



SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO (SNTE 2014)

Kamis, 18 Desember 2014, Gedung Q Lantai 3
Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok

BUKU PROSIDING

Tema:

Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Melalui Penelitian
Teknologi Tepat Guna yang Berwawasan Lingkungan



Diterbitkan Oleh:
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok
2014

DIPUBLIKASIKAN OLEH:

Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta
snte@elektro.pnj.ac.id
telepon : (021)7863531
faksimil :(021)7863531

KETUA EDITOR

Dra. B. S. Rahayu Purwanti, M. Si

ANGGOTA

Mohamad Fathurahman, S.T., M.T
Asri Wulandari, S.T., M.T

TEAM PENDUKUNG

Eddy Ubaidillah, A.Md.

Semua paper dalam buku ini telah diseleksi oleh reviewer. Semua penulis telah menandatangani hak cipta penerbitan paper. Dilarang mereproduksi, mendownload, mencuplik, mempublikasikan, memindahkan, ke dalam bentuk lain dengan tujuan tertentu, kecuali dengan izin penulis dan menunjukkan kontribusinya ke pada penulis.

Pihak penerbit tidak menambah atau mengurangi isi yang ada pada buku ini dan tidak bertanggungjawab atas kesalahan yang ada pada buku ini.

Hak Cipta @Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Jakarta
2014

SUSUNAN PANITIA SNTE 2014**SK No. 5299/PL3/SK/2014**

Pengarah	: Abdillah, SE., MSi. Selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta
Penanggung Jawab	: Iwa Sudradjat, ST., MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
Wakil Penanggung Jawab	: Ismujiyanto, ST., MT. Selaku Sekretaris I Jurusan Teknik Elektro Ir. Anik Tjandra Setiati, MM. Selaku Sekretaris II Jurusan Teknik Elektro
Ketua Pelaksana	: Dra. B.S Rahayu Purwanti, MSi.
Wakil Ketua Pelaksana	: Mohamad Fathurahman, ST., MT..
Sekretaris(Koordinator)	: Asri Wulandari, ST.,MT.
Kesekretariatan	Drs. Jamser Simanjuntak Drs. Latief Mawardi, ST., M.Kom. Mardanih Illa Nurabika
Bendahara 1	: Ir. Sri Danaryani, MT.
Bendahara 2	: Yenniwarti Rafsyam, SST., MT.
Acara (Koordinator)	: Ikhsan Kamil, ST., M.Kom.
Anggota	: Hamid Tharhan, ST., M.Kom
Editor Makalah (Koordinator)	: Dr. Drs. A. Tossin Alamsyah, ST., MT.
Anggota	: Nanang Rohadi, ST., MT., Ph.D. Isdawimah, ST., MT. Toto Supriyanto, ST., MT. Ir. Sutanto, MT. Agus Wagyana, ST., MT. Riandini, ST., M.Sc.
Sponsor/Donasi(Koordinator)	: Rika Novita Wardhani, ST., MT.
Anggota	: A.DamarAji, ST., M.Kom. Dra. Ardina Askum Dra. Yogi Widiawati, M.Hum. Reisal Abdallah
Perlengkapan dan Transportasi(Koordinator)	: Drs. Indra Z., S.ST.,M.Kom.
Anggota	: Darwin, ST., M.Kom. Silo Wardono, ST., MT. Edy Ubaidillah
Publikasi dan Web(Koordinator)	: Benny Nixon, ST., MT.
Anggota	: Agus Setiawan
Dokumentasi	: Dandun Widhiantoro, ST., MT.
Konsumsi(Koordinator)	: Dra. Wartiyati, M.Si.
Anggota	: Sri Lestari, ST., MT. Drs. Djoko Santoso TSB Naning Triwati
Tenaga Pendukung	: Eka Firdaus : Age Eriyanto Endang Ruyatna

Reviewer:

1. Dr. A. Tossin Alamsyah, ST., MT.(Politeknik Negeri Jakarta)
2. Nanang Rohadi, ST., MT., Ph.D. (Politeknik Negeri Jakarta)
3. Dr. Peni Handayani, ST., MT. (Politeknik Negeri Bandung)
4. Haryadi, Ph.D. (Politeknik Negeri Bandung)
5. Dr. Ir. R. Edy Purwanto, M.Sc. (Politeknik Negeri Malang)
6. Dr. Dpl. Ing. Ahmad Taqwa, MT. (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Keynote Speaker:

1. Prof. Dr(HC) Dahlan Iskan,Penggagas Mobil Listrik
2. Prof. Dr.Ing. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc.(Asisten Deputi Kekayaan Intelektual dan Standarisasi Deputi Sumber Daya Iptek Kementerian Riset, Teknologi Dan Pendidikan Tinggi)
3. Ir. Dicky Edwin Hindarto (Sekretariat JCM Indonesia dan anggota Dewan Pakar Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia dan Ketua Dewan Penasehat untuk Yayasan Mitra Hijau,)

KATA PENGANTAR BUKU PROSIDING

Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat karunia dan rahmat-Nya seluruh rangkaian kegiatan SNTE telah terselesaikan. Sejak dari persiapan pada bulan September hingga pelaksanaannya bulan Desember. Seluruh rangkaian kegiatan yang tergabung dalam SNTE 2014 terlaksana dengan cukup baik. Terlaksananya rangkaian kegiatan tidak terlepas dari kerja keras panitia, baik secara personal atau kelompok/tim pada masing-masing seksi kepanitiaan. Keberhasilan dalam kepanitiaan masih perlu ditingkatkan dan kekurangan sangat bermanfaat sebagai sumber pembelajaran kegiatan sebelumnya. Selamat dan sukses Panitia SNTE 2014. Kegiatan akhir dari kepanitiaan SNTE 2014 adalah penyusunan seluruh artikel yang telah diseminarkan menjadi Buku Prosiding. Proses penyusunannya mengalami kendala pada pengkoleksian artikel, sehingga mengalami beberapa kali penangguhan. Dari total 45 abstrak dalam Buku prosiding, 1 pemakalah tidak mengirimkan full papernya. Sehingga total artikel pada Buku Prosiding adalah 44 (empat puluh empat).

Atas nama Panitia SNTE kami mengucapkan terima kasih kepada:

- (1). Para Keynote Speaker, yang telah menyampaikan materi sesuai dengan tema SNTE 2014
- (2). Para Reviewer dari Polsri Palembang, Polban Bandung, Polinema, dan PNJ
- (3). Para Pemakalah SNTE 2014
- (4). Direktur Politeknik Negeri Jakarta beserta para stafnya
- (5). Ketua Jurusan Teknik Elektro beserta para stafnya
- (6). Mahasiswa dan Menwa yang telah berpartisipasi

Setiap kegiatan kami dalam melaksanakan tugas kepanitiaan, baik selama persiapan, pelaksanaan dan pelaporan terkait dengan berbagai pihak. Bila keterkaitan tersebut dijumpai kekurangan dan kesalahan baik secara lisan, tulisan, dan tindakan mohon maaf. Sebab pintu maaf dari Bapak/Ibu semua akan membawa kebaikan dan perbaikan pada kami. Pelengkap perbaikan dan demi peningkatan penyelenggaraan SNTE 2015 kami atas nama Jurusan Teknik Elektro menerima saran kritik dari Bapak/Ibu para undangan dan pemakalah.

Akhir kata, dengan berniat baik semoga kita bertemu lagi pada kegiatan SNTE 2015 dan dapat meraih sukses dari tahun-tahun sebelumnya. Mari membangun semangat dan percaya diri agar bermanfaat bagi diri sendiri dan lingkungan sekitar, serta bagi Nusa dan Bangsa Indonesia.

Teriring salam SNTE 2014
Panitia

SAMBUTAN KETUA PELAKSANA SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO 2014

Rasa syukur kita panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat-Nya yang berlimpah telah memberkahi pelaksanaan Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE) 2014. **Pertama**; kami sampaikan terima kasih kepada para narasumber yaitu, Direktur PNJ, para Pembantu Direktur, para Ketua Jurusan, para praktisi/peneliti/ pemakalah, para undangan, serta para peserta yang telah meluangkan waktunya untuk hadir. **Kedua**, permohonan maaf dari kami Panitia SNTE 2014, dalam keterbatasan yang kami miliki sehingga masih ada kekurangan disana-sini. **Ketiga**, beberapa hal yang perlu kami sampaikan atas nama Panitia SNTE 2014 adalah:

- SNTE adalah agenda rutin satu tahunan sebagai perwujudan kewajiban para Dosen di Perguruan Tinggi. Seiring dengan kewajiban tersebut para pakar/praktisi/ peneliti/mahasiswa memerlukan wahana pertemuan ilmiah. Hasil penelitian/temuan para pakar/praktisi/peneliti/mahasiswa dipublikasikan dalam seminar agar dikenali perkembangan keilmuannya secara nasional/international.
- Adapun Tema SNTE 2014 adalah Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Melalui Penelitian Teknologi Tepat Guna yang Berwawasan Lingkungan. Perkembangan pengetahuan dan teknologi tepat guna mengarah pada konsep wawasan lingkungan. Industri kecil/besar berlomba-lomba menggunakan teknologi ramah lingkungan dalam proses produksinya. Oleh karena itu dibutuhkan riset aplikasi yang dapat memberikan *added value* bagi industri. Nilai tambah dimaksud harus didukung sinergi yang baik antara peneliti dan praktisi (industri) untuk dapat menghasilkan teknologi tepat guna yang berwawasan lingkungan. Sinergi diantara keduanya dapat meningkatkan peran serta dalam pemupukan sikap ilmiah dan profesionalisme di kalangan sivitas akademika. Pengembangan dan aplikasi teknologi melalui penelitian dan penulisan karya ilmiah mengarah pada moto ramah lingkungan.
- Tujuan SNTE adalah ⁽¹⁾Menumbuhkan sikap inovatif, kreatif serta tanggap terhadap perkembangan IPTEK, ⁽²⁾Menjadi forum komunikasi hasil riset antar para Pakar Peneliti, Praktisi, Industri, Akademisi, dan Mahasiswa, ⁽³⁾Menjadi wadah presentasi ilmiah, sehingga menumbuhkan ide dan pengembangan program penelitian lanjut.
- Sasaran SNTE adalah terbukanya perkembangan dan informasi hasil penelitian mutakhir sebagai sarana *update* diri. Hasil penelitian seseorang menjadi sumber informasi bagi orang lain/diri sendiri agar pemikiran/ide penelitian lanjutan. Informasi mutakhir dari publikasi ilmiah melalui SNTE 2014 menjadi ide/sumber pemikiran penelitian lanjutan. Inspirasi yang bersumber dari ide tersebut dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan teknologi yang diperlukan industri/masyarakat. Sesuai tema dalam Seminar Nasional Teknik Elektro 2014 maka Panitia telah mengundang tiga Keynote Speaker yaitu: Prof. Dr (HC) Dahlan Iskan (Penggagas Pemakaian Listrik sebagai energi alternatif); Prof. Dr. Ing. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc, (Pakar Konversi Energi, BPPT) dan Ir. Dicky Edwin Hindarto, (Dewan Nasional Perubahan Iklim). Sedangkan jaminan atas kualitas artikel, Panitia telah bekerjasama dengan enam reviewer dari beberapa Politeknik yaitu: Dr. A. Tossin Alamsyah, S.T, MT (PNJ); Nanang Rohadi, S.T, MT, Ph.D (PNJ); Dr. Penni Handayani (POLBAN), Dr. Haryadi, M.Sc (POLBAN), Dr. Ir. R. Edy Purwanto M.Sc (POLINEMA); Dr. Dpl. Ing. Ahmad Taqwa. M.T (POLSRI). Total pemakalah dalam SNTE 2014 adalah 43, yang terdiri dari 12 pemakalah dari PNJ dan 31 pemakalah berasal dari Politeknik/Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian.
- Kesuksesan SNTE 2014 juga didukung dari berbagai pihak yang telah berkontribusi aktif baik sejak dari persiapan, pelaksanaan hingga pelaporannya. Kepanitiaan terdiri dari para Dosen, Staf Administrasi dan mahasiswa, menunjukkan bahwa SNTE 2014 melibatkan seluruh civitas akademika di tingkat Jurusan dan Direktorat serta tentu saja pihak sponsor yang juga telah mendukung acara ini yakni PT. Indosat Tbk. dan PT. Telkomsel Tbk.

Harapan kami, semoga SNTE dapat terus dilaksanakan secara berkesinambungan, dengan jumlah pemakalah/pesertanya yang meningkat serta mempertajam kualitas artikelnya. Akhir kata, setelah silaturahmi kita dalam SNTE 2014 Bapak/Ibu/Saudara/i membawa kesan baik dan menyebarkannya sehingga dapat bertemu kembali pada SNTE 2015. Terima kasih.

Depok, 8 Desember 2014
Ketua Pelaksana SNTE-2014

Dra. B. S. Rahayu Purwanti, MSi.
NIP.19610416 199003 2 002

**SAMBUTAN KETUA JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya, kita dapat melaksanakan kegiatan Seminar Nasional Jurusan Teknik Elektro (SNTE) Tahun 2014 di Politeknik Negeri Jakarta.

Seminar Nasional dengan tema “Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Melalui Penelitian Teknologi Tepat Guna dan Berwawasan Lingkungan” diselenggarakan sebagai bagian dari Tri Dharma Perguruan Tinggi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta. Tema tersebut memiliki makna yang sangat tepat khususnya untuk pendidikan tinggi seperti Politeknik. Mengingat, Politeknik merupakan pendidikan tinggi yang menyiapkan mahasiswanya menjadi profesional dengan keterampilan/kemampuan kerja tinggi. Hasil-hasil penelitian ini selain akan memperkaya khasanah IPTEKS, diharapkan dapat dijadikan bahan pembelajaran. Melalui pembelajaran tersebut, pada akhirnya akan dihasilkan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan menerapkan teknologi tepat guna dan peduli terhadap lingkungan.

Seminar ini dapat diselenggarakan berkat kerjasama panitia seminar, para pemakalah, dan pihak lain yang telah berkontribusi. Oleh karena itu kami menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih, semoga seminar ini dapat bermanfaat untuk kemajuan IPTEKS.

Wassalamualaikum wr.wb.

Depok, 8 Desember 2014
Ketua Jurusan Teknik Elektro,

Iwa Sudradjat, ST., MT
NIP. 196106071986011002

SAMBUTAN DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga kita dapat berkumpul hari ini dalam keadaan sehat wal'afiat untuk menjalankan aktifitas masing-masing. Hari ini kita berkumpul, bersilaturahmi dalam suasana keramahtamahan dengan kegiatan khusus dan istimewa.

Seperti kita ketahui bahwa, salah satu kewajiban kita dan sesuai dengan Tri Dharma Perguruan Tinggi adalah melaksanakan penelitian. Agar supaya hasil penelitian dapat dikenal dan diketahui perkembangannya oleh para peneliti secara nasional, maka diselenggarakanlah sarana publikasi. Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Jurusan Teknik Elektromemfasilitasi sarana publikasi ilmiah dengan mengadakan seminar nasional.

Saya mengucapkan selamat dan menyambut baik atas terselenggaranya Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE) 2014 sebagai wadah pertukaran informasi dan berkumpulnya Bapak/Ibu/Saudara/i. Pertukaran informasi sesuai bidang ilmu masing-masing akan makin memperkaya wawasan keilmuan para Dosen/ Peneliti/Praktisi/Guru/ Mahasiswa.

Semoga dengan terselenggarakannya SNTE 2014, Bapak/Ibu/Saudara/i dapat menikmati dan memetik buah karya para pakar/peneliti untuk meningkatkan wawasan keilmuannya.

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Bapak/Ibu/Saudara/i yang telah berpartisipasi dalam SNTE. Sekecil apapun partisipasi Bapak/Ibu/Saudara/i, baik sebagai keynotespeaker/reviewer/ pemakalah/peserta/panitia atau undangan lainnya telah memiliki andil sangat besar dalam mensukseskan SNTE 2014. Rutinitas penyelenggaraan SNTE sekali dalam setahun perlu dipertahankan dan ditingkatkan kualitasnya. Peningkatan dimaksudkan agar dapat menunjang visi misi PNJ dan merealisasikan program kegiatan jangka pendek/menengah/ panjang. Target/capaian kemajuan adalah sisi konten kualitas artikel sesuai dengan kemutakhiran hasil penelitian tingkat internasional. Konten sebuah artikel menjadi tolok ukur kualitas hasil penelitian, sehingga pembahasan/analisis suatu penelitian menjadi celah/ peluang peneliti lain.

Akhir kata jika dalam penyelenggaraan SNTE 2014 masih ditemukan kekurangan ataupun kesalahan, diharapkan kritik/saran membangun dari Bapak/Ibu/Saudara/i. Kesuksesan SNTE menjadi bagian dari keberhasilan Bapak/Ibu/ Saudara/i, sesuai dengan kepiawaian masing-masing. Saya berharap dengan berbekal saran/kritik dari Bapak/Ibu/Saudara/i, sehingga penyelenggaraan SNTE tahun depan akan semakin sukses dan berkualitas.

Depok, 8 Desember 2014
Politeknik Negeri Jakarta
Direktur,

Abdillah, S.E., M.Si.
NIP 195903091989101001

**JADWAL ACARA
SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO (SNTE)
TAHUN 2014**

Waktu	Kegiatan	Penanggung jawab
06.30 – 07.00 WIB	Registrasi Peserta	Penerima tamu
07.00 – 07.30 WIB	Pembukaan	Acara
	Menyanyikan Lagu Kebangsaan Indonesia Raya	Acara
	Laporan Ketua Panitia	Ketua Panitia SNTE 2014
	Sambutan Ketua Jurusan Teknik Elektro	Ketua Jurusan Teknik Elektro PNJ Iwa Sudradjat, ST., MT.
	Sambutan Direktur Politeknik Negeri Jakarta Sekaligus Membuka Seminar Nasional Teknik Elektro 2014	Direktur Politeknik Negeri Jakarta Abdillah, SE., MSi.
07.30 – 08.30 WIB	Pembicara Utama I : Prof. Dr.(HC) Dahlan Iskan Penggagas Penggunaan Energi Alternatif Mantan Menteri Negara BUMN	Moderator: Rika Novita, ST., MT.
08.30 – 09.00 WIB	Coffee Break	Sie Konsumsi
09.00 – 10.00 WIB	Pembicara UtamaII : Prof. Dr.Ing. Ir. H. Didik Notosudjono, M.Sc. Asisten Deputi Kekayaan Intelektual dan Standarisasi Iptek Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi	Moderator : Dra. BS. Rahayu Purwanti, M.Si.
10.15 – 11.15 WIB	Pembicara Utama III : Ir. Dicky Edwin Hindarto Sekretariat JCM Indonesia dan anggota Dewan Pakar Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia dan Ketua Dewan Penasehat untuk Yayasan Mitra Hijau	Moderator : Nanang Rohadi, ST., MT., Ph.D.
11.30 – 12.30 WIB	Presentasi Sesi 1 Paralel	Moderator
12.30 – 13.30 WIB	Ishoma	Sie Konsumsi
13.30 – 15.00 WIB	Presentasi Sesi 2 Paralel	Moderator
15.00 – 15.30 WIB	Coffee Break	Sie Konsumsi
15.30 – 16.45 WIB	Lanjutan Presentasi Sesi 2 Paralel	Moderator

Sesi Paralel**Ruang Seminar I (Ruang Rapat A Gedung Q Lantai II)****Bidang Kelistrikan (A)**

Waktu	Pembicara	Judul Makalah	Moderator
11.30 – 11.45 WIB	Aprilely Ajeng Fitriana, Ontoseno Penangsang, dan Adi Soeprijanto	<i>Dynamic Optimal Power Flow Pada Stand-Alone Microgrid Dengan Mempertimbangkan Karakteristik Umur Baterai</i>	Isdawimah, ST., MT
11.45 – 12.00 WIB	Fauzan Arrofiqi dan Achmad Arifin	<i>Portable Electrical Stimulator Berbasis ARM Microcontroller untuk Restorasi Gerakan Menggunakan FES System</i>	
12.15 – 12.30 WIB	Ni Made Erma Pratiwi Astiti dan Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti	Penggunaan Sumber Energi Terbarukan pada Jaringan Telekomunikasi Seluler	
12.30 – 13.30 WIB	Ishoma		
13.30 – 13.45 WIB	Sudirman Palaloi	Perhitungan Losses Teknis Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv Sistem Kelistrikan Kota Pontianak	Isdawimah, ST., MT
13.45 – 14.00 WIB	Shinta Puspitasari	Pertajaman Kualitas Citra Meteran Listrik dengan Transformasi Ruang Warna	
14.00 – 14.15 WIB	Ribka Stephani, Yuli Prasetyo, Ontoseno Penangsang dan Rony Seto Wibowo	Implementasi Transformator Dengan Koneksi D-Y Pada Analisa Aliran Daya Harmonisa Di Sistem Distribusi Radial Tiga Fasa Untuk Mereduksi Harmonisa	
14.15 – 14.30 WIB	Riski Cahya Anugrerah Haebibi, Adi Soeprijantodan Ardyono Priyadi	Strategi Meminimalkan Load Shedding Menggunakan Metode Sensitivitas untuk mencegah voltage collapse pada Sistem Kelistrikan Jawa Bali 500 kV	
14.30 – 14.45 WIB	Vindriani Esra, Dedie Tooy, Freeke Pangkerego dan Ireine A Longdong	Analisis Perbedaan Kadar Air dan Ukuran Sabut Kelapa Terhadap Energi Listrik yang dihasilkan pada <i>Gasifikasi Dwon Draft</i>	
14.45 – 15.00 WIB	Rian Sondakh, Dedie Tooy, Freeke Pangkerego, Frans	Perbandingan Efisiensi Gasifikasi Sabut Dan Kayu Bakar Terhadap Energi	

Waktu	Pembicara	Judul Makalah	Moderator
	Wenur	Listrik Yang Dihasilkan Dengan Menggunakan <i>Downdraft Gasifier</i>	
15.00 – 15.15 WIB	Rian Sondakh, Dedie Tooy, Freeke Pangkerego, Frans Wenur	Perbandingan Efisiensi Gasifikasi Sabut Dan Kayu Bakar Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Dengan Menggunakan <i>Downdraft Gasifier</i>	
15.15 – 15.45 WIB	Coffee Break		
15.45 – 16.00 WIB	Kartika, Roswaldi Sk, Firmansyah	Monitoring Arus Menggunakan Sensor Non-Invasive Current	Isdawimah, ST., MT
16.00 – 16.15 WIB	Ahmad Fauzi Basri	Meningkatkan Efektifitas <i>Switching</i> Tegangan Medium untuk Suplai Power PT Holcim Narogong Plant dengan Simulator	
16.15 – 16.30 WIB	Sutantodan Danang Widjajanto	Pengaruh Penambahan Natrium Klorida terhadap Perubahan Arus Listrik dan Penurunan Kandungan Polutan Tembaga pada Proses Elektrokoagulasi Air Limbah Industri	
16.30 – 16.45 WIB	Murie Dwiyanitidan Kendi Moro Nitisasmita	Model Sistem Scada Network Pada Sistem Kontrol Pemanas Air	
16.45 – 17.00 WIB	Nanang Rohadi	Analisa Sensitivitas untuk Algoritma Pengukuran Impedansi pada Proteksi Saluran Transmisi	

Ruang Seminar II (Ruang Teleconference Gedung Q Lantai 3)

Bidang Elektronika Industri (B)

Waktu	Pembicara	Judul Makalah	Moderator
11.30 – 11.45 WIB	Muhamad Muflih dan Andre Yulian Atmojo	Desain Konseptual Sistem Akuisisi Data Pengujian Kinerja Daya Turbin Angin Kapasitas Rendah Menggunakan Fasilitas Terowongan Angin	Dr. A. Tossin Alamsyah, ST., MT.
11.45 – 12.00 WIB	Muhammad Niswar, Aksan S. Wijaya, Muhammad Ridwan, Adnan, Amil A. Ilham	Perancangan Perangkat Medis Pemantau Tanda Vital Pasien Gawat	

Waktu	Pembicara	Judul Makalah	Moderator
	dan Zaenab Muslimin	Darurat.	
12.15 – 12.30 WIB	Delviyanti, Kartika dan Sandra	Pengaturan Kecepatan Konveyor untuk Sistem Sortasi Buah Manggis Berbasis ATMEGA8535	
12.30 – 12.45 WIB	Son Haji	Aplikasi <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i> untuk Optimasi Parameter Kontroler Pid pada Sistem Kendali Iklim <i>Greenhouse</i>	
12.45 – 13.30 WIB	Ishoma		
13.30 – 13.45 WIB	Slamet Widodo	Sintesis Timah Oksida (SNO ₂) Nano Partikel Dengan Doping In/Pd Menggunakan Metode Sol Gel untuk Mendeteksi Gas Carbon Monoksida (CO)	Dr. A. Tossin Alamsyah, ST., MT.
13.45 – 14.00 WIB	Coiru Santoso, Dony Rangga Putra dan Tri Prasetyo	<i>Smart Home</i> Berbasis Mikrokontroler dan Android	
14.00 – 14.15 WIB	Adhi Mahendra	Kerapatan Berbasis Outliers Deteksi Hidrogen Alir Time Data Series pada Proses Sintering	
14.15 – 14.30 WIB	Latief Mawardi	Pengembangan <i>E Learning</i> Di Jurusan Teknik Elektro PNJ	
14.30 – 14.45 WIB	Darwin	Pemrogramman Sudut Kemiringan pada Banding Sebagai Alat Penekuk Plat Alumunium Berbasis PLC	
14.45 – 15.00 WIB	Anik Tjandra Setiati dan Ardina Askum	Kepuasan Mahasiswa terhadap Layanan Administrasi di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta	
15.00 – 15.30 WIB	Coffee Break		
15.30 – 15.45 WIB	Wartiyati	Analisis Pendidikan Karakter pada Organisasi Kemahasiswaan	Rika Novita, ST., MT.
15.30 – 15.45 WIB	BS Rahayu Purwanti dan Reza Virgiawan	Pengidentifikasi Nomor Unik RFID Sistem Buka-Tutup Palang Menyesuaikan Database Sistem Perparkiran	
15.45 – 16.00 WIB	Dwi Maulina Putri	<i>Prototype</i> Pengendali Sistem	

Waktu	Pembicara	Judul Makalah	Moderator
	dan Dandun Widhiantoro	Penerangan Ruangan Dengan “Clap Recognizing” Berbasis <i>Bluetooth</i> (<i>Receiver</i>)	
16.15 – 16.30 WIB	Tara Swetlana dan Dandun Widhiantoro	Penggunaan WI-FI Dalam <i>Prototype</i> Notifikasi Pintu Bagi Penyandang Tuna Rungu	
16.30 – 16.45 WIB	Mauldy Laya	Sistem Informasi Pencatatan Transaksi Peminjaman Alat Laboratorium Berbasis <i>Web Frame Work</i>	
16.45 – 17.00 WIB	Yogi Widiawati	<i>The Usage of Multimedia Technology for Learning Technical English for Indonesia Polytechnic Students</i>	

Ruang Seminar III (Ruang Aula Gedung Q Lantai 3)

Bidang Teknik Telekomunikasi

Waktu	Pembicara	Judul Makalah	Moderator
11.30 – 11.45 WIB	Asep Yudi Hercuadi, Winiasti Putri Pratami dan Enceng Sulaeman	Perancangan dan Realisasi Mikrostrip Triplexer Menggunakan Metoda Dual-Mode Open-Loop Resonator	Toto Supriyanto, ST., MT.
11.45 – 12.00 WIB	Mochammad Haldi Widiyanto, Nasrullah Armidan Arief Suryadi	Evaluasi Kinerja Throughput pada Sistem Wimax	
12.00 – 12.15 WIB	Heru Susanto, Risanuri Hidayat dan Litasari	Pengenalan Kata pada Pembicaraan Menggunakan Wavelet	
12.15 – 12.30 WIB	Dadin Mahmudin, Topik Teguh Estu, dan Yusuf Nur Wijayanto	Analisa Pemandu Gelombang Optik Berstruktur Planar Menggunakan Program Analisa Elektromagnetik	
12.30 – 13.30 WIB	Ishoma		
13.30 – 13.45 WIB	I Gede Wahyu Surya Dharma	Implementasi Pengenalan Wajah Secara <i>Realtime</i> Menggunakan Metode Pengenalan <i>Hue Saturation Value Eigenface</i>	Toto Supriyanto, ST., MT.
13.45 – 14.00 WIB	Angga Wijaya,	Evaluasi Kinerja	

Waktu	Pembicara	Judul Makalah	Moderator
	Nasrullah Armidan Arief Suryadi	Throughput dan Daya Terima pada Sistem Wireless LAN	
14.00 – 14.15 WIB	Budi Darmawandan Fitri Astutik	Perancangan dan Pembuatan Alat Pengontrol Suhu Pasteurisasi Media Tanam Jamur Tiram Berbasis Mikrokontroller ATMEGA16	
14.15 – 14.30 WIB	Titik Mildawati	Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (Ahp) Untuk Penilaian Kinerja Dosen	
14.30 – 14.45 WIB	Pamungkas Daud , Eko Joni, Arif Nurrahman, Octa Herianadan Dadin Mahmudin	Sistem Pengawasan Wilayah Perbatasan Menggunakan Kamera CCTV-IP dan GPS	
14.45 – 15.00 WIB	Gregorius Hendita Artha K	Implementasi <i>Security Sistem Firewall Open Source</i> menggunakan CentOS dan ClearOS	
15.00 – 15.15 WIB	Gregorius Hendita Artha K	<i>Application Delivery Order Soto with Shortest Route based on Android</i>	
15.15 – 15.30 WIB	Fitriyanidan Ariya Suryaman	Analisis Performansi <i>Graphics Processing Unit</i> NVIDIA GEFORCE GTX 770 DAN AMD RADEON R9 280X Berdasarkan Hasil <i>Benchmark</i>	
15.30 – 16.00 WIB	Coffee Break		
16.00 – 16.15 WIB	Wisnu Broto	Pendeteksi Wajah Menggunakan <i>Gabor Filter</i> dan <i>Support Vector Machine</i>	Toto Supriyanto, ST., MT.
16.15 – 16.30 WIB	Danang Widjajanto	Analisis Kebutuhan Sistem Sistem Monitoring Akademik Mahasiswa	
16.30 – 16.45 WIB	Toto Supriyanto, Indra Zdan Teguh Firmansyah	Perancangan <i>High Efficiency Dual-Layer Microstrip Coupler</i> Untuk Aplikasi LTE Pada Frekuensi 2,3 GHz	Ir. Danang Widjajanto, MT.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Hak Cipta	ii
Susunan Panitia	iii
Kata Pengantar Buku Prosiding SNTE 2014	v
Sambutan Ketua Pelaksana SNTE 2014	vi
Sambutan Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta	vii
Sambutan Direktur Politeknik Negeri Jakarta	viii
Jadwal Acara Seminar	ix
Daftar Isi	xv

DAFTAR MAKALAH SNTE 2014

A. Bidang Kelistrikan

ID	Judul Makalah	Hal
A1-1	<i>Dynamic Optimal Power Flow</i> Pada <i>Stand-Alone Microgrid</i> Dengan Mempertimbangkan Karakteristik Umur Baterai Aprilely Ajeng Fitriana, Ontoseno Penangsang, dan Adi Soeprijanto	A1-A4
A1-2	<i>Portable Electrical Stimulator</i> Berbasis <i>ARM Microcontroller</i> untuk Restorasi Gerakan Menggunakan <i>FES System</i> Fauzan Arrofiqi dan Achmad Arifin	A5-A10
A1-3	Penggunaan Sumber Energi Terbarukan pada Jaringan Telekomunikasi Seluler Ni Made Erma Pratiwi Astiti dan Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti	A11-A15
A1-4	Perhitungan Losses Teknis Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv Sistem Kelistrikan Kota Pontianak Sudirman Palaloi	A16-A21
A1-10	Monitoring Arus Menggunakan Sensor Non-Invasive Current Kartika, Roswaldi Sk, Firmansyah	A22-A28
A2-5	Pertajaman Kualitas Citra Meteran Listrik dengan Transformasi Ruang Warna Shinta Puspitasari	A29-A32
A2-7	Implementasi Transformator Dengan Koneksi D-Y Pada Analisa Aliran Daya Harmonisa Di Sistem Distribusi Radial Tiga Fasa Untuk Mereduksi Harmonisa Ribka Stephani, Yuli Prasetyo, Ontoseno Penangsang dan Rony Seto Wibowo	A33-A38

ID	Judul Makalah	Hal
A3-9	Pengaruh Penambahan Natrium Klorida terhadap Perubahan Arus Listrik dan Penurunan Kandungan Polutan Tembaga pada Proses Elektrokoagulasi Air Limbah Industri Sutantodan Danang Widjajanto	A39-A44
A4-11	Model Sistem Scada Network Pada Sistem Kontrol Pemanas Air Murie Dwiyanitidan Kendi Moro Nitisasmita	A45-A50
A1-13	Strategi Meminimalkan Load Shedding Menggunakan Metode Sensitivitas untuk mencegah voltage collapse pada Sistem Kelistrikan Jawa Bali 500 kV Riski Cahya Anugrerah Haebibi, Adi Soeprijantodan Ardyono Priyadi	A51-A56
A5-14	Analisis Perbedaan Kadar Air dan Ukuran Sabut Kelapa Terhadap Energi Listrik yang dihasilkan pada <i>Gasifikasi Dwon Draft</i> Vindriani Esra, Dedie Tooy, Freeke Pangkerego dan Ireine A Longdong	A57-A62
A5-15	Perbandingan Efisiensi Gasifikasi Sabut Dan Kayu Bakar Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Dengan Menggunakan <i>Downdraft Gasifier</i> Rian Sondakh, Dedie Tooy, Freeke Pangkerego, Frans Wenur	A63-A67
A5-16	Meningkatkan Efektifitas <i>Switching</i> Tegangan Medium untuk Suplai Power PT Holcim Narogong Plant dengan Simulator Ahmad Fauzi Basri	A68-A72
A5-17	Analisa Sensitivitas untuk Algoritma Pengukuran Impedansi pada Proteksi Saluran Transmisi Nanang Rohadi	A73-A78

B. Bidang Elektronika Industri

ID	Judul Makalah	Hal
B1-1	Aplikasi <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i> untuk Optimasi Parameter Kontroler Pid pada Sistem Kendali Iklim <i>Greenhouse</i> Son Haji	B1-B4
B2-4	Desain Konseptual Sistem Akuisisi Data Pengujian Kinerja Daya Turbin Angin Kapasitas Rendah Menggunakan Fasilitas Terowongan Angin Muhamad Muflih dan Andre Yulian Atmojo	B5-B10
B2-5	Perancangan Perangkat Medis Pemantau Tanda Vital Pasien Gawat Darurat	B11-B15

ID	Judul Makalah	Hal
	Muhammad Niswar, Aksan S. Wijaya, Muhammad Ridwan, Adnan, Amil A. Ilham dan Zaenab Muslimin	
B2-8	Pengaturan Kecepatan Konveyor untuk Sistem Sortasi Buah Manggis Berbasis ATMEGA8535 Delviyanti, Kartika dan Sandra	B16-B22
B3-7	<i>Smart Home</i> Berbasis Mikrokontroler dan Android Coiru Santoso, Dony Rangga Putra dan Tri Prasetyo	B23-B25
B4-8	Sintesis Timah Oksida (SNO ₂) Nano Partikel Dengan Doping In/Pd Menggunakan Metode Sol Gel untuk Mendeteksi Gas Carbon Monoksida (CO) Slamet Widodo	B26-B32
B5-9	Pemrograman Sudut Kemiringan pada Banding Sebagai Alat Penekuk Plat Alumunium Berbasis PLC Darwin	B33-B40
B5-10	Kerapatan Berbasis Outliers Deteksi Hidrogen Alir Time Data Series pada Proses Sintering Adhi Mahendra	B41-B45
B5-11	Pengembangan <i>E Learning</i> Di Jurusan Teknik Elektro PNJ Latief Mawardi	B46-B49
B6-13	Kepuasan Mahasiswa terhadap Layanan Administrasi di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta Anik Tjandra Setiati dan Ardina Askum	B50-B52
B6-14	Analisis Pendidikan Karakter pada Organisasi Kemahasiswaan Wartiyati	B53-B59
B7-16	Pengidentifikasi Nomor Unik RFID Sistem Buka-Tutup Palang Menyesuaikan Database Sistem Perparkiran BS Rahayu Purwanti dan Reza Virgiawan	B60-B65

C. Bidang Teknik Telekomunikasi

ID	Judul Makalah	Hal
C1-2	Perancangan dan Realisasi Mikrostrip Triplexer Menggunakan Metoda Dual-Mode Open-Loop Resonator Asep Yudi Hercuadi, Winiasti Putri Pratami dan Enceng Sulaeman	C1-C7
C1-3	Evaluasi Kinerja Throughput pada Sistem Wimax	C8-C13

ID	Judul Makalah	Hal
	Mochammad Haldi Widiyanto, Nasrullah Armidan Arief Suryadi	
C1-6	Pengenalan Kata pada Pembicaraan Menggunakan Wavelet Heru Susanto, Risanuri Hidayatdan Litasari	C14-C21
C1-9	Analisa Pemandu Gelombang Optik Berstruktur Planar Menggunakan Program AnalisaElektromagnetik Dadin Mahmudin, Topik Teguh Estu, dan Yusuf Nur Wijayanto	C22-C25
C1-14	<i>Prototype</i> Pengendali Sistem Penerangan Ruangan Dengan “ <i>Clap Recognizing</i> ” Berbasis <i>Bluetooth (Receiver)</i> Dwi Maulina Putri dan Dandun Widhiantoro	C26-C28
C1-16	Penggunaan WI-FI Dalam <i>Prototype</i> Notifikasi Pintu Bagi Penyandang Tuna Rungu Tara Swetlana dan Dandun Widhiantoro	C29-C32
C2-4	Implementasi Pengenalan Wajah Secara <i>Realtime</i> Menggunakan Metode Pengenalan <i>Hue Saturation Value Eigenface</i> I Gede Wahyu Surya Dharma	C33-C36
C2-5	Evaluasi Kinerja Throughput dan Daya Terima pada Sistem Wireless LAN Angga Wijaya, Nasrullah Armidan Arief Suryadi	C37-C42
C2-7	Analisis Kebutuhan Sistem Sistem Monitoring Akademk Mahasiswa Danang Widjajanto	C43-C48
C2-8	Perancangan dan Pembuatan Alat Pengontrol Suhu Pasteurisasi Media Tanam Jamur Tiram Berbasis Mikrokontroller ATMEGA16 Budi Darmawandan Fitri Astutik	C49-C53
C3-9	Metode <i>Analytical Hierarchy Process (Ahp)</i> Untuk Penilaian Kinerja Dosen Titik Mildawati	C54-C60
C2-10	Sistem Pengawasan Wilayah Perbatasan Menggunakan Kamera CCTV-IP dan GPS Pamungkas Daud,Eko Joni,Arif Nurrahman,Octa Herianadan Dadin Mahmudin	C61-C64
C2-11	Implementasi Security Sistem Firewall Open Source menggunakan CentOS dan ClearOS	C65-C71

ID	Judul Makalah	Hal
	Gregorius Hendita Artha K.	
C2-12	<i>Application Delivery Order Soto with Shortest Route based on Android</i> Gregorius Hendita Artha K.	C72-C77
C2-15	Analisis Performansi <i>Graphics Processing Unit</i> NVIDIA GEFORCE GTX 770 DAN AMD RADEON R9 280X Berdasarkan Hasil <i>Benchmark</i> Fitriyani dan Ariya Suryaman	C78-C82
C3-17	Perancangan High <i>Efficiency Dual-Layer Microstrip Coupler</i> Untuk Aplikasi LTE Pada Frekuensi 2,3 GHz Toto Supriyanto, Indra Z dan Teguh Firmansyah	C83-C88
C5-19	Pendeteksi Wajah Menggunakan <i>Gabor Filter</i> dan <i>Support Vector Machine</i> Wisnu Broto	C89-C95
C5-20	Sistem Informasi Pencatatan Transaksi Peminjaman Alat Laboratorium Berbasis <i>Web Frame Work</i> Mauldy Laya	C96-C100

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO (SNTE 2014)

Kamis, 18 Desember 2014, Gedung Q Lantai 3
Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok

ARTIKEL BAGIAN A

Tema:

Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Melalui Penelitian
Teknologi Tepat Guna yang Berwawasan Lingkungan



Diterbitkan Oleh:
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok
2014

Kode Makalah: A1-1

DYNAMIC OPTIMAL POWER FLOW PADA STAND-ALONE MICROGRID DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KARAKTERISTIK UMUR BATERAI

Aprilely Ajeng Fitriana¹, Ontoseno Penangsang², Adi Soeprijanto³

1. Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Keputih Sukolilo, Jalan Raya ITS, Surabaya, 60111, Indonesia

2,3. LBE Microgrid, Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga, Gedung B.103 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

lellyfitriana@gmail.com, zenno_379@yahoo.com, adisup@ee.its.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas penyelesaian *dynamic optimal power flow* pada *stand-alone microgrid*. Pada *stand-alone microgrid*, grid hanya disuplai oleh sumber-sumber energi terbarukan. Sehingga ketersediaan daya yang dihasilkan oleh sumber energi terbarukan sangat dipengaruhi oleh cuaca. Pada penelitian ini, sumber energi listrik dibangkitkan oleh *photovoltaic* (PV) dan *wind turbine*, sedangkan *diesel generator* digunakan sebagai *back up*. Penggunaan baterai digunakan sebagai sarana untuk menyimpan energi listrik sekaligus sebagai suplai daya ke beban sesuai kapasitas yang ditentukan. Sehingga penggunaan *diesel generator* sebagai *back up* dapat diminimalkan. Pada penelitian ini sistem manajemen energi yang dikombinasikan dengan *dynamic optimal power flow* untuk meminimalkan biaya pembangkitan yang terdiri dari biaya rugi-rugi yang diakibatkan oleh umur baterai, biaya operasi dan pemeliharaan, dan biaya bahan bakar yang disusun agar mendapatkan parameter-parameter operasi yang optimal. Penyelesaian *dynamic optimal power flow* pada penelitian ini menggunakan metode skala prioritas. Pembangkit dengan biaya pembangkitan paling murah akan dijadikan prioritas utama untuk mensuplai beban. State of charge (SOC) baterai juga diperhatikan sehingga rugi-rugi karena umur baterai dapat diminimalkan. Dari simulasi beberapa studi kasus yang telah dilakukan didapatkan biaya pembangkitan paling murah sebesar Rp24.745.240 dan rugi-rugi umur baterai yang paling rendah, yaitu sebesar 0,104%.

Abstract

This paper presented dynamic optimal power flow solution on stand-alone microgrid. On stand-alone microgrid, grid only supplied by renewable energy sources. The availability of power generation depend on weather. In this paper, electrical energy is generated by photovoltaic (PV), wind turbine, and diesel generator as back-up. Battery energy storage system is used to store energy and power generator according to specify capacity. So, it can minimize utilizing diesel as back up. This paper combine energy management system and dynamic optimal power flow to minimize generation cost that includes life-loss cost battery, operational and maintenance, and fuel cost that prepared to get optimal operation parameters. Dynamic optimal power flow solution in this paper using list priority list. Generator with the cheapest generation cost being top priority of load supply. State of charge (SOC) of the battery is also noted to minimize lifetime loss. From the simulation of several case studies, get the cheapest generation cost is Rp24.745.240 and the lowest battery lifetime loss is 0.104%.

Keywords: battery, lifetime characteristic, dynamic optimal power flow, stand-alone microgrid

1. Pendahuluan

Microgrid merupakan salah satu sistem kelistrikan dengan pasokan energi listriknya didapatkan dari sumber energi terbarukan, *distributed generation*, dan energy storage device [1]. Sumber energi terbarukan yang digunakan dalam sistem ini memiliki berbagai daya keluaran [3]. Selain itu, sistem ini juga memiliki nilai energi dan variabel pembebanan yang bervariasi [1, 2]. *Battery energy storage system* dapat digunakan

untuk meningkatkan manajemen daya pada *microgrid* yang mencakup sumber energi terbarukan. Sumber energi listrik akan dibangkitkan oleh *photovoltaic* (PV), *wind turbine*, dan diesel generator digunakan sebagai *back-up*. *Battery energy storage system* dapat digunakan sebagai sarana untuk menyimpan energi listrik yang dibangkitkan oleh sumber energi terbarukan sekaligus mensuplai daya ke beban ketika sumber energi terbarukan tidak menghasilkan energi

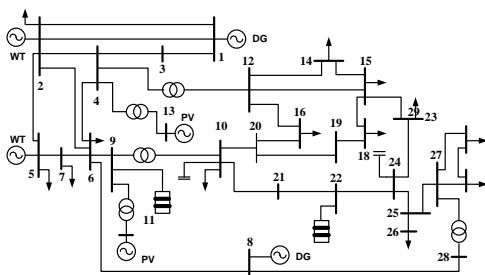
listrik. Sehingga penggunaan diesel generator sebagai *back up* dapat diminimalkan [4].

Battery energy storage system adalah salah satu bagian utama dalam sistem pembangkit energi yang letaknya terpencil dan membutuhkan perhatian sepenuhnya untuk memastikan efisiensi, keamanan, dan kestabilan operasi pada keseluruhan sistem [5]. Akan tetapi, pada penelitian-penelitian yang lalu karakteristik umur dari *battery energy storage system* tidak diperhatikan secara detail [6]. *Battery energy storage system* memiliki umur yang relatif pendek dan biaya yang relatif tinggi. Optimasi secara luas sulit untuk dilakukan dan hasil optimasi hanya melihat pada satu sisi saja tanpa memperhatikan karakteristik umur baterai, terlebih lagi untuk baterai *lead-acid* yang memiliki banyak tipe dan batasan-batasan yang berbeda. Oleh karena itu, dalam mencari harga operasi yang paling minimal perlu diperhatikan pada *battery energy storage system*. Selain itu juga dibutuhkan penelitian untuk meningkatkan utilitas dari sumber energi terbarukan dan pada saat yang bersamaan juga digunakan untuk memperpanjang penggunaan umur *battery energy storage system* pada waktu yang sama [7].

Sistem manajemen energi diterapkan sebagai kontrol optimal perangkat penyimpanan energi pada *microgrid*. Energi yang tersimpan dikendalikan untuk mendapatkan keseimbangan daya yang dibangkitkan oleh sumber-sumber energi terbarukan dengan kebutuhan energi pada *microgrid*. Penyelesaian *dynamic optimal power flow* digunakan untuk meminimalkan biaya pembangkitan yang terdiri dari biaya rugi-rugi yang diakibatkan oleh umur baterai, biaya operasi dan pemeliharaan, dan biaya bahan bakar yang disusun agar mendapatkan parameter-parameter operasi yang optimal.

2. Metode Penelitian

Model pengujian pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan beberapa sumber energi listrik pada plant yang aa. Sumber-sumber energi listrik yang digunakan antara lain: *wind turbine* (WT), *photovoltaic* (PV), diesel generator (DG), dan baterai.



Gambar 1. Modifikasi pengujian sistem IEEE 30 bus

Dari sumber-sumber energi terbarukan tersebut hanya diesel generator saja yang membutuhkan bahan bakar. Untuk melayani permintaan beban, listrik dapat diproduksi langsung oleh PV, WT, DG, dan baterai. Setiap komponen *microgrid* dimodelkan secara terpisah didasarkan pada karakteristik dan batasan-batasan yang ada.

Daya rata-rata dari PV, WT, dan DG sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari (W/m^2), suhu ($^{\circ}C$), kecepatan angin (m/s), dan biaya bahan bakar ($Rp/liter$). Daya rata-rata tiap jam dari masing-masing pembangkit ini akan menentukan performa dari optimasi model. Selain itu, pemakaian baterai juga akan mempengaruhi optimasi. Daya rata-rata dari WT dan PV dirumuskan melalui pers. (1-2)

$$\begin{cases} P_{WT} = 0, & v_{ac} < v_{ci} \\ P_{WT} = aV_{ac}^2 + bV_{ac} + c, & v_{ci} \leq v \leq v_r \\ P_{WT} = 130, & v_r \leq v \leq v_{co} \end{cases} \quad (1)$$

$$P_{PV} = P_{STC} \frac{G_c}{G_{STC}} (1 + k(T_c - T_{STC})) \quad (2)$$

dimana v_{ci} adalah kecepatan cut in angin, v_{co} adalah kecepatan cut off angin, v_{cr} adalah kecepatan angin rata-rata. Daya keluaran PV dihitung menggunakan radiasi sinar matahari G_{STC} dan suhu T_{STC} pada *Standard Test Condition* (STC) sebesar $1000 W/m^2$ dan $25^{\circ}C$. G_c adalah radiasi matahari pada titik operasi, k adalah koefisien suhu, T_c adalah suhu PV pada titik operasi, dan P_{STC} adalah daya rata-rata PV pada kondisi STC.

Daya keluaran baterai bergantung pada *state of charge* baterai dan kapasitas baterai. Daya *charge* dan *discharge* baterai ditunjukkan oleh pers.(3)

$$P_{ch,dch} \leq (0,1 \times V_{sys} \times U_{batt}) / \Delta t \quad (3)$$

dimana V_{sys} adalah tegangan sistem pada DC bus dan U_{batt} adalah kapasitas baterai Ah. SOC baterai dibatasi untuk mencegah *overcharging* dan *deep discharge* pada baterai. Batasan SOC baterai dirumuskan melalui pers.(4).

$$SOC_{min} \leq SOC \leq SOC_{max} \quad (4)$$

Penggunaan baterai yang berlebihan dapat mengurangi umur baterai. Besarnya rugi-rugi umur baterai dirumuskan dalam pers. (5)

$$L_{loss} = \frac{A_c}{A_{total}} \quad (5)$$

dimana L_{loss} adalah rugi-rugi umur baterai. A_c adalah arus yang mengalir pada periode tertentu, sedangkan A_{total} adalah total arus yang mengalir dalam satu periode umur baterai. Berdasarkan data *review*

manufaktur, baterai dengan Q Ah memiliki A_{total} sebesar 390Q.

Daya yang dibangkitkan dan yang dikonsumsi daya harus tetap seimbang. Keseimbangan daya ini dirumuskan melalui pers.(6).

$$P_{load} + P_{loss} = P_{die} + P_{PV} + P_{WT} \pm P_{bat} \quad (6)$$

dimana P_{load} adalah daya beban, P_{loss} adalah rugi-rugi saluran. Sedangkan P_{die} , P_{PV} , dan P_{WT} adalah daya yang dibangkitkan oleh diesel generator, PV dan WT. P_{bat} adalah daya keluaran baterai, daya ini akan bernilai positif saat *discharging* dan negatif saat *charging*.

Fungsi objektif yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh pers. (7)

$$\min(F(P)) = \sum_{t=1}^{NT} F(P) \quad (7)$$

Biaya pembangkitan pada *stand-alone microgrid* dirumuskan melalui pers. (8-11)

$$F(P) = F(P_{ren}) + F(P_{die}) + F(P_{bat}) \quad (8)$$

$$F(P_{ren}) = F(P_{ren})_{loss} + F(P_{ren})_{om} \quad (9)$$

$$F(P_{die}) = aP_{die}^2 + bP_{die} + c \quad (10)$$

$$F(P_{bat}) = F(P_{bat})_{loss} + F(P_{bat})_{om} \quad (11)$$

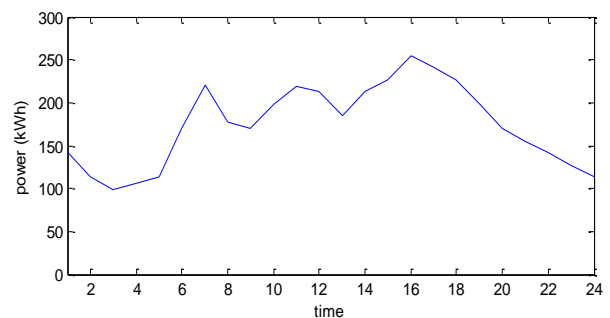
dimana $F(P_{ren})$ adalah biaya pembangkitan *renewable energy*, $F(P_{die})$ adalah biaya pembangkitan DG, dan $F(P_{bat})$ adalah biaya pembangkitan baterai. biaya pembangkitan *renewabl* dan baterai terdiri dari biaya rugi-rugi umur peralatan $F(P)_{loss}$ dan biaya oprasional dan perawatan $F(P)_{om}$. Sedangkan a , b , dan c adalah koefisien khusus dari generator [7-9].

3. Hasil dan Pembahasan

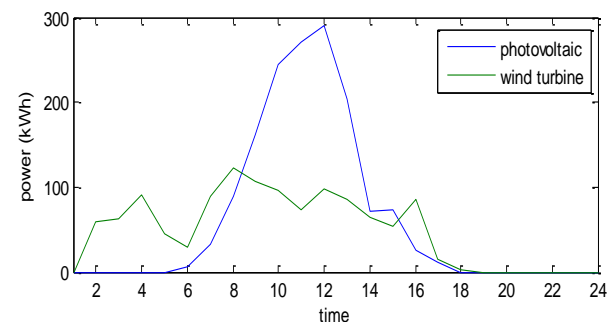
Pengujian sistem ditunjukkan oleh Gambar 1. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan analisa aliran daya pada sistem tersebut. Model optimasi diaplikasikan pada sistem dengan beban yang bervariasi dengan karakteristik pembebanan seperti Gambar 2. Daya yang dihasilkan oleh PV dan WT tiap jam dalam 1 hari ditunjukkan oleh Gambar 3. Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa beban puncak terjadi pada pukul 7 hingga 16. Sedangkan daya yang dibangkitkan oleh *renewable* hanya mampu mensuplai keseluruhan beban pada pukul 8 hingga 14 saja.

Karena itu, peranan baterai sebagai media penyimpan energi sangat diperlukan untuk mensuplai beban ketika *renewable energy* itidak mampu menghasilkan energi listrik sesuai dengan kapasitas yang diharapkan. Apabila baterai juga tidak mampu menghasilkan daya untuk mensuplai beban, maka diesel generator

digunakan untuk suplai beban. Simulasi dilakukan dengan menggunakan 3 studi kasus sebagai pembanding. Studi kasus 1 adalah kondisi dimana *charging* baterai menggunakan sumber *renewable energy* dan hanya bisa dilakukan ketika P_{ren} lebih besar dari P_{load} . Pada studi kasus 1 besarnya daya saat *charging* tidak diperhatikan. Studi kasus 2 adalah kondisi yang tidak jauh berbeda dengan studi kasus 1, pada studi kasus 2 ini daya *charging* diperhitungkan. Studi kasus 3 adalah kondisi ketika baterai tidak hanya disuplai oleh *renewable energy* saja, tapi juga diesel generator. Besarnya daya *charging* pada baterai. Hasil simulasi dari ketiga kondisi ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Profil pembebanan selama 24 jam



Gambar 3. Profil daya keluaran WT dan PV

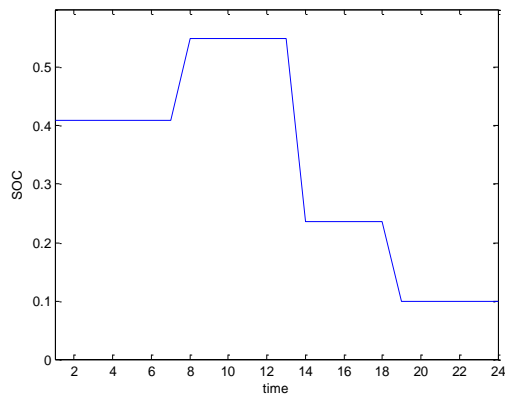
Tabel 1. Hasil Optimasi dalam 24 jam

Studi kasus	P_{load} (MWh)	P_{die} (MWh)	P_{ren} (MWh)	SOC	Biaya (Rp)
1	4,196	2,145	1,911	0,33	24.745.240
2	4,196	2,115	2,021	0,45	25.682.999
3	4,196	2,309	1,979	0,57	25.450.215

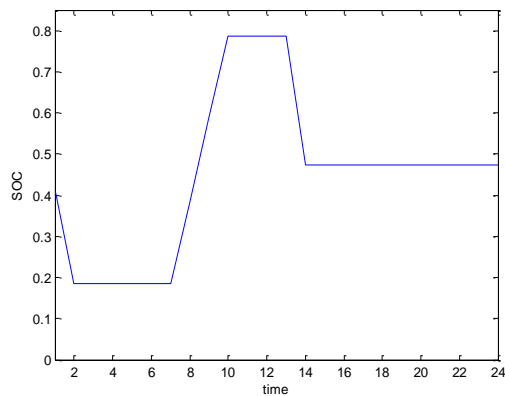
Tabel 2. Rugi-rugi umur baterai

Studi kasus	SOC	L_{loss} (%)
1	0,33	0,104
2	0,45	0,201
3	0,57	0,598

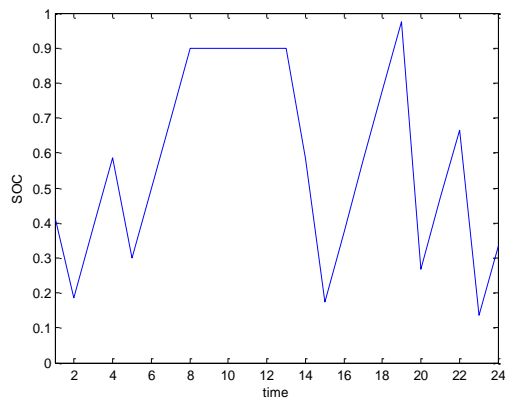
Hasil perhitungan rugi-rugi baterai (5) ditunjukkan oleh Tabel 2, meru paan rugi-rugi umur baterai yang ditinjau dalam 24 jam. Semakin besar rugi-rugi umur baterai, maka semakin pendek umur baterai itu.



Gambar4.SOC studik kasus 1



Gambar5. SOC studik kasus 2



Gambar6. SOC studik kasus 3

Tabel 1 menunjukkan bahwa biaya pembangkitan paling murah dan SOC paling kecil adalah studi kasus.

Studi kasus 1; penggunaan DG digunakan hanya sebagai *back up* saja. Pada pukul 24.00 baterai memiliki SOC sebesar 0.1. Gambar 4 menunjukkan kondisi minimum baterai dapat digunakan atau sedang kosong. Sehingga tidak memungkinkan untuk digunakan pada jam-jam berikutnya bila PV dan WT tidak dapat menghasilkan daya.

Studi kasus 2; mempunyai biaya pembangkitan yang paling mahal. SOC pada pukul 24.00 bernilai 0.4726, seperti (Gambar 5) & memungkinkan dimanfaatkan pada jam-jam berikutnya bila PV dan WT tidak dapat menghasilkan daya. Daya *charging* diperhitungkan sehingga tidak melebihi batasan yang diizinkan.

Studi kasus 3; mempunyai SOC rata-rata paling besar. Diesel digunakan sebagai *back up* sumber *charging* baterai.

4. Kesimpulan

Penyelesaian *dynamic optimal power flow* pada penelitian ini menggunakan metode skala prioritas. Pembangkit dengan biaya paling murah akan dijadikan prioritas utama untuk mensuplai ben. Umur baterai sangat dipengaruhi oleh penggunaan baterai. Penggunaan baterai dengan memperhatikan batasan-batasan SOC yang diizinkan dapat mengurangi biaya rugi-rugi umur baterai. Studi kasus 1 mempunyai biaya pembangkitan paling murah dibandingkan yang lain, yaitu sebesar Rp24.745.240,- Rugi-rugi umur baterai yang paling rendah sebesar 0,104%.

DaftarAcuan

- [1] Zhixin Miao, LingXu, Vahid R. Disfani, Lingling Fan. IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 5, No. 2, March 2014
- [2] Emiliano Dall'Anese, HaoZhu, Georgios B. Gipsosakis, Fellow. IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 4, No. 3, September 2013
- [3] Tomaso Erseghe, Stefano Tomasin, IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 4, No. 2, June 2013
- [4] Yoash Levron, Josep M. Guerrero, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 28, No. 3, August 2013
- [5] Ye Yang, HuiLi, Andreas Aichhorn, Jianping Zheng, and Michael Greenleaf. IEEE Transactions on Smart Grid, VOL. 5, NO. 2, MARCH 2014
- [6] Haihua Zhou, Tanmoy Bhattacharya, Duong Tran, Tuck Sing Terence Siew, Ashwin M. Khambadkone, IEEE Transactions On Power Electronics, Vol. 26, No. 3, March 2011
- [7] Bo Zhao, Xuesong Zhang, Jian Chen, Caisheng Wang, dan Li Guo, IEEE Transactions On Power Systems, Vol. 4, No. 4, October 2013
- [8] Taher Niknam, Rasoul Azizipanah-Abarghooee, and Alireza Roosta, IEEE Systems Journal, Vol. 6, No. 4, December 2012
- [9] Noel Augustine, Sindhu Suresh, Prajakta Moghe and Kashif Sheikh. 978-1-4577-2159-5/12/\$31.00 ©2011 IEEE

Kode Makalah: A1-2

PORTABLE ELECTRICAL STIMULATOR BERBASIS ARM MICROCONTROLLER UNTUK RESTORASI GERAKAN MENGGUNAKAN FES SYSTEM

Fauzan Arrofiqi¹, Achmad Arifin²

1,2. Bidang Keahlian Teknik Elektronika, Program Pascasarjana Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Jl. Arief Rachman Hakim, Surabaya, 60111, Indonesia

E-mail : fauzan12@mhs.ee.its.ac.id , fauzan.arrofiqi@gmail.com

Abstrak

Functional Electrical Stimulation (FES) merupakan salah satu metode yang efektif untuk merestorasi kelumpuhan fungsi motorik. Bagian inti pada sistem FES adalah *electrical stimulator* yang berfungsi menghasilkan sinyal keluaran dalam bentuk pulsa. Pada paper ini, kami mengusulkan pengembangan *electrical stimulator* yang direalisasikan menggunakan *non-isolated boost converter* dan *arm microcontroller*. Dalam paper ini dijabarkan bagaimana *portable electrical stimulator* didisain untuk menghasilkan sinyal keluaran sesuai spesifikasi yang diinginkan. Pengujian *electrical stimulator* dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dengan menggunakan beban resistor dan stimulasi otot *tibialis anterior* pada subyek normal. Dengan metoda yang diusulkan, hasil sudah sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan hasil penelitian ini, ke depan akan dilanjutkan dengan penggunaan *portable electrical stimulator* dan sistem pengukuran gerakan yang *wearable* untuk realisasi *wearable portable closed-loop FES System*.

Abstract

Functional Electrical Stimulation (FES) is one of the effective methods to restore motor function paralysis. The core part in the FES system is functional electrical stimulator that generates an output signal in the form of pulses. In this paper, we propose the development of electrical stimulator that has been realized using non-isolated boost converter and arm microcontroller. In this paper described how a portable electrical stimulator is designed to generate an output signal corresponding desired specifications. Testing of electrical stimulator has been done by measuring the output voltage using a load resistor and the stimulation of the tibialis anterior muscle in normal subjects. With the proposed method, the results are in accordance with the expected. Based on these results, the future will continue with the use of portable electrical stimulator and wearable motion measurement system for the realization of wearable portable closed-loop FES System.

Keywords: *wearable functional electrical stimulation, non-isolated boost converter, ARM microcontroller, movement restoration.*

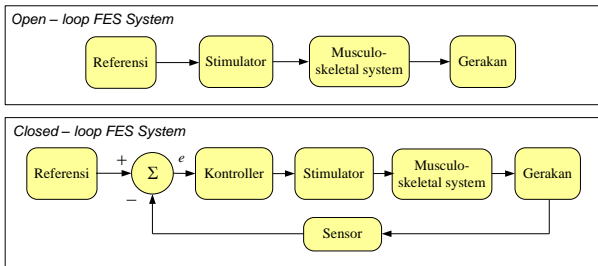
1. PENDAHULUAN

Functional Electrical Stimulation (FES) merupakan salah satu metode efektif untuk restorasi gerakan pada pasien yang mengalami kelumpuhan pada anggota gerakannya akibat *stroke* atau *spinal cord injury (SCI)* [1]. Restorasi gerakan menggunakan FES dilakukan dengan cara memberikan stimulus listrik pada otot untuk menghasilkan kontraksi. Kontraksi pada otot akan menghasilkan torsi pada persendian yang menyebabkan terjadinya gerakan [2]. Diagram blok dari sistem FES ditunjukkan pada Gambar 1. Pada sistem FES, *electrical stimulator* merupakan bagian inti yang berfungsi menghasilkan sinyal keluaran yang

berbentuk sederetan pulsa listrik dengan spesifikasi tertentu. Deretan pulsa yang digunakan tipikalnya memiliki spesifikasi frekuensi 20 – 40 Hz, amplitudo arus 0 – 120 mA, dan lebar pulsa 0 – 300 μ S [2]. Penentuan amplitudo arus yang digunakan tergantung pada impedansi kulit manusia (1 - 10 K Ω). Bentuk pulsa stimulasi bisa *monophasic* atau *biphasic*.

Salah satu faktor yang harus dipertimbangkan dalam merancang *electrical stimulator* adalah psikologi pasien. Psikologi pasien bisa terganggu jika *electrical stimulator* yang digunakan kurang nyaman dan aman. Misalnya, perangkat *electrical stimulator* yang menempel pada tubuh pasien berukuran besar, berat

dan penggunaan kabel yang rumit bisa menyebabkan terjadi kesalahan dalam proses instalasi sehingga proses stimulasi tidak berjalan dengan baik. Hal ini justru akan memperlambat proses rehabilitasi. Berdasarkan masalah tersebut, kami menyimpulkan bahwa *electrical stimulator* yang *wearable* dan *portable* sangat dibutuhkan.



Gambar 1. Diagram blok sistem FES secara *open-loop* dan *closed-loop*.

Electrical stimulator bisa direalisasikan menggunakan sumber tegangan tinggi konstan dan sumber arus konstan. Pada rangkaian *electrical stimulator* konvensional, stimulus elektrik dibangkitkan menggunakan trafo untuk mendapatkan nilai tegangan keluaran yang tinggi. Rangkaian ini mudah direalisasikan, akan tetapi perangkat yang dihasilkan memiliki ukuran besar dan berat sehingga kurang cocok untuk realisasi *portable electrical stimulator*. Banyak penelitian telah dilakukan untuk menghindari penggunaan trafo diantaranya bisa dilihat pada literatur [3-5]. Berbagai teknik yang telah dikembangkan tersebut sudah menunjukkan hasil yang baik. Namun, dalam disain *stimulator* harus melihat parameter lain seperti jumlah saluran keluaran, sehingga disain dari *stimulator* dapat ditentukan sesuai spesifikasi yang diinginkan.

Pada paper ini, kami mengusulkan pengembangan *portable electrical stimulator* yang direalisasikan menggunakan *non-isolated boost converter* dan *arm microcontroller*. Penggunaan *non-isolated boost converter* dan *arm microcontroller* bertujuan agar *electrical stimulator* bersifat *portable* dan berdimensi kecil sehingga mudah dipakai dan nyaman bagi pasien. Penelitian ini pada dasarnya hampir sama dengan penelitian [4], perbedaannya terletak pada penggunaan dan pemilihan komponen seperti *arm microcontroller*. Selain itu, disain *stimulator* juga berdasarkan keseluruhan sistem yang sedang kami kembangkan. Penelitian ini merupakan tahap pertama dalam pengembangan perangkat *wearable portable closed-loop FES system* terinduksi gait.

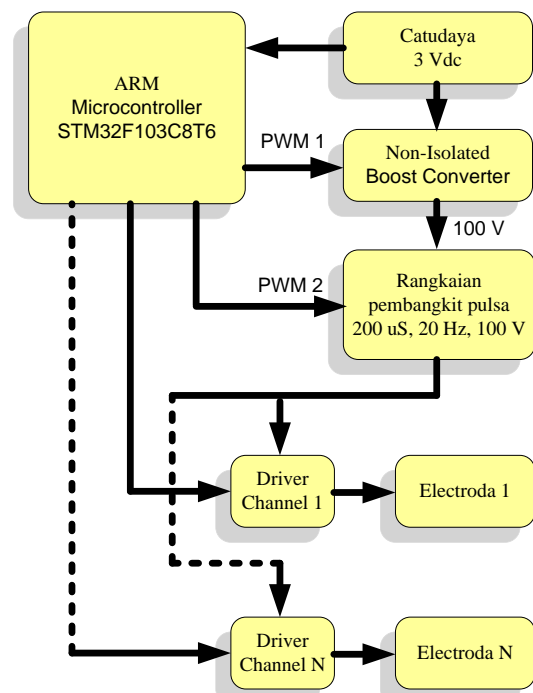
2. Metode Penelitian

Spesifikasi deretan pulsa elektrik dari *portable electrical stimulator* yang diinginkan adalah sebagai berikut,

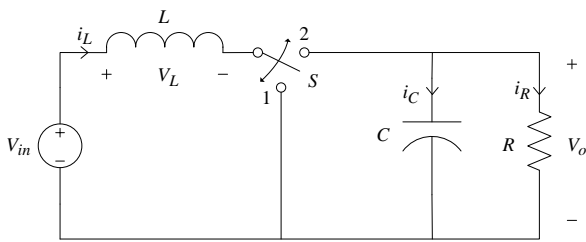
- Bentuk pulsa *monophasic*
- Tegangan 0 - 100 V
- Lebar pulsa 200 μ S
- Frekuensi pulsa 20 Hz

Berdasarkan spesifikasi diatas, *portable electrical stimulator* dirancang menjadi tiga bagian, bagian pertama adalah rangkaian penaik level tegangan yang berfungsi untuk menaikkan level tegangan DC 3 V menjadi tegangan 100 V. Bagian kedua adalah rangkaian pembangkit pulsa yang berfungsi membangkitkan pulsa 200 μ S, 20 Hz, 100 V. Bagian ketiga adalah rangkaian *driver channel* yang berfungsi sebagai pengendali atau pemutus aliran stimulus. *Arm microcontroller* berfungsi untuk membangkitkan sinyal kontrol untuk masing-masing blok. Diagram blok dari *portable electrical stimulator* ditunjukkan pada Gambar 2.

Rangkaian penaik level tegangan direalisasikan menggunakan *non-isolated boost converter* karena kemudahan dalam disain dan penggunaan komponen yang sedikit sehingga perangkat yang dihasilkan bisa berukuran kecil dan ringan. *Boost converter* adalah konverter yang menghasilkan tegangan output yang lebih besar dari tegangan sumber atau masukannya. Rangkaian dasar dari konverter ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram blok dari *portable electrical stimulator*.



Gambar 3. Rangkaian dasar non-isolated boost converter.

Prinsip kerja dari rangkaian dapat dijelaskan dengan melihat mekanisme kontrol pada saklar (S) yaitu posisi saklar. Ketika saklar berada pada posisi 1, arus yang melalui induktor meningkat dan energi yang tersimpan dalam induktor juga meningkat. *Input* dan *output* tidak terhubung sehingga tidak ada energi yang mengalir dari *input* ke *output*. *Output* mendapat energi dari kapasitor.

Ketika saklar berada pada posisi 2, *input* dan *output* terhubung sehingga ada transfer energi yang mengalir dari *input* ke *output* dan terjadi pengisian ulang pada kapasitor. Dengan menggunakan prinsip *volt second balance* yaitu jumlah tegangan rata-rata *steady stage* pada induktor dalam 1 periode sama dengan nol, maka hubungan antara tegangan *input* dan tegangan *output* dapat diturunkan. Rasio antara tegangan *output* dan tegangan *input* (1) dan grafik perbandingannya (Gambar 4).

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{1-D} \tag{1}$$

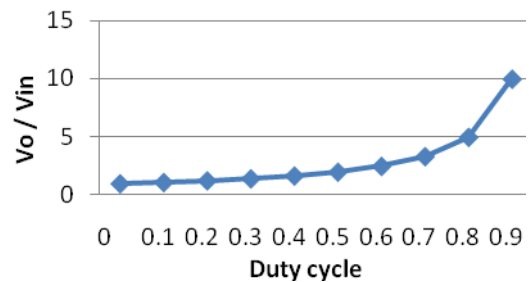
Dimana V_o adalah tegangan *output*, V_{in} adalah tegangan *input* dan D adalah *duty cycle* dengan nilai $0 < D < 1$. Bisa dilihat dari Pers. (1), ketika nilai $D = 0$ maka nilai $V_o = V_{in}$, jika nilai $D > 0$ maka $V_o > V_{in}$. *Switching frequency* yang digunakan 1 KHz – 20 KHz. Penggunaan *switching frequency* yang rendah dimaksudkan agar didapatkan range *duty cycle* yang lebih lebar sehingga pengaturan tegangan *output* dari *boost converter* lebih mudah. Tetapi, konsekuensinya nilai induktor yang yang digunakan bernilai cukup besar. Untuk menghitung nilai induktor dan kapasitor digunakan Pers. (2-3).

$$L \geq \frac{(1-D)^2 DV_o}{2I_o f_s} \tag{2}$$

$$C = \frac{D}{Rf_s} \frac{V_o}{\Delta v_o} \tag{3}$$

Dimana L , C , I_o , R , f_s dan Δv_o berturut-turut adalah induktor, kapasitor, arus *output*, resistansi beban,

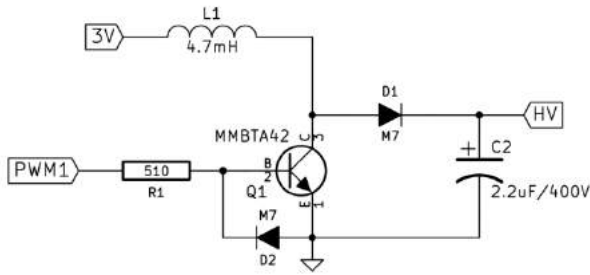
frekuensi *switching* dan tegangan ripple *output*. Analisa untuk mendapatkan Pers. (2, 3) yaitu menggunakan metode *continuous conduction mode* (CCM) dimana arus pada induktor selalu lebih besar dari nol. Dengan menggunakan Pers. (1), nilai D untuk $V_o = 100$ V dan $V_{in} = 3$ V adalah $D = 0.97$. Jika diinginkan $I_o = 10$ mA dan $\Delta v_o = 5$ V pada saat $R_{load} = 10$ K Ω serta frekuensi *switching* yang digunakan 1 KHz, maka dengan menggunakan Pers. (2-3) nilai L dan C diperoleh berturut-turut sebesar $L \geq 4.37$ mH dan dipilih $L = 4.7$ mH dan untuk kapasitor diperoleh $C \geq 1.94$ μ F dan dipilih $C = 2.2$ μ F / 400 V.



Gambar 4. Rasio V_o/V_{in} pada boost converter.

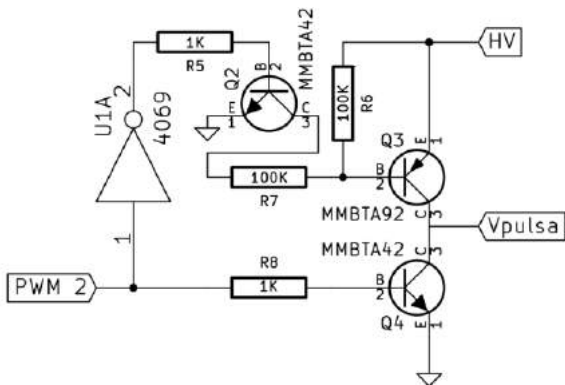
Realisasi saklar S pada rangkaian *boost converter* menggunakan kombinasi transistor dan diode. Pada umumnya realisasi saklar elektronik pada konverter menggunakan MOSFET. Dalam hal kecepatan *switching*, MOSFET lebih baik dari pada transistor sehingga bisa digunakan *switching frequency* yang tinggi. Pemilihan transistor pada penelitian ini karena memiliki tegangan *drop forward* yang rendah dan tegangan *breakdown* yang tinggi serta mudah diperoleh di pasaran dengan harga yang cukup murah. Spesifikasi dari transistor harus memenuhi beberapa kriteria yaitu tegangan *VCE* harus lebih besar dari V_{output} maksimal *boost converter* dan arus yang mampu dilewatkan transistor harus lebih besar dari arus *output* dari *boost converter*. Setelah melakukan seleksi untuk beberapa tipe transistor, dipilih tipe MMBTA42 (NPN). Untuk mengetahui spesifikasi yang lebih detail silahkan lihat pada *datasheet*.

Untuk pemilihan diode, kebanyakan pada aplikasi konverter menggunakan diode *schottky* yang memiliki waktu *recovery* yang cepat sehingga dapat digunakan untuk *switching frequency* tinggi. Dalam aplikasi *stimulator*, beberapa spesifikasi dari diode yang harus diperhatikan adalah tegangan *reverse* diode dan arus *forward* maksimal diode. Tegangan *reverse* diode $V_r > V_{output}$ tegangan *output boost converter* dan arus *forward* diode $I_d > I_{output}$ arus *output boost converter*. Pada penelitian ini digunakan diode tipe M7 (1N4007) yang memiliki tegangan *reverse* 1000 V. Untuk skema rangkaian penaik level tegangan beserta komponen yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian *boost converter* hasil disain.

Rangkaian pembangkit pulsa 200 μ S, 20 Hz, 100 V yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 6. Rangkaian ini menggunakan rangkaian *half H-bridge*. Prinsip kerja dari rangkaian untuk menghasilkan pulsa 200 μ S, 20 Hz yaitu menggunakan tipe transistor Q3 dan Q4 yang berbeda dimana Q3 menggunakan PNP dan Q4 menggunakan NPN. Kedua kaki basis pada transistor Q3 dan Q4 dihubungkan sehingga ketika kaki basis diberi logika 1 maka transistor Q4 aktif dan Q3 tidak aktif dan sebaliknya ketika kaki basis diberi logika 0 maka transistor Q4 tidak aktif dan Q3 aktif. Pada rangkaian ditambahkan kombinasi dari ic *inverter* 4069 dan transistor Q2 karena tegangan VBC pada transistor Q3 sangat besar ketika Q4 aktif. Jika kombinasi ini tidak dilakukan maka dikhawatirkan akan merusak mikrokontroller.

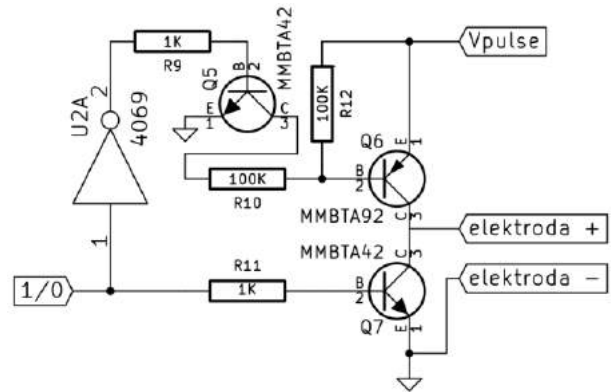


Gambar 6. Rangkaian pembangkit pulsa hasil disain.

Rangkaian *driver channel* ditunjukkan pada Gambar 7. Rangkaian ini sama dengan rangkaian pembangkit pulsa dengan jenis dan nilai komponen serta prinsip kerja yang sama. Rangkaian ini dipilih untuk menghindari penggunaan *relay* yang cenderung berukuran besar. Selain itu mempermudah disain dan evaluasi rangkaian.

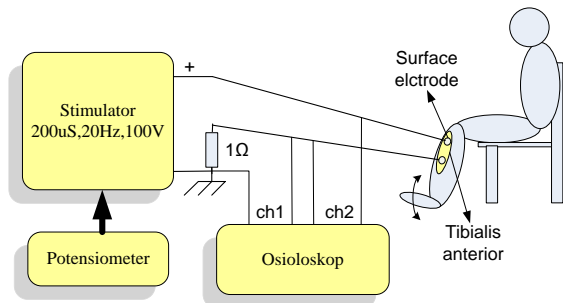
Pada penelitian ini, sinyal kontrol untuk *boost converter* dan rangkaian pembangkit pulsa berupa sinyal *pulse width modulation* (PWM) yaitu PWM1 dan PWM2 yang dibangkitkan oleh *arm microcontroller* menggunakan fasilitas *timer*.

Sedangkan sinyal kontrol untuk rangkaian *driver channel* berupa sinyal *on/off*. *Arm microcontroller* yang digunakan adalah STM32F103C8T6 buatan ST Microelectronic. Mikrokontroller ini memiliki 4 buah *timer* dengan total 20 saluran yang terhubung dengan *peripheral input output* yang dilengkapi prosesor ARM 32-bit Cortex™-M3 CPU Core dengan kecepatan maksimum 72 MHz. Lihat *datasheet* untuk mengetahui fitur lainnya. Dengan fitur yang memadai dan bisa diperoleh dengan harga yang cukup murah, mikrokontroller ini sangat cocok untuk aplikasi *portable electrical stimulator*.



Gambar 7. Rangkaian *driver channel* hasil disain.

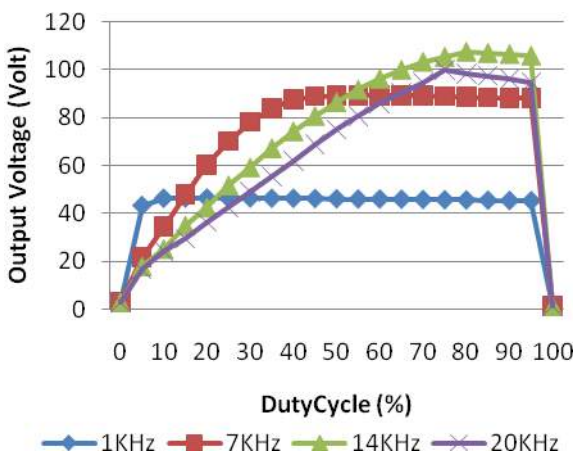
Pengujian pada *boost converter* dilakukan dengan menggunakan frekuensi 1 KHz sampai 20 KHz dengan *duty cycle* yang berubah dari 0 – 100 % dengan *step* 5% yang diatur menggunakan *variable resistor* sebagai masukan yang dibaca menggunakan ADC pada mikrokontroller. Hasil pembacaan ADC digunakan untuk menentukan *duty cycle* sinyal PWM1. Tegangan keluaran dari *boost converter* diukur menggunakan voltmeter dan osiloskop. Pengujian rangkaian pembangkit pulsa dilakukan dengan mengukur amplitudo dan lebar pulsa tegangan keluaran menggunakan osiloskop. Selanjutnya, dilakukan pengujian *stimulator* dengan menggunakan beban resistor untuk mengetahui tegangan dan arus yang dihasilkan serta pengaruhnya terhadap tegangan *output boost converter*. Pengujian yang terakhir dilakukan dengan cara menerapkan *stimulator* hasil disain untuk menstimulasi *tibialis anterior* pada 5 subyek normal. Subyek diminta untuk duduk santai dengan menggantungkan kaki kanan tanpa menggerakannya. Pada saat stimulus sudah terasa sampai menghasilkan gerakan maksimal pada kaki, tegangan dan arus diukur serta direkam menggunakan osiloskop. Diagram blok pengujian *stimulator* pada subyek normal bisa dilihat pada Gambar 8.



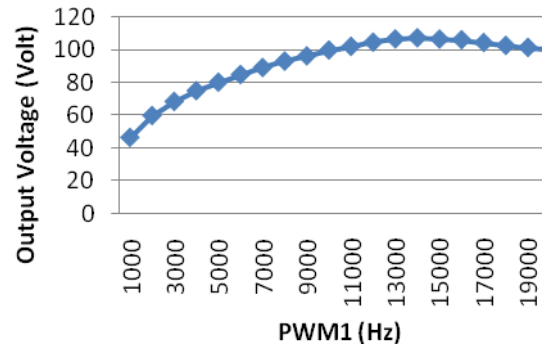
Gambar 8. Diagram blok pengujian pada subyek normal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal pengujian rangkaian *boost converter*, induktor yang digunakan cukup panas dan mengeluarkan bunyi. Untuk mengatasinya kami menggunakan 4 buah induktor 4.7 mH yang dirangkai parallel dan menaikkan frekuensi *switching*. Dengan cara tersebut, masalah pada induktor bisa teratasi. Hasil pengujian *boost converter* ditunjukkan pada Gambar 9. Bisa dilihat pada Gambar bahwa semakin besar nilai *duty cycle* yang digunakan maka semakin besar pula nilai tegangan *ouput* pada *boost converter*, tetapi ketika *duty cycle* mencapai nilai tertentu tegangan *output* kembali turun. Ketika nilai frekuensi PWM1 dinaikkan, nilai tegangan *output* semakin besar tetapi ketika nilai frekuensi lebih besar dari 14 KHz, nilai tegangan *output* kembali turun bisa dilihat pada Gambar 10. Nilai tegangan *output* terbesar untuk frekuensi PWM1 dari 1 KHz – 20 KHz adalah 107.3 V pada frekuensi PWM1 14 KHz dengan *duty cycle* 80%. Nilai ini sudah sesuai dengan yang diharapkan dimana perubahan tegangan *output* cukup linear terhadap perubahan *duty cycle*.

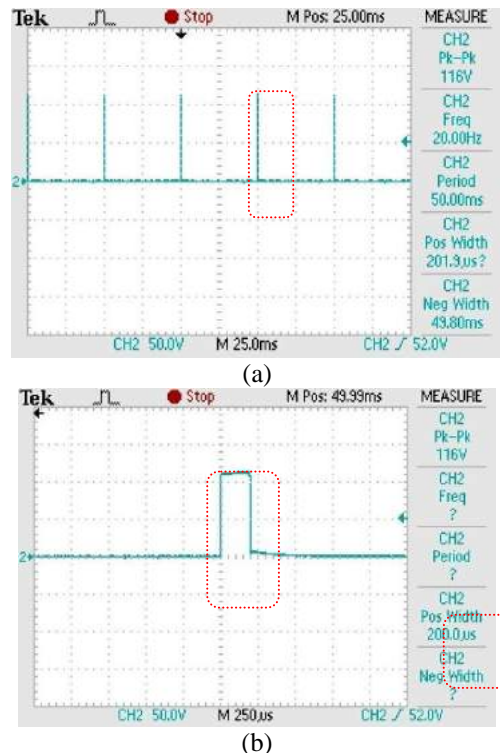


Gambar 9. Perbandingan pengaruh perubahan *duty cycle* terhadap tegangan output *boost converter* dengan frekuensi PWM1 yang berbeda.



Gambar 10. Perbandingan tegangan output *boost converter* pada frekuensi PWM1 1 KHz – 20 KHz.

Untuk hasil pengujian rangkaian pembangkit pulsa ditunjukkan pada Gambar 11. Pada Gambar 11(a), bisa dilihat bahwa tegangan dan lebar pulsa pada sinyal keluaran yang dihasilkan berupa deretan pulsa dengan lebar pulsa 201.9 µs, frekuensi 20 Hz, dan amplitudo tegangan 116 V. Hasil yang diperoleh tidak sama persis dengan spesifikasi yang diinginkan, tetapi masih dalam *range* yang diharapkan. Ketika nilai skala waktu pada osiloskop di perkecil, lebar pulsa yang terukur yaitu 200 µs seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11(b). Hasil ini menunjukkan bahwa *arm microcontroller* STM32F103C8T6 mampu menghasilkan sinyal PWM2 yang cukup presisi dan rangkaian pembangkit pulsa juga bekerja dengan baik.



Gambar 11. Sinyal keluaran rangkaian pembangkit pulsa.

Hasil pengujian *stimulator* menggunakan beban resistansi yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1. Dari tabel bisa dilihat bahwa *stimulator* mampu menghasilkan arus sekitar 0 - 100 mA sesuai spesifikasi disain. Penurunan tegangan terhadap penurunan resistansi beban tidak terlalu signifikan. Berdasarkan hasil pengujian ini, *stimulator* sudah siap diuji pada subyek normal.

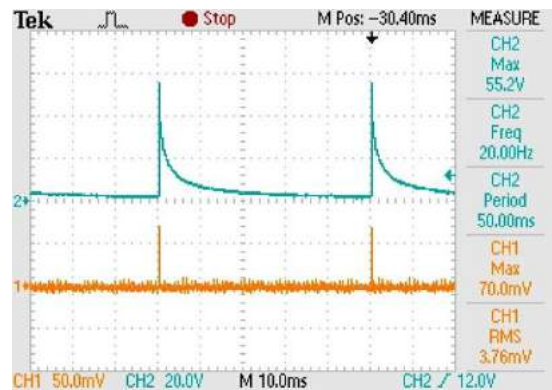
Hasil pengujian pada subyek normal ditunjukkan pada Tabel 2. Dari hasil pengujian bisa dilihat bahwa besar tegangan yang menandakan stimulasi mulai terasa berbeda untuk setiap subjek. Pada subyek A dan E dibutuhkan tegangan stimulasi yang lebih besar. Hal ini disebabkan kondisi fisik subyek yang berbeda seperti keadaan kulit, kondisi tubuh, berat badan dan lainnya. Tetapi perbedaannya tidak terlalu besar. Hal ini menunjukkan bahwa *stimulator* bekerja dengan baik. Tegangan stimulasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan maksimum *ankle dorsiflexion* untuk setiap subyek juga tidak terlalu besar. Selain itu, tidak ada efek yang ditimbulkan selain *fatigue* (rasa lelah pada otot) setelah proses stimulasi selama 2 menit. Contoh bentuk gelombang stimulasi pada subyek E ditunjukkan pada Gambar 12.

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan dan arus keluaran dari *stimulator* menggunakan resistor beban dengan nilai resistansi yang berbeda.

No.	Rload (Ω)	Vpulsa (V)	Arus (mA)
1.	100	9	92
2.	560	46.4	88
3.	1000	63.2	68
4.	4700	94	23.2
5.	10000	102	13.6

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan dan arus keluaran dari *stimulator* pada 5 subyek normal.

Subyek	Stimulasi mulai terasa		Maksimum Ankle dorsiflexion		Efek setelah Stimulasi
	Vp (V)	Ip (mA)	Vp (V)	Ip (mA)	
A	36	50	57.6	74	<i>fatigue</i>
B	25.6	30	52	68	<i>fatigue</i>
C	25.6	34	49.6	56	<i>fatigue</i>
D	22.4	26	45.6	64	<i>fatigue</i>
E	32	40	55.2	70	<i>fatigue</i>



Gambar 12. Bentuk gelombang stimulasi pada subyek E, tegangan stimulasi (atas) dan tegangan pada resistor 1Ω (bawah) yang merepresentasikan besarnya arus stimulasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil keseluruhan pengujian, performansi dari *portable electrical stimulator* menunjukkan hasil yang baik dan sesuai harapan. Penggunaan kombinasi *non-isolated boost converter* dan *arm microcontroller* juga menghasilkan perangkat yang cukup kecil dan ringan. Dengan metode yang diusulkan, *portable electrical stimulator* bisa digunakan untuk realisasi *wearable portable closed-loop FES system*.

DAFTAR ACUAN

- [1] Kralj, A., Grobelnik, S., Bulletin of Prosthetics Research, Fall 1973.
- [2] Cheryl, L.L., Milos, R.P., IEEE control system magazine, april 2008.
- [3] K. W. Eric Cheng, Yan Lu, Kai-Yu Tong, A. B. Rad, Daniel H. K. Chow, and Danny Sutanto, IEEE Trnasactions On Neural Systems And Rehabilitation Engineering, Vol. 12, NO. 1, March 2004.
- [4] Rachmad Setiawan, Achmad Arifin, SITIA 2012.
- [5] Masdar, A., Ibrahim, B.S.K.K., Jamil, M.M.A., Hanafi, D., Ahmad, M.K.I., Rahman, K.A.A., Signal Processing and its Applications (CSPA), IEEE 9th International Colloquium (2013), Page(s): 161 - 164.

Kode Makalah: A1-3

PENGGUNAAN SUMBER ENERGI TERBARUKAN DAN EFISIENSI ENERGI PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI SELULER

Ni Made Erma Pratiwi Astiti¹, Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti²1,2 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana,
Jalan Raya Kampus Udayana, Jimbaran, 80361, Indonesia

E-mail: erma_pratiwi37@yahoo.com, dewi.wirastuti@ee.unud.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas mengenai penggunaan sumber energi terbarukan pada jaringan telekomunikasi seluler dan membahas mengenai efisiensi energi untuk jaringan telekomunikasi seluler. Kombinasi meningkatnya biaya energi dan tidak pernah merasa puas dengan kemajuan teknologi akan menyebabkan dampak lingkungan yang signifikan, kecuali ditangani secara agresif oleh strategi terpadu. Perkembangan industri ICT (*Information and Communication Technology*) telah muncul sebagai salah satu sumber utama dari konsumsi energi di dunia. Bahkan industri ICT menduduki peringkat utama sebagai konsumen energi, dengan mengonsumsi energi di dunia sebesar 2% hingga 10%. Mengoptimalkan efisiensi energi melalui sumber energi alternatif tidak hanya akan mengurangi dampak lingkungan saja, tetapi juga akan mendorong suatu biaya konsumsi energi dan membantu untuk membuat suatu teknologi seluler yang lebih terjangkau bagi semua orang. Dalam makalah ini, akan membahas beberapa *Renewable Energy Resources* (RES) seperti sel-sel *photovoltaic* dan turbin angin sebagai solusi yang memungkinkan untuk mencapai optimalisasi energi dan keberlanjutan dalam jaringan seluler, seperti contoh konsumsi energi pada BTS dengan melakukan *power saving mode*. Solusi untuk menghemat energi pada BTS dapat dilakukan dengan cara mengurangi konsumsi daya dan dengan energi alternatif terbarukan.

Abstract

Using renewable energy and energy efficiency resources to mobile telecommunication network. This research discusses the use of renewable energy sources in the mobile telecommunications network and to discuss the energy efficiency of mobile telecommunications networks. The Combination of rising energy costs and our insatiable appetite for technology advancements will lead to significant environmental impact unless aggressively addressed by a unified strategy. The explosive development of ICT (Information and Communication Technology) industry has emerged as one of the major sources of world energy consumption. In fact ICT industry ranks among the top energy consumers, with 2% to 10% energy consumption in the world. Optimizing energy efficiency through alternative energy resources will not only reduce environmental impact, it will also cut costs and help to make wireless mobile technology more affordable for everyone. In this paper we have particularly discussed some important Renewable Energy Sources (RES) like photovoltaic cells and wind turbines, as a possible solution for achieving the energy optimization and sustainability in wireless mobile networks, as an example of energy consumption in base stations by performing power saving mode. Solutions to save energy in the BTS can be done by reducing the power consumption of renewable and alternative energy.

Keywords: Green telecommunication network, ICT, energy efficiency, fuel cells and wind power

1. Pendahuluan

Meningkatnya terus permintaan untuk akses informasi dimana-mana memicu pesatnya perkembangan industri ICT (*Information and Communication Technology*) dan layanan serapan menghasilkan lebih dari 5 miliar pelanggan seluler di seluruh dunia. Peringkat industri ICT diantara konsumen energi dengan menggunakan energi sebesar 2% sampai dengan 10% di dunia, yang

diharapkan untuk lebih dapat menuntut dalam waktu karena kepadatan peningkatan BTS (*Base Transceiver Station*) di jaringan komunikasi nirkabel 4G.

Seluruh dunia memiliki tujuan untuk mengurangi konsumsi energi dan emisi CO₂, dimana *European Union* telah menargetkan pengurangan sebesar 20% untuk tahun 2020. Jaringan telekomunikasi merupakan sektor utama dari ICT dan mereka mengalami

pertumbuhan yang sangat luar biasa. Permasalahan kapasitas dan pemberian layanan *real time* yang kompleks adalah beberapa masalah utama yang menghasilkan pola konsumsi daya tinggi. Setiap tahun sebanyak 120.000 BTS dikerahkan untuk melayani 400 juta pelanggan ponsel baru diseluruh dunia. Selain hal tersebut, dengan pengenalan *iPhone* dan ponsel pintar lainnya yang didorong oleh *software* internet sudah dapat diakses dari *platform mobile* yang akan menempatkan permintaan yang lebih besar untuk *broadband*. Akibatnya, pendekatan hemat energi sangat diperlukan baik oleh pemerintah dan vendor jaringan. Untuk mewujudkan komputasi dimana-mana maka memerlukan teknologi *wireless* yang memiliki peranan untuk meningkatkan perangkat mobilitas dimana-mana, tetapi mobilitas ini menciptakan masalah pada manajemen daya. Akibatnya mengurangi konsumsi energi pada jaringan telekomunikasi seluler dianggap penting untuk masa depan.

Banyaknya BTS akan memberikan kontribusi sebgaiian besar dari konsumsi energi seluruh jaringan. Oleh karena itu, akan sangat lebih berharga jika konsumsi energi dari BTS dapat dikurangi dengan menggunakan energi BTS berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang lebih efisien. Selain hal tersebut, efisiensi sumber bahan bakar juga harus dilakukan, seperti diesel generator, secara signifikan akan tumbuh jejak karbon telekomunikasi. Dalam makalah ini, akan membahas beberapa *Renewable Energy Resources* (RES) seperti sel-sel *photovoltaic* dan turbin angin sebagai solusi yang memungkinkan untuk mencapai optimalisasi energi dan keberlanjutan dalam jaringan seluler.

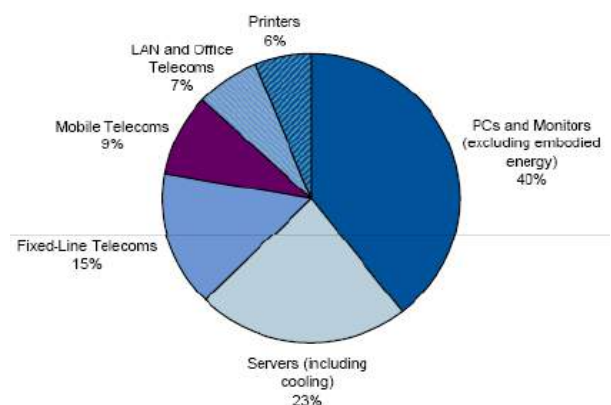
2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dengan kajian pustaka, dimana mengambil data atau kajian-kajian dari jurnal yang membahas mengenai sumber energi terbarukan pada jaringan telekomunikasi seluler.

Dalam pembahasan akan dilakukan analisa dengan langkah-langkah yaitu mengkaji secara teoritis mengenai sumber energi alternatif seperti *photovoltaic*, energi angin, biomassa, solar sel serta mengkaji secara teoritis mengenai metode yang digunakan untuk efisiensi energi dengan menggunakan sumber energi terbarukan khususnya pada jaringan telekomunikasi seluler. Tabel 1 menampilkan kemungkinan penghematan dan pengurangan diesel yang sesuai dengan emisi CO₂ pada BTS. Dataset yang terdapat dalam tabel merupakan dataset AMERIKA, EROPA dan ASIA dari *INTELLIGENT ENERGY*.

Tabel 1. Pengukuran Emisi CO₂ dan Penghematan Diesel Per Tahun/Site15

Site/ Tahun	Pengurang -an Emisi CO ₂ dalam ton	Penghemata n Diesel dalam liter	Penghem- atan Diesel dalam INR
Sharing Passiv	10.5	3,500	1,50,000
BTS diluar ruangan	4	450	19,000
BTS Generasi Selanjutnya	3.5	450	19,000
TRX Pintar	2	200	8,500
Solar Photovoltaic	8	3,000	1,26,000
Perbaikan Baterai	4	1,500	63,000
DC Diesel Generator	3.5	1,300	54,500
Perbaikan Diesel Generator	2.5	900	39,000



Gambar 1. Estimasi CO₂ dari ICT

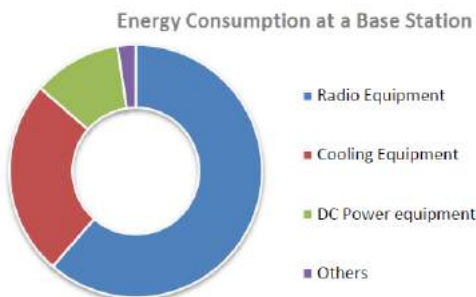
3. Hasil dan Diskusi

Perusahaan telekomunikasi memiliki infrastruktur yang beralih kedalam hal solusi manajemen daya atau menuju *green telecommunication* khususnya untuk menghemat energi pada BTS. Dimana solusi untuk penghematan energi pada BTS, yaitu dengan cara *power saving mode*, *mobility cell association prediction*, desain BTS sebagai solusi alternatif dan menggunakan sumber energi terbarukan.

3.1 Power Saving Mode

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk efisiensi penggunaan daya listrik dalam operasional BTS, salah satu cara tersebut yaitu *power saving mode*. *Power saving* ini merupakan salah satu cara untuk mengatur suatu cakupan layanan sel. *Power saving*

mode digunakan sebagai untuk pengaturan dalam layanan sel karena cara ini dapat menghemat energi sebesar 25% untuk lokasi *multicells*. *Power saving mode* dapat dicontohkan pada suatu area yang di-cover oleh 6 BTS secara heksagonal dengan diameter tertentu, pengurangan konsumsi daya pada BTS tersebut dapat dilakukan dengan cara mengurangi cakupan sel menjadi 3 bagian heksagonal dengan diameter yang lebih lebar, sehingga jika sudah memiliki diameter yang lebih lebar maka cukup dilayani oleh 3 BTS dengan 3 BTS lainnya yang memiliki *power saving mode* atau *idle*. Dengan menggunakan teknik *power saving mode* ini maka secara fleksibel suatu sel dapat diatur oleh perintah *shutdown*-nya dengan konfigurasi sel dan pengaturan *power amplifier* tergantung dengan jangkauan layanan dari BTS. Tetapi jika dalam kondisi beban rendah tergantung pada waktu dan lokasinya secara sistem dapat dilakukan pengurangan layanan sel, seperti pada saat malam hari dimana saat beban menurun hingga pagi hari saat beban mulai meningkat atau pada saat hari libur untuk wilayah perkantoran. Secara otomatis BTS yang berada dalam kondisi *stand-by* akan aktif ketika beban mulai meningkat sebelum melewati batas kapasitas layanan saat kondisi *power saving*.



Gambar 2. Konsumsi energi pada base station

3.2 Mobility Cell Association Prediction

Mobile network dimasa yang akan datang dirancang dengan sel-sel yang lebih kecil dibandingkan dengan sistem yang ada saat ini, hal ini terjadi karena pertumbuhan jumlah pelanggan dan penggunaan frekuensi kerja yang lebih tinggi sebagai konsekuensi kebutuhan *bandwidth* yang lebar. Lokasi area berukuran lebih kecil dan jumlah pelanggan yang lebih tinggi dapat mengakibatkan peningkatan trafik signalling untuk tujuan manajemen lokasi. Pada jaringan telepon biasa seperti PSTN (*Public Switch Telephone Network*), penyambungan panggilan dirutekan dari sumber ke tujuan berdasarkan alamat tetap. Sementara pada jaringan seluler komunikasi bergerak untuk titik terminasi tujuan suatu panggilan tidak diketahui secara geografis oleh sumber. Untuk dapat mendukung proses perutean panggilan ke terminal tujuan tersebut, maka dibutuhkan fungsi

location updating dan *paging* serta *database* register lokasi. Hal ini menjadi alasan mengapa *tracking* pada pelanggan bergerak merupakan hal yang paling utama dalam jaringan *wireless*. Dapat diketahui jika arah pergerakan *user* dapat diprediksi, maka secara otomatis untuk pemilihan strategi *handover* yang efisien dapat diterapkan dan dapat mengurangi penggunaan energi. Demikian juga akan terjadi hal yang sama, jika *cell association* berdasarkan *predicted mobility* dapat diprediksi, maka waktu rata-rata *admission* dapat dipersingkat yang pada akhirnya juga dapat menghemat energi.

3.3 Desain BTS Sebagai Solusi Alternatif

Salah satu solusi utama cara untuk meningkatkan efisiensi energi adalah *main remote* atau dikenal sebagai *tower tube* yang juga sebagai inovasi dalam pembangunan gedung BTS (Ericson, 2007). Hal ini dapat mengurangi konsumsi energi sebesar dua pertiga. Dengan menggunakan *tower tube*, konstruksi bangunan BTS tertutup rapat dengan seluruh perangkat yang ditempatkan di dalam bangunan tower tersebut dan khusus perangkat *Radio Base Station* serta antena ditempatkan di bagian atas dari tower. Dengan demikian tidak dibutuhkan lagi pagar pembatas seperti yang dipakai BTS pada umumnya. Dengan penempatan perangkat *base station* diatas tower menjadikan *feeder loss* berkurang sebesar 3dB. Dengan demikian, maka terjadi penghematan pada penggunaan *power amplifier*. Pengembangan lebih lanjut adalah desain perangkat yang lebih kecil untuk kondisi *outdoor*, dengan tujuan menekan konsumsi daya sekecil mungkin agar optimum untuk dapat menggunakan sumber energi terbarukan atau *green energy* seperti tenaga surya dan turbin angin.



Gambar 3. Konfigurasi main remote

3.4 Sumber Energi Alternatif Terbarukan

Dalam jaringan telekomunikasi untuk *green telecommunication* akan mengacu untuk meminimalkan konsumsi energi melalui penggunaan teknologi yang hemat energi serta menggunakan sumber energi terbarukan. Selain hal tersebut, dengan kebutuhan untuk mengurangi biaya operasional yang besar dan mengurangi jejak karbon, maka perusahaan

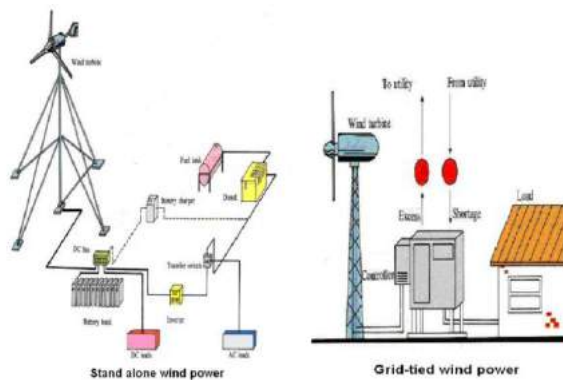
telekomunikasi melihat sumber energi alternatif sebagai solusinya. Menggunakan sumber energi terbarukan tidak hanya mengurangi emisi karbon, tetapi juga akan membantu mengurangi biaya operasional. Dibawah ini merupakan sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk menghemat energi pada BTS.

- **Solar Photovoltaic (SPV)**

Untuk memenuhi kebutuhan lokasi *off-grid* diperlukan energi sebesar 24kWhr/hari, solar photovoltaic harus mampu memberikan 33kWhr/hari untuk memperhitungkan kerugian. Dengan asumsi rata-rata 4 jam sinar matahari per-hari, maka sistem solar photovoltaic sebesar 8kW akan perlu diinstal kembali. Bila dibandingkan dengan diesel, untuk solar photovoltaic menawarkan keberlanjutan yang hemat biaya dan listrik ramah lingkungan untuk perkembangan industri telekomunikasi.

- **Energi Angin**

Untuk memenuhi lokasi *off-grid*, energi angin membutuhkan energi sebesar 24kWhr/hari, oleh karena itu tenaga angin harus menyediakan energi sebesar 31kWhr/hari untuk memperhitungkan kerugian yang terjadi. Jika rata-rata 4 jam angin berkualitas tersedia per-hari, turbin 1kW akan memberikan energi sebesar 3kWhr. Oleh karena itu, sistem 10kW akan diperlukan. Solusi ini akan membutuhkan kapasitas penyimpanan baterai sebesar 48Volt.



Gambar 4. Berbagai teknik energi angin

- **Biomassa**

Sebuah pabrik biomassa dapat membentuk solusi mandiri selama biomassa tersebut diumpankan ke pabrik dan tidak memerlukan baterai. Kegiatan perawatan biomassa yaitu meliputi pembersihan secara teratur, perbaikan terjadwal dan transportasi bahan bakar. Sebuah solar sistem dengan bahan bakar berupa hidrogen memerlukan energi sebesar 4kW. Efisiensi energi bahan bakar solar biasanya berkisar antara 40-60%. Pemeliharaan sistem bahan bakar solar sel meliputi penggantian tumpukan dan untuk perbaikan dijadwalkan. Biaya transportasi bahan bakar hidrogen dianggap sebagai bagian dari biaya total bahan bakar.

Sistem sel bahan bakar diperkirakan hidup selama 15 sampai dengan 20 tahun.

- **Sistem Hybrid**

Menara telekomunikasi didukung oleh sumber energi berupa listrik dan diesel, selain hal tersebut perlahan-lahan perusahaan telekomunikasi sekarang sudah mulai menggunakan sumber tenaga hibrida (*hybrid power*) untuk memenuhi permintaan energi mereka. Perusahaan telekomunikasi semakin melihat energi terbarukan sebagai solusi yang tepat untuk membantu mengurangi penggunaan bahan bakar cair. Beberapa tower *sites* telah berhasil menggabungkan energi konvensional dan energi alternatif.

4 Kesimpulan

Mengoptimalkan efisiensi energi melalui sumber energi alternatif tidak hanya akan mengurangi dampak lingkungan saja, tetapi juga akan memotong suatu biaya konsumsi energi dan membantu untuk membuat suatu teknologi seluler yang lebih terjangkau bagi semua orang. Solusi untuk menghemat energi pada BTS dapat dilakukan dengan cara mengurangi konsumsi daya dan dengan energi alternatif terbarukan. Dengan menggunakan sumber energi alternatif terbarukan tidak hanya mengurangi emisi karbon saja, tetapi juga akan membantu mengurangi biaya operasional perusahaan telekomunikasi, seperti menggunakan solar photovoltaic (SPV) dimana memerlukan energi 24kWhr/hari dan solar photovoltaic harus memberikan 33kWhr/hari dengan asumsi sudah memperhitungkan kerugian.

Daftar Acuan

- [1] J. Selwyn, S. Craven, "A Review of Sustainable development policy and practice in the English regions and developed administrations," report, SustainIT Program, UK CEED, Aug. 2008.
- [2] F. Richter, A. J. Fehske, G. P. Fettweis, "Energy efficiency aspects of base station deployments strategies for cellular networks," in *Proc. IEEE Vehicular Technology Conference*, 2009.
- [3] Sunil Vadgama, "Trends in Green Wireless Access". FUJITSU Science and Technology Journal, Vol.45, No.4, pp. 404-408, 2009
- [4] Larry L. Weyers, Speech on 'Green Energy', Green Innovations 2009, Environmental Management & Business Institute University of Wisconsin – Green Bay, Speech, April 22, 2009.
- [5] Department of Minerals and Energy, Republic of South Africa, 'White Paper on Renewable Energy' November 2003
- [6] M. Ajmone Marsan, L. Chiaraviglio, D. Ciullo, M. Meo, "Optimal Energy Savings in Cellular Access Networks," *International Workshop on Green Communications (GreenComm)*, Dresden, 2009.

- [7] Glenn A. Torshizi, Mansour Niknam, "Solar Energy in Telecommunication", 2007.
- [8] Kumar, A.; Jaswal, B.S.; Singh, S.G.; "Alternative Energy Resources: The path to sustainability", Proceedings of IETET-2010, 14-16, October, 2010
- [9] P. Ferreira, M. Trindade, J. S. Martins, J. L. Afonso, "Interfaces for Renewable Energy Sources with Electric Power Systems". Proceedings of Environment 2010: Situation and Perspectives for the European Union, 6-10 May 2003. Porto, Portugal
- [10] G. Koutitas, "Low carbon network planning," in *Proc.European Wireless Conf.*, Aprl. 2010.
- [11] WireIE (2009), "Energy & Emissions at Cellular Base Stations", [Online] Available: www.wireie.com/pdfs/energy_emissions_cell_site_s_ver.3.2.pdf J. Rulnick, N. Bambos, "Mobile power management for wireless communication networks," *Wireless Networks*, Vol. 1, Issue. 1, Mar 1997

Kode Makalah: A1-4

KAJIAN SUSUT TEKNIS JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV SISTEM KELISTRIKAN KOTA PONTIANAK

Sudirman Palaloi

Peneliti Madya Bidang Energi Listrik
Balai Besar Teknologi Energi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Kawasan Puspiptek – Serpong 15314 Indonesia

Email : palaloi@yahoo.com

Abstrak

Berdasarkan statistik PLN 2012, susut energi pada jaringan listrik sebesar 9,41 %, terdiri atas susut di jaringan transmisi 2,25% dan susut di saluran distribusi 7,34%. Susut energi ini disubsidi oleh Pemerintah melalui Kementerian Energi Sumber Daya Mineral. Susut pada saluran distribusi terdiri dari susut teknis berupa susut pada jaringan distribusi tegangan menengah dan saluran distribusi tegangan rendah, sisanya adalah susut non teknis. Untuk mengetahui susut teknis pada jaringan 20 kV, pada makalah ini akan disajikan hasil perhitungan susut teknis pada jaringan tegangan menengah 20 kV di Kota Pontianak. Metode yang digunakan adalah melakukan pengukuran selama 7 hari dengan scanning rate perekaman data setiap 30 menit pada gardu PLN 20 kV di dekat pelanggan. Pengukuran telah dilakukan pada 10 pelanggan yang mempunyai kontrak daya pada JTM 20 kV. Perhitungan susut jaringan menggunakan metode integrator arus yang melewati kabel dari Gardu Induk sampai ke pelanggan. Hasil perhitungan didapatkan bahwa susut jaringan tegangan menengah di Kota Pontianak berada pada nilai 0,04% sampai dengan 0,99%. Besarnya susut jaringan ini ditentukan oleh jarak antara gardu induk dengan beban, jumlah arus yang mengalir pada saluran distribusi serta karakteristik beban.

Abstract

Based on PLN Statistic 2012, the electrical energy losses were 9.41%, consisting of 2.25% transmission losses and 7.34% losses of distribution lines losses. These losses were subsidized by the Government through the Ministry of Energy and Mineral Resources. The distribution line losses consists of technical losses such as losses in the medium and low voltage distribution lines, the other is non-technical losses. To determine technical losses in the 20 kV line, in this paper will be presented the results of the calculation techniques losses on the 20 kV medium voltage line in Pontianak. The method used is to conduct measurements for 7 days with a scanning rate of recording data every 30 minutes at PLN 20 kV substation near customers. Measurements have been performed on 10 customers who have a power contract of JTM 20 kV. The calculation of line losses using integrator current through the cable conductor from the substation to the customer. Calculation results showed that losses in the medium voltage in Pontianak is at a value of 0.04% to 0.99%. The amount of line losses is determined by the distance between the substation to the load, the amount of current flowing in distribution line and load characteristics.

Keywords: line losses, medium voltage, conductor, load.

1. Pendahuluan

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok dalam beraktivitas saat ini. Bahkan ke depan energi listrik termasuk sama pentingkan makanan. Tenaga listrik juga merupakan komoditi strategis bagi pemerintah dalam upaya peningkatan kesejahteraan rakyat, mencerdaskan kehidupan bangsa serta mendorong kegiatan ekonomi. Bahkan, di sebagian negara

berkembang, ketersediaan suplai daya yang mantap dan rasional merupakan hal yang sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan ekonomi. Oleh karena itu, ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, andal, aman, dengan harga yang terjangkau dan berwawasan lingkungan menjadi sangat penting dan menjadi skala prioritas utama dalam program pembangunan infrastruktur di Indonesia. Disamping itu, pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik juga

dimaksudkan untuk meningkatkan pemerataan dan peningkatan pelayanan penyediaan tenaga listrik kepada masyarakat.

Salah satu bagian dari sistem kelistrikan adalah sistem distribusi, yang berfungsi mendistribusikan dan menyalurkan daya listrik dari pembangkit atau gardu induk ke konsumen. Jumlah energi listrik yang sampai ke beban tidak sama dengan jumlah energi listrik yang dibangkitkan karena terjadi susut atau *losses* energi. Hal ini disebabkan jarak antara pembangkit dan konsumen yang berjauhan sehingga pada distribusi mengalami susut energi. Susut pada jaringan sistem tenaga listrik juga disebabkan oleh pembebanan yang tidak seimbang antara ketiga fasa sistem, panas yang timbul pada konduktor saluran maupun transformator, serta panas yang timbul pada sambungan konduktor yang tidak sempurna. Penentuan jumlah susut yang tepat setiap bulan merupakan kebutuhan pengoperasian sistem tenaga listrik yang paling mendesak. Perhitungan tidak mudah karena kondisi pembebanan sistem yang berbeda setiap saat sesuai dengan kebutuhan konsumen. Dengan demikian besar /susutnya berbeda dari waktu ke waktu, sehingga total rugi daya listrik setiap bulan berbeda-beda, karena itu dibutuhkan suatu metode perhitungan yang akurat.

Berdasarkan data statistik PLN tahun 2012, susut jaringan adalah 9,41 %, yang terdiri dari *losses* saluran transmisi 2,25% dan *losses* saluran distribusi 7,34% [1]. *Losses* ini disubsidi oleh Pemerintah. Besarnya subsidi yang akan dipikul pemerintah sangat dipengaruhi *losses*. Hingga saat ini subsidi listrik terus meningkat dan salah satu faktor perhitungan subsidi adalah tingkat *losses*, dan hingga saat ini PT. PLN (Persero) belum dapat menyajikan berapa tingkat *losses* teknis, sehingga angka *losses* yang digunakan diperoleh melalui pendekatan *input-output*.

Hakan Inan dkk [2] mengatakan bahwa susut rata-rata pada saluran distribusi 5-6% termasuk susut pada transformator distribusi. Beliau melakukan pengukuran energi yang disalurkan sebanyak 145.528 kWh, terdapat susut yaitu 4.617 kWh (3.17%). Sedangkan Sameer S. Dkk [3] dalam kesimpulan makalahnya mengemukakan bahwa susut pada saluran distribusi di Irak pada tegangan 33 kV adalah 11,8%, dan pada transformator 33/11 kV adalah 2,7%.

Susut energi listrik dapat dibedakan dalam dua kategori yaitu /susut teknis dan non teknis. Susut teknis adalah susut yang secara teknis terjadi pada jaring distribusi, susut non teknis lebih disebabkan karena masalah administrasi, pencatatan meter dan sistem rekening (*billing system*), sebab lain susut non teknis adalah adanya pelanggaran penggunaan atau pencurian energi listrik. Pada makalah ini menyajikan hasil perhitungan susut teknis jaringan tegangan menengah di kota Pontianak. Susut teknis jaringan dilakukan mulai dari Gardu Induk sampai ke Gardu Distribusi 20 kV PLN

yang ada di dekat industri atau konsumen, tidak termasuk susut transformator. Jadi yang dihitung adalah susut jaringan tegangan menengah 20 kV.

2. Metode Penelitian

Perhitungan susut jaringan menggunakan metode regresi pernah dilakukan oleh T Haryono [4]. Pada penelitian kali ini penulis mengambil data pengukuran parameter listrik secara langsung pada penerima dengan menggunakan alat ukur AMR yang selama ini digunakan oleh PLN. Data yang diukur dapat dijadikan sebagai masukan dalam perhitungan susut pada jaringan. Penentuan besar susut energi menggunakan metode integrator arus yang melewati setiap penghantar pada jaring distribusi dari waktu ke waktu. Demi menghemat dan menyederhanakan perhitungan maka dilakukan pemilihan 10 sampel penyulang (*feeder*) secara acak, 10 lokasi di Kota Pontianak.

Metode yang digunakan adalah Perhitungan susut jaringan menggunakan Metode Integrator Arus. Pada saat arus melalui penghantar ke beban maka akan timbul susut daya dalam bentuk panas pada penghantar tersebut dengan persamaan [5,6] :

$$P_L = 3 I^2 R \times L / 1000 \quad [\text{kW}] \quad (1)$$

Dimana :

- P_L = Susut pada saluran (kW)
- I = Arus yang mengalir hasil pengukuran (Amp)
- R = Resistansi (ohm)
- L = Panjang saluran (km)

Sedangkan rugi energi saluran distribusi menggunakan formula :

- Susut dalam sehari

$$E_{Lh} = 3 I^2 R \times L \times 24 \times 10^{-3} \quad [\text{kWh/hari}] \quad (2)$$

- Susut dalam sebulan :

$$E_{Lb} = 3 \bar{I}^2 R \times L \times 24 \times 30 \times 10^{-3} \quad [\text{kWh/bulan}] \quad (3)$$

Dimana :

- \bar{I} = Arus rata-rata yang mengalir (Amp)

Susut daya saluran distribusi dalam % :

$$\% \text{ rugi daya} = \frac{P_L}{P_{\text{beban}}} \times 100\% \quad (4)$$

Dan prosentase susut energi :

$$\% \text{ rugi energi} = \frac{E_{Lh}}{E_{\text{beban}}} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana :

- P_{beban} = Daya yang diserap oleh beban yang didapatkan dari perhitungan (kW)

E_{Lh} = Susut energi pada saluran distribusi yang diperoleh dari perhitungan (kWh)

E_{beban} = Energi yang diserap oleh beban yang didapatkan dari pengukuran (kWh)

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini membahas hasil pengukuran dan perhitungan susut jaringan sistem kelistrikan Kota Pontianak. Pengukuran penggunaan daya dan energi listrik dilakukan dengan mengambil data di ujung JTM 20 kV tempat pemasangan alat ukur AMR PLN sebelum masuk ke gardu konsumen. Data lain yang dibutuhkan adalah tipe dan panjang jaringan, jenis dan luas penampang penghantar, dan juga jenis tarifnya.

Data pengukuran direkam selama 7 hari, dengan scanning rate setiap 15 menit atau 30 menit. Hasil pengukuran dibuat dalam bentuk grafik dan dalam bentuk tabel. Sedangkan losses jaringan dibuat dalam kW, kWh, dan dalam prosentase dengan menggunakan metode Integrator Arus. Susut yang dihitung adalah hanya susut pada saluran, susut transformator tidak dimasukkan dalam perhitungan.

Kebutuhan listrik di Kalimantan Barat disuplai dari PLN dan pembangkit swasta. Untuk menghubungkan pusat pembangkit dan pusat beban, dan gardu Induk maka dihubungkan oleh jaringan transmisi 150 kV. Beberapa Gardu Induk yang terdapat di Kalbar, seperti GI Senggiring, Gi Industri, GI Parit Baru, GI Siantan, dan GI Sui Raya. Dari GI tersebut diturunkan tegangannya menjadi tegangan menengah 20 kV.. Dalam pengukuran ini, dilakukan di GI Industri dan Parit Baru. Data pelanggan yang di ukur diperlihatkan pada tabel berikut ini.

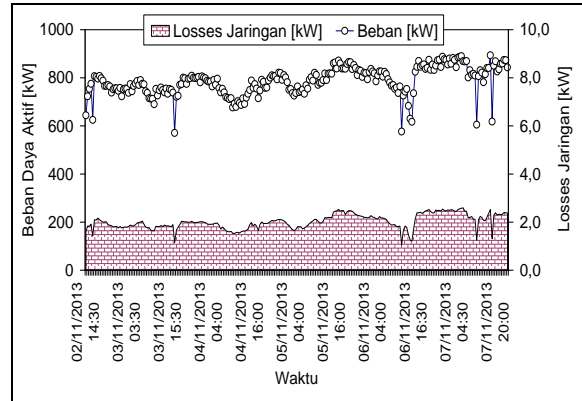
Tabel 1. Lokasi titik pengukuran, Kota Pontianak

NO	Nama Pelanggan	Feeder	Kontrak Daya	Panjang (km)	Luas penampang	R (ohm/km)
1	CV Cahaya Kalbar	Wj 02	I3 /1110 KVA	10.210	240 mm ²	0,1310
2	PT Pulo Mas	Wj 03	B3 /865 KVA	8.190	240 mm ²	0,1310
3	Pt Indo Food Sukses Makmur	Wj 04	I3 /555 KVA	8.030	240 mm ²	0,1310
4	Kantor PDAM IPA Landak	Kh 06	I3 /345 KVA	2.500	150 mm ²	0,2060
5	Hotel Santika	Sh 02	B3 /865 KVA	10.470	150 mm ²	0,2060
6	PDAM Imam Bonjol	Kp 02	P2 /1730 KVA	5.800	150 mm ²	0,2060
7	RS Pemerintah	Kp 04	S3 /860 KVA	4.821	150 mm ²	0,2060
8	Mega Mall	Kp 09	B3 /3465 KVA	1.900	150 mm ²	0,2060
9	PT Angkasa Pura II	Ry 06	B3 /555 KVA	2.800	150 mm ²	0,2060
10	PT New Kalbar Putra	Ry 08	I3 /1385 KVA	3.900	150 mm ²	0,2060

3.1 Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan di CV Cahaya Kalbar, Pontianak

CV Cahaya Kalbar merupakan salah satu pelanggan besar PLN. Kebutuhan listrik di Perusahaan ini disuplai dari PLN dengan kontrak daya sebesar 1110 kVA dari GI Parit Baru melalui feeder Wajok 2. Hasil pengukuran

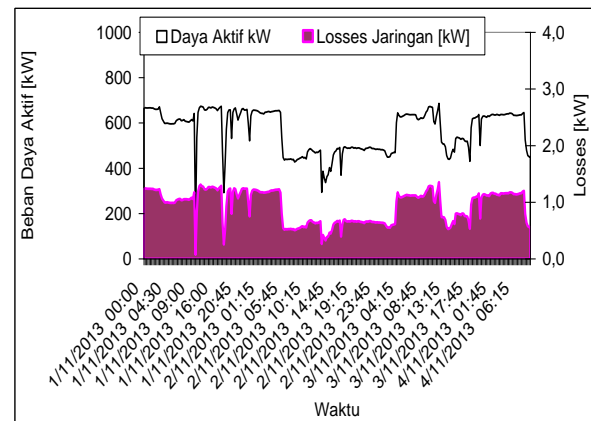
dan perhitungan konsumsi energi rata-rata 18.855,9 kWh/hari dan susut adalah 49,7 kWh/hari (0,30%). Rendahnya losses ini disebabkan karena faktor daya berada pada nilai 0,97.



Gambar 1. Kurva beban dan losses jaringan PT. Cahaya Kalbar

3.2 Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan di PT.Pulo Mas Pontianak

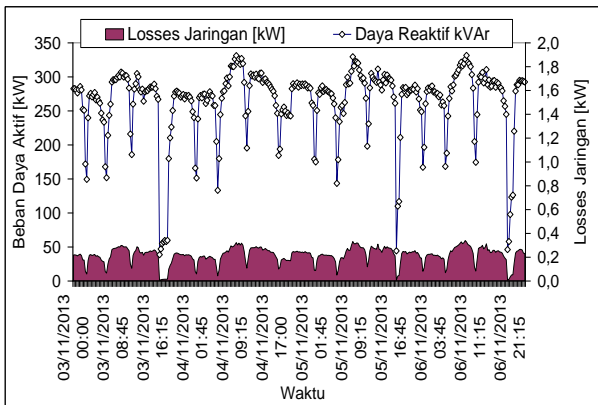
PT Pulau Mas terletak di Jln KHT 6 Batu Layang. Kebutuhan listrik di perusahaan ini disuplai dari GI Parit Baru dengan feeder Wajok 2. Besar kontrak daya 865 kVA. Energi yang tersalurkan setiap hari rata-rata 13.598,4 kWh/hari, dengan losses 20,2 kWh/hari (0,20%). Kurva beban dan hasil perhitungan losses diperlihatkan pada gambar berikut.



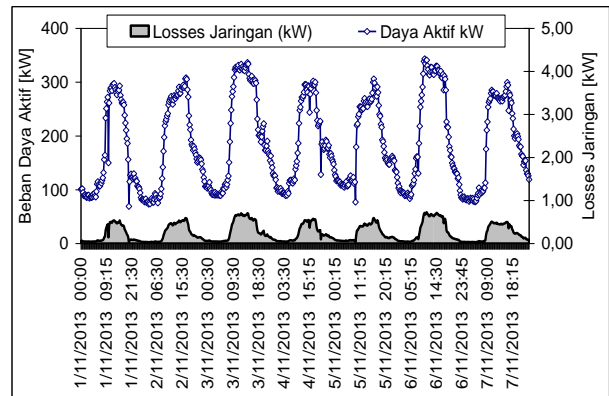
Gambar 2 Kurva beban PT Pulo Mas, Pontianak

3.3 Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan di PT Indo food Sukses Makmur

Kebutuhan listrik di PT Indo Food Sukses Makmur di suplai dari GI Parit Baru melalui feeder Wjk 2. Kapasitas kontrak daya adalah 555 kVA. Jarak dari GI ke titik terakhir adalah 8,03 km. Hasil pengukuran dan perhitungan didapatkan bahwa energi yang digunakan setiap hari adalah 6.345,7 kWh/hari dengan losses 5,4KWh/hari (0,1%).



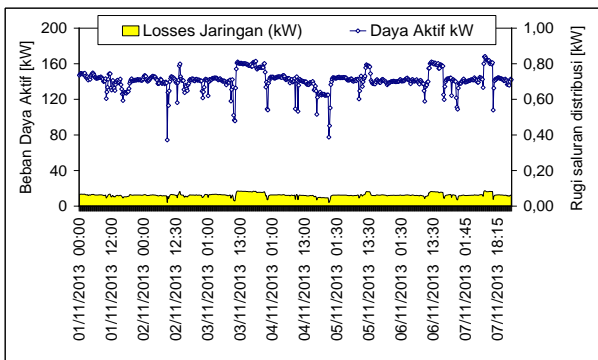
Gambar 3 Kurva Beban PT Indo Food Sukses Makmur, Pontianak



Gambar 5 Kurva Beban PT Khatulistiwa/Hotel Santika, Pontianak

3.4 Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan di PDAM IPA Landak, Kota Pontianak

Kebutuhan listrik di PDAM IPA Landak disuplai dari GH Siantan melalui feeder KHT 06 . Kontrak daya 345 kVA. Jarak dari GI sejauh 5,6 km. Total konsumsi energi harian adalah 3.399,7 kWh/hari dengan losses 1,5 kWh/hari 0,05%.



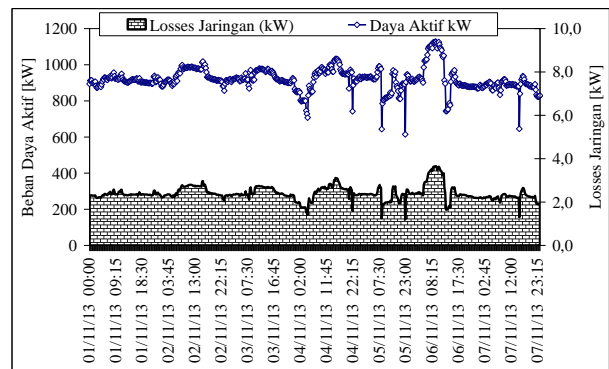
Gambar 4 Kurva Beban PDAM IPA Landak, Pontianak

3.5 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan di Hotel Santika

Kebutuhan di Hotel Santika disuplai dari Gi Siantan melalui feeder Shg 2. Jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV menggunakan kabel ukuran 150 mm², sepanjang 10,47 km dari GI Sintan ke Gardu 20 kV Hotel Santika. Konsumsi energi 4.455 kWh/hari dan losses 6,5 kWh/hari (0,22%)

3.6 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan di PDAM Imam Bonjol, Pontianak

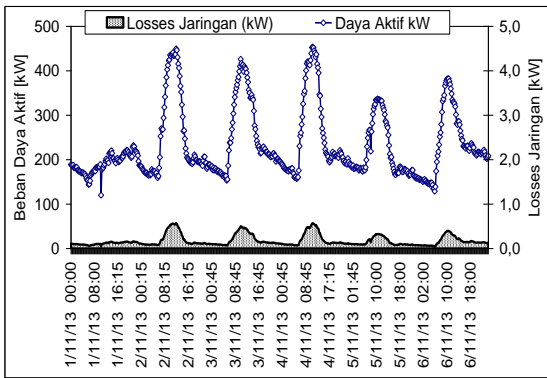
Kebutuhan listrik di PDAM Imam Bonjol disuplai dari Gardu Kapuas melalui feeder Kapuas 2. Konsumsi energi listrik adalah 22.055 kWh/hari dan susut 58,2 kWh/hari (0,32%). Kurva beban dan susut PDAM Imam Bonjol disajikan pada kurva berikut.



Gambar 6 Kurva Beban PDAM Imam Bonjol, Pontianak

3.7 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan di RS Pemerintah, Sei Raya Pontianak

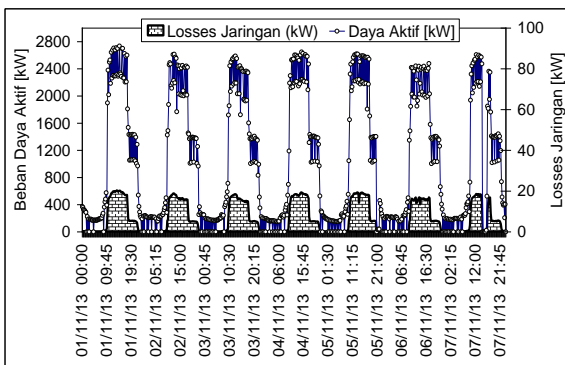
Kebutuhan listrik di RS Pontianak disuplai dari PLN pada jaringan 20 kV dengan kontrak daya S3/860 kVA. Jarak dari GI ke gardu PLN 4,8 km. Dari hasil pengukuran didapatkan konsumsi energi rata-rata adalah 5.620 kWh/hari. Hasil perhitungan losses jaringan sebesar 3,9 kWh/hari (0,13%)



Gambar 7 Kurva Beban Rumah Sakit Pemerintah, Pontianak

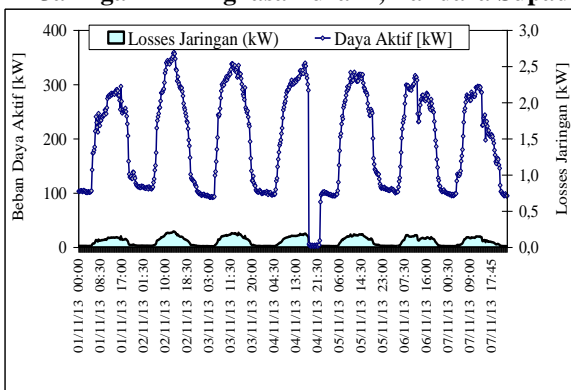
3.8 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan di Mega Mall

Kebutuhan listrik di Mega Mall disuplai dari PLN dengan kontrak daya 3465 kVA/B3. Jarak dari GI sekitar 1,9 km. Hasil pengukuran menunjukkan penggunaan energi rata-rata adalah 25.377 kWh/hari. Susut jaringan sebesar 155,4 kWh/hari (0,61%). Kurva beban Mega Mall disajikan pada grafik berikut.



Gambar 8 Kurva Beban Mega Mall, Pontianak

3.9 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan PT Angkasa Pura II, Bandara Supadio

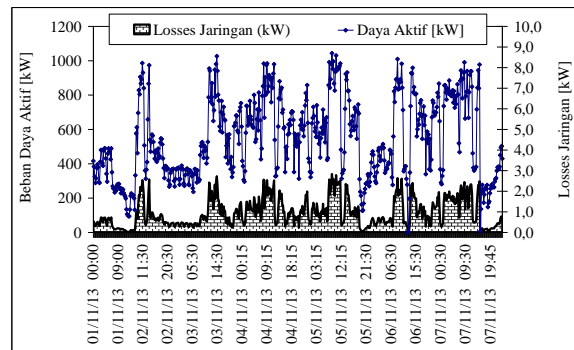


Gambar 9 Kurva Beban PT Angkasa Pura II, Bandara Supadio, Pontianak

Kebutuhan listrik di Bandara Supadio disuplai dari PLN dengan kontrak daya 555 kVA/B3. Jarak dari GI sejauh 2,8 km. Konsumsi energi listrik adalah 4.759,7 kWh/hari. Losses jaringan 2,0 kWh/hari.

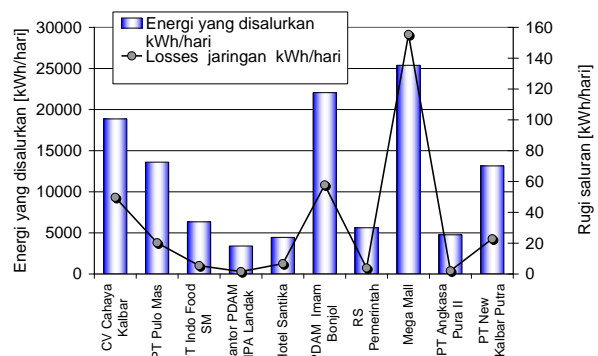
3.10 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Losses Jaringan PT New Kalbar Putra

Kebutuhan listrik di PT New Kalbar Putra disuplai dari PLN dengan kontrak daya 1.385 kVA/I3. Jarak dari GI ke gardu sejauh 3,9 km. Hasil pengukuran menunjukkan konsumsi energi rata-rata 13.139 kWh/hari dengan losses 22,8 kWh/hari (0,17%). Kurva beban harian PT New Kalbar Putra diperlihatkan pada grafik berikut.



Gambar 10 Kurva Beban New Kalbar Putra, Pontianak

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan losses jaringan terlihat bahwa susut pada saluran ditentukan oleh daya dan arus yang mengalir melalui penghantar. Ini berarti bahwa semakin besar arus yang mengalir pada penghantar yang sama, maka susut juga akan meningkat. Dan setiap ukuran kabel saluran distribusi memiliki tingkat kemampuan hantar arus. Grafik antara energi harian yang disalurkan dengan losses jaringan pada setiap pelanggan diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 11. Kurva energi dan susut pada saluran

Disamping pembebanan, ukuran dan panjang saluran juga sangat berpengaruh terhadap susut teknik jaringan. Hasil pengukuran dan perhitungan losses jaringan pada semua lokasi, dapat terlihat pada tabel berikut itu.

Tabel 2 Hasil pengukuran dan perhitungan susut saluran distribusi CV Cahaya Kalbar, PT Pulo Mas, PT Indo Food, PDAM Landak, Hotel Santika Pontianak

PARAMETER	Satuan	NAMA PELANGGAN				
		CV Cahaya Kalbar	PT Pulo Mas	PT Indo Food	Kantor PDAM IPA Landak	Hotel Santika
Feeder		Wj 02	Wj 03	Wj 04	Kh 06	Sh 02
Kontrak daya	kVA	I3 / 1110	B3 / 865	I3 / 555	I3 / 345	B3 / 865
Jenis penghantar		AAAC	AAAC	AAAC	AAAC	AAAC
Ukuran penghantar	mm ²	240	240	240	150	150
Panjang Saluran	Meter	10210	8190	8030	2500	10470
Tahanan	Ω/km	0,1310	0,1310	0,1310	0,2060	0,2060
Tegangan fase rata-rata, R-S	kV	20,10	20,42	20,29	20,25	20,13
Tegangan fase rata-rata, S-T	kV	20,21	20,52	20,45	20,41	20,32
Tegangan fase rata-rata, T-R	kV	20,08	20,37	20,25	20,25	20,17
Arus fase rata-rata, R	Amp	21,99	16,88	8,06	4,26	5,70
Arus fase rata-rata, S	Amp	23,85	17,16	8,44	4,22	5,51
Arus fase rata-rata, T	Amp	22,43	15,88	8,15	4,10	5,47
Daya rata-rata	kW	785,66	566,60	264,40	141,65	185,63
Daya Maksimum	kW	893,67	686,38	331,45	168,22	343,35
Konsumsi energi rata-rata	kWh/hari	18855,9	13598,4	6345,7	3399,7	4455,0
Losses energi jaringan	kWh/hari	49,73	20,24	5,40	1,53	6,72
Prosentase Losses rata-rata	%	0,26%	0,15%	0,09%	0,04%	0,15%
Prosentase Losses maksimum	%	0,30%	0,20%	0,10%	0,05%	0,22%

Tabel 3 Hasil pengukuran dan perhitungan susut saluran distribusi PDAM Imam Bonjol, RS Umum Pemerintah, Mega Mall, PT Angkasa Pura II, PT New kalbar Putra Pontianak

PARAMETER	Satuan	NAMA PELANGGAN				
		PDAM Imam Bonjol	RS Pemerintah	Mega Mall	PT Angkasa Pura II	PT New Kalbar Putra
Feeder		Kp 02	Kp 04	Kp 09	Ry 06	Ry 08
Kontrak daya	kVA	P2 / 1730	S3 / 860	B3 / 3465	B3 / 555	I3 / 1385
Jenis penghantar		AAAC	AAAC	AAAC	AAAC	AAAC
Ukuran penghantar	mm ²	150	150	150	150	150
Panjang Saluran	Meter	5800	4821	1900	2800	3900
Tahanan	Ohm/km	0,2060	0,2060	0,2060	0,2060	0,2060
Tegangan fase rata-rata, R-S	kV	20,41	20,58	20,23	20,42	20,05
Tegangan fase rata-rata, S-T	kV	20,17	20,71	20,39	20,57	20,20
Tegangan fase rata-rata, T-R	kV	20,32	20,45	20,16	20,34	20,12
Arus fase rata-rata, R	Amp	27,60	7,61	32,79	6,61	18,14
Arus fase rata-rata, S	Amp	27,20	6,93	33,39	5,57	19,66
Arus fase rata-rata, T	Amp	28,11	6,50	33,22	6,41	18,53
Daya rata-rata	kW	918,99	234,18	1057,40	198,32	547,46
Daya Maksimum	kW	1127,89	234,18	2734,95	359,75	1043,38
Konsumsi energi rata-rata	kWh/hari	22055,76	5620,23	25377,63	4759,75	13139,12
Losses energi jaringan	kWh/hari	57,75	3,85	155,38	2,03	22,82
Prosentase Losses rata-rata	%	0,26%	0,07%	0,61%	0,04%	0,17%
Prosentase Losses maksimum	%	0,32%	0,13%	0,99%	0,06%	0,27%

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa suplai tegangan cukup baik dan seimbang yaitu sekitar 20,25 kV. Losses jaringan distribusi terendah adalah 0,04% dan

tertinggi 0,99%. Tinggi dan rendahnya losses jaringan distribusi dipengaruhi oleh jenis penghantar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian didapatkan bahwa susut jaringan pada tegangan menengah dipengaruhi oleh beban atau arus yang mengalir pada penghantar, jarak dari gardu induk ke pelanggan dan jenis dan ukuran penghantar. Susut saluran tegangan menengah berada pada nilai 0,14% s.d 0,99%.

Daftar Acuan

- [1] Statistik PLN 2012. Sekertaris Perusahaan PT PLN (Persero, 2012 p. iv
- [2] I, Hakan and Joni Batson. Systems Loss Reduction, Tech Advantage. Maquoketa Valley Electric Cooperative March 6, 2014. www.leidos.com/engineering.
- [3] Sameer S. Mustafa, Mohammed H. Yasen, Hussein H. Abdullah” Evaluation of Electric Energy Losses in Kirkuk Distribution Electric System Area” Iraq J. Electrical and Electronic Engineering. Vol.7 No.2, 2011
- [4] Haryono, T, Koes A.A “Perhitungan Cepat Rugi-rugi Daya Jaringan Tenaga Listrik” Proseding Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan” Postu, Makassar, 2007, p. A199- 203
- [5] Mansur “Analisis Rugi-rugi Energi listrik Pada Jaringan Distribusi PT PLN Cabang Makassar. Proseding Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan” Postu, Makassar, 2007, p. A94-97
- [6] Sarang Pande and Prof. Dr. J.G. Ghodekar ”Computation of Technical Power Loss of Feeders and Transformers in Distribution System using Load Factor and Load Loss Factor” International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering Vol. 3, No. 6, Juni 2012, www.ijmse.org.

Kode Makalah: A1-10

MONITORING ARUS MENGGUNAKAN SENSOR *NON-INVASIVE* CURRENT

Kartika¹, Firmansyah², Roswaldi Sk.³, Misriana⁴

^{1,2,3}Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang – Kampus Politeknik Limau Manis Padang 25116, ⁴Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.

E-mail: kartika_munir@yahoo.com¹, rossi_sk@yahoo.co.id², firmaryah.kepnp@gmail.com³, misriana_manaf@yahoo.co.id⁴

Abstrak

Pada umumnya pengukuran terhadap arus pada sebuah rangkaian menggunakan amperemeter. Alat ukur arus berfungsi sebagai alat untuk mengetahui nilai arus pada beban dan juga dapat menjadi alat indikator dalam proteksi beban. Pada makalah ini sensor arus yang digunakan adalah YHDC SCT 013-000 yang merupakan sensor arus yang bersifat *non-invasive* yang dapat membaca arus AC mulai dari 5 mA sampai 30 A, sensor ini mengubah arus listrik menjadi tegangan. Tegangan yang dihasilkan dikirim ke pengkondisi sinyal dan sinyal ini diolah oleh mikrokontroler. Hasil pengolahan sinyal ini ditampilkan pada LCD. Pengujian alat ini dilakukan dengan mengukur arus, dan dibandingkan dengan hasil dari pengukuran yang standar (tang amper) dengan rata-rata kesalahan pembacaan sebesar 3 %. Setelah dilakukan pengujian, menunjukkan bahwa alat ini bekerja dan berfungsi dengan baik.

Abstract

Current Monitoring Using Non-Invasive Current Sensor. In general, the measurement of the flow in a circuit using ammeters. Flow measuring instrument serves as a tool to determine the current value of the load and can also be a tool for the protection of the load indicator. In this paper the current sensor used is YHDC SCT 013-000 which is a current sensor that is non-invasive that can read AC current from 5 mA to 30 A, these sensors convert electrical current into a voltage. The resulting voltage is sent to the signal conditioning and signal is processed by the microcontroller. This signal processing results will be displayed on the LCD. Testing tool is done by measuring the current, and compared with the results of the measurement standard (pliers ampere) with an average error of 3% reading. After testing, show that it works and works well.

Key word : non-invasive current sensor, LCD and YHDC-SCT-013-000

1. Pendahuluan

Teknologi membuat segala sesuatu yang kita lakukan menjadi lebih mudah. Manusia selalu berusaha untuk menciptakan sesuatu yang dapat mempermudah aktivitasnya, hal inilah yang mendorong perkembangan teknologi yang telah banyak menghasilkan alat sebagai piranti untuk mempermudah kegiatan manusia bahkan menggantikan peran manusia dalam suatu fungsi tertentu. Teknologi memegang peranan penting di era modernisasi seperti pada saat ini, dimana teknologi telah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan teknologi saat ini telah merambah ke segala aspek kehidupan sehingga saat ini seolah kita dimanjakan oleh adanya alat-alat yang dapat memberikan kemudahan.

Pemakaian energi listrik dewasa ini sudah sangat luas, hampir di setiap sendi kehidupan selalu bersinggungan dengan energi listrik, manusia sangat sulit melepaskan diri dan semakin lama tidak ada satupun alat kebutuhan manusia yang tidak membutuhkan energi listrik. Untuk itu hanya ada satu pilihan bijak, segera melangkah untuk merumuskan bagaimana menciptakan dan menggunakan energi listrik secara efektif dan efisien.

Perkembangan teknologi memberikan manfaat bagi kehidupan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kemajuan teknologi, banyak peralatan yang dialihkan dari bentuk manual ke bentuk otomatis. Peralatan manual mempunyai kekurangan dalam hal kecepatan, ketepatan dan ketelitian, sehingga transformasi kearah otomatis mampu menjadi sebuah

pilihan yang tepat dan menguntungkan dimasa yang akan datang.

Alat ukur dapat tersusun atas bagian digital dan analog. Ada 3 bagian utama dalam suatu alat ukur, yaitu sensor, pengolah data dan penampil data. Alat ukur dengan penampil digital memberikan banyak kemudahan seperti pembacaan yang lebih teliti dan mudah dibaca karena tidak ada paralaks (Wahyunggoro, 1998). Pengolahan data juga lebih mudah dilakukan secara digital, walaupun ada beberapa bagian yang memang tidak bisa mengabaikan kemampuan suatu rangkaian analog.

Salah satu manfaat yang didapatkan dengan pengukuran besaran listrik secara realtime adalah monitoring penggunaan energi listrik. Monitoring ini bertujuan untuk mendapatkan data yang terkini dan data tersebut dapat diolah untuk mendapatkan peluang adanya efisiensi energi listrik.

Berdasarkan uraian diatas, upaya komprehensif untuk mempertahankan ketersediaan energi harus segera dilaksanakan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memonitor energi listrik dengan mikrokontroler untuk memberikan informasi secara realtime energi listrik, sehingga pemakaian energi listrik dapat dimonitoring dan dikontrol nantinya. Dan perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana cara merancang alat monitoring arus listrik realtime.

TRANSFORMATOR INSTRUMENTASI

Transformator instrumentasi adalah trafo yang mana dipergunakan bersama dengan peralatan lain seperti: relai proteksi, alat ukur atau rangkaian kontrol. yang termasuk trafo instrumen adalah current transformers dan potensial transformers. Kegunaan trafo instrumen antara lain:

- a. Mengisolasi rangkaian meter dari sisi primer yang dipasang dengan tegangan tinggi dan arus besar.
- b. Menyediakan kemungkinan standar arus atau tegangan yang dipergunakan untuk pengukuran atau proteksi.

TRANSFORMATOR ARUS

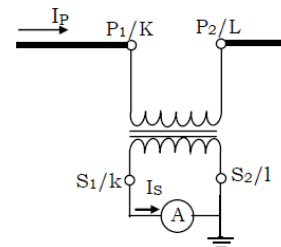
Trafo arus / *Current transformer* (CT) adalah suatu peralatan listrik yang dapat memperkecil arus besar menjadi arus kecil, yang dipergunakan dalam rangkaian arus bolak-balik.

Fungsi CT adalah untuk memperoleh arus yang sebanding dengan arus yang hendak diukur (sisi sekunder 5 A atau 1 A) dan untuk memisahkan sirkuit dari sistem yang arusnya hendak diukur (yang selanjutnya di sebut sirkuit primer) terhadap sirkuit dimana instrumen tersambung (yang selanjutnya

disebut sirkuit sekunder). Berbeda dari transformator tenaga yang arusnya tergantung beban disisi sekunder, tetapi pada trafo arus seperti halnya ampere meter yang disisipkan ke dalam sirkuit primer, arusnya tidak tergantung beban disisi sekunder, melainkan semata-mata tergantung pada arus disisi primernya.

Rangkaian Trafo Arus

Trafo arus / *Current Transformers* terdiri dari belitan primer, belitan sekunder dan inti maknetik. Jika arus primer yang masuk ke CT ke teminal P_1/K dan arus yang mengalir ke sekunder dinamakan terminal S_1/k , seperti terlihat pada gambar 1 (lihat arah arus sekunder I_s yang masuk ke ampere meter). Selanjutnya terdapat terminal kedua pada CT disisi primer yaitu P_2/L adalah terminal yang arusnya diperoleh dari P_1/k yang dialirkan ke beban dan S_2/l sisi sekunder adalah terminal yang arusnya diperoleh dari S_1/k .

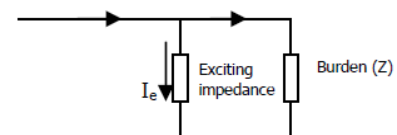


Gambar 1. Rangkaian equivalent CT.

Dalam hal ini, polaritas sisi sekunder harus disesuaikan dengan datangnya arus di terminal sisi primer (tidak boleh terbalik).

Secara normal yang sesuai standar IEC terminal S_2/l harus ditanahkan sebagai pengamanan sekunder CT terhadap tegangan tinggi akibat kopling kapasitif, sehingga sudut antara arus primer dan sekunder = nol, kalau S_1/k yang ditanahkan maka sudut arus antara primer dan sekunder menjadi = 180^0 .

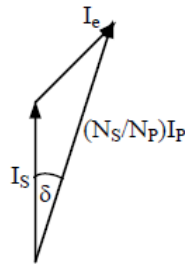
Pada Gambar 1 terlihat arus yang masuk ke sekunder (I_s) diperoleh dari arus primer (I_p), yang diasumsikan arus dari primer tidak ada error (kesalahan). Dalam kenyataannya arus primer yang masuk kesekunder sebagian akan masuk ke inti maknetik yang terdapat pada sekunder tersebut, seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian equivalent arus sisi sekunder

Pada Gambar 2 terlihat arus dari sisi primer tidak semua masuk kesisi sekunder, sebagian arus akan

masuk ke rangkaian inti, sehingga terjadi pergeseran sudut δ seperti terlihat pada Gambar 3. Hal ini dikatakan sebagai kesalahan reproduksi dari CT. Kesalahan reproduksi akan terlihat dalam amplitudo dan fase, kesalahan dalam amplitudo dikatakan sebagai kesalahan arus atau kesalahan ratio, kalau kesalahan fase dikatakan sebagai pergeseran fase.



Gambar 3. Vektor dari arus CT

Kesalahan transformasi (*transformasi error*)

Adalah perbandingan antara arus primer dan arus sekunder

$$K_n = \frac{I_p}{I_s} \dots\dots\dots (1)$$

Kesalahan arus (*current error*)

$$\epsilon(\%) = \frac{K_n \cdot I_s - I_p}{I_p} * 100 \% \dots\dots(2)$$

Dimana:

- K_n = Perbandingan transformasi
- ϵ = Kesalahan arus (%)
- I_s = Arus sekunder sebenarnya (Amp)
- I_p = Arus primer sebenarnya (Amp).

Karena adanya perbedaan antara arus yang masuk di sisi primer dengan arus yang terbaca disisi sekunder, dapat menimbulkan perbedaan ratio transformasi arus yang sebenarnya dengan kenyataannya.

Burden

Beban yang dihubungkan ke sekunder dikatakan sebagai *burden*, dimana trafo arus dengan batasannya dapat menampung beban pada sisi sekunder. Beban ini dinyatakan dalam ohm impedansi atau VA. Misal burden impedansi 0,5 ohm dapat di ekspresikan juga pada 12,5 VA dengan arus 5 A. Sebagai pengaman pada CT, khususnya di klas proteksi perlu membatasi arus yang besar yang masuk ke CT, sesuai standar IEC untuk membatasi arus bolak-baik yang simetris adalah 5P atau 10P.

Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa pada bagian CT terdapat kumparan yang berfungsi untuk menurunkan rasio arus. Untuk menentukan nilai dari *burden* resistor CR1, terlebih dahulu harus menentukan arus puncak

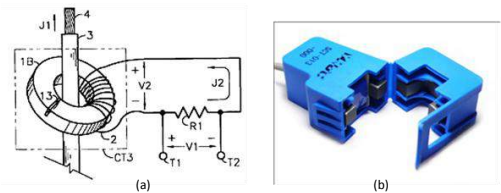
utama dan arus puncak ke dua seperti persamaan 3 dan persamaan 4.

$$\text{Arus puncak utama} = \text{Arus RMS} \times \sqrt{2} \dots\dots (3)$$

$$\text{Arus puncak ke dua} = \frac{\text{Arus puncak pertama}}{\text{Jumlah lilitan}} \dots\dots (4)$$

Untuk menghitung nilai *burden* resistor yang ideal untuk digunakan dapat dilihat pada persamaan 5.

$$\text{Burden resistor ideal} = \frac{\text{Tegangan Reversensi}}{\text{Arus puncak ke dua}} \dots\dots (5)$$



Gambar 4. (a) Rangkaian CT. (b) Bentuk CT

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah piranti elektronik berupa IC (*Integrated Circuit*) yang memiliki kemampuan manipulasi data (informasi) berdasarkan suatu urutan instruksi (program) yang dibuat oleh programmer, mikrokontroler merupakan contoh suatu sistem komputer sederhana yang masuk dalam kategori *embedded computer*, dalam sebuah struktur mikrokontroler ditemukan juga komponen-komponen seperti: prosesor, memori, *clock* dan lain-lain. (Sudjadi, 2005)

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (*16-bits word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi *clock*. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (bersitektur *CISC*) yang membutuhkan siklus 12 *clock*. RISC adalah *Reduced Instruction Set Computing* sedangkan *CISC* adalah *Complex Instruction Set Computing*.

AVR dikelompokkan kedalam 4 kelas, yaitu *ATtiny*, keluarga *AT90Sxx*, keluarga *ATMega*, dan keluarga *AT86RFxx*. Dari kesemua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran onboard memori, onboard peripheral dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan mereka bisa dikatakan hampir sama.

Fitur ATMega8535

- Sistem processor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
- Ukuran memory flash 8KB, SRAM sebesar 512 byte, EEPROM sebesar 512 byte.

- ADC internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 channel
- Port komunikasi serial USART dengan kecepatan maksimal 2.5 Mbps
- Mode Sleep untuk penghematan penggunaan daya listrik

Arsitektur ATmega8535

- Saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D
- ADC 10 bit sebanyak 8 Channel
- Tiga buah timer / counter
- 32 register
- *Watchdog Timer* dengan *oscillator* internal
- SRAM sebanyak 512 byte
- Memori Flash sebesar 8 kb
- Sumber *Interrupt* internal dan eksternal
- Port SPI (*Serial Peripheral Interface*)
- EEPROM *on board* sebanyak 512 byte
- Komparator analog
- Port USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*)

AVR menjalankan sebuah instruksi tunggal dalam satu siklus dan memiliki struktur I/O yang cukup lengkap sehingga penggunaan komponen eksternal dapat dikurangi. Mikrokontroler AVR didesain menggunakan arsitektur Harvard, di mana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data. Memori program diakses dengan single-level pipelining, di mana ketika sebuah instruksi dijalankan, instruksi lain berikutnya akan di-prefetch dari memori program.

Analog to Digital Converter (ADC)

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode-kode digital. ADC banyak digunakan sebagai pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistem komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistem digital (komputer). ADC memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan *sampling* biasanya dinyatakan dalam *sample per second* (SPS).

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ($2^n - 1$) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai

diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit.

LCD Karakter

LCD (*liquid crystal display*) merupakan salah satu jenis tampilan yang dapat digunakan untuk menampilkan angka (*numeric*) atau karakter. LCD terdiri atas tumpukan tipis dari dua lembar kaca dengan pinggiran yang tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keeping keeping mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya seperti oksida timah atau oksida indium. (Woollard, 2006).

Dalam perancangan alat ini, penulis menggunakan LCD QY-162A seperti gambar 2.13 dimana LCD ini memiliki resolusi 16 kolom dan 2 baris karakter. LCD QY-162A memiliki spesifikasi-spesifikasi sebagai berikut :

1. 16 karakter dan 2 baris tampilan yang terdiri dari 5 x 7 dot matriks ditambah dengan kursor.
2. Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter dan RAM untuk 8 jenis karakter.
3. 80 x 8 display data RAM (maksimum 80 karakter).
4. Oscillator dalam modul serta otomatis reset saat catu daya dinyalakan.

2. Metode Penelitian

Prinsip kerja dari alat ini adalah sensor arus akan mendeteksi arus yang mengalir menuju beban. Data yang dihasilkan oleh sensor arus merupakan data analog, maka dari itu data arus dihubungkan dengan Port A pada ATmega 8535. Port A tersebut merupakan port yang berperan sebagai ADC yang akan merubah data analog yang di input melalui sensor arus menjadi data digital untuk selanjutnya diproses melalui program pada chip ATmega 8535. Dan ditampilkan melalui LCD karakter 16 x 2, nilai yang ditampilkan pada LCD adalah arus yang mengalir ke beban.

Sensor Arus

Dalam perancangan alat ini penulis menggunakan trafo arus SCT013-000 produk YHDC sebagai sensor arus, hal ini dikarenakan trafo arus ini memiliki batas pengukuran arus yang cukup tinggi, yaitu 100 A.

Dalam penggunaannya, trafo arus ini membutuhkan rangkaian pendukung agar dapat menghasilkan keluaran data analog, rangkaian ini biasa disebut dengan beban resistor. Untuk merancang rangkaian ini, terlebih dahulu perlu melakukan perhitungan untuk menentukan nilai dari beban resistor.

Sesuai datasheet SCT013-000, diketahui bahwa rasio nya adalah 100A:50mA. Dengan tegangan referensi

yang digunakan adalah +5V, maka perhitungan burden resistor dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3,

$$\begin{aligned} \text{Arus puncak utama} &= 100A \times \sqrt{2} \\ &= 141,4 A \end{aligned}$$

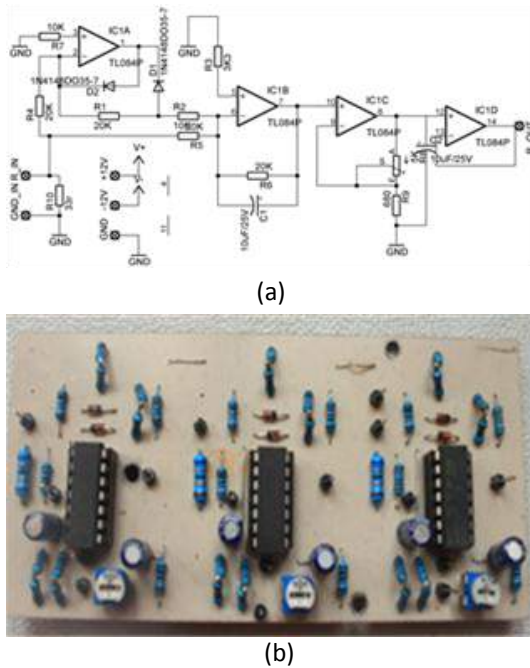
Setelah didapat nilai dari arus puncak awal, yang harus ditentukan setelah itu adalah arus puncak ke dua dengan menggunakan persamaan 4.

$$\begin{aligned} \text{Arus puncak ke dua} &= 141,4A/2000 \\ &= 0,0707 A \end{aligned}$$

Setelah nilai arus puncak utama dan arus puncak kedua diketahui, baru dapat di tentukan nilai burden resistor ideal seperti persamaan 5.

$$\begin{aligned} \text{Burden resistor ideal} &= (5)/(0,0707 A) \\ &= 70,72 \Omega \end{aligned}$$

Oleh karena di pasaran tidak terdapat resistor dengan nilai tahanan 70,72, maka dipilih resistor dengan nilai tahanan yang mendekati perhitungan, yaitu resistor 68 Ohm, di mana rancangan rangkaian sensor arus dapat dilihat seperti pada gambar 5 berikut.



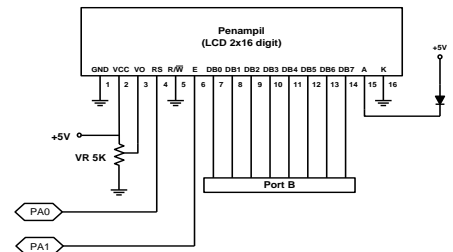
Gambar 5. (a) Rangkaian sensor arus, (b) Tata letak komponen

Dari gambar 5(a) di atas, terdapat pada COM dan IN yang berfungsi sebagai input dari sensor arus, tahanan 68 Ω merupakan burden resistor yang berfungsi untuk membangkitkan tegangan atas respon yang dihasilkan oleh pembacaan sensor arus. Tegangan output dari trafo arus masih berupa tegangan AC, sedangkan ADC

mikrokontroler hanya dapat membaca tegangan DC. Hal ini membutuhkan penyearah seperti rangkaian gambar 5 (a) di atas sebelum output trafo arus dihubungkan dengan ADC mikrokontroler.

LCD Karakter

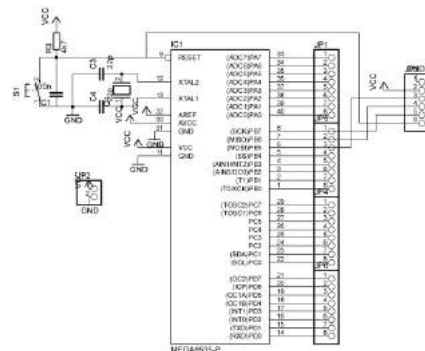
Penggunaan LCD karakter pada perancangan alat ini bertujuan untuk menampilkan nilai arus yang telah diproses oleh mikrokontroler. Penulis menggunakan LCD 16x2 QY-162A sebagai unit penampil. LCD QY-162A memiliki 7 buah data input, dan terdapat port untuk pengaturan kontras cahaya dengan menggunakan trimpot 10K Ω seperti gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian LCD.

Rangkaian Mikrokontroler

Sistem minimum adalah rangkaian minimal dimana chip mikrokontroler dapat bekerja. Mikrokontroler Atmega8535 telah dilengkapi dengan osilator internal, sehingga tidak diperlukan kristal atau resonator eksternal untuk sumber clock CPU. Namun osilator ini maksimal 8Mhz disarankan untuk tetap memakai kristal eksternal. Osilator internal oleh pabriknya disetting 1 Mhz, dan untuk merubahnya kita perlu merubah setingan fuse bit, untuk pengaturan fuse bit perlu berhati-hati, sebab pengaturan ini begitu rawan karena bila salah menyetingannya bisa menyebabkan mikrokontroler rusak.



Gambar 7. Rangkaian mikrontroler ATmega8535

Pin 9 merupakan masukan reset (aktif rendah). Pulsa transisi dari tinggi ke rendah akan mereset mikrokontroler ini. Untuk mendownload file heksadesimal ke mikrokontroler, Mosi, Miso, SCK, Reset Vcc dan GND dari kaki mikrokontroler dihubungkan ke konektor yang akan dihubungkan ke

ISP programmer. Dari ISP programmer inilah dihubungkan ke komputer melalui port paralel, serial atau USB. Kaki mosi, miso, sck, reset, Vcc dan Gnd pada mikrokontroler terletak pada kaki 6, 7, 8, 9, 10 dan 11. Apabila terjadi keterbalikan pemasangan jalur ke ISP programmer, maka pemrograman mikrokontroler tidak dapat dilakukan karena mikrokontroler tidak akan bisa merespon.

3. Hasil Dan Pembahasan

Dalam setiap perancangan suatu peralatan, perlu dilakukan pengujian terhadap kinerja, kehandalan, serta keakuratan. Tujuan-tujuan tersebut di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Memastikan bahwa rangkaian sensor arus dapat bekerja sesuai dengan konsep perancangannya.
2. Memastikan bahwa mikrokontroler dapat memproses data yang telah diinput dari sensor arus.
3. Untuk mengetahui apakah data yang telah diproses berhasil ditampilkan pada LCD karakter 16 x 2.
4. Mengetahui tingkat akurasi alat terhadap hasil pengukuran.

Peralatan Pengujian

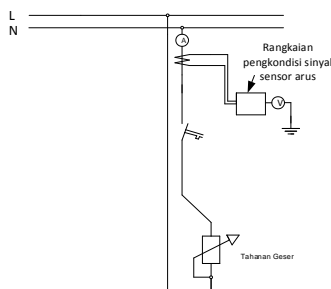
- a. Power suplai
- b. Kontaktor, berfungsi untuk memutus dan menghubungkan daya menuju ke beban.
- c. Push buttom
- d. Tahanan geser, sebagai pengatur besaran tegangan dan besaran arus menuju ke beban. Dalam hal ini menggunakan tahanan geser dengan spesifikasi 11 Ohm dan 8 A.
- e. Voltmeter, digunakan sebagai pengukur tegangan output sensor arus.
- f. Amperemeter (tang ampe), berfungsi sebagai alat ukur besaran arus.

Pengujian Sensor Arus

Pengujian sensor arus ini dilakukan untuk mengukur output dari trafo arus sehingga dapat ditentukan pengukuran dari rasio arus tersebut.

Prosedur Pengujian

- a. Membuat Rangkaian percobaan seperti gambar 8.



Gambar 8. Rangkain pengujian sensor arus

- b. Mengukur tegangan output rangkaian sensor arus saat beban nol.
- c. Mengukur tegangan output pada rangkaian sensor arus pada saat arus beban variabel mulai dari 0 Ampere sampai dengan 50 Ampere. Oleh karena keterbatasan beban yang tidak mampu sampai 50 amper (hanya mampu sampai 8 A), maka untuk melakukan pengukuran arus di atas 5 Ampere dapat dilakukan dengan mengatur suplay arus menuju kebeban sebesar 5 Ampere, kemudian melilitkan kabel penghubung pada trafo arus alat sesuai dengan kelipatan arus yang ingin diukur. Misalnya, ingin mengukur arus sebesar 20 Ampere, maka perlu melilitkan kabel pada trafo arus sebanyak 4 kali ($5A \times 4 = 20A$).

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan data-data seperti yang terlihat pada Tabel 1 berikut,

Tabel. 1. Hasil Pengukuran output sensor arus

No.	Input (A)	Output Sensor (mV)
1	0	0
2	1	38
3	2	68
4	3	102
5	4	132
6	5	161
7	10	317
8	15	470
9	20	615
10	25	768
11	30	921
12	35	1077
13	40	1228
14	45	1399
15	50	1550

Sensor SCT-013-000, bahwa pengukuran maksimal arus adalah sebesar 100A, output sensor arus adalah 50 mA dengan tegangan sebesar 3,4 V sesuai dengan perancangannya. Hasil pengukuran dengan perancangan yang dilakukan dimana output rangkaian sensor arus yang terukur saat arus 50 A adalah sebesar 1,550 V, sedangkan perancangannya adalah sebesar 1,7 V. Hal ini terjadi selisih sebesar 0,2 V dari perancangan yang dilakukan.

Pada Tabel 2, melakukan pengujian output sensor arus dan dibandingkan dengan nilai alat ukur amper standar (tang amper).

Tabel 2. Pengukuran Arus menggunakan Sensor Arus SCT-013-000

No.	Pengukuran (A)	
	Tang Amper	Alat
1	2,76	2,67
2	3,72	3,60
3	4,71	4,58
4	5,72	5,68
5	6,64	6,63
6	7,62	7,63
7	8,72	8,74
8	9,67	9,71
9	10,66	10,59

Dari data tabel 2, dapat dianalisis bahwa pada pengukuran arus terdapat selisih pembacaan arus alat dengan alat ukur standar (tang amper), yaitu rata-rata sebesar 0,6 %, Sedangkan pada datasheet SCT-013-000 yang berperan sebagai trafo arus disebutkan memiliki tingkat eror berkisar $\pm 3\%$.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data yang diperoleh dari pengujian sensor arus, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Output tegangan dari sensor arus SCT-013-000 mempunyai error 0,20 V.
2. Kesalahan rata-rata pembacaan sensor arus SCT-013-000 adalah 0,6 %.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih penulis sampai kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Dirjen

Dikti Kementerian Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian ini, dengan nomor kontrak: No. 441/PL9.1.4/LT/2014

5. Daftar Acuan

- [1]. Budiharto, Widodo. Togu Jefri. 2007. *12 Proyek Sistim Akuisisi Data*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, Jakarta
- [2]. Hariyanto, Didik. 2009. *Analog to Digital Converter*.
<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Teknik%20Antarmuka%20ADC.pdf>. Diakses tanggal 3 Juli 2014
- [3]. Oklilas, Ahmad F. 2007. *Elektronika Dasar*.
<http://www.unsri.ac.id/upload/arsip/BAHAN%20AJAR%20Elektronika%20Dasar.pdf>. Diakses tanggal 1 Agustus 2014.
- [4]. Sudjadi, 2005. *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5]. Wibisana, Boromeus S. 2008. *Analisis Perbandingan Pengaruh Pembacaan KWh meter Analog dengan KWh meter Digital pada Ketidakseimbangan Beban*
<http://www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/126802-R0308157-Analisis%20perbandingan-Literatur.pdf>, Diakses tanggal 27 Agustus 2014.
- [6]. Widyatmoko, Catur. 2004 *Perancangan Transformator Daya Satu Fasa Core Type Dengan Bantuan PC*.
<http://eprints.undip.ac.id/25604/1/ML2F301431.pdf> f. Diakses tanggal 5 Agustus 2014.

Kode Makalah:A2-5

PERTAJAMAN KUALITAS CITRA METERAN LISTRIK DENGAN TRANSFORMASI RUANG WARNA

Shinta Puspasari

Program Studi Informatika STMIK Global Informatika MDP
Jl. Rajawali No.14 Palembang 30113

Email: shinta@mdp.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membuktikan suatu pendekatan untuk pertajaman kualitas citra meteran listrik (KWH Meter) dengan transformasi ruang warna. Meteran listrik digunakan untuk mengukur penggunaan daya listrik oleh pelanggan. Besarnya pemakaian dapat dilihat dengan melihat karakter angka sebagai indikator pengukuran. *Billing* otomatis oleh aplikasi dapat dilakukan dengan cara mengenali karakter pada alat tersebut dengan menerapkan teknik pengolahan citra digital. Citra meteran listrik dapat memiliki kualitas buruk disebabkan proses akuisisi data sangat sensitif terhadap pencahayaan. Alat meteran listrik ditutupi dengan kaca yang dapat memantulkan cahaya, sehingga kualitas citra yang dihasilkan berbeda-beda tergantung kondisi pencahayaan pada waktu akuisisi. Transformasi ruang warna memperlebar kontras warna pada citra meteran listrik. Kinerja dari pendekatan yang diusulkan dievaluasi dengan diujikan terhadap sejumlah sampel citra meteran listrik model Smart Meter Indonesia dimana hasil pengenalan akan dijadikan sebagai salah satu indikator efektifitas metode tersebut. Hasil uji coba menunjukkan peningkatan hasil pengenalan setelah pertajaman dibandingkan sebelum pertajaman kualitas citra yang berpengaruh pada hasil segmentasi karakter hingga 100%. Transformasi ruang warna efektif untuk perbaikan kualitas citra meteran listrik.

Abstract

This study proves an approach to enhance the image quality of electric meter (KWH meter) using a color space transformation. Power meter is used to measure the power consumption by the customer. The amount of usage can be seen by looking at the character of numbers as indicators of measurement. Billing can be done automatically by application by recognizing characters on the device by applying digital image processing techniques. The image of the electricity meter may have poor quality because the data acquisition process is very sensitive to light. Appliance power meter is covered with glass that can reflect light, so that the quality of the resulting image varies depending on the lighting conditions at the time of acquisition. Color space transformation widens the color contrast in the image of the electric meter. The performance of the proposed approach is evaluated with a number of samples were tested against the image of the electricity meter Smart Meter Indonesia models where the recognition results were used as one indicator of the effectiveness of the method. The experimental results show an improvement of the image quality that affects the character segmentation results up to 100%. Color space transformation is effective for the improvement of image quality of KWH meter.

Keywords : Image Enhancement, Color Space, KWH Meter

1. Pendahuluan

Saat ini listrik sudah menjadi kebutuhan hidup dimana pemakaian alat elektronik sudah menjadi kehidupan sehari-hari manusia. Hampir setiap tempat menyediakan listrik untuk menyalakan alat elektronik yang mereka miliki. Meteran listrik diperlukan untuk mengukur jumlah energi listrik yang digunakan pada tiap instalasi listrik. Alat ukur yang umum digunakan adalah kilo watt jam meter (KWH meter). Alat ini

digunakan sebagai indikator pemakaian listrik yang harus dibayar oleh pelanggan atau pengguna listrik. Meteran listrik tradisional adalah perangkat mekanik elektronik [1], yang dapat dibaca kisaran jumlah pemakaian listrik pada instalasi tersebut oleh seorang petugas meteran. Metode ini dapat menyebabkan kesalahan dalam pengukuran berkenaan dengan kelalaian manusia dan mengakibatkan keterlambatan dalam pemrosesan data, sehingga diperlukan metode yang dapat secara otomatis dengan cepat dan akurat

mengirimkan hasil pembacaan KWH meter. Pesatnya perkembangan teknologi saat ini memungkinkan otomatisasi dalam membaca KWH meter untuk mengurangi proses manual dan meminimalkan kesalahan. Teknologi cerdas dalam industri tenaga elektronik dapat mengoptimalkan efisiensi energi dan pertukaran informasi waktu nyata (*real time*) di kedua arah antara produsen dan konsumen, dengan mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi ke dalam jaringan listrik [2].

Di Indonesia, industri listrik dikelola oleh perusahaan pemerintah yang Perusahaan Listrik Negara (PLN). Konsumen membayar ke PLN untuk tagihan penggunaan listrik berdasarkan hasil pengukuran KWH meter yang terinstalasi pada rumah atau gedung. Petugas akan membaca alat tersebut secara manual yang dapat menimbulkan kelalaian dalam pembacaan dan pencatatan serta keterlambatan pengiriman data. Kondisi ini dapat memberikan kerugian bagi PLN dan konsumen atau pengguna akhir seperti defisiensi dan kelebihan bayar [3]. PLN memiliki komitmen untuk memberikan pelayanan prima kepada konsumen atau *end user*. Untuk itu diperlukan metode yang lebih efektif dan efisien dengan memanfaatkan teknologi cerdas, yaitu alat yang dapat secara otomatis membaca KWH meter dan mengirimkannya ke server secara cepat.

Sudah banyak dikembangkan metode pembacaan KWH meter secara otomatis berbasis pengenalan karakter. Antara lain dengan berbasis *Principal Component Analysis* [4]. Tetapi hasil segmentasi belum mencapai hasil maksimal karena terpengaruh kualitas citra hasil akuisisi yang diakibatkan adanya variasi kecerahan citra yang diambil dalam ragam kondisi tingkat kecerahan matahari sebagai sumber energi saat akuisisi. Alat meteran listrik ditutupi dengan kaca yang dapat memantulkan cahaya, sehingga kualitas citra yang dihasilkan berbeda-beda tergantung kondisi pencahayaan pada waktu akuisisi. Untuk itu diperlukan metode pertajaman citra KWH meter yang dapat memperbaiki hasil segmentasi karakter pada citra.

Tulisan ini membahas hasil penelitian yang menerapkan transformasi ruang warna citra KWH meter dari ruang warna RGB ke HSV untuk pertajaman kualitas citra yang berdampak pada perengangan kontras pada citra. Tulisan dibagi menjadi 5 bagian, yaitu: Pendahuluan di bagian 1, bagian 2 menyajikan metode penelitian, bagian 3 menjelaskan hasil uji coba dan pembahasan serta hasil evaluasi dari metode yang diusulkan berikut simpulannya pada akhir tulisan ini.

2. Metode Penelitian

Dalam upaya mencapai tujuan penelitian tersebut di atas maka penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan yang menerapkan metode-metode pengolahan citra digital.

2.1 Akuisisi Data

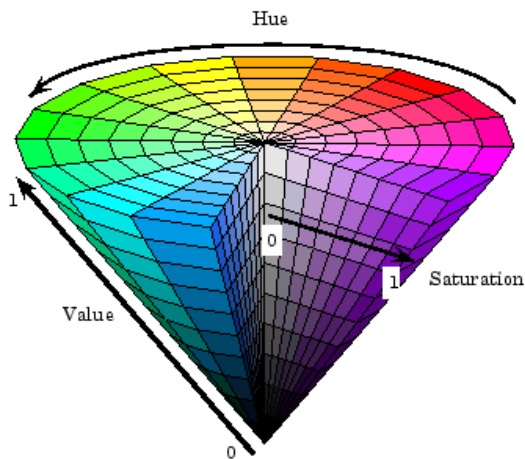
Data citra yang digunakan dalam penelitian ini diakuisisi dengan menggunakan kamera digital dan menghasilkan data set citra berukuran 640 x 480 piksel dalam format JPEG. KWH meter yang diakuisisi gambarnya adalah model SMI (*Smart Meter Indonesia*). Sebanyak 10 (sepuluh) sampel data digunakan sebagai data set citra KWH meter yang berisi angka jumlah pemakaian listrik. Gambar 1 berikut mengilustrasikan data citra yang dihasilkan pada saat perekaman data.



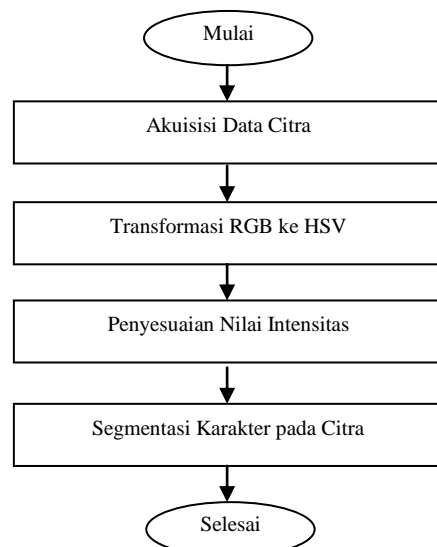
Gambar 1. Sampel citra KWH meter

2.2 Transformasi Ruang Warna

Ruang warna RGB (*Red- Green-Blue*) yang merupakan ruang warna asal citra meteran listrik hasil akuisisi ditransformasi ke ruang HSV (*Hue-Saturation- Value*). Model warna HSV lebih cocok digunakan untuk algoritma pemrosesan citra yang berdasarkan warna alami [5] dimana *Hue* merupakan atribut nilai warna murni (*pure color*), *Saturation* merepresentasikan derajat kemurnian warna terhadap warna putih. *Intensity* merupakan ukuran kecerahan warna. Model ruang warna HSV diilustrasikan seperti Gambar 2 dan transformasi ruang warna RGB ke HSI dapat dilakukan dengan rumus seperti pada Pers.(1), Pers.(2), dan Pers.(3) sebagai berikut:



Gambar 2. Ilustrasi Model Ruang Warna HSV



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

$$H = \begin{cases} \left(\frac{G' - B'}{MAX - MIN} \right) / 6, & \text{if } R' = MAX \\ \left(2 + \frac{B' - R'}{MAX - MIN} \right) / 6, & \text{if } G' = MAX \\ \left(4 + \frac{R' - G'}{MAX - MIN} \right) / 6, & \text{if } B' = MAX \end{cases} \quad (1)$$

$$S = \frac{MAX - MIN}{MAX} \quad (2)$$

$$V = MAX \quad (3)$$

2.3 Pertajaman Kualitas Citra

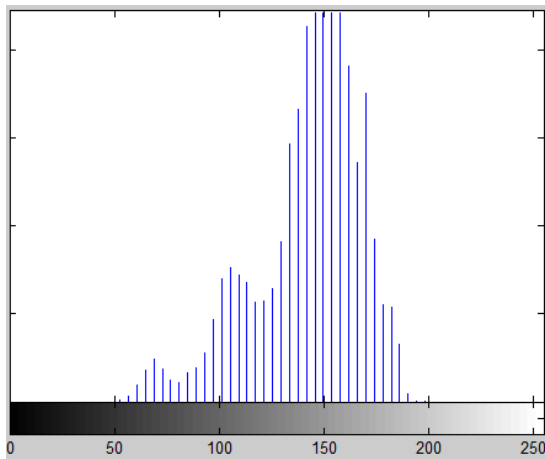
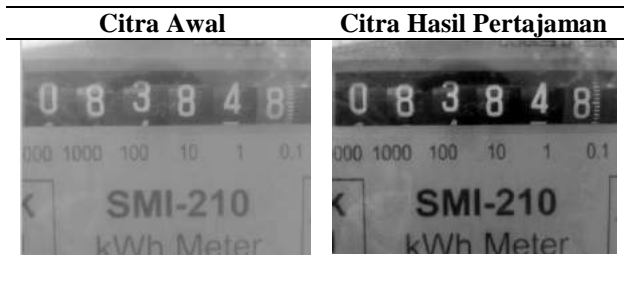
Pertajaman citra dapat dilakukan dengan melakukan pemetaan ulang terhadap nilai intensitas warna asal dengan melakukan penyesuaian nilai intensitas asal yang terletak antara interval nilai awal ke rentang nilai yang baru yang dispesifikasi sehingga dapat meningkatkan kontras. Hasil transformasi ruang warna HSV diatur ulang dan disesuaikan nilainya menjadi citra luaran yang lebih tajam dan jelas batas antar objek di dalam nya terutama karakter angka yang merepresentasikan besaran penggunaan listrik oleh konsumen. Gambar 3 berikut adalah diagram alir penelitian penerapan transformasi ruang warna untuk pertajaman kualitas citra.

3. Hasil dan Pembahasan

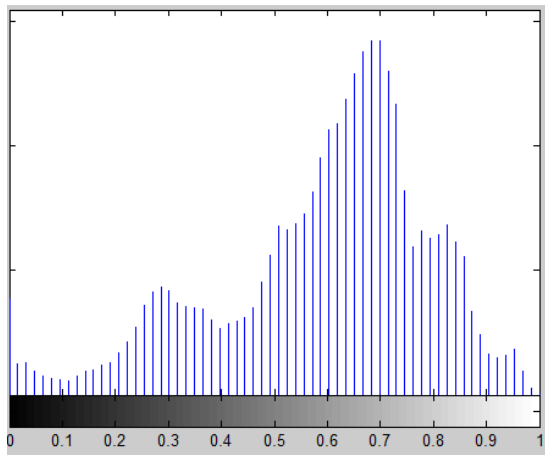
Metode transformasi ruang warna RGB ke HSV dan peregangannya nilai intensitas diimplementasikan dalam sebuah prototipe aplikasi dan diujikan dengan data set hasil akuisisi yang terdiri dari 10 (sepuluh) citra dengan sampel hasil seperti pada Tabel 1 berikut,

Tabel 1. Hasil Uji Coba

Citra Awal	Citra Hasil Pertajaman



(a)



(b)

Gambar 4. Histogram Warna Citra
(a) Sebelum Pertajaman (b) Hasil Pertajaman

Histogram warna hasil pertajaman lebih merata dengan interval nilai intensitas yang lebih renggang dan berdampak pada pelebaran kontras seperti terlihat pada gambar di Tabel 1.

Untuk menguji kualitas citra hasil pertajaman, citra tersebut digunakan sebagai input untuk segmentasi karakter angka dengan suatu metode dan diperoleh hasil hingga 100% dengan sampel hasil segmentasi

dari gambar ke-3 dari tabel 1 adalah seperti pada Gambar 5 berikut,



Gambar 5. Sampel Citra Hasil Segmentasi

4. Kesimpulan

Pertajaman kualitas citra dengan melakukan transformasi ruang warna RGB ke HSV membuat penyesuaian terhadap nilai kontras intensitas warna dan teruji efektif berdampak pada peningkatan hasil segmentasi karakter angka pada citra hasil pertajaman dibandingkan sebelum pertajaman. Dari uji coba terhadap 10 (sepuluh) sampel data, diketahui 100% berhasil mempertajam citra dan meningkatkan hasil segmentasi karakter angka indikator konsumsi listrik yang tercatat dalam KWH meter hingga 100%. Hasil ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi pengenalan karakter angka dari citra hasil segmentasi tersebut pada penelitian yang akan datang.

Daftar Acuan

- [1] D.M. Oliveira, R.S. Cruz, and K. Bensebaa, "Automatic Numeric Characters Recognition of Kilowatt Hour Meter", Proceeding of the fifth International Conference on Signal Image Technology and Internet Base System IEEE, 2009.
- [2] M.R. Kim and D.S. Cho, "the design of the data processing using AHP in automatic meter reading system", Proceeding of International journal of computer science Issues, Vol. 10, Issue 1, 2013.
- [3] A. Sudiarmo and R.J. Merischaputri, "An automation of Electricity Usage Reading on Postpaid kWh Meter using Kohonen Type Artificial Neural Network", Proceeding of International Journal of Mining, Metallurgy & Mechanical Engineering (IJMMME) Vol. 1 Issue 4, 2013.
- [4] S. Puspasari, "Performing principal Component analysis for Numeric Character Segmentation on Kilo Watt Hour Meter Image", Proceeding of International Conference on Information & Communication Technology and System, Surabaya, 2014.
- [5] R.C Gonzales, Woods, R.E Eddins, *Digital Image Processing*, Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey, 2004.

Kode Makalah: A2-7

IMPLEMENTASI TRANSFORMATOR DENGAN KONEKSI D-Y PADA ANALISA ALIRAN DAYA HARMONISA DI SISTEM DISTRIBUSI RADIAL TIGA FASA UNTUK MEREDUKSI HARMONISA

Ribka Stephani¹, Yuli Prasetyo², Ontoseno Penangsang³ dan Rony Seto Wibowo⁴

1,2,3,4 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Arief Rachman Hakim Kampus ITS Keputih Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

E-mail: ribkastevani@yahoo.com¹, yuli.prasetyo12@mhs.ee.its.ac.id², zenno_379@yahoo.com³, rony@gmail.com⁴

Abstrak

Beban Non Linier dapat menyebabkan harmonisa arus yang tinggi pada sistem distribusi radial dan dapat berdampak pada kualitas daya yang dihasilkan sistem. Injeksi arus harmonisa pada sistem distribusi dapat menyebabkan rugi-rugi dan kerusakan pada peralatan. Oleh karena itu, diperlukan analisa aliran daya harmonisa untuk mengetahui besar (%THD) dan penyebaran harmonisa pada sistem kelistrikan. Penelitian ini akan menggabungkan dua metode yaitu analisa aliran daya harmonisa pada sistem radial dengan analisa aliran daya yang mempertimbangkan transformator dengan menggunakan metode *forward-backward sweep*. Dengan metode ini, analisis yang dilakukan mendekati sistem distribusi sesungguhnya dan memperoleh hasil analisis yang tepat karena telah mempertimbangkan harmonisa dan transformator pada proses analisis. Selain itu, cara ini dapat membuat transformator berperan sebagai penyalur daya listrik sekaligus mereduksi harmonisa yang terjadi pada sistem. Koneksi transformator yang digunakan adalah D-Y, sehingga harmonisa arus pada sistem dapat tereduksi.

Abstract

Non-linear loads will cause high harmonics current on radial distribution system that will also affect the power quality. Injection of harmonics in power distribution system cause losses in electricity distribution and damage the equipment. Therefore, the harmonic load flow analysis is needed to determine the transmission and THD% of harmonics in system. This research will combine the two methods of analysis radial harmonic load flow and load flow with the implementation of the transformer model used backward-forward sweep. With this method, it is expected that the power flow analysis will be more accurate, because harmonic and transformer have been considered. Thus, it is getting closer to the model of distribution systems in field conditions. Additionally, the transformer can serve to the flow of electrical power and at the same time can reduce harmonics that occur in the distribution system without adding any other equipment. The connection of D-Y transformer is used, so that the transformer can reduce the harmonic.

Keywords: Harmonic Load Flow, Transformer Model, Harmonic, Forward-Backward Sweep

1. Pendahuluan

Beban listrik terbagi menjadi dua jenis yaitu beban listrik linier (resistor, kapasitor, dan induktor) dan beban listrik non linier (komponen semikonduktor). Beban listrik non linier menghasilkan arus yang tidak sinusoidal meskipun sumber tegangan yang dipakai adalah gelombang sinusoidal murni. Setiap gelombang periodik yang tidak berbentuk sinus mengandung harmonisa[1]. Pertumbuhan penggunaan bahan semikonduktor oleh konsumen menyebabkan isu kualitas daya semakin meningkat, hal ini menyebabkan harmonisa menjadi fokus penelitian yang terus

berkembang dikalangan peneliti. Besar dan penyebaran harmonisa dapat diketahui pada proses distribusi dengan menggunakan analisis aliran daya harmonisa.

Metode analisa aliran daya harmonisa pada sistem distribusi radial yang saat ini dikembangkan yaitu *forward-backward sweep*. Mulanya, metode ini digunakan untuk melakukan analisis aliran daya radial tiga fasa pada sistem [2][3], kemudian dikembangkan dengan mempertimbangkan harmonisa agar perhitungan semakin akurat [4]. Selain harmonisa, salah satu elemen yang menentukan ketepatan analisis aliran daya adalah pemodelan transformator.

Hal yang menyebabkan transformator perlu untuk dipertimbangkan dalam proses analisa aliran daya radial [5] adalah:

- Keakuratan hasil akhir aliran daya dipengaruhi oleh variasi koneksi transformator.
- Asumsi bilangan kompleks untuk model *power load*, *PQ load*, dan komponen urutan nol dapat mengarahkan aliran daya menuju solusi yang akurat.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian kali ini akan dilakukan analisa aliran daya memperhitungkan harmonisa dan transformator. Hasil analisa ini akan digunakan untuk menentukan filter yang tepat untuk mereduksi harmonisa pada sistem distribusi kedepannya.

Transformator dengan hubungan belitan D-Y dapat digunakan untuk mereduksi harmonisa. Triplen harmonisa akan hilang (harmonisa urutan 0) karena harmonisa dari sisi beban tidak dapat keluar dari sisi primer, akibat berputar-putar pada belitan delta di sisi primer trafo.

2. Metode Penelitian

Metode analisa aliran daya distribusi radial yang populer dan saat ini sedang dikembangkan yaitu *forward-backward sweep*. Metode ini merupakan perhitungan tegangan di setiap bus saluran distribusi dengan menghitung arus injeksi pada setiap cabang, mulai dari beban paling ujung hingga *infinite*. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menghitung drop tegangan yang terjadi pada setiap cabang saluran sehingga diperoleh nilai tegangan di tiap bus. Metode *forward-backward sweep* dapat digunakan untuk studi aliran daya harmonisa sistem distribusi satu fasa, tiga fasa seimbang, dan tiga fasa tak seimbang. Berikut adalah tahapan metode *forward-backward sweep* :

2.1.1. Arus Injeksi

Pada sistem distribusi, persamaan arus injeksi diperoleh dari hubungan daya kompleks dan tegangan di tiap bus, berikut ini adalah persamaan untuk arus injeksi

$$S_i = P_i + jQ_i \quad (1)$$

$$I_i^k = \left(\frac{S_i}{V_i^k} \right)^* \quad (2)$$

Di mana :

V_i^k = tegangan di bus i pada iterasi ke-k

I_i^k = arus injeksi pada bus i saat iterasi ke-k.

2.1.2. Backward Sweep

Metode ini mengasumsikan tegangan pada bagian akhir bus sebesar Arus beban pada bus ke-i dan iterasi ke-k:

$$I_{Li} = \left(\frac{S_{Li}}{V_i} \right)^* \quad (3)$$

$$I_i = I_{Li+1} + \Sigma \text{ arus pada cabang} \quad (4)$$

Tegangan pada bus ke-i dan iterasi ke-k

$$V_i^k = (V_{i+1})^k + Z_i^k * I_i^k \quad (5)$$

2.1.3. Forward Sweep

Setelah proses *backward sweep*, nilai drop tegangan pada setiap saluran dapat diperoleh dengan mengali nilai arus yang telah dihitung sebelumnya dengan nilai impedansi saluran:

$$I_{Li} = \left(\frac{S_{Li}}{V_i} \right)^* \quad (6)$$

Kemudian tegangan pada sisi penerima bagian akhir segmen di hitung sebagai berikut:

$$V_i^k = (V_{i+1})^k - Z_i^k * I_i^k \quad (7)$$

Proses perhitungan dilakukan berulang hingga mencapai konvergen. Kriteria konvergen yaitu berdasarkan:

$$V_i^k - V_{sp} \leq \epsilon \quad (8)$$

2.1.4. Analisa Aliran Daya Harmonisa Radial

Langkah awal untuk menghitung aliran daya harmonisa yaitu menghitung arus injeksi dari beban non linier yang diperoleh dari persamaan berikut :

$$I_{hi}^{(h)} = \frac{V_i^{(h)}}{Z_i^{(h)}} \quad (9)$$

Dimana :

$I_{hi}^{(h)}$: arus injeksi beban non linier pada bus i pada harmonisa orde h

$V_i^{(h)}$: tegangan harmonisa pada bus i harmonisa orde h

$Z_i^{(h)}$: impedansi ekivalen dari beban linier pada bus i harmonisa ke h

Vektor $[I^{(h)}]$ akan berukuran $(m+n) \times 1$, dimana m adalah sumber harmonisa dan n adalah beban non linier. Selanjutnya ditentukan vektor untuk sistem arus harmonisa yang melalui saluran i dan j . Koefisien vektor berisi 1 jika saluran dilewati arus harmonik dan berisi 0 jika saluran tidak dilewati arus harmonisa. Koefisien vektor tersebut dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$[A_{ij}^{(h),k}] = \begin{bmatrix} Ah_{ij}^{(h),k} \\ \dots \\ As_{ij}^{(h),k} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Dimana :

- $[A_{ij}^{(h),k}]$ = koefisien vektor arus harmonisa yang melewati saluran
- $[Ah_{ij}^{(h),k}]$ = koefisien vektor dari sumber harmonisa dan beban non linear
- $[As_{ij}^{(h),k}]$ = koefisien vektor *shunt* kapasitor

Vektor $[A^{(h)}]$ untuk sistem distribusi tersebut diperoleh menggunakan algoritma *backward*. Jumlah baris menyatakan jumlah saluran sedangkan jumlah kolom menyatakan jumlah dari beban non linier yang terpasang. Selanjutnya menentukan matrik [HA], yaitu matrik hubungan antara vektor tegangan bus dengan sistem arus harmonisa. Matrik [HA] di atas dapat dibagi lagi menjadi dua, yaitu matrik $[HA_{sh}]$ dan matrik $[HA_{ss}]$ masing-masing merupakan koefisien bus yang mengandung sumber harmonisa dan beban *shunt* kapasitor.

Langkah selanjutnya mencari $[Ih^{(h)}]$ untuk menghitung nilai tegangan harmonisa. Nilai [HA] dan nilai $[I^{(h),k}]$, maka diperoleh nilai :

$$[V^{(h)}] = [HA^{(h)}][I^{(h)}] \quad (11)$$

Dimana :

$[V^{(h)}]$ = nilai tegangan harmonisa pada orde ke h
 Arus saluran dari sistem arus harmonisa, diperoleh dari persamaan berikut :

$$[B_{ij}^{(h),k}] = [A_{ij}^{(h),k}] [I^{(h),k}] \quad (12)$$

Drop tegangan dari vektor harmonisa, diperoleh dari persamaan berikut:

$$\Delta V_{ij}^{(h),k} = Z_{ij}^{(h)} [A_{ij}^{(h),k}] [I^{(h),k}] \quad (13)$$

Dilakukan beberapa kali iterasi untuk tiap ordenya hingga didapatkan nilai akhir dengan *error* minimum. Kriteria yang dipergunakan yaitu :

$$[V_i^{(h),k+1} - V_i^{(h),k}] \leq Error, \quad (14)$$

Nilai *error* merupakan nilai toleransi yang telah ditentukan untuk tiap tegangan harmonisa pada bus *i* dan orde harmonisa ke *h*.

2.1.5. Analisa Aliran Daya dengan Implementasi Transformator

Pemodelan Transformator dilakukan sebagai berikut yaitu nilai admitansi transformator dibentuk dalam sebuah matrik Yt. Matrik Yt memiliki ukuran 6x6 dan terdiri dari matrik Ypp, Yps, Ysp, dan Yss.

$$[Yt] = \begin{bmatrix} y_{pp} & y_{ps} \\ y_{sp} & y_{ss} \end{bmatrix} \quad (15)$$

- Ypp = admintansi belitan primer – primer
 - Yss = admintansi belitan sekunder – sekunder
 - Yps = admintansi belitan primer – sekunder
 - Ysp = admintansi belitan sekunder – primer
- Dimana nilai matrik Ypp, Yps, Ysp dan Yss didapatkan dari tabel berikut ini :

Table 1. Submatrik Yt untuk Transformator Step-Down

Hubungan Belitan		Admitansi Sendiri		Admitansi Bersama	
Primer	Sekunder	Ypp	Yss	Yps	Ysp
Yg	Yg	Y _I	Y _I	-Y _I	-Y _I
Yg	Y	Y _{II}	Y _{II}	-Y _{II}	-Y _{II} ^T
Yg	Δ	Y _I	Y _{II}	Y _{III}	Y _{III} ^T
Y	Yg	Y _{II}	Y _{II}	-Y _{II}	-Y _{II}
Y	Y	Y _{II}	Y _{II}	-Y _{II}	-Y _{II} ^T
Y	Δ	Y _{II}	Y _{II}	Y _{III}	Y _{III} ^T
Δ	Yg	Y _{II}	Y _I	Y _{III}	Y _{III} ^T
Δ	Y	Y _{II}	Y _{II}	Y _{III}	Y _{III} ^T
Δ	Δ	Y _{II}	Y _{II}	-Y _{II}	-Y _{II}

Dimana :

- Yg = Belitan transformator hubungan Y yang diketanahkan
- Y = Belitan transformator hubungan Y
- Δ = Belitan transformator hubungan Δ

Nilai Y_I, Y_{II} dan Y_{III} didapatkan dari persamaan matrik berikut ini :

$$[Y_I] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} y_t \quad (16)$$

$$[Y_{II}] = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} y_t \quad (17)$$

$$[Y_{III}] = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} y_t \quad (18)$$

$$[Y_m^T] = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} y_t \tag{19}$$

Dimana :
 yt = admittansi transformator dalam per unit (pu)

Matrik Yt dapat digunakan untuk menghitung nilai arus dan tegangan pada sisi primer dan sekunder transformator. Seperti ditunjukkan pada persamaan matrik berikut ini :

$$\begin{bmatrix} I_p \\ I_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{pp} & y_{ps} \\ y_{sp} & y_{ss} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_p \\ V_s \end{bmatrix} \tag{20}$$

Sehingga dalam analisis aliran daya metode *backward*, untuk mendapatkan nilai tegangan primer (Vp) dan arus primer (Ip) menggunakan persamaan :

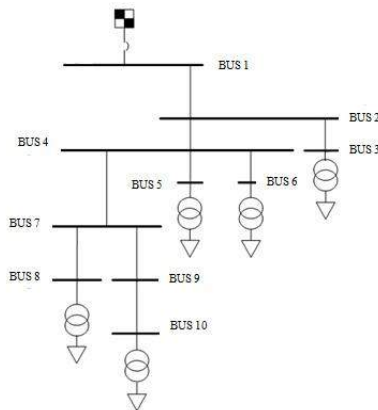
$$V_p = Y_{SP}^{-1} (I_s - Y_{SS} V_s) \tag{21}$$

$$I_p = Y_{pp} V_p + Y_{ps} V_s \tag{22}$$

Pada metode *forward*, nilai tegangan primer (Vp) dan arus sekunder (Is) transformator yang didapatkan dari metode *backward* digunakan untuk menghitung nilai tegangan sekunder (Vs). Seperti ditunjukkan pada persamaan :

$$V_s = Y_{SS}^{-1} (I_s - Y_{SP} V_p) \tag{23}$$

Plan yang akan dipergunakan adalah salah satu penyulang di Surabaya yaitu penyulang Kaliasin. Berikut adalah gambar *single line* diagram peyulang kaliasin :



Gambar 1. Single Line Diagram Kaliasin

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perbandingan Perhitungan Metode Forward-Backward Sweep dengan Newton Raphson

Hasil simulasi analisa aliran daya harmonik dengan mempertimbangkan transformator menggunakan metode *Forward-Backward Sweep*, ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Arus Harmonisa Menggunakan Perhitungan Metode *Forward-Backward Sweep*

Primer	3	5	7	9	11	13	15
Bus 3	0	23.5829	6.096	0	4.58	4.211	0
Bus 5	0	23.573	6.0937	0	4.58	4.209	0
Bus 6	0	23.6	6.1	0	4.5856	4.214	0
Bus 8	0	23.576	6.0946	0	4.58	4.21	0
Bus 10	0	23.907	6.18	0	4.645	4.269	0
Sekunder	3	5	7	9	11	13	15
Bus 11	12.627	23.52	6.08	5.12	4.57	4.2	1.8
Bus 12	12.627	23.52	6.08	5.12	4.57	4.2	1.8
Bus 13	12.6269	23.52	6.079	5.119	4.569	4.2	1.8
Bus 14	12.6269	23.519	6.079	5.119	4.569	4.2	1.8
Bus 15	12.627	23.52	6.079	5.12	4.57	4.2	1.8

Data yang diambil adalah arus harmonisa yang mengalir pada bus di sisi primer dan sisi sekunder transformator. Sebagai perbandingan untuk menguji keakuratan metode diatas dilakukan simulasi aliran daya harmonisa dengan metode *Newton Raphson* menggunakan software ETAP yaitu ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Harmonisa Arus Menggunakan Metode *Newton Raphson*

Primer :	3	5	7	9	11	13	15
Bus 3	0	22.9131	5.92312	0	4.45208	4.09163	0
Bus 5	0	22.9505	5.93277	0	4.45934	4.0983	0
Bus 6	0	23.0168	5.94991	0	4.47222	4.11013	0
Bus 8	0	22.9492	5.93245	0	4.4591	4.09808	0
Bus 10	0	23.2161	6.00144	0	4.51095	4.14573	0
Sekunder :	3	5	7	9	11	13	15
Bus 11	12.3012	22.9131	5.92312	4.98789	4.45208	4.09163	1.75355
Bus 12	12.3212	22.9505	5.93277	4.99602	4.45934	4.0983	1.75641
Bus 13	12.3568	23.0168	5.94991	5.01045	4.47222	4.11013	1.76149
Bus 14	12.3206	22.9492	5.93245	4.99575	4.4591	4.09808	1.75632
Bus 15	12.4638	23.2161	6.00144	5.05384	4.51095	4.14573	1.77674

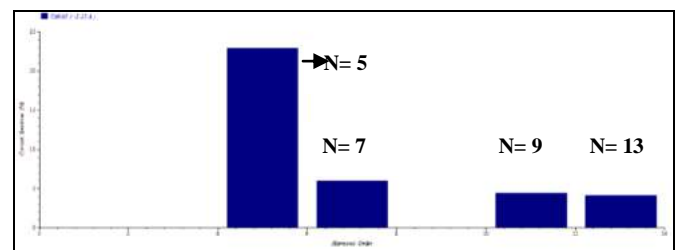
Tabel 4 Perbandingan % ITHD Metode *Newton Raphson* dan *Forward-Backward Sweep*

%ITHD Primer		
Newton Raphson	Forward-Backward	%Error
24.64	25.14	2.0
24.7	25.13	1.7
24.47	25.16	2.8
24.75	25.13	1.5
24.75	25.49	3.0
%ITHD Sekunder		
Newton Raphson	Forward-Backward	%Error
27.86	28.59	2.6
27.90	28.59	2.5
27.98	28.59	2.2
27.90	28.59	2.5
28.22	28.59	1.3

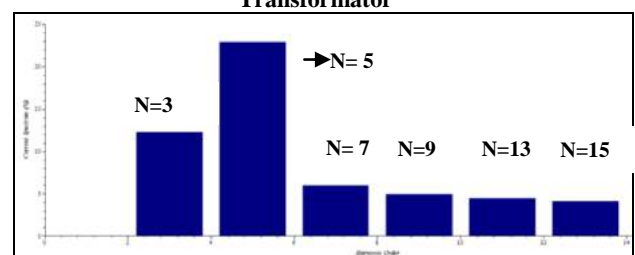
Bila dibandingkan antara Tabel 2 dan Tabel 3 diperoleh nilai arus yang mengalir pada bus di sisi primer dan sekunder transformator, antara metode *Newton Raphson* dan *Forward-Backward Sweep* hampir mendekati. Hal ini terangkum lebih jelas pada Tabel IV, dimana %error rata-rata ITHD% sebesar 2,21%. Nilai error adalah perbandingan tingkat akurasi metode *forward-backward sweep* dengan metode *Newton Raphson* pada software ETAP.

Nilai rata-rata error yang kecil menunjukkan perhitungan yang telah dirancang cukup handal, sehingga dapat dipergunakan untuk melakukan analisa aliran daya harmonik yang telah mempertimbangkan tranformator didalamnya.

3.2. Transformator mereduksi ITHD di sisi Primer
 Transformator dengan rangkaian D-Y dapat mereduksi harmonisa kelipatan ketiga yaitu orde 3,9,15, dsb. Hal ini disebabkan harmonisa urutan ketiga berputar di rangkaian delta sehingga harmonik orde ini tidak diteruskan ke bus di sisi primer.



Gambar 2. Triplen Harmonik Tereeduksi di Sisi Primer Transformator



Gambar 3. Harmonik di Sisi Sekunder Transformator

Gambar 2 merupakan spektrum harmonisa arus yang mengalir di sisi primer transformator dan gambar 3

merupakan spektrum harmonisa di sisi beban. Orde harmonisa ke 3 dan 11 yang merupakan harmonisa urutan ketiga hilang akibat berputar pada rangkaian delta bagian primer (perhatikan gambar 2). Hal ini membuktikan penggunaan transformator dengan rangkaian D-Y dapat mereduksi harmonisa.

4. Kesimpulan

- Metode *forward-backward sweep* terbukti dapat digunakan untuk menghitung aliran daya harmonisa dengan mempertimbangkan transformator. Perbedaan *error* rata-rata ITHD sebesar 2.21% bila dibandingkan metode *newton raphson* menggunakan simulasi ETAP
- Berdasarkan simulasi terbukti harmonisa urutan ketiga dapat direduksi dengan transformator dengan rangkaian D-Y.

5. Daftar Acuan

- [1]. Sankaran. "Power Quality". United States of America: CRC, 2002.
- [2]. Syaiin, Matt, "Handout Power Flow Analysis", PPNS-ITS, Surabaya, 2013.
- [3]. J.Nanda, M.S.Srinivas. M.Shma, S.S.Dev, dan L.L.Lai, "New Findings On Radial Distribution System Load Flow Algorithms", IEEE 2000.
- [4]. Pungki Priambodo, Ontoseno Penangsang, dan Rony Seto Wibowo, "Analisis Aliran Daya Tiga Fasa Tidak Seimbang Menggunakan Metode K-Matrik dan Z_{BR} pada Sistem Distribusi 20 kV Kota Surabaya", Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Juni 2013
- [5]. Mamdouh Abdel-Akher dan Karar Mahmoud, "Implementation of three-phase transformer model in radial load-flow analysis", Ain Shams Engineering Journal (2013) 4, 65–73, 2013.
- [6]. Akhmad Danyal, Ontoseno Penangsang, dan Dimas Anton Asfani, "Pemodelan Sistem Distribusi Radial Untuk Studi Aliran Daya Harmonisa Tiga Fasa", Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, (2013) 1-6, Surabaya 2013.

Kode Makalah: A3-9

PENGARUH PENAMBAHAN NATRIUM KHLORIDA TERHADAP PERUBAHAN ARUS LISTRIK DAN PENURUNAN KANDUNGAN POLUTAN TEMBAGA PADA PROSES ELEKTROKOAGULASI AIR LIMBAH INDUSTRI

Sutanto¹, Danang Widjajanto²^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta*E-mail : stanto09@gmail.com*

Abstrak

Salah satu metode pengolahan air limbah industri adalah menggunakan proses elektrokoagulasi yang umumnya dijalankan dengan arus listrik yang cukup terbatas, sehingga kemampuan penurunan polutan menjadi sangat rendah. Pada penelitian ini dibahas mengenai pengaruh penambahan Natrium Klorida terhadap perubahan arus listrik dan penurunan kandungan polutan Tembaga pada proses elektrokoagulasi air limbah industri. Penelitian dilakukan dengan mengalirkan 4,5 liter air limbah ke dalam bak elektrokoagulasi yang masing-masing telah diisi Natrium Klorida (NaCl) 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 dan 2,5 gram. Proses elektrokoagulasi untuk setiap percobaan dilakukan pada tegangan 12 V dengan interval waktu pengamatan 10 menit. Pengukuran perubahan arus listrik dilakukan dengan ampermeter dan analisis kandungan Tembaga dilakukan dengan AAS. Kondisi terbaik direkomendasikan pada penggunaan NaCl 1,5 gram, arus 1,0 A dan waktu proses 130 menit. Pada kondisi tersebut kandungan Tembaga dapat diturunkan dari 3,52 mg/L menjadi 0,86 mg/L atau setara dengan 75,57 %.

Abstract

One method of wastewater treatment industry is using electrocoagulation process. Generally electrocoagulation process is run with enough power limited, so that the ability to be very low pollutant reduction. In this study discussed on the effect of the addition of Sodium Chloride to changes in electrical current and a decrease in pollutant content of copper in the electrocoagulation process industrial waste water. The research was carried out by passing 4.5 liters of wastewater into the electrolysis bath which each have filled Sodium Chloride (NaCl) 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 grams. The Electrocoagulation process for each experiment was performed at a voltage of 12 V with a 10-minute observation time interval. Measurement of electric current carried out by ampermeter and Copper content analysis performed by AAS. The best conditions recommended the use of NaCl 1.5 g, 1.0 A the current and processing time of 130 minutes. In these conditions can be decreased from the copper content of 3.52 mg / L to 0.86 mg / L or equivalent to 75.57%.

Keywords: Waste water, pollutant of copper, sodium chlorida, electrocoagulation

1. Pendahuluan

Kadar Tembaga dan kekeruhan dalam air limbah sebelum dibuang ke lingkungan sebaiknya telah terkontrol sesuai dengan ambang batas yang aman. Berdasarkan Keputusan Menteri KLH No. Kep-03/MENKLH/II/1991 disebutkan bahwa kadar tembaga maksimum dalam air limbah adalah 1,0 mg/L. Bila kadar Tembaga melebihi 1,0 mg/L dan kekeruhan melebihi 25 NTU air limbah dibuang ke

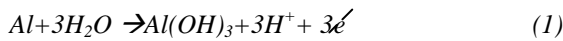
lingkungan, maka lingkungan akan mengalami gangguan kesetimbangan.

Menurut Ardhani (2007) untuk menjamin keamanan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan sebaiknya air tersebut telah diolah, sehingga bisa mendekati standard seperti yang dipersyaratkan oleh KLH tersebut. Bila ditemukan kadar tembaga dan tingkat kekeruhan air limbah melebihi, maka kadar tembaga dan kekeruhan harus diturunkan sampai memenuhi standar yang diijinkan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya

keracunan atau akibat lain yang berdampak negatif bagi lingkungan sekitarnya[1].

Salah satu metoda penanganan polutan dalam air limbah yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah penerapan prinsip elektrolisis yang dikenal sebagai proses elektrokoagulasi. Dalam metoda ini digunakan anoda dari aluminium dan katoda dari bahan karbon bekas baterai. Dengan mempertimbangkan bahwa karbon bekas baterai mudah diperoleh dari lingkungan sekitar dan bersifat inert dan harganya relatif murah (pemanfaatan kembali barang buangan). Jika elektrokoagulasi menggunakan anoda dari aluminium dan katoda dari karbon, maka reaksi yang terjadi dapat dijelaskan sebagai berikut (Carmona,2006)[2]:

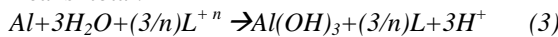
Anoda (aluminium atau Al):



Katoda (bahan inert karbon atau C):

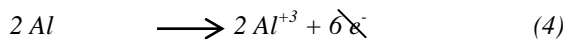


Reaksi total:

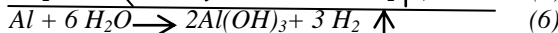
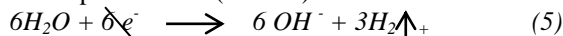


Dari Pers.(3) nampak bahwa proses elektrokoagulasi mampu menghasilkan senyawa koagulan Al(OH)₃ yang bersifat mudah membentuk gumpalan atau flok dan mengikat logam yang telah dinetralkan, sehingga mudah diendapkan pada dasar bak proses.

Sedangkan kalau proses elektrokoagulasi dilakukan dengan anoda dan katoda dari bahan aluminium, maka mekanisme reaksi dapat dijelaskan sebagai berikut: reaksi pada anoda (oksidasi):



reaksi pada katoda (reduksi):



Dari Pers.(6) nampak terbentuk Al(OH)₃ yang berperan sebagai bahan koagulan, sehingga akan memudahkan polutan dalam air terperangkap membentuk flok atau gumpalan yang mudah terendapkan. Prinsip kerja proses elektrokoagulasi yang dijalankan dengan anoda aluminium dan katoda dari bahan karbon dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk keperluan perancangan yang berhubungan dengan pembentukan ion logam Al⁺³ dalam proses elektrokoagulasi dibutuhkan persamaan-persamaan perancangan Chen dkk (2007)[3]. Bila proses dilakukan secara kontinyu, maka persamaan waktu tinggal air dalam bejana adalah:

$$t = (s)(A)/Q \quad (7)$$

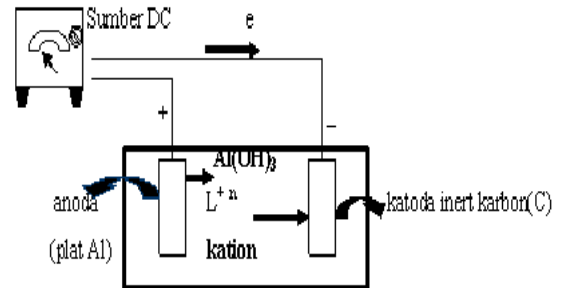
dengan:

t: waktu tinggal air limbah dalam bejana (det)

A: luas penampang bejana (cm²)

Q : debit air limbah (cm³/det)

S: tinggi bejana (cm)



Gambar 1. Prinsip kerja proses elektrokoagulasi

Persamaan untuk waktu proses elektrokoagulasi menurut hukum Faraday pertama adalah:

$$t = [(96.500)(m)(n)]/[ar(I)] \quad (8)$$

dengan:

t : waktu proses (det)

m : massa Al⁺³ yang dilepaskan oleh anoda (gram)

n : perubahan bilangan oksidasi

ar : massa atom relatif

I : arus listrik (amper)

Jika Pers. (7) dimasukkan ke Pers. (8), maka didapat persamaan:

$$(s)(A)/Q = (96.500)(m)(n)/[ar(I)] \quad (9)$$

Sehingga persamaan untuk massa ion logam Al⁺³ yang dihasilkan selama proses elektrokoagulasi adalah:

$$m = (s)(A)(ar)(I)/[(Q)(96.500)(n)] \quad (10)$$

Harga n (perubahan bilangan oksidasi Al) dan ar (massa atom relatif Al), dalam hal ini n =3 dan ar = 27. Berdasarkan Pers. (10) dapat dijelaskan jika arus yang digunakan pada proses elektrokoagulasi semakin besar, maka terbentuknya Al(OH)₃ semakin banyak. Akibatnya persediaan bahan koagulan Al(OH)₃ menjadi semakin meningkat, sehingga kesempatan dan kesempatan untuk mengendapkan polutan dalam air limbah menjadi semakin meningkat pula. Menurut hukum Ohm, persamaan arus listrik (I) dinyatakan sebagai:

$$I = V/R \quad (11)$$

dengan V: tegangan sumber [Volt], R: tahanan, [Ohm]. Sedangkan persamaan untuk tahanan adalah:

$$R = \rho(L/A) \quad (12)$$

dengan ρ : tahanan jenis [ohm.m], L: panjang penghantar [m], A: luas penampang lintang penghantar [m²].

Sehingga:

$$I = (VA) / (\rho L) \tag{13}$$

Jika Pers. (13) dimasukkan ke Pers. (10), maka didapat persamaan:

$$m = (s)(a)(ar)(VA) / [(\rho LQ)(96.500)(n)] \tag{14}$$

Harga n (perubahan bilangan oksidasi Al) dan ar (massa atom relatif Al), dalam hal ini n =3 dan ar = 27. Berdasarkan Pers. (10) dapat dijelaskan jika arus yang digunakan pada proses elektrokoagulasi semakin besar, maka terbentuknya Al(OH)₃ semakin banyak. Akibatnya persediaan bahan koagulan Al(OH)₃ menjadi semakin meningkat, sehingga kecepatan dan kesempatan untuk mengendapkan polutan dalam air limbah menjadi semakin meningkat pula.

Bila dianggap larutan antara dua elektroda dalam sel elektrokoagulasi sebagai panjang penghantar (L) dan luas permukaan elektroda sebagai luas penampang penghantar (A), maka berdasarkan Pers. (14) dapat diperkirakan bahwa jumlah ion Al⁺³ atau pembentukan Al(OH)₃ semakin bertambah banyak pada saat penampang elektroda diperbesar atau jarak antara elektroda diperpendek. Dengan demikian proses penurunan polutan dalam air limbah berlangsung lebih cepat. Salah satu pilihan yang dapat dilakukan adalah memperbanyak jumlah karbon dari baterai bekas, sehingga luas penampang permukaan menjadi semakin bertambah besar dan mempertahankan jarak antara anoda dan katoda. Pada proses elektrokoagulasi dapat ditambahkan NaCl untuk memperbesar penguraian Al terlarut. Pada penelitian yang dilakukan dengan konsentrasi NaCl 0,5 gr/L, kecepatan pengadukan 180 rpm dan waktu tinggal 55 detik, dapat menghilangkan TSS 98,98%, Detergen 90,08%, minyak dan lemak 84,10 %, total Phosphat 62,88% dan kekeruhan 96,30%.

Sedangkan jika tidak menggunakan NaCl, kecepatan pengadukan 180 rpm dan waktu tinggal 55 detik, maka pengurangan TSS 98,94%, Detergen 86,92%, minyak dan lemak 31,80%, total Phosphat 25,34% dan kekeruhan 98,70% (Agustin dkk, 2008)[4].

Penambahan NaCl dimaksudkan untuk meningkatkan daya hantar listrik atau menurunkan tahanan jenis larutan. Jika tahanan jenis turun, maka arus listrik yang mengalir menjadi semakin meningkat atau semakin membesar. Dengan demikian pembentuksn koagulan Al(OH)₃ semakin banyak, sehingga proses penurunan polutan logam dan kekeruhan dalam air limbah semakin meningkat.

Pada penelitian proses elektrokoagulasi dengan penambahan garam dapur (NaCl) 740 mg/L dapat menurunkan *chemical oxygen demand* (COD) sampai

98 % dan *total suspended solid* (TSS) sampai 93%. Pada proses tersebut digunakan elektroda dari besi (Fe), pH awal 6,5, rapat arus 8 mA/ cm² dan daya 2,4 Wh (Thirugnanashambandam dkk, 2013)[5].

Penggunaan elektrolit dari garam dapur (NaCl) pada proses elektrokoagulasi pernah juga digunakan untuk menghilangkan *algae* (ganggang). Pada proses elektrokoagulasi tersebut digunakan Aluminium sebagai elektroda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penghilangan *algae* dapat mencapai 99,8 % sampai 100 % (Gao dkk, 2010)[6].

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan Elektroda dan NaCl

Eektroda dibuat dari bahan aluminium jenis HTC 16-35 dan NaCl yang digunakan adalah garam dapur yang tersedia dipasaran bebas.

2.2. Air Limbah

Air limbah yang diproses berasal dari industri pembuat barang elektronik dengan kondisi fisik dan kimia seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

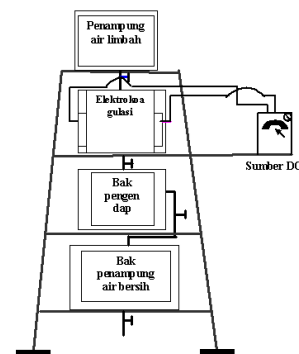
2.3. Alat Pendukung

Alat pendukung terdiri atas pompa air, avometer, stabilizer, detektor ion logam, turbidimeter, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan kabel penghantar listrik.

Tabel 1. Kondisi fisik dan kimia air limbah industri

Parameter	Hasil pengukuran
Tembaga (Cu)	3,52 mg/l
Aluminium (Al)	Tidak terdeteksi
Khrom (Cr)	Tidak terdeteksi
Besi (Fe)	1,21 mg/l
pH (derajat keasaman)	7,64
Kekeruhan	44,10 NTU
Minyak dan lemak	27 mg/L

2.4. Rangkaian Alat Penelitian



Gambar 2. Rangkaian alat penelitian

Rangkaian alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Alat proses terdiri atas sumber DC, avometer, bak penampung air limbah, bak proses elektrokoagulasi, bak pengendap kotoran dan bak penampung air hasil olahan. Bak penampung air limbah berukuran panjang 40 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. Bak proses elektrokoagulasi berbentuk persegi tersusun atas tiga sel. Masing-masing sel berukuran lebar 5 cm, panjang 20 cm dan tinggi 25 cm yang dilengkapi anoda dan katoda dari bahan aluminium masing-masing berukuran lebar 7 cm dan panjang 10 cm. Jarak antara anoda dan katoda 5 cm. Bak pengendap kotoran berbentuk persegi dengan ukuran tinggi 50 cm, panjang 50 cm dan lebar 50 cm. Bak penampung air hasil olahan berbentuk kubus dengan panjang sisi 50 cm.

2.2. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengalirkan air limbah dari bak penampung sebanyak 4,5 liter ke bak elektrokoagulasi yang telah diisi NaCl sebanyak 0,5 gram. Sumber DC dihidupkan pada tegangan 12 V dan diukur arusnya setelah proses berjalan 10 menit. Sumber DC dimatikan dan air dari bak elektrokoagulasi dialirkan ke dalam bak pengendap untuk memisahkan kotoran. Selanjutnya dilakukan analisis kandungan Tembaga yang ada dalam air hasil olahan dengan AAS. Pengamatan ulang dilakukan dengan waktu 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130 dan 140 menit dan seterusnya. Untuk penelitian berikutnya digunakan NaCl 1,0, 1,5, 2,0 dan 2,5 gram.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil pengukuran arus listrik (A)

Wkt(men.)	NaCl 0,5g	NaCl 1,0 g	NaCl 1,5g	NaCl 2,0g	NaCl 2,5g
0	0,21	0,75	1,1	1,5	2,0
10	0,21	0,75	1,1	1,5	2,0
20	0,21	0,75	1,1	1,5	2,0
30	0,21	0,75	1,1	1,5	2,0
40	0,21	0,75	1,1	1,5	2,0
50	0,21	0,75	1,1	1,5	2,0
60	0,20	0,75	1,1	1,5	2,0
70	0,20	0,75	1,1	1,5	2,0
80	0,20	0,75	1,1	1,5	2,0
90	0,20	0,74	1,1	1,5	2,0
100	0,20	0,74	1,1	1,5	2,0
110	0,19	0,75	1,1	1,5	2,0
120	0,19	0,74	1,1	1,5	2,0
130	0,19	0,74	1,0	1,5	2,0
140	0,19	0,74	1,0	1,4	2,0

Hasil penelitian untuk pengaruh perubahan berat Natrium Klorida terhadap arus listrik dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan hasil penelitian untuk

pengaruh perubahan berat Natrium Klorida terhadap penurunan kandungan Tembaga dalam air limbah dapat dilihat pada tabel 3. Berdasarkan Tabel 2, nampak terjadi peningkatan arus listrik pada saat penambahan Natrium Klorida (NaCl) kedalam air limbah semakin ditingkatkan beratnya. Gejala ini selalu berulang untuk berbagai waktu pengamatan. Sebagai salah satu contoh bahasan dapat ditunjukkan bahwa pada awal penelitian arus yang terukur adalah 0,21 A dengan berat NaCl 0,5 g. Akan tetapi jika berat NaCl ditingkatkan menjadi 1,0, 1,5, 2,0 dan 2,5 g, maka arus yang terukur meningkat masing-masing menjadi 0,75, 1,1, 1,5 dan 2,0 A.

Tabel 3. Hasil pengukuran kandungan Tembaga (mg/L)

Wkt (men.)	NaCl 0,5 g	NaCl 1,0 g	NaCl 1,5 g	NaCl 2,0 g	NaCl 2,5 g
0	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52
10	3,46	3,31	3,20	3,12	3,00
20	3,21	3,19	3,13	3,01	2,89
30	3,19	3,15	2,92	2,82	2,68
40	3,00	2,91	2,81	2,73	2,57
50	2,89	2,78	2,68	2,46	2,24
60	2,57	2,41	2,32	2,10	2,01
70	2,32	2,21	2,01	1,82	1,76
80	2,11	2,01	1,91	1,67	1,58
90	2,00	2,12	1,86	1,42	1,27
100	1,89	1,78	1,54	1,21	1,02
110	1,67	1,42	1,32	1,01	0,87
120	1,47	1,30	1,11	0,89	0,65
130	1,25	1,11	0,86	0,67	0,45
140	1,17	1,02	0,56	0,43	0,23

Terjadinya peningkatan arus listrik merupakan akibat dari penurunan tahanan larutan. Karena berdasarkan hukum Ohm arus berbanding terbalik dengan tahananannya. Jika hukum tersebut dianggap dapat berlaku dalam larutan, maka pada saat tahanan larutan mengecil akan terjadi peningkatan aliran arus listrik dalam larutan. Proses penurunan tahanan larutan terjadi ketika ada penambahan NaCl kedalam air limbah. Karena NaCl bersifat elektrolit kuat yang akan terionisasi mendekati sempurna, sehingga mampu memperbesar daya hantar listrik atau menurunkan tahanan larutan. Dengan demikian arus yang mengalir menjadi semakin membesar ketika air limbah ditambah garam dapur (NaCl). Secara umum arus yang mengalir dalam larutan sampai dengan waktu proses 50 menit cukup stabil. Sedangkan arus mulai menurun dari 0,21 A menjadi 0,20 A untuk penggunaan berat NaCl 0,5 g, setelah proses berlangsung selama 60 menit. Sedangkan pada penggunaan NaCl 1,0 g, terjadi penurunan arus dari 0,75A menjadi 0,74 A setelah proses berlangsung selama 90 menit. Untuk penggunaan NaCl 1,5 g terjadi penurunan arus dari 1,1 A menjadi 1,0 A, setelah proses berlangsung selama

130 menit. Untuk penggunaan NaCl 2,0 g terjadi penurunan arus dari 1,5 A menjadi 1,4 A, setelah proses berlangsung 140 menit.

Akan tetapi untuk penggunaan NaCl 2,5 g, tidak pernah terjadi penurunan arus. Dalam hal ini arus yang mengalir sampai waktu proses 140 menit tetap bertahan atau sebesar 2,0 A. Terjadinya penurunan arus diperkirakan adanya pengurangan jumlah anion atau kation dari NaCl akibat dari proses elektrokoagulasi. Dengan demikian tahanan larutan akan meningkat dan akan berpengaruh pada penurunan kemampuan penghantaran arus listrik atau penurunan arus listrik yang mengalir dalam larutan.

Berdasarkan Tabel 3, nampak terjadi penurunan kandungan Tembaga dalam air limbah pada saat pemakaian berat NaCl ditingkatkan. Hal ini dapat dibuktikan bahwa pada penggunaan NaCl 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 dan 2,5 gram dengan waktu proses 30 menit, terlihat ada penurunan kandungan Tembaga berturut-turut dari 3,19 mg/L menjadi 3,15, 2,92, 2,80 mg/L dan akhirnya menjadi 2,68 mg/L. Hal ini membuktikan bahwa penambahan NaCl ke dalam air limbah dapat menyebabkan terjadinya perbaikan daya hantar listrik larutan.

Semakin banyak NaCl yang ditambahkan akan berakibat pada peningkatan daya hantar listrik atau penurunan tahanan jenis larutan. Jika tahanan jenis larutan menurun, maka tahanan larutan juga akan ikut berkurang sehingga arus listrik yang mengalir menjadi semakin besar. Dengan arus yang semakin membesar akan berakibat pada peningkatan pembentukan ion Al^{+3} yang siap bereaksi dengan ion OH^- membentuk koagulan $Al(OH)_3$. Dengan semakin tingginya kuantitas pembentukan $Al(OH)_3$ akan mempercepat proses adsorpsi polutan Tembaga membentuk flok yang mudah diendapkan. Oleh karena itu kandungan Tembaga akan semakin berkurang dengan ditingkatkannya berat NaCl kedalam air limbah.

Demikian juga penurunan kandungan Tembaga dalam air limbah menjadi semakin cepat pada saat proses elektrokoagulasi dijalankan dengan waktu yang semakin lama. Sebagai salah satu contoh pembuktian dapat ditunjukkan pada penggunaan NaCl 1,5 gram. Dalam hal ini kandungan Tembaga pada awal proses adalah 3,52 mg/L, akan tetapi setelah proses berlangsung selama 30 menit terjadi penurunan kandungan Tembaga menjadi 2,92 mg/L. Dengan waktu proses yang semakin meningkat menyebabkan terjadinya peningkatan ion Al^{+3} yang bereaksi dengan ion OH^- membentuk koagulan $Al(OH)_3$ yang mudah mengadsorpsi polutan Tembaga dalam air membentuk flok yang siap diendapkan. Dengan demikian kandungan Tembaga makin lama akan semakin berkurang atau semakin menurun ketika proses

elektrokoagulasi dijalankan dengan waktu proses yang semakin lama.

Sesuai dengan Keputusan Menteri KLH No.Kep-03/MENKLH/II/1991 disebutkan bahwa kandungan maksimum Tembaga dalam air limbah yang diijinkan adalah 1,0 mg/L. Berdasarkan Tabel 3, dibutuhkan berat NaCl minimum 1,5 gram untuk memulai penurunan kandungan Tembaga kurang dari 1,0 mg/L dengan waktu proses minimum 130 menit. Pada kondisi tersebut kandungan Tembaga telah mencapai 0,86 mg/L atau setara dengan 75,57 %. Sedangkan untuk penggunaan NaCl 0,5 dan 1,0 g sampai dengan waktu proses 140 menit belum dapat berhasil menurunkan kandungan Tembaga dalam air limbah mencapai 1 mg/L atau kurang dari 1 mg/L. Untuk penggunaan NaCl 2,0 dan 2,5 gram sudah mampu menurunkan kandungan Tembaga dibawah 1,0 mg/L.

Waktu proses yang dibutuhkan oleh NaCl 2,0 g untuk menurunkan kandungan Tembaga dari 3,52 mg/L menjadi 0,89 mg/L atau setara dengan 74,72 % adalah 120 menit. Sedangkan waktu proses yang dibutuhkan oleh NaCl 2,5 g untuk menurunkan kandungan Tembaga dari 3,52 mg/L menjadi 0,87 mg/L atau setara dengan 75,28 % adalah 110 menit.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan Natrium Klorida (NaCl) dalam air limbah dapat meningkatkan arus listrik dan menurunkan kandungan Tembaga dalam air limbah. Kondisi terbaik diperoleh pada penggunaan berat NaCl 1,5 g, waktu proses 130 menit dan arus 1,0 A. Pada kondisi tersebut kandungan Tembaga dapat diturunkan dari 3,52 mg/L menjadi 0,86 mg/L atau setara dengan 75,57 %.

Daftar Acuan

- [1]. A.F. Ardhani, D. Ismawati, Penanganan Limbah Cair Rumah Pematangan Hewan dengan Metodel Elektrokoagulasi Makalah Penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas, Teknik Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.
- [2]. M.Carmona, M. Khemis, J.P. Leclerc, F. Lapicque, A Simple Model to Predict the Removal of Oil Suspensions from Water Using the Electrokoagulation Technique, Chemical Engineering Science, 61 (2006), pp. 1237 – 1246.
- [3]. X. Chen, G. Chen P.L. Yue, Separation of Pollutants from Restaurant Wastewater Electrocoagulation, Sep. Purif., Technol, 19(2007), pp.65-76
- [4]. M.B.Agustin, W.P. Sengpracha, W. Phutdhawong, Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent, Int.J. Environ. Res Public Health, 5(2008), p 179,

- [5]. K. Thirugnanashambandam,, V. Sivakumar, J.P. Maran, Optimization of Electrocoagulation to Treat Biologically Pretreated Bagasse Effluent". Journal of the Serbian Chemical Society, 78 (2014), pp.1-18.
- [6]. Gao,S., Yang, J., Tian, J., Ma, F., Tu, G., Du, M., Electro Coagulation Flotation Process for Algae Removal, Journal of Hazardous Materials, 177, Issues 1–3(2010), pp. 336–343,

Kode Makalah: A4-11

MODEL SISTEM SCADA NETWORK PADA SISTEM KONTROL PEMANAS AIR

Murie Dwiyaniti¹, Kendi Moro Nitisasmita²Teknik Elektro, Prodi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Siwabessy Kampus UI Depok^{1,2}E-mail: murie_dwiyaniti@yahoo.com¹, kendi.moro@elektro.pnj.ac.id²

Abstrak

Peranan *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) di dunia industri semakin vital seiring dengan kemampuan SCADA untuk memonitor dan mengontrol suatu proses yang lazimnya posisi *plant* dan panel kontrol berjauhan. Kondisi jarak jauh menyebabkan SCADA harus mampu berintegrasi dengan teknologi komunikasi digital, sehingga waktu dan tempat bukan lagi sebagai *constrain* (kendala) bagi sebuah sistem kontrol. Penggunaan jaringan LAN memungkinkan akses ke SCADA semakin luas. Luaran yang dihasilkan pada penelitian ini adalah model sistem jaringan yang terdiri dari dua komputer (*server* dan *client*) berbasis SCADA wonderware dan PLC M340 untuk mengontrol dan mengawasi proses kontrol pemanas air. Dengan menggunakan SCADA network, *plant* dapat termonitor dan terkontrol secara *real time*, data-data *plant* seperti sensor dan gangguan yang terjadi selama *plant* bekerja dapat dikumpulkan setiap waktu dalam bentuk grafik. Hal ini memudahkan pihak manajemen untuk menganalisa sistem dalam rangka memperbaiki kinerja sistem. Hasil penelitian ini, sistem kontrol pemanas air dapat termonitor dan terkontrol dengan baik melalui jaringan LAN. Transfer data cepat sekitar 100Mbps.

Abstract

Role of Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) in the industrialized world increasingly vital as SCADA capability to monitor and control a process that typically position the plant and the control panel apart. Conditions SCADA remote cause must be able to integrate with digital communication technology, so that time and place is no longer a constraint for a control system. The use of LAN network allows access to the SCADA increasingly widespread. Outputs generated in this study is a model of a network system consisting of two computers (servers and clients) based on Wonderware SCADA and PLC M340 to control and supervise the water heater control process. By using the SCADA network, the plant can be monitored and controlled in real time, data such as sensor plant and disturbance during plant work can be collected at any time in the form of graphs. This facilitates to analyze the system in order to improve system performance. The results of this study, water heating control system can be monitored and controlled through a LAN network. Fast data transfer around 100Mbps.

Keywords: SCADA, Heater, LAN, Network, Wonderware

1. Pendahuluan

Jaringan komunikasi (*communication networks*) harus dapat menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi. Salah satunya adalah dengan membangun atau mengkonversi komunikasi analog ke digital. Jaringan komunikasi digital digunakan sebagai penghubung dalam sebuah sistem SCADA (*supervisory control and data acquisition*), yaitu untuk menghubungkan komputer yang berfungsi sebagai pusat monitoring sistem automasi dan *database* dengan peralatan automasi misalnya PLC, kWh, inverter, dan lain-lain yang berada di lapangan (*field*). Lokasi antara

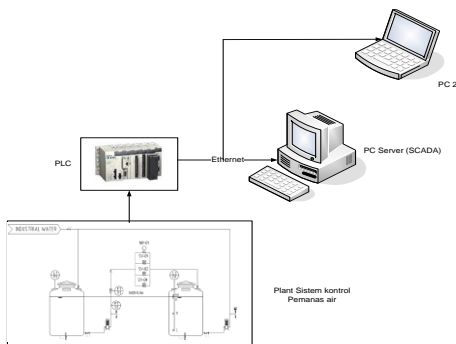
ruangan kontrol atau monitoring dengan *field* bisa dekat dan bisa juga berjauhan.

Komunikasi jaringan digital antara komputer (sistem SCADA) dengan PLC yang banyak digunakan adalah kabel serial RS 232 dan RS 485. Namun kabel serial tersebut hanya bisa digunakan untuk jarak pendek maksimum 15 meter. Alternatif lain agar komunikasi jaringan dapat dilakukan dengan jarak yang lebih jauh adalah menggunakan kabel Ethernet atau yang biasa disebut *local area networks* (LAN). Keuntungan penggunaan LAN antara lain, jarak komunikasi yang jauh, kecepatan transfer data yang tinggi, harga yang rendah dan minimum perawatan.

Penggunaan komunikasi jaringan LAN pada sistem SCADA tidaklah mudah karena banyak settingan komunikasinya. Hal terpenting yang harus dilakukan adalah menyamakan *ip address* antara PLC, dan PC. Dalam penelitian ini, dibuat sistem SCADA *network* yang terdiri dari dua komputer yang saling terhubung dalam suatu jaringan LAN untuk memonitor sistem kontrol pemanas air. Pengontrolan dan pengawasan sistem pemanas air dapat dilakukan dari kedua komputer tersebut. *Software* SCADA yang digunakan adalah *wonderware in touch v.10*, sedangkan PLC yang digunakan adalah M340 dari Schneider Electric.

2. Metode Penelitian

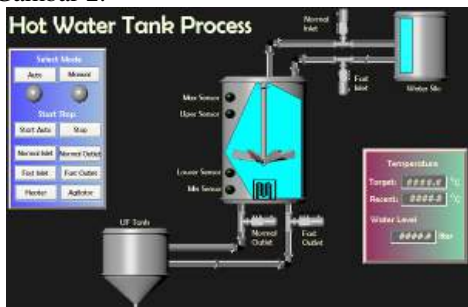
Langkah penelitian mengikuti model *Linier Sequential Model* (LSM) terdiri dari 4 tahap yang berulang. Tahap pertama menganalisa cara kerja sistem, tahap kedua pemrograman PLC, tahap ketiga disain *layout* SCADA, dan tahap keempat perancangan dan implementasi komunikasi *network*. Keempat tahapan akan berulang hingga sistem berfungsi sesuai yang direncanakan. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem

2.1 Tahap I, Identifikasi Sistem

Pada tahap pertama ini, yang dilakukan yaitu mempelajari cara kerja sistem, menentukan *input* dan *output* sistem baik digital maupun analog. Gambar *plant* sistem kontrol pemanas air otomatis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem kontrol pemanas air

Deskripsi kerja sistem kontrol pemanas air ada dua *mode* yaitu *mode auto* dan *mode manual*. Pada saat *mode manual*, masing-masing *output* seperti motor, agitator dan *heater* dapat dinyalakan dengan menekan masing-masing tombol ON motor, agitator dan heater. Hal ini dimaksudkan untuk perawatan atau perbaikan peralatan jika memang diperlukan.

Pada saat *mode* otomatis, sistem pemanas air akan bekerja secara otomatis. Pertama kali, tentukan temperature target yang diinginkan, lalu air dari *water silo* akan mengisi tangki pemanas. Level air atau banyaknya air yang mengalir ke tangki pemanas akan terukur oleh sensor yang terdiri dari empat sensor yaitu minimum sensor, *lower sensor*, *upper sensor* dan maksimum sensor.

Ketika tangki dalam kondisi kosong, motor normal inlet dan fast inlet mengalirkan air dari *water silo* ke tangki pemanas. Jika air sudah terdeteksi oleh *upper sensor* motor *fast inlet* akan mati, motor normal *inlet* tetap bekerja. Ketika air sudah maksimum ditandai dengan bekerjanya sensor maks, motor normal *inlet* mati, agitator dan *heater* mulai bekerja. Agitator akan mengaduk air selama 3 menit dan *heater* akan bekerja sampai target temperatur terpenuhi. Setelah itu, motor normal *outlet* dan *fast outlet* bekerja untuk membuang air dari tangki pemanas ke UF tangki. Setelah air habis dan mencapai level *lower sensor*, motor *fast outlet* mati namun motor normal *outlet* tetap bekerja. Setelah air mencapai minimum sensor motor normal *outlet* mati. Lalu proses kembali ke awal. Siklus ini akan terus berlangsung sampai tombol *stop* ditekan. Tabel I/O PLC dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel I/O SCADA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel.1 Input dan Output PLC

No	Penamaan	I/O	Data Type	Address
1	Saklar_Select_Auto	Input	Digital	%I0.1.0
2	Saklar_Select_Manual	Input	Digital	%I0.1.1
3	Saklar_Auto	Input	Digital	%I0.1.2
4	Saklar_Stop	Input	Digital	%I0.1.4
5	Minimum_sensor	Input	Digital	%I0.1.8
6	Maksimum_sensor	Input	Digital	I0.1.11
7	Upper_Sensor	Input	Digital	%I0.1.10
8	Lower_sensor	Input	Digital	%I0.1.9
9	Agitator	Output	Digital	%Q0.2.2
10	Motor_Fast Inlet	Output	Digital	%Q0.2.5
11	Motor_Fast_Outlet	Output	Digital	%Q0.2.7
13	Heater	Output	Digital	%Q0.2.3
14	Motor_Normal_Inlet	Output	Digital	%Q0.2.4
15	Motor_Normal_Outlet	Output	Digital	%Q0.2.6
16	Lampu_Status_Auto	Output	Digital	%Q0.2.0
17	Lampu_Status_Manual	Output	Digital	%Q0.2.1

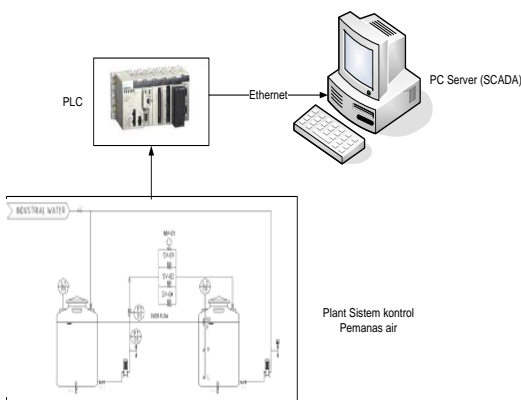
Tabel. 2 Alamat pada SCADA

No	Variabel Tag Name	Address	Data Type	Modbus
1	VC_Select_Auto	%M0	Digital	00001
2	VC_Auto_Mode	%M1	Digital	00002
3	VC_Select_Manual	%M10	Digital	00011
4	VC_Manual_Mode	%M11	Digital	00012
5	VC_Man_Nrml_Inlet	%M20	Digital	00021
6	VC_Man_Fast_Inlet	%M21	Digital	00022
7	VC_Man_Heater	%M30	Digital	00031
8	VC_Man_Agiator	%M32	Digital	00033
9	VC_Man_Nrml_Outlet	%M40	Digital	00041
10	VC_Man_Fast_Outlet	%M41	Digital	00042
11	VC_Normal_Inlet	%M150	Digital	00151
12	VC_Fast_Inlet	%M151	Digital	00152
13	VC_Heater	%M152	Digital	00153
14	VC_Agiator	%M153	Digital	00154
15	VC_Normal_Outlet	%M154	Digital	00155
16	VC_Fast_Outlet	%M155	Digital	00156
17	VC_Upper_Level_Sensor	%M156	Digital	00157
18	VC_Max_Level_Sensor	%M157	Digital	00158
19	VC_Lower_Level_Sensor	%M158	Digital	00159
20	VC_Min_Level_Sensor	%M159	Digital	00160
21	VC_Start_Auto	%M254	Digital	00255
22	VC_Stop	%M255	Digital	00256
23	Temperature_Target	%MW100	INT	40101
24	Temperatur_Value	%MW103	INT	40104
25	Water_Level	%MW200	INT	40201

2.2 Tahap II, Pemrograman PLC

Setelah data-data *plant* sistem pemanas air didapatkan, langkah selanjutnya adalah pembuatan program PLC. PLC merupakan pengendali utama yang akan mengendalikan semua proses. Setelah pembuatan program *ladder* selesai, program tersebut langsung ditransfer ke PLC untuk uji coba. Tahap ini dilakukan berulang-ulang sampai mendapatkan hasil sesuai dengan cara kerja sistem.

2.3 Tahap III, Desain SCADA



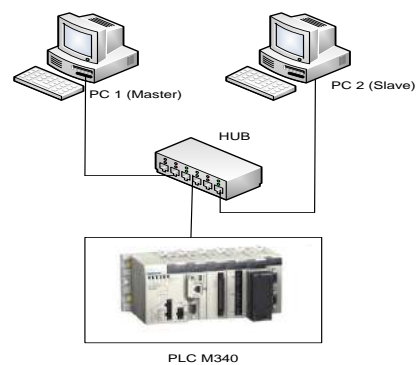
Gambar 3. Sistem SCADA (*standalone*) dengan komunikasi Ethernet

Merancang tampilan SCADA menggunakan *software* Wonderware In Touch. Langkah-langkah yang dilakukan adalah menggambar *layout plant*, membuat pengalamanan disesuaikan dengan pengalamanan pada

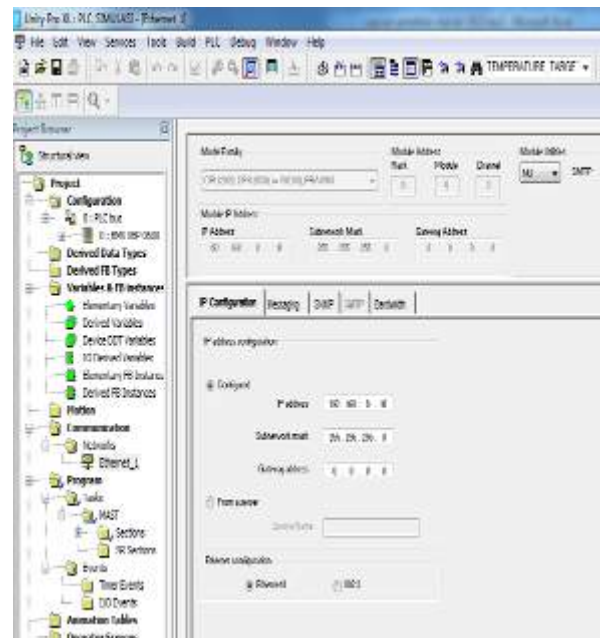
PLC, membuat *trend, alarm, report* dan animasi *plant*. Langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba terhadap desain *layout plant*. Pada tahap ini *plant* dihubungkan dengan PLC, PLC dihubungkan dengan SCADA menggunakan komunikasi ethernet seperti pada Gambar 3. Tahapan ini berulang sampai mencapai kondisi sesuai dengan deskripsi kerja dan semua tombol, sensor dapat bekerja dengan baik.

2.4 Tahap IV, Setting Komunikasi Network

Merancang komunikasi *network* antara komputer *server* dengan komputer *slave*, bagan sistem *network* dapat dilihat pada Gambar 4. Langkah pertama adalah membuat setting komunikasi ethernet di PLC M340 dan menentukan IP Address seperti pada Gambar 5.



Gambar.4 Jaringan *network* 2 pc dan 1 PLC



Gambar.5 Setting komunikasi Ethernet pada PLC M340

Langkah kedua menentukan IP address untuk komputer 1 dan komputer 2.
 IP address komputer 1 : 192.168.0.1
 IP address komputer 2 : 192.168.0.2
 IP address PLC : 192.168.0.10

2.5 Tahap Pengujian

Pengujian dilakukan secara bertahap di Laboratorium listrik, terdiri atas 3 proses yaitu , pengujian program PLC, pengujian sistem *standalone* (program SCADA dan PLC), pengujian sistem jaringan. Pengujian dilakukan dengan cara peralatan *hardware* sistem pemanas air dihubungkan dengan PLC, lalu PLC dihubungkan dengan SCADA menggunakan kabel ethernet. Kabel komunikasi yang digunakan adalah kabel UTP CAT5. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pengontrolan dan pengawasan sistem kontrol pemanas air dapat dilakukan melalui kedua komputer tersebut. Selain itu akan diuji pula kecepatan transfer datanya.

3. Hasil dan Pembahasan

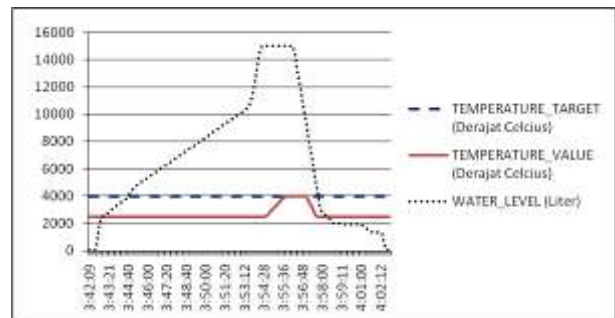
Penelitian yang dihasilkan terdiri dari pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) serta pengujian kinerja perangkat tersebut. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui kinerja dari setiap bagian rangkaian dan sistem secara keseluruhan.

3.1 Pengujian Program PLC

PLC bekerja sesuai dengan deskripsi kerja yang telah dibuat. Pada kondisi otomatis, ketika tombol START_AUTO ditekan maka motor valve NORMAL_INLET dan FAST_INLET bekerja untuk mengalirkan air dari water silo ke tangki proses. Tangki proses ini memiliki kapasitas 15000 liter dan dibagi dalam empat level air. Masing-masing level terdapat sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air. Sensor dipasang pada posisi air 1000 liter, 3000 liter, 12000 liter dan 15000 liter.

Ketika kapasitas air sudah mencapai 12000 liter, motor valve FAST_INLET mati, hanya motor valve NORMAL_INLET yang bekerja. Hal ini dimaksudkan agar pengisian air ke tangki lebih lambat sehingga tidak menyebabkan air tumpah atau melebihi kapasitas tangki. Motor valve ini akan terus bekerja hingga mencapai kapasitas 15000 liter lalu motor valve tersebut mati.

Setelah motor NORMAL_INLET mati, heater mulai bekerja untuk memanaskan air hingga mencapai suhu yang diinginkan. Kondisi awal suhu dalam tangki adalah 2500 °C dan target suhu maksimum yang diperbolehkan adalah 15000°C. jika sensor suhu sudah mendeteksi bahwa suhu air telah tercapai, agitator atau pengaduk mulai bekerja selama beberapa menit, setelah itu air dialirkan ke UF tangki dengan cara menyalakan motor valve NORMAL_OUTLET dan FAST_OUTLET. Grafik proses level air dan suhu dapat dilihat pada Gambar .6



Gambar 6. Grafik Level air dan suhu

Gambar 6 memperlihatkan grafik perubahan level air dan temperatur terhadap fungsi waktu. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pengisian air ke dalam tangki pemanas sangat cepat karena kedua motor valve bekerja. Setelah mencapai kondisi 12000 liter sensor UPPER_SENSOR bekerja dan salah satu motor valve mati sehingga pengisian air agak lambat.

Ketika pengisian air telah maksimum ditandai dengan bekerjanya MAX_SENSOR, motor valve mati. Pada grafik level air terlihat bahwa kapasitas air konstan di 15000 liter. Pada kondisi ini, heater mulai bekerja untuk memanaskan air. Hal ini dapat dilihat pada grafik TEMPERATUR_VALUE, nilai temperatur naik hingga mencapai temperatur target yang telah ditentukan. Setelah temperatur mencapai target, agitator bekerja mengaduk air, temperatur air konstan.

Setelah agitator mati, air dialirkan ke tangki UF, dalam grafik terlihat bahwa level air turun dan begitu pula dengan grafik temperatur yang berangsur-angsur turun.

3.2 Pengujian Program *standalone* (SCADA+PLC)



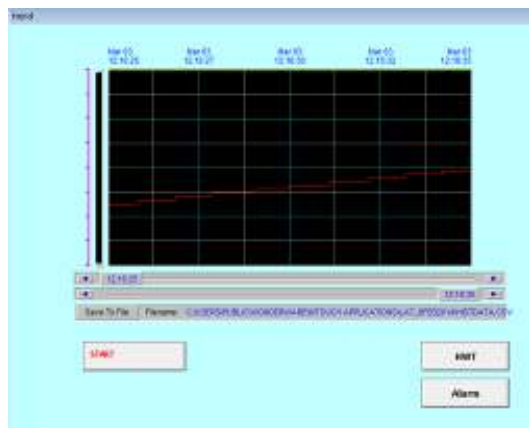
Gambar 7. Tampilan SCADA + PLC

Pada sistem kontrol pemanas air, SCADA berfungsi sebagai sistem pengawasan (monitor) dan pengontrolan.

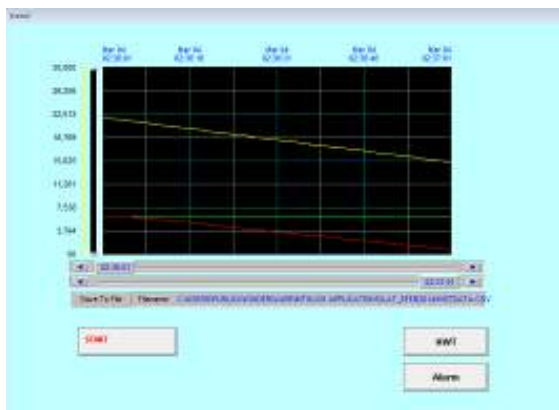
Hal-hal yang dimonitor adalah siklus atau proses kerja sistem, dalam bentuk gambar *layout* yang dirancang menyerupai *plant* aslinya, grafik level air, temperatur, dan gangguan yang terjadi selama proses berlangsung. Tampilan di SCADA dapat dilihat pada Gambar 7 sampai 10.



Gambar 8. Grafik level air naik



Gambar 9. Grafik temperatur naik



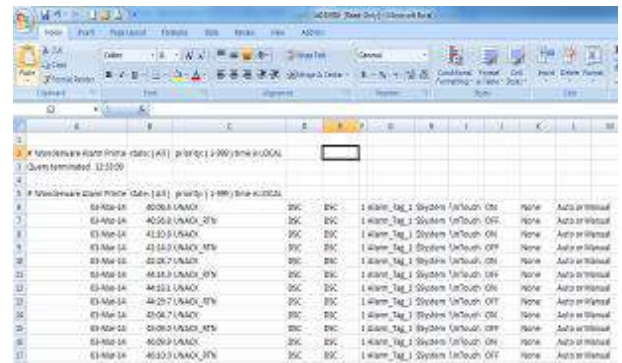
Gambar 10. Grafik level air, Temperatur target, dan *current* temperatur

3.3 Pengujian Alarm

Hasil pengujian alarm dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.

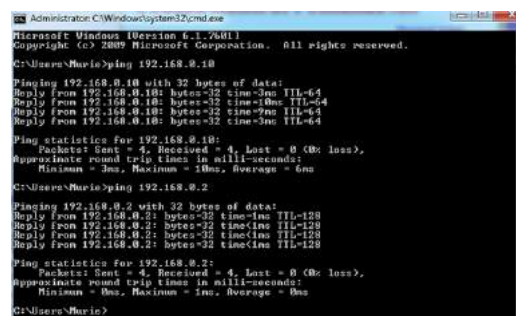


Gambar 11. Database alarm format SCADA



Gambar 12. Database alarm format excel

3.4 Pengujian Sistem Network



Gambar 13 Hasil koneksi antar PC dan PLC

Sebelum menghubungkan sistem jaringan LAN, koneksi antar kedua PC dan PLC harus dipastikan terhubung dengan baik. PC 1 dan PC 2 dihubungkan ke *hub* dengan menggunakan kabel Ethernet tipe *straight*. Sedangkan PLC dihubungkan dengan *hub* menggunakan kabel Ethernet tipe *cross*. Hasil jaringan

komunikasi antar PC dan PLC yang berjalan dengan baik dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 14 Dua komputer yang terhubung jaringan LAN

Hasil pengujian sistem *network* berbasis PLC dan SCADA dapat dikatakan baik jika sistem kontrol proses pemanas air dapat dimatikan dan dihidupkan melalui PC 1 atau PC 2.



Gambar 15 Tampilan SCADA di PC 1 dan 2

Hal-hal yang dilakukan pada PC1, misalnya menekan tombol SELECT_AUTO maka di PC 2 dan PLC pun akan ON begitu pula sebaliknya. Jika tombol

SELECT_AUTO di esekusi dari PLC, maka akan termonitor dari PC 1 dan PC 2, seperti pada Gambar 14.

4. Kesimpulan

Model sistem jaringan dua PC dengan satu PLC bekerja baik dengan waktu transfer dari PLC ke PC min 3 ms dan max 10 ms, sedangkan dari PC ke PC min 0 ms dan max 1 ms. *Software* SCADA yang digunakan adalah Wonderware InTouch V.10.1. PLC yang digunakan adalah M340 keluaran dari Schneider Electric. Serta kabel komunikasi yang digunakan adalah kabel UTP Ethernet jenis Cross untuk menghubungkan PLC dengan *hub* dan jenis straight untuk penghubung dua komputer ke *hub*. Proses kontrol, data *logging* dan *alarm* dapat dilihat dari kedua PC dengan kecepatan transfer data 100 Mbps.

Daftar Acuan

- [1] Poindexter, S.E. and B.S. Heck IEEE Control Systems Magazine (1999) 19-1, pp. 83-92.
- [2] Rehg, J.A., et al. Procs. 29th Annual Frontiers in Education Conference. Vol 3 (1999) 13B4/12-13B4/17
- [3] BushraNaz, Naveed Ahmed Jaffari, International Journal of Computer & Electronic Research. vol 2. issue 1 (2013).38-41.
- [4] Yousif I.Al Mashhadany, J. Intelligent Control and Automation, Vol 3. (2012) .44-49
- [5] Wallace, Donald, J.Process & Control Engineering (PACE), Vol. 56 Issue 10 (2003).15
- [6] Engin Ozdemir, Mevlut Karacor, ISA Transactions, vol 45, no.1(2006).p 67-75
- [7] Bin Qiu, IEEE, Computer Applications, Vol 15, Issue 1 (2002). 14-19
- [8] David Bailey, Practical SCADA for industry, Elsevier, 2003
- [9] Gauray Jarwani, How is Data transferred in a SCADA system?, <http://resourcecenter.controlmicrosystems.com>, 2008.

Kode Makalah: A1-13

STRATEGI MEMINIMALKAN *LOAD SHEDDING* MENGGUNAKAN METODE SENSITIVITAS UNTUK MENCEGAH *VOLTAGE COLLAPSE* PADA SISTEM KELISTRIKAN JAWA-BALI 500 KV

Riski Cahya Anugrerah Haebibi¹, Adi Soeprijanto² dan Ardyono Priyadi³

1,2,3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Noverber, Keputih-Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia.

E-mail: rc.elits.051@gmail.com, adisup@ee.its.ac.id, priyadi@ee.its.ac.id

Abstrak

Stabilitas frekuensi adalah hal yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Pada sistem kelistrikan skala besar Jawa-Bali stabilitas frekuensi harus dijaga beroperasi pada nilai nominal 50 Hz. Peristiwa lepasnya pembangkit atau gagalnya pembangkit masuk ke dalam sistem interkoneksi ketika beban puncak dapat menyebabkan penurunan frekuensi sistem tenaga listrik. Kondisi tersebut terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara pembangkitan dan beban. Selain berpengaruh terhadap turunnya frekuensi, Tegangan juga akan ikut berpengaruh sehingga dapat menyebabkan *black-out*. Oleh karena itu, Diperlukan pola mekanisme *load shedding* yang tepat dan benar untuk mencegah penurunan frekuensi sistem. Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan titik optimal dan besar efisiensi *load shedding* yang tepat dari sistem kelistrikan Jawa-Bali menggunakan metode sensitivitas untuk mencegah *voltage collapse*.

Keywords: stabilitas frekuensi, metode sensitivitas, efisiensi dan load shedding.

1. Pendahuluan

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi penduduk dunia. Kegiatan rutin masyarakat modern ditentukan oleh kualitas daya listrik yang mereka konsumsi. Kualitas daya listrik yang kurang baik akan berakibat pada kerugian konsumen yang dapat mengakibatkan rusaknya peralatan elektronik yang sensitif terhadap perubahan yang terjadi pada kualitas daya listrik. Pertambahan pelanggan listrik yang meningkat tajam mengharuskan pihak penyedia jasa layanan listrik untuk menambah kapasitas pembangkit dan memperluas saluran distribusi, sehingga sistem dapat memenuhi kebutuhan pelanggan yang membutuhkan energi listrik.

Dalam sistem tenaga listrik skala besar, sistem interkoneksi memiliki tujuan untuk menjaga kontinuitas dan ketersediaan pasokan listrik kepada konsumen. Kebutuhan akan pasokan listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan perkembangan sistem ekonomi suatu negara. Jika kebutuhan beban yang semakin meningkat dari tahun ke tahun tanpa diimbangi dengan peningkatan jumlah pembangkit, maka dapat menyebabkan melemahnya stabilitas performansi sistem. Untuk menjaga

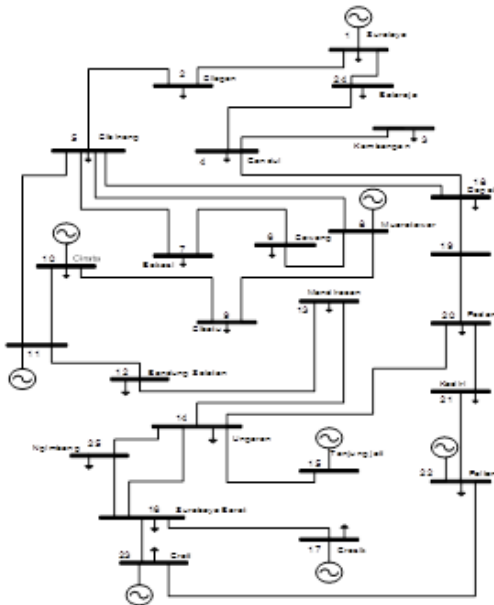
kestabilan ketika terjadi peristiwa lepasnya pembangkit atau gagalnya pembangkit masuk ke dalam sistem interkoneksi ketika beban puncak, maka dari peristiwa tersebut dapat menyebabkan penurunan frekuensi sistem yang dapat mengakibatkan sebuah sistem listrik skala besar menjadi *black-out* (pemadaman total).

Untuk menghindari terjadinya *black-out* pada sistem Jawa-Bali, Pertahanan performansi diperlukan untuk menjaga sistem agar stabil. Salah satu upaya mekanisme untuk mempertahankan stabilitas dari frekuensi sebuah sistem diperlukan sebuah metode pelepasan beban. Oleh karena itu, Penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan titik optimal dan pelepasan beban dari sebuah sistem kelistrikan Jawa-Bali 500 kV menggunakan metode *underfrequency load shedding* (UFLS) menggunakan sensitivitas bus yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi sistem dalam melakukan pelepasan beban.

2. Metode Penelitian

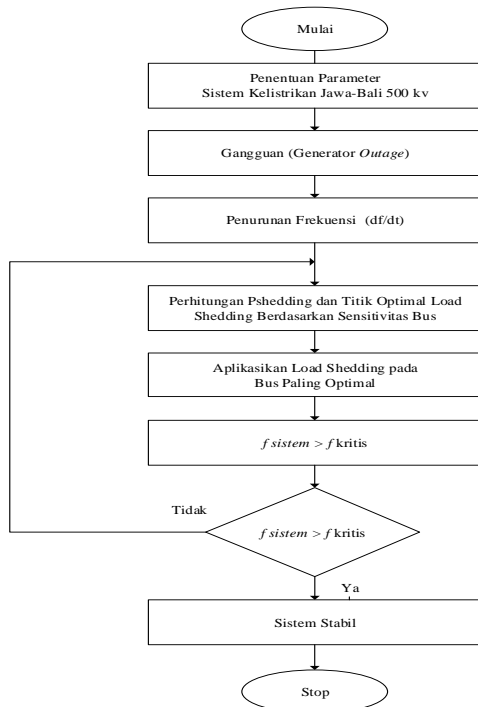
Pada penelitian ini untuk melakukan analisa *underfrequency load shedding* menggunakan metode sensitivitas bus pada sistem kelistrikan Jawa-Bali 500 kV data yang akan diambil adalah data sistem tenaga

listrik yang bersumber dari PT. PLN P3B Jawa-Bali [1].



Gambar 1. Single Line Diagram sistem 500 kV Jawa-Bali.

Alur yang digunakan dalam penentuan pelepasan beban ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut:

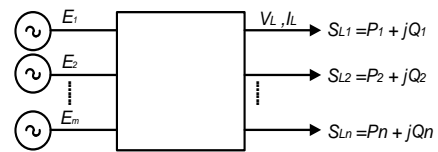


Gambar 2. Diagram alir Underfrequency Load Shedding metode sensitivitas bus.

Penelitian ini menggunakan *multiport network model* yang berfungsi untuk menentukan lokasi pelepasan beban yang paling efektif dalam sistem kelistrikan.

Pelepasan beban menggunakan *multiport network model* berguna untuk menyelesaikan dua permasalahan sebagai berikut dengan perhitungan yang lebih mudah [2]:

1. Menemukan lokasi yang paling efektif untuk menentukan pelepasan beban yang paling efektif.
2. Cari nilai partisipasi generator yang terkait dengan nilai pelepasan beban dengan tujuan untuk mencari nilai pelepasan generator pada tiap generator.



Gambar. 3.2. Model Multiport Network [2]

Semua generator dan beban terpisah dari saluran, nilai saluran diubah menjadi sebuah matrik impedansi ekuivalen Z. Persamaan untuk mendapatkan nilai *multiport network* diberikan melalui persamaan (1) sebagai berikut [2]:

$$\begin{bmatrix} I_G \\ -I_L \end{bmatrix} = [Y] \begin{bmatrix} E \\ V_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{GG} & Y_{GL} \\ Y_{LG} & Y_{LL} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E \\ V_L \end{bmatrix} \quad (1)$$

Keterangan:

- Y = Matrik jaringan admitansi sistem yang terdiri dari submatrik.
- E = Tegangan generator (Volt).
- V_L = Tegangan bus load (Volt).
- Y_{GG} = Submatrik admitansi sistem generator terhadap generator.
- Y_{GL} = Submatrik admitansi sistem generator terhadap beban.
- Y_{LG} = Submatrik admitansi sistem generator terhadap beban.
- Y_{LL} = Submatrik admitansi sistem beban terhadap beban.
- I_G = Arus generator (A).
- I_L = Arus beban (A).

Dari persamaan 1 kita akan mendapatkan persamaan (2) dengan cara sebagai berikut [2]:

$$V_L = -Y_{LL}^{-1} I_L - Y_{LL}^{-1} Y_{LG} E \quad (2)$$

$$Z_{eq} = Y_{LL}^{-1} \quad (3)$$

$$K = -Y_{LL}^{-1} Y_{LG} \quad (4)$$

Keterangan:

- V_L = Tegangan bus load (Volt)
- Y_{LG} = Submatrik admitansi sistem generator terhadap beban

Y_{LL} = Submatrik admitansi sistem beban terhadap beban
 I_L = Arus beban (A)
 E = Tegangan generator (Volt)

Setelah menggabungkan antara persamaan (1) dan (2) maka akan didapatkan persamaan (5) sebagai berikut:

$$V_L = -Z_{eq}I_L - KE = -Z_{eq}I_L - E_{eq} \quad (5)$$

Keterangan:

V_L = Tegangan bus *load* (Volt).
 I_L = Arus beban (A).
 E = Tegangan generator (Volt).
 E_{eq} = Tegangan *equivalent* bus (Volt).

Sistem admitansi matrik *Y* dapat ditentukan dari SCADA, sehingga nilai matrik Z_{eq} dan K juga dapat ditentukan dengan mudah. Setelah mendapatkan nilai-nilai tersebut kemudian dari persamaan tersebut dapat menentukan nilai E_{eq} yang merupakan nilai tegangan *equivalent* pada semua bus yang ada pada sistem jaringan tenaga listrik. Berikut merupakan persamaan (6) dan persamaan (7) yang merupakan cara untuk memperhitungkan tegangan *equivalent* [2]:

$$[E_{eq}] = K[E] \quad (6)$$

$$[E_{eq}] = [V_L] + [Z_{eq}][I_L] \quad (7)$$

Keterangan:

V_L = Tegangan bus *load* (Volt)
 I_L = Arus beban (A)
 E = Tegangan generator (Volt)
 E_{eq} = Tegangan *equivalent* bus (Volt)

Untuk pemilihan bus yang akan dilakukan *load shedding* dengan beban tertentu dapat diperhitungkan untuk kontribusi dari masing-masing generator berdasarkan generator *participant factor*. Melalui persamaan (6) kita dapat menentukan tegangan *equivalent thevenin* dengan cara persamaan (8) sebagai berikut [2]:

$$E_{eqj} = K_{j1}E_1 + K_{j2}E_2 + K_{j3}E_3 \dots + K_{ji}E_i \quad (8)$$

Keterangan:

E_{eqj} = Tegangan *equivalent thevenin* (Volt).
 K_{ji} = Matrik admitansi sistem pada *load* bus *j* generator ke *i*.
 E_i = Tegangan internal generator ke *i* (Volt).

Melalui persamaan (8), ratio kontribusi dari masing-masing generator pada bus *j* yang dipilih dapat didefinisikan melalui persamaan (9) sebagai berikut [2]:

$$C_{ji} = \left| \frac{K_{ji}E_i}{E_{eqj}} \right| \text{Cos}(\theta_{ji}) \quad (9)$$

Keterangan:

C_{ji} = Ratio kontribusi generator ke *i* pada bus *j*.
 $K_{ji}E_i$ = Tegangan generator ke *i* (Volt).
 E_{eqj} = Tegangan *equivalent thevenin* (Volt).
 θ_{ji} = Sudut yang dibentuk antara $K_{ji}E_i$ dan E_{eqj}

Setelah mendapatkan rasio kontribusi dari masing-masing generator maka melalui persamaan (10) dapat menentukan perubahan output daya aktif dari generator *i* terhadap perubahan *load* pada bus *j* dengan perhitungan sebagai berikut [3]:

$$\Delta G_{ji} = \frac{C_{ji}}{\sum_{i=1}^k C_{ji}} \Delta P_j \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (10)$$

Dimana:

$$r_{ji} = \frac{C_{ji}}{\sum_{i=1}^k C_{ji}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (11)$$

Keterangan:

ΔG_{ji} = Perubahan daya aktif pada generator ke *i* akibat perubahan daya pada bus ke *j* (Watt).
 C_{ji} = Rasio kontribusi generator ke *i* pada bus *j*.
 r_{ji} = Perbandingan rasio kontribusi generator ke *i* pada bus *j* terhadap total seluruh rasio kontribusi generator.
 ΔP_j = Perubahan daya aktif pada bus *j* (Watt).

Setelah mendapatkan *multiport network model* maka perubahan frekuensi yang terjadi setelah terjadi perubahan beban dalam sistem tenaga listrik dapat ditentukan [3]. Perubahan dalam frekuensi generator didapatkan dari karakteristik droop masing-masing generator, sehingga akan mendapatkan nilai dari *frequency of the the inertial centre* dari sebuah sistem [3]. Perubahan dari frekuensi dipengaruhi oleh karakteristik droop pada masing-masing generator sehingga dapat diperhitungkan melalui persamaan berikut (12) [3]:

$$\Delta f_{ji} = R_i \times \Delta G_{ji} \quad (12)$$

Keterangan:

Δf_{ji} = Penyimpangan frekuensi (Hz).
 R_i = Droop pada generator ke *i*.
 ΔG_{ji} = Perubahan daya aktif pada generator ke *i* akibat perubahan daya pada bus ke *j* (Watt).

Perubahan nilai dari *frequency of the the inertial centre* dapat ditentukan oleh persamaan (13) yang dapat diperhitungkan melalui persamaan berikut [3]:

$$\Delta f_c = \frac{\sum_{i=1}^k H_i \Delta f_{ji}}{\sum_{i=1}^k H_i} \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (13)$$

Keterangan:

- Δf_c = Frequency of the the inertial centre (Hz).
- H_i = Momen inersia pada generator ke i .
- Δf_{ji} = Penyimpangan frekuensi (Hz).

Dengan menggunakan persamaan (11), (12) dan (13) maka didapatkan nilai sensitivitas pada bus j dengan persamaan sebagai berikut [3]:

$$s_j^{fc} = \frac{\Delta f_c}{\Delta P_j} = \frac{\sum_{i=1}^k H_i R_i r_{ji}}{\sum_{i=1}^k H_i} \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (14)$$

Keterangan:

- s_j^{fc} = Nilai sensitivitas bus ke- j .
- Δf_c = Perubahan frequency of the the inertial centre (Hz).
- ΔP_j = Perubahan daya aktif pada bus j (Watt).
- H_i = Momen inersia pada generator ke i .
- R_i = Droop pada generator ke i .
- r_{ji} = Rasio kontribusi generator ke i pada bus j .

Dalam sistem tenaga listrik perubahan daya aktif dapat diperhitungkan melalui perubahan rata-rata frekuensi sebuah generator berdasarkan persamaan (15) sebagai berikut [4]:

$$\Delta P = \frac{2}{fn} \sum_{i=1}^k H_i \frac{df_i}{dt} \quad (15)$$

Keterangan:

- ΔP = Perubahan daya aktif (pu).
- fn = Frekuensi nominal sistem (Hz).
- H_i = Momen inersia pada generator ke- i .
- $\frac{df_i}{dt}$ = Laju perubahan frekuensi generator ke- i terhadap waktu

Untuk menentukan nilai daya penyimpangan frekuensi dalam batas yang diizinkan maka diperlukan nilai daya *threshold* sebagai nilai acuan yang dapat ditentukan melalui persamaan (16) sebagai berikut [3]:

$$P_{th} = \Delta\omega(DR + K_m) / R \quad (16)$$

Keterangan:

- P_{th} = Nilai daya threshold (pu).
- R = Droop rata-rata dari semua generator.
- K_m = Konstanta rata-rata daya mekanik turbin.
- D = Damping rata-rata dari semua generator.
- $\Delta\omega$ = Perubahan frekuensi (pu).

Setelah mendapatkan besar nilai *threshold* agar penyimpangan frekuensi dalam ambang batas yang

diizinkan maka kita dapat menentukan nilai pelepasan beban dari sistem tenaga listrik melalui persamaan (17) sebagai berikut [3]:

$$P_{sh} = 1.05(\Delta P - P_{th}) \quad (17)$$

Keterangan:

- P_{sh} = Nilai daya aktif untuk *load shedding* (pu).
- ΔP = Perubahan daya aktif (pu).
- P_{th} = Nilai daya threshold (pu).

Setelah mendapatkan nilai beban yang harus dilepas dari sistem ketika terjadi gangguan pada sistem tenaga listrik maka kita dapat memperhitungkan nilai pelepasan beban pada masing-masing bus berdasarkan nilai sensitivitas bus dengan persamaan (18) sebagai berikut [3]:

$$P_j^{sh} = \frac{P_j^{sh} S_j^{fc}}{\sum_j S_j^{fc}} \quad (18)$$

Keterangan:

- P_j^{sh} = Nilai daya aktif untuk *load shedding* pada bus ke- j (pu).
- S_j^{fc} = Nilai sensitivitas pada bus ke- j .

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem interkoneksi tenaga listrik 500 kV Jawa-Bali yang diperoleh dari data PT PLN (Persero) P3B Jawa Bali. Sistem kelistrikan 500 kV Jawa Bali terdiri dari 25 bus, 30 saluran transmisi dan 8 pembangkit tenaga listrik. Dalam penelitian ini digunakan data pembebanan dan pembangkitan pada tanggal 25 Mei 2011 pukul 19.00 WIB pada sistem Jawa Bali 500 kV. Hasil analisa aliran daya pada sistem Jawa-Bali didapatkan bahwa pembangkitan total dari semua generator adalah sebesar 10.370 MW dengan beban total sebesar 10.142 MW dan losses jaringan sebesar 228 MW. Tegangan generator pada hasil simulasi analisa aliran daya berfungsi untuk mengetahui tegangan equivalent pada bus yang lain berdasarkan persamaan (6) dan untuk mencari nilai sensitivitas dari sebuah bus. Tegangan generator pada sistem Jawa-Bali dapat dilihat pada **Tabel 1** sebagai berikut:

Tabel 1. Tegangan Generator Hasil Simulasi Analisa Aliran Daya

No.	Generator	Tegangan	Sudut
1	Suralaya	1.02	0
2	Muaratawar	1	-3.267
3	Cirata	1	-2.301
4	Saguling	1	-1.744
5	Tanjung Jati	1	27.06
6	Gresik	1	30.939
7	Paiton	1	35.737
8	Grati	1	33.013

Selain analisa aliran daya, Karakteristik speed droop dari governor dan momen inersia dari generator juga mempengaruhi nilai sensitivitas bus. Berikut merupakan data generator sistem Jawa-Bali yang dapat dilihat melalui Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data Pembangkit Sistem Jawa-Bali [1]

No.	Pembangkit	X_d' (pu)	H (pu)	D (pu)
1	Suralaya	0.1418445	5.19	0.068271
2	Muaratawar	0.0498565	1.82	0.0461461
3	Cirata	0.0982143	2.86	0.2232143
4	Saguling	0.2820233	1.64	0.6065017
5	Tanjung Jati	0.484295	3.2	0.5908559
6	Gresik	0.1869112	2.54	0.1798108
7	Paiton	0.156781	4.42	0.0769659
8	Grati	0.2630799	2.76	0.2546473

Nilai sensitivitas bus pada sistem Jawa-Bali 500 kV dapat ditentukan melalui persamaan (14) dan didapatkan nilai sensitivitas bus pada bus beban pada Tabel 3 sebagai berikut:

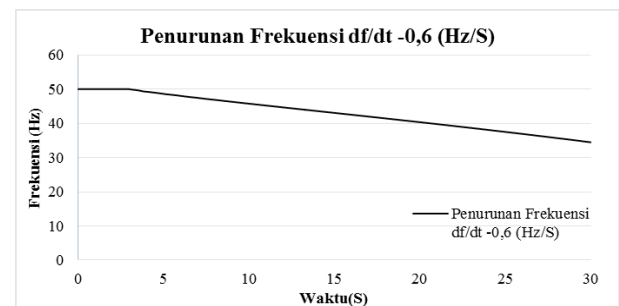
Tabel 3. Rangkaian Bus Beban Sistem Jawa-Bali Berdasarkan Nilai Sensitivitas Bus

Rangking Bus	Bus	Gardu Induk	Nilai Sensitivitas
1	2	Cilegon	0.7303
2	21	Kediri	0.6775
3	24	Ngimbang	0.6404
4	20	Pedan	0.6378
5	16	Surabaya Barat	0.631
6	25	Balaraja	0.6291
7	14	Ungaran	0.6205
8	19	Tasikmalaya	0.6142
9	18	Depok	0.5954
10	3	Kembangan	0.5947
11	4	Gandul	0.5947
12	5	Cibinong	0.5742
13	13	Mandirancan	0.5708
14	12	Bandung Selatan	0.5474
15	7	Bekasi	0.5448
16	6	Cawang	0.5317
17	9	Cibatu	0.5165

Setelah mendapatkan nilai sensitivitas pada masing-masing bus maka selanjutnya adalah menentukan nilai daya threshold menggunakan persamaan (16) dan didapatkan nilai daya threshold pada sistem Jawa-Bali sebesar 900 MW.

Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan perbandingan metode antara pelepasan beban yang dilaksanakan oleh PLN dengan metode sensitivitas bus yang diusulkan pada penelitian ini. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi pengamatan *effisiensi* dari pelepasan beban pada masing-masing metode dengan cara mengamati frekuensi *steady state* yang terjadi ketika sistem mengalami gangguan.

Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara memberikan gangguan pada sistem tenaga listrik. Jenis gangguan yang terjadi adalah generator *outage* sebesar 1839 MW pada pembangkit gresik yang menyebabkan penurunan frekuensi sebesar 0.6 (Hz/S). Dari simulasi tersebut dapat dilihat penurunan respon frekuensi akibat generator gresik *outage* pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Penurunan Frekuensi Akibat Pembangkit Gresik Outage

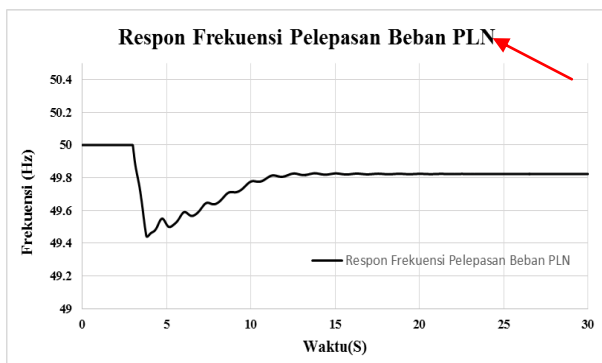
Defisit daya aktif yang terjadi lepasnya salah satu pembangkit gresik yang berkapasitas 1839 MW menyebabkan turunnya frekuensi sebesar -0.6 (Hz/S). Untuk dapat mengembalikan frekuensi maka harus dilakukan pelepasan beban agar frekuensi sistem kembali kedalam batas operasi yang diizinkan sebesar 50 ± 0.2 Hz. Dalam melakukan mekanisme ini PLN memiliki pola operasi pelepasan beban yang dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Skema Pelepasan Beban PLN [1]

SKEMA (-df/dt)	SETTING UFR (Hz)	JUMLAH (MW)	Waktu Kerja
0.6	49.5	1182	Seketika
0.8	49.5	1575	Seketika
1.0	49.5	1969	Seketika

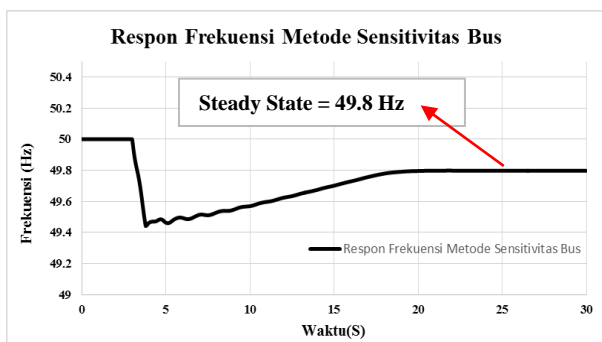
Respon frekuensi yang didapatkan pada pelepasan beban yang dilakukan oleh PLN sebesar 1182 diakibatkan penurunan laju frekuensi sebesar -0.6(Hz/S) dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:

Steady State = 49.82 Hz



Gambar 4. Respon Frekuensi Pelepasan Beban PLN

Sedangkan pelepasan beban yang dilakukan menggunakan metode sensitivitas bus pelepasan beban diperhitungkan menggunakan dengan persamaan (17) didapatkan nilai pelepasan beban yang dilakukan sebesar 985 MW. Pelepasan dilakukan berdasarkan nilai *rangking* nilai sensitivitas dimana posisi optimal untuk melakukan pelepasan beban yaitu pada 3 *rangking* teratas yaitu bus beban cilegon (0.7303), kediri (0.6775) dan ngimbang (0.6404), dengan besar masing-masing pelepasan beban berdasarkan persamaan(18) adalah cilegon (351 MW), kediri (326 MW) dan ngimbang (308 MW). Dengan menggunakan metode sensitivitas bus didapatkan respon frekuensi yang dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 5. Respon Frekuensi Pelepasan Beban Metode Sensitivitas Bus

Berdasarkan perbandingan antara pelepasan beban yang dilakukan mekanisme PLN dan metode sensitivitas bus didapatkan nilai perbedaan pelepasan beban yang dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Perbandingan Skema Pelepasan Beban

Metode	Pelepasan Beban (MW)	Frekuensi Steady State
PLN	1182	49.82
Sensitivitas Bus	985	49.8
<i>Efisiensi</i>	16.67 %	-

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil simulasi, Pembangkit yang mengalami *outage* adalah pembangkit gresik sebesar 1839 MW. Pada kondisi tersebut sistem mengalami penurunan frekuensi sebesar -0.6 (Hz/S). Apabila kondisi ini terjadi secara terus menerus mengakibatkan sistem mengalami *voltage collapse*. Oleh karena itu perlu dilakukan mekanisme pelepasan beban agar sistem kembali ke dalam batas operasi 50 ± 0.2 Hz. Pada penelitian ini didapatkan perbandingan mekanisme load shedding yang dilakukan oleh PLN dan metode sensitivitas bus. Dimana pelepasan beban yang dilakukan oleh PLN sebesar 1182 MW sedangkan metode sensitivitas bus didapatkan pelepasan beban sebesar 985 MW. Dari penelitian ini didapatkan bahwa metode sensitivitas bus mendapatkan efisiensi yang lebih baik dalam melakukan pelepasan beban yaitu sebesar 16.67% agar sistem kembali kedalam batas operasi yang diizinkan.

Daftar Pustaka

- [1] Bagian operasi sistem dan perencanaan Operasi PT. PLN P3B Jawa-Bali.
- [2] Y. Wang, I.R.Pordanjani, W.Li, W.Xu, E. Vaahedi.(2010), "Strategy to minimise the load shedding amount for voltage collapse prevention," *IET Generation, Transmission & Distribution* ISSN 1751-8687.
- [3] C.P.Reddy, S.Chakrabarti, S.C Srivastava (2014), "A sensitivity-based method for under-frequency load shedding," *IEEE Trans. Power Syst*, Vol 29, pp.984-985.
- [4] Terzija, V.V. (2006) "Adaptive underfrequency load shedding based on the magnitude of the disturbance estimation," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 21, , pp. 1260–1266.

Kode Makalah: A5-14

ANALISIS PERBEDAAN KADAR AIR DAN UKURAN SABUT KELAPA TERHADAP ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN PADA GASIFIKASI DOWN DRAFT

Vindriani Esra, Dedie Tooy, Freeke Pangkerego dan Ireine A Longdong

Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Kampus Unsrat Manado, Manado, 95115, Indonesia

E-mail: esra.vindriani@yahoo.com

Abstrak

Sabut kelapa adalah hasil samping tanaman kelapa yang pada umumnya menjadi limbah. Biomassa yang berasal dari sabut kelapa mempunyai kandungan lignin, hemiselulosa, selulosa, dan karbon yang tinggi. Dengan kandungan yang dimiliki oleh sabut kelapa, sabut kelapa dapat menjadi sumber energi listrik biomassa. Untuk pemanfaatan sabut guna menghasilkan energi listrik, perlu diperhatikan kadar air dari sabut kelapa sebagai bahan baku gasifikasi, karena kadar air mempengaruhi hasil gasifikasi seperti waktu gasifikasi, kandungan O₂ dan CO₂, tar, dan kemampuan dalam mensubstitusi bahan bakar. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisa pengaruh perbedaan kadar air terhadap hasil gasifikasi pada beberapa kandungan kadar air sabut kelapa sebagai bahanbaku energi biomassa untuk gasifikasi tipe *fixed bed*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kadar air 16.5%, 15.36% dan 12,34 % dapat mensubstitusi solar berturut-turut sebesar 47.57%, 54.98%, dan 66.08%. Perbedaan kadar air menunjukkan pula perbedaan tar yang dihasilkan. Dari hasil penelitian didapati pula bahwa pengecilan ukuran bahan baku, kadar air sabut yang rendah merupakan hal yang penting untuk diperhatikan dalam proses gasifikasi. Pengecilan ukuran bahan baku ini bertujuan untuk memperbesar rapat massa karena jika ukuran bahan baku besar dan rapat massa besar, akan terjadi pembakaran sempurna dan syngas yang di produksi lebih sedikit.

Abstract

Gasification is one technology that can convert biomass energy into electrical energy. Coconut husk is a byproduct of coconut plants, which generally become waste. Biomass derived from coconut husk has lignin, hemicellulose, cellulose, and high carbon. With content that is owned by husk, coconut husk can be a source of electrical energy biomass. In order to use husk to produce electrical energy, it is a need to consider the water content of coconut husk before it is used to be the raw material of gasification. Water content affects the outcome of such gasification, the level of O₂ and CO₂, tar, and the ability to substitute fuels. The purpose of this study was to analyze the effect of different water content of coconut husk as biomass energy for gasification-type fixed bed. The results showed that the water content of 16.5%, 15.36% and 12.34% can be substituted for diesel, respectively for 47.57%, 54.98%, and 66.08%. The difference in water content also showed differences in the resulting tar. From the research on downsizing the raw materials and the low moisture content husk is important to be considered in the process of gasification.

Keywords: coconut husk, water content, gasification, electric energy

1. Pendahuluan

Minyak bumi merupakan salah satu energi fosil tak terbarukan yang paling banyak digunakan sebagai bahan bakar saat ini. Konsumsi minyak bumi di Indonesia tiap tahunnya semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kemajuan industri. Di sisi lain, produksi minyak nasional semakin lama semakin menurun. Untuk mengatasi krisis energi

yang terjadi diperlukan suatu usaha untuk mencari sumber-sumber energi alternatif baru yang lebih murah dan dapat diperbaharui (Sholehul 2013).

Salah satu bentuk energi alternatif adalah energi biomassa yang merupakan pemanfaatan bahan biologis sebagai sumber bahan bakar. Energi alternatif ini sendiri sangat cocok untuk dikembangkan di Indonesia. Hal ini menunjuk pada melimpahnya sumber bahan

bakar biomassa di Indonesia seperti misalnya sabut kelapa yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Padahal sabut dapat dijadikan bahan baku Gasifikasi dan gasifikasi ini dapat menjadi pembangkit listrik tenaga biomassa (Dzulfanyah, 2013).

Kelapa adalah salah satu tanaman unggulan di Kabupaten Minahasa Utara, namun sayangnya banyak sabut kelapa yang tidak termanfaatkan sehingga menjadi limbah. Di kebun kelapa desa Pinilih Minahasa Utara Kecamatan Dimembe, produksi kelapanya 12.000 butir pertahun dan semuanya dijual dalam bentuk kelapa kupas dan menyisahkan limbah sabut yang cukup besar pertahunnya. Limbah sabut kelapa itu hanya dibiarkan menumpuk dan tidak diolah atau hanya sekedar dibakar untuk mengurangi limbahnya.

Sabut kelapa mengandung karbon sebesar 47.6%, hidrogen sebesar 5.7%, nitrogen sebesar 0.2%, dan oksigen sebesar 45.6%. (Raveendran *et al* 1995) ditambah dengan lignin, hemiselulosa dan selulosa, menjadikan sabut kelapa sebagai bahan baku gasifikasi yang potensial. Menurut Ramanan (2008) menjelaskan bahwa kadar air bahan harus di bawah 33% (basis basah) untuk menghasilkan gas mampu bakar dengan kualitas yang baik. Hal ini menjelaskan bahwa kadar air dapat mempengaruhi kualitas gas hasil gasifikasi. Untuk itulah dalam penelitian kali ini, dilakukan analisa terhadap hasil gasifikasi dari beberapa perbedaan kadar air terhadap listrik yang dihasilkan.

1.1. Tujuan Penelitian

Melakukan analisa pengaruh perbedaan kadar air terhadap listrik yang dihasilkan dan jumlah substitusi minyak solar pada beberapa kandungan kadar air sabut kelapa sebagai bahan baku energi biomassa untuk gasifikasi tipe *fixed bed*.

1.2. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi yang mendalam terkait sumber energi alternatif biomassa untuk pembangkit listrik.
2. Diharapkan dengan pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan bakar alternatif, dapat meningkatkan nilai tambah limbah kelapa.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Tanaman Kelapa

Tanaman kelapa, biasanya tumbuh pada daerah atau kawasan tepi pantai. Mulai dari batang dengan baik sangat tahan terhadap rayap dan hewan pengerat lainnya sehingga sangat baik dijadikan bahan utama mebel, Daun kelapa berbentuk panjang dan memiliki urat batang tengah yang keras. Sehingga baik dijadikan sebagai kerajinan tangan.

2.2. Limbah Biomassa dan Gasifikasi

Limbah biomassa adalah suatu limbah benda padat biologis yang bisa dimanfaatkan kembali sebagai sumber bahan bakar. Biomassa meliputi limbah kayu, limbah perkebunan, pertanian, hutan, komponen organik dari industri dan rumah tangga. Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui, sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah.

Gasifier tipe Teta Hi-Link 12 (Tooy dkk, 2013) adalah *gasifier* dengan arah aliran *Down-draft* dan dilengkapi dengan glas full yang merupakan isolator panasnya, jadi *gasifier* tipe Teta-Hilink 12 ini tidak mengkonsumsi panas hasil gasifikasi tapi menggunakan isolator panas karena kita tahu suhu *gasifier* dengan arah aliran *Down-draft* $\pm 700^{\circ}\text{C}$. Selain itu gasifikasi tipe ini dilengkapi dengan *blower* dan pompa air dengan fungsi *blower* adalah mensuplai O_2 dalam tabung gasifikasi sedangkan pompa air berfungsi untuk mendinginkan gas dan pembersihan gas.

Gasifier tipe teta ini juga memiliki penyaringan tar hingga tiga kali sehingga dapat dipastikan bahwa gas hasil gasifikasi telah bersih dan bebas tar, sehingga aman bagi generator. Gasifier ini mampu menampung 21 kg sabut kelapa atau setara dengan 67 buah sabut kelapa utuh, dilengkapi juga dengan pembuangan arang dan debu serta tempat untuk pembakaran, sehingga mempermudah proses gasifikasi.

2.1. Gasifier Tipe Teta Hi-link 12



Gambar 1. *Gasifier* tipe Teta Hi-link (Tooy dkk. 2012)

Keterangan:

1. *Blower*
2. *Orifice Meter*
3. *Gasifier*
4. Tangki Arang/Pasir

5. Cyclone
6. Penampung Debu
7. Venturi Scrubber
8. Tangki Air
9. Centrifugal Pump
10. Wet Scrubber
11. Filter
12. Tangki Pencampuran

2.4 Potensi Sabut Kelapa

Lignin adalah materi yang paling kuat di dalam biomassa. Lignin sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik, maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi (Prasetyawan., 2009).

3. Metodologi Penelitian

3.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sabut kelapa, dan alat-alat yang digunakan adalah *Gasifier* model tetatipe down draft, *Generator Yakuza*, Tang meter, Oven listrik, Termometer, Timbangan analitik, *Aluminium foil*, *eksikator* alat pemotong sabut, *cosmotektor* O₂, *cosmotektor* CO₂, Gelas ukur 100 ml, dan alat tulis menulis.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan kadar air dari sabut kelapa. kandungan air sabut kelapa yang dimiliki saat panen adalah 29,194%.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi eksperimental dan uji teknis. Percobaan pendahulunya itu perlakuan penjemuran dengan sinar matahari, untuk menurunkan kadar air setelah penjemuran 4, 5 dan 7 hari sejak sabut kelapa dikupas. Penjemuran tersebut dilakukan pada kondisi tidak ada hujan. Hasil kadar air yang didapat pada pengeringan 4 hari penjemuran yaitu 16.5%, 5 hari penjemuran 15.38%, dan 7 hari penjemuran 12.34%. Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven, yang hasilnya diketahui berdasarkan rumus berikut:

$$\text{kadar air} = \frac{a - b}{a} * 100$$

Dimana a : berat awal

b : berat setelah pengeringan

3.3 Prosedur Kerja

- Sabut kelapa setelah panen dikeringkan, kemudian dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil yaitu 2-5 cm dan pisahkan menjadi 3 bagian,

Kemudian dilakukan proses penjemuran. Proses pemisahan sabut kelapa ini dilakukan setelah penjemuran dan didasari oleh lama penjemuran yaitu 4, 5, dan 7 hari.

- Sabut kelapa yang sudah dikeringkan dimasukan ke *reactor gasifier*, kemudian generator listrik dinyalakan, blower, dan pompa air juga dinyalakan dilanjutkan dengan proses pembakaran sabut kelapa. Setelah beberap amenit, akan tercipta syngas. Kemudian di tes pada *Orifice Meter* dengan cara dibakar dengan korek api dan mengukur kandungan O₂ dan CO₂ yang terkandung dalam syngas. Jika asap (syngas) yang dibakar menyala, tutup kembali kran *Orifice Meter*.
- Syngas tersebut disalurkan lewat selang ke motor listrik (generator) yang sedang *running* dengan tegangan listrik sampai pada posisi 220 Volt.
- Posisi *running* generator pada tegangan 220 Volt tersebut dimana perbandingan syngas berada pada posisi maksimum dan bahan bakar solar pada posisi minimum (*stasioner runing*) kemudian saat bahan bakar sabut kelapa habis (syngas habis) mesin dimatikan kemudian mengukur konsumsi bahan bakar solar, dan tar yang terlihat pada wadah penyaringan tahap I.
- Selama proses pengukuran berlangsung gas terus melalui penyaringan 1, ke 2, dan ke 3. Setelah melalui penyaringan ini gas akan langsung menuju generator yang sudah tersedia.

3.4. Prosedur analisa

1. Kadar air

Pengujian kadar air ini adalah untuk melihat seberapa besar pengaruh kadar air pada proses gasifikasi, terlebih yang berhubungan dengan Tar, gas O₂ dan CO₂, serta waktu/lama pemakaian syngas hasil gasifikasi sabut kelapa pada reaktor.

2. Pengukuran tar dilakukan setelah proses gasifikasi selesai, pengukuran tar ini menggunakan gelas ukur sebagai alat pengukurannya, hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar jumlah tar yang dihasilkan pada perbedaan kadar air bahan baku (sabut kelapa).

3. Lama gas yang dihasilkan Lama gas yang dihasilkan adalah perhitungan waktu antara saat syngas (CO, H₂, CH₄) sampai gas tersebut habis.

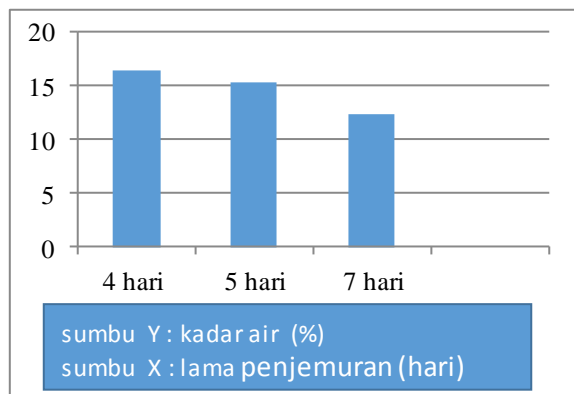
4. Jumlah gas O₂ dan CO₂ yang terkandung pada gas hasil gasifikasi. Pengukuran gas O₂ dan CO₂ diukur dengan menggunakan *cosmotektor*.

5. Efisiensi bahan bakar

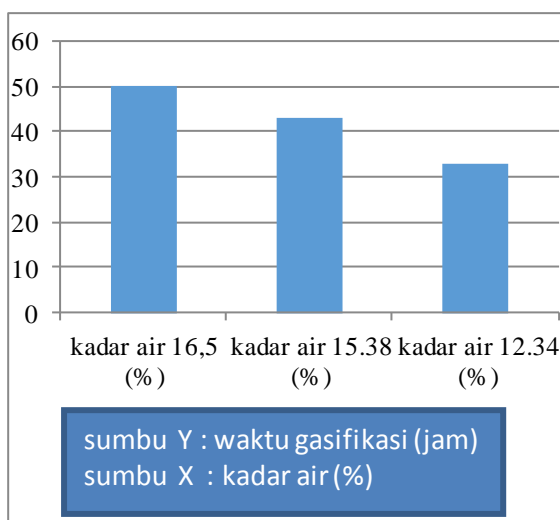
Efisiensi bahan bakar yang dimaksud adalah untuk menentukan seberapa besarkah proses gasifikasi ini mempengaruhi konsumsi bahan bakar dari generator listrik tersebut.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Kadar air



Gambar 2. Grafik pengaruh penjemuran terhadap kadar air



Gambar 3. Grafik kadar air terhadap lama gasifikasi

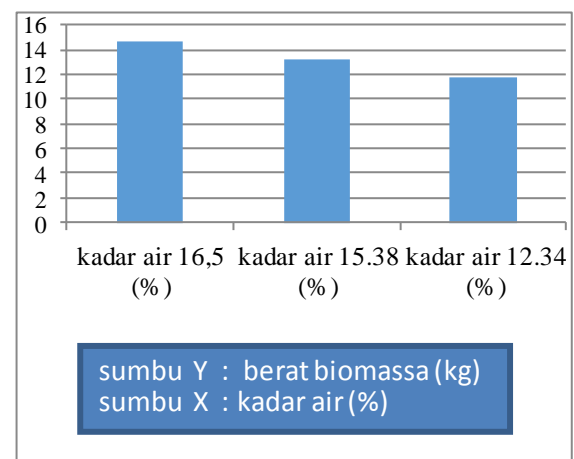
Sabut kelapa saat pertama kali panen memiliki kandungan air sebesar 29,194%, pengeringan hari ke empat akan lebih tinggi kadar airnya dari hari ke lima dan ke tujuh. Namun syarat umum kadar air gasifikasi adalah 30% dan standar kadar air yang dibutuhkan oleh *gasifier* tipe *Fixed bed gasifier* dengan arah aliran *Down-draft* adalah 15-20%.

Waktu Gasifikasi

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa perolehan waktu yang paling lama mendapatkan *syn gas* adalah pada kadar air sabut kelapa 16,05%, ini karena *syngas* bertahan selama 50 menit. Kemudian sabut kelapa dengan kadar air 15,38%, mampu menghasilkan *gas* dan dapat dimanfaatkan selama 43 menit. Dan selanjutnya yaitu oleh sabut kelapa dengan kadar air 12,34%, mampu menghasilkan *gas* dan dapat dimanfaatkan dalam waktu 33 menit. Namun waktu gasifikasi ini tidak menjamin efisiensi proses gasifikasi, itu dikarenakan kualitas *gas* yang dihasilkan

dari hasil gasifikasi dengan kadar air tinggi tidak terlalu baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian konsumsi bahan bakar (Gambar 8) serta produksi tar yang tinggi, dimana tar adalah zat yang merugikan motor bakar (Gambar 7). Dalam proses gasifikasi tipe *downdraft*, bahan baku diumpungkan ke dalam *gasifier* dilakukan secara terus menerus, sehingga untuk mencapai waktu 1 jam penggunaan gasifikasi, memerlukan bahan baku yang lebih banyak.

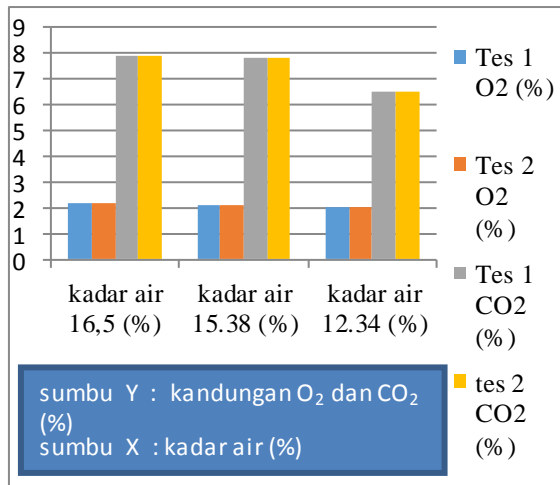
4.2. Berat Biomassa



Gambar 4. Grafik Pengaruh kadar air terhadap berat biomassa sebagai bahan baku gasifikasi

Biomassa dari kelapa memiliki berat rata-rata 0,312 kg per buah. Sedangkan untuk memenuhi 1 wadah *gasifier* tipe teta, memerlukan sabut kelapa tanpa pengeringan yang di potong dengan ukuran 3-5 cm, sebanyak 21 kg. ini berarti memerlukan sabut sebanyak ± 67 buah sabut kelapa. Namun karena sudah diturunkan kadar airnya selama 4 hari dengan suhu lingkungan rata-rata 30°C, maka berat sabut kelapa yang tadinya 21 kg, menjadi 14,7 kg. jika kadar airnya semakin diturunkan maka tentulah berat sabut akan semakin ringan namun jumlah kuantitas/volume sabut kelapanya tetap sama.

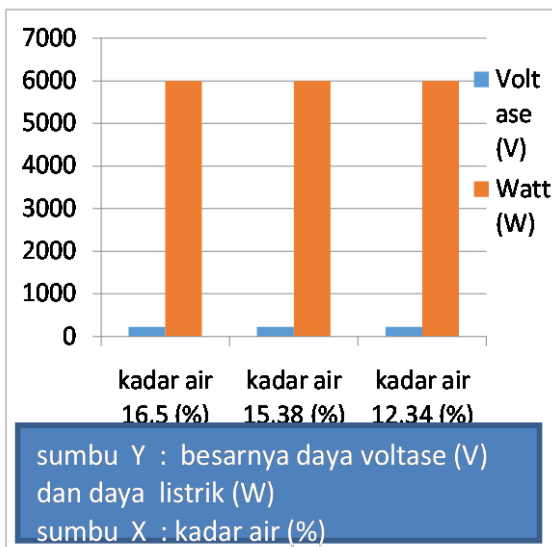
4.4. Gas



Gambar 5. Grafik Pengaruh kadar air terhadap kandungan gas O₂ dan CO₂

Hasil oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂) ternyata lebih rendah pada kadar air rendah, hal ini dapat dilihat bahwa kandungan O₂ mengalami penurunan berdasarkan kadar air. Kandungan O₂ masih rendah itulah sebabnya penurunan ini masih dapat dikategorikan baik. Sedangkan untuk produksi CO₂ rata-rata adalah 7.5% ini juga adalah gas hasil gasifikasi yang relatif baik.

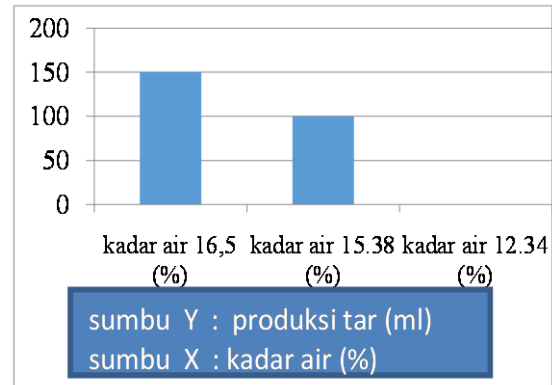
4.5. Besarnya Daya



Gambar 6. Grafik Besarnya daya yang digunakan pada setiap perbedaan kadar air

Tegangan listrik diatur pada 220 Volt. Tegangan 220 V adalah voltase yang di setel disesuaikan dengan voltase rata-rata di Indonesia. Sedangkan daya terjadi penurunan ini pun disebabkan ada tambahan kalor yang diperoleh dari bahan bakar biomassa dari proses gasifikasi.

4.6. Tar

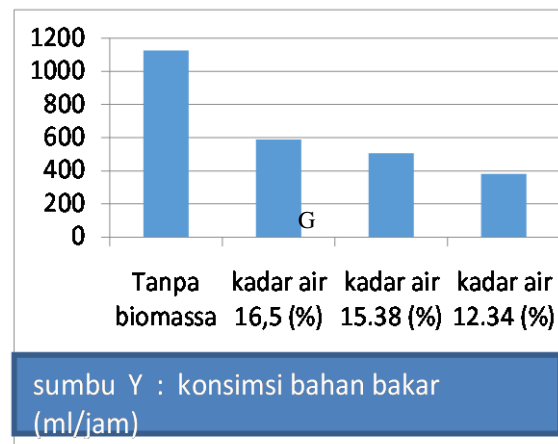


Gambar 7. Grafik kadar air terhadap produksi tar

Tar adalah cairan hitam kental yang terbentuk dari destilasi destruktif pada material organik. Selain itu, tar memiliki bau yang tajam dan dapat mengganggu pernapasan. Apabila hasil gas yang mengandung tar relatif tinggi dipakai pada mesin, dapat menimbulkan deposit pada karburator dan intake valve sehingga menyebabkan gangguan.

Pada Gambar 7 nilai tar pun mengikuti kadar air karena tar termasuk zat volatile matters, itulah kenapa kandungan tar terus menurun setiap penurunan kadar air bahkan pada kadar air 12,34% bebas dari zat tar. semakin tinggi kadar air semakin tinggi pula tar yang akan dihasilkan, namun gasifer tipe teta ini dilengkapi dengan penyaringan tar sehingga tar dapat diminimalisir.

4.7. Konsumsi bahan bakar



Gambar 8. Grafik Pengaruh kadar air terhadap konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar solar, pada konsumsi bahan bakar tanpa gasifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan pada penggunaan gasifikasi. Ini berarti syngas hasil gasifikasi sabut kelapa mampu mensubstitusi bahan bakar solar. pada kadar air 16.5% dapat

mengsubstitusi solar sebesar 47.57%, kadar air 15.38% dapat mengsubstitusi solar sebesar 54.98%, dan kadar air 12.34% dapat mengsubstitusi solar sebesar 66.08%.

5. Kesimpulan

1. Kadar air mampu mempengaruhi hasil gasifikasi, ini dikarenakan kadar air mampu mempengaruhi suhu gasifier. Meskipun kadar air tinggi dapat membuat waktu gasifikasi makin lama namun hal ini tidak menjamin efisiensi gas hasil gasifikasi.
2. Kadar air 16.5% mengsubstitusi solar sebesar 47.57%, kadar air 15.36% dapat mengsubstitusi solar sebesar 54.98%, dan 12.34 mengsubstitusi solar sebesar 66.08%.
3. Gas hasil gasifikasi yang masuk kedalam motor bakar adalah gas yang sudah baik dalam hal kemurnian dan kebersihan gas karena sudah melewati proses penyaringan hingga tiga kali.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Hi Link Dikti dan Bappelitbang Kabupaten Minahasa Utara, serta PT Intan Prima Kalorindo untuk fasilitasi kegiatan penelitian ini.

Daftar acuan

- [1]. Dzulfansyah, D. Skripsi Simulasi numerik untuk memprediksi kinerja Reaktor gasifikasi sabut kelapa tipe *Downdraft*. Bogor 2013
- [2]. Ramanan MV, Lakshmanan E, Sethumadhavan R, Renganarayanan S. 2008.
- [3]. Raveendran K, Ganesh A, Khilart KC. 1995. Influence of mineral matter on biomass pyrolysis characteristic. *Fuel*. 74 (12): 1812 – 1822.
- [4]. Sholehul Hadi. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 3, (2013) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- [5]. Tooy D, L.O. Nelwan, I.A. Longdong. Y.Sirodz. 2013. Pengembangan Pembangkit Listrik Gasifikasi Skala Kecil dengan Bahan Baku Sabut Kelapa di Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Laporan Program *Hi -Link* Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Kode Makalah: A5-15

PERBANDINGAN EFISIENSI GASIFIKASI SABUT DAN KAYU BAKAR TERHADAP ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN DENGAN MENGGUNAKAN *DOWNDRAFT GASIFIER*

Rian Sondakh¹, Dedie Tooy², Freeke Pangkerego³ dan Frans Wenur⁴

^{1,2,3,4} Prodi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Unsrat Manado
Jln. Kampus Kleak Bahu Manado 95115 Indonesia

E-mail: rianteknikpertanian@gmail.com

Abstrak

Dengan semakin terbatasnya energi bahan bakar minyak dan adanya permasalahan distribusi di daerah kepulauan, maka diperlukan upaya mendapatkan energi alternatif yang dapat dijangkau. Pemanfaatan sumber daya alam di daerah untuk menghasilkan energi listrik perlu terus dikembangkan. Biomassa adalah salah satu potensi yang dapat dikembangkan menjadi energi listrik di daerah. Pemanfaatan limbah sabut kelapa untuk menghasilkan energi listrik dapat menjadi perhatian di daerah penghasil kelapa. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan efisiensi *downdraft gasifier* menggunakan sabut dan kayu bakar. Penelitian dilakukan menggunakan reaktor gasifikasi *downdraft* di Laboratorium Keteknikan Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi, dimulai dengan mengetahui kadar air dari masing-masing bahan, sabut kelapa 10,57 % dan kayu bakar 7,54 %. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian bahan dengan perlakuan yang sama berat bahan 12 kg selama 30 menit. Penelitian dilakukan dengan beberapa analisis data yaitu lamanya waktu gas keluar setelah pembakaran umpam, *Rotation Per Minute* (RPM) tanpa gasifikasi dan menggunakan gasifikasi, Suhu gas sebelum dan sesudah didinginkan, pemakaian solar, dan tar yang dihasilkan. Hasil penelitian didapatkan penggunaan sabut kelapa pada alat memerlukan waktu 17 menit untuk menghasilkan gas yang dapat dibakar, dengan 136,89 Rpm, suhu gas 104°C, dapat menghemat pemakaian solar sebanyak 16,9 %, dan tar yang dihasilkan 39,33 ml, sedangkan kayu bakar memerlukan waktu gas keluar selama 23 menit, 137,35 rpm, Suhu Gas 145°C, menghemat pemakaian solar 6,6 % dan tar yang dihasilkan 56,66 ml.

Abstract

With the limited energy of fuel and any problems in the distribution of the islands, it is necessary to obtain alternative energy in coconut areas such as islands. Utilization of biomass from natural resources such as coconut in those areas to produce electrical energy keep on to be developed. Biomass is the one of potential that can be developed into electrical energy in the region. Utilization of coconut coir waste to generate electrical energy can be a concern in oil producing regions. The purpose of this study was to compare the efficiency of the *downdraft gasifier* using coconut husk with firewood. The study was conducted using a *downdraft gasification reactor* in the Laboratory Engineering Agricultural Engineering Program Faculty of Agriculture, University of Sam Ratulangi, starts with knowing the moisture content of each material, coco 10, 57% and 7.54% firewood. Then proceed with the test material with the same treatment weight of 12 kg for 30 minutes. The study was conducted with some analysis of the data: the length of time of gas being combustion gases, rotations per minute (RPM) without gasification and the use of gasification, gas temperature before and after cooling, the use of solar, and tar produced. The results showed the use of coconut husk takes 17 minutes to produce flammable gas, with 136.89 rpm, gas temperature of 104°C, can save as much as 16.9% of diesel consumption, and tar produced 39.33 ml, where as wood fuel takes time for 23 minutes, 137.35 rpm, gas temperature 145°C, the use of diesel fuel saving of 6.6% and the resulting tar 56.66 ml.

Keywords: biomass, coconut husk, firewood, alternative energy, downdraft gasification

1. Pendahuluan

Saat ini kebutuhan bahan bakar untuk energi di Indonesia tiap tahunnya tercatat semakin meningkat

seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kemajuan industri. Di sisi lain, cadangan minyak nasional semakin lama semakin menurun. Untuk mengatasi krisis energi yang terjadi diperlukan suatu

usaha untuk mencari sumber-sumber energi alternatif baru yang lebih murah, berlimpah dan dapat diperbaharui. Energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan adalah biomassa (Najib L dan Darsopuspito S., 2012).

Indonesia adalah Negara kepulauan dan mayoritas adalah masyarakat agraris sehingga Indonesia mempunyai potensi biomassa yang sangat besar salah satunya sabut kelapa dan kayu bakar dan lainnya. Di Sulawesi Utara Sabut kelapa dapat dengan mudah diperoleh karena jumlahnya melimpah dan untuk sekarang ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar rumah tangga saja. Dengan mengetahui komposisi dan kandungan kimia yang terdapat di dalam sabut kelapa, bahan tersebut dapat dijadikan sumber energi alternatif melalui proses gasifikasi. Gasifikasi adalah teknologi proses konversi energi dari bahan bakar yang mengandung karbon (padat) menjadi gas yang disebut syngas (synthesis gas).

Kayu bakar adalah segala jenis bahan kayu yang dikumpulkan untuk digunakan sebagai bahan bakar. Umumnya kayu bakar merupakan bahan yang tidak diproses selain pengeringan dan pemotongan, dan masih terlihat jelas bagian-bagian kayu seperti kulit kayu, mata kayu, pith, dan sebagainya.

Secara sederhana gasifikasi biomassa dapat diidentifikasi sebagai proses konversi bahan selulose dalam suatu reaktor gasifikasi (*gasifier*) menjadi bahan bakar. Gas tersebut dipergunakan sebagai bahan bakar motor untuk menggerakkan generator pembangkit listrik. Dengan demikian bentuk energi akhir adalah berupa listrik yang dapat dipergunakan untuk berbagai penggunaan akhir. Dalam hal ini biomassa yang digunakan adalah sabut kelapa dan kayu bakar.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan reaktor gasifikasi jenis *downdraft* dengan membandingkan efisiensi dari sabut kelapa dan Kayu Bakar. Proses ini berlangsung di dalam suatu alat yang disebut *gasifier*. ke dalam alat ini dimasukkan bahan bakar biomassa yaitu sabut kelapa dan kayu bakar yang akan mengalami reaksi oksidasi parsial dengan oksigen, uap air, atau campurannya.

2. Metodologi Penelitian

A. Peralatan dan Persiapan Bahan

Penelitian menggunakan reaktor gasifikasi Tipe *Downdraft* yang dibuat di Laboratorium Keteknikan Pertanian dan pengujian alat dilakukan di desa Pinenek Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara. Bahan yang digunakan ada 2 yaitu Sabut Kelapa dan Kayu Bakar.

a. Persiapan

- Mempersiapkan biomassa yaitu sabut kelapa 12 kg dan kayu bakar 12 kg, di potong berukuran 3-5 cm serta mempersiapkan reaktor/gasifier dan peralatan pendukung.
- Mempersiapkan alat ukur yang di gunakan seperti Tachometer, Thermokopel dan lain-lain

b. Pelaksanaan Penelitian

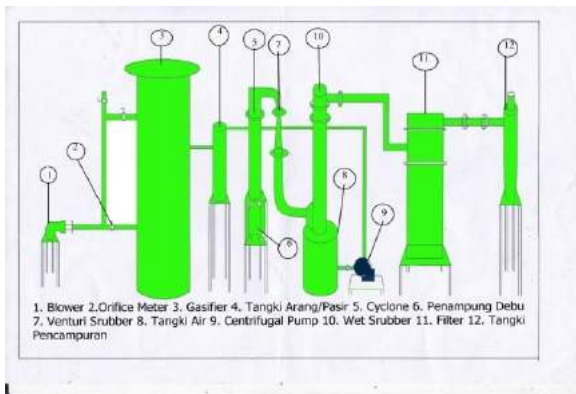
- Pengambilan data menggunakan alat ukur seperti Thermokopel, Tachometer dll, masing-masing pengambilan data dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.
- Saat sabut kelapa dan kayu bakar sudah siap, sabut dan kayu bakar ditimbang hingga mencapai 12 kg masing-masingnya.
- Masukkan bahan perlahan-lahan ditambah dengan di tekan agar bahan lebih padat.
- Hidupkan Engine dan diatur tegangannya mencapai 220 volt serta dihitung Putaran Per menit menggunakan alat Tachometer.
- Di isi air pada bagian penyaring pendinginan agar dapat mendinginkan gas serta membersihkan gas dari Tar dan partikel-partikel padatan lainnya.
- Nyalakan blower yang diatur kecepatannya sehingga pembakaran yang terjadi tidak sempurna, kemudian dilakukan penyalaaan awal dari samping reaktor dengan menggunakan sabut kelapa dan minyak tanah sebagai pancingan.
- Setelah dihasilkan gas, laju aliran udara diatur agar tidak terjadi pembakaran sempurna.
- Pompa air dihidupkan pada system pendinginan.
- Gas yang dihasilkan diukur suhunya di 2 tempat, di sebelum gas didinginkan dan sesudah didinginkan menggunakan alat Thermokopel, kemudian disalurkan ke mesin diesel menggunakan selang selama 30 menit. Pengamatan awal dilakukan adalah menghitung solar yang terpakai selama 30 menit dengan kombinasi syngas. Pengukuran putaran per menit menggunakan alat Tachometer, setelah 30 menit dilakukan perhitungkan pemakaian solar yang terpakai dan diukur jumlah tar yang dihasilkan serta diamati air dari penyaring/pendingin apakah berubah warna. Pengamatan ini diulang sebanyak 3 kali dengan cara kerja yang sama dan dilakukan pada sabut kelapa dan kayu bakar.

B. Analisa Data

- Suhu yang diukur adalah suhu gas yang keluar dari pipa tester dan juga pipa keluar yang menuju ke mesin diesel.
- Kadar Air
Sampel ditimbang berat awalnya menggunakan timbangan digital kemudian sampel dimasukan ke dalam oven yang bersuhu 105°C selama 2 jam. Setelah 2 jam sampel dikeluarkan lalu ditimbang beratnya. Perlakuan ini diulang sampai selisih penimbangan berturut-turut konstan. Perhitungan kadar air dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$K. Air = \frac{Berat\ awal - Berat\ akhir}{Berat\ awal} \times 100\% \quad (1)$$

- Rotasi Per Minute (RPM)
RPM diukur menggunakan alat Tachometer dan diukur di mesin diesel tepatnya di roda gila yang berputar serta dilakukan saat tanpa gasifikasi dan saat menggunakan gasifikasi.
- Tar diukur menggunakan gelas ukur dan diamati berapa tar yang dihasilkan.
- Efisiensi Pemakaian Solar
Menganalisa pengaruh sabut kelapa dan kayu bakar terhadap gas yang dihasilkan terhadap pemakaian solar kerja efisiensi gasifikasi.



Gambar 1. Skema Sistem Gasifikasi *downdraft* (Tooy, dkk, 2014)

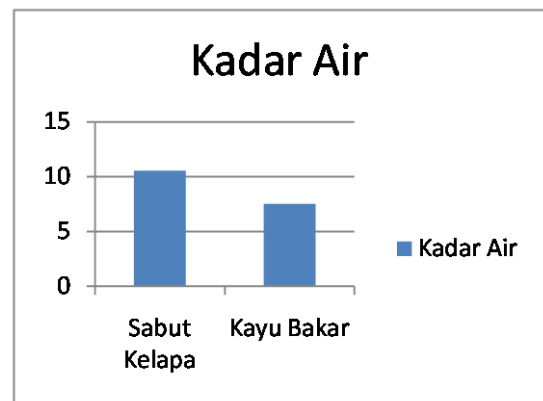
3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara Sabut kelapa dan kayu bakar dari segi gas yang dihasilkan, tar yang dihasilkan, suhu gas yang keluar dan paling penting pemakaian solar dari kedua bahan, bisa dilihat dalam hasil penelitian dibawah ini.

3.1 Kadar Air

Tabel 1. Perbandingan Kadar Air Sabut Kelapa dan Kayu Bakar.

Bahan	Hasil Kadar Air (%)
Sabut Kelapa	10.57
Kayu Bakar	7.54



Gambar 2. Grafik Perbandingan Kadar Air Sabut Kelapa dan Kayu Bakar

3.2 Hasil Penelitian

Perlakuan pada Sabut Kelapa dan pada Kayu Bakar sama yaitu 12 kg bahan masing-masing selama 30 menit dan Parameter yang dihitung juga sama. Penggunaan solar pada alat gasifikasi selama 30 menit adalah 136 ml.

a. Sabut Kelapa

Tabel 2. Hasil Data Sabut Kelapa

Parameter	Hasil
Waktu gas keluar setelah pembakaran umpan	17 menit
Rotasi Per Minute (RPM) tanpa Gasifikasi	133,33 Rpm
Rotasi Per Minute (RPM) Gasifikasi	136,89 Rpm
Suhu Gas sebelum didinginkan	104°C
Suhu Gas Sesudah didinginkan	35°C
Pemakaian solar	113 ml
Tar	39,33 ml

b. Kayu Bakar

Tabel 3. Hasil Data Kayu Bakar

Parameter	Hasil
Waktu gas keluar setelah pembakaran umpan	23 menit
Rotasi Per Minute (RPM) tanpa Gasifikasi	134,31 Rpm
Rotasi Per Minute (RPM) Gasifikasi	137,35 Rpm
Suhu Gas sebelum didinginkan	145°C
Suhu Gas Sesudah didinginkan	36,33°C
Pemakaian solar	127 ml
Tar	56,66 ml

Penelitian ini menggunakan pemanfaatan limbah sabut kelapa dan limbah kayu bakar, selanjutnya di uji coba pada *gasifier tipe downdraft* dan dilihat yang mana lebih efisien diantara keduanya.



Gambar 3. Gambar Bahan Yang Digunakan Sabut Kelapa



Gambar 4. Gambar Bahan Yang Digunakan Kayu Bakar

Adapun ada beberapa pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini agar didapat perbandingan diantara sabut kelapa dan kayu bakar yaitu:

1. Kadar Air
2. Waktu gas keluar setelah pembakaran umpan
3. *Rotation Per Minute* tanpa gasifikasi
4. *Rotation Per Minute* menggunakan gasifikasi
5. Suhu gas sebelum didinginkan
6. Suhu gas sesudah didinginkan

7. Pemakaian Solar
8. Jumlah tar

Gasifikasi merupakan salah satu alternatif dalam rangka program penghematan dan diversifikasi energi. Selain itu gasifikasi akan membantu mengatasi masalah penanganan dan pemanfaatan limbah pertanian, perkebunan dan kehutanan. Melalui gasifikasi, bahan karbonat padat dipecah menjadi bahan baku seperti CO, H₂, CO₂, H₂O, dan CH₄ (Affendi M, dkk. 2010)

a. Tar

Motor bensin maupun motor diesel dapat digabungkan dengan perangkat gasifikasi untuk memanfaatkan gas hasil gasifikasi [Aziz A.A., 2006 dalam Affendi M, dkk 2010]. Untuk maksud ini, gas hasil dialirkan ke dalam aliran udara masuk motor, dengan sambungan pipa silang atau sistem injeksi. Sambungan silang sangat sederhana dan murah, sesuai untuk kapasitas rendah. Sedangkan sistem injektor agak rumit pembuatannya tetapi dapat memberikan pencampuran gas-udara yang lebih baik, dan sesuai untuk kapasitas tinggi.

Disamping panas pembakarannya, gas hasil harus memenuhi persyaratan-persyaratan berikut ini agar tidak mengurangi performansi dan umur motor:

- a. kandungan tar tidak lebih dari 100 mg/m³,
- b. kandungan abu maksimum 50 mg/m³,
- c. ukuran debu tidak lebih dari 10 mikrometer,
- d. temperatur gas di bawah 40°C

Tar merupakan berupa cairan hitam yang kental yang terdapat pada proses gasifikasi dimana tar hambatan terbesar bagi proses gasifikasi, dengan demikian tar tidak baik untuk semua jenis mesin karena tar juga bersifat korosif. Jadi untuk menghindari hal itu dilakukan beberapa upaya seperti gasifikasi dilengkapi *Filter* dan *gas cooler*.



Gambar 5. Tar Yang Dihasilkan Dalam Penelitian

b. *Filter Dan Gas Cooler*

Filter dan gas cooler pada gasifikasi bertugas untuk memurnikan gas menghilangkan gas partikel-partikel yang dapat merusak mesin diesel. Oleh karena mesin diesel sangat sensitive pada kotoran yang masuk maka gas produsen disaring terlebih dahulu sebelum masuk ke mesin dan juga suhu gas produser hasil proses gasifikasi tentunya sangat tinggi, untuk itu digunakan gas cooler untuk mendinginkan gas produsen sebelum masuk ke mesin. Suhu gas produsen sangat panas berpotensi merusak mesin tersebut (Susila dkk. 2011).

Filter dan *gas cooler* dapat membantu menyaring partikel-partikel seperti tar tersebut, biasanya filter berupa pipa corong sehingga ada gaya sentrifugal pada aliran gas yang menyingkirkan tar dalam ukuran besar. Setelah melewati filter gas yang suhunya sangat panas didinginkan menggunakan gas cooler, gas cooler berupa air diisi dalam berupa tabung dan dibutuhkan bantuan mesin pompa untuk menyuplai air dalam saluran gas setelah didinginkan gas siap untuk dimasukkan ke mesin.



Gambar 6. *Filter dan Gas cooler*

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Efisiensi penggunaan sabut kelapa 16.9 % dan kayu bakar 6.6 %. Sabut kelapa menghasilkan tar lebih sedikit dari kayu bakar, secara berturut yaitu 39.33 ml dan 56.66 ml. Waktu yang diperlukan untuk menghasilkan *Flammable gas* dari sabut kelapa adalah 17 menit dan kayu bakar 23 menit.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih pada Program Hi-Link Dikti Unsrat tahun 2014, PT Intan Prima Kalorindo dan Bappelitbang Kab. Minahasa Utara untuk fasilitasi penelitian ini.

5. Daftar Acuan

[1]. Affendi, M., Sugiyatno., Djunaedi I., Wahyu H. 2010. Uji Variasi Beban Listrik dan Rasio Gas

Hasil Gasifikasi Sekam Padi Pada Mesin diesel Dual Fuel

- [2]. Aziz A.A., Said MF., Awang M.A. 2006. Performance of Palm Oil-Based Bio Diesel Fuels in a Single Cylinder Direct Injection Engine. *Palm Oil Development* 42, hal 15-27.
- [3]. Najib L, dan , Darsopuspito S. 2012. Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (*AFR*) dan Ukuran Biomassa.
- [4]. Rindengan, B., A. Lay., H. Novarianto., H. Kembuan dan Z. Mahmud. 1995. Karakterisasi Daging Buah Kelapa Hibrida Untuk Bahan Baku Industri Makanan. Laporan Hasil Penelitian. Kerjasama Proyek Pembinaan Kembangan Penelitian Pertanian Nasional. Badan Litbang 49p.
- [5]. Susila, M. S. I.. 2011. Analisis Profil Temperatur Reaktor pada Gasifikasi *fluidized Bed* Berbahan Bakar Sampah Terapung.
- [6]. Tooy, D., L.O. Nelwan, I.A. Longdong, Y. Sirodz, H. Tambani. 2014. Pengembangan Pembangkit Listrik Gasifikasi Skala Kecil dengan Bahan Baku Sabut Kelapa di Kab. Minahasa Utara, Sulawesi Utara Tahun ke-2. Laporan Program Hi Link Dikti, Manado

Kode Makalah: A5-16

MENINGKATKAN EFEKTIFITAS SWITCHING TEGANGAN MEDIUM UNTUK SUPLAI POWER PT HOLCIM NAROGONG PLANT DENGAN SIMULATOR

Ahmad Fauzi Basri¹¹.Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen

E-mail: ahmadfauzi.basri@yahoo.com

Abstrak

Power Narogong Plant disupply dari PLN sebesar 70 kV (Nar 1) dan 150 kV (Nar 2). Seringnya gangguan pada distribusi power membuat proses produksi semen akan terhambat. *Blackout* PLN, *PM* (*preventive Maintenance*) rutin, dan *Trouble* mendadak membuat power padam. Switching tegangan merupakan salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengcover kebutuhan power saat terjadi gangguan. Proses *switching* tegangan dilakukan pada power tegangan medium. Dibutuhkan banyak pengetahuan dan pengalaman saat melakukan *switching*. Besarnya resiko yang mengakibatkan cedera fatal (kematian) membuat banyak karyawan takut dan enggan melakukan *switching*. Lamanya durasi pemadaman atau tidak tersuplainya power akan merugikan perusahaan. Tidak meratanya pengetahuan dan *skill* merupakan penyebab utama lamanya proses *switching*. Pembuatan simulator swithing tegangan bertujuan untuk mengurangi durasi pamadaman dan pemerataan pengetahuan kepada karyawan elektrik. *Software* dan *hardware simulator* dibuat dengan memanfaatkan teknologi visual basic dan PLC (*Programable Logic Control*). Pelatihan kerja lapangan akan lebih efektif karena *portable software* yang dapat dijalankan di komputer. Kecelakaan fatal dapat dicegah dan pemerataan *skill* akan tercapai dengan pelatihan rutin. Efektifitas dari pekerjaan dapat lebih ditingkatkan.

Abstract

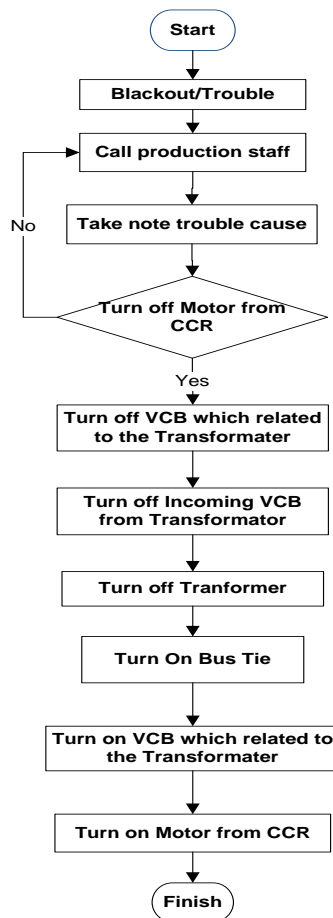
Narogong Power Plant supplied from PLN at 70 kV (Nar1) and 150 kV (Nar2). Frequent disturbances in the power distribution make the cement production process will be hampered. Blackout PLN, PM (preventive maintenance) routine, and Trouble suddenly make power outages. Switching voltage is one method that can be applied to cover the event of interruption of power needs. Voltage switching process carried out on the medium voltage power. It takes a lot of knowledge and experience when performing switching. The amount of risk that resulted in a fatal injury (death) made many employees fearful and reluctant to do the switching. The length of the duration of a power outage or unsupplied power not be detrimental to the company. Unequal distribution of knowledge and skills is a major cause of the length of the switching process. Making voltage switching simulator aim to reduce the duration pemadaman and equity to employees electrical knowledge. Software and hardware simulator made by using visual basic technology and PLC (Programmable Logic Control). Fieldwork training will be more effective as a portable software that can be run on the computer. Fatal accidents can be prevented and even distribution of skills will be achieved with regular training. Effectiveness of the work can be further improved.

Keywords :Power, switching, simulator, fatal, skill

1. Pendahuluan

Power distribusi di PT Holcim Indonesia Narogong plant memiliki banyak gangguan. Blackout, Preventive Maintenance, dan Trouble mendadak membuat power listrik harus padam. Power di Narogong dibagi menjadi dua Nar 1 dan Nar 2 yang disuplai dari 3 line sumber Switchgear Nar1, Nar 2, dan Room 7. Adanya sumber power yang berbeda dapat digunakan untuk mengisi power ke line lainnya.

Switching tegangan telah dilakukan sejak awal proyek nar 2. Switching tegangan dilakukan pada tegangan 6,3 kV dan memiliki banyak resiko. HIL (*Holcim Indonesia Ltd*) memiliki slogan *Safety First No Compromise* sehingga sangat menekankan keselamatan kerja. Resiko kegagalan proses *switching* yang dapat mengakibatkan kematian harus diperhatikan lebih. Program penghematan dan efektifitas pekerjaan di HIL sangat diutamakan. Kerusakan equipment yang dapat terjadi jika terjadi kesalahan penggunaan karena



Gambar 1. Flowchart Proses Switching tegangan di Nar Plant

karakteristik equipment tersebut. Hal tersebut dapat menambah cost maintenance.

Departemen elektrik di Holcim Nar dibagi menjadi beberapa bagian, Elektrik Utility, Crusher, PM, Instrumen dan Finish Mill. Switching yang dilakukan di Nar Plant belum efektif karena hanya elektrik utility yang mengerjakannya dan membutuhkan waktu yang lama. Elektrik utility merupakan departemen maintenance non shift, sehingga jika pemadaman atau trouble yang terjadi di malam hari akan menambah durasi power padam. Karena menunggu karyawan elektrik utility sampai ke Nar.

Waktu switching tegangan yang lama diakibatkan karena kurangnya komunikasi, tidak meratanya pengetahuan dan skill. Tidak maksimalnya training merupakan penyebab tidak meratanya pengetahuan dan skill. Praktek langsung yang tidak memungkinkan karena semua equipment swithing digunakan pada tegangan medium 6,3 kV. Resiko dan menggunakan komponen yang besar menjadi penyebab utama tidak dapat dilakukannya training langsung.

Pembuatan Simulator switching tegangan power distribusi adalah salah satu cara untuk menyelesaikan semua masalah tersebut. Simulator yang dibuat dalam bentuk hardware dan software dapat digunakan dengan mudah dan *fleksible*. Membuat rancangan training sebagai mandatory, perubahan rancangan SOP (Standar Operasional Prosedur) akan memaksimalkan proses switching. Sebelum proses swithing dapat lebih jelas pembagian tugas yang dilakukan langsung sesuai kebutuhan power.

2. Metode Penelitian

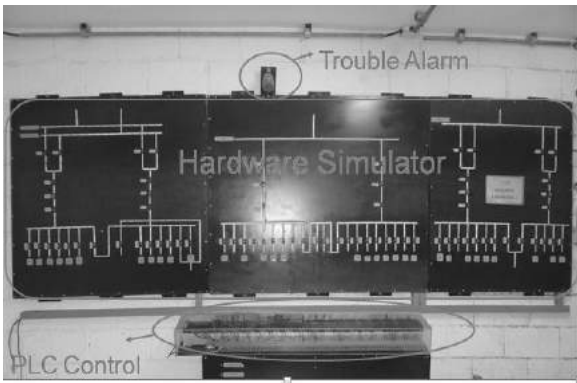
Mempelajari literatur proses switching dan karakter power di Nar Plant. Diskusi dengan para expert di Nar plant.

Berdasarkan hasil diskusi yang dilakukan kepada member yang terkait proses switching. Dapat disimpulkan beberapa hal penyebab lamanya proses switching adalah sebagai berikut :

1. Tidak meratanya skill dan pengetahuan semua elektrik staff.
2. Waktu tunggu datangnya elektrik utility staff.
3. Komunikasi yang terhambat karena tidak tersesuaiinya maksud pembicaraan.
4. Permasalahan tambahan yang timbul karena kesalahan penanganan trouble.

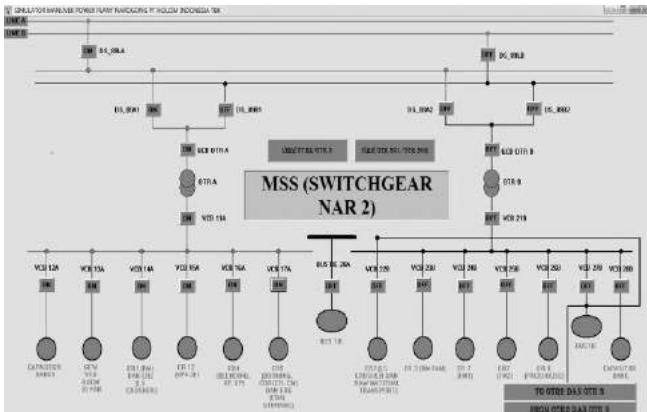
Saat ini switching tegangan hanya dilakukan oleh elektrik utility. Dan akan membutuhkan waktu lebih saat trouble terjadi pada malam hari. Hal ini dapat dihilangkan dengan pemerataan pengetahuan sehingga elektrik shift dapat melakukan Switching tegangan. Penyesuaian penggunaan simulator hardware dan software berdasarkan pada penggunaan di Nar Plant. Hardware simulator dibuat dengan menggunakan PLC. Software simulator menggunakan Visual Basic yang dibuat agar dapat digunakan di semua tempat di Nar Plant.

Pembuatan hardware dibuat dengan menggunakan PLC IEC IZUMI FA-1, program diinput dengan modulator. Program dibuat dengan *instruction list*. Penambahan 9 modul input dan 7 modul output. Input modul dihubungkan dengan saklar yang digunakan sebagai pengganti breaker. Output PLC digunakan untuk mengaktifkan LED strip dan lampu indikator. Buzzer yang digunakan akan aktif saat terjadi kesalahan input power. PLC IEC IZUMI FA-1 membutuhkan input catu daya tegangan 220 VAC. Penambahan power 24 VDC digunakan untuk modul input dan output. LED strip digunakan sebagai indikator aliran power telah terhantar pada komponen.

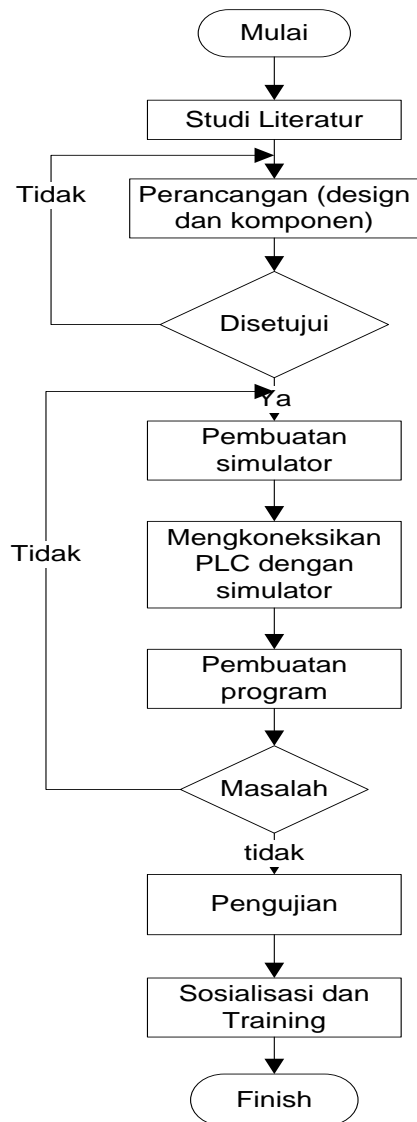


Gambar 2. Hardware Simulator switching tegangan

Pembuatan software didasarkan atas penggunaan simulasi yang kerap dipadukan saat training. Training di Nar plant berpusat di Holcim Academy, sehingga software simulator merupakan cara tepat. Software simulator dibuat dengan Visual Basic. Penerapan fungsi-fungsi dasar dalam pemrograman pada visual basic menghasilkan penggunaan software simulator mudah digunakan. Dengan clicking mouse pada list maka indicator akan berubah dari warna merah menjadi hijau (aktif) sebagai indicator aliran power.



Gambar 3. Tampilan software simulator switching tegangan



Gambar 4. Pembuatan Hardware Simulator

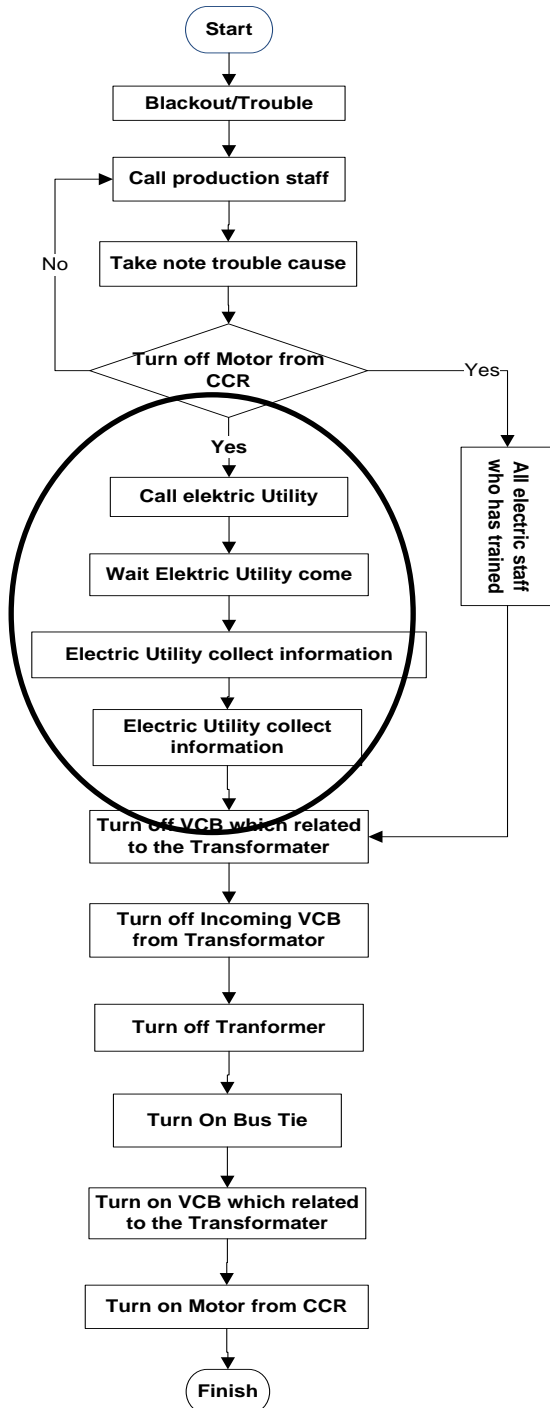
3. Hasil dan Pembahasan

Percobaan pertama yang dilakukan pada 5 Nov 2014, switching yang dilakukan dari OTR 3 ke OTR 2 yang sedang perbaikan. Sebelum proses switching tegangan seluruh anggota melakukan briefing untuk langkah-langkah dan tugas masing-masing. Dan hanya membutuhkan waktu 15 menit proses switching. Sesuai dengan harapan manager area di Nar Plant dalam peningkatan efektifitas.

3.1 Analisa efektifitas switching

Saat proses switching atau padamnya power, power pada equipment-equipment dicover dengan genset. Sehingga pengeluaran biaya berdasarkan banyaknya solar yang dipakai. Proses switching rata-rata

membutuhkan waktu 1 jam. Penghematan yang akan didapat saat switching tegangan membutuhkan waktu 15 menit adalah:



Gambar 8. Grafik Hubungan antara RSSI dan *Dropped Packet Ratio*

Tabel 1 Grafik Hubungan antara RSSI dan *Dropped Packet Ratio*

Uraian	Satuan	Biaya (Rp)
Konsumsi bahan bakar		
Genset 1200 kVA	l/Jam	247.50
Waktu penghematan	menit	40.00
Harga /kwh	Rp	1,051.00
Harga Solar/l	Rp	11,500.00
Pengeluaran genset	Rp	1,906,987.50
Pengeluaran listrik	Rp	845004
Penghematan setiap switching	Rp	1,061,983.50

Penghematan yang didapat saat proses switching hanya 15 menit.

Tabel 2 Hubungan antara RSSI dan *Dropped Packet Ratio*

Uraian	Sebelum	Setelah
Harga semen per ton	1,070,000	1,070,000
Produksi semen t/Jam	120	120
Jika selama menit	60	40
Total kerugian	128,400,000	32,100,000
Penghematan Rp	96,300,000	

Kerugian yang terhitung pada proses switching terakhir sebelum menggunakan simulasi. Pada mill 4 adalah :

harga semen per ton	1,070,000.00
Produksi semen t/Jam	120
durasi padam jam	3
Total Selama Rp	385,200,000.0
	0

Dengan hasil dan analisa yang diperoleh melalui proses switching tersebut, ada beberapa hal yang dapat dimaksimalkan.

4. Kesimpulan

Switching tegangan yang sudah dilakukan dengan penggunaan simulator sebagai pengantar awal dapat dilakukan lebih cepat. Penanganan yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan dapat dilakukan karena proses Switching di rencanakan terlebih dahulu. Berdasarkan data yang di dapat dari proses switching pertama, penghematan yang sangat besar didapat. Dan efisiensi waktu yang lebih cepat didapatkan 15 menit. Peningkatan efektifitas dan efisiensi switching tegangan medium di dapat dari :

1. Perencanaan Switching tegangan yang sesuai kebutuhan
2. Training switching dengan simulator yang dijadikan *mandatory*
3. Semua elektrik staff yang telah siap untuk melakukan switching

5. Ucapan Terima kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada pembimbing di Nar Plant atas semua informasi, saran dan tenaga dalam pembuatan simulator ini. Untuk lebih memaksimalkan efektifitas switching power training dengan simulator dan pengetahuan harus dikembangkan di kemudian hari

6. Daftar Acuan

- [1]. W.H. Kersting. 2002 Distribution System Modeling and Analysis. CRC Press. Las Cruces, New Mexico. ISBN :0-8493-0812-7
- [2]. R.L. Koral. 1981. Industrial Energy Manager's Sourcebook. The Fairmont Press. USA. ISBN : 0-915586-36-3
- [3]. L.A. Bryan, E.A. Bryan. 1988, 1997. Programmable Logic Controllers Theory and Implementation Second Edition. Industrial Text Company. Georgia, USA. ISBN : 0-944107-32-X.
- [4]. Wang ,Liang Yu, Influence of Model of Circuit breaker on Very Fast Transient Over-voltage. Physics Procedia 24 (2012) 283 – 289

Kode Makalah: A5-17

ANALISA SENSITIVITAS UNTUK ALGORITMA PENGUKURAN IMPEDANSI PADA PROTEKSI SALURAN TRANSMISI

Nanang Rohadi

Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI, Depok 16425

Email: nnng_rohadi@yahoo.com

Abstrak

Pada paper ini *Global Sensitivity Analysis* (GSA) terhadap algoritma pengukuran impedansi yang digunakan pada proteksi saluran transmisi (*Distance Relay*) saat terjadi gangguan akan diimplementasi. Analisa yang akan dikembangkan yaitu menggunakan teknik *Quasi-Monte Carlo* untuk mengkalkulasi varian dari kesalahan pengukuran impedansi. Varian ini bisa disebabkan oleh sejumlah parameter ketidakpastian dari sistem. Kegagalan resistansi merupakan salah satu parameter yang tidak bisa diukur pada saat kondisi gangguan saluran transmisi, yang selanjutnya akan dianggap sebagai ketidakpastian parameter. Parameter tersebut selanjutnya disebut sebagai faktor yang dibangkitkan melalui fungsi distribusi dalam domain variasi tertentu. Metode yang dikembangkan, diimplementasi melalui skrip *DIgSILENT Programme Language* (DPL) yang dibuat untuk mengotomasi kerja *software package* *DIgSILENT* dan *SIMLAB*; yaitu mengotomasi percobaan gangguan pada saluran transmisi dengan memvariasikan nilai faktor ketidakpastian dari sistem. Variasi nilai parameter adalah nilai distribusi faktor yang dibangkitkan menggunakan teknik *Sobol quasi-random sequence* dalam *SIMLAB*. Program yang dikembangkan melalui DPL juga digunakan untuk menghitung secara otomatis variasi dari *sensitivity indices* berdasarkan sampel dari nilai setiap faktor ketidakpastian yang berkorespondensi dengan hasil dari simulasi. Metoda ini mendemonstrasikan teknik GSA untuk algoritma pengukuran impedansi yang diimplementasikan pada model SEL-421 *Distance Relay* dalam *DIgSILENT*.

Keywords –parameter ketidakpastian, *Distance relay*, gangguan saluran transmisi, algoritma pengukuran impedansi.

1. Pendahuluan

Fungsi relay jarak (*Distance Relay*) merupakan elemen utama dalam sistem proteksi saluran transmisi tegangan tinggi. Fungsi ini membutuhkan pengukuran yang akurat terhadap impedansi lingkaran tertutup (*fault-loop impedance*) melalui penggunaan besaran sinyal arus dan tegangan yang diukur pada terminal saluran transmisi tunggal. Saat kondisi gangguan satu fasa ke tanah, akurasi pengukuran impedansi lingkaran tertutup akan dipengaruhi oleh nilai resistansi gangguan R_F dan impedansi tanah balikan dari arus kegagalan. Mengukur nilai resistansi gangguan dan impedansi urutan nol (*zero-sequence impedance*) tidak bisa diperoleh dengan akurat. Dalam hal ini, algoritma yang digunakan untuk pengukuran impedansi gangguan hanya memberikan nilai estimasi, dimana nilai sesungguhnya (*true value*) tidak pernah diketahui dengan pasti. Jika kegagalan adalah bersifat resistif, maka masukan terhadap arus kegagalan dari sumber lain (*remote side*) dari saluran, yang tidak bisa diukur,

menunjukkan faktor lain yang bisa berpengaruh pada pengukuran kegagalan impedansi.

Pada paper ini, pemaparan sebuah metoda untuk mempelajari secara sistematik tingkat sensitivitas dari algoritma pengukuran kegagalan impedansi yang dipengaruhi oleh faktor kegagalan resistansi (*fault resistance*) dan masukkan arus kegagalan dari remote area. Dua faktor yang dicoba dalam studi ini adalah *fault resistance* R_F dan sudut aliran daya (*Power flow angle*) P_F . Dimana P_F adalah perbedaan sudut fasa dari dua sumber tegangan dimana saluran mengalami kegagalan. Kedua faktor tersebut akan menentukan aliran arus gangguan I_F melalui saluran yang diproteksi dan masukkan arus gangguan dari remote area. Studi ini memerlukan model matematik dari saluran transmisi dan bagian pengukuran impedansi lingkaran tertutup seperti diimplementasikan pada *Intelligence Electronic Devices* (IEDs). *Software DIgSILENT PowerFactory*[1] digunakan untuk melakukan pemodelan power sistem, sedangkan DPL, untuk melakukan pemrograman, yang disediakan oleh *DIgSILENT* diperlukan untuk mengotomasi simulasi

gangguan dengan merubah nilai faktor ketidakpastian. Sebagai tambahan bahwa pemodelan untuk fungsi IED juga dilakukan dengan DIGSILENT sekaligus untuk pengetesan algoritma pengukuran impedansi dari SEL-421 distance relay [2]. Untuk mempelajari pengaruh dari faktor ketidakpastian terhadap kerja algoritma pengukuran impedansi SEL-421 distance relay, Global Sensitivity Analysis (GSA) akan diimplementasi. Melalui Quasi-Monte Carlo teknik, sampling data dari ruang faktor (factor space) dua dimensi akan digunakan untuk varian dari kesalahan pengukuran impedansi. Metoda ini ditemukan oleh Sobol [3] dan diimplementasikan dengan software SIMLAB [4,5]. Pada paper ini, ditampilkan aplikasi GSA untuk kasus gangguan hubung singkat 1 fasa-ke tanah (*ground*) pada saluran transmisi tegangan tinggi. Metoda yang dikembangkan bisa juga digunakan untuk jenis gangguan yang lain pada saluran transmisi tersebut. Secara praktis, teknik yang dikembangkan bisa membantu untuk melihat pengaruh secara kuantitatif dari fungsi distance relay terhadap variasi dari faktor ketidakpastian, dan ini bisa diaplikasikan sebagai bagian dari prosedur pengetesan untuk membantu dalam penentuan IED secara optimal untuk keperluan/tugas khusus yang diperlukan untuk memproteksi saluran transmisi pada saat kondisi gangguan.

2. Metodologi

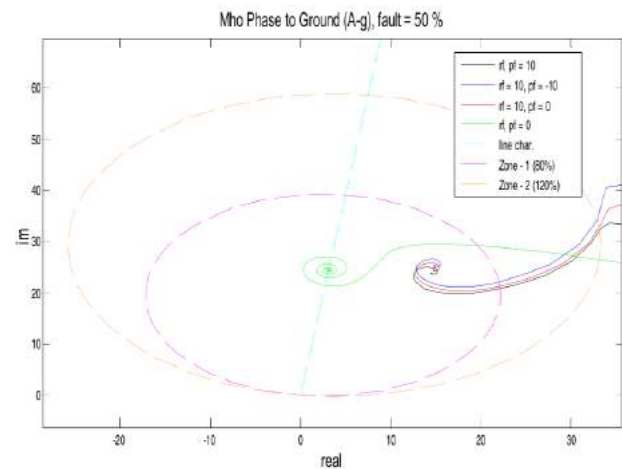
Gangguan saluran transmisi dan distance relay, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dimodelkan dengan perangkat software DIGSILENT. Rangkaian pada gambar 1 memperlihatkan model urutan positif dari sistem. Simulasi kegagalan adalah berupa kegagalan fasa-A terhadap tanah melalui resistansi. Arus yang digunakan dalam pengukuran impedansi antara terminal-S dan titik gangguan adalah dikompensasi oleh algoritma dari relay untuk arus urutan nol (*zero-sequence current*), yaitu menggunakan faktor [6].

Nilai faktor tergantung pada impedansi urutan nol (*zero-impedance impedance*) yang tidak bisa diketahui secara pasti. Pada paper ini, diasumsikan bahwa pengaruh dari faktor ketidakpastian dari algoritma

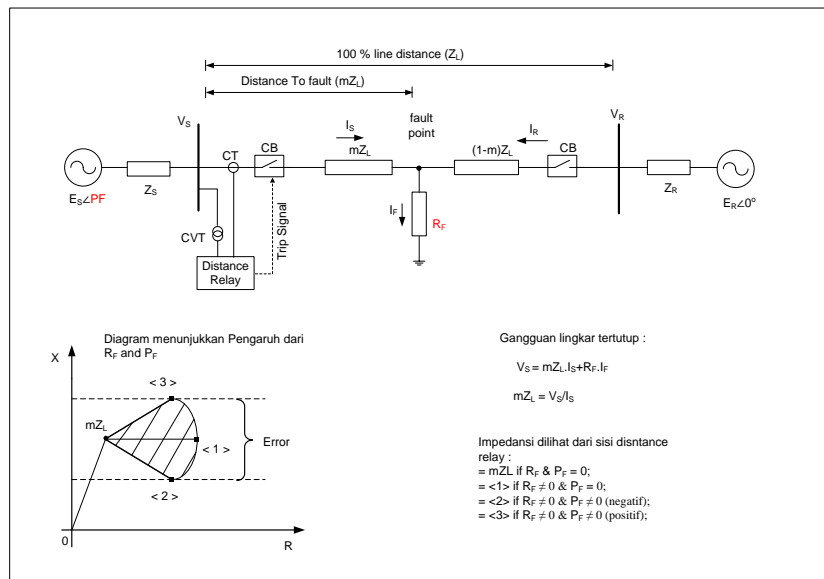
pengukuran adalah diabaikan. Dalam kondisi praktis, faktor ini harus dipertimbangkan untuk mendapatkan akurasi pengukuran impedansi. Pada Gambar 1, sistem eksternal ditampilkan dengan persamaan Thevenin yaitu meliputi sumber tegangan dan korespondensi impedansi. Impedansi urutan positif dari saluran transmisi adalah seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.

Ketika arus gangguan dalam gambar 1, diumpangkan dari kedua sumber tegangan dan , maka impedansi yang diukur antara terminal-S ke titik gangguan, jika dilihat dari sisi dimana relay ditempatkan, adalah sensitif terhadap resistansi gangguan dan sudut aliran daya .

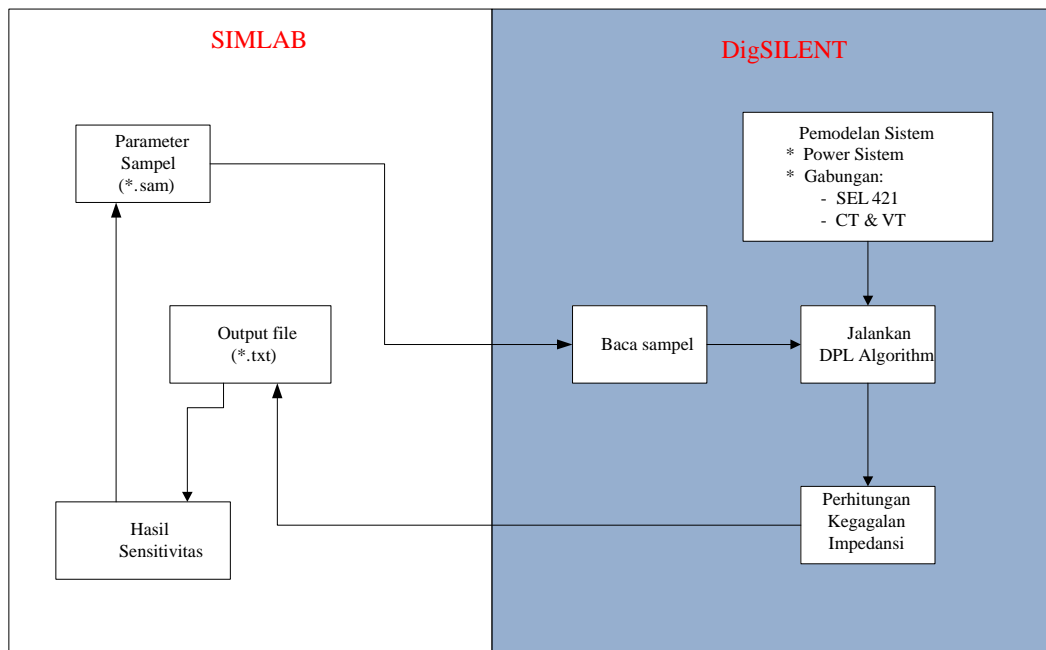
Untuk menggambarkan pengaruh dari dan pada pengukuran impedansi, gangguan fasa-A ke tanah disimulasi pada titik tengah dari panjang saluran transmisi yang diproteksi untuk empat nilai karakteristik dari faktor ketidakpastian dan menggunakan tegangan dan arus yang disimulasi sebagai masukan ke algoritma pengukuran impedansi dalam model SEL-421 pada DIGSILENT.



Gambar 2. Pengukuran impedansi dengan variasi nilai faktor R_F dan P_F



Gambar 1. Impedansi dilihat oleh Distance Relay



Gambar 3. Metoda untuk implementasi GSA dan interaksi antara SIMLAB dan DigSILENT

Penjekan (*tracking*) dalam fungsi waktu dari impedansi yang diukur terhadap variasi nilai dari faktor ditunjukkan pada gambar 2. Hasil dari proses simulasi menghasilkan karakteristik sebagai berikut:

- a) Pada gambar 1, poin mZ_L dalam diagram XR untuk $R_F = P_F = 0$; tracking dari algoritma pengukuran impedansi ditunjukkan dengan garis hijau dalam gambar 2;
- b) Pada gambar 1, poin <1> dalam diagram XR untuk $R_F \neq 0$ (yaitu 10Ω) dan $P_F = 0$; tracking

algoritma pengukuran impedansi ditunjukkan dengan garis merah pada gambar 2;

- c) Pada gambar 1, poin <2> dalam diagram XR untuk $R_F \neq 0$ (yaitu 10Ω) dan $P_F \neq 0$ (sama dengan 10^0); tracking algoritma pengukuran impedansi ditunjukkan dengan garis hitam pada gambar 2;
- d) Pada gambar 1, poin <3> dalam diagram XR untuk $R_F \neq 0$ (sama untuk 10Ω) dan $P_F = 0$ (yaitu = -10^0); tracking algoritma pengukuran

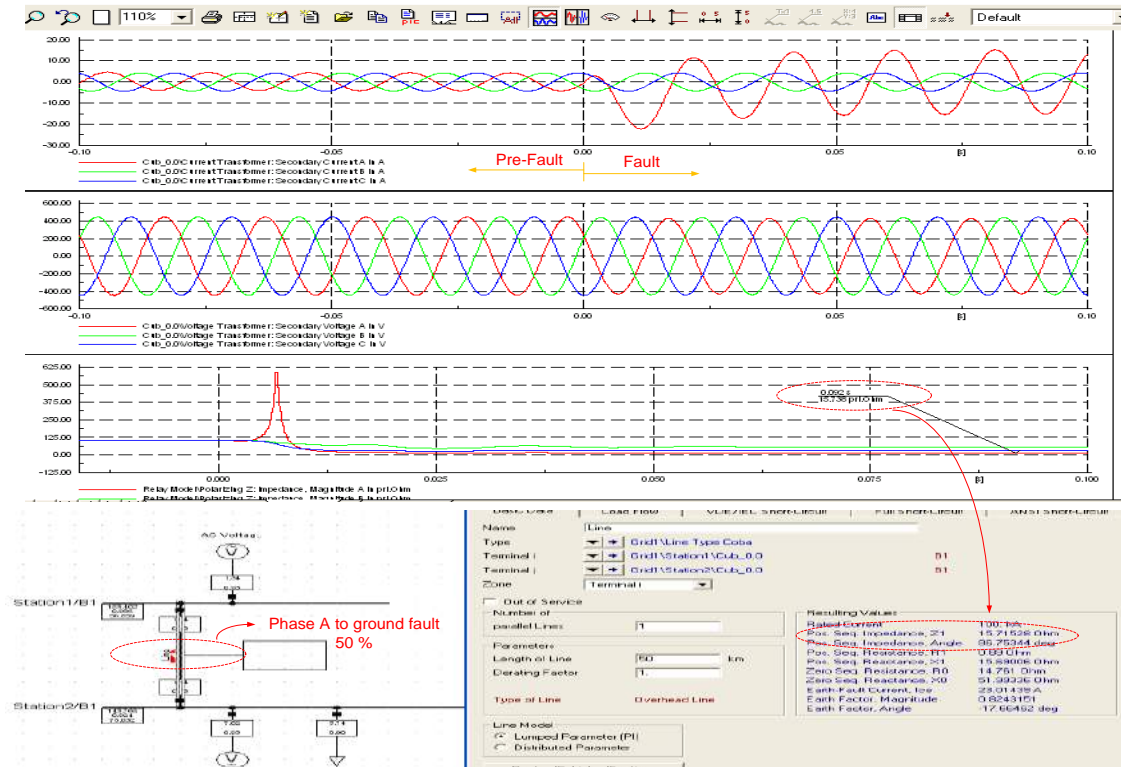
impedansi ditunjukkan dengan garis biru pada gambar2;

Simulasi menunjukkan bagaimana kegagalan resistansi R_F dapat mempengaruhi kesalahan (error) pengukuran impedansi oleh algoritma distance relay, yaitu deviasi dari nilai impedansi yang sesungguhnya (actual impedance) mZ_L . Dalam kondisi ketika sebuah kegagalan dekat dengan garis batas pada zone-1 dan masih dalam zone-1, error ini akan membuat relay melihat kegagalan (gangguan) dalam zone-2. Untuk melihat error ini, perhitungan indeks performansi untuk setiap simulasi dari kasus ke k yang didefinisikan sebagai perbedaan mutlak antara nilai sesungguhnya dari relay ke titik gangguan mZ_L dan perhitungan nilai Z_k menggunakan algoritma pengukuran: $y_k = |mZ_L - Z_k| \times 100 / Z_L$.

Ketidakpastian dari indeks performansi y ditunjukkan oleh varian V , yang dihitung melalui sejumlah simulasi kasus pada nilai faktor yang berbeda. Untuk menilai tingkat kepentingan dari faktor x_i (yaitu $x_1 = R_F, x_2 = P_F$), kita perlu menentukan bagian dari varian indeks performansi yang dikontribusi oleh ketidakpastian dari faktor tersebut. Varian ini dihitung dengan mencari rata-rata dari semua faktor kecuali x_i , yaitu didefinisikan sebagai $E(y|x_i)$, dan selanjutnya menghitung varian terhadap faktor $x_i: V_i = \sigma_{x_i}^2 \{E(y|x_i)\}$. Nilai yang diinginkan (expected value) $E(*)$ dan varian dihitung berdasarkan definisinya yaitu dengan menyelesaikan integral multidimensi menggunakan teknik Quasi-Monte Carlo [7]. Pengukuran sensitivitas yang menjelaskan efek utama dari faktor x_i pada indeks performansi y didefinisikan sebagai $S_i = V_i/V$. Jika penjumlahan $S_1 + S_2$ (yaitu, penjumlahan dari sensitivitas untuk $x_1 = R_F$ dan $x_2 = P_F$) tidak terjadi penjumlahan ke nilai satu, maka varian indeks performansi V tidak hanya dipengaruhi oleh pengaruh individu dari faktor. Bagian yang tersisa dari varian V dijelaskan sebagai akibat interaksi dari dua faktor $x_1 = R_F$ dan $x_2 = P_F$. Varian berikut menjelaskan pengaruh dari interaksi yang dimaksud: $V_{1,2} = \sigma_{x_1, x_2}^2 \{E(y|x_1, x_2)\} - V_1 - V_2$.

Selanjutnya korespondensi indeks sensitivitas didefinisikan sebagai $S_{1,2} = V_{1,2}/V$. Akhirnya analisa varian atau *Analysis of Variance* (ANOVA) *decomposition* dapat dinyatakan dengan $V = V_1 + V_2 + V_{1,2}$; dan penjumlahan ke satu dari sensitivitas dinyatakan sebagai $1 = S_1 + S_2 + S_{1,2}$.

Implementasi dari teknik GSA yang disajikan dengan menggunakan SIMLAB dan perangkat simulasi DIGSILENT adalah dinyatakan dalam gambar3. Sobol's *quasi-random sequence* [7] digunakan untuk membaca sampel data dari area faktor dua dimensi. Sejumlah urutan data dibangkitkan dengan SIMLAB [5]. Setiap sampel mengandung nilai untuk $x_1 = R_F$ dan $x_2 = P_F$ yang dinyatakan sebagai nilai faktor pada simulasi untuk satu kasus dalam program DIGSILENT dimana saluran transmisi dan juga SEL-421 distance relay dan Trafo instrumen (CT/VTs) dimodelkan. Pada saat simulasi, semua nilai parameter untuk model sistem dalam DIGSILENT dinyatakan dengan nilai tetap kecuali nilai untuk parameter R_F dan P_F . Dimana pemrograman dengan DPL *language* pada DIGSILENT digunakan untuk merubah nilai R_F dan P_F secara otomatis untuk setiap simulasi gangguan, mencatat hasil dari proses simulasi dan melakukan komunikasi dengan MATLAB untuk proses selanjutnya. Untuk setiap sampel dari R_F dan P_F , hasil dari proses simulasi dengan DIGSILENT adalah impedansi yang diukur dari terminal-S ke titik gangguan pada saluran transmisi yang diperoleh melalui algoritma pengukuran dari SEL-421 distance relay. Dengan DPL, perhitungan indeks performansi yaitu membandingkan impedansi sesungguhnya dengan impedansi hasil pengukuran. Untuk masing-masing sampel dari R_F dan P_F , satu sample dari indeks performansi diperoleh yaitu dibaca dengan SIMLAB. Semua masukan dan keluaran dari sample digunakan untuk menghitung varian dan mengukur sensitivitas menggunakan formula yang dijelaskan dalam bagian ini dan diimplementasikan dalam perangkat software SIMLAB.



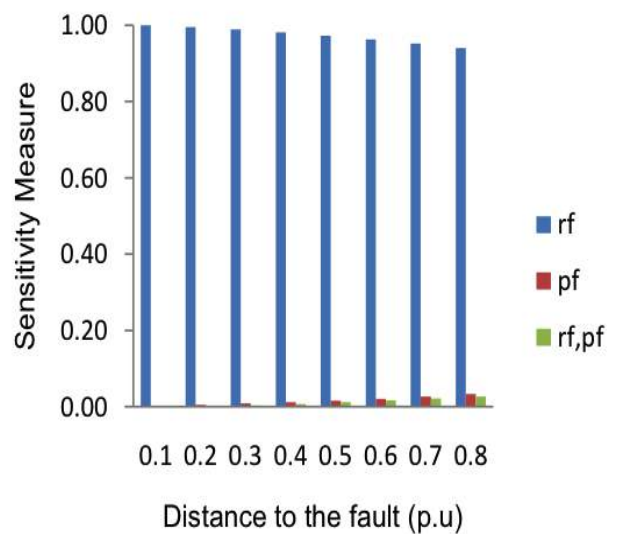
Gambar 4 Contoh simulasi gangguan fasa A-ground pada saluran transmisi

3. Hasil Pengujian Dan Diskusi

Untuk mengilustrasikan aplikasi dari teknik GSA dalam menilai performansi dari algoritma pengukuran impedansi, circuit pada gambar 1 yang dimodelkan pada DIGSILENT telah digunakan, selanjutnya gambar 4 memperlihatkan proses simulasi gangguan fasa-A ke tanah, dimana kurva impedansi yang diukur melalui besaran sinyaltegangan dan arus seperti ditampilkan dalam gambar. Algoritma yang dievaluasi adalah salah satu yang diimplementasikan dalam model relay SEL-421 dalam DIGSILENT. Parameter dari jaringan listrik dinyatakan sebagai berikut: urutan positif dari impedansi saluran $Z_L = 0.0625 + j0.488 \Omega/km$ dan urutan nol dari impedansi saluran $Z_{L0} = 0.2309 + j1.531 \Omega/km$.

Tegangan Thevenin adalah $E_S = 230e^{-jP_F} kV$ dan $E_R = 230 kV$. Batas dari factor space didefinisikan dengan domain varian dari faktor: kegagalan resistansi R_F bervariasi dari batas 0-10 Ω , sedangkan sudut aliran daya P_F adalah dalam batas -10^0 ke 10^0 . Quasi-Random sequence mempunyai 8192 data yang dibangkitkan oleh SIMLAB dan digunakan untuk sampel dari factor space. Lokasi gangguan divariasi dari 0.1 p.u sampai 0.8 p.u dari panjang saluran yang diproteksi (batas zone-1) dengan kelipatan 0.1 p.u. Untuk setiap lokasi gangguan, 8192 contoh kasus

dengan nilai R_F dan P_F yang berbeda digunakan saat simulasi, dan *sensitify indices* dihitung. GSA dihasilkan dalam bentuk indek sensitivitas (individu dan interaksi) ditunjukkan pada gambar 5. Setelah menganalisa hasil, kesimpulan bisa diambil bahwa kesalahan dari pengukuran impedansi menggunakan algoritma SEL-421 adalah sangat sensitif terhadap R_F . Pada garis batas zone-1 (0.8 p.u) sensitivitas ini berkurang secara perlahan dan algoritma pengukuran menjadi sensitive terhadap P_F dan interaksi antara R_F dan P_F .



Gambar 5. Indeks Sensitivitas (SI)

4. Kesimpulan

Paper ini menampilkan aplikasi dari GSA untuk pengetesan algoritma pengukuran impedansi yang digunakan pada relai proteksi saluran transmisi. Analisa didasarkan pada estimasi dari varian pengukuran kesalahan dengan menggunakan pendekatan teknik Quasi-Monte Carlo. Teknik ini memerlukan nilai parameter ketidakpastian (faktor) yang ditentukan menggunakan fungsi distribusi dalam batas tertentu.

Faktor ini membentuk factor space (ruang faktor) yang dibatasi. Untuk masing-masing sampel dari factor space, gangguan pada saluran transmisi telah disimulasi dan menggunakan arus dan tegangan yang diperoleh melalui trafo instrumen CT/VTs untuk mengukur impedansi. Simulasi gangguan dan algoritma pengukuran dari SEL-421 distance relay di implementasi dalam software DIgSILENT. Semua proses simulasi dengan memvariasi parameter di otomasi menggunakan program yang dikembangkan skripDPL program. Perhitungan dari varian didasarkan pada pengukuran sensitivitas yang dibentuk menggunakan software SIMLAB. mendemonstrasikan sebuah metodologi untuk menganalisa sensitivitas dari algoritma pengukuran impedansi SEL-421 distance relay yang bisa dimodelkan dalam DIgSILENT.

Referensi

- [1]. DIgSILENT PowerFactory, "PowerFactory User's Manual, DIgSILENT PowerFactory Version 14.0, Germany, 2008. Available: <http://www.digsilent.de>
- [2]. Schweitzer Engineering Laboratories, "SEL-421 Relay Protection and Automation System User's Guide", USA, 2007. Available: <http://www.selinc.com>
- [3]. I. M. Sobol, "Sensitivity Estimates for nonlinear mathematical models", *Mathematical Modelling and Computational Experiment*. 1 (1993) 407-414.
- [4]. A. Salteli, S. Tarantola, F. Campolongo, M. Ratto, *Sensitivity Analysis in Practice: A Guide to Assessing Scientific Models*, John Wiley & Sons, 2004
- [5]. A. Salteli, *Sensitivity Analysis in Practice: a guide to assessing scientific models*: John Willey & Sons Inc, 2004. Available: <http://simlab>.
- [6]. L. Hulka, U. Klapper, M. Putter and W. Wurzer, "Measurement of Line Impedance and Mutual Coupling of Parallel Lines to Improve the Protection System", 20th International Conference on Electricity Distribution (CIRE), Prague, Czech Republic, June 2009.
- [7]. I. M. Sobol, *Numerical Method Monte Carlo*. Moscow



SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO (SNTE 2014)

Kamis, 18 Desember 2014, Gedung Q Lantai 3
Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok

ARTIKEL BAGIAN B

Tema:

Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Melalui Penelitian
Teknologi Tepat Guna yang Berwawasan Lingkungan



Diterbitkan Oleh:
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok
2014

Kode Makalah: B1-1

OPTIMASI PARAMETER KONTROLER PID BERBASIS *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)* PADA KENDALI IKLIM *GREENHOUSE*

Son haji¹, Sukarjadi², Ahmadi³

Teknik Elektronika, Politeknik SAKTI Surabaya, Surabaya, Indonesia

E-mail: alhaji1977@gmail.com¹, sukaryadisakti@gmail.com², azzawajala7@gmail.com³

Abstrak

Kontroler PID (*Propositional Integral Diferensiator*) merupakan salah satu metode kontroler konvensional yang dibutuhkan dalam berbagai bidang industri, dikarenakan PID kontroler memiliki respon terbaik dibanding kontroler lain yang sejenis. Permasalahan utama yang dihadapi adalah bagaimana melakukan proses tuning parameter pada kontroler PID ini. Beberapa metode dapat digunakan untuk melakukan proses tuning, mulai dari metode konvensional sampai dengan metode modern seperti metode komputasi cerdas. Metode konvensional yang telah digunakan diantaranya adalah metode ziegler nichols, cohen coen dan lainnya. Metode konvensional efektif digunakan pada sistem yang sederhana, namun gagal ketika menghadapi sistem yang kompleks, nonlinier, multiobyektif. Metode komputasi cerdas telah banyak dicoba seperti GA, ACO, namun masih mempunyai beberapa kelemahan. Pada makalah ini dibahas metode tuning parameter PID dengan menggunakan PSO (*Particle Swarm Optimization*) yang diimplementasikan pada iklimisasi *greenhouse*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini menghasilkan kontrol dengan performansi dinamik yang baik ditunjukkan dengan minimnya *error* dan sinyal kontrol yang halus.

Keywords: particle swarm optimization, greenhouse climate, kontroler PID.

1. Pendahuluan

Kegiatan Pengendalian iklim mikro dilingkungan *greenhouse* merupakan sesuatu yang sangat penting demi terciptanya kondisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Berbagai macam teknik telah dikembangkan oleh para pakar untuk pengendalian iklim lingkungan *greenhouse*, diantaranya Cunha [1] mengontrol suhu udara pada *greenhouse* dengan kontroler PID, pengontrolan iklim *greenhouse* dengan metode fuzzy oleh Miranda [2], pengontrolan iklim lingkungan *greenhouse* dengan sistem *hybrid* oleh Arias [3], dan masih banyak yang lain. Meskipun perkembangan metode kontroler modern begitu pesat, tetapi penerapan metode-metode tersebut tidak mudah karena memerlukan dasar teori dan perhitungan yang kompleks. Oleh karena itu teknik kontrol pada *greenhouse* masih banyak memakai kontroler PID, karena strukturnya yang sederhana, performansinya *robust*. Kesulitan utama dari kontroler PID adalah pada proses *tuning*, yaitu menentukan parameter K_p , K_i , dan K_d .

Metode *Tuning* PID konvensional efektif untuk masalah sederhana namun hampir gagal ketika berhadapan dengan sistem yang kompleks nonlinear.

Dalam makalah ini telah di coba implementasi PSO untuk memecahkan masalah tuning parameter pada kontroler PID untuk kendali iklim *greenhouse*. Sistem *greenhouse* adalah sistem yang kompleks, nonlinier dan MIMO *system* sehingga proses *tuning* menjadi tidak mudah dan makan waktu.

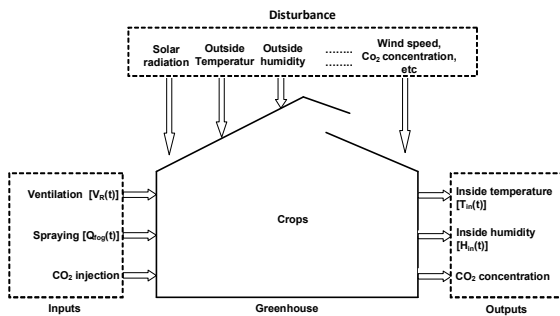
2. Metode Penelitian

Faktor yang mempengaruhi iklim pada *greenhouse* diantaranya adalah radiasi matahari, suhu, kelembaban, kadar CO₂ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam makalah ini yang dikendalikan adalah suhu dan kelembaban dalam ruangan, sementara gangguan yang dipertimbangkan adalah radiasi matahari, suhu dan kelembaban luar ruangan.

Penurunan Model Matematika dengan beberapa variabel yang mempengaruhi iklim pada *greenhouse* 1 dan 2 [6].

$$\frac{dT_{in}(t)}{dt} = \frac{1}{C_p} [S_i(t) - \lambda' Q_{in,ht}(t)] - \left(\frac{V_{in}(t)}{V} + \frac{UA}{C_p} \right) [T_{in}(t) - T_{out}(t)] \quad (1)$$

$$\frac{dH_{in}(t)}{dt} = \frac{Q_{in,ht}(t)}{V} + \alpha' S_i(t) - \frac{V_{in}(t)}{V} \cdot [H_{in}(t) - H_{out}(t)] \quad (2)$$



Gambar 1 Model dinamis iklim greenhouse [5].

Dari persamaan (1),(2) dibuat persamaan *state space* [5]:

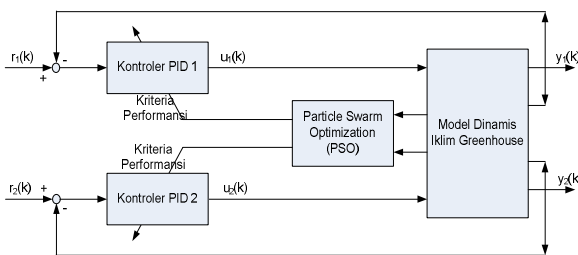
$$\dot{x}_1(t) = -\frac{UA}{C_0} x_1(t) - \frac{1}{t_v} x_1(t) u_1(t) - \frac{\lambda}{C_0} u_2(t) + \frac{1}{C_0} v_1(t) + \frac{UA}{C_0} v_2(t) + \frac{1}{t_v} u_1(t) v_2(t) \quad (3)$$

$$\dot{x}_2(t) = -\frac{1}{t_p} x_2(t) u_1(t) - \frac{1}{V} u_2(t) + \alpha v_1(t) + \frac{1}{t_v} u_1(t) v_3(t) \quad (4)$$

dimana

- $x_1(t)$ suhu didalam ruangan
- $x_2(t)$ kelembaban mutlak,
- $u_1(t)$ tingkat ventilasi,
- $u_2(t)$ kapasitas air dari sistem pengkabutan
- $v_i(t); i = 1, 2, 3$. Gangguan yaitu energi radiasi matahari, suhu luar, kelembaban mutlak luar ruangan.

Untuk pengendalian iklim greenhouse dipakai kontoler PID. Karena yang dikendalikan ada dua parameter yaitu suhu dan kelembaban ruangan, maka dipakai dua buah kontoler PID seperti pada Gambar 2, yang telah dimodifikasi dari penelitian sebelumnya [5]. Untuk tuning K_p, K_i, K_d dilakukan dengan metode PSO.



Gambar 2 Diagram sistem kendali iklim greenhouse.

PSO adalah satu teknik pencarian komputasi cerdas yang berdasarkan pada satu populasi. PSO dimulai dengan sekumpulan partikel (solusi) yang dibangkitkan secara acak. Setiap partikel kemudian dievaluasi kualitasnya menggunakan fungsi *fitness*. Selanjutnya. Partikel-partikel akan terbang mengikuti partikel yang optimum. Pada setiap generasi, setiap partikel di-update mengikuti dua nilai "terbaik". Yang pertama adalah *fitness* terbaik yang dicapai oleh satu partikel saat ini. Nilai *fitness* ini dilambangkan dengan p dan

disimpan di *memory*. Sedangkan nilai "terbaik" yang ke dua adalah *fitness* terbaik yang dicapai oleh semua partikel dalam topology ketetanggaan. Indeks g digunakan untuk menunjuk partikel dengan *fitness* terbaik tersebut. Setelah menemukan dua nilai "terbaik", suatu partikel i pada posisi X_i meng-update vektor *velocity* dan kemudian meng-update posisinya menggunakan persamaan berikut [4]:

$$v_{id} = wv_{id} + c_1 * r * (p_{id} - x_{id}) + c_2 * r * (p_{gd} - x_{id}) \quad (5)$$

$$x_{id} = x_{id} + v_{id} \quad (6)$$

di mana

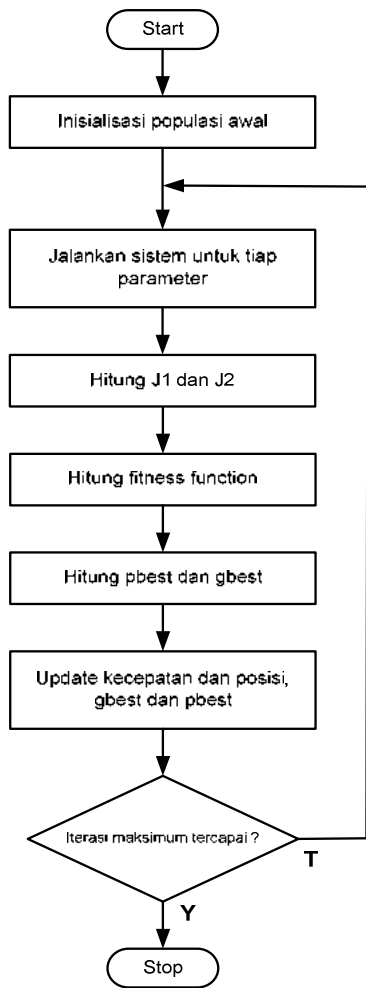
- i = partikel ke - i ;
- d = dimensi ke - d ;
- c_1 = laju belajar (*learning rates*) untuk komponen *cognition* (kecerdasan individu) ;
- c_2 = laju belajar untuk komponen *social* (hubungan sosial antarindividu);
- P = vektor nilai *fitness* terbaik yang dihasilkan sejauh ini;
- g = indeks dari partikel dengan *fitness* terbaik di dalam topology ketetanggaan ;
- w = bobot inersia
- r = bilangan acak (random) dalam interval [0,1].

Flowchart Algoritma PSO ditunjukkan dalam gambar 2. Didalam metode PSO terdapat fungsi *fitness* yang akan memandu proses optimasi. Dalam makalah ini fungsi *fitness* ditentukan oleh dua faktor yaitu indeks Performansi 1 (J_1) dan indeks performansi 2 (J_2), yang keduanya diperoleh dari metode *Integrated Time Square Error* (ITSE) yang dirumuskan sebagai berikut [5]:

$$J_1 = \sum_{k=1}^{\infty} (x(k) \sum_{i=1}^2 e_i^2(k)) \quad (7)$$

$$J_2 = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2} \Delta u^2(k) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2} (u(k) - u(k-1))^2 \quad (8)$$

Dengan meminimalkan indeks performansi yang pertama J_1 akan memberikan performansi statis dinamis yang baik dan penolakan gangguan yang lebih baik, dan ketika meminimalkan indeks performansi yang kedua J_2 akan membuat operasi yang halus dan menghindari osilasi yang serius pada aktuatur.



Gambar 3 Flowchart Algoritma PSO

3. Hasil Dan Pembahasan

Sistem kendali iklim ini adalah sistem yang mempunyai tujuan ganda dan saling bertentangan. Tuning untuk dua PID cukup sulit. Untuk itu pada makalah ini tuning PID dengan PSO di fokuskan pada PID2, untuk PID1 parameternya diberi nilai konstan.

Model *greenhouse* diambil dari makalah sebelumnya [5], dengan mengasumsikan luas permukaan *Greenhouse* 1.000 m² dan tinggi 4 m. *Greenhouse* memiliki penutup yang mengurangi energi radiasi matahari sebesar 60%. Kapasitas air maksimum dari sistem pengkabutan (*fogging system*) adalah 26 **g[H₂O]min⁻¹m⁻³**. Ventilasi rata2 maksimum 20 pergantian udara per jam. Sebagai gangguan adalah: energy radiasi matahari yang terhalangi 250 W/m², suhu udara luar ruangan 32 °C, kelembaban udara luar 12g/m³.

Tabel 1 Identifikasi parameter model *greenhouse* [5].

Parameter	nilai	satuan
Co	-324.67	<i>minW⁰C⁻¹</i>
UA	29.81	<i>W⁰C⁻¹</i>
tv	3.41	<i>min</i>
<i>λ'</i>	465	<i>W</i>
<i>α'</i>	0.0033	<i>gm⁻³min⁻¹W⁻¹</i>
<i>1/v'</i>	13.3	<i>gm⁻³min⁻¹</i>

Parameter model dinamik iklim *greenhouse* (ditunjukkan dalam tabel 1) yang didapatkan melalui metode identifikasi, yang ukur per meter persegi (m²) dari luas area *greenhouse*.

Kondisi yang diinginkan pada *greenhouse* adalah suhu dalam ruangan 25°C, sedangkan untuk kelembaban 21g/kg (setara dengan kelembaban relatif sebesar 70 %). Untuk kondisi saat ini adalah suhu dan kelembaban dalam ruangan adalah 32°C dan 12 g/kg.

Untuk proses tuning, parameter – parameter algoritma PSO yang digunakan sebagai berikut:

1. Jumlah partikel, n = 20
2. Jumlah iterasi, iter = 20
3. Konstanta akselerasi *cognitive*, c1= 1.5
4. Konstanta sosial, c2 = 1.5
5. Bobot inersia , w = 0.9

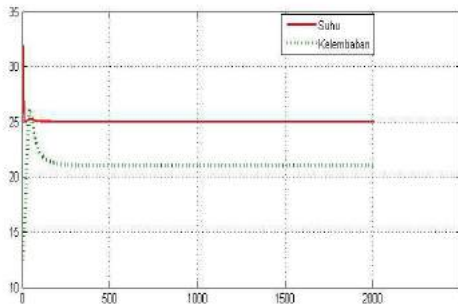
Tabel 2 Parameter optimasi kontroler PID-PSO

Parameter	Nilai
Kp1	-5
Ki1	-2.5
Kp2	-0.3401
Ki2	-0.1900
J1	9.267
J2	0.013

Tabel 3 Karakteristik step respon

Parameter	Suhu	Kelembaban
Rise Time	0,1397	1,5777
Settling Time	6,0345	20,1874
Overshoot	0,1195	0,16225
Steady State	25	21

Hasil *tuning* parameter PID dengan algoritma PSO menunjukkan performansi *J₁* menunjukkan performansi dinamik yang bagus, performansi *J₂* menunjukkan operasi kontrol yang halus dengan nilai yang sangat kecil.



Gambar 4 Respon *plant* dengan kontroler PID PSO

Respon *plant* seperti ditunjukkan pada Gambar 4, suhu dengan nilai awal 32°C menuju *set-point* 25°C , sedangkan untuk kelembaban dari kondisi awal 12g/kg menuju *set-point* 21g/kg .

4. Kesimpulan

Dalam makalah ini telah membahas metode *tuning* kontroler PID dengan algoritma PSO yang diimplementasikan pada kendali iklim *greenhouse*. Dengan menggunakan metode PSO didapatkan parameter PID yang optimal dengan cepat, serta terpenuhi tujuan ganda yaitu performansi sistem yang bagus serta operasi kontrol yang halus.

5. Daftar acuan

- [1] Cunha, J.B. *Greenhouse climate models: An overview*. In *Proceedings of EFITA 2003 Conference*, Debrecen, Hungary, 5–9 July 2003; pp. 823–829.
- [2] Miranda, R.C.; Ventura-Ramos, E.; Peniche-Vera, R.R.; Herrera-Riuz, G. *Fuzzy greenhouse climate control system based on a field programmable gate array*. *Biosyst. Eng.* 2006, 94, 165–177.
- [3] Arias, A. Ramirez., J.Goddard*, I.Lopez Cruz. 2002. *A Hybrid System for Optimal Greenhouse Climate Control using Artificial Intelligence Techniques*. Seventh International Conference on Computers in Agriculture. Orlando, FL, USA. October 26-30th 1998.
- [4] Suyanto, 2010. *Algoritma Optimasi deterministik atau Probabilistik*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- [5] Haigen Hu; Lihong Xu; Ruihua Wei; Bingkun Zhu. *Multi-Objective Control Optimization for Greenhouse Environment Using Evolutionary Algorithms*. *Sensors* 2011.
- [6] Pasgianos, G.D.; Arvanitis, K.G.; Polycarpou, P.; Sigrimis, N. *A nonlinear feedback technique for greenhouse environmental control*. *Comput. Electron. Agric.* 2003, 40, 153–177..

Kode Makalah: B2-4

DESAIN KONSEPTUAL SISTEM AKUISISI DATA PENGUJIAN KINERJA DAYA TURBIN ANGIN KAPASITAS RENDAH MENGUNAKAN FASILITAS TEROWONGAN ANGIN

Muhamad Muflih,¹ dan Andre Yulian Atmojo²

1. Subbid. Teknik Rekayasa Informatika dan Elektronika, UPT. Laboratorium Aero Gas-dinamika dan Getaran BPPT, Tangerang Selatan 15314, Indonesia
2. Prodi. Instrumentasi dan Kontrol Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok 16425, Indonesia

E-mail: andredutamodjo@yahoo.com

Abstrak

Kinerja daya sebuah turbin angin merepresentasikan perbandingan daya keluaran turbin angin terhadap kecepatan angin. Selain pengujian di lapangan dapat pula dilakukan pengujian menggunakan fasilitas terowongan angin, terutama untuk turbin angin kapasitas rendah. Sebuah sistem akuisisi data yang handal mutlak diperlukan dalam pengujian ini. Konsep akuisisi data yang *user friendly*, *real time*, terdistribusi dan terpadu berbasis *embedded hardware* diaplikasikan. Konsep ini menghasilkan proses akuisisi data yang sederhana dan praktis tanpa meninggalkan kaidah pengujian kinerja daya sesuai standar IEC 61400-12-1.

Abstract

Wind turbine power performance represents ratio of wind turbine output power to the wind speed. Besides on site test it can also be tested using the wind tunnel facilities, especially for small wind turbines. A reliable data acquisition system is absolutely required in this test. The concept of a user friendly, real-time, distributed-integrated, and embedded hardware-based data acquisition system applied. This concept brings simple and practical data acquisition process without leaving main rules of power performance testing according to IEC 61400-12-1 standard.

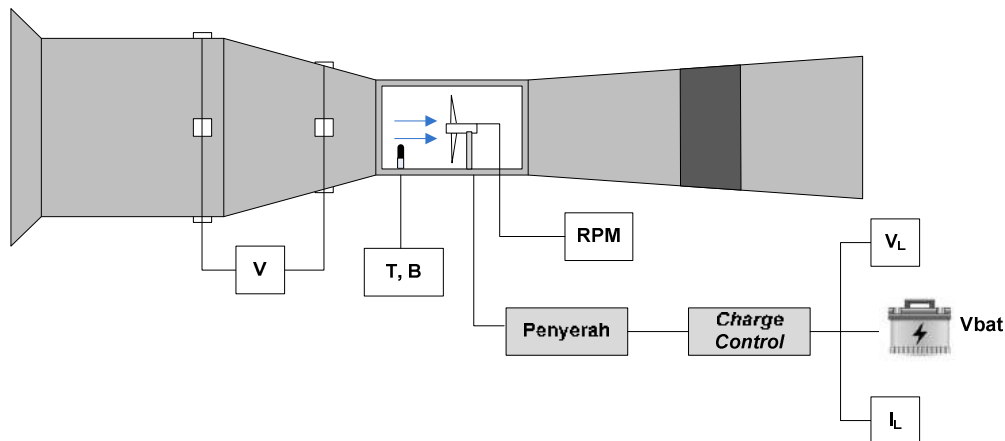
Keywords: data acquisition, wind tunnel, wind turbine, power performance.

1. Pendahuluan

Pembangkitan listrik dari tenaga angin dilakukan oleh peralatan konversi energi yang disebut turbin angin. Selayaknya proses konversi energi yang lain, proses konversi energi dalam turbin angin juga menimbulkan rugi daya. Rugi daya ini membawa konsekuensi terdapat rasio antara energi listrik yang dihasilkan terhadap energi kinetik yang dikenakan oleh angin. Rasio ini disebut sebagai koefisien daya yang dapat direpresentasikan dalam kurva daya. Sesuai dengan teori *Betz* besarnya koefisien daya tidak akan lebih dari 0,593. Koefisien daya dan kurva daya dapat menentukan penilaian kinerja global sebuah turbin angin.[1] Kinerja daya sebuah turbin angin dapat diperoleh dari pengamatan terhadap kecepatan angin

dan daya keluaran turbin angin di lapangan. Proses pengamatan ini diatur dalam standar IEC 61400-12-1 [2]. Proses survei kelayakan, pengkondisian, kalibrasi dan persiapan fasilitas lokasi pengamatan merupakan proses awal dan mengambil porsi waktu yang lumayan panjang.

Parameter yang diamati adalah parameter lingkungan dan parameter kinerja turbin angin itu sendiri. Parameter lingkungan yang tercatat minimal terdiri atas kecepatan angin (v -m/s), arah angin, temperatur udara (T-K), tekanan barometrik (B-Pa), dan presipitasi. Parameter kinerja turbin angin terdiri atas daya (P-watt) yang diturunkan dari tegangan (V_L -volt) dan arus (I_L -ampere) keluaran turbin angin serta rotasi rotor per menit (rpm).



Gambar 1. Pemasangan sensor dan instrumen dalam pengujian kinerja daya turbin angin dengan menggunakan fasilitas Terowongan angin.

Khusus untuk turbin angin kapasitas rendah yang diatur pada IEC 61400-12-1 Annex H, pengukuran diambil dan dicatat dengan frekuensi sampling 1 Hz. Jumlah sampel keseluruhan minimal mencakup 60 jam sampel data dalam keadaan operasi normal. Hasil pengukuran dan pencatatan kemudian dikelompokkan berdasar kecepatan angin per 0,5 m/s. Jumlah minimal sampel dalam masing-masing kelompok adalah sampel selama 10 menit pencatatan dalam rentang kecepatan 1 m/s di bawah *cut in* sampai dengan 14 m/s. Seluruh sampel data harus memenuhi syarat rentang arah angin tercatat tidak melebihi 286° . Data kemudian diproses dengan analisis statistik dan disajikan dalam nilai rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum dan nilai minimum.

Perlu waktu yang relatif panjang guna memenuhi jumlah minimal data pengamatan yang sesuai amanat standar. Kecepatan dan arah angin pada lokasi pengamatan tidak dapat diatur sedemikian rupa dan sedemikian mudahnya sesuai kondisi yang diamanatkan standar. Perlu waktu pengamatan yang tidak dapat diprediksi 100% tepat untuk mendapatkan data sesuai standar. Perlu dicari metode yang efektif dan efisien guna pengukuran kinerja daya turbin angin bila menghadapi tenggat waktu yang singkat.

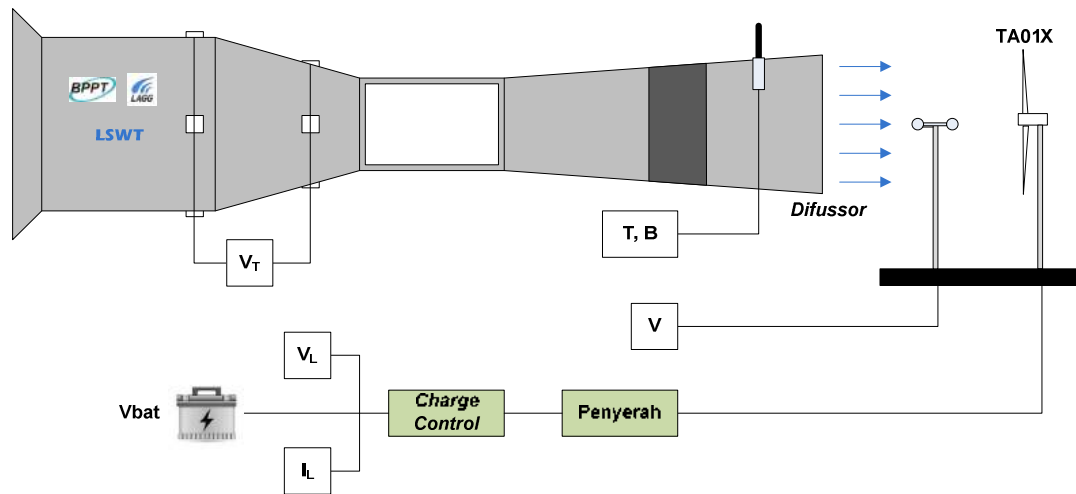
Fasilitas terowongan angin dapat menjawab masalah di atas. Terowongan angin adalah suatu fasilitas tertutup yang dapat dialiri angin yang dapat dikondisikan dalam kecepatan tertentu yang menerima objek pengamatan [3]. Pengumpulan data kinerja daya dalam pengkondisian variasi kecepatan angin dalam waktu tertentu dengan arah yang homogen dapat dilakukan dengan bantuan terowongan angin. Adaptasi standar perlu dilakukan dalam pengamatan ini. Terutama adaptasi prosedur pengambilan, pencatatan dan pengelompokan data hasil pengamatan. Peralatan pengambilan dan pengumpulan data yang handal diperlukan dalam pengamatan kinerja daya

dengan fasilitas terowongan angin. Kehandalan yang dimaksud adalah mampu untuk mengatur dan sinkronisasi pengambilan dan pencatatan data hasil pengamatan. Selain itu adalah kemampuan untuk melakukan komputasi statistik yang dibutuhkan tanpa mengganggu proses pengambilan dan pencatatan data pengamatan. Bahkan bila dimungkinkan dapat terjadi interaksi dengan sistem kendali terowongan angin sehingga memungkinkan *full automatic measurement*.

2. Eksperimental

Sebuah percobaan dilakukan sebagai simulasi keadaan pengujian sebenarnya sebagai referensi dalam penentuan desain sistem akuisisi data. Percobaan ini dilakukan pada fasilitas LSWT (LAGG *Small Wind Tunnel*) UPT. LAGG BPPT. LSWT adalah fasilitas terowongan angin sirkuit terbuka dengan kecepatan angin maksimum pada seksi uji sebesar 45 m/s. Seksi uji LSWT berdimensi $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$. Terowongan angin ini biasanya digunakan untuk kalibrasi anemometer, kalibrasi *pitot tube* dan riset. [4]

Turbin angin yang diuji adalah turbin angin yang diklaim perancangannya berkapasitas 300 watt pada 200 rpm dengan lebar bentang kincir 100 cm yang untuk selanjutnya disebut sebagai objek pengujian TA01X. Bentang kincir yang melebihi dimensi seksi uji mengakibatkan objek pengujian TA01X tidak diletakkan di dalam seksi uji seperti terlihat pada gambar 2. Objek uji TA01X diletakkan di area setelah *difusser* kedua LSWT. Diameter *difusser* kedua LSWT sebesar 91 cm dengan kecepatan maksimum 17 m/s [4]. Perbedaan peletakan objek uji mengakibatkan kecepatan angin yang dikenakan berbeda dengan kecepatan angin di dalam seksi uji.

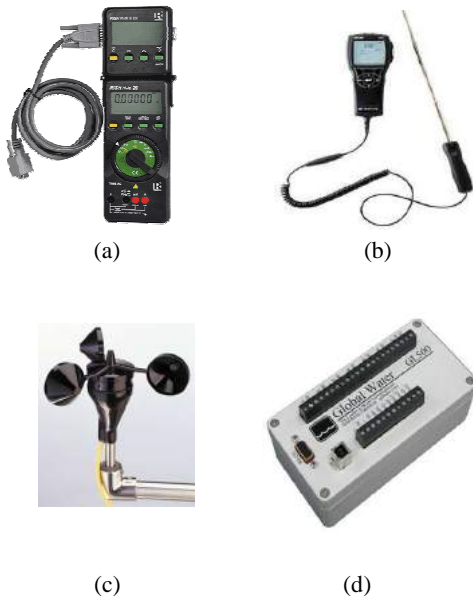


Gambar 1. Pemasangan sensor dan instrumen dalam pengujian kinerja daya turbin angin dengan menggunakan fasilitas Terowongan angin.

Pengujian dilakukan dengan metoda variasi kecepatan angin dalam rentang 1 sampai dengan 12 m/s. Pengujian tidak diteruskan hingga 14 m/s dengan alasan keamanan. Keadaan nol pada awal pengujian terukur dan tercatat sebagai *offset*. Pencatatan data pada setiap titik kecepatan angin ditandai oleh waktu yang sama dalam rentang waktu 2 menit dengan frekuensi sampel 1 Hz. Pencatatan dimulai setelah kecepatan angin stabil.

Instrumen yang digunakan dua buah multimeter Rishabh Rish Multi 18S guna mengukur V_L dan I_L . Keduanya terhubung ke *data logger* Rishabh Rish Multi SI 232. Kecepatan angin diukur oleh *3-cup anemometer* Global Water WE550 terhubung dengan *data logger* Global Water GL500. Pengukuran temperatur dan tekanan barometrik menggunakan anemometer multifungsi Airflow TA-460 dalam fungsi *data logging*. Seluruh *data logger* telah disamakan waktunya dengan komputer.

Keakuratan dan kepresisian data hasil pengukuran tidak dititikberatkan dalam pengujian ini. Prioritas pengamatan adalah penyelidikan prosedur pengujian, kesesuaian hardware, alur data, dan interaksi sistem akuisisi data dengan sistem kontrol terowongan angin. Data tersebut akan digunakan sebagai referensi desain sistem akuisisi data.



Gambar 2. (a) Rishabh Rish Multi 18S dan SI 232. (b) Anemometer Airflow TA-460. (c) Anemometer *three-cup* Global Water WE550. (d) *Data logger* Global Water GL500.

3. Hasil dan Pembahasan

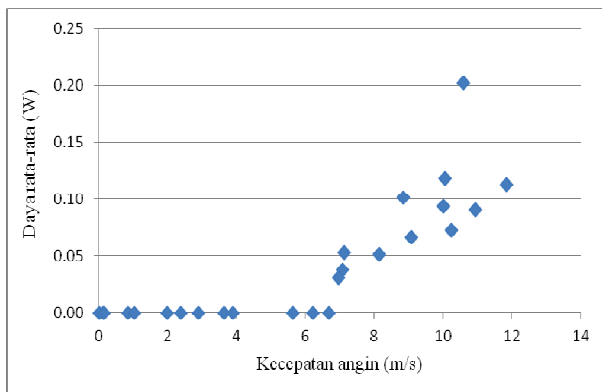
Durasi pengujian selama 35 menit 30 detik menghasilkan 2130 sampel. Data hasil pengujian kemudian disajikan dalam nilai rata-rata, standar deviasi, nilai maksimum dan minimum setiap 1 menit kecuali data temperatur dan tekanan barometrik yang cenderung konstan, sehingga mengerucut menjadi 24 data. Data terukur pada saat kondisi transisi antar kecepatan tereliminasi.

Tabel 1 menampilkan hasil pengujian kinerja daya yang membandingkan data rata-rata kecepatan angin, daya, temperatur dan tekanan barometrik. Data terpotong antara nol sampai dengan 1/ms sebelum cut in. Keadaan cut in terlihat pada waktu 18.42.25, dimana arus mulai mengalir saat kecepatan angin 7 m/s. Daya rata-rata tercatat tertinggi pada kecepatan

angin 10.5 m/s dengan nilai 0.20 watt. Cek silang terhadap spesifikasi yang diklaim produsen tidak dapat dilakukan karena data RPM objek uji tidak diukur. Tapi dilihat dari kecenderungan daya rata-rata yang menuju saturasi pada kecepatan angin 12 m/s maka kemungkinan besar objek uji telah melampaui daerah *rated*-nya. Daya *rated* 300 watt pada 200 rpm tidak akan pernah tercapai bila mengacu pada data di atas. Artinya spesifikasi klaim objek uji tidak sesuai kinerja nyata. Hasil pengukuran lebih jelas terlihat dalam Gambar 3.

Tabel 1. Hasil pengujian kinerja daya objek uji TA01X

Waktu	V Avg (m/s)	P Avg (W)	T (K)	B (Pa)
2014.03.11 18:22:53	0.00	0.00	300.75	1007
...
2014.03.11 18:40:37	6.02	0.00	300.75	1007
2014.03.11 18:42:25	7.32	0.04	300.75	1007
2014.03.11 18:43:25	7.05	0.03	300.75	1007
2014.03.11 18:44:59	8.40	0.05	300.75	1007
2014.03.11 18:45:59	8.44	0.05	300.75	1007
2014.03.11 18:47:34	9.43	0.07	300.85	1007
2014.03.11 18:48:34	9.73	0.07	300.85	1007
2014.03.11 18:50:04	9.97	0.20	300.85	1007
2014.03.11 18:51:04	10.91	0.09	300.95	1007
2014.03.11 18:52:17	10.74	0.09	300.95	1007
2014.03.11 18:53:17	10.94	0.10	300.95	1007
2014.03.11 18:54:33	12.10	0.12	301.05	1007

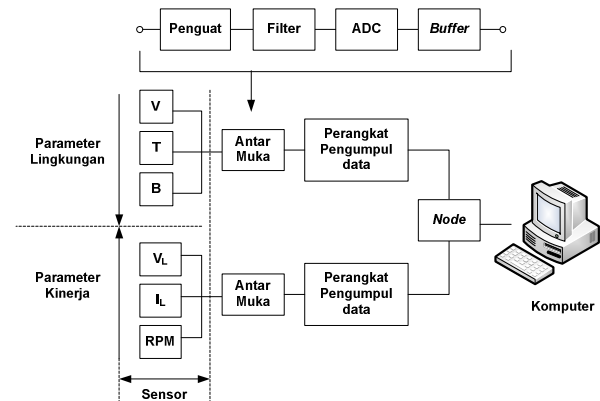


Gambar 3. Daya rata-rata vs kecepatan angin rata-rata.

Terdapat beberapa data hasil pencatatan *data logger* yang tidak terpakai dalam analisis lanjut. Terutama data tercatat saat kondisi kecepatan angin naik dari satu

titik ke titik pengambilan data yang lain. Guna menghemat pemakaian memori data ini tidak perlu dicatat hanya perlu untuk *monitoring* saja. Berkaitan dengan *monitoring*, frekuensi *monitoring* minimal sebesar 10 kali frekuensi *monitoring* pengambilan data [5]. Sejalan dengan bertambahnya frekuensi *monitoring* hingga 10 Hz maka hendaknya perlu dipikirkan waktu tunda yang terjadi saat pengambilan data sampai dengan transmisi data menuju komputer.

Berdasar pembagian parameter pengukuran ke dalam parameter lingkungan dan parameter kinerja, sistem data akuisisi dapat didesain seperti terlihat dalam Gambar 4. Parameter pengukuran yang direpresentasikan sebagai tegangan analog hasil pembacaan sensor perlu dikondisikan terlebih dahulu oleh perangkat antar muka sebelum diumpankan ke perangkat pengumpul data. Perangkat pengkondisi sinyal biasanya terdiri atas penguat, filter, *Analog to Digital Converter* (ADC) dan *buffer*. Hasil pengkondisian sinyal adalah bentuk digital dari sinyal analog pembacaan sensor. [6]



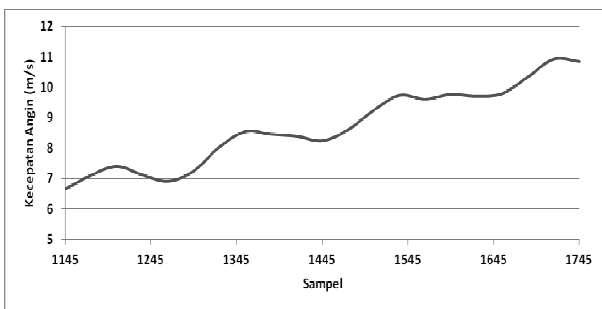
Gambar 4. Diagram blok sistem akuisisi data.

Beberapa aspek yang mempengaruhi kinerja sistem akuisisi data antara lain adalah proses *monitoring*, resolusi, waktu konversi, non-linearitas, *settling time*, dan transmisi data [7]. ADC merupakan komponen utama sistem akuisisi data yang membawahi lima aspek pertama. Semakin rapat proses *monitoring*, semakin tinggi resolusi, *settling-time* dan waktu konversi yang relatif singkat serta kenon-linearitasan yang mendekati nol memberikan kualitas ADC yang mumpuni. Bila ditambah dengan transmisi data yang lancar, tingkat kesalahannya rendah, dan diharapkan mendekati *real-time* akan membangun sebuah sistem data akuisisi yang handal.

Perangkat pengumpul data dapat berupa *data logger* atau perangkat *embedded*. Salah satu keuntungan

menggunakan perangkat *embedded* adalah aplikasi komputasi terdistribusi. Komputasi transformasi nilai besaran terukur dan statistik dapat dilakukan pada perangkat *embedded* kemudian diumpankan ke komputer untuk digabung dengan data yang lain. Komunikasi via ethernet dengan protokol TCP/IP dapat diaplikasikan dalam jalur komunikasi perangkat *embedded* dengan komputer. Komunikasi via ethernet dengan protokol TCP/IP memungkinkan kecepatan transmisi data, konsistensi dan reliabilitas data dapat dipertahankan [8].

Aplikasi komputasi terdistribusi menjadikan kerja komputer akuisisi data lebih ringan. Hal ini memungkinkan berjalannya proses pengolahan dan presentasi data dalam komputer akuisisi data sekaligus berinteraksi dengan sistem kendali terowongan angin. Terutama ketika ingin melakukan pengujian dengan metode *full automatic measurement*. Metode ini perlu pendefinisian keadaan transisi antar kecepatan angin juga keadaan kecepatan angin stabil dan siap untuk pengambilan data. Seperti terlihat pada Gambar 5, keadaan transisi ditunjukkan garis yang cenderung naik dan keadaan stabil ditunjukkan garis yang cenderung konstan. Keadaan tersebut dipertimbangan dalam penentuan metode *trigger* pengambilan data.



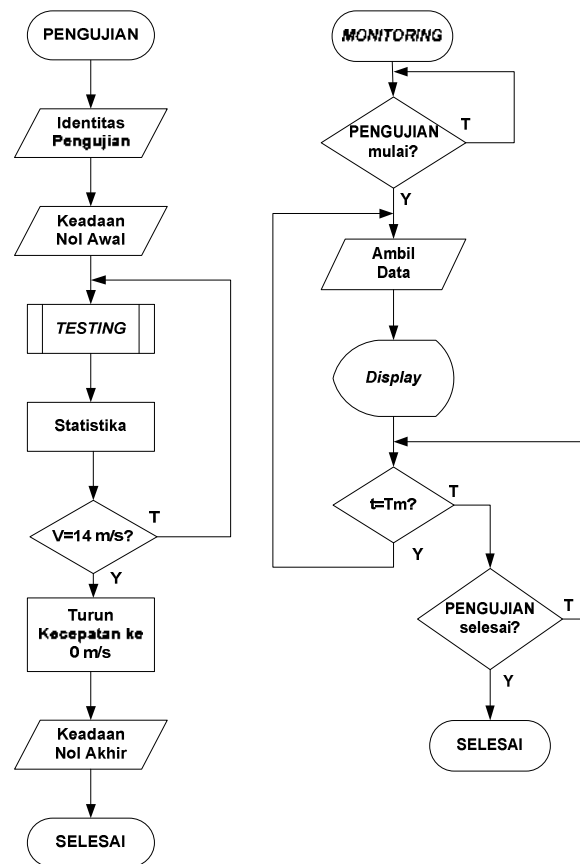
Gambar 5. Kecepatan angin rata-rata setiap 20 sampel dari sampel ke 1145 sampai dengan 1175.

Idealnya saat pengambilan data kecepatan angin dijaga konstan. Fakta yang didapat dari hasil pengujian objek uji TA01X terjadi fluktuasi kecepatan angin yang signifikan. Terlihat dari standar deviasi serta simpangan antara nilai maksimum dan minimum pada

Tabel 2. Semakin tinggi kecepatan angin semakin tinggi pula kedua nilai simpangan tersebut. Fenomena ini terjadi karena efek arah angin yang tidak seragam pada area setelah *difusser* kedua. Pengkondisian area uji diperlukan agar arah angin seragam. Bila arah angin seragam dan kecepatan angin terjaga konstan tidak diperlukan terlalu banyak data dalam analisis sehingga durasi pengujian dapat dipersingkat.

Tabel 2. Data kecepatan angin hasil pengujian kinerja daya objek uji TA01X

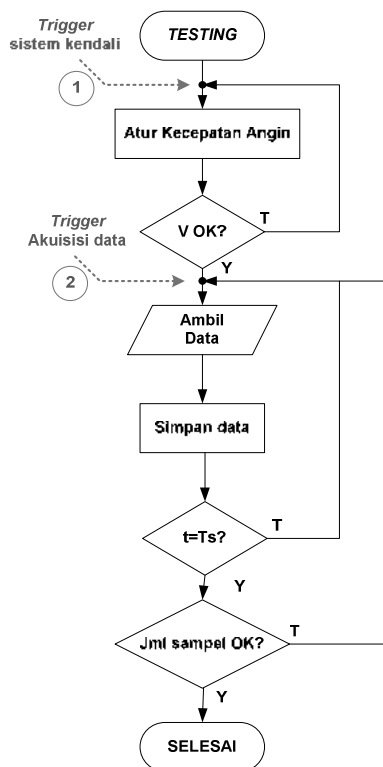
Waktu	V avg (m/s)	V STD	V Max	V Min
2014.03.11 18:22:53	0.00	0.00	0.00	0.00
...
2014.03.11 18:40:37	6.02	0.61	7.37	4.88
2014.03.11 18:42:25	7.32	0.69	8.63	5.14
2014.03.11 18:43:25	7.05	0.77	8.52	4.64
2014.03.11 18:44:59	8.40	0.89	10.56	5.99
2014.03.11 18:45:59	8.44	0.86	10.40	6.31
2014.03.11 18:47:34	9.43	0.86	11.78	7.83
2014.03.11 18:48:34	9.73	0.82	11.89	7.28
2014.03.11 18:50:04	9.97	0.91	11.92	8.08
2014.03.11 18:51:04	10.91	0.99	13.01	7.92
2014.03.11 18:52:17	10.74	0.95	12.66	8.86
2014.03.11 18:53:17	10.94	1.14	13.21	8.51
2014.03.11 18:54:33	12.10	1.11	14.44	9.22



Gambar 6. Diagram alir prosedur pengujian dan monitoring.

Cek silang hasil pengujian dengan adaptasi standar IEC 61400-12-1 menghasilkan prosedur pengujian. Terdapat dua proses utama yaitu proses pengujian dan proses monitoring. Proses pengujian berkaitan dengan pengambilan data parameter pengukuran kinerja daya sedangkan proses monitoring ditujukan hanya untuk kepentingan pemantauan semata. Proses monitoring dilakukan sesaat setelah proses pengujian dimulai dan berakhir sesaat setelah proses pengujian selesai. Komputasi terdistribusi menggunakan perangkat *embedded* dapat diaplikasikan pada subrutin *TESTING* dan proses Statistika dengan sinkronisasi dilakukan oleh komputer. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 6.

Identitas pengujian mencakup keterangan objek uji, waktu pengujian dimulai, operator pengujian, konfigurasi perangkat pengujian dan keterangan lainnya yang dibutuhkan. Keadaan nol pada awal dan akhir pengujian hendaknya diambil dan dicatat. Data keadaan nol digunakan sebagai nilai *offset* [6]. Terutama untuk data tegangan V_L yang terhubung dengan baterai sehingga mempunyai nilai awal tidak selalu sama dengan nol.



Gambar 7. Diagram alir subrutin *TESTING*.

Periode sampling pada proses pengujian ditunjukkan oleh T_s dan pada proses monitoring ditunjukkan oleh T_m , dengan minimal $T_m=10 \times T_s$. T_s diaplikasikan

dalam subrutin *TESTING*. Interaksi sistem akuisisi data dan sistem kendali terowongan angin tergantung pada manajemen *triggering* yang terlihat pada node 1 dan 2 pada subrutin *TESTING* serta pada proses perubahan kecepatan angin dalam prosedur pengujian. Durasi pengujian ditentukan oleh manajemen *triggering* dan jumlah sampel setiap kecepatan yang diambil. Diagram alir subrutin *TESTING* dapat dilihat pada Gambar 7.

4. Kesimpulan

Pengujian kinerja turbin angin kapasitas rendah yang mengacu pada standar IEC 61400-12-1 dapat dilakukan menggunakan fasilitas terowongan angin. Tentunya dengan melakukan adaptasi tanpa mengubah kaidah yang diamanatkan standar. Penghematan waktu dan biaya dapat dicapai dibanding dengan pengamatan lapangan.

Sistem akuisisi data dengan aplikasi metode komputasi terdistribusi menggunakan perangkat *embedded* dapat digunakan dalam pengujian di atas. Kinerja komputer akuisisi data dapat dioptimalkan sehingga memungkinkan integrasi proses pengolahan dan presentasi data serta interaksi dengan sistem kendali terowongan angin.

5. Daftar Acuan

- [1] Pardalos, Panos M., et al, Handbook of Wind Power System, Springer, Heidelberg, 2013, P.673.
- [2] IEC 61400-12-1, Wind Turbine Generator Systems Part 12-1: Power Measurements of Electricity Producing Wind Turbines, Geneva, 2005.
- [3] Anon, Wind Tunnel, http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_tunnel, 2014.
- [4] Hasim, Fadilah, Terowongan Angin Kecil Sirkuit Terbuka 0.5x0.5 m², Sebuah Desain Aerodinamik, UPT. LAGG BPPT, 2006, P.22-31. Tidak dipublikasikan.
- [5] Anon, Principles of Data Acquisition and Conversion, Burr-Brown Application Bulletin, Tucson, 1999.
- [6] Webster, John G., The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook, Springer, Heidelberg, 1999.
- [7] Deliwala, Siddarth, Introduction to Data Acquisition Systems and LabVIEW, Detkin Lab, Pennsylvania, 1999.
- [8] Blank, Andrew G., TCP/IP Foundation, SYBEX, San Francisco, 2004, P.10-11.

Kode Makalah: B2-5

PERANCANGAN PERANGKAT MEDIS PEMANTAU TANDA VITAL PASIEN GAWAT DARURAT

Muhammad Niswar¹, Aksan S. Wijaya², Muhammad Ridwan³, Adnan⁴, Amil A. Ilham⁵, Zaenab Muslimin⁶

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Hasannuddin, Makassar, Indonesia

E-mail: niswar@unhas.ac.id aksan@unhas.ac.id

Abstrak

Pasien pada unit gawat darurat (UGD) butuh penanganan medis yang cepat dan efisien agar pasien dapat melewati masa kritis dan diselamatkan nyawanya. Pasien dengan kondisi kritis harus dipantau secara berkelanjutan karena kondisi pasien dapat berubah sewaktu-waktu. Selain itu, pasien pada UGD butuh di kelompokkan sesuai tingkat keparahan kondisi kesehatannya agar penanganan pasien berlangsung berdasarkan prioritas yang biasanya disebut dengan metode triase. Berdasarkan hal tersebut dikembangkan sebuah perangkat yang mampu memantau kondisi vital pasien dan mengelompokkan pasien berdasarkan tingkat keparahannya. Secara umum perangkat ini terdiri dari mikrokontroler, sistem komunikasi RF, dan sensor yang meliputi pulsa oksimeter dan sensor pernafasan. Alat ini dibuat menggunakan komponen yang murah dan mudah didapatkan. Selanjutnya, kami mengembangkan aplikasi android untuk memudahkan akuisisi dan pengolahan data dengan smartphone untuk keperluan medis lanjutan.

Abstract

In emergency unit, a patient needs to be treated quickly and efficiently in order to save the life of patient. Medical team must monitor patient's health condition continuously because their condition can change at anytime. Moreover, the medical team conduct paper triage to classify the patient based on their severity level. Therefore, we have developed a wearable medical device that can continuously monitor the health condition of patients and classify them into three severity levels. The electronic triage is mainly built from a low-power 8-bit microcontroller unit, RF units, and sensors including pulse oximetry and breath sensor. This device has been developed using low-cost electronic components. Furthermore, we have also developed a simple android-based mobile application for data acquisition, data storage and data transfer.

Keywords: Emergency Unit, Triage, Microcontroller, Patients' vital signs

1. Pendahuluan

Dalam dunia kesehatan dikenal istilah Triase. Triase adalah cara pengelompokan pasien berdasarkan kebutuhan penanganan dan sumber daya tenaga medis yang tersedia. Dalam sistem kesehatan modern, triase terdiri atas tiga fase [1], yaitu triase tahap awal pada saat pasien berada di lapangan, triase ketika sampai di rumah sakit, dan triase lanjutan selama proses penanganan di rumah sakit.

Dalam keadaan darurat, tenaga medis biasanya menggunakan metode Simple Triage and Rapidly Treatment (START) [2] untuk mengukur kondisi dan urgensi penanganan pasien. Metode START

menentukan kondisi pasien berdasarkan tiga tanda vitalnya, yaitu, pernafasan, detak jantung, dan kondisi mental. Berdasarkan kondisi vital tersebut, maka pasien akan di kelompokkan kedalam empat kategori yang di tandai dengan warna berbeda untuk mengindikasikan prioritas penanganannya.

- Hijau: Pasien dengan sedikit cedera dan tidak membutuhkan penanganan cepat.
- Kuning: Pasien dengan banyak cedera tetapi penanganannya dapat ditunda beberapa jam.
- Merah: Pasien dengan tingkat cedera parah dan harus segera ditangani.
- Hitam: Pasien dengan tingkat cedera sangat parah dan sudah tidak dapat ditangani

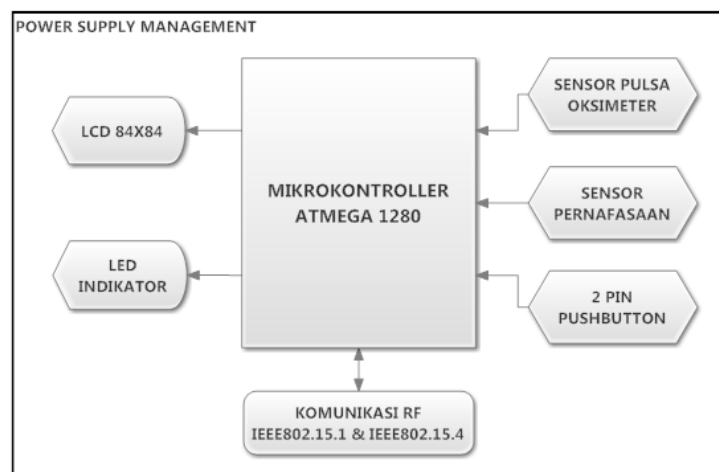
Metode START memiliki prosedur standar untuk menangani beberapa pasien. Pertama, pasien yang masih dapat berjalan dengan baik akan diberi label hijau. Kedua, pasien akan diukur kecepatan pernafasannya. Jika pasien bernafas kurang dari 30 kali per menit maka diperiksa lagi denyut jantungnya, jika tidak, maka diberi label Merah. Pasien yang sudah tidak bernafas lagi langsung diberi label Hitam. Jika denyut jantung pasien tidak lebih dari 100 maka lihat keadaan mentalnya, jika tidak, pasien diberi label Kuning. Jika kondisi mental pasien dapat menerima perintah maka: pasien diberi label Hijau, jika tidak maka pasien diberi Label Merah.

Walaupun proses triase telah selesai, pasien harus terus dipantau kondisi kesehatannya karena keadaan kesehatan pasien terus berubah – ubah. Oleh karena itu triase manual dinilai kurang efektif karena tidak mampu mengetahui kondisi terbaru pasien secara kontinyu. Dalam paper ini, telah dirancang perangkat triase elektronik yang mampu memonitoring tanda vital

pasien secara kontinyu. Perangkat elektronik yang dirancang ini dibuat dengan komponen yang murah dan mudah didapatkan.

2. Perancangan Dan Pembuatan Alat

Perangkat triase elektronik yang telah dirancang mampu memonitoring kondisi vital pasien, yaitu, kecepatan pernafasan, denyut nadi, dan SpO₂, sesuai dengan parameter yang digunakan pada metode START. Gambar 1. memperlihatkan blok diagram dari alat yang dibuat, terdiri dari sensor biomedik (pulsa oksimeter dan sensor pernafasan), ATMEGA1280 sebagai mikrokontroler, unit output (LCD dan LED indikator), Komunikasi RF (Bluetooth dan ZigBee) dan power supply. Penampakan dari alat yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 2 dimana terlihat bahwa alat yang tersebut sangat kecil dan portabel. Tabel 1 memperlihatkan spesifikasi dari alat yang telah dibuat.



Gambar 1. Blok Diagram Perangkat

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat

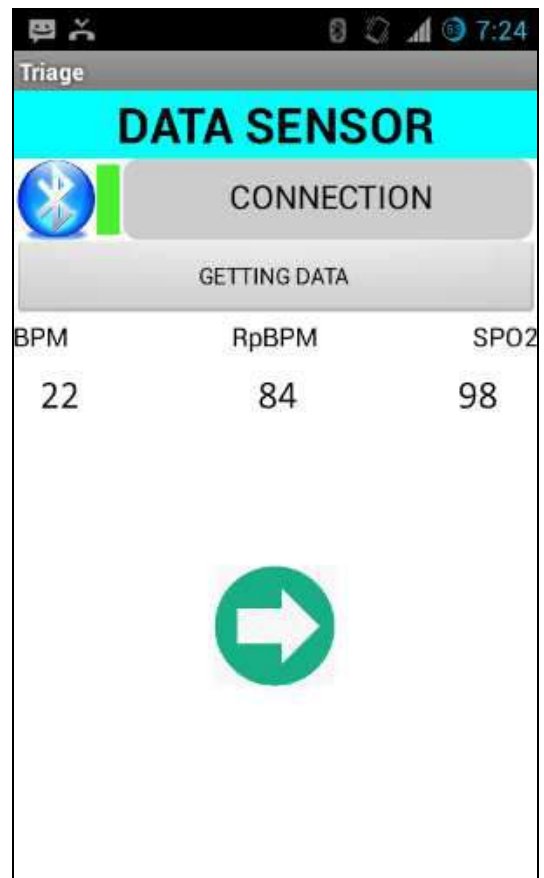
Mikrokontroler	ATMEGA 1280
Frekuensi Kerja	16MHz
RAM	4Kbyte
Flash	128Kbyte
Arus Kerja	248 – 270 mA
Konsumsi Power	917 – 999 mWatt
Sensor	Pulsa Oksimeter [3] dan Termokopel
Komunikasi RF	Bluetooth [4] dan ZigBee [5]
Interface	LCD dan Led Indikator
Baterai	1.350 mAh
Waktu Kerja	4 – 5 Jam
Ukuran	8 x 5 x 5 (PLT)
Berat	120 gram

Perangkat triase elektronik di pasang pada tangan pasien. Sensor pulsa oksimeter di pasang pada jari pasien untuk mendeteksi denyut nadi dan kadar oksigen dalam darah pasien. Sensor termokopel sebagai sensor pernafasan di pasang pada hidung pasien untuk mendeteksi kecepatan pernafasan pasien. Mikrokontroler akan membaca kecepatan pernafasan pasien menggunakan ADC dan membaca sensor pulsa oksimeter menggunakan level konverter digital. Hasil dari pembacaan sensor pernafasan di hitung dalam respirasi per menit(RPM). Pada rata-rata orang normal kecepatan pernafasan berada pada rentang 15 sampai 30 RPM. Hasil dari pembacaan pulsa oksimeter dinyatakan dalam beat per menit (BPM) untuk pulsa dan SpO₂ dinyatakan dalam persentasi. Denyut nadi rata – rata orang normal berakisar antara 60 – 100 BPM dan kadar oksigen dalam darah lebih dari 94%.



Gambar 2. Penampakan Alat

Algoritma triase ditanamkan ke dalam perangkat untuk menentukan kelas – kelas prioritas pasien berdasarkan tanda vital pasien yang telah di baca oleh mikrokontroler. Dalam algoritma triase, tanda vital pasien di kelompokkan dalam tiga kategori yaitu *major*, *delay*, dan *minor*. *Major* berarti pasien mengalami cedera yang parah dan butuh penanganan secepat mungkin. *Delay* berarti pasien mengalami cedera yang banyak namun penanganannya bisa ditunda untuk beberapa jam. *Minor* berarti pasien hanya mengalami cedera kecil dan tidak membutuhkan penanganan cepat. Ketiga kategori tersebut direpresentasikan menggunakan tiga buah LED indikator. LED merah untuk indikator *major*, LED kuning untuk indikator *delay*, dan LED hijau untuk indikator *minor*.



Gambar 3. Screenshoot Aplikasi Android

Berikut adalah cara kerja dari perangkat ini. Pertama, mikrokontroler akan membaca sensor pernafasan yang di pasang ke pasien. Jika kecepatan pernafasan pasien 15 sampai 30 RPM maka mikrokontroler akan membaca denyut nadi dan SpO₂ pasien. Jika kecepatan pernafasan berada di antara 10 – 14 RPM atau 31 – 35 RPM maka lampu Kuning pada alat akan menyala menandakan status delay pasien. Namun, jika denyut nadi pasien berada antara 60 – 100 BPM maka lampu berubah menjadi Hijau. Lampu akan berubah menjadi merah ketika denyut nadi pasien berada pada rentang 50 – 59 BPM atau 101 – 110 BPM dan persentasi SpO₂ pasien kurang dari 94%.

Sebagai pendukung, dibuat sebuah aplikasi android yang sederhana untuk *data aquisition* dan *storage* melalui antar muka Bluetooth (Gambar 3). Dengan adanya aplikasi ini, tim medis dapat melakukan pemantauan dan pengambilan data dengan mudah melalui smartphone dan tablet.

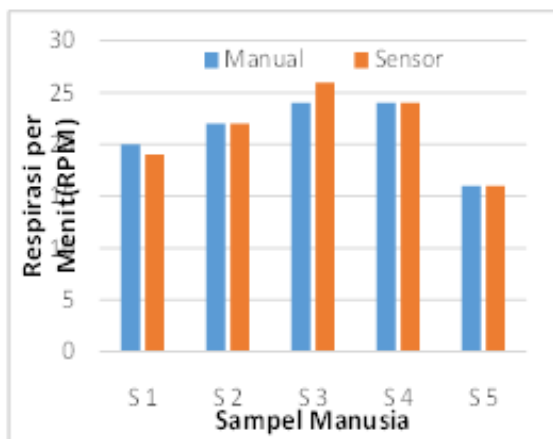
3. Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat dilakukan untuk mengetahui kehandalan perangkat yang telah dibuat. Pengujian ini

meliputi pengujian keakuratan sensor dan konsumsi daya perangkat.

3.1. Pengujian Keakuratan Sensor

Pengujian keakuratan sensor dilakukan dengan melakukan pengukuran secara manual menggunakan beberapa orang sampel (s1-s5) sesuai dengan metode yang sering digunakan oleh tenaga medis dan membandingkannya dengan hasil yang terbaca melalui sensor. Gambar 4 memperlihatkan grafik keakuratan sensor pernafasan terhadap pengukuran manual. Gambar 5 memperlihatkan grafik keakuratan sensor denyut nadi terhadap pengukuran manual. Berdasarkan data yang didapat dalam proses pengujian dapat dilihat bahwa setiap sensor berkerja secara optimal. Sensor denyut nadi memiliki presentasi kesalahan rata-rata sebesar 4,3 %. Sensor breathing memiliki kesalahan rata-rata sebesar 3,1 %. Hal ini memperlihatkan bahwa perbedaan nilai antara pengukuran manual dan dengan menggunakan alat cukup kecil sehingga alat yang dirancang dapat menggantikan peran dari pengukuran manual.



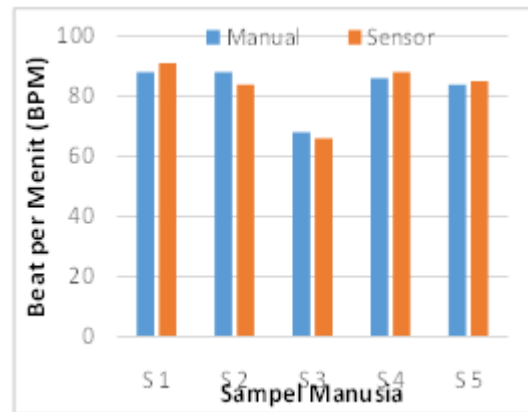
Gambar 4. Grafik Pengukuran pernafasan secara manual dan dengan menggunakan sensor

3.2 Pengujian Komsumsi Daya Perangkat

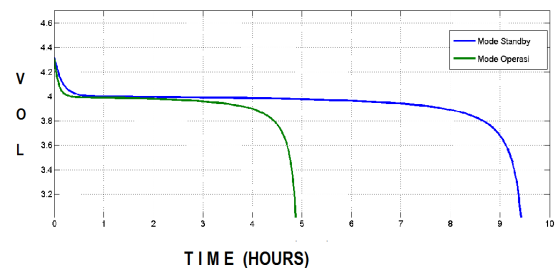
Pengujian komsumsi daya perangkat bertujuan untuk mengetahui seberapa besar daya yang di komsumsi perangkat baik dalam keadaan standby maupun sedang melakukan proses. Tabel 2 memperlihatkan komsumsi daya perangkat ketika standby dan bekerja.

Tabel 2. Komsumsi Daya Perangkat

Kondisi	Arus	Tegangan	Daya
Standby	140 mA	3.7 Volt	518mWatt
Bekerja	270 mA	3.7 Volt	999mWatt



Gambar 5. Grafik Pengukuran denyut nadi secara manual dan dengan menggunakan sensor



Gambar 6. Grafik Waktu Opearasi Perangkat

Berdasarkan Komsumsi daya perangkat, dapat diketahui seberapa lama baterai dapat bertahan ketika perangkat beroperasi dan ketika perangkat standby. Gambar 6. Memperlihatkan grafik waktu kerja perangkat ketika perangkat standby dan ketika perangkat beroperasi. Cara pengukuran waktu kerja ini menggunakan aplikasi matlab dengan memanfaatkan library electrical sources yang ada pada Simulink. Berdasarkan hal tersebut maka diketahui perangkat dapat bekerja 4 – 5 jam dan mampu bertahan selama 9 jam ketika dalam keadaan standby.

4. Kesimpulan

Dalam paper ini, telah berhasil dirancang sebuah perangkat triase elektronik. Dimana, perangkat ini mampu membantu tenaga medis dalam melakukan proses triase dan pemantauan tanda vital pasien secara kontinyu. Perangkat ini sangat kecil, portabel dan dibuat dari komponen – komponen yang murah dan mudah didapatkan.

Perangkat ini mampu mengukur kecepatan pernafasan, denyut nadi, dan kadar oksigen dalam darah menggunakan sensor termokopel dan pulsa oksimeter. Sebagai alat pendukung, juga telah dikembangkan aplikasi android untuk akuisisi data dari perangkat triase elektronik menggunakan komunikasi Bluetooth.

Disisi lain juga diketahui bahwa perangkat yang dibuat mampu beroperasi dari 4 – 5 jam berdasarkan hasil simulasi menggunakan Matlab Simulink

5. Daftar Pustaka

- [1]. Ian Robertson-Steel., "Evolution of Triage Systems, Emerg. Med. J.2006, 23:154-155.
- [2]. Super G, et al. "START: Simple Triage and Rapid Treatment Plan, Newport Beach, CA: Hoag Memorial Presbyterian Hospital, 1994.
- [3]. World Health Organization. Global Pulse Oximetry Project [Online]. Situs: http://www.who.int/patientsafety/events/08/1st_pulse_oximetry_meeting_background_doc.pdf.
- [4]. HC-05, Bluetooth to Serial Module [Online]. Situs: <http://www.electronicaestudio.com/docs/istd016A.pdf>
- [5]. Xbee Series 2 OM RF Modules [Online]. Situs: http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000976_U.pdf

Kode Makalah: B2-8

PENGATURAN KECEPATAN KONVEYOR UNTUK SISTEM SORTASI BUAH MANGGIS BERBASIS ATMEGA8535

Delvi Yanti¹, Kartika², Sandra³¹Teknologi Pertanian, Unand Padang, Kampus Unand Limau Manis Padang, 25116,²Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, Kampus Politeknik Negeri Padang – Limau Manis 25116,³Teknologi Pertanian, Unibraw Malang, Jl. Veteran Malang.E-mail: ¹delviyanti23@gmail.com, ²kartika_munir@yahoo.com, ³sandra.malinsutan@yahoo.com

Abstrak

Konveyor banyak digunakan di industri untuk dapat memobilisasi produk dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat yang lain. Sebagai penggerak konveyor digunakan motor DC. Motor DC merupakan komponen penggerak yang dibutuhkan untuk proses penggerak konveyor. Karakteristik utama yang dimiliki penggerak konveyor harus bergerak dengan kecepatan konstan, akan tetapi pada kenyataannya motor DC jika mendapatkan pembebanan ketika beroperasi yang mengakibatkan kecepatannya menurun dan ketika beban lepas putaran motor DC menjadi dipercepat. Dari permasalahan ini, maka diperlukan suatu pengendalian kecepatan motor DC yang mampu mempertahankan putaran pada suatu nilai kecepatan tertentu (set point) baik pada saat ada beban ataupun tidak. Dalam makalah ini akan dirancang sistem pengendalian kecepatan motor DC. Motor DC yang digunakan adalah motor DC penguat terpisah yang dikendalikan dengan PWM (*pulsa width modulation*) yang dibangkitkan oleh mikrokontroler ATMEGA8535. Sistem yang dirancang terdiri atas beberapa subsistem, mikrokontroler, penguat dan sensor. Subsistem mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendali serta pengolahan data untuk mengatur kecepatan motor DC. Subsistem penguat digunakan IC L298 sinyal PWM yang dihasilkan subsistem mikrokontroler diumpungkan ke kaki enable IC L298, sedangkan kecepatan motor DC dipantau oleh subsistem sensor. Setelah dilakukan pengujian menunjukkan kecepatan motor DC dapat diatur sesuai dengan nilai yang diberikan mulai dari 0 sampai dengan 500 rpm, dan dari pengujian ini dapat disimpulkan alat ini dapat bekerja dan berfungsi dengan baik.

Abstract

Conveyors are widely used in the industry to be able to mobilize products in large quantities and continuously from one place to another. As used conveyor drive DC motors. A DC motor drive components required for driving the conveyor. The main characteristics possessed conveyor drive must move with constant velocity, but in fact a DC motor if it gets load when operating the resulting velocity decreases and when the load off a DC motor be accelerated. Of these problems, we need a DC motor speed control that is able to maintain rotation at a rated speed (set point) both during no load or not. In this paper designed a DC motor speed control system. DC motor used is a separate amplifier DC motor controlled by PWM (pulse width modulation) which is generated by the microcontroller ATMEGA8535. The system is designed several subsystems, microcontrollers, amplifiers and sensors. Microcontroller subsystem serves as the central control and data processing to control the speed of a DC motor. Amplifier subsystem used IC L298 PWM signal generated is fed to the foot of the microcontroller subsystem enable IC L298, while the DC motor speed is monitored by the sensor subsystem. After testing shows a DC motor speed can be set according to the given value ranging from 0 to 500 rpm, and this test can be concluded from these tools can work and function properly.

Keywords: conveyors, DC motors, ATMEGA8535 and PWM

1. Pendahuluan

Proses produksi di industri khususnya proses sorting, diperlukan optimasi baik dari kinerja dan hasil produksinya, sehingga diperoleh efisiensi kerja yang maksimal. Pada penelitian, dibuat konveyor belt yang

dilengkapi dengan solenoid valve yang dilengkapi dengan pusher, dan motor dc sebagai penggeraknya. Konveyor yang dibuat ada dua buah. Pada konveyor pertama digunakan sebagai konveyor pengumpan barang untuk masuk ke ruang sortasi (kamera), sedangkan pada konveyor kedua merupakan tempat sortir barang, dimana terdapat tiga buah pusher yang

digunakan untuk mendorong barang yang dikelompokkan sesuai dengan karakteristik barang. Pada konveyor kedua ini kecepatan motor dapat diatur menggunakan kontrol PWM (*Pulse Width Modulation*).

MOTOR DC

Berdasarkan sumber arus penguatan magnet, motor DC dapat di bedakan :

- a) Motor DC penguatan terpisah, bila arus penguatan magnet diperoleh dari sumber Dc diluar motor. Motor DC penguat terpisah memiliki kumparan jangkar dan medan yang dicatu dari sumber yang berbeda. Pengaturan kecepatan dilakukan melalui pengaturan tegangan pada kumparan jangkar
- b) Motor DC penguatan sendiri, bila arus penguatan magnet berasal dari motor itu sendiri

Motor DC magnet permanen sering disebut juga dengan motor DC penguat terpisah. Perbedaannya terletak pada pembangkitan medan magnetnya. Motor DC jenis ini memiliki struktur serta pengaturan kecepatan yang mudah yaitu dengan pengaturan arus dan tegangan pada jangkarnya.

Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc prosesor*) dari Atmel ini menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang artinya prosesor tersebut memiliki set instruksi program yang lebih sedikit dibandingkan dengan MCS-51 yang menerapkan arsitektur CISC (*Complex Instruksion Set Computer*). Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pusat pengendali dan sebagai pengambil keputusan dari data-data yang dikirimkan oleh sensor-sensor. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki fitur-fitur utama, seperti berikut:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga unit Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. Watchdog Timer dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Memori flash sebesar 8 Kbyte dengan kemampuan Read While Write.
8. Unit interupsi internal dan eksternal.
9. Port antarmuka SPI.
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Antarmuka komparator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial.

Deskripsi Pin ATmega8535

ATmega8535 memiliki 40 pin dengan konfigurasi,

- VCC (*power supply*)
- GND (*ground*)
- Port A (PA7..PA0)

Port A berfungsi sebagai *input* analog pada A/D Konverter. Port A juga berfungsi sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/DKonverter tidak digunakan. Pin - pin Port dapat menyediakanresistor *internal pull-up* (yang dipilih untuk masing-masing bit).Port A *output buffer* mempunyai karakteristik gerakan simetrisdengan keduanya *sink* tinggi dan kemampuan sumber. Ketika pinPA0 ke PA7 digunakan sebagai *input* dan secara *eksternal* ditarikrendah, pin - pin akan memungkinkan arus sumber jika resistor *internal pull-up* diaktifkan. Pin Port A adalah *tri-stated* manakalasuatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.

- Port B (PB7..PB0)
Port B adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internalpull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port B *output buffer*mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink*tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port B yangsecara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pullup*diaktifkan. Pin Port B adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.
- Port C (PC7..PC0)
Port C adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internalpull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port C *output buffer*mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink*tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port C yangsecara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pullup*diaktifkan. Pin Port C adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.
- Port D (PD7..PD0)
Port D adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan resistor *internalpull-up* (yang dipilih untuk beberapa bit). Port D *output buffer*mempunyai karakteristik gerakan simetris dengan keduanya *sink*tinggi dan kemampuan sumber. Sebagai input, pin port D yangsecara *eksternal* ditarik rendah akan arus sumber jika resistor *pullup*diaktifkan. Pin Port D adalah *tri-stated* manakala suatu kondisi reset menjadi aktif, sekalipun waktu habis.
- RESET (*Reset input*)
- XTAL1 (*Input Oscillator*)
- XTAL2 (*Output Oscillator*)
- AVCC
Penyedia tegangan untuk port A dan A/D Konverter
- AREF
Referensi analog untuk A/D konverter.

IC Motor Driver

L298 adalah IC yang dapat digunakan sebagai driver motor DC. IC ini menggunakan prinsip kerja H-Bridge. Tiap H-Bridge dikontrol menggunakan level tegangan TTL yang berasal dari output mikrokontroler. L298 dapat mengontrol 2 buah motor DC. Tegangan yang dapat digunakan untuk mengendalikan motor DC, bisa mencapai tegangan 46 V DC dan arus 2 A untuk setiap kanalnya. Gambar 1, bentuk IC L298 yang digunakan sebagai motor driver. Pengaturan kecepatan kedua motor dilakukan dengan cara pengontrolan lama pulsa aktif (mode PWM – *Pulse width Modulation*) yang dikirimkan ke rangkaian driver motor oleh pengendali (mikrokontroler). Duty cycle PWM yang dikirimkan menentukan kecepatan putar motor DC.



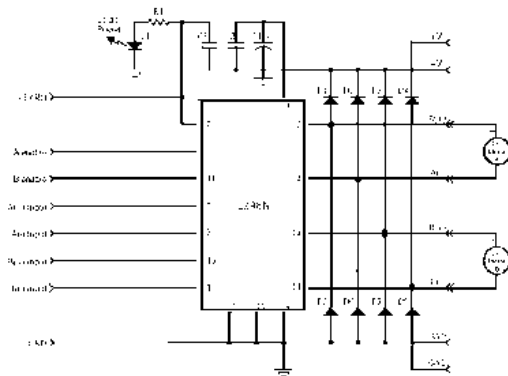
Gambar 1. Bentuk IC LM298

Tabel 1. kebenaran untuk salah satu motor

A _{EN}	A ₊	A ₋	Reaksi Motor
L	L	L	Motor off
L	L	H	Motor off
L	H	L	Motor off
L	H	H	Motor off
H	L	L	STOP
H	L	H	Berputar searah jarum jam
H	H	L	Berputar berlawanan arah jarum jam
H	H	H	Stop

Ket: H = "1"; L = "0"

L298 bisa men-drive dua buah motor dc sampai tegangan 46 VDC dan arus sebesar 2A untuk tiap kanal, supply tegangan yang diberikan ke motor DC sebesar 12 VDC yang berasal dari rangkaian power supply, sedangkan untuk tegangan logic pada driver motor diberikan tegangan sebesar 5 VDC yang berasal dari mikrokontroler (gambar 2). Penggunaan dioda pada perancangan driver motor ini ditujukan agar driver motor dapat menahan arus balik yang datang dari motor dc. Satu motor dapat dikontrol dengan 3 pin yaitu Aenable, A+ dan A-. Berikut ini adalah tabel kebenaran untuk salah satu motor.



Gambar 2. Rangkaian driver Motor DC

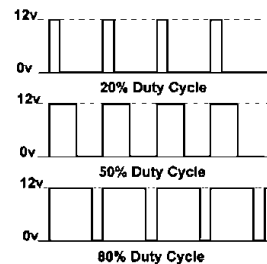
PWM (*Pulse Width Modulation*)

PWM dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor dan untuk menghindarkan rangkaian mengkonsumsi daya berlebih. PWM dapat mengatur kecepatan motor karena tegangan yang diberikan dalam selang waktu tertentu saja. PWM ini dapat dibangkitkan melalui software. Lebar pulsa PWM dinyatakan dalam Duty Cycle. Misalnya duty cycle 10 %, berarti lebar pulsa adalah 1/10 bagian dari satu periode penuh.

PWM adalah sebuah metode untuk pengaturan kecepatan perputaran, dalam hal ini adalah motor DC untuk penggerak konveyor. PWM dapat dihasilkan oleh empat metode, sebagai berikut :

1. Metode analog
2. Metode digital
3. IC diskrit
4. Mikrokontroler

Pada konveyor ini, metode PWM dikerjakan oleh mikrokontroler. Metode PWM ini akan mengatur lebar atau sempitnya periode pulsa aktif yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke driver motor. Pada pengaturan kecepatan robot, nilai PWM mulai dari 0-255. Secara analog besaran PWM dihitung dalam prosentase, nilai ini didapat dari perbandingan: $T_{high} / (T_{high} + T_{low}) * 100\%$. Dimana T adalah periode atau waktu tempuh untuk sebuah pulsa, yang terbagi menjadi bagian puncak positif (T_{high}) dan puncak negatif (T_{low}).



Gambar 3. Ilustrasi prosentase PWM

Semakin rapat periode antar pulsa, maka frekuensi yang dihasilkan akan semakin tinggi, ini berarti kecepatan akan bertambah. Semakin lebar jarak antar pulsa, maka frekuensi semakin rendah ini berarti kecepatan berkurang atau menurun. Kondisi pemberian kecepatan harus disesuaikan dengan kondisi beban dari konveyor, misal pada saat beban bertambah naik, naik atau turun harus mendapatkan nilai PWM yang tepat.

Pengaturan Kecepatan Konveyor Dengan Metode PWM

Pada dasarnya PWM yang dihasilkan mikrokontroler akan berubah menjadi tegangan analog yang akan diterima oleh bagian motor driver. Jika PWM diberi kondisi High, maka tegangan keluaran mendekati 12 Volt DC, dan jika PWM diberi kondisi Low, maka tegangan keluaran mendekati 0 Volt DC. Diantara kondisi itu maka nilai tegangan keluaran dapat dihitung, yaitu :

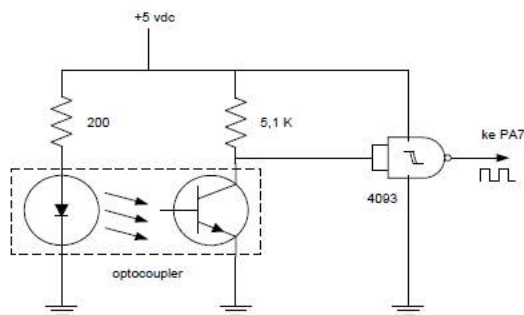
$$(Duty \div 255) \times 12 V.$$

Sebagai contoh, ketika Duty adalah 100, maka :

$$(100 \div 255) \times 12 V = 4,70 V, \text{ tegangan keluaran PWM sebesar } 4,70 V.$$

Sensor putaran

Rangkaian sensor berfungsi untuk mengetahui kecepatan putaran motor. Rangkaian ini terdiri dari sebuah led infra merah (IRLED) dan sebuah transistor peka cahaya (phototransistor), pasangan led dan fototransistor ini biasa disebut dengan optocoupler. Pada sela (slot) antara LED dan fototransistor terdapat sebuah piringan yang mempunyai lubang-lubang sebanyak 120 buah dan piringan tersebut dipasang pada sumbu rotor motor DC. Pada saat motor berputar maka piringan tersebut juga akan ikut berputar, sehingga akan memotong pancaran sinar dari led yang menuju ke fototransistor (gambar 4), dengan demikian sinyal keluaran dari phototransistor akan berupa gelombang kotak, dengan dutycycle 50%.



Gambar 4. Rangkaian sensor kecepatan

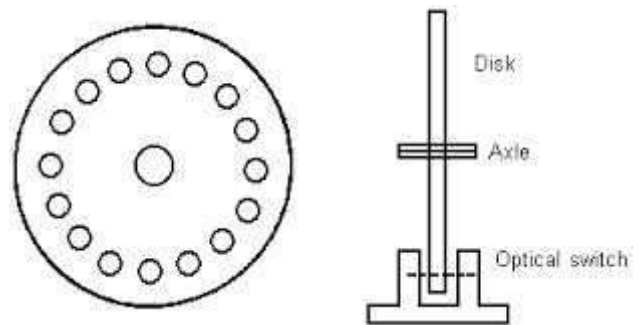
2. Metodologi Penelitian.

Rangkaian optointerupter

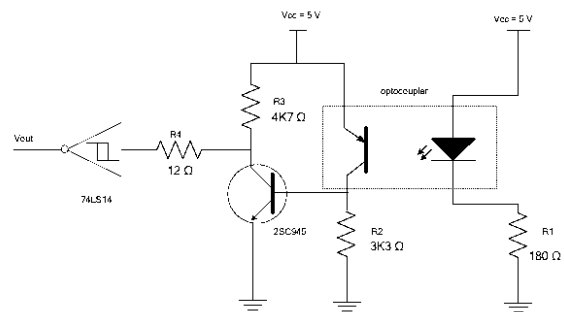
Sensor yang digunakan untuk menghitung kecepatan putaran motor DC pada penelitian ini adalah sensor

optointerupter. Sensor ini merupakan paduan LED Inframerah (transmitter) dan fototransistor (receiver). Sensor ini bekerja dengan menggunakan metode piringan celah (gambar 5). Keluaran dari sensor sudah berupa sinyal digital.

Saat sinar dari LED inframerah melawati celah pada piringan, maka sinar tersebut diterima oleh fototransistor, fototransistor akan saturasi. Dan apabila sinar dari Led inframerah tidak mengenai celah, tidak ada sinar yang diterima oleh fototransistor dan selanjutnya fototransistor tersebut cut-off. Ketika piringan celah diputar, maka fototransistor akan mengeluarkan pulsa-pulsa high dan low dengan frekuensi yang sesuai dengan kecepatan putaran piringan celah tersebut.



Gambar 5. Posisi tataletak sensor optointerupter dan piringan



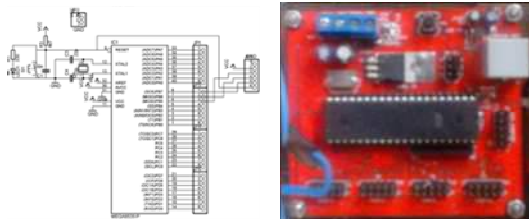
Gambar 6. Rangkaian sensor optointerupter

Pulsa-pulsa yang berasal dari optointerupter selanjutnya akan dilewatkan pada rangkaian pengkondisi sinyal, supaya sinyal yang dihasilkan lebih presisi dan dapat diteruskan ke mikrokontroler. Rangkaian pengkondisi sinyal (gambar 6), ini sendiri terdiri dari transistor dan IC7414. Rangkaian penguat ini lebih tepatnya digunakan untuk mempertegas sinyal digital yang diberikan oleh sensor optocoupler.

Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian ini berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada. Komponen utama dari rangkaian ini adalah IC mikrokontroler ATmega8535. Pada IC inilah semua program diisikan, sehingga rangkaian dapat berjalan sesuai dengan yang

dikehendaki. Mikrokontroler memiliki saluran 32 port I/O, yaitu port A (pin 33–40), port B (pin 1–8), port C (pin 22–29) dan port D (pin 14–21). Dimana pin 10 dan 31 dihubungkan ke Ground dan pin 10, 30 dan 32 di hubungkan ke sumber tegangan 5 Volt. Rangkaian mikrokontroler ini menggunakan komponen kristal 4 MHz sebagai sumber clocknya. Nilai kristal ini akan mempengaruhi kecepatan mikrokontroler dalam mengeksekusi suatu perintah tertentu. Rangkaian mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Mikrokontroler ATMEGA8535

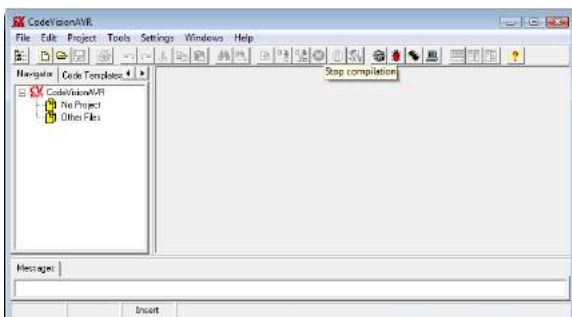
Pada pin 9 dihubungkan dengan sebuah kapasitor 10 uF yang dihubungkan ke positif dan sebuah resistor 10 Kohm yang dihubungkan ke ground. Kedua komponen ini berfungsi agar program pada mikrokontroler dijalankan beberapa saat setelah power aktif. Lamanya waktu antara aktifnya power pada mikrokontroler dan aktifnya program adalah sebesar perkalian antara kapasitor dan resistor tersebut. Jika dihitung maka lama waktunya adalah :

$$t = R * C = 10 \text{ kOhm} * 10 \text{ uF} = 1 \text{ m detik}$$

Jadi 1 mili detik setelah power aktif pada IC kemudian program aktif.

Software ATmega8535 Editor

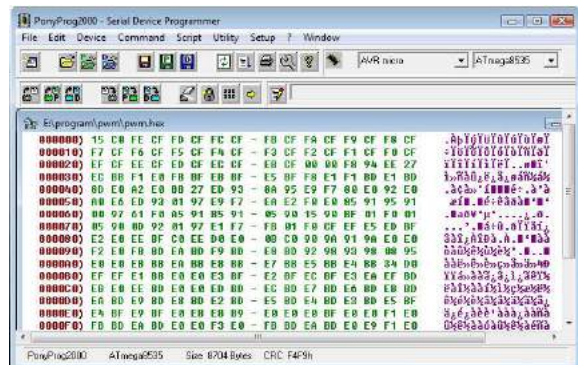
Instruksi-instruksi yang merupakan bahasa C tersebut dituliskan pada sebuah editor, yaitu Code Vision AVR. Tampilannya seperti berikut ini (Gambar 8):



Gambar 8. Tampilan Code Vision AVR

Software Downloader

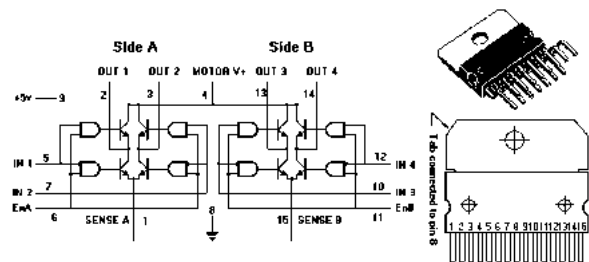
Melakukan download program ke mikrokontroler dapat menggunakan ponyprog2000. Tampilannya seperti di bawah ini (gambar 9),



Gambar 9. Tampilan Ponyprog2000

Rangkaian Driver Motor (LM298)

Modul H-bridge menggunakan IC L298, yang didalamnya sudah terdiri dari dua buah H-Bridge. Susunan H-bridge tersebut sudah diberi pengaman dengan menggunakan gerbang Logika AND. Gambar 10, adalah gambar diagram blok H-Bridge L298.

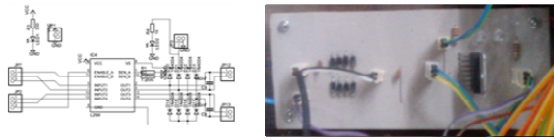


Gambar 8. Diagram blok L298

Keterangan :

- +VS adalah sebagai suply tegangan untuk motor
- +VSS adalah sebagai suply tegangan untuk IC L298
- Out 1 dan out 2 dihubungkan ke motor 2
- En A merupakan sinyal enable yang berfungsi untuk mengaktifkan H-Bridge.

Pada saat In-1 dan In-2 bernilai x (don't care) dan En A adalah 0, maka Out 1 dan Out 2 adalah 0. Apabila En A=1 dan In-1 dan In-2 = 0 maka gerbang A (0,0), gerbang B (1,1), gerbang C (0,0) dan gerbang D (1,1) sehingga Out1 dan Out2 akan menuju Ground yang diaktifkan gerbang B dan D. Apabila En A=1, In-1 = 1 dan In 2 = 0 maka gerbang A dan gerbang D akan aktif , maka arus mengalir dari Out 1 ke Out 2. Apabila En A = 1, In-1 = 0 dan In-2 =1 maka gerbang B dan C akan aktif sehingga arus mengalir dari Out-2 ke Out-1. Apabila En A=1, In-1 = 1 dan In-2 = 1 maka gerbang C dan A akan aktif sehingga antara Out 1 dan Out 2 tidak terjadi beda potensial. Berikut tabel 1, tabel kebenaran LM298 dan gambar 8, rangkaian LM298.



Gambar 11. Rangkaian LM298

Tabel 2 Tabel Kebenaran Diagram Blok H-Bridge L298

Inpu t 1	Inpu t 2	Enabl e A	Outpu t 1	Outpu t 2
X	X	0	0	0
0	0	1	0	0
1	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	1	1	1	1

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian driver motor untuk menggerakkan motor. Pengujian ini motor konveyor. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian driver motor untuk menggerakkan motor

Enabl e	IN +	IN -	Kondisi motor	Keterang an
0	X	X	Tidak berputar	Berhasil
	0	0	Tidak Berputar	Berhasil
	0	1	Berputar	Berhasil
1	1	0	Berputar berlawanan arah	Berhasil
	1	1	Tidak berputar	Berhasil

Keterangan:

- Jika enable bernilai nol, maka berapapun inputnya motor tidak akan berputar
- Jika enable bernilai satu, maka kondisi motor sesuai dengan inputan. Kondisi motor dapat terlihat pada tabel 2.

Pengujian putar motor dc menggunakan driver motor ini dilakukan dengan cara memberikan inputan dari mikrokontroler ke driver motor. Untuk menggerakkan satu motor dc dibutuhkan tiga inputan yaitu input enable, input positif dan input negatif.

Pengujian Rangkaian sensor kecepatan

Optocoupler dipakai sebagai sensor pendeteksi putaran dari celah yang berlobang, pada saat infrared berada pada posisi celah, maka tegangan keluaran dari sensor

adalah 0 V. Dan pada saat posisi infrared tidak berada pada posisi celaha, maka tegangan keluaran sensor adalah 4,98 V.

Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian secara keseluruhan dilakukan dengan mengoperasikan motor penggerak konveyor, sensor kecepatan, hasil pengujian keseluruhan ditunjukkan tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian kecepatan motor penggerak konveyor

No.	Duty cycle (%)	Tegangan (Vout)	Kecepatan Motor (Konveyor) (rpm)	Ket.
1.	10	3,012	0	
2.	20	3,809	0	
3.	30	4,981	103	
4.	40	5,860	208	
5.	50	6,739	208	
6.	60	7,911	312	
7.	70	8,790	312	
8.	80	9,669	416	
9.	90	11,427	500	
10.	100	12,013	500	

Dari tabel 4, terlihat dengan naiknya nilai *duty cycle* yang diberikan, maka akan menyebabkan putaran dari motor penggerak juga naik.

4. Kesimpulan

Dari hasil dari analisis dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Alat pengatur kecepatan motor DC dengan menggunakan PWM berhasil dibuat sesuai dengan rancangan dan dapat berfungsi sesuai spesifikasi yang telah ditentukan.
- Fungsi motor sebagai penggerak konveyor diperoleh dengan memanfaatkan LM 298 sebagai driver dan sensor optointerupter sebagai sensor kecepatan.
- Sinyal PWM dibangkitkan oleh mikrokontroler untuk mengatur kecepatan motor penggerak konveyor.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampai kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Dirjen Dikti Kementerian Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian ini, dengan nomor kontrak: No. 18/UN.16/PL-HB/2014.

5. Daftar Acuan

- [1]. Budi Widodo Romy. 2009. Embedded System, Menggunakan Mikrokontroler dan Pemrograman C. Andi, Yogyakarta.
- [2]. Budiharto Widodo, 2005, Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [3]. Duntemann Jeff . 1992. Assembly Language step by step. John Willey and Sons Inc. Ali Mazidi Muhammad, The 8051 Microcontroller & Embedded Systems Using assembly and C. Prentice-Hall Inc.
- [4]. Gopel, W., Hesse, J., 1989, Sensors A Comprehensive Survey Magnetic Sensor, Weinheim, VCH.
- [5]. Link, W., 1993, Pengukuran, Pengendalian, dan Pengaturan dengan PC, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [6]. Malvino, A.P., 1996, Prinsip-Prinsip Elektronika, Erlangga, Jakarta. Petruzella F. D., 1996, Elektronika Industri, Andi, Yogyakarta.
- [7]. Thiang, 2009 “Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Fuzzy Logic Kontroler Berbasis PLC”. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- [8]. Usman. 2008. Teknik Antar Muka + Pemrograman Mikrokontroler AT89S52. Andi, Yogyakarta.
- [9]. Wahana Komputer. 2009. Aplikasi Cerdas Menggunakan Delphi. Andi, Yogyakarta.
- [10]. Wardhana Lingga . 2006. Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535 Simulasi, Hardware dan Aplikasi. Andi, Yogyakarta.
- [11]. Zulkarnaen, Dicky. 2009. “Aplikasi Kendali Logika Fuzzy Sebagai Pengendali Kecepatan Motor DC Berdasarkan Trayektori Lengan Robot
- [12]. Wahana Komputer. 2009. Aplikasi Cerdas Menggunakan Delphi. Andi, Yogyakarta.
- [13]. Wardhana Lingga . 2006. Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535 Simulasi, Hardware dan Aplikasi. Andi, Yogyakarta.
- [14]. Zulkarnaen, Dicky. 2009. “Aplikasi Kendali Logika Fuzzy Sebagai Pengendali Kecepatan Motor DC Berdasarkan Trayektori Lengan Robot

Kode Makalah: B3-7

SMART HOME BERBASIS MIKROKONTROLLER DAN ANDROIDCoiru Santoso¹, Dony Rangga Putra², Tri Prasetyo³

1,2,3 Mahasiswa D4 Instrumentasi & Kontrol Industri, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

*E-mail: coirusantoso@gmail.com, donyranggaputra10@rocketmail.com, triprasetyo@windowslive.com***Abstrak**

Smart Home Berbasis Mikrokontroler dan Android. Tulisan ini berisi tentang pengaplikasian mikrokontroler, android, serta panel surya dalam rumah pintar. Rumah pintar merupakan rumah yang mempunyai kontrol pintar dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendapatkan suatu nilai kemudahan dan nilai keamanan. Nilai kemudahan didapatkan dari mudahnya mengontrol beberapa alat-alat elektronik menggunakan aplikasi android serta dapat memantau rumah dari jarak jauh dimanapun dan kapanpun, seperti mengontrol sumber daya listrik yang didapat dari solar cell. Nilai keamanan didapatkan dari system control monitoring kamera. Sebuah rumah pintar merupakan rumah yang dilengkapi dengan kabel terstruktur khusus agar supaya penghuni dapat mengontrol perangkat elektronik rumah otomatis dari jarak jauh dengan memasukkan satu perintah. Pelaksanaan rumah cerdas didasarkan pada perangkat lunak Bahasa pemrograman yang dipakai. Proyek ini mencakup banyak sistem seperti, sistem cahaya internal, sistem cahaya eksternal, sistem pencurian, panel surya, monitoring semua sistem dan suhu sistem. Banyak sistem nyata yang digunakan dalam bangunan tidak memiliki fleksibilitas dan kemampuan untuk memberikan semua kenyamanan dan keamanan yang mereka butuhkan pengguna. Membuat sistem yang lengkap merupakan tantangan besar karena perlu membuat banyak sistem pengendalian yang dapat berjalan dalam waktu yang sama. Tujuan dari proyek ini adalah untuk memetakan proses menghasilkan pemanfaatan optimal teknologi rumah pintar, untuk memastikan pengguna sebanyak mungkin memiliki akses ke teknologi yang paling relevan untuk kebutuhan mereka.

Abstract

Smart Home-Based Microcontroller and Android. In this paper contains a microcontroller application, android, and solar panels in the smart home. Smart home is a home that has an intelligent control of the activities performed in daily life to have this value the convenience and value of a security. Values obtained from the ease of simply controlling multiple electronic devices using android application and can be monitored in every where and any time like controlling power supply from solar cell. Values obtained from the control system security camera monitoring. A smart home is a home that is equipped with special structured wiring so that occupants can control the automated home electronic devices remotely by entering a single command. The implementation of smart home based on the software in use programming language. The project includes many such systems, internal light system, the system of external light, theft systems, solar panels, monitoring of all systems and system temperature. Many real systems are used in the building does not have the flexibility and ability to provide all the comfort and security that they need user. Creating a complete system is a major challenge because of need to make a lot of control system that can run at the same time. The goal of this project is to map the process of generating optimal utilization of smart home technology, to ensure as many users as possible have access to the most relevant technologies for their needs.

Keywords: microcontroller, android, ultra wide band filter transmission line, bandstop, loading stub

1. Pendahuluan

Smart home atau yang biasa kita sebut rumah pintar merupakan rumah atau gedung yang dilengkapi dengan teknologi tinggi yang memungkinkan berbagai sistem dan perangkat di rumah dapat berkomunikasi satu sama lain. *Smart home* berisi berbagai sistem dan perangkat, seperti pemanas sentral, alarm kebakaran, televisi dan lampu yang menyampaikan informasi dan perintah antara satu dan lainnya. *Smart home* sistem dalam

beroperasi dibantu oleh komputer untuk memberikan segala kenyamanan, keselamatan, keamanan dan penghemat energy yang berlangsung secara otomatis dan terprogram melalui komputer pada gedung atau pun rumah tinggal kita.

Smart home sistem dapat digunakan untuk mengendalikan hampir semua perlengkapan dan peralatan di rumah, mulai dari pengaturan tata lampu hingga berbagai alat-alat rumah tangga, yang

perintahnya dapat dilakukan hanya dengan menggunakan suara, sinar infra merah atau kendali jarak jauh (*remote*). Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya serta meringankan pekerjaan yang ada.

Salah satu teknologi yang sedang berkembang saat ini adalah mikrokontroler. Mikrokontroler adalah keluarga mikroprosesor yaitu sebuah chip yang dapat melakukan pemrosesan data secara digital sesuai dengan perintah bahasa *assembly* yang diberikan. Dengan memanfaatkan mikrokontroler ini dapat diciptakan suatu alat cerdas komputer tetapi dengan biaya yang relatif lebih murah dari pada komputer. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Seiring dengan berkembangnya mikrokontroler, maka saat ini mikrokontroler banyak kehidupan manusia sehari-hari. Salah satunya adalah untuk sistem *smart home*.

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Antarmuka pengguna Android didasarkan pada manipulasi langsung, menggunakan masukan sentuh yang serupa.

2. Eksperimental

Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pemahaman literatur yang berhubungan dengan permasalahan tentang *smart home*. Adapun metode eksperimental dengan tindakan di dunia nyata, seperti menggesek, mengetuk, mencubit, dan membalikkan cubitan untuk memanipulasi obyek di layar. Android adalah sistem operasi dengan sumber terbuka. Dengan sistem seperti ini memungkinkan perangkat lunak untuk dimodifikasi secara bebas dan didistribusikan oleh para pembuat perangkat, operator nirkabel, dan pengembang aplikasi. Seiring dengan berkembangnya mikrokontroler, maka saat ini android banyak kehidupan manusia sehari-hari. Salah satunya adalah untuk sistem *smart home*.

Pada umumnya orang sering disibukan dengan pekerjaannya. Karyawan khususnya orang yang selalu disibukan dengan semua pekerjaan kantor, biasanya akan lupa dengan apa yang ada di kontrakkannya atau di rumahnya. Oleh karena itu, diharapkan pemilik rumah dapat bekerja dengan tenang tanpa khawatir akan keadaan rumahnya. Karena seiring perkembangan mikrokontroler, maka mikrokontroler banyak diaplikasikan pada instrument. Salah satunya diaplikasikan pada sistem *smart home*, sehingga dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler sebagai sistem keamanan rumah, para pemilik rumah tidak perlu khawatir akan keamanan rumahnya saat

ditinggalkan meskipun sehari-hari.

3. Hasil dan Pembahasan

Tulisan ini mencakup pada pengontrolan sistem sebuah ruangan yang dibuat pintar. Pengontrolan dilakukan dengan dua jenis program, yaitu mikrokontroler dan android. Selain pengontrolan, sistem juga bisa di monitoring melalui SCADA. Pengontrolan pencahayaan pada rumah, Pengontrolan alat-alat elektronik, Pengontrolan supply energy listrik dari solar, dan Pengontrolan sistem security. Beberapa hal yang akan dikontrol dan dimonitoring. Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang deskripsi kerja Smart Room.

Deskripsi sistem yang akan diciptakan adalah sebagai berikut:

- a). Pengontrolan pencahayaan pada rumah.
Pengontrolan ini dilakukan dengan otomatis dan dapat dimonitoring dari smartphone yang berbasis android. Otomatis dengan menggunakan Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor) yang akan mengatur On-Off lampu pada rumah tersebut.
- b). Pengontrolan alat-alat elektronik.
Pada pengontrolan ini dilakukan dengan cara manual. Alat-alat elektronika akan dikontrol dan dimonitoring melalui smartphone.
- c). Pengontrolan supply energy listrik dari solar cell.
Pada rumah akan terdapat sebuah panel surya yang akan memberikan supply listrik. Pada sistem ini smartphone akan memonitoring keadaan panel surya ini.
- d). Pengontrolan sistem security.
Sistem security pada smart home disini yaitu mengontrol keadaan rumah melalui kamera cctv yang akan dimonitoring melalui smartphone. Terdapat juga alarm yang akan digunakan untuk memberikan peringatan ketika ada maling dengan bantuan sensor Passive Infrared Receiver (PIR), ketika supply dari panel surya sudah habis.



Gambar 1. Pengontrolan pencahayaan pada rumah

e) Tampilan monitoring.

Berikut merupakan tampilan monitoringnya.



Gambar 2. Pengontrolan alat-alat elektronik



Gambar 3. Pengontrolan supply energy listrik dari solar cell



Gambar 4. Pengontrolan sistem security

f) Test Lampu dan AC serta Buzzer

Screen ini berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan lampu, AC dan buzzer. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah perintah



Gambar 5. Tampilan monitoring android dapat dibaca oleh mikrokontroler.

4. Simpulan

Tulisan ini merupakan sebuah sistem yang efisien dalam hal desain konsep, karakteristik dan arsitektur system termasuk hardware dan software. Ketika merancang sistem, kita harus mempertimbangkan tujuan desain dan beberapa masalah desain. Tujuan utama dari makalah ini adalah untuk mengendalikan sistem dan untuk memantau sistem pencahayaan internal, eksternal sistem pencahayaan, sistem suhu dan sistem keamanan. Pintar rumah memberikan sepenuhnya otomatis, aman dan sistem yang efisien energi. Teknologi rumah pintar memberikan fleksibilitas dan fungsionalitas yang sama sekali berbeda dari instalasi konvensional dan sistem kontrol lingkungan. Juga, sistem rumah pintar dapat didukung oleh sistem remote control. Sistem ini juga terhubung ke internet untuk memantau dan mengontrol peralatan rumah dari mana saja di dunia menggunakan mikrokontroler.

Daftar Acuan

- [1].Rosslin John Robles and Tai-Hoon Kim, "A Review on Security in Smart Home Development", International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 15, February, 2010.
- [2].Xu, Jingzhi. "Smart Home." Business Aspects of the Internet of Things, 13, 2009.
- [3].Somantri, Yoyo. 2011. Mikrokontroler. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [4].Wahana Komputer. 2013. Android Programming with Eclipse. Semarang:Penerbit Andi .
- [5].Yudhanto, Yudha. 2011. Cara Cepat Membuat Aplikasi Android. Jakarta: Ilmu Komputer

Kode Makalah: B4-8

SINTESIS TIMAH OKSIDA (SnO_2) NANO PARTIKEL DIDOPING DENGAN INDIUM-PALADIUM MENGGUNAKAN METODE SOL GEL UNTUK MENDETEKSI GAS CARBON MONOKSIDA (CO)

Slamet Widodo

PPET-LIPI, Jl. Sangkuriang Komp. LIPI Bandung 40135
No.Telp/Fax:022-2504660/022-2504659,

E-mail: slametwido50@gmail.com dan slametwi_dodo@yahoo.co.id

Abstrak

Dalam penelitian ini telah disintesis SnO_2 nano partikel didoping dengan indium/palladium (In/Pd) melalui metode sol - gel sebagai bahan aktif pada sensor gas carbon monoksida (CO). Lapisan film tipis SnO_2 dilapiskan pada substrat silikon dengan Pt sebagai elektroda untuk membuat sebuah mikro sensor. Sensor ini menunjukkan respon yang baik terhadap gas CO dengan kadar (konsentrasi) yang relatif rendah dan respon terhadap gas gangguan umum pada suhu 140°C . Sensor ini dapat mendeteksi gas CO sampai beberapa ppm dan waktu respon serta waktu pemulihan sekitar 15 dan 20 detik. Hasil ini membuat sensor ini menjadi sensitif dan selektif untuk sensor gas CO.

Abstract

In this study were synthesized SnO_2 nanoparticles doped with indium/palladium (In/Pd) through sol - gel as an active ingredient in a gas sensor carbon monoxide (CO). SnO_2 thin film coated on a silicon substrate with a Pt electrode to create a micro sensor. This sensor showed a good response to the levels of CO gas (concentration) is relatively low and the response to common interference gases at a temperature of 140°C . This sensor can detect up to a few ppm of CO gas and response time and recovery time of approximately 15 and 20 seconds. This result makes these sensors to be sensitive and selective for CO gas sensors.

Keywords: SnO_2 , In / Pd, nano particles, sol-gel, CO, gas sensors.

1. Pendahuluan

Sensor untuk gas beracun dan mudah terbakar telah menarik banyak perhatian karena kekhawatiran tentang perlindungan dan keselamatan [1-3] lingkungan. Di antara beberapa sensor gas, sensor gas CO telah mendapatkan fokus khusus karena CO menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan [4-7]. CO adalah sejenis gas yang tidak berwarna, hambar, beracun, yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar fosil dan diproduksi oleh peralatan rumah tangga [4-7]. Bahkan pada konsentrasi tertentu berbahaya untuk bagi kehidupan dan kesehatan, dapat memiliki efek negatif terhadap kesehatan manusia. Hal ini diwakili bahwa gas yang sangat beracun ini dapat menempel pada hemoglobin, yang merusak tubuh manusia dengan memproduksi penurunan respirasi selular. Standar

Kualitas Udara Nasional untuk CO diadopsi oleh standar internasional pada bulan Januari 2000 saat ini konsentrasi 10ppm untuk berjalan 8 jam rata-rata [8]. Dalam beberapa tahun terakhir, semikonduktor oksida logam seperti SnO_2 [9], ZnO [10], Fe_2O_3 [11], WO_3 [12] dan In_2O_3 [13] telah banyak digunakan untuk sensor gas. Sebuah oksida logam semikonduktor sensor gas yang sangat baik harus menunjukkan sensitivitas yang tinggi [14], respon cepat - recovery [15], lebar kisaran mendeteksi [16], selektivitas yang baik [17] dan stabilitas panjang [18]. Dengan demikian banyak peneliti telah melakukan upaya untuk mengembangkan bahan-bahan baru dan proses fabrikasi untuk karakteristik ini, misalnya dengan menambahkan berbagai katalis atau doping agen dan mengendalikan ukuran butir, pori dan permukaan cacat [19,20]. Sampai sekarang, banyak semikonduktor oksida logam

telah dipelajari sebagai bahan *CO-sensing* [21]. Di antara mereka, SnO_2 adalah dianggap sebagai salah satu semikonduktor oksida logam yang paling menjanjikan untuk aplikasi sensor CO, dan pengembangan sensor SnO_2 ke CO telah menjadi fokus dari banyak penelitian di dunia [22].

Beberapa sensor CO berbasis SnO_2 telah diperoleh tetapi sebagian besar sensor ini dibuat dengan cara melapisi bahan penginderaan pada wajah luar dari tabung keramik dengan elektroda dan pemanas. Sensor ini sulit untuk menjaga konsistensi dan homogenitas dalam produksi industri, dan sulit untuk mengintegrasikan dengan perangkat lain. Di sisi lain, beberapa dari mereka yang difokuskan pada deteksi CO tingkat rendah. Dalam tulisan ini, mensintesis SnO_2 dengan mendoping In/Pd dengan metode sol-gel untuk membuat mikro sensor dengan cara melapisi SnO_2 pada substrat silikon dengan elektroda platina (Pt). Mikro sensor ini sangat baik untuk gas CO yang mempunyai respon tinggi dan respon cepat-recovery telah diamati pada 140°C berdasarkan sensor ini. Pada sensor ini dapat mendeteksi CO turun sampai 1 ppm. Hasil ini menunjukkan pendekatan yang menjanjikan untuk membuat sensor CO dengan kinerja tinggi dengan respons tinggi dan dengan mendeteksi konsentrasi rendah.

2. Prosedur Eksperimental

2.1 Pembuatan dan Karakterisasi Bahan

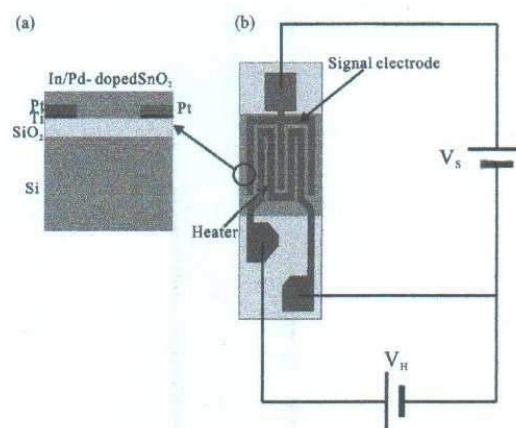
Pembuatan SnO_2 nano partikel didoping In/Pd dengan metode sol gel menggunakan $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, asam sitrat, InCl_3 , PdCl_2 dan air bebas mineral (*de-ionized water*) sebagai prekursor. Semua bahan kimia (reagen kelas analitis. Air bebas mineral dengan resistivitas $18.0\text{M } \Omega \text{ cm}^{-1}$ digunakan dalam percobaan ini. Dalam pembuatan SnO_2 dengan doping In/Pd dengan rasio pencampuran yang berbeda. Dalam proses sintesis ini, $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (5g) ditambahkan ke larutan yang terdiri dari asam sitrat (0,5g) dan air bebas mineral (100ml). Setelah ditambahkan larutan amonia (0,5M) sebagai pengendap dengan pengadukan yang kuat sampai pH larutan mencapai 3 untuk memperoleh endapan $\text{Sn}(\text{OH})_4$.

Kemudian produk yang dihasilkan disentrifugasi dan fraksi padat dicuci dengan air bebas mineral. Siklus ini diulang beberapa kali untuk menghilangkan ion klorida. Endapan dikeringkan di bawah lampu inframerah dan kemudian ditumbuk menggunakan alu/mortar untuk memperoleh bubuk $\text{Sn}(\text{OH})_4$. Butiran SnO_2 diperoleh didoping dengan In/Pd dengan mencampurkan $\text{InCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (22 mg), PdCl_2 (5mg) dan hasil sintesis $\text{Sn}(\text{OH})_4$ (250mg), ditumbuk dalam sebuah mortar selama 2 jam, akhirnya dilakukan kalsinasi pada 650°C selama 2 jam. SnO_2 murni disusun melalui metode yang sama tanpa proses

pencampuran $\text{InCl}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan PdCl_2 . Struktur kristal dan morfologi dari sampel diperiksa dengan difraksi sinar-X (XRD) antara 20 dan 80° dalam 2θ (RigakuD/max - Ra dengan $\text{Cu K } \alpha$, $\lambda = 0,15418 \text{ nm}$) dan medan emisi *scanning electron microscopy* (FE-SEM, JEOL JEM - 6700F mikroskop beroperasi pada 5.0 kV).

2.2 Fabrikasi Sensor

Fabrikasi sensor diatas substrat silikon (Si) dengan bahan *sensing* SnO_2 murni dan SnO_2 didoping In/Pd dan dengan elektroda Pt dan *heater* (pemanas). Pandangan penampang melintang dan tampak dari atas dan devais sensor ditunjukkan dalam Gambar 1 (a) dan (b).



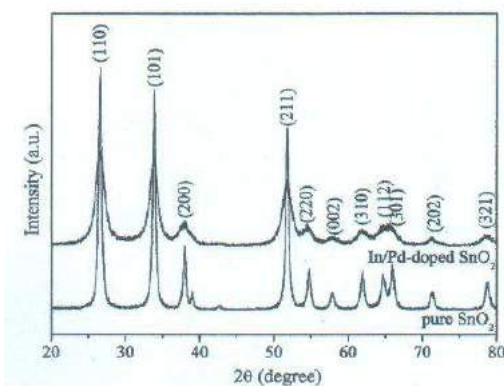
Gambar. 1. (a) Pandangan penampang melintang, (b) tampak atas devais sensor gas.

Pembuatan sensor ini dicapai sesuai dengan langkah-langkah berikut : (a) pertumbuhan SiO_2 (ketebalan 3000 \AA) pada substrat Si sebagai lapisan isolasi, (b) sputtering titanium (ketebalan 450 \AA) sebagai lapisan perekat, (c) platinum sputtering (ketebalan 1800 \AA) sebagai elektroda logam, (d) mentransfer pola masker ke Si wafer dengan fotolitografi, (e) etsa dua lapisan logam (Ti dan Pt) dengan ion reaktif etsa (menggunakan peralatan sputtering frekuensi radio, dengan mengalirkan gas Ar pada $1,0 \text{ Pa}$, 25°C dan 150W selama sekitar 25 menit), (f) menghapus fotorezist, (g) akhirnya berputar - lapisan murni SnO_2 didoping dengan In/Pd di daerah pusat (daerah hijau pada Gambar 1 (b)) substrat. Dimensi area sensor adalah sekitar $2.0\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ dan daerah film *sensing* sekitar $0.6\text{mm} \times 0.5\text{mm}$. Ketebalan rata-rata film *sensing* sekitar 100 \mu m , yang diukur dengan alat profiler. Lebar elektroda sinyal dan pemanas 50 \mu m dan jarak antara strip Pt berdekatan adalah 25 \mu m . Hambatan pemanas diukur menjadi sekitar $30 \text{ k}\Omega$ dan hambatan antara elektroda sinyal sekitar $1.27\text{M } \Omega$.

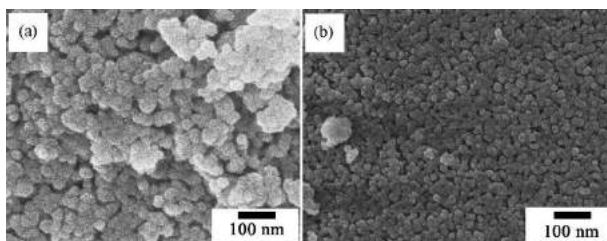
2.3. Pengukuran Sensor Gas

Sifat gas sensing diukur menggunakan sistem uji statik. Uap jenuh target yang disuntikkan ke dalam ruang tes kaca (sekitar 1 L dalam volume) dengan jarum suntik melalui plug karet. Setelah sepenuhnya pencampuran dengan udara (kelembaban relatif (R_H) adalah sekitar 25%), sensor itu dimasukkan ke dalam kamar uji manual. Ketika respon mencapai nilai konstan, sensor tersebut dibawa untuk pulih di udara. Pemanas, dikendalikan oleh tegangan pemanas ($V_{H,dc}$), memastikan suhu operasi sensor. Untuk mengukur sinyal listrik dari film penginderaan, tegangan 6V diaplikasikan pada elektroda sinyal ($V_{S,dc}$). Sifat listrik dari sensor yang diukur dengan RQ1 smart uji meteran (Qingdao, China). Besarnya respon sensor gas dalam tulisan ini adalah didefinisikan sebagai:

$$R = R_a / R_g \tag{1}$$



Gambar. 2. Pola XRD SnO₂ murni dan SnO₂ didoping In / Pd.



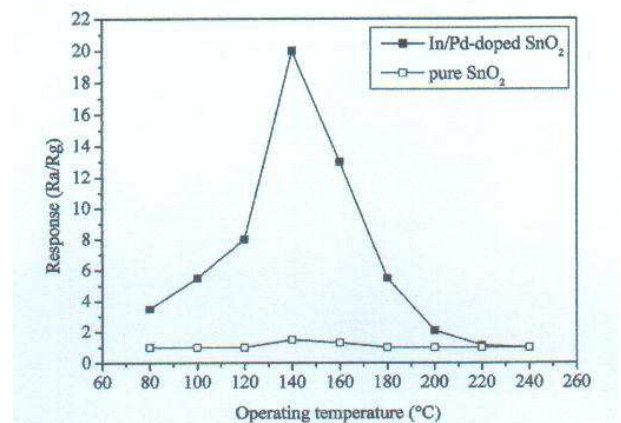
Gambar.3.(a) FE-SEM SnO₂ murni dan (b) SnO₂ didoping In / Pd

dimana R_a adalah resistansi awal dari film penginderaan di udara murni (tanpa akses ke gas target) dan R_g merupakan resistansi dalam lingkungan gas sasaran. Waktu yang dibutuhkan oleh sensor untuk mencapai 90% dari total perubahan resistansi didefinisikan sebagai waktu respon dalam kasus adsorpsi atau waktu pemulihan dalam kasus desorpsi.

3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 2 menunjukkan pola XRD murni SnO₂ dan SnO₂ didoping dengan In/Pd. Semua puncak yang

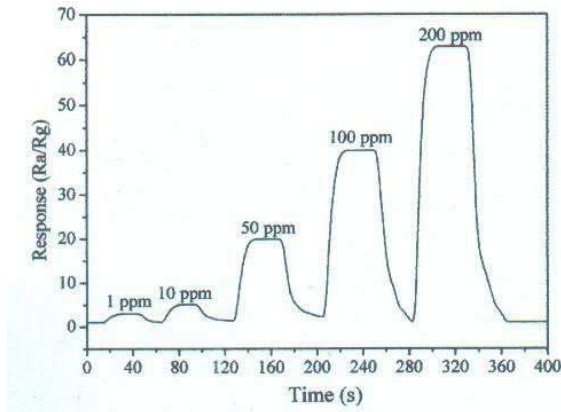
menonjol dalam pola sesuai dengan struktur rutil SnO₂ dan diindeks berdasarkan JCPDS mengajukan no .41-1445 [23-25]. Tidak ada puncak sesuai dengan bahan doping yang diamati. Sebuah pergeseran posisi puncak difraksi diamati dengan In/Pd doping . In³⁺ dan Pd²⁺ substitusi untuk Sn⁴⁺ menyebabkan peningkatan dalam kisi konstan karena perbedaan besar antara jari-jari ionik mereka. Kedua In³⁺ dan Pd²⁺ memiliki ukuran lebih besar dari Sn⁴⁺, yang pada gilirannya menghasilkan pergeseran puncak difraksi terhadap sudut difraksi kecil [23]. Hal ini juga mengamati bahwa lebar penuh pada setengah maxima (FWHM) dari puncak difraksi meningkat dengan doping In/Pd. Nilai-nilai FWHM sesuai dengan puncaknya (1 1 0), misalnya , adalah 0,24^o dan 0,66^o untuk SnO₂ murni dan SnO₂ didoping In/Pd. Peningkatan FWHM bersama dengan penurunan intensitas puncak menunjukkan bahwa In/Pd penggabungan ke hasil kisi SnO₂ dalam penurunan ukuran kristal film[23-25]. Hal ini juga ditegaskan oleh penelitian FE-SEM dijelaskan dalam paragraf berikutnya. Ukuran partikel murni SnO₂ dan SnO₂ didoping dengan In/Pd-diperkirakan dengan menggunakan FE-SEM dan ditunjukkan pada Gambar 3. Seperti dapat dilihat, diameter rata-rata SnO₂ murni dan SnO₂ didoping In/Pd - sekitar 30 dan 10 nm, menunjukkan bahwa ukuran kristal rata-rata menurun dengan doping In/Pd.



Gambar .4 Sensor respon untuk 50ppm CO pada suhu operasi yang bervariasi.

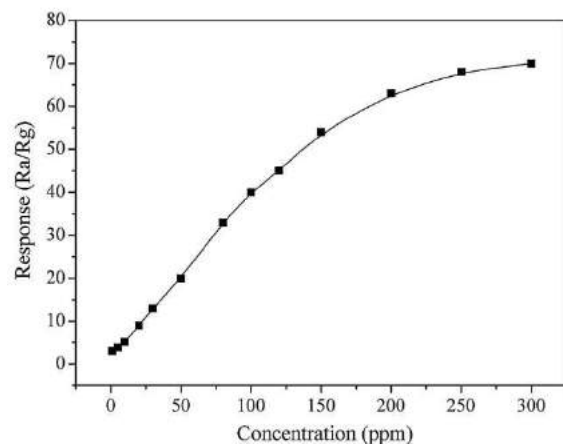
Kedua spektrum XRD dan mikrograf FE-SEM menyimpulkan bahwa penambahan In/Pd membatasi pertumbuhan kristal dalam film SnO₂. Percobaan *gas - sensing* dilakukan pada temperatur yang berbeda untuk mengetahui suhu operasi optimum untuk deteksi CO. Sebelum mengekspos ke gas sasaran, masing-masing sensor yang stabil selama 2 jam pada suhu kerja. Seperti dapat dilihat pada Gambar 4, peningkatan respon dan mencapai maksimum pada 140^oC dan kemudian menurun dengan cepat dengan meningkatnya suhu (arus yang sesuai adalah 35 mA). Dibandingkan dengan sensor SnO₂ murni, dan SnO₂ didoping dengan

In/Pd - menunjukkan respon yang jauh lebih tinggi pada 140°C , yang menunjukkan bahwa penambahan In/Pd bermanfaat bagi penginderaan CO. SnO₂ .



Gambar 5. Respon dan pemulihan karakteristik sensor SnO₂ didoping In/Pd dengan konsentrasi CO:1,10,50, 100 dan 200 ppm pada 140°C.

Bila terkena 1 ppm CO, nilai respon adalah sekitar 3. Dengan meningkatnya konsentrasi CO, respon meningkat secara signifikan. Untuk CO pada tingkat 10,50,100 dan 200 ppm , nilai respon sekitar 5, 20,40 dan 63, masing-masing. Tanggapan dan waktu pemulihan sangat pendek dan berubah sedikit dengan mengubah konsentrasi CO. Bila terkena 1ppm CO, respon dan waktu pemulihan sekitar 15s dan 20s, masing-masing. Untuk 200 ppm CO, waktu respon adalah 15s, sedangkan waktu pemulihan meningkat menjadi 22s.



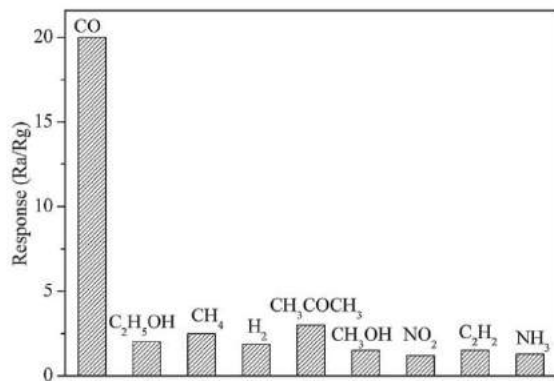
Gambar 6 didop. Respon sensor SnO₂ ing In/Pd pada konsentrasi yang bervariasi pada suhu 140°C.

Sensor SnO₂ didoping In/Pd menunjukkan nilai respon hampir linier untuk CO di kisaran 1-150 ppm, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Diatas 150 ppm , respon perlahan-lahan meningkat dengan meningkatnya

konsentrasi CO, yang menunjukkan bahwa sensor menjadi lebih atau kurang jenuh. Akhirnya, sensor mencapai saturasi sekitar 250 ppm . Bahkan, respon dari semikonduktor gas oksida sensor sensitif biasanya dapat empiris direpresentasikan sebagai $S_g = AP^{\beta}g$ [26-28], di mana P_g adalah tekanan parsial gas target, yang berbanding lurus dengan konsentrasi , dan nilai respon ditandai oleh prefactor A dan eksponen β . β mungkin memiliki beberapa nilai pecahan rasional (biasanya 1 atau 1/2) , tergantung pada biaya dari jenis permukaan dan stoikiometri dari reaksi elementair pada permukaan. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 6, ketika konsentrasi CO dalam kisaran 1-150 ppm, β ditemukan menjadi 1 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor ini sangat cocok untuk mendeteksi CO pada tingkat rendah. Selektivitas dari sensor diuji dengan mengekspos sensor untuk 50ppm gas gangguan potensial , seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Gambar ini jelas bahwa sensor menunjukkan nilai respon jauh lebih rendah untuk gas selain gas CO. Ini tingkat tinggi selektivitas ditambah dengan nilai respons yang tinggi membuat sensor ini sangat menarik untuk monitoring aplikasi gas CO.

Mekanisme penginderaan sensor gas berbasis SnO₂ diklarifikasi dalam karya-karya sebelumnya [29-31]. Model yang paling diterima secara luas didasarkan pada modulasi penipisan lapisan oleh penyerapan oksigen. Oksigen teradsorbsi di permukaan terbuka dari pita konduksi SnO₂ dan mengionisasi ke O⁻ atau O²⁻. Akibatnya, lapisan deplesi yang terbentuk pada daerah permukaan SnO₂, mengakibatkan penurunan dari konsentrasi pembawa dan mobilitas electron. Ketika sensor terkena gas pereduksi seperti CO, gas pereduksi bereaksi dengan molekul oksigen terserap dan melepaskan elektron terjebak kembali ke pita konduksi, sehingga meningkatkan konsentrasi pembawa dan mobilitas pembawa SnO₂ .

Dibandingkan dengan SnO₂ murni, dengan SnO₂ didoping In/Pd ditunjukkan partikel nano merata dengan ukuran yang diperkecil sekitar 10 nm, yang dapat menyebabkan pembesaran dari luas permukaan, memungkinkan lebih banyak gas CO untuk diserap pada permukaan film dan akhirnya menghasilkan peningkatan sensitivitasnya.



Gambar 7 Respon dari sensor SnO₂ doping In/Pd - sampai 50ppm gas yang berbeda pada suhu 140°C.

Mengingat diameter nanometer partikel-partikel ini, disini akan dipertimbangkan bahwa respon SnO₂ murni secara drastis ditingkatkan, ketika ukuran butir dibuat sebanding dengan 2L, di mana L adalah panjang dari permukaan lapisan ruang *charge* atau panjang Debye. Hal ini juga diketahui bahwa permukaan ruang *-charge* lapisan L SnO₂ murni adalah 3 nm [32,33]. Bila ukuran kristal sebanding dengan 2L, yaitu 10 nm, respon akan ditingkatkan banyak lagi. Di sisi lain, panjang Debye dari tipe-n semikonduktor diketahui dikendalikan oleh aksi doping [32,33]. Penggantian beberapa Sn⁴⁺ oleh ion In³⁺ dengan valensi lebih rendah dapat meningkatkan nilai L. Jadi sedemikian rupa, respon akan ditingkatkan meskipun ukuran kristal adalah sama.

Sejak trivalen In³⁺ bertindak sebagai pengotor akseptor, penggantian Sn⁴⁺ oleh ion In³⁺ dapat dinyatakan sebagai



dimana In⁻_{Sn} mewakili In substitusi dalam Sn, Vo^{••} mewakili kisi kekosongan oksigen dan Oo^x mewakili oksigen *interstitial*. Tindakan ini dapat meningkatkan permukaan aktif untuk adsorpsi mendeteksi gas dan akhirnya meningkatkan sifat gas sensing [34-36]. Penambahan Pd ke sensor elemen telah banyak dilaporkan memiliki promosi sensitivitas gas dan tingkat respon [37-39]. Namun, cara yang tepat di mana dopan mempengaruhi sifat penginderaan masih menjadi subyek perdebatan. Pada dasarnya, dua mekanisme yang berbeda, yaitu, sensitisasi elektronik dan kimia [40], telah berulang kali diterapkan. Banyak penulis percaya bahwa Pd adalah contoh khas dari sensitisasi elektronik [38-40]. Hal ini dianggap bahwa Pd dapat membentuk oksida yang stabil (PdO) di udara, yang mudah direduksi menjadi logam Pd dengan gas pereduksi. PdO menghasilkan kuat elektron habis

muatan ruang lapisan dalam semikonduktor, sedangkan interaksi elektronik pecah ketika direduksi menjadi logam Pd. Oleh karena itu, sifat *CO*-sensing yang sangat baik dengan mendoping In/Pd pada SnO₂ yang dianggap berasal dari efek kooperatif dari semua faktor tersebut di atas.

4. Kesimpulan

Telah disintesis SnO₂ nano partikel didoping dengan In/Pd dengan metode sol-gel sebagai lapisan aktif pada sensor gas karbon monoksida (CO). Sensor SnO₂ dengan doping In/Pd menunjukkan respon gas CO yang optimum pada suhu 140 °C. Sensor ini dapat mendeteksi gas CO sampai 1ppm. Respon dan waktu pemulihan sekitar 15 dan 20 detik, masing-masing. Mekanisme gas sensing untuk menjelaskan respon disempurnakan SnO₂ dengan doping In/Pd diperkenalkan secara singkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor ini adalah sensor potensial sebagai sensor gas berkinerja tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] C.Y. Lee, C.M. Chiang, Y.H. Wang, R.H. Ma, A self-heating gas sensor with integrated NiO thin-film for formaldehyde detection, *Sens. Actuators B Chem.* 122 (2007) 503–510.
- [2] A. Kawahara, K. Yoshihara, H. Katsuki, Y. Shimizu, M. Egashira, Gas-sensing properties of semiconductor heterolayers fabricated by a slide-off transfer printing method, *Sens. Actuators B Chem.* 65 (2000) 17–22.
- [3] Q. Dong, H. Su, D. Zhang, F. Zhang, Fabrication and gas sensitivity of SnO₂ hierarchical films with interwoven tubular conformation by a biotemplate-directed sol-gel technique, *Nanotechnology* 17 (2006) 3968–3972.
- [4] A. Srivastava, Rashmi K. Jain, Study on ZnO-doped tin oxide thick film gas sensors, *Mater. Chem. Phys.* 105 (2007) 385–390.
- [5] W.J. Moon, J.H. Yu, G.M. Choi, The CO and H₂ gas selectivity of CuO-doped SnO₂-ZnO composite gas sensor, *Sens. Actuators B Chem.* 87 (2002) 464–470.
- [6] J.H. Yu, G.M. Choi, Selective CO gas detection of CuO- and ZnO-doped SnO₂ gas sensor, *Sens. Actuators B Chem.* 75 (2001) 56–61.
- [7] N. Wu, M. Zhao, J.G. Zheng, C. Jiang, B. Myers, S. Li, M. Chyu, S.X. Mao, Porous CuO-ZnO nano composite for sensing electrode of high-temperature CO solid state electrochemical sensor, *Nanotechnology* 16 (2005) 2878–2881.
- [8] AQS (2000), Department of the Environment, Transport and the Regions, The Scottish Executive, The National Assembly for Wales and The Department of the Environment Northern Ireland,

- The Air Quality Strategy for England Scotland, Wales and Northern Ireland, January 2000.
- [9] Z. Ying, Q.Wan, Z.T. Song, S.L. Feng, SnO₂ nano whiskers and their ethanol sensing characteristics, *Nanotechnology* 15 (2004) 1682–1684.
- [10] H. Tang, Y. Li, C. Zheng, J. Ye, X. Hou, Y. Lv, An ethanol sensor based on cataluminescence on ZnO nanoparticles, *Talanta* 72 (2007) 1593–1597.
- [11] Y.Wang, S.Wang, Y. Zhao, B. Zhu, F. Kong, D.Wang, S.Wu, W. Huang, S. Zhang, H₂S sensing characteristics of Pt-doped γ -Fe₂O₃ thick film sensors, *Sens. Actuators, B Chem.* 125 (2007) 79–84.
- [12] S. Vallejos, V. Khatko, K. Aguir, K.A. Ngo, J. Calderer, I. Gràcia, C. Cané, E. Llobet, X. Correig, Ozone monitoring by micro-machined sensors with WO₃ sensing films, *Sens. Actuators B Chem.* 126 (2007) 573–578.
- [13] M. Ali, Ch.Y.Wang, C.-C. RöHlig, V. Cimalla, Th. Stauden, O. Ambacher, NO_x sensing properties of In₂O₃ thin films grown by MOCVD, *Sens. Actuators B Chem.* 127 (2008) 467–472.
- [14] G.X.Wang, J.S. Park, M.S. Park, X.L. Gou, Synthesis and high gas sensitivity of tin oxide nanotubes, *Sens. Actuators B Chem.* 131 (2008) 313–317.
- [15] J.P. Lukaszewicz, N. Miura, N. Yamazoe, LaF₃-based oxygen sensor using Pb phthalocyanine electrode for quick response at room temperature, *Sens. Actuators B Chem.* 9 (1992) 55–58.
- [16] T. Zhang, R. Wang, W. Geng, X. Li, Q. Qi, Y. He, S. Wang, Study on humidity sensing properties based on composite materials of Li-doped meso porous silica A-SBA-15, *Sens. Actuators B Chem.* 128 (2008) 482–487.
- [17] Y. Jiang, A. Wang, J. Kan, Selective uricase biosensor based on polyaniline synthesized in ionic liquid, *Sens. Actuators B Chem.* 124 (2007) 529–534.
- [18] M. Lösch, M. Baumbach, A. Schütze, Ozone detection in the ppb-range with improved stability and reduced cross sensitivity, *Sens. Actuators B Chem.* 130 (2008) 367–373.
- [19] S.B. Patil, P.P. Patil, M.A. More, Acetone vapour sensing characteristics of cobalt doped SnO₂ thin films, *Sens. Actuators B Chem.* 125 (2007) 126–130.
- [20] L.A. Patil, D.R. Patil, Hetero contact type CuO-modified SnO₂ sensor for the detection of a ppm level H₂S gas at room temperature, *Sens. Actuators B Chem.* 120 (2006) 316–323.
- [21] L. Zhang, J. Hu, P. Song, H. Qin, K. An, X. Wang, M. Jiang, CO-sensing properties of perovskite La_{0.68}Pb_{0.32}FeO₃ nano-materials, *Sens. Actuators B Chem.* 119 (2006) 315–318.
- [22] B. Bahrami, A. Khodadadi, M. Kazemeini, Y. Mortazavi, Enhanced CO sensitivity and selectivity of gold nanoparticles-doped SnO₂ sensor in presence of propane and methane, *Sens. Actuators B Chem.* 133 (2008) 352–356.
- [23] J. Kaur, R. Kumar, M.C. Bhatnagar, Effect of indium-doped SnO₂ nano particles on NO₂ gas sensing properties, *Sens. Actuators B Chem.* 126 (2007) 478–484.
- [24] J. Kaur, S.C. Roy, M.C. Bhatnagar, Highly sensitive SnO₂ thin film NO₂ gas sensor operating at low temperature, *Sens. Actuators B Chem.* 123 (2007) 1090–1095.
- [25] S. Rani, S.C. Roy, M.C. Bhatnagar, Effect of Fe doping on the gas sensing properties of nanocrystalline SnO₂ thin films, *Sens. Actuators B Chem.* 122 (2007) 204–210.
- [26] Q. Wan, Q.H. Li, Y.J. Chen, T.H. Wang, X.L. He, J.P. Li, C.L. Lin, Fabrication and ethanol sensing characteristics of ZnO nanowire gas sensors, *Appl. Phys. Lett.* 84 (2004) 3654–3656.
- [27] Y.J. Chen, X.Y. Xue, Y.G. Wang, T.H. Wang, Synthesis and ethanol sensing characteristics of single crystalline SnO₂ nanorods, *Appl. Phys. Lett.* 87 (2005), 233503/1–233503/3.
- [28] H. Ogawa, M. Nishikawa, A. Abe, Hall measurement studies and an electrical conduction model of tin oxide ultrafine particle films, *J. Appl. Phys.* 53 (1982) 4448–4455.
- [29] T. Chen, Q.J. Liu, Z.L. Zhou, Y.D. Wang, A high sensitivity gas sensor for formaldehyde based on CdO and In₂O₃ doped nanocrystalline SnO₂, *Nanotechnology* 19 (2008), 095506/1–095506/5.
- [30] F. Pourfayaza, A. Khodadadi, Y. Mortazavia, S.S. Mohajerzadeh, CeO₂ doped SnO₂ sensor selective to ethanol in presence of CO, LPG and CH₄, *Sens. Actuators B Chem.* 108 (2005) 172–176.
- [31] Y.C. Chen, Y.H. Chang, G.J. Chen, Y.L. Chai, D.T. Ray, The sensing properties of heterojunction SnO₂/La_{0.8}Sr_{0.2}Co_{0.5}Ni_{0.5}O₃ thin-film CO sensor, *Sens. Actuators B Chem.* 96 (2003) 82–87.
- [32] G. Neri, A. Bonavita, G. Rizzo, S. Galvagno, N. Pinna, M. Niederberger, S. Capone, P. Siciliano, Towards enhanced performances in gas sensing: SnO₂ based nanocrystalline oxides application, *Sens. Actuators B Chem.* 122 (2007) 564–571.
- [33] Y.J. Chen, L. Nie, X.Y. Xue, Y.G. Wang, T.H. Wang, Linear ethanol sensing of SnO₂ nanorods with extremely high sensitivity, *Appl. Phys. Lett.* 88 (2006), 083105/1–083105/3.
- [34] G. Neri, A. Bonavita, G. Micali, G. Rizzo, N. Pinna, M. Niederberger, J. Ba, Effect of the chemical composition on the sensing properties of In₂O₃-SnO₂ nanoparticles synthesized by a non-aqueous method, *Sens. Actuators B Chem.* 130 (2008) 220–230.
- [35] H. Yang, X. Zhang, A. Tang, Mechano-synthesis and gas-sensing properties of In₂O₃/SnO₂

- nanocomposites, *Nanotechnology* 17 (2006) 2860–2864.
- [36] J.T. McCue, J.Y. Ying, SnO₂-In₂O₃ nanocomposites as semiconductor gas sensors for CO and NO_x detection, *Chem. Mater.* 19 (2007) 1009–1015.
- [37] C. Bulpitt, S.C. Tsan, Detection and differentiation of C₄ hydrocarbon isomers over the Pd-SnO₂ compressed powder sensor, *Sens. Actuators B Chem.* 69(2000) 100–107.
- [38] W. Laureyn, L. Delabie, G. Huyberechts, G. Maes, J. Roggen, G. Stevens, C. Vinckier, Determination of the Pd content in Pd-doped SnO₂ films, *Sens. Actuators B Chem.* 65 (2000) 193–194.
- [39] M.V. Vaishampayan, R.G. Deshmukh, I.S. Mulla, Influence of Pd doping on morphology and LPG response of SnO₂, *Sens. Actuators B Chem.* 131 (2008) 665–672.
- [40] M.E. Franke, T.J. Koplin, U. Simon, Metal and metal oxide nanoparticles in chemiresistors: does the nanoscale matter? *Small* 2 (2006) 36–50.

Kode Makalah: B5-9

PEMOGRAMMAN SUDUT KEMIRINGAN PADA BANDING SEBAGAI ALAT PENEKUK PLAT ALUMINIUM BERBASIS PLC

Darwin¹, Syaprudin²

^{1,2}, Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
Jurusan Teknik Elektro/Program Studi Elektronika Industri

E-mail: darwin_pnj@yahoo.com¹, syaprudin@yahoo.co.id²

Abstrak

Dalam pembuatan kotak pengaman peralatan atau *chassis*, yang membutuhkan penekukan aluminium, alat penekuk aluminium yang ada di bengkel teknik elektronika yang bernama *banding* masih bersifat konvensional tidak ada ukuran derajat kemiringan yang pasti dalam penekukan aluminium, semua itu dilakukan dengan semata-mata perkiraan atau *filling* saja. Oleh karena itu, salah satu objek penelitian akan dibuat alat modul pemrograman sudut kemiringan pada alat *banding* tersebut dan akan dikendalikan oleh sebuah PLC, agar kepastian sudut kemiringan menjadi tepat dan presisi sesuai spesifikasi benda yang direncanakan, obyek penelitian ini diberi judul '*Pemrogramman Sudut Kemiringan Banding Sebagai Alat Penekuk Plat Aluminium Bebas Pemrogramman Logik Controller*'. Mengingat alat penekuk plat aluminium yang ada di bengkel elektronika yang terbuat dari baja dan sangat berat, maka dibutuhkan pergerakan penekukan dengan tenaga manusia yang cukup besar, dengan memanfaatkan tenaga perputaran dari motor dan pengaturan sudut kemiringan dengan memanfaatkan sistem pemrogramman logik controller, Kendala-kendala yang akan timbul diantaranya pada saat perancangan dan realisasi sistem ini kemungkinan membutuhkan supply daya yang besar atau dengan penambahan penguat dan pengkondisian sinyal agar kebutuhan daya dapat terpenuhi.

Abstract

In the manufacture of safety equipment box or chassis, which requires bending aluminum, aluminum bending tool in electronics engineering workshop called conventional appeal is still no definite measure the degree of slope in the bending of aluminum, it was all done by merely estimates or filling any, therefore, one object of the research will be made module programming tool on the tool tilt angle of the appeal and will be controlled by a PLC, so that the certainty of becoming an appropriate tilt angle and precision as per the specifications of planned objects, the object of this study entitled '*Pemrogramman angle appeal For Aluminum Plate bending tool Pemrogramman IT Based Logic Controller*'. Given the aluminum plate bending tools in electronics repair shop made of steel and is very heavy, it takes the bending movement of the human power is large enough, by utilizing the power of the motor rotation and tilt angle settings by utilizing pemrogramman logic controller system, Constraints will arise among them at the time of design and realization of this system might require a large power supply or with the addition of amplifiers and signal conditioning so that the power requirements can be met.

Keywords: plc, bending, pemrogramman.

1. Pendahuluan

Pada saat ini, kemajuan teknologi telah mengubah peralatan menjadi serba otomatis, tetapi sebagian besar masyarakat masih menggunakan cara konvensional seperti dalam pembuatan kotak pengaman peralatan atau *chassis*, yang membutuhkan penekukan aluminium, alat penekuk aluminium yang ada di bengkel teknik elektronika yang bernama *banding* masih bersifat konvensional tidak ada ukuran derajat kemiringan yang pasti dalam penekukan aluminium, semua itu dilakukan dengan semata-mata perkiraan atau *filling* saja, sehingga factor kesalahan akan cukup besar mengakibatkan kegagalan dalam penekukan dan kemungkinan aluminium tidak dapat lagi

dipergunakan atau gagal sesuai rancangan. Pada penelitian terdahulu yaitu Automatic Water Heater dan Coffe Maker Berbasis PLC (jurnal SNTE 2009 ISBN 978-979-17377-0-8) dimana PLC menjadi otak sistem, untuk kesempatan penelitian 2013 ini, akan mengembangkan sistem yang berbasis PLC, Oleh karena itu, salah satu objek penelitian akan dibuat alat modul pemrograman sudut kemiringan pada alat *banding* tersebut dan akan dikendalikan oleh sebuah PLC, agar kepastian sudut kemiringan menjadi presisi sesuai spesifikasi benda yang direncanakan, obyek penelitian ini diberi judul '**Pemrogramman Sudut Kemiringan Banding Sebagai Alat Penekuk Plat Aluminium Bebas Pemrogramman Logik Controller**'. Pembuatan alat ini adalah untuk mempermudah proses penekukan dalam pengerjaan

pembuatan kotak pelindung atau chassis yang biasa dipraktikkan dibengkel elektronika untuk mata kuliah bengkel mekanik.

Mengingat alat penekuk plat aluminium yang ada di bengkel elektronika yang terbuat dari baja dan sangat berat, maka dibutuhkan pergerakan penekukan dengan tenaga manusia yang cukup besar, dengan memanfaatkan tenaga perputaran dari motor dan pengaturan sudut kemiringan dengan memanfaatkan sistem pemrograman logik controller, untuk meminimalis kemungkinan permasalahan maka pada saat pemilihan komponen dan alat dipilih yang sesuai spesifikasi.

Pengertian PLC

PLC (*Programmable Logic Controller*) ialah rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang beroperasi secara digital, menggunakan *programmable memory* untuk menyimpan instruksi yang berorientasi kepada pengguna, untuk melakukan fungsi khusus seperti logika, *sequencing*, *timing*, *arithmetic*, melalui input baik analog maupun digital, untuk berbagai proses permesinan.

Jenis-jenis PLC

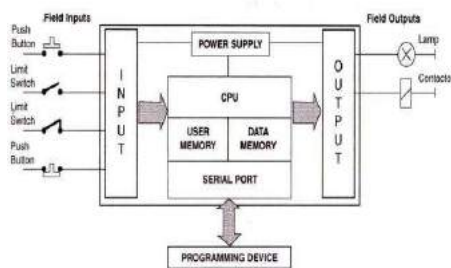
Berdasarkan jumlah *input/output* yang dimilikinya ini, secara umum PLC dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar:

- a. PLC mikro. PLC dapat dikategorikan mikro jika jumlah input/ output pada PLC ini kurang dari 32 terminal
- b. PLC mini. Kategori ukuran mini ini adalah jika PLC tersebut memiliki jumlah input/output antara 32 sampai 128 terminal.
- c. PLC large. PLC ukuran ini dikenal juga dengan PLC tipe rack PLC dapat dikategorikan sebagai PLC besar jika jumlah input/ output-nya lebih dari 128 terminal.

Fasilitas, kemampuan, dan fungsi yang tersedia pada setiap kategori tersebut pada umumnya berbeda satu dengan lainnya. Semakin sedikit jumlah input/output pada PLC tersebut maka jenis instruksi yang tersedia juga semakin terbatas.

Komponen Utama PLC

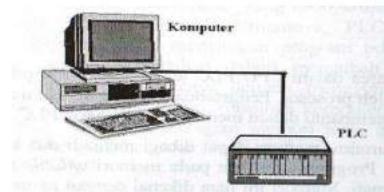
Komponen Utama atau perangkat keras penyusun PLC adalah (1) Catu Daya / *Power Supply*, (2) CPU (*Central Processing Unit*) yang didalamnya terdapat prosesor, dan memori, (3) Modul Masukan (*Input Modul*), dan Modul Keluaran (*Output Modul*), dan (4) Perangkat Pemrograman.



Gambar 1 Komponen-komponen utama PLC

Perangkat Pemrograman.

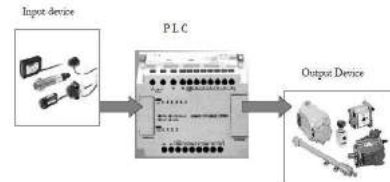
Programming Device adalah alat untuk memasukan (membuat atau mengedit) program ke dalam PLC. Ada dua perangkat program yang biasa digunakan miniprogrammer atau *Programming Console*, dan Komputer. Pemrograman PLC dengan menggunakan miniprogrammer ini akan sangat melelahkan jika jumlah anak tangga pada diagram ladder yang akan diprogram berukuran relatif besar. Umumnya, penggunaan konsol ini biasa digunakan hanya untuk pengeditan program saja. Untuk memasukkan program secara keseluruhan pada PLC, dapat digunakan Komputer. Vendor-vendor PLC umumnya menyertakan perangkat lunak (*Software*) untuk mengimplementasikan pemasukan program diagram tangga, pengeditan, dokumentasi dan monitoring ke dalam PLC.



Gambar 2 Pemrograman PLC dengan menggunakan komputer.

Perangkat Keras Masukan/Keluaran PLC.

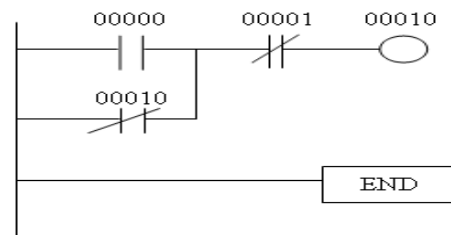
PLC harus dihubungkan dengan perangkat keras masukan sebagai pengendali dan perangkat keras keluaran sebagai sesuatu yang dikendalikan sementara PLC tersebut bekerja sebagai pemroses, seperti diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3 Perangkat masukan dan perangkat keluaran PLC

Bahasa Pemrograman PLC

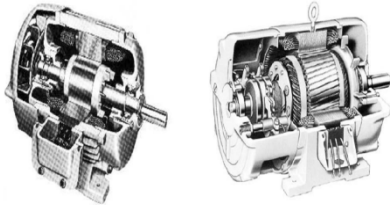
Berkaitan dengan pemrograman PLC, ada lima model atau metode yang telah distandardisasi penggunaannya oleh IEC (*International Electrotechnical Commission*) Diagram Tangga (*Ladder Diagram*) Pemrograman berbasis logika relai, cocok digunakan untuk persoalan-persoalan kontrol diskret yang input/output hanya memiliki dua kondisi on atau off seperti pada sistem kontrol konveyor, lift, dan motor-motor industri.



Gambar 4 Diagram tangga

Motor Induksi Tiga Fasa

Dilihat dari konstruksi motor tiga fasa, atau lebih dikenal dengan motor induksi, memiliki dua jenis rotor, rotor belitan dan rotor jangkar hubung singkat atau rotor sangkar tupai seperti pada gambar dibawah ini.

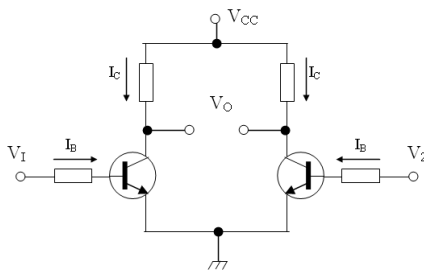


Gambar 5 Motor induksi rotor sangkar tupai dan belitan

Rotor belitan banyak dipakai pada mesin-mesin kapasitas kecil, sedangkan rotor sangkar tupai dipakai dengan kapasitas besar. Menurut Wildi(2002), motor induksi dapat beroperasi karena adanya medan magnet pada stator, medan magnet stator dibangkitkan dari tiga set kumparan yang secara ruang diletakkan dengan selisih sudut $2\pi/3$ atau 120° listrik, kemudian dicatu dengan tegangan tiga fasa simetris sehingga terjadi arus putar dan membangkitkan medan magnet yang disebut medan magnet putar. Kecepatan medan magnet putar tergantung dari jumlah kutub stator dan frekuensi sumber yang diberikan. Akibat perbedaan putaran antara putaran medan putar stator dengan putaran rotor, maka dalam rotor akan dibangkitkan gaya gerak listrik yang mengakibatkan dalam rotor timbul arus listrik. Arus listrik ini menyebabkan timbulnya suatu medan magnet, yakni medan magnet rotor. Karena medan magnet stator merupakan suatu sistem tiga fasa simetris, maka gaya gerak yang diinduksikan oleh stator juga tiga fasa simetris sehingga arus listrik dalam rotor juga terbentuk arus induksi tiga fasa simetris, begitu juga dengan medan magnet rotor. Adanya medan magnet pada rotor ini mengakibatkan rotor berputar mengikuti medan putar stator.

Differensial Operasional.

Penguat differensial adalah rangkain pre-amp yang ada dalam blok diagram op-amp atau rangkaian input op-amp, bentuk dasar rangkaian ditunjukkan pada gambar 2.14. rangkaian ini terdiri dari dua rangkaian switching transistor, apabila komponen ideal $V_1=V_2$ maka $V_o = 0$, tetapi dalam praktek tidak akan terjadi dimana $V_o \neq 0$ atau disebut dalam praktek dibutuhkan tegangan offset.



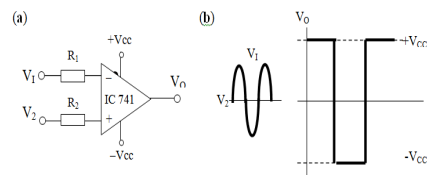
Gambar 6 Differensial Input

Operasi dari rangkaian differensial dapat dimanfaatkan sebagai penguatan diferensial (differensial Amplifier),

pengurangan tegangan (subtraction) dan pembanding (komparator).

Komparator.

Rangkaian komparator akan membandingkan besaran tegangan input V_1 dengan tegangan input V_2 . dalam konfigurasi yang paling sederhana yaitu mode open loop gambar 2.15.a. apabila ada sedikit perbedaan (differensial) diantara V_1 dan V_2 maka tegangan output akan menuju saturasi ($+V_{cc}$ atau $-V_{cc}$) arah saturasi ditentukan oleh selisih polaritas sinyal input. Visualisasi proses terjadi V_o . Dimana $V_1 =$ gelombang sinus (pp) dan $V_2=0V$ gambar 2.15.b.



Gambar 7 (a) Komparator (b) Visualisasi Proses

$$V_o = \pm V_{sat} (V_2 - V_1) \dots\dots\dots (1)$$

2. Metode Penelitian.

Pelaksanaan Penelitian ini dilakukan di Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, kegiatan penelitian ini berupa studiliteratur, baik dari internet maupun buku referensi, Dasar acuan standar dikembangkan dari jurnal yang berjudul Automatic Water Heater dan Coffe Maker Berbasis PLC (jurnal SNTTE 2009 ISBN 978-979-17377-0-8). Metoda penelitian yang direncanakan mengacu pada metoda penelitian yang ada dalam proposal terdahulu dimana dirangkum menjadi tahapan sebagai berikut yang meliputi :

- Tahap Analisa Kebutuhan
- Tahap Analisis Sistem
- Tahap Desain Sistem
- Tahap Perakitan dan
- Tahap Pengujian

Analisa Kebutuhan

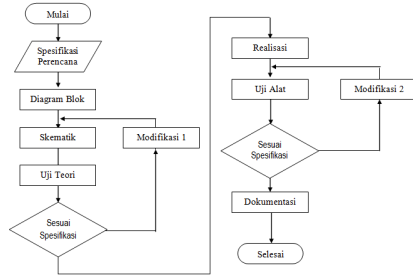
Langkah pertama yang dilakukan pada tahap ini adalah dengan melakukan observasi. Dari observasi ini akan diketahui kebutuhan peralatan hardware dan software diantaranya adalah :

- Komputer atau PC minimal Pentium IV, Untuk alat pembuatan program dengan bahasa Ladder.
- Power Supply Unit, Sumber tegangan untuk menjalankan modul simulasi.
- Osiloskop, alat pengujian pembacaan bentuk gelombang.
- Multimeter, alat pengujian pengukuran
- Logic Probe, kelengkapan alat pengujian
- PLC
- RS232
- Motor AC/ DC

Analisa Sistem

Analisis dilakukan dengan memastikan bahwa proses operasi, proses informasi dapat tercermin baik di sisi

fisikal maupun logikal. Penelitian ini menggunakan alat yaitu diagram alir seperti berikut:



Gambar 8 Diagram Alir Proses Perencanaan Sistem

Desain Sistem

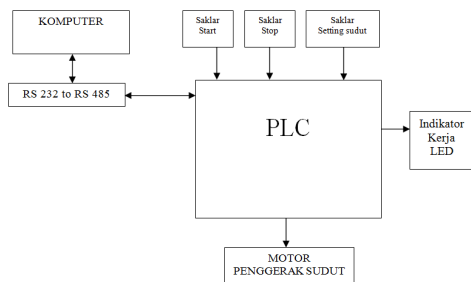
a) Rancangan Sistem

Sistem yang dibuat memiliki spesifikasi sudut penekukan mulai dari 10, 30, 45, 60, dan 90 derajat, pengendalian tekukan dilakukan dengan menekan tombol-tombol *switch push button*. Seperti yang ditunjukkan pada panel berikut.



Gambar 9 Panel Pengaturan Sudut Kemiringan

Plant sistem mempunyai *input output* PLC yang meliputi *switch push button* sebagai tombol mulai/berhenti dan pengaturan sudut, motor AC, *stepper motor*, dan LED yang digunakan sebagai representasi lampu on/off. Gambar 10 memperlihatkan blok diagram keseluruhan sistem.



Gambar 10 Blok Diagram Keseluruhan Sistem

b) Cara Kerja Alat / Sistem

Untuk menoperasikan alat ini, bahan yang akan ditekuk sudah dipersiapkan pada tempatnya, tentukan posisi sudut yang akan dipilih misal 10⁰ dan push button start siap ditekan. Motor pengendali akan bergerak menekuk bahan sesuai yang direncanakan, setelah tekukan sampai pada posisi 10⁰ sensor akan mengirimkan sinyal stop pada PLC untuk menghentikan perputaran motor dan untuk mengahiri pekerjaan maka tekan tombol push button stop.

Perencanaan Sensor Pendeteksi Objek

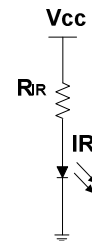
a) Deskripsi Sensor Pendeteksi Objek

- a. Nama Subsystem : Sensor Pendeteksi Objek
- b. Fungsi Subsystem :
 - Mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek..
 - Membandingkan output sensor objek dengan Vref dan memanfaatkan output logic komparator untuk mengatur pergerakan relay.
- c. Spesifikasi Sistem :
 - Vcc = +5V
 - V_{IR} = 2V
 - I_{IR} maks = 15mA
 - V_{out} = 0V – 5V

b) Perencanaan Rangkaian Sensor Objek

Perencanaan sensor pendeteksi objek pada penekuk sudut menggunakan dua buah komponen yaitu: sensor Infra Red dan Photodioda. Infra Red dimanfaatkan sebagai pemancar sinyal cahaya infra merah. Penggunaan Infra Red selain murah dan tahan lama dimaksudkan agar photodioda lebih sensitif menerima pemancaran gelombang dari Infra Red, karena pemancaran panjang gelombangnya menyempit.

Photodioda dimanfaatkan sebagai penerima sinyal dari Infra Red yang kemudian output akan masuk pada kaki inverting komparator sehingga outputnya akan berlogic '0' dan '1' dan siap dimanfaatkan kontroler untuk mengatur jalannya konveyor. Output logic '0' menandakan tidak ada objek yang lewat sehingga konveyor akan tetap berjalan dan indikator menéala karena mendapat *ground*. Sebaliknya, output logic '1' menandakan adanya yang lewat dan indikator akan mati.



Gambar 11 Rangkaian transmitter sensor objek

Perhitungan :

❖ Langkah 1 : Menentukan nilai R_{IR}

Diketahui : Vcc = +5V
V_{IR} = +2V

I_{IR} = 15mA

$$\text{Maka } R_{IR} = \frac{V_{cc} - V_{ir}}{I_{ir}}$$

$$R_{IR} = \frac{5V - 2V}{15 \cdot 10^{-3}} = 200ohm \approx 220ohm$$

$$I_{RI} = V_{CC} - V_{LED} / R_{IR} = \frac{5V - 2V}{220} = 13,6mA$$

$$P_{RI} = I_{RI}^2 \times R_{IR} = (13,6 \cdot 10^{-3})^2 \times 220$$

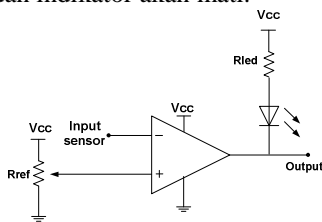
$$= 40,69mW$$

Maka dipilih Resistansi $220\Omega \pm 10\%$, $\frac{1}{4}$ Watt

❖ Langkah 2 : Menentukan nilai R_2

Perencanaan Rangkaian Komparator

Untuk rangkaian komparator digunakan 1 buah IC LM 358 yang didalamnya terdapat 2 buah OpAmp. Komparator dimaksudkan untuk membandingkan nilai output pada sensor objek dengan tegangan referensi. Outputnya akan bernilai logic, dan dimanfaatkan kontroler untuk mengatur relay yang berarti mengatur jalannya motor r. Output logic '0' menandakan tidak ada objek yang terdeteksi sehingga motor akan tetap jalan dan indikator menyala karena mendapat *ground*. Sebaliknya, output logic '1' menandakan adanya objek yang lewat dan indikator akan mati.



Gambar 12 Skematik rangkaian komparator sensor objek

Perhitungan:

Menentukan nilai R_{LED}

Diketahui : $V_{CC} = +5V$

$$\begin{aligned} V_{LED} &= +2V \\ I_{LED} &= 15mA \\ R_{ref} &= 10Kohm \end{aligned}$$

$$\text{Maka } R_{LED} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{LED}}$$

$$= \frac{5V - 2V}{15 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 200ohm \approx 220ohm$$

$$I_{R_{LED}} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{R_{LED}}$$

$$= \frac{5V - 2V}{220}$$

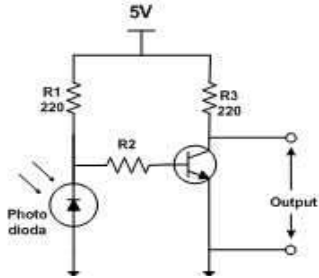
$$= 13,6mA$$

$$P_{R1} = I_{R1} \times R_1$$

$$= (13,6 \cdot 10^{-3})^2 \times 220$$

$$= 40,69mW$$

Maka dipilih Resistansi $220\Omega \pm 10\%$, $\frac{1}{4}$ Watt



Gambar 13 Rangkaian receiver sensor objek

Transistor yang digunakan adalah transistor tipe 2N222A sehingga diketahui:

$V_{CC} = +5V$

$$I_c = 15 \text{ mA}$$

$$V_{BE \text{ sat}} = +0,7V$$

$$H_{fe} = 100$$

$$\text{Maka } h_{fe} = \frac{I_c}{I_b}$$

$$100 = \frac{15mA}{I_b}$$

$$I_b = \frac{15mA}{100} = 0,15mA$$

$$I_b = \frac{V_{CC} - V_{be}}{R_b}$$

$$0,15mA = \frac{5V - 0,7V}{R_b}$$

$$R_b = R_2 = 28666,67 \text{ ohm} \approx 33k \text{ ohm}$$

$$I_b = \frac{V_{CC} - V_{be}}{R_b}$$

$$= \frac{5V - 0,7V}{33k}$$

$$= 0,13 \text{ mA}$$

$$P_{R2} = I_{R2}^2 \times R_2$$

$$= (0,13 \cdot 10^{-3})^2 \times 33000$$

$$= 0,56 \text{ mW}$$

Maka dipilih Resistansi $33k\Omega \pm 10\%$, $\frac{1}{4}$ Watt

Perancangan Pengawatan PLC

Untuk perancangan pengawatan Pemogramman Sudut Kemiringan Bending Sebagai Alat Penekuk Plat Alumunium Bebas Pemogramman Logik Controller langkah langkah yang direkomendasikan pada masalah diatas adalah sebagai berikut :

Sensor objek yang merupakan penentu besaran penekukan akan mendeteksi objek yang diletakkan pada mesin penekuk, bila objek terdeteksi maka output sensor akan memberikan informasi kepada kontroler untuk menghentikan jalannya motor AC.

a) Daftar Langkah Opersai Secara berurutan.

- Sebelum sistem Penekuk Plat Alumunium diaktifkan, atur sudut kemiringan dengan memutar tombol pilihan sudut kemiringan dalam derajat misal 10 derajat.
- Persiapkan bahan yang akan di tekuk dalam alat penekuk.
- Setelah siap, tekan tombol push button (start) warna hijau, lampu indikator menyala
- Motor sensor akan mengendalikan posisi sensor ke 10 derajat.
- Setelah selesai posisi sensor obyek maka Motor AC akan berputar kekanan
- sensor obyek akan mendeteksi sudut kemiringan yang telah dipilih,
- Setelah perputaran motor AC samapai pada sudut kemiringan yang dipilih,
- Sensor obyek akan memberikan sinyal keinput PLC dan motor AC akan berhenti berputar.
- Motor AC berhenti 5 detik dan berputar arah kembali kekiri

- Push button (stop) warna merah aktif untuk mengakhiri proses.

b)Daftar Perangkat Input dan Output yang diperlukan.

Dari langkah-langkah operasi dapat ditentukan kebutuhan perangkat input dan output yang akan dipergunakan dalam system, pada Tabel 1. memperlihatkan pemilihan dan jumlah input dan output terminal.

Tabel 1 Jumlah Input dan Output Terminal

Perangkat Input		Perangkat Output	
Push Button Start	PBstart	Motor AC	MC
Push Button Stop	PBstop	Motor Sensor	MS
Saklar Putar	SP 10, 30, 40, 60, 90	Power Indikator	PI
Sensor Obyek 1	SO		
Limit Switch	LS		
Jumlah Input	9 Perangkat	Jumlah Output	3 Perangkat

c) Daftar Jumlah Input dan Output pada Terminal PLC

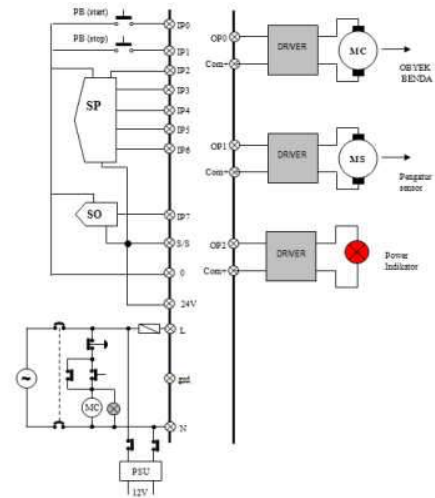
Dari Tabel 1 menjadi Tabel 2 penyesuaian perangkat input dan output terminal dengan penomoran pada input dan output PLC.

Tabel 2 Penomoran Input dan Output PLC

Terminal Input		Terminal Output	
PBstart	IP0	MC	OP0
Pbstop	IP1	MS	OP1
SP 10	IP2	PI	OP2
SP 30	IP3		
SP 40	IP4		
SP 60	IP5		
SP 90	IP6		
SO	IP7		
LS	IP8		
Jumlah Input	8 Terminal	Jumlah Output	3 Terminal

d) Rangkaian Pengawatan Input dan Output.

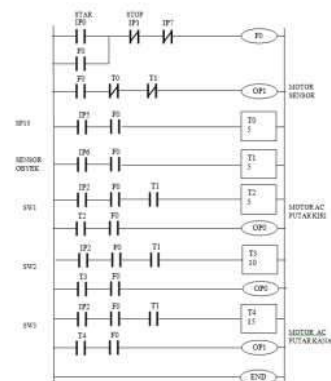
Dari Tabel 2 dapat diketahui kebutuhan terminal yang ada di PLC dan dapat dipilih type PLC yang sesuai dengan kebutuhan, Gambar 14 memperlihatkan rangkaian pengawatan input dan output.



Gambar 14 Pengawatan input dan output PLC

Perancangan Software Diagram Ladder

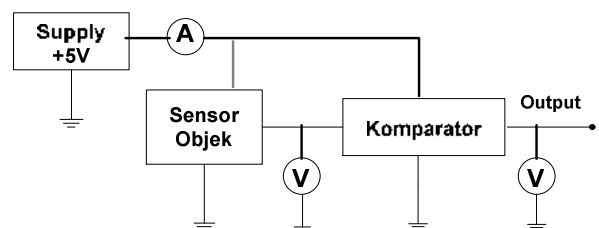
Program dibuat agar sistem penekukan dapat berjalan sesuai yang diinginkan yaitu mengatur kestabilan posisi dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Diagram ladder ini menggunakan perangkat instruksi input, coil output, *flag*, dan *timer* Gambar 15 diagram program ladder untuk sistem



Gambar 15 Diagram Program Ladder

**Pengujian Sensor Objek
Prosedur Pengujian**

a) Konfigurasi Pengujian



Gambar 16 Konfigurasi Pengujian Sensor Objek

b) Daftar Peralatan dan Bahan Pengujian Sensor Objek

Tabel 3 Daftar Alat dan Bahan Pengujian Sensor

No	Alat / Bahan	Merk / Jenis	Notasi	Fungsi
1.	Power supply	Kikusui / 7025	DC PSU	Sumber tegangan
2.	Multimeter Digital	Fluke	AM VM	Mengukur parameter arus dan tegangan pada rangkaian
3.	Modul sensor objek	-	-	Menghasilkan logic "0" jika tidak ada objek dan "1" jika ada objek
4.	Penggaris	-	-	Mengukur jarak sensor IR dan Photodiode

c) Prosedur Pengujian

Langkah - langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Memberikan supply 5V pada modul sensor dan komparator.
3. Mengatur jarak photodiode dan infrared sebesar 6,5cm dan 14cm.
4. Mengukur tegangan output dari sensor ketika sensor tidak mendeteksi dan mendeteksi objek.
5. Mengukur tegangan output comparator.
6. Mencatat seluruh hasil pengukuran.
7. Mematikan power supply saat pengukuran selesai dilaksanakan.

d) Data Hasil Pengujian

Tabel 4 Data Hasil Pengujian Pendeteksiian Obyek(dengan sudut 10)

Parameter	Tanpa objek (V)	Dengan Objek (V)
Tegangan supply	5,06	5,06
Tegangan referensi 1	2,89	2,89
Output photodiode 1	5,02	0,23
Output comparator 1	1,1	3,94

Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Pendeteksi Objek (dengan sudut 30)

Parameter	Tanpa objek (V)	Dengan Objek (V)
Tegangan supply	5,02	5,02
Tegangan referensi 2	2,85	2,85
Output photodiode 2	5,02	0,13
Output comparator 2	1,08	3,96

I_{Ra} (Arus total saat tidak ada objek) = 40mA

I_{Rb} (Arus total saat ada objek) = 20mA

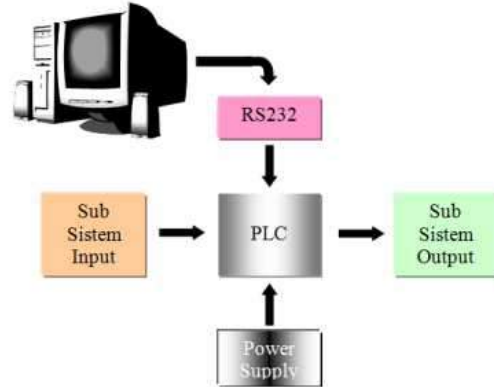
Pengujian Sistem

1. Tujuan :

- Untuk mengetahui baik tidaknya subsistem maupun sistem keseluruhannya dalam pengoperasiannya.
- Untuk membuktikan apakah sub sistem sensor, Motor AC dan Motor sensor bekerja sesuai dengan program ladder yang telah direncanakan
- Untuk mengetahui hasil yang diperoleh dari pengujian system sehingga dapat dibandingkan dengan nilai yang diharapkan atau yang ditargetkan.

2. Konfigurasi Pengujian Secara umum.

Konfigurasi pengujian secara blok diagram terlihat peralatan pendukung seperti Komputer, kabel komunikasi RS 232 dan power supply untuk keperluan tegangan pada peralatan sub system input dan output dan PLC.



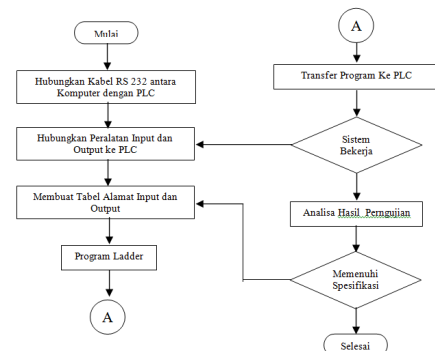
Gambar 17 Konfiguasi pengujian.

2. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah prosedur pengujian sebagai berikut.

1. Membaca dan memahami deskripsi kerja
2. Membuat ladder diagram pada komputer dengan menggunakan software PLC yang terkait.
3. Mempersiapkan peralatan yang digunakan.
4. Hubungkan kabel RS-232 antar komputer dengan PLC.
5. Hubungkan Supply tegangan ke PLC
6. Transfer hasil program dari computer ke PLC
7. Start untuk menjalankan Hubungkan modul input dan modul output motor dc dengan port-port yang digunakan pada PLC.
8. Hubungkan voltmeter pada input dan output pada setiap sub sistem.
9. Laksanakan Pengukuran.
10. Buat analisa rangkaian yang telah dibuat.

Diagram Alir Prosedur Pengujian



Gambar 18 Diagram alir prosedur pengujian

3. Hasil Dan Pembahasan

Sub Sistem Sensor Obyek Pembahasan Data Hasil Pengujian

Tabel 5 Perbandingan Data Tegangan Output Comparator

Pengukuran (V)		Perancangan (V)		Perancangan (Logic)	
Tanpa objek	Dengan objek	Tanpa objek	Dengan objek	Tanpa objek	Dengan objek
1,1	3,94	0	5	'0'	'1'
1,08	3,96	0	5		

Logic '0' = 0 – 1,8 V dan Logic '1' = 2 – 5 V

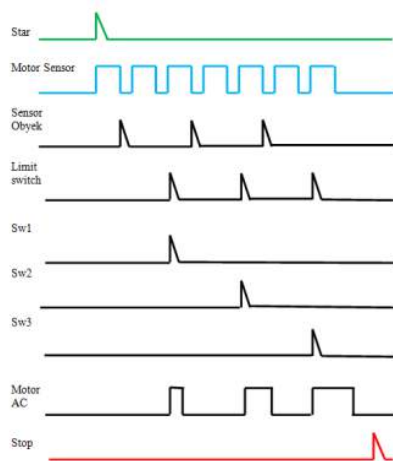
Dari Tabel 5 data output perencanaan dan data hasil percobaan berbeda. Perbedaan terjadi karena adanya pengaruh intensitas cahaya sekitar. Namun perbedaan yang terjadi tidak terlalu mempengaruhi, karena data output yang diperlukan adalah logic '0' = 0 – 1,8 V dan Logic '1' = 2 – 5 V, hasil pengukuran memenuhi syarat tersebut.

Sistem Aplikasi Lengan Penekuk Plat Secara Keseluruhan

a) Hasil pengujian Sistem.

Step	Saklar posisi	Push button start	Motor sensor	Motor AC	Sensor obyek	Limit switch	Push button stop
1	ditekan 10						
2		ditekan					
3			Berjalan				
4			Stop 10 detik				
5			berhenti				
6				Berjalan kekanan			
7					aktif		
8				Berjalan kekanan			
9					aktif		
10				Berhenti			
11							ditekan

b) Gambar Timing Diagram Hasil Pengujian



Gambar 19 Bentuk Gelombang Sistem Penekukan

4. Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan

- Dari data yang diperoleh pada Tabel 5 dapat disimpulkan sensor pendeteksi objek dapat bekerja mendeteksi objek dengan baik, karena photodiode memiliki respon yang cepat bila sinyal dari Infra Red terhalang oleh objek. Sehingga output sensor dapat dimanfaatkan dengan cepat untuk mengatur perputaran motor AC.
- Dari Gambar 19 timing diagram, memperlihatkan proses kerja system penekuk yang diukur dari setiap input dan output PLC, menggambarkan proses bekerja sesuai yang direncanakan.

Saran

- Untuk mendapatkan perputaran yang halus disarankan menggunakan proses *looping* dengan sudut putar motor sensor setiap satu kali *looping* sebesar 1°.
- Sistem ini hanya dapat menekuk plat aluminium dengan ketebalan 1 mm, untuk lebih besar dari 1mm dapat ditambahkan pengaturan untuk ketebalan.

Daftar Pustaka

- [1]. Wolfgang Link, "Pengukuran, Pengendalian dan Pengaturan dengan PC", Jakarta : PT. Elex Media Komputindo. 1993
- [2]. Boylestad, "Electronic Devices and Circuit", New Jersey : Prentice-Hall. 1996
- [3]. SGS Thomson "Industrial Standard Analog ICs", 1-st.Ed, Data Book, SGS Thomson Microelectronics, 1998.
- [4]. J. Michael Jacob. "Industrial Control Electronics" New Jersey, Prentice Hall Inc 1999.
- [5]. John W. W, "Programmable Logic Controller, Fourth Edition", New Jersey : Prentice Hall. 1999
- [6]. A Beginner's Guide to PLC OMRON. Singapore: OMRON, Agustus 1996.
- [7]. Bolton, Wilian. *Programmable Logic Controller (PLC) sebuah pengantar* (3rd ed.). Jakarta: Erlangga, 2003.
- [8]. *CQMI/CPMI Programmable Controller Programming Manual*. Japan: OMRON, April 1996.
- [9]. *CQMI/CPMI Programmable Controller Operation Manual*. USA: OMRON, Revised Februari 1998.
- [10]. Inoue, Seiichi. *Stepper Motor controller*. 2002. The Hobby of Electronic Circuit Engineering, 6 Januari 2008 http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e_step.htm
- [11]. Soloman, Sabrie. *Sensor and Control System In Manufacturing*. Singapore : McGraw Hill, 1994.
- [12]. Stouffer, Keith. Falco, Joe. Kent, Karen. *Guide to Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) and Industrial Control Systems Security*. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2006. http://www.goes-r.gov/procurement/ground_documents/NIST%20DRAFT-SP800-82.pdf
- [13]. Wonderware® FactorySuite™ InTouch™ User's Guide. USA : Invensys System Inc., Revised March 2004.

Kode Makalah: B5 – 10

OUTLIERS BASED DENSITY PADA PROSES PENDETEKSI LAJU RUNTUN WAKTU RATA RATA ALIRAN GAS HIDROGEN PADA PROSES SINTERING

Adhi Mahendra¹, Dede Sutarya²

1. Electrical Engineering Dept., Universitas Pancasila Jagakarsa, Indonesia
2. National Nuclear Agency Serpong, Banten, Indonesia and Electrical Engineering Dept., Universitas Pancasila, Jagakarsa, Indonesia

E-mail: Johanes70am@yahoo.com

Abstrak

Data pengukuran yang dihasilkan dalam sebuah proses industry sering dikategorikan sebagai sebuah basis data yang besar, termasuk hasil pengukuran proses langsung dan nilai-nilai yang dihitung. Gangguan yang terjadi dalam sebuah proses pengamatan yang diukur timbul secara bersamaan dengan kegagalan proses dan instrumen, yang dapat mengkontaminasi data yang sesungguhnya, hal ini dapat disebut sebagai outlier. Outliers adalah suatu deviasi observasi yang signifikan dari suatu observasi utama, yang juga berdampak pada sifat data statistik jika ikut dikalkulasi. Salah satu tujuan utama data preprocessing adalah mendeteksi outlier, memindahkannya dan menggantikannya dengan data yang lebih baik. Tulisan ini akan meneliti deteksi outlier berdasarkan pada metode LOF (*Local Outlier Factor*) untuk laju runtun waktu data rata rata dari gas hidrogen sebagai hasil keluaran pada proses sintering. Suatu parameter optimal dari metode LOF yang dibandingkan dengan metode DBSCAN Untuk mendeteksi outlier dalam waktu runtun data rata rata laju aliran gas hidrogen terkait menjadi sangat penting. Dari hasil percobaan terlihat bahwa kedua metode memiliki kesamaan data dalam rata rata pendeteksian yaitu diatas 96% dari data yang terdeteksi sebagai data yang normal. Kedua metode baik LOF maupun DBSCAN sangatlah sensitif pada nilai ambang batas (*threshold*). Sementara parameternya memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi pada data masukannya. Oleh karena itu dibutuhkan mencari suatu metode untuk menentukan parameter pada kedua metode pendeteksi outlier data yang dapat diadaptasikan pada data real untuk diproses.

Keywords :deteksi outlier; Faktor outlier lokal; Data time series; laju aliran hidrogen

1. Pendahuluan

Outlier ada sebuah data observasi yang memiliki deviasi yang signifikan atau anomali dari kebanyakan observasi [1]. Outlier dapat disebabkan oleh sebuah sinyal menusuk, pengukuran sensor yang keliru, derau yang disebabkan oleh proses peralatan, degradasi peralatan atau beberapa kesalahan manusia. Dalam aplikasi sistem kontrol data outlier akan membawa kita pada analisis data yang menjadi tidak berguna karena outlier dapat membawa spesifikasi model yang tidak sesuai, estimasi parameter menjadi bias bahkan akan menghasilkan analisa dan kesimpulan yang tidak akurat atau benar.

Terdapat beberapa pendekatan yang berbeda untuk mendeteksi outlier. Kali ini kita fokus pada metode berbasis kerapatan (*density based*) untuk mendeteksi outlier. Metode berbasis kerapatan menganggap bahwa

outlier yang terjadi jauh dari sinyal sinyal yang khas yaitu seperti dalam kawasan kerapatan yang rendah dalam ruang masukan.

Mengestimasi kerapatan dapat dilaksanakan dengan menggunakan berbasis regresi, parametric, semi parametric dan metode non parametric. Di dalam metode berbasis regresi dimana sisa dari hasil sinyal tes dipergunakan sebagai skor atau nilai outlier [2]. Dalam metode parametric, sampel dari sinyal sinyal yang khas dianggap untuk mematuhi distribusi yang diketahui dan test statistik dipergunakan untuk mengidentifikasi outlier [3,4]. Metode semi parametric mengasumsikan sebuah campuran distribusi parametric untuk dan atau sampel outlier yang khas dan memakai test statistik untuk memperoleh outlier [5,6]. Metode non parametric menggunakan histogram atau kernel sebagai basis cara untuk mengestimasi kerapatan untuk menghitung nilai atau skor outlier. [7,8]. Kemudian,

kerapatan estimasi ditransformasikan ke dalam outlier yang bisa diukur. Metode berbasis pengelompokan semi parametric membuat asumsi yang berbeda pada outlier.

Dalam [9], sebuah sinyal yang bukan milik sebarang kelompok dianggap outlier, sementara dalam [10] sebuah sinyal yang jauh dari pusat sebarang kelompok dan atau di dalam sebuah kelompok kecil dianggap sebagai outlier.

Metode non parametric berbasis tetangga terdekat digunakan untuk pengukuran yang berbeda untuk menentukan outlier seperti jarak k ke tetangga [11], jumlah jarak k tetangga terdekat [12] atau jumlah jarak k tetangga dalam lingkungan dari ukuran yang pasti [13]. Terdapat juga beberapa cara yang memperhitungkan jumlah kerapatan relatif di sekitar sinyal untuk menghitung skor atau nilai outlier seperti metode *Local Outlier Factor* (LOF) [14].

Dalam tulisan ini, metode Local Outlier Factor (LOF) dipergunakan untuk mendeteksi outlier dalam waktu data runtun dari laju aliran rata rata Hidrogen sebagai hasil atau keluaran sensor laju hidrogen. Nilai faktor outlier lokal mengkalkulasi untuk berbagai nilai dan mengambil nilai maksimumnya untuk setiap sinyal. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan parameter optimum untuk waktu data runtun dari laju rata rata hidrogen. Hal ini menjadi penting bagi nilai LOF secara individu dan tidak mengambil resiko kemungkinan kehilangan sebarang outlier.

2. Material dan Metode

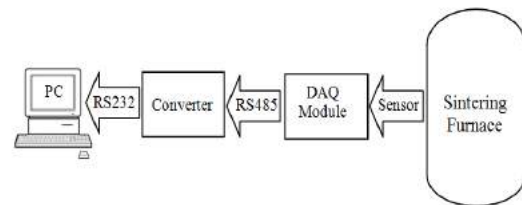
Sintering Process and Data Acquisitions

Sintering adalah sebuah perlakuan panas yang diterapkan pada sebuah bubuk kompak untuk memberi kekuatan dan integritas. Temperatur yang dipergunakan untuk proses sintering berada dibawah titik peleburan dari unsur material bubuk metalurgi. Data percobaan diperoleh dari industri perlakuan panas pada tungku pembakaran sintering dengan atmosfer hidrogen yang murni.

Analisa pengukuran instrumentasi antarmuka pada PC untuk data akuisisi secara *on line* saat ini sudah menjadi standar praktis dalam laboratorium yang modern. Untuk mengeliminasi ketidakpastian waktu dari pengukuran temperatur dan laju aliran, sebuah program akuisisi data yang baru sudah di implementasikan, khusus untuk tungku pembakaran. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 yang ada adalah diagram sistem akuisisi data untuk pengukuran laju rata rata hidrogen.

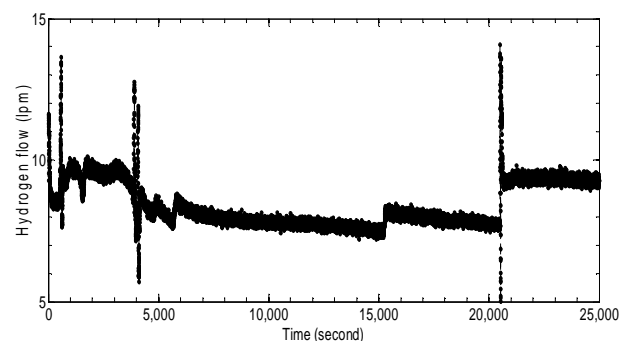
Pengumpulan data dilakukan selama satu putaran proses sintering sekitar 36 jam untuk mendapatkan

waktu data runtun dari laju aliran hidrogen.



Gambar 1 Sistem Data Akuisisi untuk pengukuran laju rata rata gas hidrogen

Pengumpulan data dan percobaan dilakukan dengan parameter proses sintering sebagai berikut : panas rata rata 250/jam, *temperature* perendaman adalah 1700°C, kondisi pendinginan dilakukan secara alami dan menggunakan nitrogen dan hidrogen sebagai gas atmosfer dalam proses sintering. Data percobaan yang diukur selama proses sintering mendekati 36 jam dengan total sampel data sebesar 73.324 data. Dari keseluruhan data sekitar 25000 yang diambil sebagai waktu runtun data dari laju aliran rata rata gas hidrogen dan dipergunakan sebagai data percobaan dalam studi ini seperti pada Gambar 2.

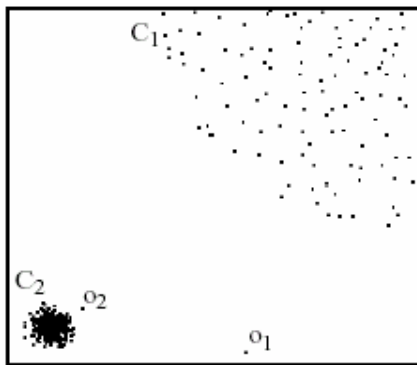


Gambar 2 Laju rerata Hidrogen waktu runtun data pada proses sintering

Density-Based Local Outlier Factor

Metode ini menggunakan distribusi kerapatan dari titik data dalam himpunan data. Untuk menentukan outlier menggunakan basis kerapatan sebagai data titik dibandingkan dengan kerapatannya di sekitarnya. Perbandingan ini dipertimbangkan sebagai skor untuk mendeteksi outlier. Usulan atau ide outlier lokal berbasis kerapatan yang dipakai dibandingkan dengan kerapatan tetangga lokal diperkenalkan oleh Breuing et al. disebut sebagai Local Outlier Factor (LOF) yang sudah luas dipergunakan [14]. Metode ini menghitung derajat keberadaan outlier untuk setiap sinyal berdasarkan pada kerapatan lokal disekitarnya. Umumnya metode mendeteksi outlier tetangga terdekat mengukur ketiadaan outlier dalam konteks jarak dalam sinyal yang lain dalam himpunan data. Itulah sebabnya, pendekatan ini beresiko kehilangan outlier dalam

himpunan data dimana kerapatan lokal sangatlah bervariasi. Dua kelompok C_1 dan C_2 dapat dilihat pada gambar 2 dimana hal ini diharapkan bahwa o_1 dan o_2 akan dianggap outlier oleh metode pendeteksi. Namun, kebanyakan metode berbasis tetangga terdekat yang mengandalkan jarak akan menamakan sinyal sinyal dari kelompok C_1 sebagai outlier jika disetel untuk mendeteksi o_2 . Metode LOF mengatasi kekurangan ini dengan mempertimbangkan perbedaan dalam kerapatan lokal disekitar sinyal sebagai outlier yang bisa diukur. Jika sinyal kerapatan di sekitar o lebih tinggi dari kerapatan disekitar tetangga, LOF dari o akan menjadi lebih tinggi.



Gambar 2 Sinyal Himpunan Data [14]

Himpunan data masukan diberi notasi

$X = \{(x^{(i)}, r^{(i)})\}_{i=1}^N$, $x, x^{(i)}$ and $x^{(j)}$ yang merepresentasikan sinyal dari himpunan data

$d = (x, x^{(i)})$ Dan menotasikan jarak antara x and $x^{(i)}$. Jarak k dari sinyal x dinotasikan oleh k jarak (x), diberikan jarak dari sinyal x ke k^{th} itu sendiri sebagai tetangga terdekat.

Jarak $-k(x) \equiv d(x, x^{(i)})$ such that

$$\begin{aligned} d(x, x^{(j)} &\leq d(x, x^{(i)}) \text{ for at least } k \text{ instances} \\ d(x, x^{(j)} &\geq d(x, x^{(i)}) \text{ for at most } k-1 \text{ instances} \end{aligned} \quad (2.1)$$

Lingkungan jarak k dari suatu sinyal x , dinyatakan oleh $N_k(x)$, mengandung semua sinyal yang dekat kepada x daripada nilai jarak k :

$$N_k(x) = \{x^{(i)} \in X \setminus \{x\} \mid d(x, x^{(i)}) \leq k - \text{distance}(x)\} \quad (2.2)$$

Kemampuan mencapai jarak dari suatu sinyal x dengan sehubungan dengan sinyal $x^{(i)}$ lain adalah jarak diantara dua sinyal tetapi agar mencegah fluktuasi, ketercapaian kemampuan jarak dimuluskan dalam lingkungan jarak k oleh penandaan jarak ketercapaian kemampuan yang sama yang ada dalam lingkungan $x^{(i)}$:

$$\text{reachdist}_k(x, x^{(i)}) = \max\{k - \text{distance}(x^{(i)}, d(x, x^{(i)}))\} \quad (2.3)$$

Kerapatan ketercapaian kemampuan lokal mengukur bagaimana mudahnya hal ini untuk mencapai sebuah kejadian pasti dan dikalkulasi sebagai inverse dari jarak rata rata ketercapaian kemampuan sinyal dalam jarak lingkungan k :

$$\text{lrd}_k(x) = \frac{|N_k(x)|}{\sum_{x^{(i)} \in N_k(x)} \text{reachdist}_k(x, x^{(i)})} \quad (2.4)$$

Setelah mendefinisikan kerapatan ketercapaian kemampuan lokal, kita dapat berpindah pada langkah puncak dimana kita menghitung faktir lokal outlier untuk setiap sinyal. Kita berharap sinyal sinyal dengan variasi tinggi antara kerapatan ketercapaian kemampuan lokal dari longkungannya mengambil nilai LOF yang lebih tinggi :

$$\text{LOF}_k(x) = \frac{\sum_{x^{(i)} \in N_k(x)} \frac{\text{lrd}_k(x^{(i)})}{\text{lrd}_k(x)}}{|N_k(x)|} \quad (2.5)$$

Setiap permasalahan yang spesifik memerlukan sebuah jarak parameter yang melangkah mencari nilai k yang optimum. Selain itu, nilai LOF cukup sensitif pada nilai k dan bisa menunjukkan sifat ketidak stabilan sebagai perubahan k . Dalam hal meminimisasi ketidak stabilan nilai LOF, nilai LOF dihitung untuk perubahan nilai k dan mengambil maksimumnya dari setiap sinyal. Meskipun, hal ini memungkinkan untuk diterapkan pada perbedaan heuristik untuk mengkombinasikan nilai LOF berlapis, mengambil nilai maksimum memberikan hal yang penting bagi nilai LOF dan tidak beresiko kehilangan sebarang outlier.

Density-Based Spatial Clustering of Application with Noise

DBSCAN adalah algoritma kerapatan berbasis pengelompokkan. Algoritma ini mengembangkan kawasan kawasan dengan kerapatan tinggi ke dalam kelompok dan menemukan kelompok dari perubahan bentuk dalam basis data spasial dengan derau. DBSCAN mendefinisikan sebuah kelompok sebagai himpunan kerapat titik terhubung yang maksimal. Setiap titik dalam himpunan data dibagi kedalam kelompok titik dan noise. Ide kuncinya adalah bahwa setiap titik dalam kelompok lingkungan dalam radius yang diberikan mengandung setidaknya sejumlah titik minimum. Misalnya kerapatan dalam lingkungan memiliki nilai yang melampaui ambang batas.

Untuk menyediakan deskripsi yang dapat dimengerti dari algoritma ini definisi definisi yang sama harus disajikan. Lingkungan dalam radius epsilon (ϵ) dari obyek yang diberikan disebut obyek lingkungan ϵ . Jika obyek lingkungan ϵ mengandung setidaknya sebuah bilangan minimum, $MinPts$ dari obyek, maka obyeknya disebut inti obyek.

Diberikan seperangkat obyek X , kita katakan bahwa obyek p adalah kerapatan yang mampu dicapai secara

langsung dari obyek q dalam lingkungan ϵ dari q , dan q adalah obyek inti

Sebuah obyek p adalah kerapatan yang dapat dicapai dari obyek q terkait ϵ dan $MinPts$ didalam himpunan obyek X , jika terdapat rantai obyek p_1, \dots, p_n , dimana $p_1 = p$ dan $p_n = q$ sehingga p_{i+1} adalah kerapatan yang dapat dicapai langsung dari p_i berkenaan dengan ϵ dan $MinPts$, for $1 \leq i \leq n, p_i \in X$.

Obyek p adalah kerapatan yang terhubung dengan obyek q sehubungan dengan ϵ dan $minpts$ dalam himpunan obyek, X , jika terdapat obyek $o \in X$ sehingga p dan q kerapatan yang dapat tercapai dari o berkenaan dengan ϵ and $MinPts$.

Ketercapaian kemampuan kerapatan adalah pelengkap penutup dari kemampuan ketercapaian kerapatan langsung, dan hubungan ini adalah asimetrik. Hanya obyek inti yang kemampuan ketercapaian kerapatannya satu dengan yang lain. Hubungan kerapatannya adalah simetrik.

Kelompok berbasis kerapatan adalah seperangkat himpunan kerapatan yang berhubungan dengan obyek yang maksimal berkenaan dengan ketercapaian kemampuan kerapatannya.

Setiap obyek tidak mengandung sebarang kelompok yang dipertimbangkan sebagai derau.

3. Hasil Percobaan

Dalam repositori data dunia nyata, adalah sulit untuk menemukan himpunan data untuk mengevaluasi algoritma pendeteksi outlier, sebab hanya sedikit himpunan data di dunia nyata yang pasti diketahui yang mana obyeknya sangat nyata berkelakuan secara berbeda [15].

Dalam percobaan ini kita menggunakan himpunan data industri dari laju rata rata hidrogen pada proses sintering.

Pada bagian ini, kita sajikan beberapa hasil percobaan menggunakan aliran data waktu runtun yang real.

Kita garap pertama metode local outlier factor dengan 15.000 himpunan data untuk training dan 10.000 himpunan data untuk testing. Pada percobaan ini parameter $MinPts$ diubah dari 3 ke 10. Dari beberapa referensi, dalam praktisnya nilai parameter theta bervariasi dari 0.1 to 0.9. Dalam studi ini kita gunakan parameter theta dari 0.1 ke 0.5.

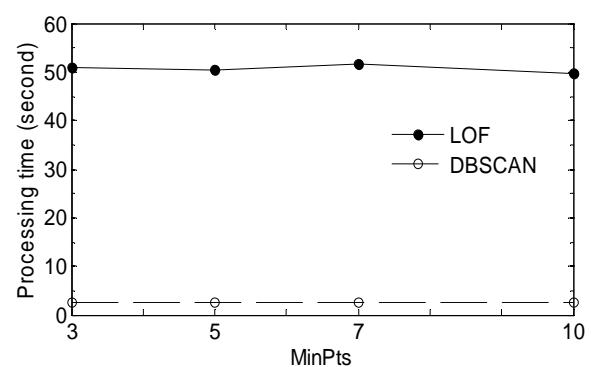
Selanjutnya dengan menggunakan himpunan data tes yang sama diberikan kepada metode DBSCAN.

TABEL 1. HASIL DETEKSI OUTLIER MENGGUNAKAN METODE LOF DAN DBSCAN UNTUK LAJU RERATA HIDROGEN WAKTU RUNTUN DATA

Methods	MinPts	Data Points Detected as	
		Normal (%)	Outlier(%)
LOF	3	98.9	1.1
	5	98.8	1.2
	7	98.3	1.7
	10	97.0	3.0
DBSCAN	3	98.5	1.5
	5	98.1	1.9
	7	97.6	2.4
	10	96.0	4.0

Tabel 1 menunjukkan hasil dari pendeteksi outlier dengan menggunakan metode LOF dan DBSCAN untuk data runtun waktu yang real dari laju aliran hidrogen. Hasilnya menunjukkan rata rata dari tiga percobaan. Seperti yang ditunjukkan pada tabel, peningkatan pada parameter $minpts$ metode keduanya menumbuhkan prosentase rendah dari pendeteksian data sebagai data normal juga sebaliknya, untuk data yang terdeteksi sebagai outlier.

Untuk biaya komputasi seperti yang ditunjukkan Gambar 4, metode LOF mengambil lebih banyak waktu untuk menunjukkan metode deteksi outlier dengan DBSCAN pada parameter $MinPts$ yang sama



Gambar 4 MinPts Parameter vs Waktu Pemrosesan pada deteksi outlier dari laju rerata Hidrogen untuk waktu data runtun

4. Simpulan

Menemukan outlier adalah pekerjaan penting untuk semua kawasan aplikasi pada khususnya untuk memastikan kualitas data pengukuran sensor yang akan dipergunakan pada proses selanjutnya. Dalam tulisan ini, kita menunjukkan bahwa penerapan dari dua metode deteksi outlier LOF dan DBSCAN untuk data waktu runtun dari laju aliran gas hidrogen sudah

diselidiki dengan perbedaan parameter minpts. Dari percobaan dihasilkan bahwa kedua metode memiliki kesamaan rata-rata pendeteksian di atas 96 persen untuk mendeteksi data sebagai data normal.

Kedua metode (LOF dan DBSCAN) sangat peka pada nilai parameter ambang batas. Sementara parameter parameter ini sangat tergantung dari data masukan. Oleh karena itu diperlukan untuk mencari suatu metode untuk menentukan parameter untuk metode pendeteksi outlier keduanya yang dapat di adaptasikan pada data real yang dapat diproses.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemendikbud untuk pelaksanaan Program Hibah Bersaing Tahun 2014 sehingga hasil penulisan ini dapat dipublikasikan serta kepada seluruh staf laboratorium sintering BATAN yang telah membantu selama percobaan dilaksanakan.

Referensi

- [1]. Liu, H.C., Shah, S., and Jiang, W., "On-line outlier detection and data cleaning," *Computers and Chemical Engineering*, Vol.28, pp. 1635-1647, 2004.
- [2]. Rousseeuw, P. J. and A. M. Leroy, *Robust Regression and Outlier Detection*, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1987.
- [3]. Laurikkala, J., M. Juhola and E. Kentala, "Informal Identification of Outliers in Medical Data", *The Fifth International Workshop on Intelligent Data Analysis in Medicine and Pharmacology*, pp. 17-29, 2000.
- [4]. Ye, N. and Q. Chen, "An Anomaly Detection Technique Based on a Chi-square Statistic for Detecting Intrusions into Information Systems", *Quality and Reliability Engineering International*, Vol. 17, No. 2, pp. 105-112, 2001.
- [5]. Eskin, E., "Anomaly Detection over Noisy Data Using Learned Probability Distributions", *Proceedings of the International Conference on Machine Learning*, pp.255-262, 2000.
- [6]. Abraham, B. and G. E. P. Box, "Bayesian Analysis of Some Outlier Problems in Time Series", *Biometrika*, Vol. 66, No. 2, pp. 229-236, 1979.
- [7]. Eskin, E., "Modeling System Calls for Intrusion Detection with Dynamic Window Sizes", *Proceedings of DARPA Information Survivability Conference and Exposition II (DISCEX)*, pp. 143-152, 2001.
- [8]. Desforges, M. J., P. J. Jacob and J. E. Cooper, "Applications of Probability Density Estimation to the Detection of Abnormal Conditions in Engineering", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, Vol. 212, No. 8, pp. 687-703, 1998.
- [9]. Yu, J. X., W. Qian, H. Lu and A. Zhou, "Finding Centric Local Outliers in Categorical/Numerical Spaces", *Knowledge Information Systems*, Vol. 9, No. 3, pp.309-338, 2006.
- [10]. He, Z., X. Xu and S. Deng, "Discovering Cluster-based Local Outliers", *Pattern Recognition Letters*, Vol. 24, No. 9-10, pp. 1641-1650, 2003.
- [11]. Byers, S. and A. E. Raftery, "Nearest-Neighbor Clutter Removal for Estimating Features in Spatial Point Processes", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 93, No. 442, pp. 577-584, 1998.
- [12]. Eskin, E., A. Arnold, M. Prerau, L. Portnoy and S. Stolfo, "A Geometric Framework for Unsupervised Anomaly Detection: Detecting Intrusions in Unlabeled Data", *Applications of Data Mining in Computer Security*, pp. 319-330, 2002.
- [13]. Knorr, E. M., R. T. Ng and V. Tucakov, "Distance-based Outliers: Algorithms and Applications", *The International Journal on Very Large Data Bases*, Vol. 8, No. 3-4, pp. 237-253, 2000.
- [14]. Breunig, M. M., H. P. Kriegel, R. T. Ng and J. Sander, "LOF: Identifying Densitybased Local Outliers", *SIGMOD Record*, Vol. 29, pp. 93-104, 2000.
- [15]. Hans-Peter Kriegel, Matthias Schubert, and Arthur Zimek, "Angle-based outlier detection in high-dimensional data," In *KDD*, pages 444-452, 2008.

Kode Makalah: B5 – 11

PENGEMBANGAN ELEARNING DI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Latif Mawardi¹, Nur Fauzi S²

1. Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI Depok, 16425
2. Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI Depok, 16425

E-mail : latif.r33@gmail.com

Abstrak

Perkembangan layanan telepon genggam berpengaruh terhadap media pembelajaran baik di kampus perguruan tinggi maupun sekolah menengah. Trend metode pembelajaran mulai bergeser ke arah multi media. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sarana pembelajaran yang bersifat universal untuk semua program studi dan jurusan terutama di Jurusan Teknik Elektro. Penyesuaian sesuai dengan materi pembelajaran, adapun penggunaan khusus untuk Jurusan Elektro berdasarkan kemampuan cakupannya dalam hal kapasitas penanganan dan ketersediaan sarana penunjang. Bila perangkat ditingkatkan dengan spesifikasi lebih tinggi dan lebih baik, maka cakupan konten dapat ditingkatkan ke lingkup lebih besar. Pengembangan jangka panjang, eLearning tidak hanya berisi modul perkuliahan, tetapi hingga evaluasi pembelajaran secara on line. Hasil dari penelitian ini berupa proto tipe sistem eLearning, dengan mengamati kebutuhan pada setiap prodi, sistem dikonfigurasi sesuai kebutuhan saat ini.

Abstract

The development of mobile phone services affect the learning media on college campuses and high schools. Trend learning methods began to shift toward multi-media. The purpose of this research is to produce learning tools that are universal for all courses and majors, especially in the Department of Electrical Engineering. Adjustment in accordance with the learning materials, as for the specific use for the Department of Electrical based cakupannya capabilities in terms of handling capacity and the availability of supporting infrastructure. When the device is improved with higher specification and better, then the scope of the content can be increased to a larger scope. Long-term development, eLearning module contains not only lectures, but to evaluate on-line learning. The results of this study in the form of proto-type eLearning system, by observing the needs at each study program, the system is configured according to the needs at this time.

Keyword: eLearning

1. Pendahuluan

Seiring dengan kebijakan pemerintah untuk selalu meningkatkan pendidikan ke tahap yang lebih baik dan pengembangan yang dilakukan oleh Biro Perencanaan dan Kerjasama Luar Negeri (BPKLN) cq Seamolec yang telah menyelenggarakan kerjasama dengan beberapa perguruan tinggi di Asean membuka pendidikan jarak jauh yang salah satu metoda yang digunakan adalah e Learning. Dengan semakin berkembangnya sarana dan prasarana komunikasi baik dari kalangan pengusaha swasta ataupun pemerintah berakibat akses internet dapat dijangkau hampir

di semua tempat, bahkan sampai ke pelosok desa pun internet masih bisa diakses.

Cepatnya perkembangan komputer baik dari sisi hardware maupun sisi software pendukungnya, serta adanya pergeseran pola belajar mengajar dari konvensional ke pembelajaran dengan basis kompetensi menuntut adanya perubahan dalam hal pengelolaan dan penyediaan sumber ajar. Apalagi jika dilihat dari sisi ekonomi, dimana harga buku bacaan yang cenderung naik menyesuaikan barang kebutuhan lainnya, buku-buku referensi dengan muatan ilmu terkini harganya semakin susah dijangkau mahasiswa terutama

yang berkantong tipis. Sehingga pencarian literatur lebih cenderung mengarah ke ebooks dari pada ke toko buku dan perpustakaan.

Pembelajaran adalah sebuah proses, untuk dapat memperoleh hasil yang lebih baik, maka prosesnya harus benar dan sistematis. Materi pembelajaran dengan mudah dapat dicari dan diunduh dari berbagai situs penyedia yang diunggah oleh berbagai perguruan tinggi. Namun materi pembelajaran dengan arah serta proses dan konten yang benar sesuai dengan kebutuhan mahasiswa politeknik masih susah ditemukan di dunia maya.[1]

Komposisi perbandingan antara mata kuliah teori dan praktek yang diterapkan dalam kurikulum Politeknik adalah 45% dan 55%, oleh karena itu konten dari elearning yang dikembangkan ini diusahakan sedapat mungkin mampu menunjang kebutuhan laboratorium dan praktikum seperti job sheet, data sheet dan ebook pendukung teori pembahasan dalam pembuatan laporan praktikum. Materi materi tersebut yang hingga kini masih jarang ditemui disitus situs pendidikan ataupun blog-blog personal.

2. Metode Penelitian

Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menerapkan metoda :

- Penelusuran literature untuk pengayaan terhadap penguasaan materi pemahaman elearning.
- Pengumpulan data penunjang baik data primer maupun data sekunder.
- Pembuatan prototipe system sesuai dengan kebutuhan proses pembelajaran bercirikan politeknik.

3. Hasil dan Pembahasan

Ada beberapa jenis aplikasi pendukung elearning antara lain

- *Claroline*

Claroline merupakan online aplikasi. Claroline adalah sumber online terbuka yakni aplikasi pembelajaran yang memungkinkan sejumlah lembaga pendidikan untuk mendaftar dan mengelola berbagai kursus online mereka. Claroline digunakan di lebih dari 80 negara dan tersedia dalam 30 bahasa. Seluruh aplikasi ini dirancang dengan cara membantu tutor khusus dalam merancang kursus dengan demikian memungkinkan manajemen yang efisien. Beberapa fungsi yang meliputi pengembangan jalur untuk belajar, dokumen penerbitan dan informasi dalam PDF, teks, HTML, atau format video. Salah satu keuntungan yang signifikan dari Claroline adalah untuk men-download secara gratis menggunakan web browser pilihan seseorang. Format teknologi seperti MySQL dan PHP

digunakan dalam komposisi sesuai dengan sistem operasi umum seperti Windows, Linux, Mac OS.

- *Joomla*

Teknologi pembuatan E-Learning dengan aplikasi Joomla. Dengan aplikasi Joomla pembuatan E-Learning menjadi lebih muda karena tidak diperlukannya bahasa pemrograman, sehingga pengerjaannya memerlukan waktu lebih singkat. Program E-Learning berbasis Joomla menawarkan konsep yang dinamis, yang diasumsikan akan lebih baik dibandingkan dengan hanya mengandalkan keberadaan guru di kelas. Dalam hal ini siswa dapat mempelajari materi pelajaran dimanapun dan kapanpun. Dengan demikian siswa diharapkan dapat menguasai materi pelajaran secara maksimal, serta menguntungkan siswa.

- *Moodle*

Moodle merupakan salah satu LMS (Learning Management System) open sources yang dapat diperoleh secara bebas melalui <http://moodle.org>. Moodle dapat dengan mudah dipakai untuk mengembangkan sistem E-Learning. Dengan Moodle portal E-Learning dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan. Saat ini terdapat lebih dari 18 ribu situs E-Learning tersebar di lebih dari 163 negara yang dikembangkan dengan Moodle. Dengan memanfaatkan Moodle maka pengoptimalan implementasi akan diperoleh sistem E-Learning dengan maksimal.

Instalasi Moodle

Pengembangan eLearning dalam penelitian ini mempergunakan aplikasi Moodle dengan pertimbangan :

1. Teknologi sederhana sehingga mudah difahami, murah dan efisien
2. Programnya mudah di install
3. Tersedia dalam berbagai bahasa termasuk bahasa Indonesia
4. Terdapat fasilitas untuk mengatur materi perkuliahan dalam waktu pengasesan berdasarkan jadwal yang diberikan demikian juga dengan topic dan metoda pembelajarannya

Persyaratan yang dibutuhkan, untuk pengembangan elearning dibutuhkan pendukung, baik hardware maupun software. Kebutuhan hardware adalah:

- PC Komputer atau Laptop
- Harddisk
- Memory RAM 2 GB.

Kebutuhan software adalah :

- Sistem Operasi Windows 7 (64 bit)
- Web Server Apache atau IIS
- MySQL minimum Versi 5.1.33
- Browser Mozilla FireFox 4, Internet Explorer 8 atau Google Chrome 11

- Bitnami Moodle 2.5.2.1 [2]

Sebelum Instalasi Moodle, computer harus sudah diinstall Web Server, pada penelitian ini mempergunakan XAMPP Win32-1.8.3.1-VC11, langkah-langkah instalasi XAMPP adalah :

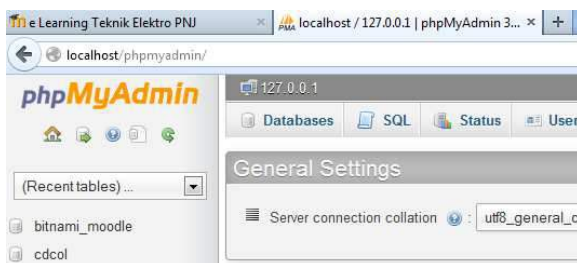
1. Double-klick xampp-win32-1.8.3.1-VC11-installer
2. Tunggu sampai instalasi selesai
3. Untuk mengecek apakah instalasi XAMPP sudah terinstalasi dengan benar, aktifkan XAMPP Control Panel sehingga dilayar muncul tampilan, klick start pada Apache dan MySQL
4. Jalankan Browser dan ketikkan pada URL ://localhost lalu Enter. Apabila XAMPP sudah terinstalasi dengan benar, maka dilayar akan muncul tampilan:



Tahapan Instalasi

Langkah langkah yang dilakukan dalam instalasi Moodle adalah sebagai berikut

- Buat folder eLearning pada xampp/htdocs/eLearning
- Copykan file yang ada di folder moodle ke xampp/htdocs/eLearning
- Buatlah database dengan menjalankan Browser Firefox, dan ketik pada alamat URL <http://localhost> , dari tampilan gambar 4.2, pilih phpMyAdmin, sehingga tampilan dilayar menjadi:



- Kik tab **Database**, ketik pada nama database pada kotak Create database dengan nama **dbelearning**, selanjutnya klick tombol **Create**.
- Setelah membuat database sebagai penyimpanan file, baru dapat dilakukan instalasi moodle dengan mengetikkan pada URL, <http://localhost/elearning> lalu Enter. Tentukan bahasa sesuai dengan yang diinginkan dan folder penyimpanannya.

- Pada pengaturan database, ketikkan seperti berikut

- Database host : localhost
- Database name : dbelearning
- - Database user : root
- Database password : << kosongkan>>

- Selanjutnya klick tombol Next, dan system akan melakukan instalasi, setelah selesai instalasi dilayar akan muncul tampilan seperti berikut :



- Untuk melakukan login, masukkan **username** dan **password** lalu klick **login**.
- Prototipe eLearning sudah selesai dan siap dilanjutkan dengan pengisian materi elearning.

Pengelolaan Moodle

Pengelolaan moodle merupakan tugas seorang Administrator eLearning yang telah ditunjuk. Pengelolaan moodle meliputi mengatur tampilan, mengatur template, mengatur kategori course dan mengatur menu moodle. [3]

- **Pengaturan Tampilan Depan (Frontpage Setting)**

Langkah-langkah dalam merubah tampilan adalah:

- Klik Edit| Setting pada bagian blok Setting
- Tentukan Deskripsi dari Ssistus seperti Full Site Name, Short Name Web dan Frontpage Description
- Tentukan course yang akan ditampilkan dihalaman depen setelah user login

- **Pengaturan Theme Moodle**

Pengaturan Theme moodle digunakan untuk mengubah template/tampilan/design moodle. [4]

- Untuk mengubah theme moodle klick Blok Site Administration-Apperance-Theme-Theme Selector.
- Ada beberapa template theme yang bias dipilih seperti Arialist, Anomaly, Legacy, Mobil dsb.
- Klik Continue, maka theme berubah seperti yang diinginkan.

- **Mengatur Course Moodle**

Course moodle adalah suatu fasilitas untuk menentukan nama materi pembelajaran. Course moodle mempunyai struktur Category dan Sub Category, untuk mengatur course moodle langkahnya adalah

- Klik Blok Site Administration- course-Add/Edit course
- Add new category, beri nama category dengan Jaringan Komputer dan isi kotak description sebagai penjelasan dari category.
- Klik Create Category

- Setelah membuat Category dilanjutkan dengan Create Course, pilih Course Category yang sudah dibuat dan Add New Course. Isi criteria berikut :
 - Course Full name : nama mata kuliah
 - Course short name:
 - Course ID number
 - Format
 - Number of topics
 - Course start date
 - Muximum uploads

Mengatur Blok Moodle

Blok moodle merupakan suatu fasilitas untuk mengatur penempatan resource yang ada di sebelah kiri atau kanan (sesuai kebutuhan). Untuk mengelola blok, langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Turn Editing On
- b. Klik menu blok
- c. Pilih blok yang akan ditambahkan dan tentukan posisi penempatannya.

Pengelolaan Kelas

Pengelolaan kelas pada moodle meliputi

- Pendaftaran kelas
- Hak akses yang diberikan untuk kelas yang sudah didaftar
- Memberikan bahan ajar pada kelas
- Memberikan file dalam berbagai format
- Memberikan tugas mahasiswa
- Menampung penyerahan tugas mhsdalam bentuk email dari.

4. Kesimpulan

Dari pelaksanaan penelitian hingga terwujudnya sebuah model elearning berbasis moodle dapat disimpulkan:

1. Pemahaman pembelajaran dengan eLearning masih merupakan hal yang perlu dikembangkan di Jurusan teknik Elektro Politeknik Negri Jakarta, walaupun pernah dilakukan workshop di UPT Komputer, namun belum cukup memberikan stimulus kepada ssebagian pengajar untuk mengenal laebih jauh bahkan untuk mengembangkannya.
2. Dalam mengembangkan eLearning perlu didukung sarana internet yang lebih memadai, terutama dalam hal *bandwidth*, disamping itu perlu adanya kuota space server pada admin untuk pengembangan eLearning.

Dalam pelaksanaanya banyak kendala dalam melakukan instalasi aplikasi elearning, oleh karena itu disarankan memperhatikan kesetaraan dalam menentukan aplikasi yang akan digunakan. Antara OS, system aplikasi dan server localhost mempunyai kesepadanan yang perlu diperhatikan.

Daftar Pustaka

- [1]. Erma Susanti, M. S. (2008). RANCANG BANGUN APLIKASI E-LEARNING. *Jurnal Teknologi* , 53-57.
- [2]. Hartanto, A. a. (2002). *Teknologi eLearning Berbasis PHP dan MySQL*. Jakarta: Elex Media Computindo.
- [3]. Surya Lesmana, M. (2013). *Web eLearning Gratis dengan Moodle*. Jakarta: SMART.
- [4]. Amiroh S. Kom, *Membangun e Learning Dengan LMS*, Genta Gorup Production, Sidoarjo,2012.

Kode Makalah: B6 – 13

KEPUASAN MAHASISWA TERHADAP LAYANAN ADMINISTRASI di JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Anik Tjandra Setiati¹ dan Ardina Askum²

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail: anikpnj1961@gmail.com, ardina@elektro.pnj.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kepuasan mahasiswa ditinjau dari *reliability, responsiveness, assurance, empathy, tangibles* dan mengidentifikasi upaya meningkatkan tingkat kepuasan mahasiswa terhadap layanan administrasi di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta. Penelitian bersifat deskriptif dan teknik pengumpulan data melalui angket/kuesioner. Analisis data menggunakan metode *Importance-Performance Analysis*. Sampel yang diambil adalah 94 mahasiswa dari 288 mahasiswa semester 5 berdasarkan rumus Issac dan Michael. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata tingkat kepuasan mahasiswa terhadap kinerja layanan administrasi akademik Jurusan Teknik Elektro adalah 3,58 (memuaskan) dan harapan 4,16 (penting). Strategi untuk meningkatkan kepuasan mahasiswa terhadap layanan administrasi akademik yaitu: Faktor prioritas utama: kemampuan pegawai administrasi akademik bertindak cepat dan tanggap dalam menghadapi masalah yang timbul; Faktor yang perlu dipertahankan yaitu: ketepatan waktu pelayanan sesuai dengan janji yang diberikan dan pelayanan yang ramah, selalu siap menolong serta melakukan komunikasi yang efektif dengan mahasiswa; Faktor yang kurang penting yaitu: memberikan perhatian secara individu kepada mahasiswa, bertanggung jawab terhadap keamanan dan kenyamanan mahasiswa, dan sistem komputerisasi akademik; Faktor yang dilakukan sangat baik, namun dinilai kurang penting yaitu: pengetahuan dan kecakapan pegawai administrasi akademik atas pengetahuan terhadap layanan secara tepat.

Abstract

Satisfaction Of Student Services Administration The Department Of Electrical Engineering State Polytechnic Jakarta This study aimed to identify the level of student satisfaction in terms of reliability, responsiveness, assurance, empathy, and tangibles as well as identifying an effort to increase the level of student satisfaction with the services administration in the Department of Electrical Engineering Polytechnic of Jakarta. This is a descriptive study with data collection techniques through a questionnaire or a questionnaire. The technical analysis of the data using the Importance-Performance Analysis.. The samples taken were 94 students from 288 students of 5th semester based formula Issac and Michael. The results showed that the average level of student satisfaction on the performance of academic administrative services Department of Electrical Engineering is 3:58 (satisfactory) and 4:16 expectations (important). The result showed: The factors which became the main priorities are: the ability of academic administrative personnel to act fast and responsive in dealing with problems: timeliness of services in accordance with the promise given and the service friendly and always ready to help and make effective communication with students, Less important factors, namely: giving individual attention to students, is responsible for the safety and comfort of students, as well as academic computerized system, Factors that performed very well, but it is considered less important by students, they are: knowledge and skills for the knowledge of academic administrative personnel of the appropriate services.

Keywords: satisfaction, service, academic administration

1. Pendahuluan

Perguruan tinggi sebagai sektor strategis diharapkan dapat menghasilkan sumber daya manusia yang bermutu. Persaingan yang cukup kompetitif antar perguruan tinggi menuntut lembaga pendidikan

memperhatikan mutu pendidikan dengan meningkatkan segala aspek pelayanan yang dimiliki, karena sebuah pelayanan yang baik akan menjadi gambaran dari kualitas.

Ada empat aspek penting dalam pendidikan tinggi, [1] yaitu: a. pendidikan tinggi sebagai produksi sumber daya manusia yang berkualitas, b. pendidikan tinggi sebagai tempat pelatihan riset karir, c. pendidikan tinggi sebagai manajemen efisiensi dari syarat pengajaran, d. pendidikan tinggi sebagai sebuah materi dari perluasan kesempatan hidup. Bila melihat kepada empat dimensi tersebut, dan bertolak kepada pedoman penjaminan mutu pendidikan tinggi yang dikeluarkan direktorat pendidikan tinggi, maka pemenuhan jaminan kualitas aspek pendidikan tinggi secara sistematis diatur dalam konsep desentralisasi, dimana kewenangan pelaksanaan yang pada mulanya dipegang oleh pihak institusi kemudian dilimpahkan kepada masing-masing jurusan yang membawahi beberapa program studi.

Politeknik Negeri Jakarta sebagai lembaga pelayanan pendidikan, melimpahkan wewenang kepada masing-masing jurusan dalam pengelolaan pemenuhan jaminan mutu terhadap mahasiswa. Termasuk di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta secara khusus mendapatkan pelimpahan wewenang untuk menaungi program-program studi kependidikan. Sehingga berdasarkan desentralisasi tersebut, jurusan berkewajiban memenuhi jaminan mutu. Utamanya yang secara langsung bersinggungan dengan mahasiswa antara lain adalah jaminan mutu pelayanan akademik, salah satunya adalah kualitas layanan administrasi.

Politeknik Negeri Jakarta sebagai salah satu institusi pendidikan tinggi seyogyanya melakukan pengendalian mutu berkenaan dengan aspek-aspek penjaminan mutu yang ada. Proses penjaminan mutu pada salah satu tujuannya adalah membidik pada pemenuhan kebutuhan *stakeholder* melalui penyelenggaraan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Dan dalam lingkup tersebut, mahasiswa merupakan bagian dari *stakeholder* yang perlu mendapatkan pemenuhan jaminan mutu aspek-aspek tersebut, termasuk dalam kualitas administrasi yang ada di Perguruan Tinggi (PT).

Adapun administrasi di Jurusan Teknik Elektro mempunyai beberapa bagian yaitu administrasi bidang akademik, administrasi pelayanan perpustakaan jurusan, administrasi pelayanan praktikum di bengkel dan laboratorium.

Dengan tercapainya tugas dan fungsi masing-masing bagian tersebut di atas diharapkan adanya pelayanan yang berkualitas (*tangible, reliability, responsiveness, Assurance dan empathy*), bukan hanya pelayanan monoton yang selalu di sajikan. Tetapi pelayanan itu harus di prioritaskan pada kepuasan mahasiswa. Mahasiswa merasa puas dan gembira kalau harapan mereka terpenuhi termasuk kepuasan terhadap layanan

administrasi yang diberikan apakah pelayanan-pelayanan tersebut sudah sesuai dengan standar yang semestinya.

Berdasarkan pada permasalahan tersebut, peneliti ingin meneliti kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan lembaga pendidikan terhadap layanan administrasi di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta .

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan masukan bagi Politeknik Negeri Jakarta khususnya Jurusan Teknik Elektro dalam meningkatkan kemampuan Sumber Daya Manusia tenaga administrasi akademik dalam memberikan pelayanan yang dapat memberikan kepuasan mahasiswa.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif dengan metode pengumpulan data melalui survei; menyebarkan kuesioner kepada mahasiswa terpilih. Prosesnya berupa pengumpulan dan penyusunan data, serta analisa dan penafsiran data tersebut. Hasil penelitian akan menghasilkan informasi yang komprehensif mengenai hal yang diteliti.

Obyek penelitian adalah mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro. Kemudian untuk teknis analisis data menggunakan metode *Importance-Performance Analysis* [2].

3. Hasil dan Pembahasan

Mahasiswa dalam penelitian ini adalah mahasiswa PNI Jurusan Teknik Elektro semester 5. Jumlah angket yang disebar kepada mahasiswa sebagai sampel penelitian sebanyak 100, tetapi yang dikembalikan dan bisa diolah 94. Tingkat kesesuaian faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan mahasiswa sebagai berikut :

- Faktor ketepatan waktu pelayanan sesuai dengan janji yang diberikan menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar 87 % , dengan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,70 dan skor rata-rata tingkat harapan 4,23
- Faktor pelayanan yang ramah serta selalu siap menolong menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar 87 % . dengan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,81 dan skor rata-rata tingkat harapan 4,36
- Faktor kemampuan pegawai administrasi akademik untuk cepat tanggap dalam menghadapi masalah yang timbul menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar 83 % , dengan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,54 dan skor rata-rata tingkat harapan 4,26.
- Faktor pengetahuan dan kecakapan pegawai administrasi akademik atas pengetahuan terhadap layanan menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar

- 88%, dengan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,65 dan skor rata-rata tingkat harapan 4,14.
- e. Faktor administrasi akademik melakukan komunikasi yang efektif dengan mahasiswa menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar 86,5% , dengan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,62 dan skor rata-rata tingkat harapan 4,18
 - f. Faktor memberikan perhatian secara individu kepada mahasiswa menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar 86,5% , dengan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,39 dan skor rata-rata tingkat harapan 3,96
 - g. Faktor bertanggung jawab terhadap keamanan dan kenyamanan mahasiswa menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar 85% , dengan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,51 dan skor rata-rata tingkat harapan 4,15
 - h. Faktor sistem komputerisasi akademik menghasilkan tingkat kesesuaian sebesar 85%, dengan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,44 dan skor rata-rata tingkat harapan 4,05

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa antara pelayanan yang dialami dengan pelayanan yang diharapkan oleh mahasiswa terhadap administrasi akademik di Jurusan Teknik Elektro PNJ mempunyai kesesuaian >85% (memuaskan). Sedangkan skor rata-rata tingkat pelaksana/kepuasan 3,58 dan skor rata-rata tingkat harapan 4,16.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Tingkat kepuasan mahasiswa terhadap layanan akademik di Jurusan Teknik Elektro ditinjau dari keandalan (*Reliability*), ketanggapan (*Responsiveness*), keyakinan (*Assurance*), empati (*Emphaty*), dan keberwujudan (*Tangibles*) memuaskan dengan nilai rata-rata kinerja 3.58.
2. Strategi untuk meningkatkan kepuasan mahasiswa terhadap layanan administrasi bidang akademik di Jurusan Teknik Elektro dapat dilakukan dengan melihat :
 - a. Faktor-faktor yang menjadi prioritas utama dan harus dilaksanakan sesuai harapan mahasiswa yaitu : kemampuan pegawai administrasi akademik untuk bertindak cepat dan tanggap dalam menghadapi masalah yang timbul.

- b. Faktor-faktor yang perlu dipertahankan pelaksanaannya, karena sudah sesuai dengan harapan Mahasiswa yaitu : 1) ketepatan waktu pelayanan sesuai dengan janji yang diberikan, 2) pelayanan yang ramah serta selalu siap menolong , 3) melakukan komunikasi yang efektif dengan mahasiswa
- c. Faktor-faktor yang dinilai kurang penting oleh Mahasiswa, akan tetapi telah dilakukan dengan cukup oleh administrasi akademik yaitu 1) memberikan perhatian secara individu kepada mahasiswa, 2) bertanggung jawab terhadap keamanan dan kenyamanan mahasiswa, 3) sistem komputerisasi akademik.
- d. Faktor-faktor yang pelaksanaannya dilakukan dengan sangat baik oleh pegawai administrasi akademik, namun dinilai kurang penting oleh mahasiswa, sehingga terkesan berlebihan yaitu pengetahuan dan kecakapan pegawai administrasi akademik atas pengetahuan terhadap layanan secara tepat .

Daftar Acuan

- [1]. Suranto, Manajemen Mutu Dalam Pendidikan, CV. Ghyyas Putra, Semarang, 2009.
- [2]. Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif dan kualitatif dan R & D, Alfabeta, 2006
- [3]. J. Supranto, Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan, PT. Rineka Cipta, Jakarta, 2006.
- [4]. Mohammad Solihin, Kepuasan Mahasiswa terhadap Layanan Perpustakaan IAIN Walisongo Semarang, Perpustakaan Fakultas Tarbiyah, Semarang, 2011.
- [5]. Fandy Tjiptono, Prinsip-prinsip Total Quality Service, CV Andi Offset, Yogyakarta. 2005.
- [6]. Ratminto & Atik Septi Winarsih, Manajemen Pelayanan: Pengembangan Model Konseptual, Penerapan Citizen's Charter dan Standar Pelayanan Minima, Pustaka Pelajar, Yogyakarta. 2009
- [7]. Sondang P. Siagian, Filsafat Administrasi, Cet, 7 , PT. Gunung Agung, Jakarta. 1985.
- [8]. Faried Ali, Teori dan Konsep Administrasi: dari Pemikiran Paradigmatik menuju Redefinisi, Penerbit: PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 2011.

Kode Makalah: B6 – 14

ANALISIS PENDIDIKAN KARAKTER PADA ORGANISASI KEMAHASISWAAN

Wartiyati¹ dan Minto Rahayu²

1,2. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, jalan Siwabesi Kode Pos 16424, Indonesia

E-mail: Wartiyati@gmail.com

Abstract

This research was carried out with the aim at analyzing the main character values of Higher Education (truthfull, smart, though, and care) and soft skill of Jakarta State Polytechnic (integrity, disciplinary, innitiative, and cooperation) on student organization. By employing a descriptive analysis, it was suggested from the research result that : the main character value on student organization was 71. In this regard, student organization put into priority the psycho-motoric domain, or care or though, which belonged to the social aspect. The soft skill value on student organization was 63. In this context, student organization prioritized cooperation and disciplinary, which were recognized as the social attitude. Since the value was fairly high, it is therefore recommended that soft skill analysis, which has so far been conducted structurally, be initiated through the act of mentoring the students' participation in their day to day activities.

Key words: truthfull, smart, though, care, integrity, disciplinary, innitiative, cooperation, soft skill.

1. Pendahuluan

Hasil penelitian *Pengukuran Pendidikan Karakter Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta*, (2012) merekomendasikan, perlunya penilaian karakter mahasiswa melalui kegiatan kemahasiswaan, dengan pengumpulan poin nilai pada masing-masing kegiatan ekstrakurikuler. Penelitian ini penting untuk menjawab permasalahannya yaitu: 1) Apakah nilai karakter utama terdapat pada organisasi mahasiswa di Politeknik Negeri Jakarta? dan 2) Apakah nilai *soft skill* PNJ terdapat pada organisasi mahasiswa di Politeknik Negeri Jakarta?

Karakter atau *soft skill* (Dirjen Dikti) mensyaratkan pendidikan karakter di PT yang berlandaskan pengembangan karakter individu dari sudut jati diri atau karakter bangsa, yaitu Pancasila. Pancasila sebagai karakter bangsa berupa *olah hati, olah pikir, olah raga, olah rasa*. Sedangkan karakter yang paling urgen untuk saat ini ialah jujur, cerdas, tangguh, dan peduli.

Karakter mahasiswa dapat dilihat dalam organisasi kemahasiswaan. Dalam sejarahn panjangnyagenerasi muda hampir selalu tampil sebagai penentu perubahan-perubahan besar yang terjadi dalam kehidupan bangsa. George McTurnan Kahin (Hatta Albanik. 2004:3).

Pergerakan mahasiswa selalu dimulai dengan forum diskusi ilmiah di kampus-kampus sebagai ciri kaum intelektual. Hal ini dijelaskan oleh Pangestu (Didik Sipriyanto, 1998: 22) bahwa pergerakan mahasiswa selalu dimulai dari forum diskusi oleh sekelompok kecil mahasiswa idealis, yang mencoba membangkitkan kesadaran subyektif.

Pergerakan mahasiswa di era reformasi, lebih banyak mengusung kepentingan subyektif mahasiswa daripada kepentingan masyarakat. Aksi mahasiswa tidak berubah dari tahun ke tahun, yaitu dengan demonstrasi yang kecil sampai yang besar. Nasionalisme mahasiswa dipicu oleh krisis ekonomi dan kebijakan pemerintah yang berdampak pada ketimpangan masyarakat, untuk memberikan jaminan ketercapaian salah satu tujuan nasional, yaitu memajukan kesejahteraan umum.

Sedangkan perubahan sosial yang diusung ialah kebijakan pemerintah yang tidak memihak rakyat dan pergantian pimpinan nasional, hasilnya, pergantian presiden. Tetapi kondisi ekonomi dan politik masih tidak sesuai dengan yang diharapkan. Untuk itu mahasiswa masih terus beraksi untuk meneruskan agenda reformasi sampai akhirnya dilaksanakan Pemilu 2004 sebagai dampak keberterimaan demokrasi di

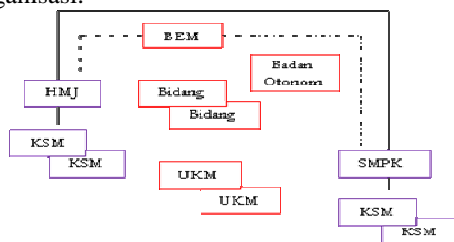
Indonesia. Alam demokrasi pasca 1998, pergerakan pergerakan mahasiswa tidak menonjol, namun masih ada, dan itu hanya atas dasar kepentingan subyektif mahasiswa, itu pun bersifat lokal dan kecil, namun cenderung anarkis. Sebagian yang lain tekun belajar, ingin cepat lulus, dan dapat pekerjaan yang menjanjikan (Minto Rahayu, 2009b: 107).

Selain perannya dalam berbangsa dan bernegara, organisasi kemahasiswaan juga dapat berperan sebagai sarana dalam berkenalan dengan banyak orang, yang bisa jadi vendor atau malah menawarkan produk dan jasa kita ke sesama anggota; bisa saja di antara mereka ada yang bisa kita ajak kerjasama atau bisa saja cocok dan punya misi dan visi yang sama bisa juga tidak. Berorganisasi dapat bisa belajar kepemimpinan, kerjasama, komunikasi, dokumentasi, perizinan dan hal lainnya. Berorganisasi juga mendapatkan kesenangan dan kepuasan sebab dapat menikmatinya dalam bentuk persahabatan dengan para anggota organisasi dan tumbuh bersama organisasi tersebut.

Organisasi, wadah pengembangan diri yang secara psikologi memasuki taraf kedewasaan membutuhkan semacam “simulasi kehidupan” untuk menghadapi kehidupan nyata di luar, tempat para aktifis organisasi mengimplementasikan apa yang mereka dapatkan di bangku pendidikan ke dalam objek nyata di kehidupan mereka, dan lain-lain sebagainya.

Dalam organisasi, mahasiswa belajar disiplin, menghargai waktu, menghargai orang lain, teknik berkomunikasi dan bersosialisasi dengan berbagai macam tipe manusia dan budaya yang kelak akan berguna bagi diri kita, juga dapat mengaplikasikan segala ilmu yang telah diperoleh, implementasi ilmu dalam bentuk konkret bukan sekedar teori.

Dalam buku Panduan Kegiatan Kamahasiswaan, Politeknik Negeri Jakarta (2010) dijelaskan bahwa kegiatan kemahasiswaan merupakan suatu keniscayaan yang menjadi bagian dari tolok ukur kehidupan kampus yang dinamis. Ragam kegiatan terkait dengan keorganisasian, merupakan salah satu ajang dalam melatih mahasiswa bekerja sama dan bertoleransi dalam pergaulan masyarakat luas. juga harus ada integritas harmonisasi antara kemampuan akademik dan berorganisasi.



Gambar 1 Struktur Organisasi Kegiatan Kemahasiswaan PNJ

Beragam elemen organisasi di Politeknik Negeri Jakarta yang mawadahi kekuatan dalam berbagai bentuk untuk menunjang minat, bakat, dan aktivitas sosial budaya serta religi; diperlukan manajemen organisasi dan komunikasi. Manajemen organisasi berperan menentukan arah organisasi, untuk itu kepengurusan harus dapat dipertanggung-jawabkan.

2. Metode Penelitian

Pendekatan penelitian ini ialah pendekatan konstruksi naturalisme atau interpretatif terhadap data yang diperoleh melalui pengumpulan data pustaka dan wawancara. Pendekatan penelitian ini ini bertujuan untuk mencari hubungan antara nilai karakter/soft skill dan organisasi mahasiswa yang dihubungkan dengan kompetensi kerja.

Pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan teknik pengumpulan data pustaka dan wawancara yang kemudian dirangkum dalam deskriptif analitis. Penyimpulan hasil penelitian diperoleh dari proses analisis informasi untuk menjawab masalah, yaitu hubungan antara pendidikan karakter dan karakter berorganisasi terhadap organisasi kemahasiswaan.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Nilai Karakter Utama pada Organisasi Kemahasiswaan di Politeknik Negeri Jakarta

Tingginya minat mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta pada kegiatan kemahasiswaan, muncul berbagai elemen organisasi yang menunjang minat, bakat, aktivitas, sosial budaya, dan religi. Keberhasilan organisasi mahasiswa dapat menjadi denyut nadi bangsa untuk terus dapat menghidupi dirinya. Itulah sebabnya, keberhasilan organisasi mutlak adanya, yang ditentukan oleh manajemen, kredibilitas kepengurusan, dan kreativitas kegiatan.

Tugas pokok organisasi yang terdapat di buku Panduan, dianalisis berdasarkan nilai karakter jujur, cerdas, tanggung, dan peduli. Hasil analisis korelasi dimensi pendidikan karakter dalam tugas pokok dan fungsi kegiatan kemahasiswaan diuraikan dalam Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dinyatakan bahwa hampir semua dimensi karakter terdapat pada terhadap tugas pokok dan fungsi organisasi kemahasiswaan di lingkungan PNJ, kecuali nilai jujur dan tangguh pada penentuan visi dan misi. Dalam hal ini penentuan visi dan misi lebih ditentukan oleh kecerdasan dan ketangguhan. Begitu juga dalam Membuat program kerja, tidak terdapat nilai jujur. Dalam program melaksanakan pengawasan pada organisasi kemahasiswaan dan jalannya program kerja tidak terdapat nilai cerdas. Pada

program membuat dan menetapkan tata tertib organisasi, tidak terdapat nilai jujur.

Sedangkan analisis dimensi karakter pada prosedur kegiatan kemahasiswaan, hasil analisis ditampilkan pada Tabel 2. Pada tabel 2 terlihat bahwa semua komponen standar prosedur kegiatan kemahasiswaan mutlak mengandung nilai jujur, cerdas, tangguh, dan peduli.

Analisis karakter juga dilaksanakan pada fasilitas, sarana, dan prasarana organisasi kemahasiswaan. Hasilnya ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa dimensi jujur tidak terdapat pada sekretariat, ruang/aula/gedung, panjat dinding, furniture, kesehatan. Dimensi cerdas hanya terdapat pada sekretariat, panjat dinding, dan sarana publikasi.

Tabel 1: Dimensi Karakter pada Tugas Pokok dan Fungsi Kegiatan Kemahasiswaan

No	Tugas pokok dan fungsi	Nilai-nilai Pendidikan Karakter			
		Jujur	Cerdas	Tangguh	Peduli
1	Menentukan visi dan misi		v		v
2	Membuat dan menjalankan ketetapan Garis-garis Besar Haluan Kerja	v	v	v	v
3	Membuat program kerja		v	v	v
4	Menetapkan <i>Poyect Officer</i> Pemilihan Raya	v	v	v	v
5	Menetapkan <i>Poyect Officer</i> pemilihan ketua-ketua himpunan.	v	v	v	v
6	Melaksanakan pengawasan pada organisasi kemahasiswaan dan jalannya program kerja.	v		v	v
7	Membuat dan menetapkan tata tertib organisasi.		v	v	v
8	Mensyahkan pembentukan, pembekuan, dan pembubaran UKM dan BO.	v	v	v	v
9	Melaksanakan koordinasi atas program kerja antar organisasi.	v	v	v	v
10	Mengajukan dan meminta persetujuan kepada pembina/stuktural PNJ	v	v	v	v
11	Membuat laporan pertanggungjawaban kegiatan dan kepengurusan	v	v	v	v

Tabel 2: Dimensi Karakter pada Standar Prosedur Kegiatan Kemahasiswaan

No	Standar prosedur	Nilai-nilai Pendidikan Karakter			
		Jujur	Cerdas	Tangguh	Peduli
1	Kegiatan organisasi kemahasiswaan	v	v	v	v
2	Proposal kegiatan	v	v	v	v
3	Sponsor kegiatan	v	v	v	v
4	Laporan pertanggungjawaban	v	v	v	v

Dimensi tangguh tidak terdapat pada sekretariat, ruang/aula/gedung, perlengkapan olah raga, transportasi, peralatan elektronik, furniture, asuransi, sarana publikasi. Dimensi peduli tidak terdapat pada lapangan olah raga (basket, voli, tenis,) kantin, asuransi, sarana publikasi. Berdasarkan Tabel 1, Tabel 2, dan tabel 3; rangkuman dimensi pendidikan karakter pada organisasi kemahasiswaan, ditampilkan di Tabel 4.

Dari Tabel 5 dapat dinyatakan bahwa nilai karakter yang terdapat pada organisasi kemahasiswaan ialah

peduli (88%), berikutnya ialah jujur dan tangguh masing-masing 72%, dan cerdas 53%. Secara keseluruhan nilai karakter pada organisasi kemahasiswaan ialah 71%.

Nilai kecerdasan mempunyai nilai terendah, menurut persepsi penulis kondisi wajar karena organisasi kemahasiswaan bukan bagian dari kurikulum yang sangat menekankan kecerdasan. Lagi pula, PNJ merupakan pendidikan vokasi yang mengutamakan psikomotorik yang menekankan karakter tangguh.

Tabel 3: Dimensi Karakter pada Fasilitas, Sarana, Prasarana

No.	Penggunaan fasilitas, sarana, prasarana	Dimensi Pendidikan Karakter			
		Jujur	Cerdas	Tanggung	Peduli
Fasilitas, sarana, prasarana di dalam kampus PNJ					
1	Sekretariat		v		v
2	Ruang/aula/gedung				v
3	Lapangan olah raga (basket, voli, tenis,)	v		v	
4	Panjat dinding		v	v	v
5	Perlengkapan olah raga	v			v
6	Transportasi				v
7	Peralatan elektronik	v			v
8	Furniture				v
9	Kantin	v		v	
10	Kesehatan			v	v
11	Asuransi	v			
12	Sarana ibadah	v		v	v
13	Sarana publikasi	v	v		
Fasilitas, sarana, prasarana di luar kampus PNJ/di lingkungan UI					
1	Lapangan olah raga	v		v	v
2	Transportasi	v		v	v
3	Kesehatan	v		v	v
4	Asuransi	v		v	v

Tabel 4: Rangkuman Nilai Pendidikan Karakter pada Organisasi Kemahasiswaan

Nilai karakter	Item	f	%
Jujur	32	23	72
Cerdas	32	17	53
Tanggung	32	23	72
Peduli	32	28	88
JUMLAH	128	91	71

Namun, bagi organisasi kemahasiswaan yang menjadi penting ialah karakter peduli, karena mahasiswa belajar mengelola rekan-rekannya dalam wadah organisasi. Misalnya, dalam pemilihan ketua himpunan, diperlukan dukungan anggota sehingga calon ketua harus banyak memperhatikan rekan-rekannya. Perlu diingat bahwa organisasi kemahasiswaan lebih mengedepankan nilai sosial yaitu tanggung dan peduli, dibandingkan dengan nilai personal yaitu cerdas dan jujur. Jadi wajar jika peduli menduduki peringkat pertama, dan tanggung menjadi peringkat kedua, walaupun bersama-sama dengan jujur.

B. Nilai *Soft Skill* pada Organisasi Kemahasiswaan di Politeknik Negeri Jakarta

Analisis *soft skill* akan dilakukan terhadap pada Tugas Pokok dan Fungsi Kegiatan Kemahasiswaan, Standar Prosedur Kegiatan Kemahasiswaan, dan Fasilitas, Sarana, Prasarana. Tabel 5 tentang nilai *soft skill* pada

tugas pokok dan fungsi kegiatan kemahasiswaan, yang merupakan hasil analisis diperoleh hasil bahwa nilai *soft skill* yang tertinggi terdapat pada kerjasama, berikutnya inisiatif dan disiplin, yang terendah integritas. Integritas menjadi terendah karena isinya kejujuran akademis, sementara dalam organisasi kemahasiswaan tidak banyak dibutuhkan kejujuran akademis. Hal ini sesuai dengan prinsip organisasi, yaitu garis komando, kesatuan komando, delegasi, dan akuntabilitas. Integritas menggambarkan prinsip akuntabilitas, disiplin menggambar prinsip garis komando, inisiatif menggambarkan prinsip delegasi, dan kerjasama menggambarkan kesatuan komando. Jadi, yang dianggap penting oleh organisasi kemahasiswaan di PNJ ialah kesatuan komando atau kerja sama.

Tabel 6 tentang nilai *soft skill* pada standar prosedur kegiatan kemahasiswaan, merata antara 3 dan 2. Kegiatan kemahasiswaan bernilai disiplin dan kerjasama, proposal kegiatan bernilai integritas; inisiatif; dan kerjasama, begitu juga sponsor kegiatan, sedangkan laporan pertanggungjawaban bernilai integritas dan disiplin.

Dikaitkan dengan tujuan organisasi, yaitu belajar disiplin, menghargai waktu, menghargai orang lain, teknik berkomunikasi dan bersosialisasi dengan berbagai macam tipe manusia dan budaya, mengaplikasikan segala ilmu yang telah kita dapatkan, melatih kepercayaan diri, meningkatkan solidaritas, memupuk rasa tanggung jawab; prosedur kegiatan

mahasiswa menjadi implementasi dan aplikasi dari tujuan organisasi.

Tabel 5: Nilai *Soft skill* pada Tugas Pokok dan Fungsi Kegiatan Kemahasiswaan

No	Tugas pokok dan fungsi	Item Penilaian Soft Skill			
		Integritas	Disiplin	Inisiatif	Kerjasama
1	Menentukan visi dan misi	v		v	v
2	Membuat dan menjalankan ketetapan Garis-garis Besar Haluan Kerja		v		v
3	Membuat program kerja	v		v	v
4	Menetapkan <i>Poyect Officer</i> Pemilihan Raya		v	v	v
5	Menetapkan <i>Poyect Officer</i> pemilihan ketua-ketua himpunan.		v	v	v
6	Melaksanakan pengawasan pada organisasi kemahasiswaan dan jalannya program kerja.		v	v	v
7	Membuat dan menetapkan tata tertib organisasi.	v	v	v	v
8	Mensyahkan pembentukan, pembekuan, dan pembubaran UKM dan BO.		v		v
9	Melaksanakan koordinasi atas program kerja antar organisasi.		v		v
10	Mengajukan dan meminta persetujuan kepada pembina/stuktural PNJ	v		v	v
11	Membuat laporan pertanggungjawaban kegiatan dan kepengurusan	v	v	v	v
JUMLAH		5	8	8	11

Tabel 6: Nilai *Soft skill* pada Standar Prosedur Kegiatan Kemahasiswaan

No	Standar prosedur	Item Penilaian Soft Skill			
		Integritas	Disiplin	Inisiatif	Kerjasama
1	Kegiatan organisasi kemahasiswaan		v		v
2	Proposal kegiatan	v		v	v
3	Sponsor kegiatan	v		v	v
4	Laporan pertanggungjawaban	v	v		
JUMLAH		3	2	2	3

Tabel 7 tentang nilai *soft skill* pada fasilitas, sarana, prasarana memperlihatkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada disiplin, kemudian kerjasama, selanjutnya inisiatif dan integritas. Disiplin memiliki nilai tertinggi dalam mengelola fasilitas, sarana, prasarana olah raga menjadi keharusan karena pengelolaan membutuhkan perawatan secara periodis. Sedangkan kerjasama diperlukan dalam pelaksanaan perawatan fasilitas, sarana, prasarana.

Organisasi, wadah pengembangan diri yang secara psikologi memasuki taraf kedewasaan membutuhkan semacam "simulasi kehidupan" untuk menghadapi kehidupan nyata di luar, wadah para aktivis organisasi mengimplementasikan apa yang mereka dapatkan di bangku pendidikan ke dalam objek nyata di kehidupan mereka, dan lain-lain sebagainya. Untuk mencapai tujuan, organisasi membutuhkan wadah dalam arti

yang sesungguhnya/harafiah, berupa fasilitas, sarana, prasarana sebagai "simulasi kehidupan".

Dari Tabel 8 dapat dinyatakan bahwa nilai *soft skill* yang terdapat pada organisasi kemahasiswaan ialah kerjasama (81%), disiplin (78%), inisiatif (56%), dan integritas (34%). Secara keseluruhan nilai *soft skill* pada organisasi kemahasiswaan ialah 63%. Nilai integritas menjadi nilai terendah, menurut persepsi penulis kondisi wajar karena organisasi kemahasiswaan bukan bagian dari kurikulum yang sangat menekankan integritas yang dalam hal ini ialah kejujuran akademis. Demikian pula dengan inisiatif yang di dalamnya adalah iniatif belajar secara individu, sedangkan organisasi kemahasiswaan lebih mengutamakan kerjasama. Sudah selayaknya kebersamaan dalam organisasi kemahasiswa mementingkan kerjasama dan disiplin.

Tabel 7: Nilai *Soft skill* pada Fasilitas, Sarana, Prasarana

No	Penggunaan fasilitas, sarana, prasarana	Item Penilaian <i>Soft Skill</i>			
		Integritas	Disiplin	Inisiatif	Kerjasama
Fasilitas, sarana, prasarana di dalam kampus PNJ					
1	Sekretariat	v	v	v	v
2	Ruang/aula/gedung				v
3	Lapangan olah raga (basket, voli, tenis,)		v		v
4	Panjat dinding		v		v
5	Perlengkapan olah raga	v			v
6	Transportasi		v	v	v
7	Peralatan elektronik		v		v
8	Furniture		v		v
9	Kantin	v	v		v
10	Kesehatan		v	v	
11	Asuransi		v	v	
12	Sarana ibadah		v		v
13	Sarana publikasi		v		v
Fasilitas, sarana, prasarana di luar kampus PNJ/di lingkungan UI					
1	Lapangan olah raga		v	v	v
2	Transportasi		v	v	v
3	Kesehatan		v	v	
4	Asuransi		v	v	
JUMLAH		3	15	8	12

Tabel 8: Rangkuman Nilai *Soft Skill* pada Organisasi Kemahasiswaan

Dimensi karakter	Item	f	%
Integritas	32	11	34
Disiplin	32	25	78
Inisiatif	32	18	56
Kerja sama	32	26	81
JUMLAH	128	80	63

Dari Tabel 8 dapat dinyatakan bahwa nilai *soft skill* yang terdapat pada organisasi kemahasiswaan ialah kerjasama (81%), disiplin (78%), inisiatif (56%), dan integritas (34%). Secara keseluruhan nilai *soft skill* pada organisasi kemahasiswaan ialah 63%. Nilai integritas menjadi nilai terendah, menurut persepsi penulis kondisi wajar karena organisasi kemahasiswaan bukan bagian dari kurikulum yang sangat menekankan integritas yang dalam hal ini ialah kejujuran akademis. Demikian pula dengan inisiatif yang di dalamnya adalah inisiatif belajar secara individu, sedangkan organisasi kemahasiswaan lebih mengutamakan kerjasama. Sudah selanjutnya kebersamaan dalam organisasi kemahasiswaan mementingkan kerjasama dan disiplin.

4. Kesimpulan

- 1) Nilai karakter utama pada organisasi kemahasiswaan di Politeknik Negeri Jakarta peduli, jujur dan tangguh, cerdas; dengan nilai 71.
- 2) Nilai kecerdasan kurang dimiliki oleh organisasi kemahasiswaan di Politeknik Negeri Jakarta justru mengutamakan prikomotorik yaitu tangguh dan peduli sebagai nilai sosial dari anggotanya.
- 3) Nilai *soft skill* pada organisasi kemahasiswaan di Politeknik Negeri Jakarta, tertinggi berturut-turut kerjasama, disiplin, inisiatif, dan integritas; dengan nilai 63.
- 4) Dalam organisasi kemahasiswaan mengutamakan kerjasama dan disiplin yang merupakan komitmen dari sikap sosial, sedangkan integritas dan integritas lebih dibutuhkan dalam kurikulum dan sikap individu.
- 5) Nilai karakter utama maupun nilai *soft skill* pada organisasi kemahasiswaan di Politeknik Negeri Jakarta cukup tinggi sehingga disarankan penilaian *soft skill* yang selama ini dilaksanakan secara struktural, sebaiknya dilaksanakan melalui menoring peran serta mahasiswa dalam kegiatan kemahasiswaan.

Daftar Acuan

- [1] Didik Supriyanto. 1998. *Perlawanan Pers Mahasiswa, Protes Sepanjang NKK/BKK*. Jakarta: Sinar Harapan
- [2] Minto Rahayu, 2009b *Pengaruh Nasionalisme dan Perubahan Sosial Terhadap Pergerakan Mahasiswa di Ere Reformasi*. Tesis: PKN UI

Acuan Pendukung

- [1]. George McTurnan Kahin. 1995. *Nasionalisme dan Revolusi di Indonesia*. Surakarta: Sebelas Maret University Pers dan Jakarta: PT Sinar Harapan
- [2]. Hatta Albanik. 2004. "Gerakan Mahasiswa: Gerakan Hati Nurani Bangsa" dalam Rum Aly. *Menyilang Jalan Kekuasaan Militer*. Jakarta: Penerbit Kompas
- [3]. Kementerian Pendidikan Nasional. 2011. *Naskah Akademik Pendidikan Karakter di Perguruan Tinggi*. Jakarta
- [4]. Koentjaraningrat, 1973. *Kebudayaan Mentalitas dan Pembangunan*. Jakarta: Gramedia
- [5]. Mu'in, Fatchul, 2011. *Pendidikan Karakter, Kongsruksi Teoritik dan Praktik*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media
- [6]. Politeknik Negeri Jakarta, 2011a. *Pedoman Pelaksanaan Pendidikan Karakter bagi Mahasiswa*. Jakarta
- [7]. .. . 2011b. *Pedoman Pelaksanaan Pendidikan Karakter bagi Mahasiswa*
- [8]. . . . 2011c. *Panduan Kegiatan Kemahasiswaan*, 2010. Politeknik Negeri Jakarta
- [9]. Rahayu, Minto, 2009a. *Pendidikan Kewarganegaraan, Perjuangan Menghidupi Jatidiri Bangsa*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia
- [10]. Samani, Muchlas dan Hariyanto, 2011. *Konsep dan Model Pendidikan Karakter*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- [11]. Sarlito Wirawan Sarwono. 1978. *Perbedaan antara Pemimpin dan Aktivistis dalam Gerakan Mahasiswa, Suatu Studi Psikologi Sosial (Disertasi)*. Jakarta: Fakultas Psikologi Universitas Indonesia
- [12]. Scerenko, Linda. 1997. *Value and Character Education Implementation Guide*. Georgia Departemen of Education
- [13]. Stan Kossen, 1983. *Aspek Manusia dalam Organisasi*. Jakarta: Erlangga
- [14]. Wartiyati dan Minto Rahayu, 2012. *Pengukuran Pendidikan Karakter Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta*. Depok: PNJ
- [15]. Undang-Undang Dasar Republik Indonesia 1945
- [16]. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- [17]. <http://buayaonline.blogspot.com/2012/06/orga-nisasi-sebagai-wahana-pengembangan.html>
- [18]. (Februari 2013)
- [19]. <http://politik.kompasiana.com/2012/04/21/rep-osisi-peranan-mahasiswa-dalam-peningkatan-produktifitas-dan-inovasi-membangun-bangsa-456250.html>

Kode Makalah: B7-16

PENGIDENTIFIKASI NOMOR UNIK *RFID* SISTEM BUKA-TUTUP PALANG MENYESUAIKAN DATABASE SISTEM PERPARKIRAN

B. S. Rahayu Purwanti¹, Reza Virgiawan²

1. Dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta
2. Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

E-mail: bernadeta.purwanti@outlook.com¹, virgiawan29@gmail.com²

Abstrak

Penelitian ini mengobservasi sistem identifikasi pengguna parkir sesuai dengan database SIMPARK (SISTEM PERPARKIRAN). Pengguna parkir diidentifikasi nomor unik *tag RFID* (*Radio Frequency Identity*) sebagai Card Reader. SIMPARK [5] terdiri dari sistem identifikasi (*RFID-Tag*, *Box RFID Reader*) yang telah terintegrasi dengan sistem buka-tutup palang parkir. SIMPARK dikembangkan, terkoneksi pada Laci PERKARA (Penyimpanan Perlengkapan Pengendara), dua sistem yang terintegrasi. Tantangan pengembangan adalah mensinkronkan identifikasi dua pada sistem yaitu SIMPARK dan Laci PERKARA. Penelitian ini fokus pada pemrograman untuk mengidentifikasi nomor *RFID-Tag* parkir sesuai database dalam SIMPARK. Setelah nomor unik terdeteksi, ditemukan nama pengguna kartu RFID, selanjutnya Personal Computer mendisplai data-data lain, seperti nomor kendaraan, tanggal dan waktu parkir, serta status retribusi. *RFID Tag* yang telah terdeteksi sesuai identitas pengguna, kemudian palang parkir terbuka (masuk), tertutup(keluar) secara otomatis. Dua jenis pengguna *RFID-Tag*: ⁽¹⁾Pedekapas dikenali sebagai pelanggan parkir yang telah membayar retribusi dan memiliki stiker parkir. ⁽²⁾Petakapas tidak dikenali sebagai pelanggan, dan tidak memiliki stiker, maka harus membayar retribusi parkir. *Box RFID memuat modul reader yang dapat mendeteksi nomor unik pada RFID-Tag. RFID-Tag berbentuk Card*, memuat chip khusus dengan kode tertentu. Kode berupa nomor unik yang terdeteksi oleh *RFID Reader* sesuai nomor unik Penelitian ini bertujuan menampilkan identitas dari pengguna Pedekapas dan Petakapas ke PC (*Personal Computer*) sesuai databse SIMPARK. Uji coba sistem telah berhasil mengenali Nomor Unik dalam card reader, diikuti buka-tutup palang parkir. Data hasil deteksi ditampilkan ke PC sesuai dengan format pengguna parkir dalam database. Susunan format adalah kolom-kolom dalam tabulasi terdiri dari jurusan, waktu masuk, waktu keluar, tanggal, nomor kendaraan, Pedekapas/Petakapas.

Abstract

This research was observed identity of the parking users according to the SIMPARK's (PARKING SYSTEM) database. The parking users were identified from a unique number which had been kept in the RFID (Radio Frequency Identity) Tag as reader card. SIMPARK [5] consist of Identity System (RFID tag, RFID Box) which had been integrated with Open-Closed Cross Parking System. The SIMPARK was to develop and integrate with the PERKARA Drawer (The tools saved rider). Challenges of development are to synchronize both systems according to SIMPARK and The Locker Parking This research focused on the programming for identifying of parking users which is accordance with the database of SIMPARK. After the unique number was identified, the user name RFID Card was founded, and then Personal Computer to display the others data, such as the number of motor cycles, date and time of parking, and the retribution status. RFID tag had ben detect according to the users identity, and then the cross parking was opened (to in) and closed (to out) automatically. Two kinds classified of RFID Tag are; ⁽¹⁾Pedekapas and Petakapas. ⁽²⁾Pedekapas were known as parking subscriber who paid retribution and had parking sticker. Petakapas were not known as parking subscriber, who not paid retribution and had not parking sticker. RFID box contain a reader module which could detect the unique number on RFID Tag. RFID Tag is the form a card which contains a specific chip with special code. Code is the form a unique number and could detect by RFID Reader which were detected unique number in that tag. The research goal is displaying identity of Pedekapas and Petakapas users to PC (Personal Computer) accordance SIMPARK's database. The test identification system had been success known the unique number, and following open-closed of the cross parking. The result detection data were display at PC accordance of users parking format in database. Format arrangement is coulombs in tabulation consist of department, in time, out time, date, rider number, and Pedekapas or Petakapas.

Key Words: *RFID, Pedekapas, Petakapas, unique number, cross parking.*

1. Pendahuluan

Penelitian ini mengobservasi tentang sistem perparkiran motor berbasis *RFID* dan dilengkapi sistem database. Kelemahan sistem parkir secara konvensional; peluang kecurangan pengelolaan/ pelaporan uang retribusi cukup besar. Contoh lainnya adalah stiker parkir seseorang dipinjam sehingga tidak sesuai pemiliknya, transaksi pembayaran retribusi tidak terekam, pemasukan dana parkir sulit dilacak. Hal yang paling mencolok adalah terjadi kemacetan di gerbang parkir. Pelayanan petugas melambat saat jam masuk, aktifitas seseorang di kantor/kampus/ atau perusahaan dilaksanakan serentak.

Pengecekan STNK saat kendaraan keluar dari area parkir perlu waktu dan cenderung timbul antrian [1]. Keamanan di sekitar area parkir pun penting dan harus diperhatikan. Pencurian berkendaraan berikut perlengkapan kendaraan roda dua tidaklah sedikit. Perlengkapan kendaraan yang dimaksud adalah helm, kaos tangan, masker, dan lain-lain yang mungkin saja tidak penting. Kaos tangan selain kecil, mungkin kotor, atau lembab dan sepertinya tidak mungkin ditinggalkan di atas motor. Jika kaos tangan hilang merepotkan dan tidak nyaman bagi pemiliknya, Seseorang mengambil kaos tangan yang tergeletak bukan karena nilainya tetapi lebih kepada melihat dan tersedianya suatu yang dibutuhkan. Jika kaos tangan hilang, peluang lenyapnya helm lebih besar, karena si pengambil menaksir harga. Perlengkapan pengendara umumnya dibawa oleh pemiliknya, karena tidak ada tempat khusus untuk meletakkannya di perparkiran. Tempat penitipan perlengkapan pengendara berbasis teknologi sudah saatnya direkayasa. Penggabungan sistem buka tutup palang parkir dan penyimpanan perlengkapan pengendara salah satunya.

Teknologi sistem perparkiran berbasis *RFID* (*Radio Frekuensi Identifikasi*) terdiri dua bagian [2] yaitu Tag *RFID*, dan *RFID* Reader. Tag *RFID* berupa chip khususnya kode informasi unik dan *reader* pembaca kode pada tag [3]. Pembacaan data pada kartu memanfaatkan media gelombang radio frekuensi tertentu. Pengiriman data ke *RFID* tag, diterima kembali pantulannya dalam bentuk kode unik [4].

Identifikasi data dengan pemindaian sudah berkembang, diawali sistem *barcode* pemindai dengan sistem optic [5]. Teknologi *barcode* kemudian diaplikasikan untuk sistem perparkiran yang lebih modern [6]. Sistem parkir & laci penitipan berbasis *RFID* merupakan inovasi yang dapat memberi solusi perparkiran. Penggunaan *RFID* memuat data pengguna elanjutnya disimpan ke dalam database. Database memuat nama, plat nomor kendaran, dan identitas lainnya. Database diartikan sebagai kumpulan data yang saling berhubungan.

Ketika pemilik masuk kedalam area parkir cukup tag kartu *RFID* tersebut, data terekam komputer. Pengguna cukup tag kembali kartu *RFID* saat keluar, dan data dari kartu tersebut muncul di LCD. Petugas parkir tidak perlu memeriksa STNK saat pengguna motor keluar dari area parkir. Palang Pintu masuk dan keluar parkir digerakkan motor DC, dikondisikan oleh mikrokontroler Atmega32. Motor DC dilengkapi dengan limit switch sebagai pendeteksi batas minimum dan maksimum gerakan motor [7].

Palang terbuka setelah mendeteksi kartu, bersamaan dengan penyimpanan data dalam log database. *Microsoft Acces* sebagai sarana membuat field dengan Bahasa dan program Visual Basic (VB) yang merupakan salah satu tool untuk pengembangan aplikasi yang banyak digunakan [8]. Program terintegrasi dengan *Microsoft Acces* dengan *PC* (*Personal Computer*). Integrasi antara *Microsoft Access* dengan Visual Basic 6 menghasilkan sebuah program database. Database disusun menurut aturan tertentu secara logis, sehingga menghasilkan informasi. Penelusuran ulang data yang tersimpan dalam database secara query [1]. VB menerima data serial mikrokontroler, dan sebagai *primary key* dalam database dari 1 biodata.

2. Metode

Aplikasi laci penyimpanan berbasis *RFID* sebagai kunci pembuka-penutup pintu yang terintegrasi dan terkomputerisasi. *RFID* (*Radio Frequency Identification*) merupakan salah satu teknologi identifikasi yang fleksibel. Identifikasi berbasis *RFID* lebih mudah digunakan dibandingkan dengan sistem *barcode*. Tag *RFID* adalah perangkat radio kecil yang disebut transponder atau *barcode* radio.

2.1. Identifikasi berbasis *RFID*

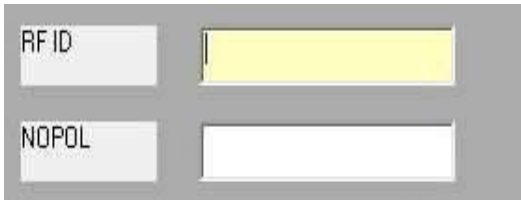
Tag *RFID* memuat sebuah microchip silicon sederhana, di dalamnya menyatu komputer kecil. Tag *RFID* dilekatkan pada benda berupa kartu, gantungan kunci atau stiker. Kode unik di dalam *RFID* dideteksi mikrokontroler Atmega32, berupa kode serial 12 digit. Kode serial dikompilasi oleh Program VB dan data pengguna *RFID* di display pada monitor PC. Aplikasinya untuk buka-tutup pintu palang parkir dan laci penyimpanan penitipan perlengkapan pengendara motor. Sistem identifikasi pengguna perparkiran berbasis *RFID* (Gambar 1).



(a) Modul *RFID* (b) *RFID* Tag
Gambar 1 Modul *RFID* dan *RFID* Tag

2.2. Desain Antarmuka Visual Basic

Pencatatan data berkapasitas besar secara manual (tulisan tangan) membutuhkan ketelitian, sulit diperbaiki jika timbul kesalahan. Teknik pencatatan data berbasis komputer menjadi solusi kesulitan tersebut. Data yang tersimpan dapat dipanggil untuk diedit/dihapus, diolah, serta terkoneksi dengan antarmuka dan VB (Gambar 2).



Gambar 2 Contoh Form Antarmuka VB

2.3. Database dalam Microsoft Access

Bit berupa karakter ASCII (*American Standar Code Form Information Interchange*), 0 (nol) dan 1 (satu) adalah komponen pembentuk byte. Data dalam VB diintegrasikan ke Microsoft Access, agar informasi terdisplay lengkap, cepat, dan benar. Data arsip yang diolah dengan Microsoft Access menjadi sebuah database. Istilah-istilah (Tabel 1) dalam merancang Database harus ditentukan dahulu:

Tabel 1 Istilah pada Database

Istilah	Penjelasan
Database	Penyimpanan, pengumpulan yang memiliki hubungan antara satu data dengan data lain. Hirarki database .
File	kesatuan data sejenis, dimana kumpulan dari file membentuk suatu database.
Record	unit data individu dari sekumpulan record membentuk suatu file.
Field	suatu attribute dari record, kumpulan field membentuk suatu record.
Bit	Merupakan bagian terkecil dari data

Beberapa komponen penting seluruhnya disimpan dalam sebuah file. File tersebut memiliki fungsi masing-masing yang menciptakan suatu kesatuan. Pengolahan data dengan Microsoft Access lebih mudah, data yang dihimpun bisa diedit, diolah sedemikian rupa.

2.4. Cara Kerja Program

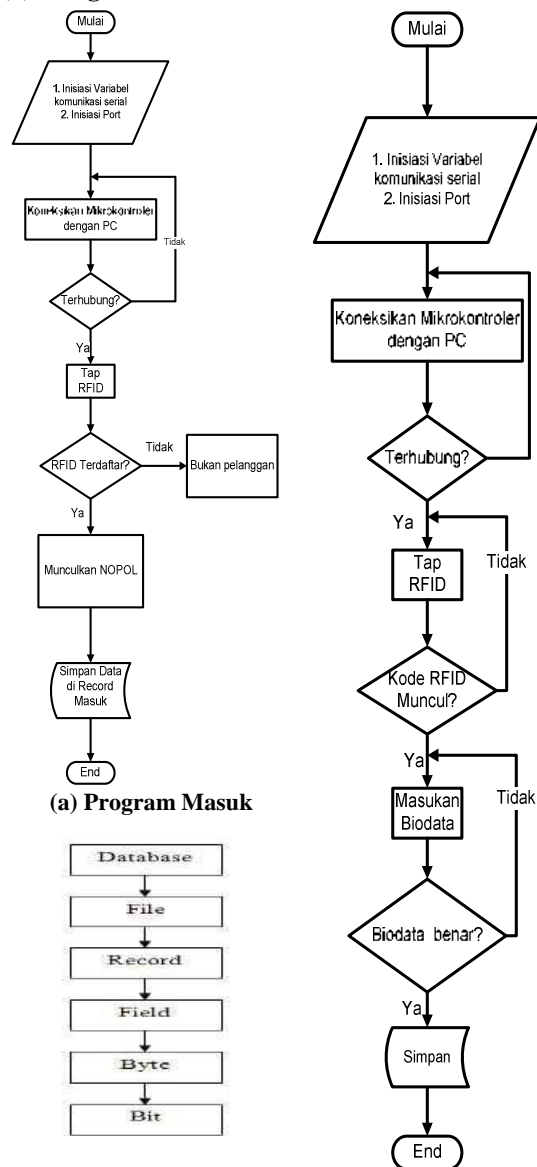
Program VB pada sistem perparkiran terbagi 3 (tiga) bagian yaitu program register, program masuk area parkir, dan program keluar area parkir. Program masuk parkir digunakan saat pengguna parkir masuk kedalam area parkir. Program masuk mengidentifikasi kartu RFID yang telah terdaftar (Pedekapas), maupun yang belum dalam database. Kartu RFID yang tidak

terdaftar, tidak mengakses database, sehingga perlu kartu khusus, yaitu Petakapas.

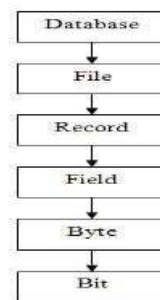
(1). Program Register

Program register dibuat untuk memasukkan data awal dari pengguna parkir ke dalam database. Program register memiliki langkah kerja sebagai berikut. Pertama koneksikan antara komputer dengan rangkaian mikrokontroler yang sudah terpasang RFID. Berikutnya tap RFID untuk memunculkan kode unik RFID. Biodata dari pengguna parkir bisa dimasukan setelah kartu RFID telah teridentifikasi oleh komputer melalui VB. Penyimpanan database dilakukan dengan cara mengkoneksikan Visual Basic dengan Microsoft.

(2). Program Masuk Area Parkir



(a) Program Masuk



(b) Hirarki Database

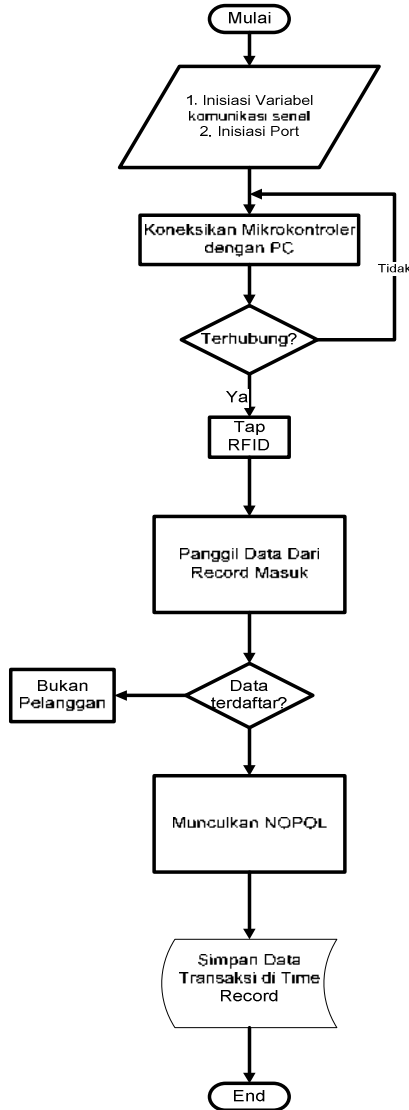
Gambar 3 Parkir dan Flowchart Masuk Parkir

Gambar 4 Flowchar Program Register

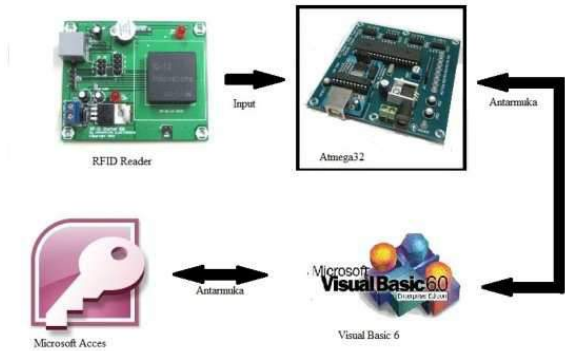
Kartu yang terdaftar, selanjutnya mengakses database, dan memunculkan NOPOL atau data lainnya. Pererekaman data masuk parkir dengan program Microsoft Access. Flowchart program register (Gambar 4).

(3). Program Keluar Area Parkir

Program keluar berbeda dengan masuk ke area parkir. Perbedaannya, merupakan pencatatan data keluar masuk motor.



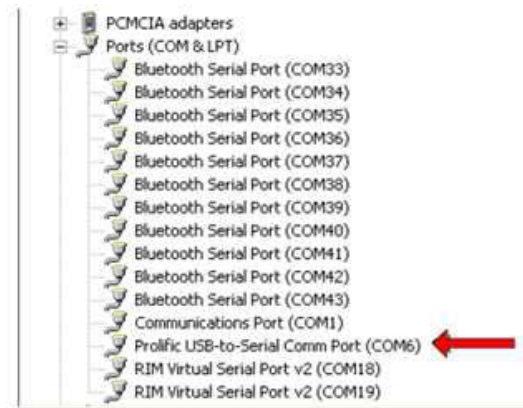
Gambar 6 Flowchart Program keluar Parkir



Gambar 7 Konfigurasi Sistem

Konfigurasi sistem, instalasi rangkaian dan modul pada sistem perparkiran (Gambar 7). Aktifasi sistem yang terdiri dari instalasi rangkaian dan modul, serta komponen diuji sesuai dengan prosedur pengujian.

Setelah kartu RFID didekatkan, LED indikator dan buzzer aktif selama 1 detik. Identifikasi data oleh RFID reader, terjadi koneksi antar ports mikrokontroler dan komputer (device manager) pada control panel (Gambar 8).



Gambar 8 Koneksi mikrokontroler dan komputer

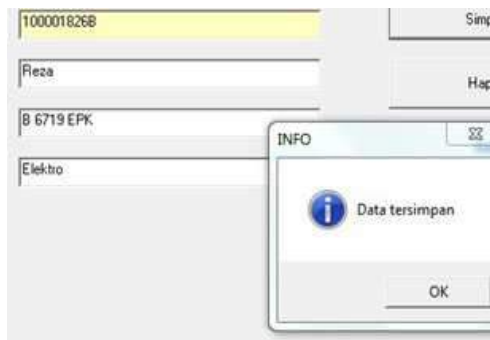
Tujuan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem dengan program aplikasi. Pengujian meliputi pengujian perangkat lunak VB, Microsoft Access dan komunikasi serial. Hasil-hasil pengujian system sebagai berikut:

(1). Pengujian Program Register

Setelah kartu RFID di Tap, muncul serial RFID di text box RF ID, masukan biodata lalu klik simpan dan akan muncul kotak pesan “data tersimpan” (Gambar 9).

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Instalasi, Kongfigurasi Pengujian Sistem



Gambar 9 Program Register

RFID	Nama	NOPOL	Jurusan	Ad
100001826B	Reza	B 6719 EPK	Elektro	

Gambar 10 Database Biodata

Untuk mengetahui program sudah berhasil, lihat database pada Microsoft Access. Data yang disimpan sudah terdapat pada Microsoft Access (Gambar 10) menandakan program penyimpanan data pengguna parkir sudah berhasil.

(2). Pengujian Program Masuk Area Parkir

Gambar 11 Program Masuk Parkir Terkoneksi

Program masuk area parkir telah terkoneksi (Gambar 11) dan sudah mendapat input serial RFID. Data otomatis tersimpan kedalam database "masuk" (Gambar 12) program telah berhasil.

RFID	NOPOL	TimeIn	DateIn	A
100001826B	B 6719 EPK	22:41:28	07-17-2014	

Gambar 12 Database Masuk Area Parkir

(3). Pengujian Program Keluar Area Parkir

Prosedur dilakukan sama dengan pengujian masuk parkir. Gambar 13, menunjukkan form program keluar area parkir. Program telah terkoneksi dan sudah mendapat kode serial kartu RFID. Gambar 14, database keluar area parkir, telah berhasil menyimpan data kendaraan.

Gambar 13 Program Keluar Parkir

RFID	NOPOL	TimeIn	DateIn	TimeOut	DateOut
100001826B	B 6719 EPK	22:41:28	07-17-2014	22:57:28	07-17-2014

Gambar 14 Database Keluar Parkir

Pengujian sistem telah membuktikan bahwa program register, masuk area parkir, dan keluar area parkir berfungsi sesuai rencana.

4. Simpulan

Model buka-tutup palang parkir serta sistem database perparkiran berbasis RFID dan VB telah sesuai rencana. Sistem buka tutup on/off sesuai data kartu RFID yang teridentifikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Politeknik Negeri Jakarta melalui Dana PNBP, yang telah memberikan Hibah Penelitian RGDM, dan Dikti dengan Hibah Desentralisasi PUPT PNJ TA 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Vanny, Rahmadhya dan Syahyuman. Pengolahan Data Arsip Dinamis Inaktif Hukum Menggunakan Microsoft Access di Kantor Pengadilan Negeri Payakumbuh. *Jurnal Ilmu Informasi Perpustakaan dan Kearsipan*: 1 (1) Seri A (2012) 80.
- [2] Vanessa W. S. Tang, Yuan Zheng, Jiannong Cao. An Intelligent Car Park Management System Based on Wireless Sensor Networks Internet and Mobile Computing Lab. Department of Computing the Hong Kong Polytechnic University, P. R. China. *Proceeding of the First International* (2006) 65.
- [3] Hamid. The Development Computerized Parking System with Cost Automation and Using of RFID as User Unique Identity. National Seminar of

- Applied Information Technology (SNATI). ISSN: 1907 5022 (2010) F72.
- [4] Swetha J. RFID Based Automated Bank Locker System. International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET). Volume: 03 Issu: 05. ISSN:2321-7308 (2014) 2319.
- [5] Sugeng Mulyono, B. S. Rahayu Purwanti, Zainal Nur Arifin, Azwardi. *The Development of Motorcycle Parking System based on RFID and Visual Basic Database*. Participant on ASAIS, State Polytechnic of Jakarta. (2013)
- [6] Haurissa, Marceau A.F. 2009. *Penggunaan PLC (Programmable Logic Controller) sebagai Penentuan Jumlah Kendaraan Secara Otomatis pada Area Parkir*. J.T eknologi 6/2 (2009) 660.
- [7] Winarsih, Irda dan Reza Mahendra. Sistem Parkir Otomatis Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler AT 89851. 8/2 (2009) 21.
- [8] K. Srinivasa Ravi, G. H. Varun, T. Vamsi, P. Pratyusha. RFID Based Security System. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). 2/5. ISSN: 22783075-3075 (2013) 132.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN



SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO (SNTE 2014)

Kamis, 18 Desember 2014, Gedung Q Lantai 3
Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok

ARTIKEL BAGIAN C

Tema:

Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Melalui Penelitian
Teknologi Tepat Guna yang Berwawasan Lingkungan



Diterbitkan Oleh:
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru Universitas Indonesia, Depok
2014

Kode Makalah: C1-2

PERANCANGAN DAN REALISASI MIKROSTRIP TRIPLEXER MENGUNAKAN METODA DUAL-MODE OPEN-LOOP RESONATOR

Asep Yudi Hercuadi¹, Winiasti Putri Pratami², Enceng Sulaeman³¹ Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Komp LIPI Gd 20, Jl. Sangkuriang 21/54D, Bandung 40135, Indonesia

² Sekolah Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi D4, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga Kotak Pos 1234 Bandung 40012³ Sekolah Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi D3/D4, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga Kotak Pos 1234 Bandung 40012E-mail: wimax06@gmail.com dan putriwiniastip@yahoo.co.id

Abstrak

Tulisan ini berisikan perancangan dan perealisasi sebuah mikrostrip triplexer. Triplexer adalah sebuah alat sejenis multiplexer yang menggabungkan tiga band frekuensi. Tiga band frekuensi kerja yang digunakan yakni, band frekuensi 2.3 GHz (2300 MHz – 2400 MHz), 3.5 GHz (3400 MHz – 3600 MHz) untuk aplikasi WIMAX (*World Interoperability for Microwave Access*) dan band frekuensi 5.1 GHz (5150 MHz – 5350 MHz) untuk aplikasi LNA (*Low Noise Amplifier*). Metoda yang digunakan adalah *dual-mode open-loop resonator*, adapun keuntungan menggunakan metoda tersebut adalah desain yang sederhana, berukuran kecil, redaman yang kecil, serta dapat mengurangi interferensi antar kanal. Salah satu hasil pengukuran yang diperoleh adalah pada band frekuensi 2.3 GHz, dengan *bandwidth* 100 MHz, memiliki nilai *insertion loss* rata-rata sebesar 1.412 dB dan nilai *return loss* rata-rata sebesar 12.3 dB.

Abstract

This writing gives about design and realization a microstrip triplexer. Triplexer is a tool kind of multiplexer which combine three band frequency, they are at band frequency 2.3 GHz, 3.5 GHz for WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) application and band frequency 5.1 GHz for LNA (Low Noise Amplifier) application. The method are using is dual-mode open-loop resonator, the advantages by using this method are, a simple design, minimum size, low losses, reduce interferences between channel. The measurement's results are the band frequency 2.3 GHz has bandwidth 100 MHz. The value of insertion loss in average is 1.412 dB and the value of return loss in average is 12.3 dB.

Keywords : Multiplexer, Triplexer, WIMAX, LNA, resonator

1. Pendahuluan

WIMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) adalah salah satu teknologi wireless yang saat ini sedang berkembang dan termasuk salah satu teknologi Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel (*Broadband Wireless Access / BWA*). BWA merupakan teknologi akses yang dapat menawarkan akses data/internet berkecepatan tinggi dan berkemampuan menyediakan layanan kapanpun dan dimanapun dengan menggunakan media nirkabel. Terdapat dua kategori layanan BWA, yaitu *Fixed BWA* dan *Mobile BWA*. *Fixed BWA* menawarkan layanan akses pelanggan tetap,

sedang *Mobile BWA* dapat digunakan untuk akses pelanggan tetap dan bergerak [1]. WIMAX sangat cocok untuk pengiriman data karena memiliki bandwidth yang lebar, dan standar WIMAX telah diatur oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE)* 802.16 [2].

LNA (*Low Noise Amplifier*) adalah suatu perangkat yang berfungsi sebagai penerima atau *receiver*. Perangkat ini terdapat di ODU (*Outdoor Unit*) baik dari antenna stasiun bumi / vsat maupun di satelitnya. LNA mempunyai peranan untuk menekan noise yang terjadi selama transmisi sinyal, misal dari satelit ke arah vsat

terminal. Selain itu LNA juga menguatkan sinyal yang telah diterima oleh antenna [3].

Sudah ada beberapa metoda perrealisasian multiplexer seperti *dual-mode ring resonators*, *dual-mode triangular-patch resonator filter*, *manifold-coupled multiplexer*. Adapun kekurangan dari metoda tersebut, misalnya pada metoda *Manifold-Coupled Multiplexer* memiliki kekurangan yakni desain yang kompleks, membutuhkan waktu lama untuk *me-tunning* multiplexernya, dan tidak cocok untuk frekuensi yang fleksibel, yaitu perubahan kanal frekuensi akan membutuhkan desain filter yang baru [4].

Ukuran yang kecil serta bandwidth yang sempit merupakan filter yang akan direalisasikan. Maka yang dipilih adalah metode *dual-mode resonator*. Metode ini menggunakan sebuah resonator yang berperan sebagai dua resonator sehingga didapatkan ukuran mikrostrip yang kecil dan sederhana serta diharapkan dapat mengakomodasi tiga frekuensi yang berbeda dengan bandwidth yang sempit. Diharapkan juga menggunakan metode ini dapat mengurangi interferensi antar kanal dengan mengisolasi secara maksimal. Penggunaan mikrostrip yakni karena biayanya yang murah, loss rendah, bobot yang ringan dan ringkas dari segi ukuran

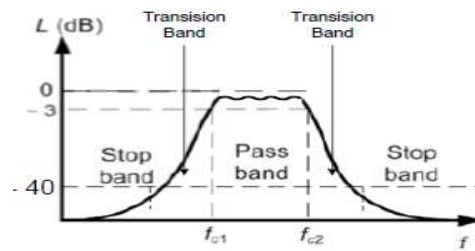
2. Metode Penelitian

Triplexer merupakan sejenis multiplexer yang menggabungkan tiga band frekuensi. Keuntungan dari triplexer adalah memungkinkan tiga kebutuhan yang berbeda untuk digunakan pada satu perangkat. Multiplexer adalah perangkat yang melakukan multiplexing. Multiplexing adalah teknik menggabungkan beberapa sinyal untuk dikirimkan secara bersamaan pada suatu kanal transmisi [5]. Multiplexer disebut juga dengan istilah Transceiver / Mux, kemudian di sisi penerima, gabungan sinyal-sinyal tadi akan kembali dipisahkan sesuai dengan tujuan masing-masing. Proses ini yang disebut Demultiplexing. Receiver atau perangkat yang melakukan Demultiplexing dinamakan Demultiplexer atau Demux.

Tujuan dari multiplexing adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bandwidth / kapasitas saluran transmisi dengan cara berbagi akses bersama. Adapun keuntungan dari multiplexing yakni, komputer host hanya membutuhkan satu port I/O untuk banyak terminal dan hanya satu line transmisi yang dibutuhkan.

Band Pass Filter (BPF)

Bandpass filter adalah rangkaian yang melewatkan frekuensi pada daerah diantara frekuensi *cut-off* pertama dengan frekuensi *cut-off* kedua, serta meredam frekuensi lainnya. *Bandpass* merupakan penggabungan dari *lowpass* filter dan *highpass* filter.

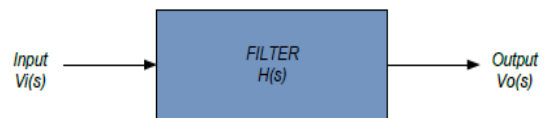


Gambar 1 – Spesifikasi Bandpass Filter

Pada Gambar 1 merupakan spesifikasi bandpass filter (BPF). Band frekuensi yang berada diantara f_{01} dan f_{02} merupakan daerah passband atau daerah yang dilewatkan, sedangkan frekuensi lainnya yang berada di luar daerah passband disebut daerah daerah stopband, artinya frekuensi tersebut diredam.

Filter

Filter adalah sebuah alat yang berfungsi untuk melewatkan sinyal frekuensi yang diinginkan dan meredam frekuensi lainnya yang tidak diinginkan seperti noise atau sinyal distorsi lainnya yang disebabkan oleh kanal transmisi yang tidak baik atau tidak tepat dalam pengukurannya. Filter dapat ditemui di sistem pemancar atau penerima radio, dari bagian *baseband* sampai bagian RF. Secara umum cara kerja filter dapat dijelaskan pada Gambar2 [6]:

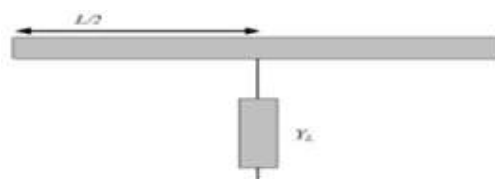


Gambar 2. Diagram blok filter secara umum

Pada Gambar 2, V_i merupakan sinyal dengan beberapa komponen frekuensi. V_o merupakan sinyal keluaran filter dengan komponen frekuensi yang diinginkan yang merupakan sebagian dari komponen frekuensi V_i . Pemisahan frekuensi dinyatakan dalam fungsi alih H yang merupakan perbandingan tegangan sinyal keluaran dan tegangan sinyal masukan.

Metoda Dual-Mode Open-Loop Resonator

Metoda dual-mode berarti satu resonator bertindak sebagai dua resonator. *Dual-mode* berarti memiliki kemampuan akses jaringan GSM dan jaringan internet nirkabel. *Dual-mode resonator* adalah resonator setengah panjang gelombang ($\lambda_g/2$) yang diberi beban pada pusatnya untuk memberikan efek *dual-mode*., seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini:



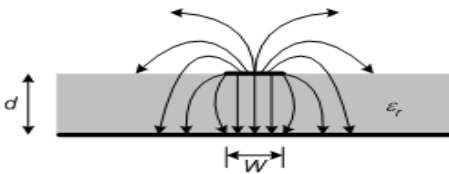
Gambar 3. Resonator $\lambda_g/2$ dengan pembebanan

$$\lambda_g = \frac{c}{f_{01} \sqrt{\epsilon_e}} \tag{1}$$

dimana λ_g adalah panjang gelombang dalam substrat pcb yang digunakan, Beban Y_L dapat berupa konduktif, atau beban suseptif, atau kombinasi keduanya. Efek dari pemberian beban dianalisis menggunakan analisis mode ganjil dan mode genap.

Mikrostrip

Pada saluran mikrostrip saluran terdiri dari konduktor *strip (line)* dan sebuah konduktor bidang tanah yang dipisahkan oleh medium dielektrik dengan konstanta dielektrik ϵ_r . Di atas *strip* adalah udara sehingga jika tanpa *shielding* sebagian medan elektromagnetik akan meradiasi, dan sebagian lagi ada yang masuk kembali ke dalam substrat dielektrik. Jadi ada dua dielektrik yang melingkupi *strip* yakni, udara dengan konstanta dielektrik satu dan substrat dengan konstanta dielektrik $\epsilon_r > 1$. Dengan demikian saluran mikrostrip secara keseluruhan dapat dipandang sebagai sebuah saluran dengan dielektrik homogen yang lebih besar dari satu tetapi lebih kecil dari ϵ_r . Konstanta dielektrik ini disebut konstanta dielektrik efektif (*effective dielectric constant*), untuk lebih jelasnya lihat pada Gambar 4, yang memperlihatkan pola medan listrik pada saluran mikrostrip.



Gambar 4. Pola medan listrik pada saluran mikrostrip

dengan perhitungan sebagai berikut:

Konstanta dielektrik efektif:

$$\epsilon_e = \begin{cases} \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\left(1 + \frac{12d}{W} \right)^{-1/2} + 0,04 \left(1 - \frac{W}{d} \right)^2 \right] & W/d \leq 1 \\ \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + \frac{12d}{W} \right]^{-1/2} & W/d > 1 \end{cases} \tag{2}$$

Impedansi karakteristik:

$$Z_0 = \begin{cases} \frac{60}{\sqrt{\epsilon_e}} \ln \left(\frac{8d}{W} + \frac{4}{d} \right) & W/d \leq 1 \\ \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_e}} \left(W/d + 1,393 + 0,667 \ln(W/d + 1,444) \right) & W/d > 1 \end{cases} \tag{3}$$

untuk keperluan perancangan, jika diketahui impedansi karakteristik Z_0 dan konstanta dielektrik ϵ_r , lebar strip dapat dicari dari:

$$\frac{W}{d} = \begin{cases} \frac{8e^{-A}}{e^{2A} - 2} & W/d < 2 \\ \frac{2}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \right] & W/d > 2 \end{cases} \tag{4}$$

Dengan

$$A = \frac{Z_0}{60} \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} - \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left(0,23 + \frac{0,11}{\epsilon_r} \right) \tag{5}$$

$$B = \frac{377W}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \tag{6}$$

3. Eksperimental

Triplexer yang akan direalisasikan, dirancang terlebih dahulu dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Frekuensi kerja:
 - 2.3 GHz (2300 - 2400 MHz)
 - 3.5 GHz (3400 - 3600 MHz)
 - 5.1 GHz (5150 - 5350 MHz)
- *Insertion loss* pada *passband* masing-masing filter : ≤ 2 dB
- *Return loss* pada *passband* masing-masing filter : ≥ 16 dB
- *Isolasi* yang didapatkan : ≥ 20 dB
- PCB (*Print Circuit Board*) yang digunakan :
 - Jenis : Taconic RF-35
 - Tebal dielektrik (d) : 1.524 mm
 - Tebal konduktor (t) : 0.035 mm
 - Permittivitas relative bahan (ϵ_r) : 3.5
 - Loss tangent (δ) : 0.0018
- Triplexer yang direalisasikan menggunakan metoda *dual-mode open-loop resonator*.

Dalam perancangan ini diperlukan beberapa parameter yang didapatkan dari hasil perhitungan sebagai berikut:

Menentukan Konstanta Dielektrik Efektif (ϵ_e)

Konstanta dielektrik efektif yang terdapat pada setiap saluran berbeda-beda tergantung dari lebarnya (W) saluran tersebut. Dengan perhitungan menggunakan persamaan (2) dan dengan spesifikasi yang telah ditentukan, maka akan didapatkan nilai (ϵ_e) pada masing-masing filter.

Menentukan Panjang Resonator (L)

Setelah didapatkan nilai dielektrik untuk setiap lebar salurannya, kemudian hitung panjang saluran tersebut pada masing-masing filter. Pertama hitung panjang gelombang terbimbing menggunakan persamaan (1), kemudian hitung panjang strip resonator ($\lambda_g/2$). Kemudian panjang strip tersebut ditekuk sampai membentuk *open-loop*.

Menentukan Besar Beban Stub

Pada masing-masing frekuensi yang dirancang terdapat dua beban stub yang memiliki besar panjang (*l*) dan lebar (*W*) yang berbeda, yakni:

1. Besar Beban Stub Pertama (*W*₃, *l*₃)
2. Besar Beban Stub Kedua (*W*₂, *l*₂)

Mula-mula tentukan nilai *W*₂ dan *W*₃, kemudian hitung nilai *l*₂ dan *l*₃, sebagai berikut::

- *Z*₃=

$$\frac{\frac{120\pi}{\sqrt{2.56}}}{\left(\frac{W_3}{d}\right) + 1.393 + 0.667 \ln \left[\left(\frac{W_3}{d}\right) + 1.444 \right]}$$

- *Z*₂=

$$\frac{\frac{120\pi}{\sqrt{2.907}}}{\left(\frac{W_2}{d}\right) + 1.393 + 0.667 \ln \left[\left(\frac{W_2}{d}\right) + 1.444 \right]}$$

Selanjutnya hitung *R*:

$$R = \frac{Z_3}{Z_2}$$

Barulah panjang beban stub (*l*₃ dan *l*₂) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

- *l*₃=

$$\left(\frac{c}{2\pi f_{even} \sqrt{\epsilon\epsilon}} \right) \left(\pi + \text{atan} \left[-R \tan \left(\frac{\cos^{-1} \sqrt{R(R-1)}}{(R^2 - 1)} \right) \right] \right) - l_1$$

dimana *l*₁ = *L*/2

-

- *l*₂ = $\left(\frac{c}{2\pi f_{even} \sqrt{\epsilon\epsilon}} \right) \left(\frac{\cos^{-1} \sqrt{R(R-1)}}{(R^2 - 1)} \right)$

Menentukan Lebar Strip Catu (*Wc*)

Pada catu menggunakan impedansi sebesar 50Ω agar memperoleh transfer daya maksimum. Dengan menggunakan persamaan (4), (5) dan (6) maka didapatkan lebar strip catu ketiga filter. Berikut nilai parameter-parameter yang didapatkan dari hasil perhitungan di atas yang terdapat pada Tabel 1,

Tabel 1. Parameter-parameter hasil perhitungan untuk ketiga filter

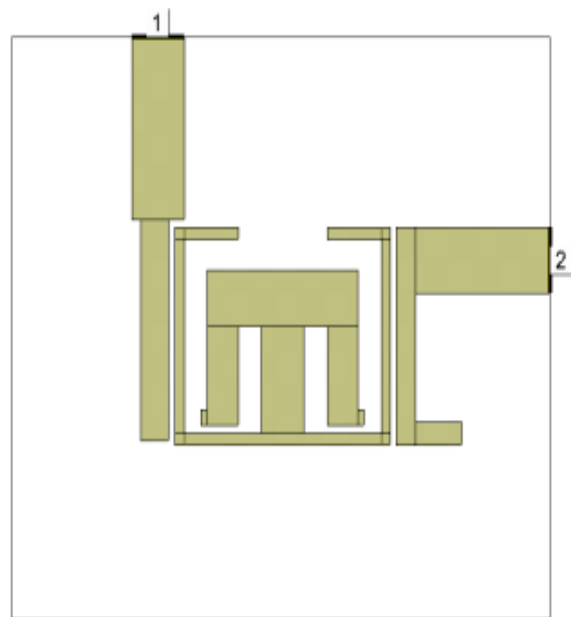
BPF (GHz)	<i>L</i> (mm)	<i>W</i> ₁ (mm)	<i>l</i> ₂ (mm)	<i>W</i> ₂ (mm)	<i>l</i> ₃ (mm)	<i>W</i> ₃ (mm)	<i>W</i> _c (mm)
2.3	41.3	0.6	6.26	7	5.47	1.2	3.4
3.5	27.95	0.6	4.35	6.2	4.04	1.2	3.4
5.1	18.45	0.6	3.65	4	3.34	1.2	3.4

Menentukan besar kopling

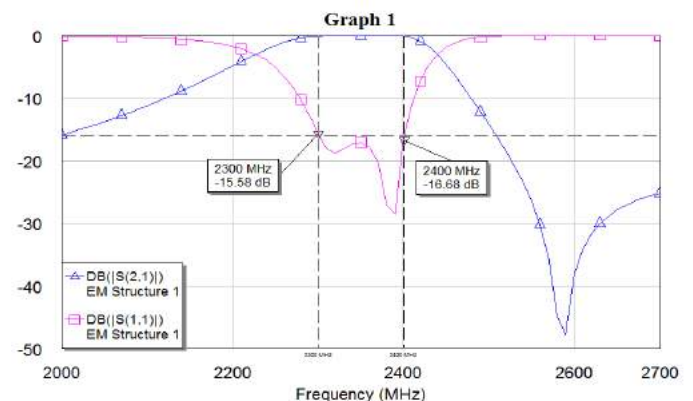
Besar kopling didapatkan dari hasil percobaan berkali-kali sehingga didapatkan hasil simulasi yang diinginkan.

Simulasi Perancangan

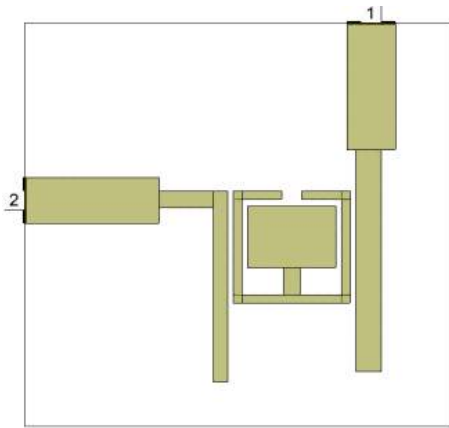
Setelah didapatkan parameter yang dibutuhkan, kemudian dibuat perancangan dan simulasinya menggunakan software AWR untuk masing-masing filter sebagai berikut, Gambar 5 merupakan perancangan filter untuk band frekuensi 2.3 GHz, Gambar 7 untuk band frekuensi 3.5 GHz, dan Gambar 9 untuk band frekuensi 5.1 GHz. Sedangkan hasil simulasi masing-masing perancangan tersebut ditunjukkan pada Gambar 6, Gambar 8 dan Gambar 10:



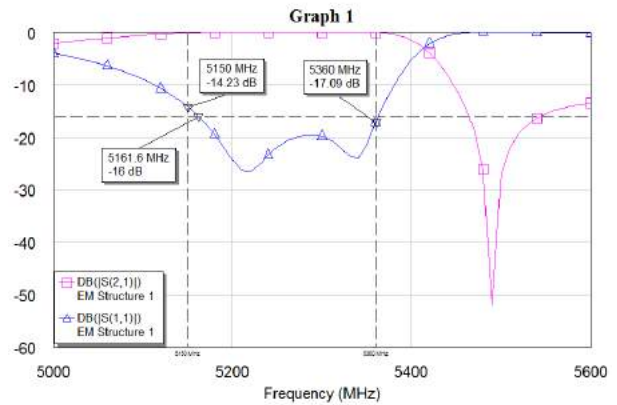
Gambar 5. Rancangan filter untuk band frekuensi 2.3 GHz.



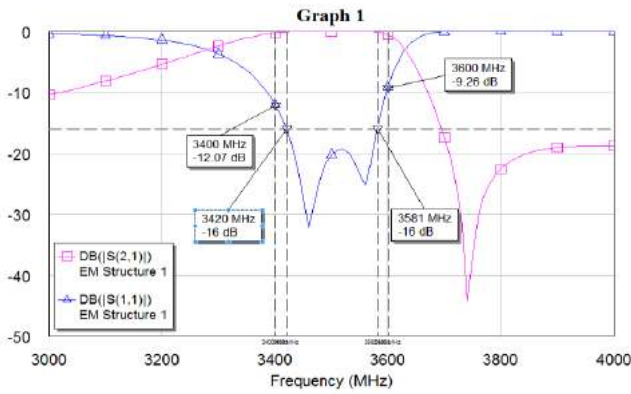
Gambar 6. Hasil simulasi filter untuk band frekuensi 2.3 GHz



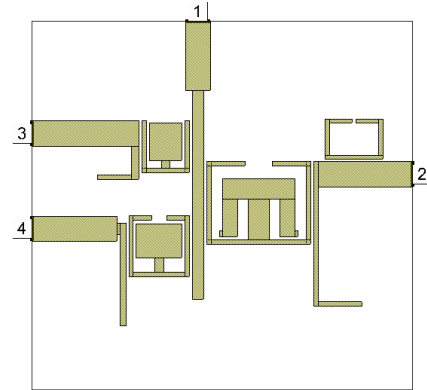
Gambar 7. Rancangan filter untuk band frekuensi 3.5 GHz



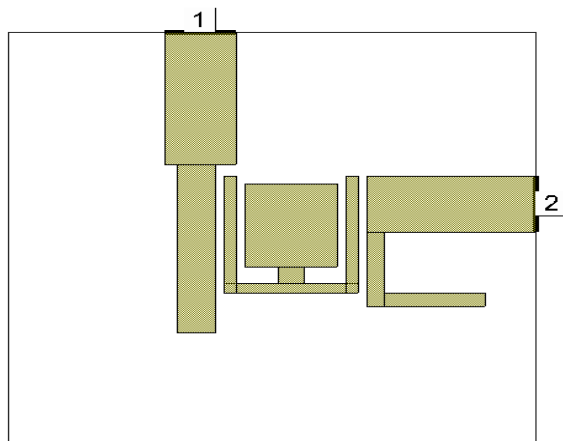
Gambar 10. Hasil simulasi filter untuk band frekuensi 5.1 GHz



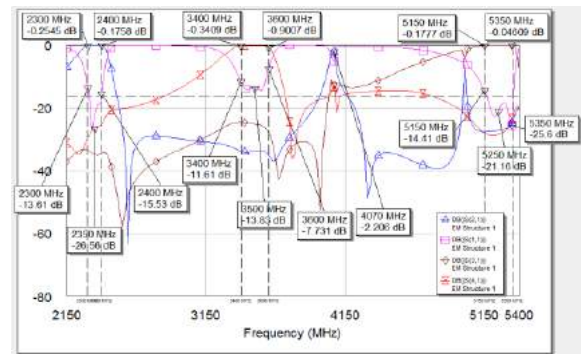
Gambar 8. Hasil simulasi filter untuk band frekuensi 3.5 GHz



Gambar 11. Rancangan mikrostrip triplexer



Gambar 9. Rancangan filter untuk band frekuensi 5.1 GHz

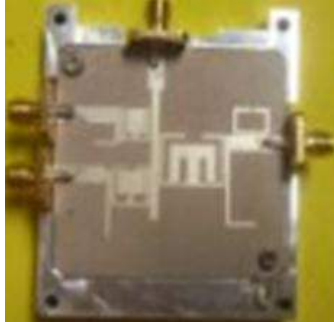


Gambar 12. Hasil simulasi mikrostrip triplexer

Pada Gambar 11 terdapat bandstop yang diletakkan di atas saluran satu filter 2.3 GHz, fungsinya untuk menekan sinyal frekuensi yang tidak dibutuhkan. Perancangan triplexer tersebut merupakan hasil *tunning* sampai didapatkan hasil simulasi yang diinginkan.

Realisasi ke Bahan Dielektrik (PCB) Taconic

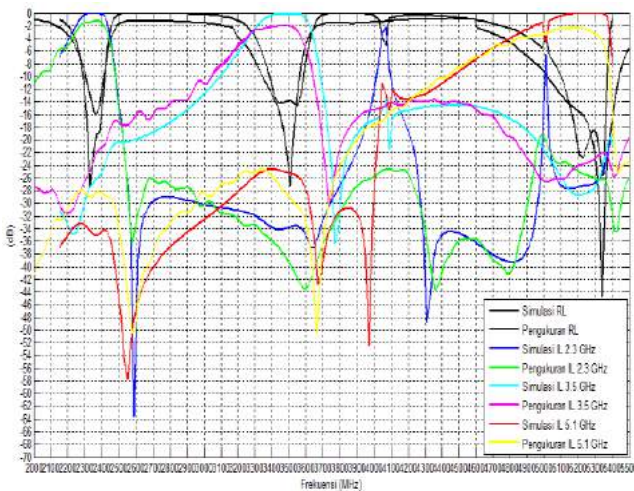
Setelah dibuat rancangannya, kemudian dibuat film negatifnya, maka langkah selanjutnya adalah realisasi layout filter ke PCB Taconic seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Realisasi Triplexer pada PCB Taconic

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah triplexer direalisasikan, selanjutnya adalah melakukan pengukuran *insertion loss*, *return loss* dan isolasi, yang nantinya hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan hasil simulasinya.



Gambar 14. Hasil tracing keseluruhan parameter triplexer pada MATLAB

Gambar 14 menunjukkan perbandingan parameter hasil pengukuran dengan hasil simulasi, menggunakan software MATLAB. Untuk lebih jelasnya, nilai parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Parameter yg diperoleh

Band Frekuensi (GHz)	2.3			3.5			5.1					
Frekuensi (MHz)	2300	2349.5	2400	3400	3498.5	3600	5150	5249	5350			
Insertion Loss (dB)	Perancangan ≤ 2											
	Simulasi	0.275	0.04	0.175	0.35	0.2	0.9	0.15	0.05	0.01		
	Pengukuran	1.48	1.275	1.675	2.25	2.05	5.7	2.35	2.65	5.15		
Return Loss (dB)	Perancangan ≥ 16											
	Simulasi	14	21.9	15.5	10.25	13.85	7.7	14.5	21.1	25.6		
	Pengukuran	9.6	15.4	12	12.9	25.9	5	14.5	17.1	37.3		
Isolasi (dB)	3.5		5.1		2.3		5.1		2.3		3.5	
	Perancangan		≥ 20		≥ 20		≥ 20		≥ 20		≥ 20	
	Simulasi		≥ 33.5		≥ 24.9		≥ 25.1		≥ 23.4		≥ 33.5	
	Pengukuran		≥ 27.5		≥ 27.3		≥ 25.1		≥ 28.2		≥ 32.2	

Tabel 2 menunjukkan nilai insertion loss, return loss, dan isolasi di titik frekuensi bawah, tengah, dan atas pada daerah passband masing-masing filter. Isolasi pada triplexer dimaksudkan agar tidak saling menginterferensi antara satu BPF dengan BPF lainnya, lebih besar nilai isolasi maka semakin baik. Isolasi hasil rancangan dan pengukuran telah sesuai dengan harapan yaitu ≥ 20 dB, seperti yang telah dipaparkan dalam Tabel 2.

Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa nilai insertion loss terburuk pada triplexer ini berada pada frekuensi atas 3600 MHz yakni mencapai 5.7 dB, hal tersebut karena respon frekuensi bergeser sebesar 39 MHz, terjadi hal serupa pada frekuensi atas 5350 MHz yakni nilai insertion loss mencapai 5.15 dB karena respon frekuensi bergeser sebesar 16 MHz. Salah satu penyebab kenaikan nilai insertion loss ini adalah pengaruh dari penurunan nilai return loss sehingga mengalami kondisi tidak *match*. Persamaan berikut ini menunjukkan hubungan antara *insertion loss* dengan *return loss*:

$$IL = -10 \log(1 - 10^{(0.1RL)})$$

Kemudian didapatkan hasil perhitungannya dengan mengambil beberapa titik frekuensi yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan nilai insertion loss hasil pengukuran dan hasil perhitungan rumus,

Frekuensi (MHz)	Nilai IL Hasil Pengukuran (dB)	Nilai RL Hasil Pengukuran (dB)	Nilai IL Berdasarkan Hasil Perhitungan Rumus (dB)
2300	1.55	9.55	0.51
2350	1.3	15.4	0.12
2400	1.7	11.93	0.29
3450	2	16	0.11
3520	2.2	22	0.027
3560	3.1	10.5	0.4
5150	2.3	14.5	0.15
5250	2.6	17.1	0.085
5320	3.7	28.5	0.0061

Pada Tabel 3 menunjukkan perbandingan nilai insertion loss hasil pengukuran dengan hasil perhitungan sangat jauh berbeda. Hal tersebut bisa disebabkan oleh

redaman bahan PCB yang digunakan tidak seideal pada perancangannya, sehingga perlu dilakukan perhitungan redaman total PCB.

Namun setelah diperoleh redaman total PCB, ternyata nilainya sangat kecil sekali sehingga memungkinkan ada factor redaman lainnya sebagai berikut ini:

1. Pemasangan konektor yang tidak tepat pada tengah-tengah saluran catu.
2. Penggunaan adapter bentuk L pada saat pengukuran, karena jarak yang terlalu dekat antara catu filter 3.5 GHz dengan catu filter 5.1 GHz. Hal tersebut dilakukan agar satu catu bisa diterminasi dan satu catu lainnya bisa dipasang kabel pengukuran.
3. Casing yang dibuat sebagai *shield*/ pelindung filter kurang kedap udara, sehingga dikhawatirkan terjadi radiasi pada bahan dielektriknya. Ataupun karena jarak *shielding* dengan alat terlalu jauh sehingga redaman filter (*insertion loss*) bertambah besar.
4. Kepresisian ukuran lebar dan panjang filter yang tidak sebaik pada simulasinya dengan ketelitian 3 angka dibelakang koma dalam orde millimeter, sedangkan pada realisasinya, ketelitian paling maksimal dari alat adalah sebesar 0,1 - 0,2 milimeter.

5. Kesimpulan

Pada perealisasiannya, hanya filter 2.3 GHz saja yang seluruh daerah passband-nya memiliki nilai insertion ≤ 2 dB, sedangkan untuk filter 3.5 GHz dan 5.1 GHz, pada daerah passband-nya nilai insertion loss ada yang mencapai ≥ 5 dB. Hal tersebut disebabkan oleh pergeseran respon frekuensi ke arah kiri, sehingga frekuensi atas kedua filter tersebut bergeser. Pada filter 3.5 GHz, frekuensi atasnya bergeser sebesar 39 MHz ke frekuensi 3561 MHz, begitu pula pada filter 5.1 GHz, frekuensi atasnya bergeser sebesar 16 MHz ke frekuensi 5334 MHz. Pada perealisasi triplexer ini, nilai return

loss terburuk terdapat pada frekuensi 3600 MHz yakni 5 dB, nilai tersebut sangat jauh dari spesifikasi alat yang diinginkan yakni ≥ 16 dB. Pada perealisasiannya, masing-masing band pass filter memiliki nilai isolasi di atas spesifikasi yang diinginkan yakni ≥ 20 dB di masing-masing daerah passband filter, dengan nilai maksimal mencapai 37 dB pada titik frekuensi 3600 MHz. Pemilihan frekuensi dengan jarak yang terlalu dekat akan sulit dalam perancangan dan realisasinya karena interferensi yang terjadi antar kanal yang berdekatan akan semakin kuat.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada staff laboratorium PPET, dan peneliti yg telah membantu lancarnya penelitian ini

Daftar Acuan

- [1] Draft Kebijakan Penataan Spectrum Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel (*Broadband Wireless Access/BWA*)
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/WIMAX>, 27 Desember 2011
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/LNA>, 23 Agustus 2009
- [4] Hong, J.S., Lancaster, M.J., *Microstrip Filters for RF/Microwave Applications*, A Willey – Interscience Publication, Canada, 2001
- [5] Rony Adi Prasetyo, (2009). "Multiplexing "FDM, TDM dan CDM". Universitas Gunadarma.
- [6] Rudi Saputra, (2011). "Rancang Bangun Bandpass Filter Mikrostrip untuk Aplikasi Sistem RFID Multiband Pada Frekuensi Kerja 433 MHz dan 923 MHz". Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Kode Makalah: C1-3

EVALUASI KINERJA THROUGHPUT PADA SISTEM WiMAX

Mochammad Haldi Widiyanto¹, Nasrullah Armi² dan Arief Suryadi²

1. Fakultas Teknik Elektro, Telkom University, Bandung, Indonesia

2. Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI, Jl. Sangkuriang Dago, Bandung, 40135, Indonesia

E-mail: muhammadhaldiwidiyanto@gmail.com, nasrullah.armi@gmail.com

Abstrak

Salah satu masalah yang sedang populer pada teknologi WiMAX adalah kualitas layanan yang bervariasi untuk setiap aplikasi yang digunakan. Pada teknologi WiMAX, tidak terdapat standar yang mengatur pelaksanaan *scheduler* sehingga para perancang dapat mengimplementasikan algoritma penjadwalan sesuai dengan kebutuhan. Pada makalah ini akan dilakukan evaluasi kinerja sistem WiMAX terhadap perbedaan jarak, banyaknya jumlah *node* dan *mobile node* untuk mengetahui kualitas *throughput* yang ada pada saat yang sudah ditentukan. Simulator jaringan OPNET versi 14.5 digunakan untuk mengukur kualitas *throughput*. Pada simulasi pertama akan membandingkan hasil *throughput* terhadap perbedaan jumlah *node*. Simulasi kedua akan membandingkan hasil *throughput* antara *fixed node* dan *mobile node*. Sementara simulasi ketiga membandingkan hasil *throughput* terhadap perbedaan jarak *fixed node* yang ditempatkan dengan jarak tertentu, yakni 200 m, 400 m, 600 m, dan 800 m. Standar WiMAX yang digunakan adalah standar IEEE 802.16e dengan frekuensi band 10 GHz.

Abstrack

One of the problems that are popular on WiMAX technolog is the quality of service that varies for each application. In WiMAX technology, there are no standards governing the implementation of the scheduler so that the designers can implement any scheduling algorithm according to the system needs. In this paper we study the performance of WiMAX for difference distances, the number of nodes and mobile nodes to determine the quality of the existing throughput at a certain time. OPNET network simulator version 14.5 is used to evaluate the throughput quality. The first analysis compared the results of throughput on different numbers of nodes. The second analysis compared the results of the throughput between fixed nodes and mobile nodes. The third analysis compared the difference in throughput at a fixed distance of nodes placed at a distance of 200 m, 400 m, 600 m, 800 m. WiMAX standard IEEE 802.16e is used at frequency band 10 GHz.

Keywords : Wimax, Throughput, Fixed Node, Mobile Node

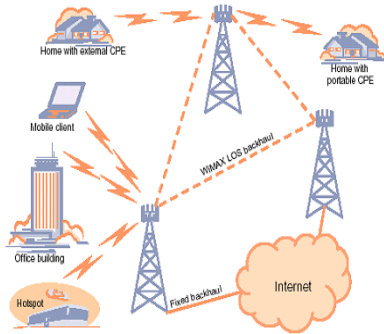
1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan dunia telekomunikasisangat pesat. Hal ini sesuai dengan kebutuhan manusia akan teknologi komunikasi yang handal dalam mengirimkan data dengan kecepatan tinggi dan efisien. Standar teknologi nirkabel dituntut harus terus mengalami evolusi menjadi semakin baik dalam hal penyediaan layanan *mobile broadband*, kecepatan data, dan area akses yang semakin luas. *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)* merupakan salah satu teknologi *Broadband Wireless Access (BWA)* yang mampu memberikan layanan data dengan kecepatan tinggi dan efisien. Dalam arti komunikasi perangkat WiMAX di antara beberapa vendor yang berbeda tetap dapat dilakukan (tidak proprietary) dengan kecepatan

data yang besar (hingga mencapai 70 MBps) [1]. Gambar 1 menunjukkan sebuah topologi WiMAX. Sistem teknologi WiMAX menggunakan teknik OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) pada lapisan fisik. Teknik OFDM didasarkan pada teknik modulasi adaptif *non-line-of-sight (NLOS)* lingkungan. *Base Transceiver Station (BTS)* pada WiMAX dapat menyediakan komunikasi tanpa membutuhkan koneksi *line-of-sight (LOS)*. Base station WiMAX memiliki bandwidth yang cukup tersedia sehingga pada suatu waktu dapat melayani jumlah pelanggan dan mencakup rentang area yang sangat luas.

Topologi WiMAX ditunjukkan pada gambar 1. WiMAX dapat diklasifikasikan ke dalam *Fixed WiMAX* dan *Mobile WiMAX*. *Fixed WiMAX*

didasarkan pada *Line Of Sight* (LOS) kondisi dalam rentang frekuensi 10-66 GHz, sedangkan *Mobile WiMAX* didasarkan pada Non-Line of Sight (NLOS) kondisi yang bekerja dalam rentang frekuensi 2-11 GHz untuk standar 802.16e.



Gambar 1. Topologi WiMAX

Pada penelitian sebelumnya [2], membahas *Voice over Internet Protocol* (VoIP) pada WiMAX beserta parameter *Quality of Service*. Pada tulisan ini membahas secara lebih rinci factor-faktor yang mempengaruhi *throughput* pada kinerja WiMAX. Tulisan ini terdiri atas 5 bagian pembahasan; bagian pertama berisi Pendahuluan, bagian ke-2 membahas dasar teori, bagian ke-3 berisi metodologi riset, bagian ke-4 membahas hasil-hasil dan analisa, dan pada bagian ke-5 berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

2. Dasar Teori

2.1. WiMAX

WiMAX merupakan evolusi dari teknologi Wi-Fi sebelumnya dengan fitur-fitur yang lebih menarik, WiMAX juga merupakan teknologi dengan open standar (open source), Pada jaringan selular juga telah dikembangkan teknologi yang dapat mengalirkan data yang overlay dengan jaringan suara seperti GPRS, EDGE, WCDMA, dan HSDPA. Masing-masing evolusi pada umumnya mengarah pada kemampuan menyediakan berbagai layanan baru atau mengarah pada layanan yang mampu menyalurkan voice, video dan data secara bersamaan (*triple play*). WiMAX sudah dapat melakukan *triple play* dengan kecepatan akses hingga 70Mbps, meskipun digunakan untuk berbagai aplikasi yang terkoneksi dengan internet[3].

WiMAX IEEE 802.16e atau yang biasa dikenal dengan sebutan *mobile WiMAX/fixed WiMAX* merupakan salah satu teknologi sistem *broadband wireless access* yang memungkinkan penggabungan antara jaringan *mobile broadband* dan *fixed broadband* dimana dapat mencakup area yang luas dan arsitektur jaringan yang fleksibel. WiMAX juga merupakan salah satu bentuk upaya untuk menjawab kebutuhan *data rate* yang besar, daya jangkauan yang luas, dan menggunakan perangkat

yang bergerak. Dengan *data rate* yang tinggi memungkinkan jaringan tersebut dapat melayani berbagai macam transmisi, baik transmisi data, voice maupun video. Sistem ini memiliki standar *bandwidth* 5 MHz hingga 10 MHz. Sedangkan jumlah *subcarrier* yang dapat digunakan pada mobile WiMAX bersifat *scalable*. Berbeda dengan teknologi sebelumnya, teknologi WiMAX sudah menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM)[4]. Pada teknik OFDM, overlap antar frekuensi yang bersebelahan diperbolehkan, karena masing-masing saling orthogonal. Sedangkan pada sistem multicarrier konvensional, untuk mencegah interferensi antar frekuensi yang bersebelahan perlu diselipkan frekuensi penghalang, sehingga salah satu karakteristik dari OFDM adalah tingginya tingkat efisiensi dalam pemakaian frekuensi yang berakibat pada tingginya kecepatan akses data (*throughput*)[5].

2.2. Throughput

Sebelum mengacu pada *throughput*, akan dibahas tentang *bandwidth*. *Bandwidth* adalah suatu ukuran dari banyaknya informasi yang dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain dalam suatu waktu tertentu. *Bandwidth* dapat digunakan untuk mengukur aliran data analog maupun aliran data digital. Saat ini *bandwidth* lebih banyak digunakan untuk mengukur aliran data digital. Satuan yang digunakan untuk *bandwidth* adalah *bits per second (bps)*. Bit atau binary digit adalah basis angka yang terdiri dari angka 0 dan 1. Satuan ini menggambarkan seberapa banyak bit (angka 0 dan 1) yang dapat mengalir dari satu tempat ke tempat yang lain dalam setiap detiknya melalui suatu media[6].

Bandwidth tidak cukup untuk menjelaskan kecepatan jaringan dan apa yang terjadi di jaringan. *Throughput* adalah *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam suatu hari menggunakan rute internet yang spesifik ketika sedang mendownload sebuah file [7], [8]. *Bandwidth* adalah jumlah bit yang dapat dikirimkan dalam satu detik. Berikut adalah rumus dari *bandwidth*:

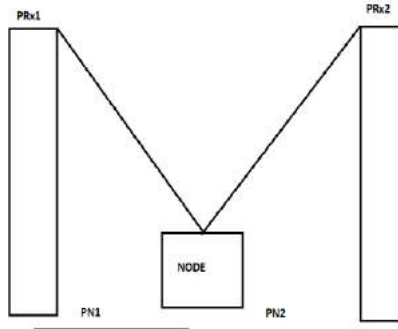
$$Bandwidth = \frac{\sum bits}{sec} \tag{1}$$

Meskipun *Throughput* memiliki satuan dan rumus yang sama dengan *bandwidth*, tetapi *throughput* lebih pada menggambarkan *bandwidth* yang sebenarnya pada suatu waktu tertentu dan pada kondisi dan jaringan internet tertentu yang digunakan untuk mendownload sebuah file dengan ukuran tertentu. Berikut adalah rumus perbandingan antara *throughput* dengan *bandwidth*:

$$waktu_download_terbaik = \frac{ukuran\ file}{bandwidth} \tag{2}$$

$$waktu_download\ typical = \frac{ukuran\ file}{throughput} \tag{3}$$

Dalam sistem WiMAX atau perangkat lain yang menggunakan teknologi OFDM kita dapat menggunakan SINR dalam menentukan besarnya throughput. Ilustrasi pengukuran SINR bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi pengukuran SINR

Umumnya, PRx1, PRx2, PN1 dan PN2 diberikan dalam dBm. Jadi, jika parameter ini dikonversikan kedalam satuan watt dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$|SINR|_{\text{watt}} = 0,001 * 10^{\frac{|SINR|_{\text{dBm}}}{10}} \quad (4)$$

Setelah mendapatkan SINR dalam satuan watt, maka throughput dapat diperoleh dengan menggunakan SINR sebagai berikut:

$$\text{Throughput} = SINR \quad (5)$$

Nilai SINR diperoleh dengan menggunakan

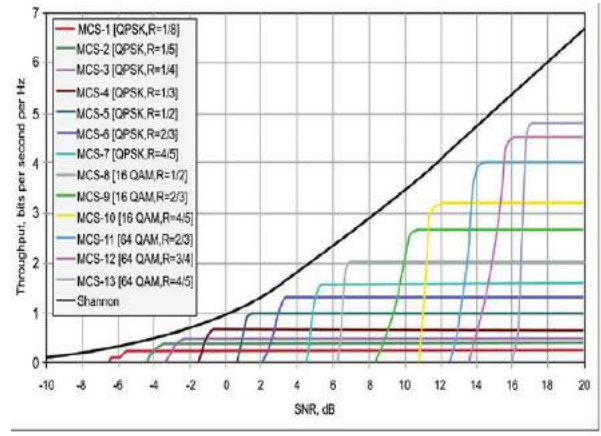
$$|SINR| = \frac{S}{I+N} \quad (6)$$

dimana :

- S: Besar pancaran daya yang diterima
- I: Besar interferensi yang di terima
- N: Besar delay yang diterima

Beberapa faktor yang mempengaruhi bandwidth dan throughput adalah sebagai berikut:

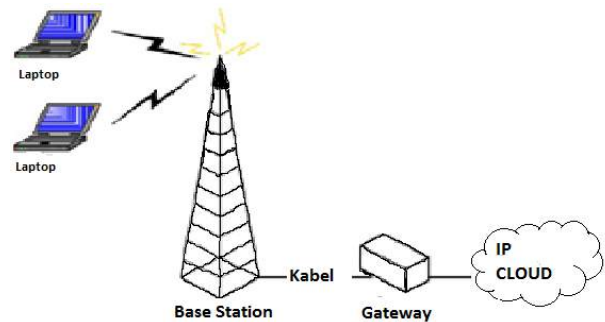
- Piranti jaringan
- Tipe data yang ditransfer
- Topologi jaringan
- Banyaknya pengguna jaringan
- Spesifikasi komputer client/user
- Spesifikasi komputer server
- Induksi listrik dan cuaca
- Dan alasan-alasan lain



Gambar 3. Tabel SINR

3. Metodologi

Dalam simulasi pengukuran throughput pada WiMAX digunakan 3 langkah pengujian untuk mengamati pengaruh throughput terhadap jarak antar fixed node, pengaruh throughput terhadap jarak antar mobile node dimana pergerakannya sama hanya berbeda di awal dan akhir penempatan lokasi masing-masing node. Selanjutnya, mengamati pengaruh throughput terhadap banyaknya node dalam satu tempat pancaran[9]. Cara kerja WiMAX adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Cara Kerja WiMAX

Umumnya satu base-station menjangkau radius 6 mile (secara teori dapat menjangkau hingga radius 50 km atau 30 mile, tapi pada prakteknya baru terbatas sekitar 10 km atau 6 mile. Base station WiMAX menggunakan MAC layer (didefinisikan dalam standar), yakni sebuah interface umum yang membuat jaringan interoperable dan dapat mengalokasikan bandwidth uplink dan downlink ke pelanggan berdasarkan kebutuhan pada satuan waktu tertentu. Setiap base station menjangkau daerah yang dinamakan cell, maksimal radius dari cell secara teori adalah 50 km (tergantung band frekuensi yang dipilih). Namun pengembangan yang umum adalah radius 3-10 km. Pada jaringan mobile seluler, antenna yang digunakan pada base station adalah omni

directional (cell yang circular), atau directional (linear) atau sektoral. WiMAX receiver terdiri dari antenna yang terpisah (bagian yang terpisah antara receiver electronic dan antenna) [10]. Akses terhadap base-station WiMAX hampir sama dengan cara melakukan akses terhadap AP (*Access Point*) dalam jaringan Wi-Fi.

Pada tulisan ini dibuat 4 BTS yang lokasinya identik, tetapi terdapat perbedaan pada jumlah *node* dan jarak antar *node*[11].

Tabel 1. Node Station Parameters

Antenna Gain (dBi)	-1 dBi
Max Power Transfer (W)	0.5
PHY Profile	Wireless OFDMA 20 MHz
PHY Profile Type	OFDM
Modulation and coding	QPSK, QAM 16, QAM 64
Pathloss Model	Free Space
Buffer Size	64 KB
Terrain Type	Terrain Type A

Tabel 1 menyatakan spesifikasi perancangan *node* pada topologi WiMAX yang mengikuti Standar IEEE 802.16.

Spesifikasi BTS yang digunakan sebagai WiMAX dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. WiMAX Station Parameters

Antenna Gain (dBi)	15 dBi
Maximum Number of SS nodes	100
Maximum Power density (dBm/subchannel)	-110
Ranging Backoff Start	2
Ranging Backoff End	4
PHY Profile	Wireless OFDM
	20MHz
PHY Profile Type	OFDM

Tabel 3. WiMAX Config Station Parameters

Service Class Name	Gold
Scheduling Type	UGS
Max Sustained Traffic	5 Mbps
Min Reserved Traffic	1 Mbps
Max Latency	30.0
Max Traffic Burst	0

Pada tulisan ini, simulasi menggunakan *Service Class Name Gold*, karena spesifikasi ini memiliki kualitas terbaik, baik terhadap SINR maupun *throughput*. Dalam kasus lain bisa menggunakan *Silver* atau *Bronze*, untuk melihat adanya perbedaan diantara ketiga spesifikasi tersebut.

Perancangan WiMAX juga perlu dilakukan pengaturan terhadap teknik modulasi yang digunakan seperti Gambar 3 karena teknik modulasi juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja WiMAX. Pada tulisan ini akan digunakan teknik modulasi seperti Tabel berikut ini:

Tabel 4. Node Downlink Station Parameters

Service Class Name	Gold
Modulation	64-QAM ½
Average SDU	1500
Activity Idle Timer	60
Buffer Size	64 KB

Jenis modulasi sangat berpengaruh terhadap kualitas *throughput*. Umumnya perancang jaringan banyak menggunakan modulasi bertipe 64-QAM ½ [12], [13]. Pada Gambar 3, dapat dilihat perbedaan antara modulasi, dimana teknik modulasi 64-QAM terlihat lebih unggul dibandingkan teknik lainnya.

Pada tulisan ini akan dilakukan 3 perbandingan dimana konfigurasi masing-masing terlihat pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Perbandingan Throughput Dengan Banyak Fixed Node

Pada tulisan ini, penelitian *throughput* terhadap jumlah *fixed node* dalam sebuah perancangan jaringan dilakukan sesuai spesifikasi pada gambar 5. Skenario tersebut akan mengamati *fixed node* yang lokasinya identik pada jarak 200 m untuk membandingkan nilai *throughput*

Perbandingan Throughput Jarak Antar Mobile Node

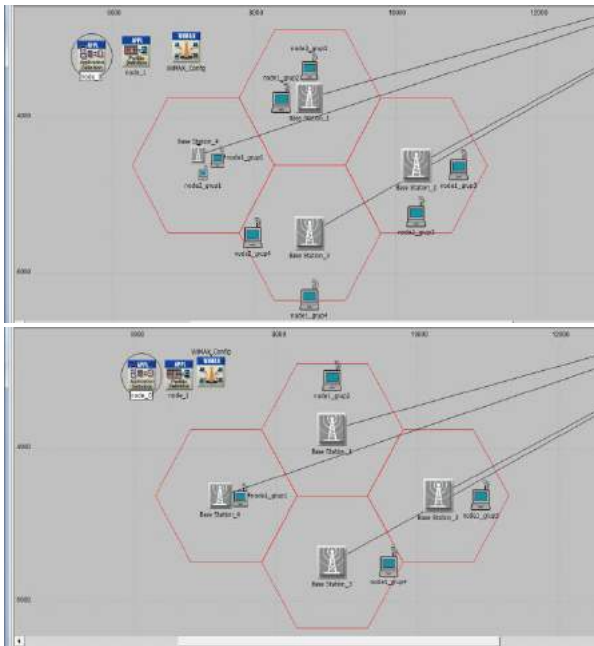
Sebagaimana terlihat pada Gambar 6, skenario ini akan membandingkan *mobile node* yang bergerak dengan pergerakan yang identik, hanya terdapat perbedaan pada penempatan lokasi awal dan akhir.

Pergerakan atau *trajectory* yang digunakan adalah jenis *wimax_example_anc_0*, dimana pergerakan masing-masing node seperti terlihat pada Gambar 6. Setting *trajectory* sangat berpengaruh terhadap frekuensi sebagaimana dinyatakan pada Teori Doppler

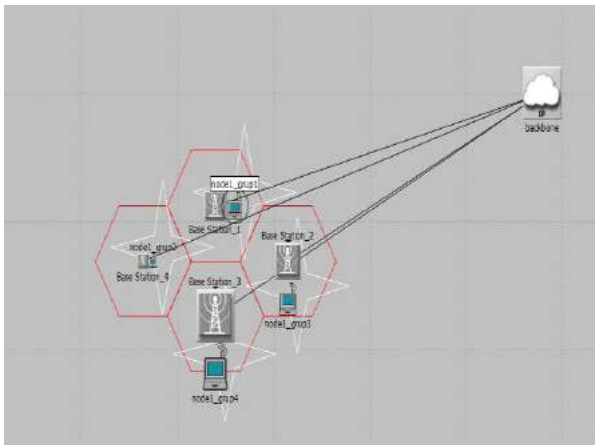
$$Fd = \frac{v}{\lambda} \cos \theta \tag{7}$$

Perubahan frekuensi akan mempengaruhi besar daya yang di terima dengan menggunakan pencarian melalui FSL (*free space loss*)

$$FSL = 32,45 + 20 \text{ Log } d + 20 \text{ Log } f \tag{8}$$



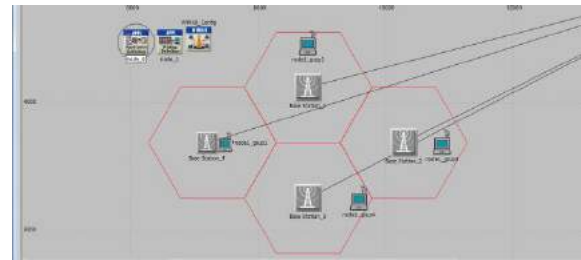
Gambar 5. Spesifikasi Skenario A



Gambar 6. Spesifikasi Skenario B

A. Perbandingan Throughput Jarak Antar Fixed Node

Gambar 7 menggambarkan sebuah topologi yang menggunakan 4 BTS dalam sistem WiMAX. Skenario ini dilakukan dengan perbedaan tiap fixed node adalah 200 meter dan mengamati perbandingan hasil throughput apabila dilakukan pengaturan terhadap jarak antar fixed node.



Gambar 7. Spesifikasi Skenario C

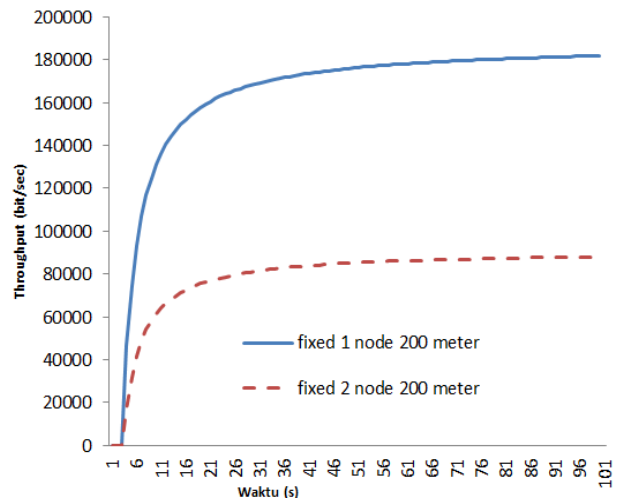
4. Hasil dan Analisa

Pada tahap awal dilakukan pengamatan pada kinerja *throughput* terhadap jumlah *fixednode*. Hasil-hasil yang diperoleh terlihat seperti Gambar 8.

Pada skenario 1 terlihat bahwa *fixed 1 node* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan *fixed 2 node*. Hal ini disebabkan oleh banyaknya interferensi yang timbul pada *fix 2 node* yang berpengaruh secara signifikan terhadap nilai *throughput*.

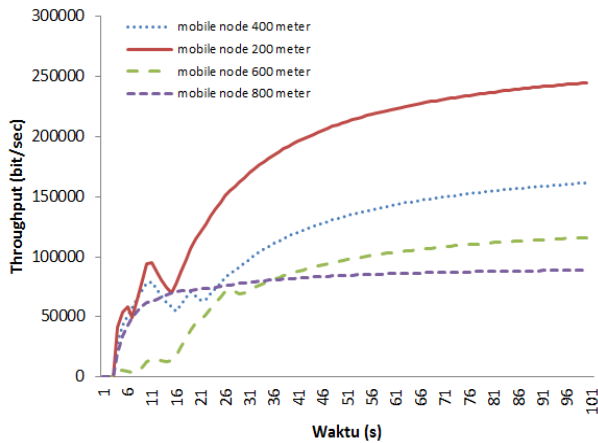
Selanjutnya pada skenario 2 dilakukan pengamatan nilai *throughput* pada mobile WiMAX. Mobile node ditempatkan pada sebuah lokasi dengan jarak tertentu (200 m, 400 m, 600 m dan 800 m dari BTS) dengan arah pergerakan yang identik akan tetapi pergerakan awal dan akhir node berbeda. Hasil-hasil pengamatan skenario 2 dapat dilihat pada Gambar 9. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai-nilai *throughput* mengalami perubahan secara tidak teratur karena faktor perubahan jarak.

Gambar 10 menunjukkan hasil-hasil pengamatan pada scenario 3. Pada gambar ini terlihat pengaruh hubungan jarak antar node yang akan berpengaruh terhadap nilai-nilai *throughput* yang diperoleh.

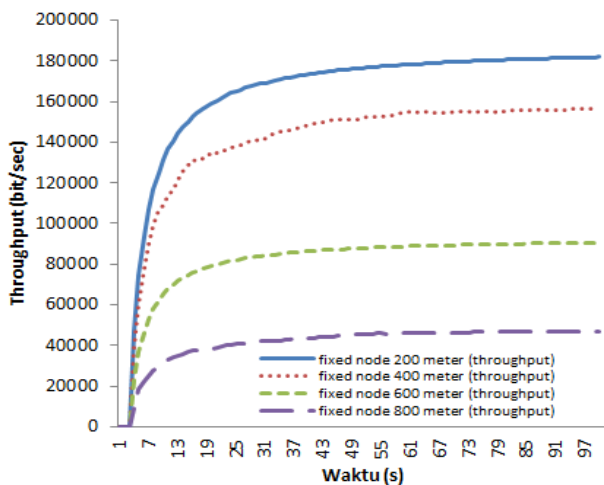


Gambar 8. Hasil Skenario 1

Perbedaan jarak ini juga akan berpengaruh terhadap nilai FSL dan daya pancar pada masing-masing node dalam sebuah sistem WiMAX



Gambar 9. Hasil Skenario 2



Gambar 10. Hasil Skenario 3

4. Kesimpulan

Pada makalah ini telah dilakukan pengamatan kinerja *throughput* pada sistem WiMAX. Berdasarkan hasil yang diperoleh, nilai *throughput* pada sistem WiMAX akan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah jumlah node (semakin besar jumlah node maka interferensi yang diterima masing-masing node akan menjadi lebih besar), pergerakan node (Efek Doppler), dan jarak node terhadap BTS (semakin dekat jarak node terhadap BTS maka kualitas *throughput* akan semakin baik).

Daftar Acuan

- [1] Andriani, Tri Evanti. Analisis Pengaruh Handover pada Mobile WiMAX Untuk Layanan Live Streaming. Institut Teknologi Telkom (2012).
- [2] Tanim, Muhibbul Muktadir. WiMAX & Wi-Fi, IT Infrastructure & Operations QUBEE. (2003).
- [3] Susilawati, Hesti;Noviandono, Rahmat K. Analisis Kinerja VoIP (Voice over Internet Protocol) Pada Jaringan WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) DI WILAYAH DKI JAKARTA. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, (2010).
- [4] Bhandare, Tejas. LTE and WiMAX Comparison. Santa Clara University Utomo, (2008).
- [5] Cahyo; Sukiswo. Evaluasi Kinerja Penjadwalan Modified Deficit Round Robin (MDRR) Dan Round Robin (RR) Pada Jaringan Mobile WiMAX. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro (2010)
- [6] E. Setio Dewo. Bandwidth dan Throughput, e. Artikel Populer Ilmu Komputer.Com, Bandwidth dan Throughput, (2010).
- [7] Platonov A.P., Sidelnikov D.I., Strizhov M.V., Sukhov A.M. Estimation of available bandwidth and measurement infrastructure for Russian segment of Internet. (2010).
- [8] Izzuddin, Iqbal, Analisis Implementasi WiMAX Dalam Perkembangan Telekomunikasi di Indonesia. Magister Manajemen Sistem Informasi, Universitas Gunadarma, (2006)
- [9] Borcoci, Eugen. WiMAX Technologies: Architectures, Protocols, Resource Management and Applications. Electronics, Telecommunication and Information Technology Faculty. (2008)
- [10] Saito Naoyuki, Endo Yoichi, Shibuya Yasuhiro. Mobile WiMAX Base Station Architecture and RF Technology. (2008).
- [11] Jeffrey G. Andrews, Arunabha Ghosh, Rias Muhamed. Fundamentals of WiMAX Understanding Broadband Wireless Networking. (2007).
- [12] Simulation of Physical layer of WiMAX Network using OPNET Modeller. International Journal of P2P Network Trends and Technology (IJPTT)-ISSN: 2249-2615, Vol. 3 Issue 4. (2013)
- [13] Adarshpal S.Sethi, Vasil Y.Hanatshin. The Practical OPNET USER GUIDE for Computer Network. International Standard Book Number-13: 978-1-4398-1206-8 (2013).

Kode Makalah: C1-6

PENGENALAN KATA PADA PEMBICARAAN MENGGUNAKAN WAVELET

Heru Susanto¹, Risanuri Hidayat² dan Litasari³1,2,3. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281

E-mail : herususantojogja@gmail.com

Abstrak

Sistem pengenalan pembicaraan (*Speech Recognition*) terus mengalami peningkatan kemampuan agar mengenali pembicaraan secara baik untuk berbagai macam aplikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menganalisis algoritma baru untuk pengenalan kata pada tutur menggunakan *wavelet*. Data diperoleh dari responden yang diambil melalui proses perekaman meliputi data tutur kata sebagai *input* dan data tutur kalimat sebagai *template*. Proses penelitian dimulai dengan perekaman dan hasilnya disimpan dalam format *file.wav*. Selanjutnya data tutur kata diproses melalui beberapa tahap diantaranya adalah *End-Point-Detection*, *HPF 200Hz*, *Pre-Emphasis* dan ekstraksi ciri menggunakan *Wavelet Daubechies 3 level*. Begitupula dengan data tutur kalimat diproses dengan proses yang sama dengan tambahan adanya proses *Voice/Un-Voice Detection* setelah *pre-emphasis*, sebelum ekstraksi ciri. Selanjutnya hasil dari ekstraksi ciri ini dicocokkan untuk proses pengenalan kata menggunakan metode *DTW*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Proses *Voice/Un-Voice detection* dapat digunakan sebagai langkah untuk dapat memotong kalimat menjadi kata kata dan menunjukkan hasil pengujian sebesar 93.9% dari kata yang berhasil dipisahkan-pisahkan, sehingga sangat akurat dalam melakukan pemotongan kalimat menjadi kata. Sedangkan hasil pengujian pengenalan kata dengan melakukan pencocokan kata menggunakan *DTW* menunjukkan hasil 70% antara sinyal *input* dan sinyal *template*.

Keywords: Speech Recognition, End Point Detection, Voiced/Un-Voiced Detection, DTW, Wavelet Features Extraction

1. Pendahuluan

Sistem pengenalan pembicaraan (*Speech Recognition*) pada aplikasi komputer sekarang sudah bukan merupakan hal yang baru. Banyak penelitian yang dilakukan untuk terus meningkatkan kemampuan pengenalan pembicaraan.^[1]

Pada dasarnya *Speech Recognition* adalah proses otomatis penggalan dan penentuan informasi linguistik yang disampaikan dengan sinyal pembicaraan menggunakan komputer atau sirkuit elektronik. Metode pengenalan suara yang telah diteliti selama bertahun-tahun memiliki prinsip utama yang ditujukan untuk perwujudan transkripsi dan sistem interaksi manusia dan komputer.^[2]

Awalnya pengenalan pola suara menggunakan aturan tata bahasa. Tetapi pada perkembangan aturan ini tidak efektif karena memiliki kelemahan untuk mengenali jeda antara dua kata dalam suatu pembicaraan. Oleh karena itu akhirnya digunakan metode statistik untuk

mendapatkan akurasi yang baik dalam pengenalan pola suara.^[2]

Pada penelitian ini akan dilakukan proses pengenalan kata pada suatu pembicaraan yang dilakukan secara *real-time* menggunakan ekstraksi ciri gelombang pendek (*wavelet*) dan proses pencarian kemiripan sinyal menggunakan *DTW (Dynamic Time Warping)*. Gambaran umum dalam penelitian ini adalah adanya dua buah sinyal tutur yang pertama berupa kalimat yang berisi beberapa kata dan kedua adalah tutur kata yang digunakan sebagai kata kunci (*keyword*). Baik sinyal tutur kalimat maupun sinyal tutur kata direkam secara *real-time* (langsung dari orang tertentu pada saat yang diinginkan).

Proses berikutnya adalah masing-masing sinyal tutur baik kalimat maupun kata dilakukan proses awal berupa *End Point Detection* yang bertujuan untuk mengetahui awal dan akhir dari tutur kata maupun kalimat. Keluaran dari proses *End-Point Detection* selanjutnya adalah proses *High Pass Filter 200Hz*

(HPF 200Hz) yang berfungsi untuk meloloskan frekuensi 200Hz ke atas dan membuang frekuensi dibawah 200Hz. Disamping itu juga HPF 200Hz ini juga bertujuan untuk membuang komponen dc, membuang hum frekuensi rendah, dan membuang noise yang mungkin ditimbulkan oleh sinyal tutur.^[3] Hasil dari HPF 200Hz selanjutnya dilakukan proses *Pre-emphasis* yang bertujuan sebagai *low pass filter* untuk membuang frekuensi di atas 4000Hz karena dianggap bukan sinyal tutur (bising).

Setelah proses awal pada masing-masing sinyal tutur kalimat dan sinyal tutur kata maka proses berikutnya adalah melakukan menentukan tutur kata-kata yang terdapat pada tutur kalimat. Keluaran sinyal tutur kalimat diproses menggunakan metode *Voice/Un-voice Detection* yang bertujuan untuk mendapatkan sinyal tutur kata-kata yang terdapat pada kalimat pembicaraan setelah dilakukan pemrosesan awal. Keluaran dari *Voice/Un-voice Detection* adalah sinyal tutur kata-kata yang sudah terpisahkan dari sinyal tutur kalimat yang disimpan dalam formal *file.wav*. Dan selanjutnya baik sinyal tutur kata sebagai *input (keyword)* dan sinyal tutur kata dari kalimat yang sudah terpisahkan (*template*) dilakukan proses ekstraksi ciri menggunakan *Wavelet Daubechies* dengan menggunakan 3 level. Dengan mencari besarnya rata-rata energi pada masing-masing level dekomposisi maka didapatkanlah ciri yang mewakili tutur kata baik dari *input* maupun dari *template*.

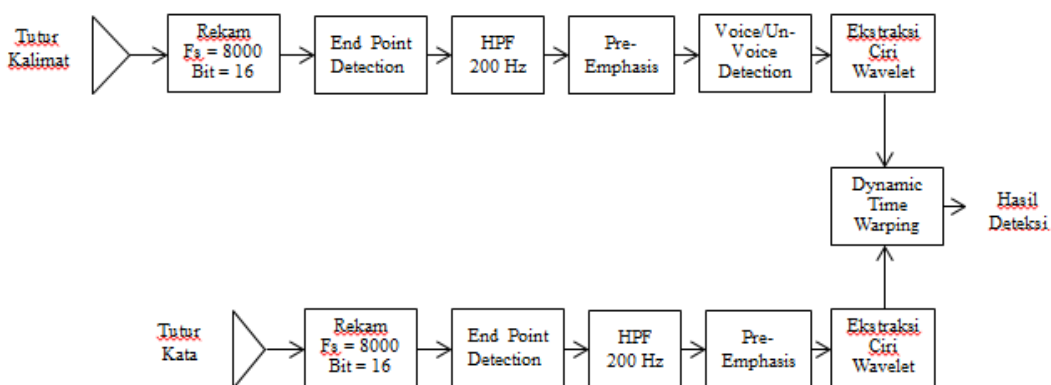
Proses terakhir adalah mencari kemiripan sinyal tutur dari sinyal tutur *input* dan sinyal tutur *template* yang telah diketahui cirinya masing-masing dengan menggunakan metode DTW (*Dynamic Time Warping*).

Dengan mencari jarak minimum dari proses DTW pada masing-masing tutur *input* dan *template* maka didapatkanlah kemiripan sinyal tutur yang menunjukkan bahwa dalam *template* tersebut terdapat kata yang sama dengan tutur pada *input (keyword)*. Mengingat bahwa belum banyak penelitian yang dikembangkan pengenalan kata pada pembicaraan secara *real-time* maka diharapkan penelitian ini nanti akan dapat memberikan *output* berupa pengembangan algoritma baru untuk pengenalan kata dalam pembicaraan secara *real-time* yang berbasis pada ekstraksi ciri *wavelet*.

Penelitian ini juga diharapkan akan mampu memberikan *trigger* bagi pengembangan pengenalan kata pada pembicaraan secara *real-time* berbasis *wavelet* yang dapat digunakan untuk instruksi gerakan robot menggunakan tutur secara *real-time* yang tahan terhadap *noise* maupun juga dapat dikembangkan untuk pengembangan *password* dengan menggunakan tutur pembicaraan.

2. Metodologi

Penelitian ini adalah penelitian rancang bangun sebuah sistem yang dapat mengenali kata-kata tertentu pada pembicaraan yang dilakukan secara *real-time* dengan menggunakan ekstraksi ciri berbasis gelombang singkat (*Wavelet*). Sinyal tutur terdiri dari dua sinyal tutur yaitu sinyal yang berisis tutur kalimat (*template*) dan sinyal tutur yang berupa kata sebagai *keyword (input)*. Sehingga alur sistem yang dibangun dapat digambarkan secara block diagram seperti terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Block Diagram Pengenalan Kata

2.1. Perekaman Tutur

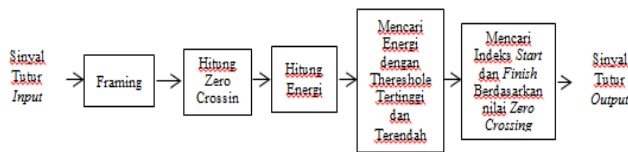
Perekaman tutur dilakukan secara *real-time* (secara langsung) dengan menggunakan frekuensi *sampling* $F_s = 8000$, dan bit =16. Perekaman dilakukan dua tahap yaitu perekaman berupa tutur kalimat dengan waktu 4

detik dan hasilnya disimpan dalam bentuk *file.wav*. Sinyal tutur inilah yang akan digunakan sebagai sinyal *template*. Sedangkan perekaman kedua adalah perekaman tutur berupa kata yang menjadi *keyword (input)* dari salah satu kata yang terdapat pada sinyal

tutur *template*. Begitupula hasil perekaman kata disimpan dalam bentuk *file .wav*.

2.2. End Point Detection

Proses *End-Point-Detection* (EPD) bertujuan untuk menentukan letak awal dan akhir dari sinyal tutur *template* maupun sinyal tutur *input* yang telah disimpan dalam bentuk *file.wav*. Secara blok diagram proses *End-Point-Detection* dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Blok Diagram Proses EPD

2.3. HPF 200Hz

Sinyal tutur yang telah dilakukan proses *End-Point-Detection* selanjutnya di buang noise nya menggunakan filter frekuensi tinggi (*High Pass Filter/HPF*) 200Hz. Tujuannya adalah untuk membuang komponen dc, membuang hum frekuensi rendah, dan membuang noise yang mungkin ditimbulkan oleh sinyal tutur.^[3] HPF 200Hz terdiri dari dua *poles* dan dua *zeros* dan persamaan fungsi alihnya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$H(z) = \frac{1 - 2z^{-1} + z^{-2}}{1 - 2e^{-\alpha T} \cos(bT)z^{-1} + e^{-2\alpha T} z^{-2}} \tag{1}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \alpha &= 130 * 2\pi \\ b &= 200 * 2\pi \\ T &= 10^{-4} \end{aligned}$$

2.4. Pre-Emphasis

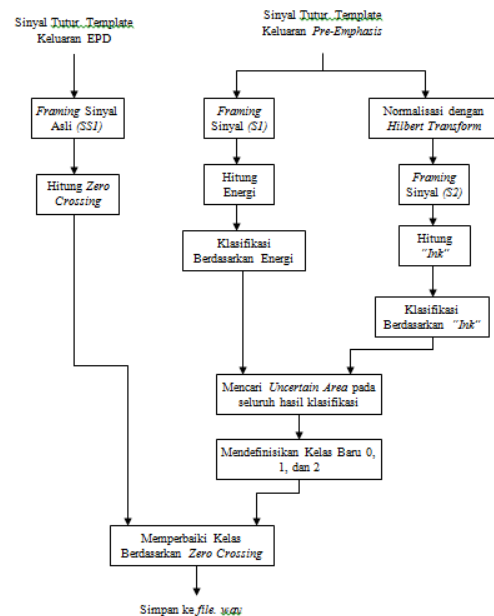
Proses *pre-emphasis* adalah proses yang didesain untuk mengurangi efek tidak baik dari transmisi dan gangguan suara latar. Perhitungan proses *pre-emphasis* dilakukan pada saat sampel sinyal digital suara berada pada domain waktu.^[4] Adapun perumusan untuk proses *pre-emphasis* dituliskan :

$$y_n = x_n - \alpha x_{n-1} \tag{2}$$

di mana, x adalah nilai sinyal digital sebelum proses *pre-emphasis* y adalah nilai sinyal setelah proses *pre-emphasis* α adalah nilai koefisien *pre-emphasis* yang berkisar $0.95 \leq \alpha \leq 1$.

2.5. Voice/Un-Voice Detection

Proses *Voice/ Un-Voice detection* bertujuan untuk memisahkan sinyal tutur berupa kalimat pembicaraan keluaran dari *Pre-Emphasis* menjadi bagian kata demi kata. Salah satu langkah yang digunakan adalah dengan mengenali sinyal tutur kalimat tersebut berdasarkan kategori *Voice* dan *Un-Voice*. Adapun proses *Voice/Un-Voice detection* dapat dijelaskan berdasarkan blok diagram seperti gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Blok Diagram Proses UV/V Detection

Parameter energi adalah ukuran dari amplitudo sinyal pada masing-masing *frame* n yang di tentukan dengan persamaan :

$$E_n = \sum_{k=1}^{160} s^2(k, n) \tag{3}$$

Dalam sebagian besar kasus, bahwa *Voiced Speech* memiliki amplitudo yang lebih besar dari pada *Un-Voiced Speech* dan termasuk bagian *Silent* yang didefinisikan sebagai kondisi tanpa adanya amplitudo.^[5] Sehingga *Energy* sangat cocok digunakan untuk klasifikasi awal sinyal tutur proses *Voice/Un-Voice detection*.

Parameter “*Ink*” digunakan untuk meningkatkan proses klasifikasi awal secara iteratif. Parameter “*Ink*” ini mengukur besarnya *Optical Density* dari plot sinyal tutur dan mencerminkan kegoyangan, yang merupakan hasil dari jumlah frekuensi luar dan jumlah *Zero-Crossing*.^[3] Hasil dari parameter “*Ink*” ditentukan dengan persamaan:

$$Ink_n = \sum_{k=1}^{160} \sqrt{[y(k) - y(k - 1)]^2 + 1} \tag{4}$$

Setelah menghitung besarnya energy dan "Ink" maka langkah selanjutnya pada proses klasifikasi ini adalah mengatur atau menentukan besarnya nilai ambang batas (*thresholding*). Untuk energi, dua *threshold* yang ditetapkan, sedangkan parameter "Ink" dibandingkan dengan satu *threshold*.^[5]

Pada penelitian ini hanya digunakan dua klasifikasi sinyal saja berdasarkan parameter energy untuk ditentukan besarnya nilai ambang batas (*thresholding*) yaitu *Voiced* dengan nilai 2 dan *Un-Voiced* dengan nilai 1 dan 0. Untuk menentukan nilai *thresholds* yang sesuai maka dilakukan dengan melakukan tes percobaan codec tutur menggunakan skema encoding yang berbeda untuk *voiced*, *unvoiced* dan *silent*.^[5]

Hasil terbaik dicapai dengan rata-rata logaritma dari energi secara keseluruhan sinyal tutur, $\overline{\log_{10} E}$, sebagai ambang batas atas untuk teks yang diucapkan terus-menerus. Namun, jika banyak terjadi kondisi diam, batas atas kemudian harus lebih rendah. Semakin rendah ambang batas akan mendefinisikan batas antara *Unvoiced* dan *Silent*, harus ditetapkan pada nilai kurang lebih $2 \sqrt{\log_{10} E}$.^[5]

Threshold untuk parameter "Ink" hanya ditetapkan satu saja. Alasannya adalah untuk normalisasi dari daerah *silent* yang menyebabkan sisa *Background Noise* untuk mendapatkan amplitudo yang sama seperti pada daerah *voiced* dan daerah *unvoiced*. Normalisasi *Background Noise* disalahtafsirkan sebagai *unvoiced* karena kebimbangannya. Dengan demikian, parameter "Ink" hanya membedakan antara segmen *Voiced* dan *Unvoiced*. Sedangkan untuk klasifikasi *silence*, hanya parameter energi saja yang diperhitungkan. Nilai dari $\overline{\log_{10}(Ink)}$ telah terbukti menjadi nilai *threshold* yang berguna untuk parameter "Ink".^[5]

Pada saat terjadi transisi antara sinyal tutur satu ke yang lainnya sering terjadi adanya daerah tidak tentu atau *uncertain interval*. Sehingga harus dipastikan bahwa daerah tersebut tidak masuk ke dalam parameter energy dan juga ink sehingga perlud dilakukan perbaikan atau koreksi. Perbaikan dapat dilakukan dengan mencari *Capstral Coefficient* dengan persamaan :

$$c(i) = a(i) + \frac{1}{i} \sum_{k=1}^{i-1} k c(k) a(i - k), \quad 0 < i \leq N_p \tag{5}$$

Dengan $a(i)$ adalah koefisien LPC dan N_p sebagai orde filter dari *linear prediction*. Berikutnya adalah menentukan *Capstral Distance* dengan persamaan

$$d_{cep} = 10 \log_{10}(e) \sqrt{2 \sum_{i=1}^{N_p} (c(i) - c'(i))^2} \quad [dB] \tag{6}$$

$0 < i \leq N_p$

Capstral Distance mengukur *spectral similarity* dari dua buah *frame*. Sehingga dari sini uncertain interval dapat dicari dengan rerata dari *Capstral Distance* dan perkecualian perbaikan *Uncertain Interval*.

Untuk mendapatkan pemisahan yang baik maka dalam penelitian ini juga dilakukan perhitungan zero crossing dari sinyal tutur kalimat *original*. Kata *original* mengacu pada sinyal tutur yang belum mengalami pre processing sehingga diambil dari keluaran EPD. Hasil *zero crossing* selanjutnya akan menjadi sinyal perbaikan terhadap hasil dari proses kalsifikasi energy dan Ink.

Selanjutnya hasil perbaikan terakhir menghasilkan klasifikasi berupa *voiced* dipisah-pisahkan menjadi sinyal tutur kata yang akhirnya juga disimpan menggunakan *file.wav* yang selanjutnya akan dilakukan proses ekstraksi ciri menggunakan *wavelet*.

2.6. Ekstraksi Ciri Wavelet

Salah satu alternatif untuk analisis waktu-frekuensi secara simultan adalah dengan menggunakan metode Transformasi Wavelets. Hal terpenting yang membedakan transformasi wavelets dengan transformasi fourier adalah sebagai berikut^[6]:

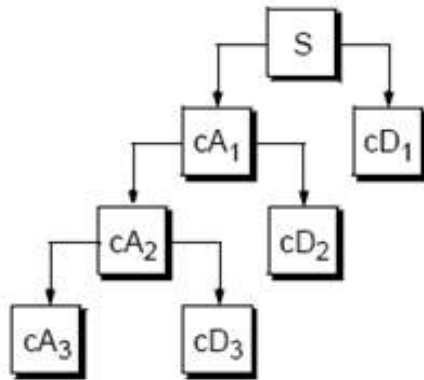
1. Menggunakan fungsi basis dengan domain waktu terbatas. Hal ini berarti fungsi basisnya merupakan fungsi aperiodik.
2. Fungsi basis digeser dan diskalakan secara simultan / bersamaan.

Transformasi wavelet dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$X(a, b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt; \quad a \neq 0, \quad a, b \in \mathbb{R} \tag{7}$$

Fungsi $\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$ disebut *mother wavelet* . Parameter a disebut parameter skala dan berkaitan dengan resolusi. Nilai a yang sangat kecil berkaitan dengan tingkat detail yang tinggi yang dapat dianalisis dari fungsi $x(t)$. Parameter b adalah parameter geser. Bertujuan untuk posisi/lokasi pada sumbu waktu t .^[6]

Dekomposisi



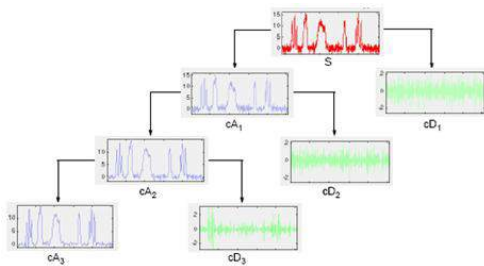
Gambar 4. Pohon Dekomposisi Wavelet

Sinyal dapat didekomposisi ke dalam bagian detail (cD), yang mengandung frekuensi tinggi dan bagian aproksimasi (cA) yang mengandung frekuensi rendah. Jika kita lakukan lagi proses dekomposisi, maka bagian yang akan diproses adalah bagian aproksimasi.[7] Proses ini disebut pohon dekomposisi Wavelet dan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut

Dari Gambar 4 dapat direpresentasikan ke dalam persamaan di bawah ini

$$\begin{aligned}
 S &= cD1 + cA1 \\
 &= cD1 + cD2 + cA2 \\
 &= cD1 + cD2 + cD3 + cA3
 \end{aligned}$$

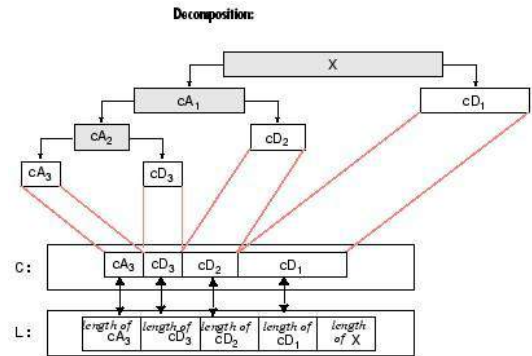
Proses tersebut dapat lebih jelas dimengerti jika dilihat pada gambar 5 , suatu sinyal di dekomposisi ke dalam 3 level.[5]



Gambar 5. Suatu Sinyal Didekomposisi ke Dalam 3 Level

Dari hasil dekomposisi inilah yang selanjutnya dapat ditentukan cirri dari suatu sinyal tutur salah satunya adalah dengan mencari besarnya pada energi pada komponen Aproksimasi (CA) dan komponen Detail (CD) seperti yang terdapat pada gambar 6.

Dari Gambar 6, bahwa untuk Wavelet 3 level maka didapatkan 4 macam nilai cirri yang diperoleh dari nilai total energy dari cA3, cD3, cD2, dan cD1.



Gambar 6. Penentuan Ciri pada Wavelet 3 Level

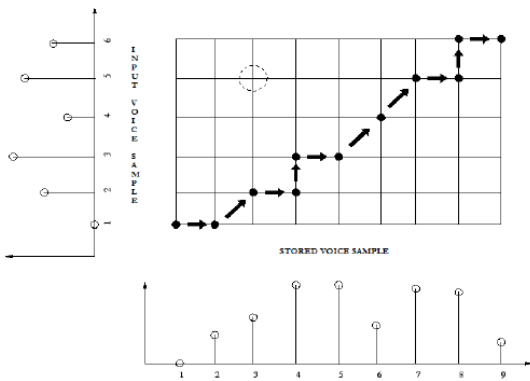
2.7. DTW (Dynamic Time Warping)

Satu masalah yang cukup rumit dalam *speech recognition* (pengenalan tutur) adalah proses perekaman yang terjadi seringkali berbeda durasinya, biarpun kata atau kalimat yang diucapkan sama. Bahkan untuk satu suku kata yang sama atau vocal yang sama seringkali proses perekaman terjadi dalam durasi yang berbeda. Sebagai akibatnya proses matching antara sinyal uji dengan sinyal referensi (*template*) seringkali tidak menghasilkan nilai yang optimal.

Sebuah teknik yang cukup populer di awal perkembangan teknologi pengolahan sinyal wicara adalah dengan memanfaatkan sebuah teknik *dynamic-programming* yang juga lebih dikenal sebagai *Dynamic Time Warping* (DTW). Teknik ini ditujukan untuk mengakomodasi perbedaan waktu antara proses perekaman saat pengujian dengan yang tersedia pada *template* sinyal referensi. Prinsip dasarnya adalah dengan memberikan sebuah rentang 'steps' dalam ruang (dalam hal ini sebuah frame-frame waktu dalam sample, frame-frame waktu dalam template) dan digunakan untuk mempertemukan lintasan yang menunjukkan *local match* terbesar (kemiripan) antara time frame yang lurus. Total 'similarity cost' yang diperoleh dengan algorithm ini merupakan sebuah indikasi seberapa bagus *sample* dan *template* ini memiliki kesamaan, yang selanjutnya akan dipilih *best-matching template*.

DTW (*DynamicTime Warping*) adalah metode untuk menghitung jarak antara dua data *time series*. Keunggulan DTW dari metode jarak yang lainnya adalah mampu menghitung jarak dari dua vektor data dengan panjang berbeda.[6]

DTW untuk dua buah sinyal tutur dapat diilustrasikan sesuai dengan gambar 7 berikut:



Gambar 7. DTW dari Dua Sinyal Tutur

Matrik dari ordo n dengan m dibuat dengan elemen (i, j) adalah jarak $d(a_i, b_j)$ antara titik a_i dan b_j dari dua waktu seri. Komputasi *Euclidean* digunakan untuk mengukur jarak antara ciri *input* (tutur kata) dan *template* (tutur kalimat yang sudah dipisah menjadi kata).^[8] Adapun persamaan untuk menghitung jarak menggunakan komputasi *Euclidean* adalah sebagai berikut:

$$D(i, j) = \min[D(i-1, j-1), D(i-1, j), D(i, j-1)] + d(i, j) \quad (8)$$

Adapun proses terakhir dari deteksi kata ini adalah mencari jarak minimum dari proses DTW dari masing-masing ciri sinyal tutur *input* (*keyword*) dengan masing-masing tutur *template* yang sudah dipisah-pisah. Kemiripan tutur *input* dengan tutur *template* adalah yang *jaraknya paling minimum*.

Metode Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan melakukan perekaman tutur dari responden berupa kalimat pembicaraan sebagai *template* dan tutur berupa kata (*keyword*) sebagai *input*. Perekaman dilakukan secara *real-time* menggunakan laptop VAIO dengan frekuensi *sampling* 8000Hz. Besarnya waktu perekaman untuk data kalimat adalah 4 detik dan data berupa kata selama 1 detik. Selanjutnya hasil perekaman isyarat tutur ini disimpan dalam format *file.wav*. Adapun jenis kalimat dan kata yang direkam sebagai data dari seseorang dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Kalimat Pembicaraan yang direkam

No.	Jenis kalimat yang direkam
1	Kanan dan Kiri
2	Kiri dan Kanan
3	Maju dan Mundur
4	Jalan Pagi Sehat
5	Turun dan Naik
6	Ada Atas Ada Bawah
7	Bawah Meja Ada Kucing
8	Jalan Belok Kiri dan Kanan
9	Ayo Naik Tingkat Semua
10	Putar Kanan Belok Kiri

Tabel 2. Kata yang direkam sebagai *keyword*

No.	Jenis kalimat yang direkam
1	Kanan
2	Kiri
3	Maju
4	Mundur
5	Jalan
6	Naik
7	Turun
8	Atas
9	Bawah
10	Belok

Selanjutnya data berupa tutur *input* digunakan sebagai kata yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan kata yang terdapat pada kalimat pembicaraan tersebut. Misalnya akan digunakan kata “*rajin*” untuk mendeteksi kata “*rajin*” yang terdapat pada kalimat “*Rajin Pangkal Pandai Malas Pangkal Bodoh*”. Berikut kata yang lain juga dilakukan untuk mendeteksi kata dalam kalimat yang ada kata itu.

Metode Analisis Data

Ada dua tahapan proses dalam pengenalan kata pada pembicaraan *real-time* ini yaitu tahapan pengenalan dan tahap pengujian. Tahapan pelatihan adalah tahapan untuk melatih atau mengajari sistem untuk mengenali ciri umum dari sinyal tutur. Dalam hal ini digunakan ekstraksi ciri *Wavelet Daubechies*. Sedangkan tahapan pengujian adalah tahapan untuk mengetahui kemampuan pengenalan kata yang dapat dilakukan oleh sistem berdasarkan tahapan pelatihan yang dilakukan. Dalam hal ini digunakan DTW sebagai proses pengenalan kata dengan mencari jarak minimum dari DTW.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pengukuran unjuk kerja dari sistem pengenalan kata pada pembicaraan secara *real-time* dilakukan dengan mencari persentase kesalahan pencocokan yang menyatakan probabilitas terjadinya kesalahan pada sistem yang telah dibuat.

Pada pengujian ini penulis menggunakan 3 orang responden yang masing-masing mengucapkan berupa kalimat pembicaraan sesuai tabel 1 dan kata *keyword* sesuai dengan tabel 2 sebagai data pengujian.

Ada beberapa pengujian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya adalah

1. Pengujian pada proses *Voice/Un-Voice Detection* kalimat pembicaraan.
2. Pengujian pada hasil ekstraksi ciri menggunakan *Wavelet Debicies* 3 level baik pada tutur *input* dan tutur *template*.
3. Pengujian pada proses pencocokan menggunakan DTW.

Pengujian Voice/Un-Voice Detection

Pengujian pada proses *Voice/Un-Voice Detection* dilakukan untuk mengetahui banyaknya kata-kata dari kalimat tutur yang diucapkan.

Data dari kalimat pembicaraan responden diambil dan dihitung hasil ketepatan system dalam memisahkan kata-kata yang terdapat dalam kelimat tersebut. Persentase responden menunjukkan selisih absolut antara jumlah kata yang seharusnya terdapat pada kalimat pembicaraan dari responden dengan jumlah kata yang dapat dideteksi oleh sistem. Sebagai contoh pada kalimat “kanan dan kiri” terdapat 3 kata yaitu “kanan”, “dan”, dan “kiri” sehingga seharusnya pemotongannya terdapat 3 kata tersebut, tidak boleh kurang dan tidak boleh lebih.

Akurasi data uji diperoleh dengan mencari perbandingan antara data seharusnya dengan data hasil pengujian dan dikalikan dengan persentase 100% sehingga diperoleh persentase akurasi data dan berikut hasil pengujiannya seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian pada V/UV Detection

No.	Kalimat	Responden			Akurasi Data Uji (%)
		A (%)	B (%)	C (%)	
1	Pertama	100	100	100	100
2	Kedua	100	100	100	100
3	Ketiga	100	100	100	100
4	Keempat	66.7	100	100	88.9
5	Kelima	100	100	100	100
6	Keenam	100	75	75	83.3
7	Ketujuh	50	75	75	66.7
8	Delapan	100	100	100	100
9	Sembilan	100	100	100	100
10	Sepuluh	100	100	100	100

Sehingga keberhasilan pengujian pemenggalan kalimat menjadi kata kata dengan *Voice/Un-Voice Detection* adalah 93.9%.

Pengujian Ekstraksi Ciri Wavelet Debicies 3 level.

Pengujian pada proses ekstraksi ciri menggunakan *Wavelet Daubechies* 3 level digunakan untuk mengetahui ciri pada masing-masing kata (*keyword*) sebagai data *input* dan juga ciri pada masing-masing kata hasil dari proses *Voice/ Un-Voice Detection* yang merupakan data *template*.

Pada Tabel 4 ditampilkan hasil ekstraksi ciri pada tutur berupa menggunakan *wavelet debicies 3 level*.

Pengujian Pencocokan Kata Menggunakan DTW

Pengujian terakhir adalah pencocokan kata *input* (*keyword*) dengan kata pada kalimat pembicaraan (*template*) menggunakan *Dynamic Time Warping* (DTW).

Tabel 4. Contoh Hasil Ekstraksi Ciri

No	Kata (Tutur)	E-cA3	E-cD3	E-cD2	E-cD1
1	Kiri	0.007795	0.027435	0.013842	0.001611
2	Kanan	0.0227	0.0046	0.0005	0.0006
3	Maju	0.0073	0.0341	0.0137	0.0012
4	Jalan	0.0023	0.0165	0.0072	0.0015
5	Belok	0.0096	0.0484	0.023	0.0017

Hasil ekstraksi ciri dari kata input dicocokkan pada masing-masing kata yang terdapat pada kalimat yang sudah dipisahkan menjadi potongan kata kata yang juga sudah di ekstraksi ciri. Kecocokan antara kata input dan template di dapatkan dari nilai jarak minimum yang didapatkan dari proses DTW. Dan hasil dari proses pencocokan ini tertuang dalam tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil Pencocokan Kata dengan DTW

No	Kalimat	Keyword	Responden			Akurasi Data Uji (%)
			A (%)	B (%)	C (%)	
1	Pertama	Kiri	100	100	100	100
2	Kedua	Kanan	100	100	0	66.7
3	Ketiga	Maju	100	0	100	66.7
4	Keempat	Jalan	100	100	100	100
5	Kelima	Turun	100	100	100	100
6	Keenam	Atas	100	0	100	66.7
7	Ketujuh	Bawah	100	0	100	66.7
8	Kedelapan	Belok	100	0	100	66.7
9	Kesemblian	Naik	0	100	0	33.3
10	Sepuluh	Putar	0	0	100	33.3

Keterangan :

100% menunjukkan ketepatan dalam mendeteksi kata, dan 0% menunjukkan ketidaktepatan dalam mendeteksi kata. Sehingga keberhasilan pencocokan antara kata input dengan kalimat pembicaraan sebagai template adalah 70%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Proses *Voice/Un-Voice Detection* dapat digunakan sebagai langkah untuk dapat memotong kalimat menjadi kata kata dan menunjukkan hasil pengujian sebesar 93.9% sehingga cukup akurat dalam melakukan pemotongan kata. Proses pencocokan kata dapat dilakukan dengan mencocokkan antara kata tutur sebagai *input* dengan masing-masing kata yang terdapat pada kalimat (*template*) yang sebelumnya telah dilakukan ekstraksi ciri menggunakan *Wavelet Daubechies* 3 level. Hasil pengujian pengenalan kata dengan melakukan

pencocokan kata menggunakan DTW menunjukkan hasil 70%.

Daftar Pustaka

- [1]. Agustinus Noertjahyana dan Rudy Adipranata. "Implementasi Sistem Pengenalan Suara Menggunakan SAPI 5.1 dan DELPHI 5", Skripsi Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra, 2003.
- [2]. Nitin Trivedi, Dr. Vikesh Kumar, Saurabh Singh, Sachin Ahuja, Raman Chadha. "Speech Recognition by Wavelet Analysis". *International Journal of Computer Applications*, February 2011.
- [3]. Atal Bishnu S and Rabiner Lawrence R. "A Pattern Recognition Approach to Voiced-Unvoiced-Silence Classification with Application to Speech Recognition", *IEEE Journal*, 1976.
- [4]. Lukman Achmad, "Klasifikasi Nyamuk Berdasarkan Suaranya Dengan Metode *Mel Frequency Cepstral Coefficient* dan Jaringan Syaraf Tiruan". Thesis, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, UGM, 2013.
- [5]. Hoelper C, Frankort A, Erdmann C, and Vary P. "A Novel Voiced / Unvoiced / Silence Classification Scheme for Offline Speech Coding", Aachen University of Technology, *Institute of Communication Systems and Data Processing*.
- [6]. L. Chruszczyk, "Wavelet Transform in Fault Diagnosis of Analogue Electronic Circuits ", *InTech-Advances in Wavelet Theory and Their Applications in Engineering, Physics and Technology* p. 197, 2012
- [7]. M. Misiti, Y. Misiti, G. Oppenheim, and J.-M. Poggi, "Wavelet Toolbox User's Guide", The MathWorks, Inc., 1996.
- [8]. Mohan Bhadragiri Jagan and N Ramesh babu. "Speech Recognition using MFCC and DTW", *VIT University Vellore India School of Electrical Engineering*.

Kode Makalah: C1-9

ANALISA PEMANDU GELOMBANG OPTIK BERSTRUKTUR PLANAR MENGGUNAKAN PROGRAM ANALISA ELEKTROMAGNETIK

Dadin Mahmudin¹, Topik Teguh Estu² dan Yusuf Nur Wijayanto³

1,2,3. Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi-LIPI, Jl. Sangkuriang, Bandung, 40135, Indonesia
Kelompok Penelitian, Nama Lembaga, Alamat, Kota, Kode Pos, Negara

E-mail: dradrin@gmail.com

Abstrak

Pemandu gelombang optik sangat potensial untuk menghantarkan informasi berupa suara, gambar, dan data secara cepat. Disamping itu pemandu gelombang optik juga sangat menjanjikan digunakan sebagai sensor yang akurat karena tahan terhadap gangguan lingkungan berupa suhu, cuaca, dan elektromagnetik gelombang mikro. Pada makalah ini, dilakukan diskusi dan analisa pemandu gelombang optik berstruktur planar dengan menggunakan program analisa elektromagnetik (*electromagnetic analysis software*). Dua bagian penting pada gelombang optik yang harus diperhatikan yaitu bagian inti (*core*) dan bagian selubung (*cladding*). Nilai indeks bias dari bagian inti harus lebih besar dari bagian selubung agar dapat menghantarkan gelombang optik secara efektif. Analisa pemandu gelombang optik menggunakan persamaan Maxwell yang telah dilakukan bisa digunakan untuk menentukan titik ambang dari masing-masing moda operasi baik untuk moda tunggal (*single mode*) dan moda banyak (*multi mode*). Selanjutnya, analisa pemandu gelombang secara tiga dimensi juga dilakukan dengan program analisa elektromagnetik. Distribusi medan elektromagnetik dan propagasi gelombang optik tersebut dapat diperoleh. Dari perancangan diketahui dengan tinggi 1 μm dan lebar 1,5 μm diperoleh keadaan Single Mode

Abstract

Optical waveguides is very potential to deliver information such as voice, image, and data fast. Optical wave guides are also very promising for use as sensors are accurate, because it is resistant to environmental disturbances such as temperature, weather, and electromagnetic microwave. In this paper, discussion and analysis of structured planar optical waveguides using electromagnetic analysis program (electromagnetic analysis software). Two important part in the optical wave that must be considered are core and cladding. The value of the refractive index of the core must be greater than the cladding so that it can deliver optical wave effectively. Analysis of optical waveguides using Maxwell's equations that has been done can be used to determine the threshold point of each mode of operation both for single mode and multi-mode. Furthermore, analysis of three-dimensional waveguide is also done with electromagnetic analysis program. Electromagnetic field distribution and the optical wave propagation can be obtained. The results of the design, with a high 1 μm and a width of 1.5 μm was obtained waveguide Single Mode.

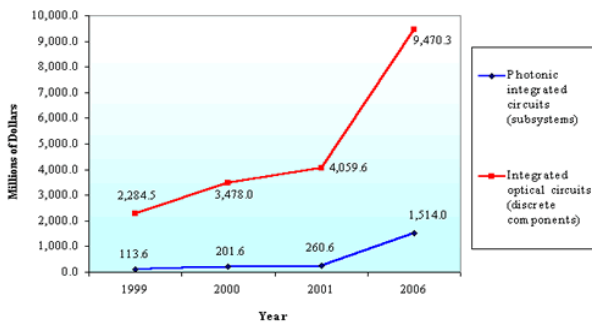
Keywords : optical waveguides, planar structure, electromagnetic analysis programs, the distribution of the electromagnetic field.

1. Pendahuluan

Semenjak mulai digunakannya kabel serat optik untuk kebutuhan pengiriman sinyal jarak jauh pada sistem telekomunikasi, substitusi komponen elektronik dengan komponen optik yang mampu beroperasi pada

kecepatan tinggi terus dilakukan. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan yang pesat permintaan pasar terhadap komponen-komponen optik. **Gambar 1** dibawah menunjukkan prediksi kebutuhan komponen optik sampai dengan 2006 di wilayah amerika utara. Dari grafik tersebut terlihat bahwa

permintaan pasar mulai berada pada posisi awal kenaikan kurva S. Diperkirakan kebutuhan itu selalu meningkat terus sampai saat ini dan masa depan. Hal ini menunjukkan dimasa-masa mendatang peluang terhadap komponen optik masih terbuka lebar, apalagi di Indonesia yang penetrasi teknologi telekomunikasi optik masih sebatas pada kota-kota besar, maka dalam waktu mendatang, ketika kabel serat optik sudah mendekati ke subscriber line, dipastikan bahwa kebutuhan komponen dan modul optik akan meningkat.



Gambar 1. Grafik Kebutuhan Pasar Komponen Optik [1]

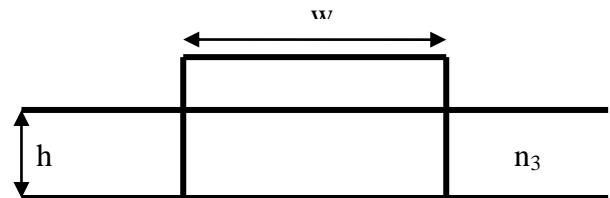
Sejalan dengan meningkatnya tuntutan komponen optik untuk telekomunikasi, eksplorasi pemanfaatan komponen optik pada bidang-bidang lain juga mulai terbuka. Aplikasi untuk kebutuhan sensor dan instrumentasi merupakan market kedua komponen optik setelah bidang telekomunikasi. Jika melihat jurnal-jurnal internasional yang berhubungan dengan bidang sensor ini, terlihat bahwa peluang pengembangan komponen optik untuk sensor dan instrumentasi sangat terbuka lebar mengingat pengembangan pada bidang ini juga merupakan hal baru sehingga masih banyak topik-topik yang belum banyak dikerjakan oleh para peneliti. Diantara aplikasi untuk sensor dan instrumentasi ini adalah pada bidang militer (Hankam) dan lingkungan. Jika melihat besarnya anggaran pertahanan Indonesia yang didalamnya termasuk kebutuhan akan peralatan militer-maka penelitian yang menyentuh sektor Hankam mempunyai nilai ekonomi yang strategis karena masuk ke sektor ril.

Pada tulisan ini akan dibahas mengenai teknik perancangan devais channel optical waveguide yang merupakan komponen penting untuk mendistribusikan sinyal optik dengan rugi-rugi propagasi yang rendah pada komunikasi optik.[2].Material yang digunakan adalah Lithium Niobate (LiNbO₃) sebagai core dan Silicon Dioxida (SiO₂) sebagai cladding. Hasil analisa pemandu gelombang secara tiga dimensi dengan

program analisa elektromagnetik didiskusikan pada tulisan ini.

2. Struktur Pemandu Gelombang

Sebagaimana disebutkan diatas, komponen optik yang akan dikembangkan adalah berbasis waveguide. Dengan demikian, proses perancangan komponen akan berawal pada teori dasar waveguide. Sebuah waveguide yang umum digunakan adalah berbentuk channel waveguide sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2 yang merupakan penampang pemandu gelombang. Jika yang dipakai sebagai core adalah n₂ dan n₁ adalah udara, maka ia disebut sebagai raised strip waveguide yang dipaloi sebagai planar lightwave circuit. Jika n₄ adalah core, dan n₁, n₂ adalah udara amaka ia disebut embedded strip waveguide.

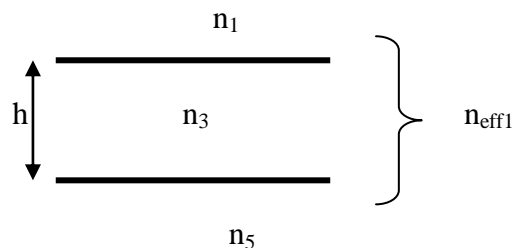


Gambar 2. Penampang pemandu gelombang optik channel

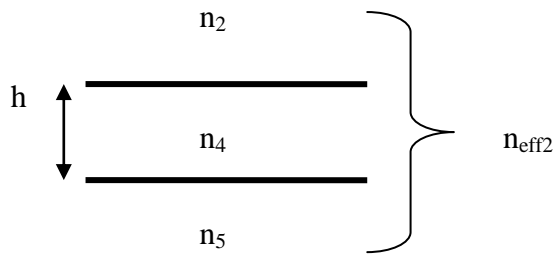
3. Metode Analisa secara manual

Analisis *channel optical waveguide* dilakukan dengan metoda indeks efektif, dimulai dengan cara menghitung indeks efektif propagasi ragam dengan lebar masing-masing *w* (*width*) dengan menggunakan teori pandu gelombang planar atau *slab waveguide* sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.[3,4] Pertama, dilakukan perhitungan indeks efektif untuk *slab* vertikal 1, dengan n₁ sebagai *cladding*, n₃ sebagai film, dan n₅ sebagai substrat. Selanjutnya dilakukan hal yang sama untuk mendapatkan nilai indeks efektif pada *slab* vertikal 2, dengan n₂ sebagai *cladding*, n₄ sebagai film, dan n₅ sebagai substrat.

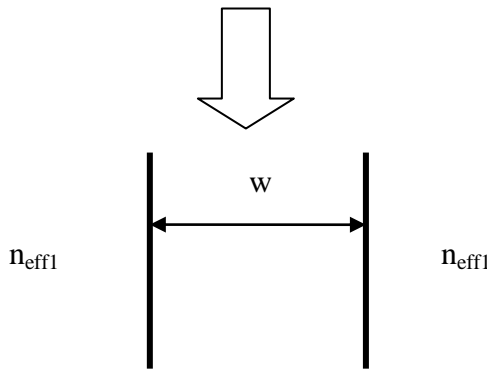
- Slab vertikal 1:



- Slab vertikal 2 :

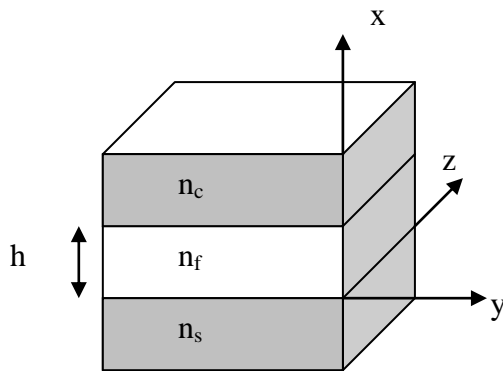


- Slab horizontal :



Gambar 3. Diagram urutan analisis *channel waveguide*

Dengan demikian didapat nilai ketebalan dan lebar serta indeks efektif berbagai struktur umum *channel waveguide* dari kurva persamaan dispersi. Untuk mendapatkan kurva persamaan dispersi yang digunakan untuk mendapatkan nilai indeks efektif pada tiap *slab waveguide*, dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:



Gambar 4. Sketsa asimetrik slab *waveguide* beserta pemilihan koordinat medannya

Didefinisikan:

$$\begin{aligned} \kappa_c^2 &= n_c^2 k^2 - \beta^2 = -\gamma_c^2 \\ \kappa_f^2 &= n_f^2 k^2 - \beta^2 \\ \kappa_s^2 &= n_s^2 k^2 - \beta^2 = -\gamma_s^2 \end{aligned} \quad (1)$$

Cladding :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} E(x, y) + (n_c^2 k^2 - \beta^2) E(x, y) = 0 \rightarrow \frac{\partial^2}{\partial x^2} E - \gamma_c^2 E = 0 \quad (2)$$

Film :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} E(x, y) + (n_f^2 k^2 - \beta^2) E(x, y) = 0 \rightarrow \frac{\partial^2}{\partial x^2} E + \kappa_f^2 E = 0 \quad (3)$$

Substrat :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} E(x, y) + (n_s^2 k^2 - \beta^2) E(x, y) = 0 \rightarrow \frac{\partial^2}{\partial x^2} E - \gamma_s^2 E = 0 \quad (4)$$

✚ **TE mode**

Solusi umumnya berupa sinusoidal atau exponential tergantung pada tanda dari $(k^2 n_i^2 - \beta^2)$, dengan kondisi batas : komponen tangensial dari **E** dan **H** juga

E_y dan $\frac{\partial E_y}{\partial x}$ kontinyu pada antar muka tiap lapisan.

Dimana mode pemanduan pada:

Cladding :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} E_y - \gamma_c^2 E_y = 0 \rightarrow E_y = E_c \exp[-\gamma_c(x-h)] \quad (5)$$

Film:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} E_y + \kappa_f^2 E_y = 0 \rightarrow E_y = E_f \cos(\kappa_f x - \phi_s) \quad (6)$$

Substrat :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} E_y - \gamma_s^2 E_y = 0 \rightarrow E_y = E_c \exp(\gamma_s x) \quad (7)$$

Dengan mengaplikasikan kondisi batas, kita dapatkan:

$$\tan \phi_s = \frac{\gamma_s}{\kappa_f}, \tan \phi_c = \frac{\gamma_c}{\kappa_f} \quad (8)$$

$$\kappa_f h - \phi_s - \phi_c = m\pi$$

✚ **TM mode**

Cladding :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} H_y - \gamma_c^2 H_y = 0 \rightarrow H_y = H_c \exp[-\gamma_c(x-h)] \quad (9)$$

Film :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} H_y + \kappa_f^2 H_y = 0 \rightarrow H_y = H_f \cos(\kappa_f x - \phi_s) \quad (10)$$

Substrat :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} H_y - \gamma_s^2 H_y = 0 \rightarrow H_y = H_c \exp(\gamma_s x) \quad (11)$$

dengan kondisi batas: H_y dan E_z , juga H_y dan $\frac{1}{n^2} \frac{\partial H_y}{\partial x}$ kontinyu pada antar muka lapisan. Dengan mengaplikasikan kondisi batas, didapat:

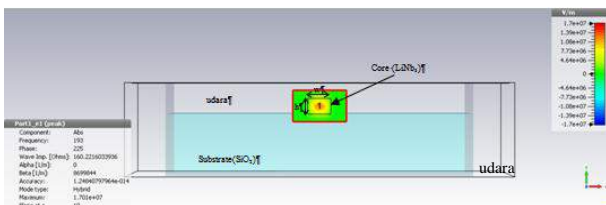
$$\tan \phi_s = \left(\frac{n_f}{n_s} \right)^2 \frac{\gamma_s}{\kappa_f}, \tan \phi_c = \left(\frac{n_f}{n_c} \right)^2 \frac{\gamma_c}{\kappa_f} \quad (12)$$

$$\kappa_f h - \phi_s - \phi_c = m\pi \quad (13)$$

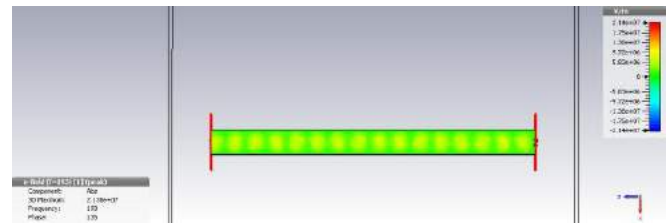
Dari persamaan dispersi untuk ragam TE sebagaimana tertera pada persamaan (8) dan persamaan dispersi untuk ragam TM pada persamaan (13) di atas, dapat di buat kurva persamaan dispersi dengan solusi numerik. Untuk merancang berbagai bentuk umum *optical waveguide* dapat digunakan persamaan-persamaan (1) sampai persamaan (13). Dalam menentukan tebal (*width*) *waveguide*, digunakan persamaan dispersi ragam TE pada persamaan (8) untuk mendapatkan kurva dispersi, sedangkan untuk menentukan lebar *waveguide* h (*height*) digunakan persamaan dispersi untuk ragam TM pada persamaan (13) dengan cara yang sama. Setelah didapat kurva persamaan dispersi, akan dapat ditentukan nilai indeks pemanduan ternormalisasi b beserta indeks efektif N , juga nilai w dan h yang dimaksud untuk $m=1$ (*single mode*).

4. Simulasi Secara Komputasi

Pada perancangan pemandu gelombang optik berstruktur channel ditetapkan harga indeks bias n_s dari substrat SiO_2 , $n_s = 1,5$, core LiNbO_3 , $n_f = 2,2$ dan indek bias udara, $n_c = 1$ dengan panjang gelombang $\lambda = 1,55 \mu\text{m}$ Untuk mencari lebar dari *waveguide* w dapat digunakan persamaan (8) dan untuk tinggi dari *waveguide* h dapat digunakan persamaan 13. Hasil yang diperoleh adalah $h = 1 \mu\text{m}$ dan $w = 1,5 \mu\text{m}$ Untuk melihat mode pemandu gelombang optik digunakan simulasi dengan metode program analisa elektromagnetik.



Gambar 5. Distribusi medan elektrik pada penampang melintang pemandu gelombang



Gambar 6. Distribusi medan elektrik pada permukaan substrat

Pada Gambar 5 dan 6 dapat diperoleh keadaan mode pada pemandu gelombang optik. Pada gambar 5 bisa dilihat bahwa medan yang kuat terlihat pada core dan pada gambar 6 bisa dilihat distribusi dari cahaya pada *waveguide*. Dari gambar 5 dan Gambar 6 juga bisa terlihat bahwa pemandu gelombang dalam keadaan *singlemode*.

5. Kesimpulan

Telah dilakukan perancangan dari pemandu gelombang optik berstruktur channel dengan substrat SiO_2 dan LiNbO_3 sebagai core dengan panjang gelombang $\lambda = 1,55 \mu\text{m}$ dengan menggunakan program analisa elektromagnetik . Dengan tinggi core $h = 1 \mu\text{m}$ dan lebar $w = 1,5 \mu\text{m}$ diperoleh keadaan *singlemode*.

Ucapan Terima Kasih

Pengarang mengucapkan terima kasih kepada Pamungkas Daud, M.T., Folin Oktafiani, M.T. dan Taufiqurrohman, S.T., dari Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) atas komentar dan sarannya yang membangun pada saat diskusi serta bantuannya yang sangat bermanfaat pada saat melakukan analisa.

Daftar Pustaka

- [1]. Yusuf Nur Wijayanto, Dadin mahmudin, Pamungkas Daud, "Design of Rectangular Optical waveguide on LiTaO_3 , Crystal using Thermal Annealed proton Exchange Methode", Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi Vol 14, Nomor 1, Juni 2014
- [2]. Kawano, K (2001). Introduction to Optical Waveguide Analysis. New York : john wiley and sons, Inc. All rights reserved, 2001
- [3]. Keiser G, "Optical Fiber Communications. Singapore : McGraw-Hill International Edition , 200
- [4]. Windiarti, I, " Definisi Singlemode dan multimode pada Fiber Optics , 2011

Kode Makalah: C1-14

PROTOTYPE PENGENDALI SISTEM PENERANGAN RUANG DENGAN “CLAP RECOGNIZING” BERBASIS BLUETOOTH

Dwi Maulina Putri¹ dan Dandun Widhiantoro²

1,2. Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok.

E-mail : dwimaulinap@gmail.com, dandun.pnj@gmail.com

Abstrak

Prototype Pengendali Sistem Penerangan Ruangan dengan “Clap Recognizing” berbasis Bluetooth merupakan sebuah sistem yang dirancang untuk membantu aktivitas para penderita kretinisme dalam menyalakan dan mematikan lampu ruangan. Sistem ini, menggunakan 2 perangkat lampu dan 1 sensor tepuk tangan (clap sensor). Untuk menyalakan dan mematikan lampu 1, lampu 2, dan lampu 3 diberikan tepukan yang berbeda. Dimana untuk menyalakan dan mematikan lampu 2 diberikan 3 tepukan yang dibaca oleh sensor tepuk perangkat transmitter sedangkan untuk lampu 3 diberikan 4 tepukan. Metode yang digunakan untuk mengendalikan lampu 2 dan lampu 3 menggunakan teknologi bluetooth. Pada lampu 1 diatur sebagai master (transmitter), lampu 2 dan lampu 3 diatur sebagai slave (receiver) dengan menggunakan bluetooth HC 05 dan HC 06. Suara 3 tepukan dan 4 tepukan yang terdeteksi pada sensor tepuk di perangkat transmitter akan mengirimkan kode L ke receiver melalui bluetooth HC 06 agar lampu 2 on/off dan mengirimkan kode X untuk menyalakan dan mematikan lampu 3. Nilai tegangan output dari power supply yaitu 12,55 V dan output dari IC regulator pada sistem minimum yaitu 5V sehingga TRIAC menjadi aktif low.

Abstract

The prototype of Room Lighting Controlling System with "Clap Recognizing" is a Bluetooth -based system designed to help the activity of the Cretinism people to turn on and turn off the lights in the room. This system, using two devices and one sensor lights pat. To turn on and off first lamp, second lamp , and third lamp is given different pat. Where to turn on and turn off the second lamp was given 3 pats. Pats read by the sensor transmitter device while the third lamp is given 4 pats. The method used to control second lamp and third lamp using bluetooth technology. In first lamp is set as the master (transmitter), the second lamp and third lamp is set as a slave (receiver) using bluetooth HC 05 and HC 06. Sound of 3 pats and 4 pats detected on the sensor in the device will send the code L transmitter to the receiver via second bluetooth HC 06 to turn the lamp on / off . And send the code X to turn on and off the third lamp. The value of the output voltage of the power supply is 12.55 V and the output of the IC regulator at the minimum system is 5V so that the TRIAC become active low.

Key Word : Bluetooth HC 06, Clap Recognizing, Cretinism, Slave

1. Pendahuluan

Memiliki tubuh yang sempurna adalah idaman setiap orang baik wanita maupun pria. Namun tidak semua struktur biologis tubuh dapat bekerja sebagaimana mestinya atau terjadi gangguan. Pertumbuhan biologis yang terganggu tersebut dapat mengakibatkan kelainan. Kretinisme merupakan penyakit yang disebabkan kurangnya hormon tiroid dalam tubuh sehingga mengakibatkan pertumbuhan lambat dengan perawakan pendek (kerdil). Kebanyakan dari orang yang menderita penyakit ini mengalami kesulitan dalam memenuhi kebutuhan sehari – hari terutama

dalam hal ketinggian yang sulit dijangkau, karena secara fisik mereka memiliki ketinggian tubuh setengah dari manusia normal.

Menurut data statistik, populasi penderita penyakit ini menyebar di seluruh dunia, yaitu terdapat 1 kasus setiap 15.000 – 40.000 kelahiran di seluruh dunia. Pada penelitian tahun 1986, terhitung bahwa yang mengidap penyakit kerdil ini adalah antara 0,5 – 1,5 dari 10.000 kelahiran.

Oleh karena itu, dengan perkembangan teknologi yang semakin maju dengan pesat terutama dibidang

telekomunikasi, maka dirancang dalam tugas akhir yaitu *Prototype* Pengendali Sistem Penerangan Lampu Ruangan dengan “*Clap Recognition*” berbasis *Bluetooth*. Teknologi *Bluetooth* merupakan teknologi *wireless* (tanpa kabel) yang berfungsi untuk mengirim dan menerima perintah *start* atau *finish* dengan jarak jangkauan tertentu. Sistem ini dibuat agar mempermudah kegiatan para penderita krenitisme, yaitu dengan menyalakan atau mematikan lampu pada ruangan dengan menggunakan sensor tepukan.

Permasalahan

Berdasarkan banyaknya populasi penderita krenitisme, maka dapat ditarik suatu permasalahan yaitu bagaimana cara yang efektif untuk membantu penderita krenitisme untuk menyalakan dan mematikan lampu ruangan dengan keterbatasan fisik yang dimiliki dalam memanfaatkan teknologi *bluetooth*. Dimana untuk menyalakan dan mematikan lampunya menggunakan sensor tepukan tangan (*clap sensor*) dengan menggunakan 2 tepukan untuk Lampu 1, 3 tepukan untuk Lampu 2 dan 4 tepukan untuk Lampu 3 dalam batas waktu tertentu.

Tujuan

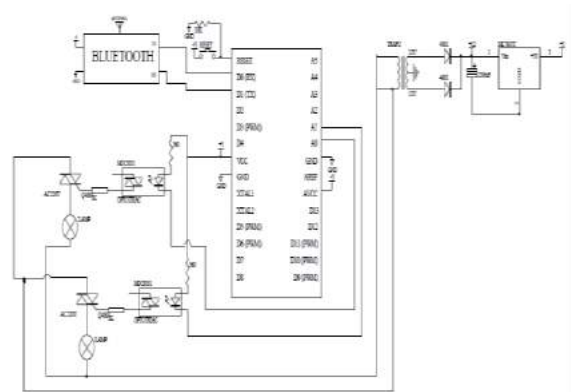
Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian kali ini, yaitu :

1. Membuat *prototype* yang dapat membantu menyalakan dan mematikan lampu ruangan dengan menerapkan teknologi *bluetooth* dengan menggunakan sensor tepukan.
2. Dapat mewujudkan rancangan alat pada Lampu 2 dan Lampu 3 dengan menggunakan tepukan dari *transmitter* dalam waktu 1 – 2 detik.
3. Menerapkan teknologi *bluetooth* sebagai *receiver* pada Lampu 2 dan Lampu 3 agar dapat membaca sensor tepukan dengan mikrokontroler.
4. Dapat menggunakan *codingan* mikrokontroler yang tepat untuk tepukan Lampu 2 dan Lampu 3.

2. Realisasi Alat

Cara kerja dari *Prototype* Pengendali Sistem Penerangan Ruangan dengan “*ClapRecognizing*” berbasis *Bluetooth* ini yaitu menyalakan 3 lampu pada ruangan dengan menggunakan sensor tepukan. Dimana pada Lampu 1 menyalakan dan mematikan lampunya dengan 2 tepukan sedangkan Lampu 2 menyalakan dan mematikan lampunya dengan 3 tepukan dan pada Lampu 3 menyalakan dan mematikan lampunya dengan 4 tepukan. Dalam menyalakan dan mematikan Lampu 2 dan Lampu 3 menggunakan *bluetooth* karena sensor tepukan hanya berada pada Lampu 1, sehingga saat terbaca adanya 3 tepukan pada LED indikator yang terdeteksi oleh sensor tepukan maka *bluetooth master* pada perangkat Lampu 1 akan mentransmisikan informasi untuk

menyalakan dan mematikan Lampu 2 pada *bluetooth slave* yang berada pada Lampu 2. Begitu juga saat menyalakan dan mematikan Lampu 3, setelah terbaca adanya 4 tepukan pada LED indikator yang terdeteksi oleh sensor tepukan maka *bluetooth master* pada perangkat Lampu 1 akan mentransmisikan informasi untuk menyalakan dan mematikan Lampu 3 pada *bluetooth slave*. Berikut ini merupakan skematik sistem keseluruhan;



Gambar 1 Skematik Rangkaian Penerima

3. Hasil Pengujian

- Pengujian jangkauan koneksi *Bluetooth* HC 05 dan HC 06

Tabel 4.1 jangkauan koneksi *Bluetooth*

Jarak Jangkauan	Waktu tempuh (detik)	
	Lampu 2	Lampu 3
1 meter	1,0	1,1
2 meter	1,1	1,1
3 meter	1,1	1,2
4 meter	1,2	1,3
5 meter	1,3	1,4
6 meter	1,3	1,4
7 meter	1,3	1,4
8 meter	1,4	1,4
9 meter	1,4	1,6
10 meter	1,6	1,6
11 meter	1,6	1,6
12 meter	1,6	1,7
13 meter	1,7	1,7
14 meter	1,7	1,7
15 meter	1,7	1,7
16 meter	1,7	1,8
17 meter	1,8	1,8
18 meter	1,8	1,8
19 meter	1,8	1,8
20 meter	1,8	1,8

Dari data diatas, dapat dilihat maka didapat waktu yang diperlukan pada koneksi *bluetooth* dengan jarak 1 meter sampai dengan 20 meter.

- *Pengujian pairing bluetooth*

Waktu yang diperlukan pada saat *pairing bluetooth* dari HC 05 ke HC 06 yaitu 20,6 detik. Pada saat proses koneksi *bluetooth*, LED pada *bluetooth* HC 06 berkedip, setelah selesai tekoneksi maka LED hanya menyala dan siap menerima tepukan untuk menyalakan dan mematikan lampu.



Gambar 2 Waktu Pengujian *Pairing Bluetooth*

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa yang dilakukan, maka dapat diambil simpulan;

- *Bluetooth* HC 05 dan *bluetooth* HC 06 melakukan *pairing* selama 20,6 detik
- Jarak yang dapat ditempuh pada komunikasi *bluetooth* sepanjang 20 meter.
- Semakin jauh jarak dalam pentransmisian dari *transmitter* ke *receiver* maka waktu yang dibutuhkan juga lama, dimana pada saat jarak terdekat yaitu 1 meter membutuhkan waktu 1 detik sedangkan pada jarak terjauh 20 meter

membutuhkan waktu 1,8 detik untuk Lampu 2, sedangkan Lampu 3 membutuhkan waktu 1,1 detik pada jarak 1 meter dan 1,8 detik pada jarak 20 meter.

Daftar Pustaka

- [1]. Alf,dkk.2010.SejarahBluetooth Perkembangan Teknologi.
- [2]. <http://blog.unikom.ac.id/Sejarah-BluetoothPerkembanganTeknologi>
- [3]. [30 Juni 2014]
- [4]. Ardiansyah, Ryan. 2010. *Gambar Penderita Kretinisme*.
- [5]. <http://humanhormone.com/p/kelenjar-tiroid.html> [6 Juni 2014]
- [6]. Bambang, Siswoyo.2012. Pengantar Mengenai Sistem Minimum
- [7]. <http://bsiswoyo.lecture.ub.ac.id/2012/06/belajar-arduino-pengantar/>. [9 Juli 2014]
- [8]. Chamim, Anna Nur Nazillah. 2010. *Penggunaan Mikrokontroler Sebagai*
- [9]. *Pendekteksi Posisi dengan Menggunakan Sinyal GSM*. Yogyakarta:Politnik PKPP Yogyakarta
- [10]. Daryatmo, Budi. 2007. *Implementasi Bluetooth Instant Messaging Pada*
- [11]. *Perangkat Seluler*. Palembang: STMIK MDP Palembang
- [12]. Pasaribu, Johannes David, Budi Santoso dan Andronicus Riyono. 2010.*Aplikasi*
- [13]. *Group Chat dengan Bluetooth pada Telephone Seluler*. Yogyakarta: Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta, Teknik Informatika

Kode Makalah: C1-16

PENGGUNAAN WI-FI DALAM PROTOTYPE NOTIFIKASI PINTU BAGI PENYANDANG TUNA RUNGU

Tara Swetlana Tiara Fattah¹ dan Dandun Widhiantoro²

1,2. Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.

E-mail : taraswetlana@live.com dan ,dandun.pnj@gmail.com

Abstrak

Penggunaan Wi-fi dalam Prototype Notifikasi Pintu Bagi Penyandang Tuna Rungu, merupakan sebuah alat yang ditujukan untuk mempermudah para penderita tuna rungu mengetahui segala sesuatu yang berhubungan dengan pintu di tempat tinggalnya. Prototype ini akan memanfaatkan bel rumah yang dijual dipasaran, dengan mengubah keluarannya dari suara menjadi tampilan cahaya. Pada prototype juga akan digunakan dua buah digital vibration sensor yang diletakkan di dua pintu yang berada di dalam rumah, yaitu pintu ruang tidur dan pintu kamar mandi / toilet. Notifikasi yang dipasangkan pada prototype ini adalah dengan menggunakan LED. Terdapat 5 buah LED dalam prototype ini, dimana 3 diantaranya akan menampilkan notifikasi dari hasil penekanan bel pintu rumah. Sistem untuk notifikasi bel pintu rumah akan bekerja ketika bagian transmitter bel pintu ditekan dan akan tertampil notifikasi melalui LED di ruang tengah rumah. Kemudian informasi tersebut diteruskan menuju mikrokontroler kedua yang berada di ruangan lain melalui pentransmisi wi-fi. Pentransmisi wi-fi dapat terjadi karena digunakannya teknologi bridging wireless antara wireless router dengan wi-fi shield. Kemudian pada mikrokontroler kedua, terdapat sensor getar yang ditempelkan pada bagian belakang pintu kamar dan akan menampilkan notifikasi ketukan di masing – masing ruangan yang sudah ditentukan.

Abstract

Use of Wi-Fi in the Prototype Alert Doors For Deaf People, is a tool that is intended to make it easier for deaf people to know everything related to doors in homes. This prototype will utilize the bell house sold in the market, by changing the output of sound into light display. In this prototype will also use two digital vibration sensor that is placed on two doors that were in the house, namely the bedroom door and bathroom / toilet door. Notifications are paired in this prototype is to use LEDs. There are 5 LEDs in this prototype, where three of them will display a notification of the results of emphasis doorbell. System for notification doorbell will work as part of the transmitter is pressed the doorbell and a notification will be displayed through the LED in the living room of the house. Then the information is forwarded to the second microcontroller which was in another room via Wi-Fi transmission. Wi-Fi transmission can occur because of the use of wireless technology, bridging wireless routers with Wi-Fi shield. Then in the second microcontroller, there is a vibration sensor that is attached to the back door of the room and will display notifications beats in each - each room has been determined.

Keyword : Deaf people, Microcontroller, Wireless router, Wi-Fi, Digital vibration sensor, Bridging wireless.

1. Pendahuluan

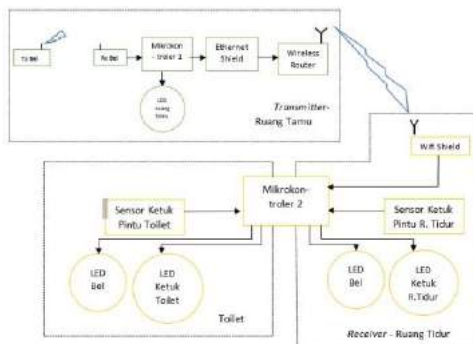
Kurangnya kesadaran masyarakat bahwa penderita tuna rungu juga memiliki kebutuhan yang sama dengan orang normal, membuat semakin banyak kesulitan kepada penderita tuna rungu. Seperti yang sudah diketahui, penderita tuna rungu mengalami kesulitan dalam melakukan kegiatan sehari – hari yang berkaitan dengan suara. Salah satu contoh kegiatan tersebut adalah ketika seseorang menekan bek pintu

rumah atau mengetuk pintu rumah milik penderita tuna rungu. Hal sederhana tersebut cukup menyulitkan pemilik rumah apabila benar ia merupakan penderita tuna rungu, karena pada dasarnya, kedua hal tersebut menghasilkan bunyi yang tidak dapat didengar dengan baik oleh penderita tuna rungu. Namun, dengan semakin berkembangnya teknologi, kesulitan tersebut dapat diatasi. Salah satu contohnya adalah dengan pengaplikasian teknologi *wireless* dan sensor getar. Dengan dibuatnya *prototype* alat ini, diharapkan bagi penderita tuna rungu yang tinggal sendiri dapat lebih

mudah mendeteksi kedatangan tamu melalui notifikasi sederhana yang berasal dari *Light Emitting Diode* (LED). Pada *prototype* alat ini juga akan ditambahkan notifikasi untuk ketukan pintu, yang mana ketukan juga menghasilkan suara yang tidak dapat didengar dengan baik oleh penderita tuna rungu. Bel pintu rumah yang ditekan sebagai oenanda tamu, juga akan mengeluarkan suara seperti pada umumnya, kemudian ditambahkan notifikasi lain yang berupa LED dan ditampilkan di beberapa ruangan berbeda secara bersamaan.

2. Perencanaan dan Realisasi

Pada poin ini, akan dilakukan pembahasan mengenai perencanaan dan realisasi dari *prototype* ini.



Gambar 1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem

Prototype ini akan memanfaatkan koneksi *wi-fi* sebagai notifikasi bel pintu nirkabel secara bersamaan di beberapa ruangan yang berbeda. Ketika ada seseorang yang menekan tombol bel pintu di rumah seorang penderita tuna rungu, maka selain notifikasi suara yang berasal dari bel pintu rumah, akan terdapat juga notifikasi berupa cahaya yang ditampilkan melalui LED. Notifikasi untuk bel pintu akan dipasang di tiga ruangan yang berbeda, yaitu ruang tamu, kamar tidur, dan toilet. Pada bagian mikrokontroler sisi *Transmitter*, akan dipasang sebuah *Ethernet Shield* W5100 yang terhubung dengan *wireless router* TL-WR740N. Kemudian pada bagian mikrokontroler sisi *Receiver*, akan terpasang sebuah *wi-fi shield* dan dua buah *Digital Vibration Sensor*. Antara *wireless router* dengan *wii-fi shield* akan dihubungkan melalui proses *bridging*. Sensor ketuk akan dipasang pada pintu kamar tidur dan toilet, kemudian keluaran dari ketukan pada pintu – pintu tersebut akan ditampilkan pada LED di masing – masing ruangan.

3. Pengujian

Pada pengujian kali ini, akan dibahas mengenai pengujian sistem dan alat, yaitu pengujian catu daya, koneksi transmisi *wi-fi*, dan notifikasi bel pintu.

Catu Daya 9 VDC

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar tegangan keluaran yang dihasilkan oleh catu daya yang telah dibuat. Catu daya ini untuk mengaktifkan Arduino Uno yang terpasang Ethernet shield. Tegangan yang diinginkan adalah 9 VDC. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyalakan rangkaian catu daya 9V,
2. Mengukur nilai tegangan output dari catu daya dengan multimeter,
3. Mencatat hasil ukur.

Pada Gambar 2 akan menunjukkan tegangan *output* yang dihasilkan dari catu daya yang telah dirancang dan dirangkai.



Gambar 2 Hasil Pengukuran Catu Daya 9 V

Pengujian Koneksi Transmisi *Wi-fi*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui koneksi dari *wireless router* dengan *wi-fi shield* yang ada pada bagian *Receiver*. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

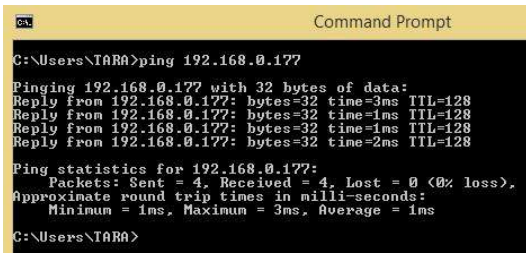
1. Menyalakan catu daya 9V,
2. Menyalakan *wireless router*,
3. Membuka aplikasi *command prompt*,
4. Menguji koneksi dengan melakukan *ping* alamat IP dari *ethernet shield* yang sudah ditanam, alamat IP *wireless router*, alamat IP *wi-fi shield*.

Gambar – gambar berikut adalah hasil dari proses *ping* ke alamat IP yang telah ditentukan

```
C:\Users\TARA>ping 192.168.0.2
Pinging 192.168.0.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms
```

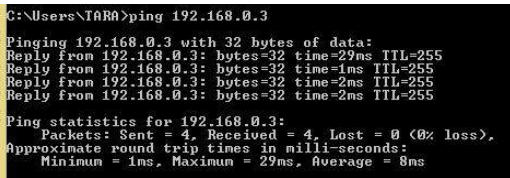
Gambar 3 Hasil Ping IP Address Wireless Router



Gambar 4 Hasil Ping Ethernet Shield



Gambar 8 Notifikasi Bel di Toilet



Gambar 5 Hasil Ping Wi-fi Shield

Kemudian juga dilakukan pengujian untuk mengetahui frekuensi kerja dari pemancar bel pintu rumah nirkabel menggunakan *Frequency Counter*, serta daya pancarnya. Untuk pengukuran daya pancar menggunakan *Power Meter*. Daya pancar yang dihasilkan adalah $\pm 27\text{mW}$ dengan frekuensi kerja 186,33 MHz. Gambar 9 adalah frekuensi kerja yang dihasilkan oleh pemancar bel pintu, dan Gambar 10 adalah daya pancarnya.

Pengujian Notifikasi Bel Pintu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah notifikasi ketika bel pintu ditekan akan tampil di beberapa LED secara bersamaan atau tidak. Langkah – langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Menyalakan catu daya 9V,
2. Menyalakan *wireless router*,
3. Menekan tombol pemancar bel pintu *wireless*.

Gambar 6 adalah kondisi alat notifikasi sebelum pemancar pada modul bel pintu *wireless* ditekan.



Gambar 6 Kondisi Sebelum Bel Ditekan



Gambar 9 Frekuensi Pemancar Bel Pintu

Lalu Gambar 7 adalah hasil notifikasi ketika bel ditekan pada alat yang akan dipasang di ruang tamu dan kamar tidur. Gambar 8 adalah notifikasi di *toilet*.



Gambar 7 Notifikasi Bel di Kamar Tidur dan Ruang Tamu



Gambar 10 Daya Pancar Pemancar Bel Pintu

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian pada Penggunaan *Wi-fi* dalam *Prototype* Notifikasi Pintu bagi Penyandang Tuna Rungu, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Tegangan yang dihasilkan pada modul *receiver* bel pintu untuk masukan pada mikrokontroler adalah $\pm 307\text{mV}$, dan yang terbaca pada multimeter tidak sama dikarenakan adanya hambatan pada *input* pin mikrokontroler,
- Daya pancar untuk modul pemancar bel pintu adalah $\pm 27\text{mW}$ dengan modulasi yang digunakan adalah *Frequency Modulation*,
- Pada catu daya dihasilkan tegangan 9,03 VDC untuk mengaktifkan rangkaian mikrokontroler dan *ethernet shield*,
- Proses tes *ping* setelah *bridging wireless* harus dilakukan untuk mengetahui konektifitas (terhubung / tidaknya) sebuah perangkat ke dalam suatu jaringan,

- *Ethernet Shield* W5100 yang digunakan sebagai *transmitter* bekerja dengan kecepatan 100Mbps untuk pengiriman data.

Daftar Referensi

- [1]. Artanto, Dian. 2012. Interaksi Arduino dan LabVIEW. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [2]. Karvenin, Tero dan Kimmo. 2011. E-book : Makes Arduino Bots and Gadget. Canada: O'Reilly Media, Inc.
- [3]. Munich, Garcing J. 2012. Atmel 8-bit Microcontroller 4/8/16/32Kbytes In-System Programmable Flash Introduction. USA: Technology Drive.
- [4]. Mutohar, Amin. 2011. Journal : Embedded System Laboratory, Program Studi Fisika. Institut Teknologi Bandung.
- [5]. Purbo, Onno W. 2010. TCP/IP Standar, Desain, dan Implementasi. Jakarta: Elex Media

Kode Makalah: C2-4

IMPLEMENTASI PENGENALAN WAJAH SECARA REALTIME MENGUNAKAN METODE PENGENALAN HUE SATURATION VALUE EIGENFACE

I Gede Wahyu Surya Dharma

Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Mipa, Universitas Udayana,
Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali

E-mail: igedewahyu.suryadharm@cs.unud.ac.id

Abstrak

Setiap manusia terlahir dengan bentuk wajah yang berbeda-beda bersifat unik yang di miliki individu tersebut walaupun individu tersebut lahir kembar. Hal ini yang mendasari pada setiap manusia dapat di kenali dengan mudah dengan melalui wajah. Oleh karena itu, pengenalan wajah merupakan metode pengenalan yang paling mudah dan dapat di aplikasikan dengan luas. Sistem pengenalan wajah ini bersifat realtime dan langsung terdeteksi. Sistem ini mendeteksi menggunakan metode eigenface yang di kembangkan dengan menggunakan hue saturation value, dimana masing-masing individu dikenali satu-persatu dan citra wajahnya di simpan di dalam sistem, kemudian proses pengenalan dapat langsung di lakukan. Dalam penelitian ini menggunakan kamera yang terdapat pada komputer dimana sistem akan langsung menampilkan hasil wajah yang teridentifikasi. Sistem ini mampu mendeteksi dan mengenali hampir seluruh wajah yang terdaftar, dengan tingkat keberhasilan diatas 85%. Sudut kemiringan wajah dan penggunaan aksesoris pada wajah berpengaruh dalam mengenali wajah yang muncul.

Abstract

Every human being is born with a different face shape is unique depending on the individual even if the individual had the twins were born. This is the underlying in every human can recognize faces easily through. Therefore, the introduction of facial recognition is the easiest method and can be applied widely. This face recognition system is real time and instantly detected. This system detects using eigenface method that was developed by using hue saturation value, where each individual identified one by one and his face image stored in the system, then the process of recognition can be done directly in. In this study, using a camera located on the computer where the system will automatically display the results of the identified faces. The system is able to detect and recognize most of the faces are registered, with a success rate above 85%. Tilt angle of the face and use facial accessories influential in recognizing faces appearing.

Keywords: Eigenface, Face Recognition, HSV

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi tidak lepas dari campur tangan manusia dalam mengembangkan teknologi yang telah ada. Hal ini dibuktikan dengan semakin banyaknya inovasi-inovasi maupun pengembangan perangkat lunak yang berguna bagi kebutuhan manusia. Karena perkembangan teknologi, yang sangat pesat, mengakibatkan kebutuhan akan keamanan data yang semakin mudah tetapi memiliki tingkat keamanan yang mengalami peningkatan. Penggunaan kombinasi huruf, angka maupun symbol sebagai *password* dirasa cukup merepotkan walaupun memiliki tingkat

keamanan yang cukup tinggi. Tetapi ketika seseorang lupa akan *password* yang dimiliki atau *password* yang dimiliki sangat mudah untuk di tebak, maka tidak jarang pengguna akan kehilangan seluruh hak akses terhadap data maupun informasi yang di miliknya. Sehingga mulai berkembangnya penggunaan ciri tubuh manusia yang unik yang nantinya akan di jadikan *password* yang mudah dan juga aman bagi keamanan data dan kenyamanan pengguna nya sendiri.

Salah satu ciri manusia yang unik yang dapat membedakan manusia satu dengan manusia yang lain adalah wajah, wajah manusia memiliki perbedaan yang

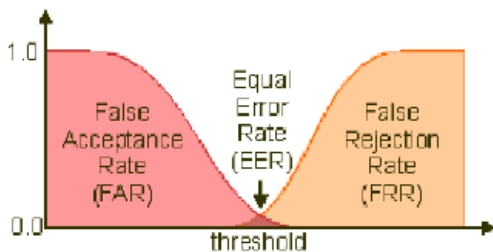
sangat unik. Dimana walaupun seseorang itu kembar, tetapi bentuk wajah atau adanya jerawat atau tahi lalat akan memberikan bentuk dan ciri-ciri yang berbeda-beda. Sehingga pengenalan wajah merupakan pengenalan yang mudah dan memiliki tingkat keamanan yang cukup tinggi di bandingkan pengenalan karakter lainnya. Selain itu pengenalan wajah memiliki kompleksitas yang cukup baik serta penggunaan alat yang sederhana untuk mendapatkan gambar wajah yang akan dikenali.

2. Metode Penelitian

Pengenalan Wajah

Wajah atau muka adalah bagian depan dari kepala, pada manusia meliputi wilayah dari dahi hingga dagu, termasuk rambut, dahi, alis, mata, hidung, pipi, mulut, bibir, gigi, kulit, dan dagu (KBBI, 2009).

Elemen-elemen itulah yang menjadi pembeda antara wajah satu dengan yang lain. Selain elemen fisik ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi wajah yaitu: syaraf dan pembuluh darah, trauma fisik dan hasil pembedahan, ekspresi karena pembuluh, air mata dan keringat, kesakitan dan kelelahan, gender, ras, pertumbuhan dan usia. Oleh karena itu tidak ada satu wajahpun yang serupa mutlak, bahkan pada manusia kembar identik sekalipun karena wajah terutama digunakan untuk ekspresi wajah, penampilan serta identitas (Sitorus dkk, 2006).

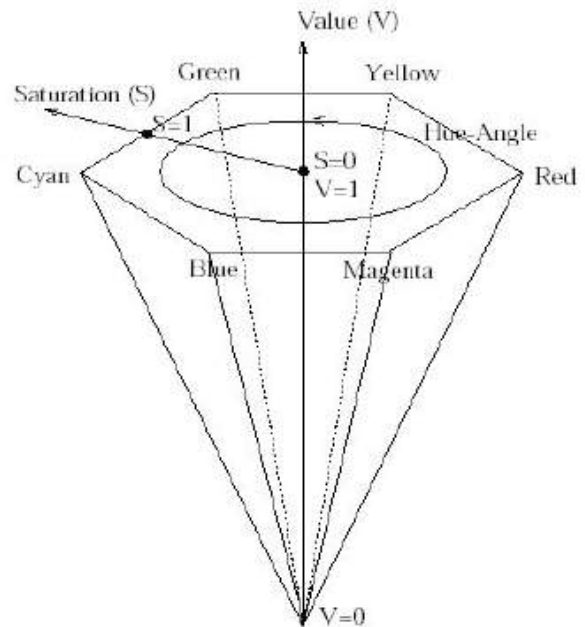


Gambar 1. Kurva FAR, FRR dan EER

Citra HSV (Hue Saturation Value)

Selain menggunakan ruang warna RGB, suatu warna juga dapat direpresentasikan sebagai komponen *hue*, *saturation*, dan *value*. Ruang warna HSV memiliki bentuk *hexcone* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (Sobottka & Pitas. 1996).

Citra HSV dapat direpresentasikan sebagai array berukuran $m \times n \times 3$. Array ini mendefinisikan komponen *hue*, *saturation*, dan *value* untuk setiap pixel.



Gambar 2. Ruang Warna HSV

Metode EigenFace

Metode eigenface merupakan suatu aplikasi dari analisis komponen utama (*principal component analysis/PCA*) untuk merepresentasikan citra-citra wajah ke dalam bentuk yang lebih sederhana. Metode PCA memiliki tiga dampak yaitu PCA mengortogonalkan komponen-komponen pada vektor input (sehingga komponen-komponen tersebut tidak saling berkorelasi), PCA mengurutkan komponen-komponen ortogonal yang dihasilkan (komponen-komponen utama) sehingga komponen dengan akar ciri terbesar ada di urutan pertama, dan PCA mengeliminasi komponen-komponen yang kurang memberikan kontribusi terhadap keragaman pada himpunan data (Mathworks, 1999).

Suatu vektor citra baru F yang berdimensi n^2 dan sudah dinormalisasi dapat direpresentasikan menjadi vektor Ω dengan dimensi yang lebih sederhana dengan menggunakan sebanyak k eigenface terbaik (eigenface yang memiliki akar ciri terbesar). Penentuan nilai k yang digunakan dapat dihitung dengan:

$$proporsi = \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i}{\sum_{i=1}^{n^2} \lambda_i} \times 100\%$$

Principal Component Analysis (PCA)

PCA menangkap variasi-variasi dari wajah-wajah yang kemudian direduksi menjadi variabel yang lebih sedikit. sehingga waktu komputasi dan kompleksitas dapat dikurangi.

Eigenface adalah kumpulan dari eigen vektor yang berasal dari kovarian matrik dengan distribusi acak pada citra wajah dimensi tinggi. Metode ini mentransformasikan citra wajah kedalam sebuah kumpulan karakteristik fitur citra yang dinamakan eigenface. Setiap eigenface menyimpan beberapa bagian dari wajah yang tidak terlihat pada citra yang sesungguhnya. Eigenface didapatkan dengan mengkombinasikan eigen vector dengan citra yang sesungguhnya.

3. Hasil Dan Pembahasan

Sistem ini berguna untuk mengenali wajah manusia yang dibangun dan terdiri dari dua sistem pembentuk, sistem yang pertama adalah sistem pembentuk basis data (face template), dan sistem yang mengidentifikasi wajah dari pengguna.

Sistem yang mengidentifikasi wajah ini berfungsi untuk menentukan dan mengenali wajah dari pengguna. Gambar wajah ini akan di sesuaikan terhadap data pada basis data yaitu face template. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data real-time, dimana data gambar yang di gunakan langsung di ambil melalui webcam yang ada pada perangkat computer. Gambar wajah ini nantinya akan di simpan pada basis data wajah.



Gambar 3. Proses Pengenalan Wajah secara Real-Time

Gambar wajah yang di simpan nantinya akan di cocokkan secara langsung dengan wajah yang tertangkap pada kamera, yang mana area wajah yang tertangkap akan diberi kotak sehingga pengenalan hanya terfokus pada area wajah.

Gambar wajah yang tertangkap akan di cocokkan pada basis data wajah, apakah memiliki kecocokan pola wajah antara gambar yang tertangkap dengan gambar pada basis data wajah.



Gambar 4. Proses Pengenalan Wajah dengan Adanya Kemiringan Wajah

Gambar wajah yang tersimpan dalam basis data, nantinya akan dilakukan pencocokan melalui gambar wajah yang tertangkap secara *real-time* melalui webcam. Pengujian dengan 15 wajah yang di simpan dalam basis data wajah dengan masing-masing wajah yang di uji melalui *webcam* mampu mengenali wajah dengan tingkat keberhasilan sebesar 86%. Dengan demikian sistem pengenalan wajah ini mampu mengenali hampir semua gambar wajah dengan benar.

Table 1. Tabel Perbandingan Citra Wajah secara Real-Time dengan Citra Wajah yang Tersimpan Pada Database

Jumlah citra query	Jumlah citra basis data	Pengujian			Keberhasilan (%)
		Dikenali benar	Dikenali salah	Tidak dikenali	
1	1	1	0	0	100
3	3	3	0	0	100
5	5	5	0	0	100
8	8	8	0	0	100
10	10	8	0	0	80
15	15	13	0	0	86.6

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat di ambil kesimpulan bahwa untuk pengenalan wajah yang digunakan dalam penelitian ini mampu mengenali wajah secara *real-time* dengan persentase sebesar 100% dengan gambar wajah yang tersimpan didalam basis data wajah tetapi hasil ini mengalami penurunan dengan menguji lebih banyak wajah yang akan di kenali. Hal ini penting mengingat banyaknya factor yang menyebabkan apakah sistem dapat mengetahui wajah seseorang secara *real-time* secara benar atau tidak. Factor yang utama adalah jarak wajah dengan *webcam*, dimana jarak tersebut mempengaruhi luasan area wajah yang di ambil. Factor selanjutnya adalah intensitas cahaya dan sudut wajah itu sendiri, intensitas dan sudut wajah mempengaruhi dalam mengambil aspek-aspek yang ada dalam wajah, sehingga semakin banyak aspek atau fitur yang dapat di ambil maka pencocokan dapat dengan mudah di lakukan. Maka dari itu sudut wajah, intensitas cahaya, dan jarak wajah dengan kamera merupakan factor penting yang harus di cari langkah penanggulangan nya demi mendapatkan hasil pengenalan yang baik dan menyeluruh.

5. Daftar Acuan

- [1] Li Stan Z., Jain Anil K. ,2005, *Handbook of Face Recognition*, New York: Springer
- [2] Putra Darma, 2009, *Sistem Biometrika: Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika*, Yogyakarta : Andi
- [3] Sutoyo T., Mulyanto Edy S.Si., M.Kom., Dr. Vincent Suhartono, 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi
- [4] Nugroho, S. dan Agus, H., 2005, Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Mendeteksi Posisi Wajah Manusia Pada Citra Digital, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005) ISBN: 979-756-061-6, Yogyakarta.
- [5] H. F. Ng, 2006, Pose-Invariant Face Recognition Security System, *Asian Journal of Health and Information Sciences*, Vol. 1, No. 1, pp. 101-111
- [6] Akalin, V., 2003, *Face Recognition Using Eigenfaces and Neural Networks*, Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Sciences of The Middle East Technical University.

Kode Makalah: C2-5

EVALUASI KINERJA THROUGHPUT DAN DAYA TERIMA PADA WLAN

Angga Wijaya¹, Nasrullah Armi² dan Arief Suryadi³

1. Fakultas Teknik Elektro, Telkom University, Bandung, Indonesia

2,3. Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI, Jl. Sangkuriang Dago, Bandung, 40135, Indonesia

E-mail: angawijayates@gmail.com, nasrullah.armi@gmail.com

Abstrak

Pengguna internet dengan media transmisi *wireless* akan mendapatkan kecepatan akses internet yang berbeda-beda yang diakibatkan oleh faktor-faktor tertentu, salah satu faktornya seperti lokasi user saat mengakses internet, apakah berada didekat Access Point (AP) atau tidak. Pada tulisan ini akan dilakukan studi terhadap kinerja WiFi terkait *throughput* dan daya terima. Dengan menggunakan simulator jaringan OPNET, jaringan WiFi akan disimulasikan dengan skala kecil dimana *node* dalam keadaan diam (*fixed node*) ditempatkan pada jarak tertentu terhadap *Access Point* (AP). Standar jaringan nirkabel yang digunakan adalah 802.11g yang merupakan gabungan dari standar 802.11b yang menggunakan frekuensi 2,4 GHz namun kecepatan transfer data mampu mencapai hingga 54 Mbps dalam jangkauan *wireless Local Area Network*. Simulasi dilakukan dengan 2 buah skenario yang berbeda. Skenario pertama menempatkan AP diantara 8 buah *node* yang diposisikan berjajar dengan perbedaan jarak antar *node* sejauh 12.5 meter. Sementara skenario kedua menempatkan 8 buah *node* yang diposisikan melingkari AP, dengan jarak tiap *node* ke AP sejauh 37.5 meter. Dari hasil simulasi antara 2 buah skenario tersebut, didapatkan bahwa skenario pertama relatif lebih baik dalam kualitas *throughput* dan daya yang diterima setiap *node* dibandingkan dengan skenario kedua.

Abstract

Internet users with wireless transmission medium will gain speed Internet access different caused by certain factors, one factor such as the user's location when accessing the internet, whether it is located near the Access Point (AP) or not. In this paper will be a study of the performance-related WiFi throughput and acceptance. By using OPNET network simulator, WIFI network to be simulated with a small scale in which the nodes in a stationary state (*fixed node*) is placed at a certain distance to the Access Point (AP). Wireless networking standard used is 802.11g which is a combination of the 802.11b standard uses the 2.4 GHz frequency but is able to achieve data transfer speeds of 54 Mbps within the reach of wireless Local Area Network. Simulations performed with 2 different scenarios. The first scenario puts AP in 8 nodes are positioned in a row with different distances between nodes as far as 12.5 meters. The second scenario puts 8 nodes are positioned encircling the AP, with the distance of each node to the AP as far as 37.5 meters. The derived results show that the scenario 1 relatively outperform scenario 2 in case of throughput and received power.

Keywords : Wireless, Opnet, Throughput, Access Point

1. Pendahuluan

Teknologi Komunikasi Jaringan saat ini sudah memasuki era nirkabel. Hal ini disebabkan karena adanya sebuah tuntutan kebutuhan komunikasi data dengan mobilitas yang sangat tinggi. Saat ini, masyarakat luas ingin berkomunikasi data/informasi satu sama lain dimana saja dan kapan saja. Tentu saja hal ini tidak dapat dipenuhi oleh Teknologi jaringan kabel (*wired*) yang bersifat *fixed* atau tidak dapat berpindah-pindah. Kemudian dari masalah-masalah dan kebutuhan tersebut maka muncullah teknologi komunikasi data yang bersifat nirkabel yang dapat digunakan dimana saja dan kapan saja selama masih

berada di dalam radius jangkauannya, seperti WiFi (*Wireless Fidelity*), WiMAX dan yang terbaru adalah LTE (*Long Term Evolution*).

Wireless Local Area Network (WLAN) adalah teknologi LAN yang menggunakan frekuensi dan transmisi radio sebagai media penghantarnya pada suatu area tertentu yang digunakan untuk menggantikan fungsi kabel. WLAN digunakan sebagai titik distribusi di tingkat pengguna akhir [1] melalui sebuah atau beberapa perangkat yang disebut dengan *Access Point* (AP) dan berfungsi mirip *hub* dalam terminologi jaringan kabel ethernet. Di tingkat backbone, sejumlah AP tersebut tetap dihubungkan dengan media kabel. WLAN dimaksudkan sebagai solusi alternatif media untuk

menjangkau pengguna yang tidak terlayani oleh jaringan kabel serta untuk mendukung pengguna yang sifatnya bergerak atau berpindah-pindah (*mobile*).

Dalam penelitian sebelumnya terkait dengan WLAN [2]-[8], telah dibahas hal-hal terkait *HyperText Transfer Protocol (HTTP)*, *File Transfer Protocol (FTP)*, *Traffic Load*, *File Size*, *Request to send (RTS)/Clear to send(CTS)*, *SIFS time*, *slot time*, *Delay*, *Medium Access Delay*, *Data Dropped*, pada WiFi. Pada penelitian kali ini akan dilakukan pengujian kinerja WLAN dengan parameter *throughput* dan daya terima terhadap letak keberadaan *node* dengan menggunakan 2 buah skenario. Skenario pertama, menggunakan 8 buah node yang diposisikan berjajar dengan 1 buah AP diantara 4 buah node tersebut. Skenario kedua, menggunakan 8 buah node dengan topologi star (melingkar) dengan AP sebagai pusatnya.

2. Dasar Teori

2.1. Wireless

Wireless (nirkabel) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan sistem telekomunikasi dimana gelombang elektromagnetik (daripada beberapa bentuk kawat) membawa sinyal di atas sebagian atau seluruh jalur komunikasi.

Teknologi *wireless* menggunakan media transmisi udara, dan tetap ada batasan jarak tertentu seberapa jauh peralatan yang menggunakan teknologi *wireless* dapat saling berkomunikasi dalam melakukan pertukaran data [9]. Penggunaan teknologi *wireless* pada sistem telekomunikasi mampu menggantikan peran kabel pada pesawat telepon PSTN. Teknologi nirkabel yang dikenal luas seperti GSM, CDMA, GPRS, EDGE, WCDMA, atau HSDPA pada ponsel atau PDA.

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi Band	Perkiraan Indoor range (m)	Perkiraan Outdoor range (m)	Modulasi
802.11b	1, 2, 5,5, 11 Mb/s	~ 2.4 GHz	38	120	DSSS
802.11a	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mb/s	~ 5 GHz	35	140	OFDM
802.11g	54 Mb/s	~ 2.4 GHz	38	140	DSSS OFDM
802.11n	54 Mb/s sampai 600 Mb/s	~ 2.4 GHz	~ 70	~ 250	OFDM

Gambar 1. Spesifikasi IEEE 802.11

WiFi (*Wireless Fidelity*) didasari pada spesifikasi IEEE 802.11 [10] seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Teknologi Wi-Fi dengan standar IEEE 802.11b/g beroperasi pada 2.400 MHz hingga 2.483,50 MHz. Standar ini mampu beroperasi pada 11 channel (masing-masing 5 MHz) sebagai berikut [11]:

- Channel 1 – 2.412 MHz
- Channel 2 – 2.417 MHz
- Channel 3 – 2.422 MHz
- Channel 4 – 2.427 MHz
- Channel 5 – 2.432 MHz
- Channel 6 – 2.437 MHz
- Channel 7 – 2.442 MHz
- Channel 8 – 2.447 MHz
- Channel 9 – 2.452 MHz
- Channel 10 – 2.457 MHz
- Channel 11 – 2.462 MHz

WLAN merupakan jaringan area lokal tanpa kabel dimana media transmisinya menggunakan frekuensi radio (RF) dan *infrared* (IR) untuk memberi sebuah koneksi jaringan ke seluruh pengguna dalam area disekitarnya. Area jangkauannya dapat berjarak dari ruangan kelas ke seluruh kampus atau dari kantor ke kantor yang lain dan berlainan gedung. Peranti yang umumnya digunakan untuk jaringan WLAN termasuk di dalamnya adalah PC, Laptop, PDA, telepon seluler, dan lain sebagainya. Teknologi WLAN ini memiliki kegunaan yang sangat luas. Contohnya, pengguna *mobile* bisa menggunakan telepon seluler untuk mengakses *e-mail*. Sementara itu para pelancong dengan laptopnya bisa terhubung ke internet ketika mereka sedang berada di bandara, kafe, kereta api dan tempat publik lainnya.

2.2. Gelombang Radio

Untuk dapat membangun sebuah sambungan *wireless* berkecepatan tinggi yang stabil, sangat penting untuk mengerti perilaku gelombang di dunia nyata. Gelombang merupakan getaran yang merambat pada suatu medium, sebuah gelombang mempunyai kecepatan, frekuensi dan panjang gelombang. Masing-masing parameter berhubungan melalui hubungan yang sederhana sebagai berikut [12]:

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (1)$$

dimana :

C = Kecepatan rambat gelombang pada medium (m/s) cahaya

f = Frekuensi gelombang (Hz)

λ = Panjang gelombang (m)

Frekuensi dan panjang gelombang akan menentukan sebagian besar dari perilaku gelombang elektromagnetik, mulai dari antenna yang kita buat sampai dengan objek yang ada di perjalanan dari jaringan *wireless* yang akan dioperasikan. Panjang gelombang juga akan bertanggung jawab pada berbagai perbedaan standar yang akan dipilih.

Ada beberapa aturan yang biasa dilakukan dalam merencanakan jaringan nirkabel[14] sebagai berikut :

- Semakin panjang panjang gelombang, semakin jauh gelombang radio merambat.
- Semakin panjang gelombang, semakin mudah gelombang melalui atau mengitari penghalang.
- Semakin pendek panjang gelombang, semakin banyak data yang dapat di kirim.

Aturan di atas, merupakan simplifikasi dari perilaku gelombang secara umum

2.3 Bandwidth

Istilah yang sering kita temui pada gelombang radio adalah *bandwidth*. *Bandwidth* adalah ukuran dari sebuah wilayah/lebar/daerah frekuensi [13]. Jika lebar frekuensi yang digunakan oleh sebuah alat komunikasi adalah 2.40 GHz sampai 2.48 GHz maka bandwidth yang digunakan adalah 0.08 GHz (atau lebih sering di sebutkan sebagai 80MHz). Sangat mudah untuk melihat bahwa bandwidth yang kita definisikan berhubungan erat dengan jumlah data yang dapat dikirimkan. Semakin lebar tempat yang tersedia pada ruang frekuensi maka akan semakin banyak data yang dapat dimasukan dalam satu waktu. Istilah bandwidth kadang kala digunakan untuk sesuatu yang seharusnya di sebut sebagai kecepatan data, misalnya “Sambungan *Internet* suatu user mempunyai 2Mbps *bandwidth*”, artinya bahwa internet tersebut dapat mengirimkan data pada kecepatan 2 megabit per detik.

2.4 Kecepatan Transfer Data

Kecepatan transfer data merupakan jumlah data dalam bit yang melewati suatu medium tertentu dalam satu detik. Pada umumnya dituliskan dalam bit per detik (*bit per second*) dan disimbolkan *bit/s* atau *bps*.

$$1 \text{ Byte} = 8 \text{ bits} \tag{2}$$

$$\text{Kec.Transfer Rate (KB/s)} = \frac{\text{bandwidth (kbps)}}{8} \tag{3}$$

2.5 Kecepatan Transfer Data

Throughput merupakan kinerja jaringan yang terukur [15]. *Throughput* merupakan jumlah bit yang berhasil dikirimkan pada suatu jaringan.

Rumus yang digunakan untuk mencari *throughput* adalah:

$$\text{Throughput (Mbps)} = \frac{\text{Jumlah bit yang dikirim}}{\text{total waktu pengiriman (s)}} \tag{4}$$

2.6. Free Space Loss (FSL)

FSL adalah loss (kerugian) yang terjadi dalam sambungan komunikasi melalui gelombang radio dapat diformulasikan sebagai berikut [16]:

$$FSL(dB) = 20\text{Log}_{10}(f) + 20\text{Log}_{10}(d) + 32.44 \tag{5}$$

dimana:

f = frekuensi (dalam MHz)

d = Jarak (dalam km)

2.7. Daya Terima Antena

Rumus yang digunakan untuk menghitung daya terima pada antena adalah sebagai berikut:

$$\left(\frac{P_R}{P_T}\right)_{dB} = (G_T)_{dB} + (G_R)_{dB} - (FSL)_{dB} \tag{6}$$

dimana[17]:

P_R = Daya Terima (dB)

P_T = Daya Pancar (dB)

G_R = Gain Terima (dB)

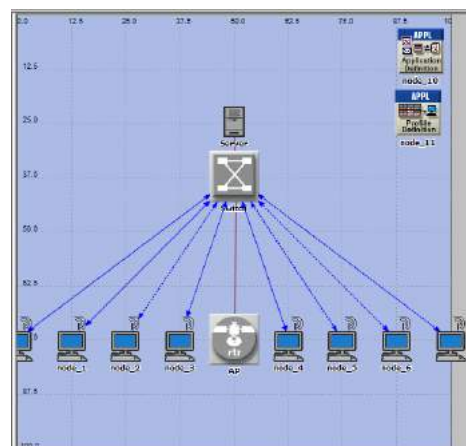
G_T = Gain Pancar (dB)

3. Metodologi

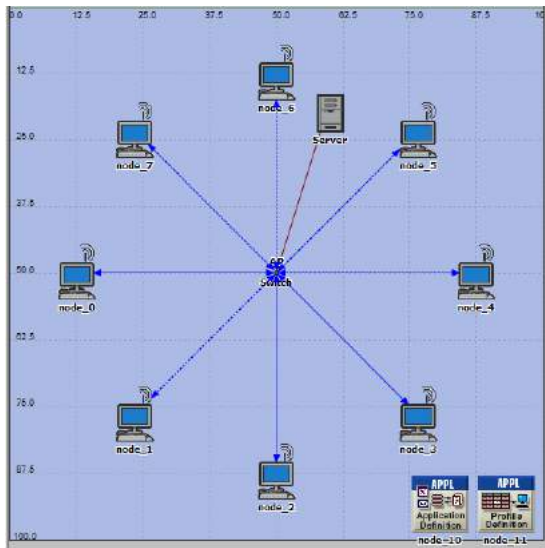
Deskripsi Model

Pada penelitian kali ini akan dibuat dua buah model skenario jaringan WiFi *mobile* dan *fixed* dengan menggunakan OPNET modeler untuk mengevaluasi kinerja sistem. Model OPNET dikembangkan untuk WiFi stasiun tetap dan bergerak dalam jaringan skala kecil dengan ukuran 100m x 100m.

Skenario WiFi pertama terdiri dari delapan wireless LAN *workstation fixed node* (node_0 untuk node_7) ditunjukkan pada Gambar 2. Sementara pada skenario kedua terdiri dari delapan *wireless lan workstation fixed node* (node_0 untuk node_7) ditunjukkan pada Gambar 3. AP dan *Switch* berada diposisi yang sama (50, 50). AP terhubung ke *switch* dan ke *server* dengan *link*. Server dikonfigurasi untuk empat aplikasi jaringan: *Hypertext Transfer Protocol (HTTP) heavy*, *video conferencing*, *voice*, dan *file transfer heavy*. *Application definition* diatur untuk aplikasi yang sama seperti untuk *server*.



Gambar 2. Skenario WiFi dengan workstation fixed berjajar



Gambar 3. Skenario WiFi dengan workstation fixed melingkar

Parameter

Parameter WLAN yang digunakan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Parameter yang digunakan untuk stasiun nirkabel ditunjukkan pada Tabel 3. Standar yang digunakan untuk *physical layer* (802.11g) adalah skenario WiFi dengan data rate 24 Mbps untuk *workstation* WiFi dan AP. Karakteristik trafik ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Jarak setiap node ke AP (router) dalam meter

Node \ Jarak (m)	Skenario 1	Skenario 2
Node_0	50	37.5
Node_1	37.5	37.5
Node_2	25	37.5
Node_3	12.5	37.5
Node_4	12.5	37.5
Node_5	25	37.5
Node_6	37.5	37.5
Node_7	50	37.5

Tabel 2. Parameter Wireless LAN untuk skenario (1,2,3) WiFi

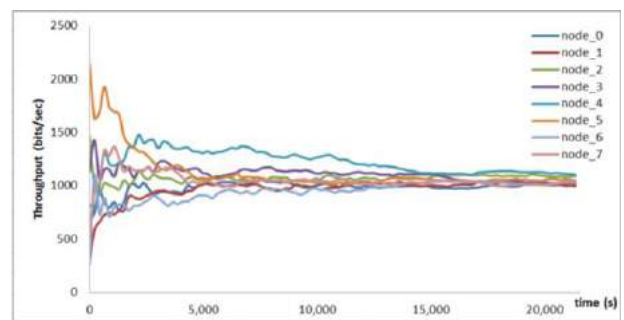
BSS identifier	Auto assigned		
Access point functionality	Enabled		
Physical characteristics	Extended	rate	PHY
Data rate (bps)	(802.11g)		
Transmit power (W)	2.0		
Packet reception power threshold	-95		
Short retry limit	6		
Long retry limit	4		
Buffer size (bits)	256,000		

Tabel 3. Traffic characteristics

Match property	IP ToS
Match value	Excellent effort

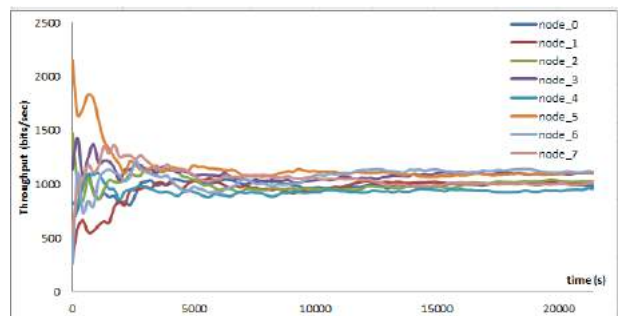
4. Hasil Simulasi dan Analisa

Dari 2 model skenario tersebut, dilakukan pengamatan data selama 6 jam. Pada Gambar 4 dan Gambar 5 didapatkan *data throughput* untuk masing-masing *node* pada setiap skenario. Pada penelitian ini, dilakukan analisis *throughput* pada *node_2* dan *node_4*.

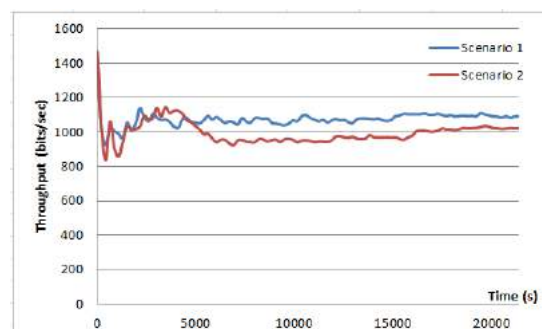


Gambar 4. Scenario 1: Throughput tiap node

Sementara pada Gambar 6 menunjukkan bahwa skenario 1 memiliki *throughput* yang lebih baik dibandingkan dengan skenario 2 untuk *node_2* yang diletakkan pada jarak seperti pada Tabel 1.

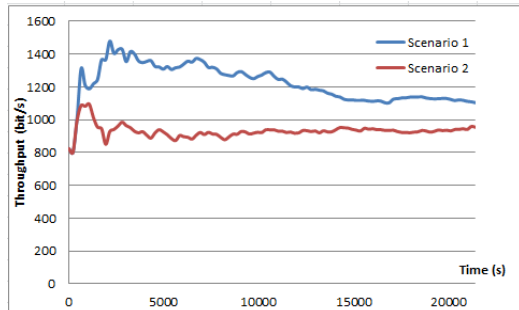


Gambar 5. Scenario 2: Throughput tiap node



Gambar 6. Perbandingan Throughput pada node_2

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa skenario 1 memiliki *throughput* yang lebih baik dibandingkan dengan skenario 2 untuk *node_4* yang diletakkan pada jarak seperti pada Tabel 1.



Gambar 7. Perbandingan Throughput pada *node_4*

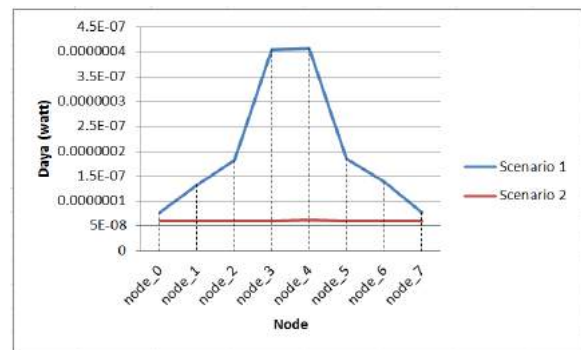
Lokasi *node_2* dan *node_4* diletakkan pada jarak tertentu seperti ditunjukkan oleh Tabel 1. Hasil yang diperoleh terlihat bahwa *throughput* pada skenario 1 lebih besar daripada skenario 2. Hal tersebut terjadi karena *node* pada skenario 1 terletak lebih dekat dengan AP dibandingkan dengan skenario 2. Semakin dekat letak *node* dengan AP, maka akan semakin cepat waktu *transfer data* yang dilakukan oleh *node*.

Sedangkan *throughput* adalah jumlah bit yang dikirim dibagi dengan total waktu pengiriman, seperti terlihat pada rumus (4). Semakin dekat letak *node* terhadap AP, maka akan semakin besar nilai *throughput* yang dihasilkan.

Tabel 4. Rata-rata Daya (Watt) yang diterima oleh tiap *node*

Node \ Daya (W)	Skenario 1 (10^{-8} W)	Skenario 2 (10^{-8} W)
Node_0	0.772	5.98
Node_1	1.33	5.98
Node_2	1.82	6.01
Node_3	4.05	6
Node_4	4.08	6.14
Node_5	1.85	6.02
Node_6	1.38	6.11
Node_7	0.77	6

Pada Tabel 4 dan Gambar 8 didapatkan data perbandingan daya rata-rata yang diterima oleh setiap *node* pada skenario 1 dan skenario 2. Dapat dilihat bahwa rata-rata daya terima pada skenario 1 tidak stabil (berubah-ubah), sedangkan rata-rata daya terima pada skenario 2 mendekati stabil (tidak berubah-ubah).



Gambar 8. Perbandingan Rata-rata Daya yang diterima oleh tiap *node*

Dengan menggunakan rumus (5), terlihat bahwa jika semakin pendek jarak antar *receiver* dan *transmitter*, maka *loss* yang dihasilkan akan semakin kecil, dan rumus (6) membuktikan bahwa jika nilai FSL semakin kecil, maka daya yang diterima akan semakin besar.

Pada skenario 1 terlihat bahwa *device 3 (node_2)* hingga *device 6 (node_5)* daya yang diterima lebih besar dibandingkan dengan *device 1, 2, 7 dan 8*. Hal ini dipengaruhi oleh letak *device 3, 4, 5 dan 6* yang relative lebih dekat dengan AP.

Sedangkan pada skenario 2, terlihat daya terima pada setiap *device (node)* memiliki nilai yang relatif identik. Hal ini disebabkan karena setiap *device* mempunyai jarak yang relatif sama terhadap AP.

4. Kesimpulan

Pada tulisan ini telah dilakukan pengamatan kinerja *throughput* pada sistem *Wireless LAN*. Berdasarkan hasil yang diperoleh, Pada skenario 1, rata-rata *throughput* untuk *node_2* dan *node_4* adalah sebesar 1075.15 *bits/s* dan 1220.795 *bits/s*. Sedangkan pada skenario 2, rata-rata *throughput* untuk *node_2* dan *node_4* sebesar 997.852 *bits/s* dan 932.0409 *bits/s*. *Node_2* yang diletakkan pada jarak 25 meter dari AP memiliki kualitas *throughput* yang lebih baik dibandingkan dengan yang diletakkan pada jarak 37.5 meter dari AP dan. *Node_4* yang diletakkan pada jarak 12.5 meter dari AP memiliki kualitas *throughput* yang lebih baik dibandingkan dengan yang diletakkan pada jarak 37.5 meter dari AP. Pengaruh jarak terhadap kualitas *throughput* adalah semakin dekat letak *device* terhadap AP, maka akan semakin cepat *transfer data* yang dilakukan setiap *device*.

Pada skenario 1, setiap *device* memiliki jarak yang berbeda-beda terhadap AP, hal ini mengakibatkan nilai daya terima dari setiap *device* berbeda-beda, . Pada skenario 2, setiap *device* memiliki jarak yang sama yaitu 37.5 meter dari AP, hal ini mengakibatkan nilai daya terima setiap *device* relatif identik. Pengaruh jarak

terhadap nilai daya terima setiap node adalah semakin dekat letak *device* terhadap AP, maka akan semakin besar daya yang diterima oleh *device (node)* yang bersangkutan.

Daftar Acuan

- [1]. M. Sandy. IEEE 802.11 WiFi dan IEEE 802.16 WiMAX Untuk Rural-NGN(Next Generation Network). (2008). Tugas Akhir, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [2]. M. Garima and S. Ajit. Performance Evaluation of WiFi and WiMax Using Opnet. (2013) Bhagat Phool Singh University.
- [3]. P. Paul, Q. Hanghang and M. David. Exploiting the Capture Effect to Improve WLAN Throughput. (2012). National University of Ireland Maynooth, Ireland.
- [4]. Z.T. Alisa. Evaluating the Performance of Wireless Network using OPNET Modeler. (2013) Baghdad University, Iraq.
- [5]. G.Ishu and K.Perminder. Comparative Throughput of WiFi & Ethernet LANs using OPNET MODELER. (2010). RIMT-MAEC, India.
- [6]. E. Moses, and I. Joseph. Modeling Throughput Performance in 802.11 WLAN. (2010). Nigeria.
- [7]. K. Sanjeev and S. Navpreet. Performance Analysis and Modelling Wireless Local Area Network Metrics". (2011). Amritsar College of Engineering & technology, India.
- [8]. R.K. Bansal, G. Vikas, M. Rahul. Performance Analysis of Wired and Wireless LAN Using Soft Computing Techniques. (2010).
- [9]. Zurnawita, C. Dikky. Pembuatan Perangkat Aplikasi Pemanfaatan Wireless Sebagai Media Untuk Pengiriman Data Serial. (2006). Politeknik Negeri Padang.
- [10]. S.A. Sarah, B.R. Teguh and N. Eko. IEEE 802.11g. (2009). Jurusan Teknik Elektro FT UGM, Yogyakarta.
- [11]. an archive of old documentation and sites centric to IBM systems, ps-2.kev009.com/pccbbs/options/channels.pdf, 2014
- [12]. H. Rudi and P. Agus. (2011). Wireless Network 802.11. 2011.
- [13]. D.E. Setio. Bandwidth dan Throughput. (2010) E. Artikel Populer *IlmuKomputer.Com*, Bandwidth dan Throughput
- [14]. Limehouse Book Sprint Team. Wireless Networking in the Developing World. (2006).
- [15]. I. Yunia, Siswandari, A. Nur, P. Okkie. Analisa Interferensi Elektromagnetik Pada Propagasi WiFi Indoor. (2011). Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [16]. W. John & Sons. Indoor Radio Planning: A Practical Guide for GSM, DCS, UMTS, HSPA and LTE, 2nd Edition. (2011) *The RF Design Process*, 215.
- [17]. O. Mike. Wi-Fi Toys: 15 Cool Wireless Projects For Home, Office, And Entertainment. (2004). *Budgeting Your Wireless link*, Wiley Publishing Inc., United States of America, 314-316.

Kode Makalah: C2-7

ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM MONITORING AKADEMIK MAHASISWA

Danang Widjayanto

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Depok 16424, Indonesia

E-mail: dngwijayanto@gmail.com

Abstrak

Bimbingan akademik terhadap mahasiswa merupakan salah satu kewajiban yang harus dilaksanakan oleh setiap institusi pendidikan tinggi. Seorang dosen ditunjuk untuk melaksanakan tugas bimbingan terhadap mahasiswa yang ditunjuk. Penelitian ini mempelajari kemungkinan pengembangan sebuah sistem perangkat lunak yang dapat membantu dosen pembimbing dalam melaksanakan tugasnya. Penelitian ini berusaha mengumpulkan semua informasi yang tersedia dan menganalisisnya untuk mengetahui apakah sistem ini memang layak untuk dibuat dan menganalisis layanan apa saja yang harus disediakan oleh sistem. Analisis kebutuhan dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahap pertama adalah pengumpulan informasi kebutuhan pengguna (requirement elicitation) yang hasilnya berupa spesifikasi kebutuhan pengguna (user requirement) yang dapat dipahami oleh orang awam. Tahap berikutnya yang sifatnya lebih teknis adalah analisis kebutuhan sistem yang menghasilkan spesifikasi kebutuhan sistem (system requirement) yang akan digunakan oleh pengembang perangkat lunak dalam proses selanjutnya yaitu proses perancangan sistem perangkat lunak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini memang layak untuk dikembangkan dan penelitian ini telah berhasil mengidentifikasi apa saja yang harus disediakan oleh sistem.

Abstract

Academic guidance to students is one of the obligations that must be implemented by each institution of higher education. An academic supervisor is appointed to carry out academic guidance to students. This research studied the possibility of developing a software system that can assist supervisor in performing their duties. This study tried to gather all available information and analyze it to determine whether the system is indeed feasible and analyzing what services are to be provided by the system. Needs analysis is divided into several stages. The first stages is the information collection of user needs (requirements elicitation) which results in the user requirement that can be understood by the layman. The next stage is rather technical nature are the system requirements analysis that produces a system requirements. This specification is used by software developers in the next process ie. designing process. The research results showed that this system is feasible to be developed and this research has successfully identify, prioritize what needs to be provided by the system.

Keywords: academic guidance, academic supervisor, software, user requirement, system requirement

1. Pendahuluan

Di dunia pendidikan tinggi dikenal istilah dosen pembimbing atau dosen wali. Dosen pembimbing ditunjuk oleh institusi dan diberi tanggung jawab untuk membimbing beberapa mahasiswa yang akan menjadi bimbingannya selama satu semester, sebagai implikasinya dosen tersebut akan ikut bertanggung jawab terhadap keberhasilan akademis dari mahasiswa yang dibimbingnya.

Selama proses bimbingan dosen pembimbing dituntut untuk melaksanakan beberapa aktivitas seperti : mempelajari secara cermat data-data yang berkaitan dengan mahasiswa yang akan dibimbingnya, melaksanakan sesi-sesi pertemuan selama periode bimbingan, mendokumentasikan hasilnya, mencatat semua informasi tambahan yang relevan terkait dengan mahasiswa bimbingannya, dan pada setiap akhir semester harus membuat laporan pembimbingan kepada atasannya. Semua aktivitas tersebut sering cukup merepotkan dosen pembimbing; karena selain tugas bimbingan masih banyak tugas-tugas lain yang harus diemban oleh seorang dosen.

Dengan memperhatikan kenyataan tersebut penulis mempunyai ide untuk membuat sebuah sistem perangkat lunak yang dapat membantu dosen pembimbing dalam melaksanakan pekerjaannya sehingga menjadi lebih mudah untuk dikerjakan namun dengan kualitas yang lebih baik.

2. Metode Penelitian

Semua sistem baru yang akan dibuat harus dimulai dengan feasibility study atau studi kelayakan terlebih dahulu[1]. Hasil dari studi kelayakan ini adalah berupa rekomendasi yang menyatakan bahwa sistem memang layak untuk diimplementasikan atau sebaliknya bahwa sistem tidak layak untuk diimplementasikan. Feasibility study dilakukan dengan mengumpulkan semua informasi awal kebutuhan sistem atau preliminary requirement. Feasibility studi difokuskan untuk menjawab 3 pertanyaan sebagai berikut.

Apakah sistem yang baru itu dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap tujuan yang ingin dicapai oleh organisasi ?

Dapatkah sistem tersebut diimplementasikan dengan menggunakan teknologi yang tersedia saat ini dan diwujudkan dalam jangka waktu pengembangan yang dapat diterima ?

Dapatkah sistem diintegrasikan dengan sistem lain yang sudah ada di organisasi ?

Jika jawaban terhadap ketiga pertanyaan tersebut positif, maka proses dilanjutkan dan sebaliknya jika jawabannya negatif maka artinya proses tidak perlu dilanjutkan. Jika sudah diputuskan bahwa sistem memang layak untuk diimplementasikan maka langkah berikutnya adalah melakukan proses pengumpulan informasi yang lebih teknis dan mendalam untuk implementasi pembuatan sistem. Dalam disiplin ilmu rekayasa perangkat lunak tahapan ini disebut dengan istilah *user requirement analysis* atau analisis kebutuhan pengguna dan *system requirement analysis* atau analisis kebutuhan sistem.

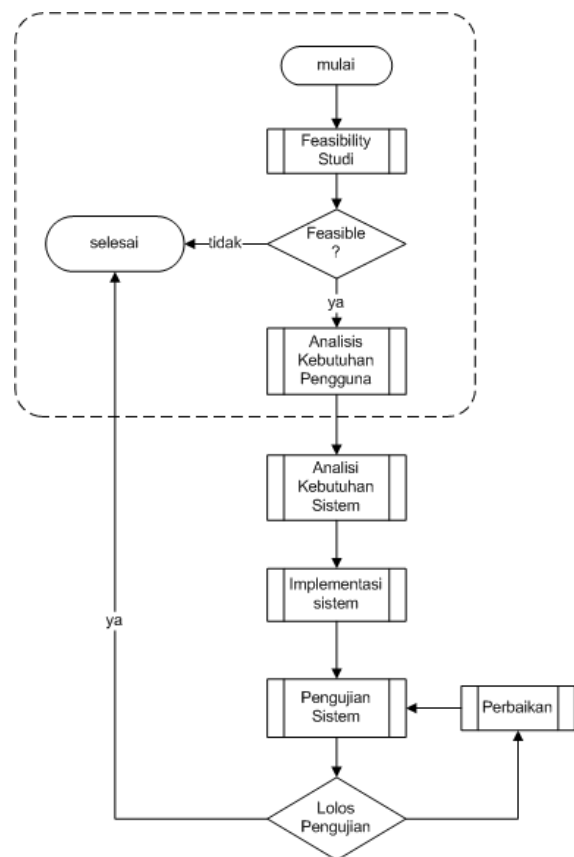
Tujuan analisis kebutuhan pengguna adalah untuk mengidentifikasi kebutuhan calon pengguna. Analisis kebutuhan pengguna merupakan langkah awal yang wajib dilakukan dalam pengembangan sebuah sistem perangkat lunak agar sistem yang dibuat nantinya tepat sasaran, sesuai dengan kebutuhan pengguna dan benar-benar memberikan manfaat yang maksimal kepada semua pemangku kepentingan [1].

Analisa kebutuhan sistem dimaksudkan untuk melakukan identifikasi menyeluruh semua kebutuhan perangkat lunak baik yang sifatnya fungsional maupun non fungsional. Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang mengidentifikasi semua layanan yang harus disediakan sistem sedangkan kebutuhan-

kebutuhan non fungsional adalah kebutuhan-kebutuhan yang tidak langsung terkait dengan layanan sistem namun lebih berhubungan dengan batasan-batasan yang ada dalam sistem seperti misalnya masalah *security*, kecepatan respon sistem dan lain sebagainya.

Hasil analisis kebutuhan pengguna dan analisis kebutuhan sistem ini dirangkum dalam bentuk dokumen formal. Dokumen ini sangat penting dan harus disusun secara cermat karena ini akan dijadikan dasar untuk langkah selanjutnya yaitu implementasi sistem. yang sesungguhnya. Dengan melakukan proses pendahuluan berupa analisis kebutuhan pengguna dan analisis kebutuhan sistem ini dapat diharapkan bahwa sistem yang dihasilkan benar-benar dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terkait.

Diagram alir berikut ini mengilustrasikan urutan proses yang dilaksanakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan Sistem Monitoring Akademik Mahasiswa.

Keterangan Gambar 1;

Kotak putus-putus menunjukkan tahapan penelitian yang sedang dilaksanakan

Proses pengumpulan informasi kebutuhan dilaksanakan dengan mengumpulkan informasi dari beberapa sumber yaitu berupa dokumen-dokumen tertulis yang terkait, wawancara dengan para pengampu kepentingan, dan dari orang yang benar-benar memahami permasalahan yang ada dalam proses pembimbingan akademis di perguruan tinggi.

3. Hasil dan Pembahasan

Seerti telah dijelaskan sebelumnya langkah pertama penelitian ini adalah feasibility study yang bertujuan untuk menguji apakah sistem ini benar-benar layak untuk diimplementasikan. Pelaksanaan feasibility studi melibatkan proses pengumpulan informasi (requirements elicitation), analisis, dan penulisan laporan. Langkah pertama adalah mengidentifikasi informasi-informasi apa saja yang dibutuhkan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Beberapa pertanyaan yang sering teridentifikasi didalam proses ini adalah [1]

1. Bagaimana organisasi menangani permasalahan yang ada jika sistem tidak diimplementasikan ?
2. Permasalahan apa yang muncul pada proses yang sekarang dan apakah sistem yang akan diimplementasikan dapat membantu mengatasi permasalahan yang ada ?
3. Apakah kontribusi langsung yang akan diberikan oleh sistem baru ini pada organisasi ?
4. Dapatkah sistem ini bersinergi dengan sistem yang telah ada di organisasi ?
5. Apakah sistem memerlukan teknologi yang belum pernah digunakan di organisasi ?
6. Apa saja yang harus disediakan untuk mewujudkan sistem baru ini. ?

Semua pertanyaan-pertanyaan tersebut akan dihadapkan pada permasalahan sistem informasi akademik mahasiswa seperti yang telah dijelaskan pada bagian pendahuluan. Berikut ini adalah jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut jika dihadapkan pada permasalahan ini.

1. Jika sistem ini tidak ada maka yang akan terjadi adalah *bussines as usual* seperti apa yang selama ini terjadi. Sistem tetap dapat berjalan namun disertai permasalahan-permasalahan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.
2. Permasalahan-permasalahan yang muncul pada proses sekarang adalah :
 - a) Dosen tidak mempunyai perencanaan pelaksanaan proses bimbingan sama sekali, praktis dosen pembimbing sering hanya melakukan proses bimbingan jika ada suatu masalah luar biasa yang terjadi pada salah satu mahasiswa bimbingannya.
 - b) Belum ada sistem yang menyediakan data-data yang mungkin diperlukan oleh dosen

pembimbing dalam proses bimbingan seperti data pribadi mahasiswa, historis akademis mahasiswa, catatan-catatan permasalahan yang dihadapi mahasiswa pada semester-semester sebelumnya.

- c) Dikarenakan kesibukan dosen umumnya dosen pembimbing tidak membuat laporan, walaupun sekedar berupa catatan pribadi terkait dengan proses bimbingan yang terjadi selama satu semester.
- d) Karena dosen tidak membuat laporan maka Institusi tidak mempunyai dokumentasi tentang kejadian-kejadian yang terjadi selama bimbingan yang mungkin sangat diperlukan sebagai bahan evaluasi diri insitusi kedepan

Jika sistem monitoring akademik dapat diimplementasikan maka sebagian besar permasalahan-permasalahan tersebut dapat diatasi yaitu.

- a) Pada awal semester dosen pembimbing dapat dengan mudah mendapatkan data-data mahasiswa yang dibimbingnya yaitu sebagian besar dari laporan yang dibuat oleh dosen pembimbing sebelumnya.
 - b) Dosen dapat merencanakan jadwal bimbingan dengan mahasiswa dengan mengacu pada layanan yang disediakan oleh sistem dan mendokumentasikan setiap kejadian mudah dengan mudah (tidak memerlukan waktu khusus, data dapat langsung dimasukkan setelah proses bimbingan / pertemuan dengan mahasiswa dilaksanakan)
 - c) Institusi akan mempunyai dokumen bimbingan dengan format standar yang memudahkan proses evaluasi diri di masa yang akan datang
1. Kontribusi yang diberikan oleh sistem monitoring akademik mahasiswa adalah meningkatkan kualitas bimbingan karena dosen mempunyai data relevan yang mudah diakses, sementara itu waktu dan tenaga yang harus dikeluarkan oleh dosen pembimbing relatif sama dengan sebelum sistim ini diimplementasikan. Selain itu sistem memproduksi dokumentasi proses bimbingan yang dapat sangat berguna bagi institusi dalam proses evaluasi diri sebagai bahan pengambilan kebijakan-kebijakan dimasa depan.
 2. Sistem ini dapat berinteraksi dengan sistem yang sudah ada asalkan sistem dibuat dengan menggunakan sistem database yang terstruktur dengan menggunakan kaidah manajemen database relasional.
 3. Sistem tidak membutuhkan teknologi khusus, semua peralatan teknologi yang diperlukan sudah tersedia yaitu berupa komputer dan sistem operasinya yang sudah digunakan dalam kegiatan operasional sehari-hari. Sistim ini bahkan

menambah kemanfaatan dari peralatan teknologi yang sudah ada.

4. Dukungan yang diperlukan oleh sistem ini adalah sosialisasi kepada para dosen pembimbing agar mau memanfaatkannya. Untuk itu mungkin dibutuhkan sedikit pelatihan-pelatihan mengenai bagaimana cara menggunakannya nanti.

Semua jawaban-jawaban yang ada terhadap ke enam pertanyaan-pertanyaan tersebut mengarahkan kepada jawaban “ya” pada ketiga pertanyaan terdahulu yaitu :

1. Benar bahwa sistem yang akan dibuat memberikan kontribusi pada salah satu tujuan dari organisasi yaitu memberikan layanan yang sebaik-baiknya kepada mahasiswa.
2. Benar bahwa sistem tersebut dapat diimplementasikan dengan menggunakan teknologi yang tersedia daaat ini .
3. Benar bahwa sistem ini dapat diintegrasikan pada sistem yang telah ada diorganisasi

Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring akademik mahasiswa memang layak untuk diimplementasikan.

Analisis Kebutuhan Pengguna

Proses pengumpulan informasi kebutuhan dilaksanakan dengan mengumpulkan informasi dari beberapa sumber sebagai yaitu : Dari berbagai dokumen-dokumen tertulis, dari para pengampu kepentingan, dari pemahaman tentang domain permasalahan dalam hal ini adalah proses pembimbingan akademis yang ada di perguruan tinggi. Hasil akhir dari analisis kebutuhan pengguna dirangkum dalam bentuk spesifikasi kebutuhan perangkat lunak dengan menggunakan format standar yang diambil dari dokumen "Requirements Engineering : Foundation for Software Quality"[3] Berikut ini adalah bagian dari spesifikasi kebutuhan perangkat lunak yang sistem.

Pengantar

Dalam dunia pendidikan tinggi dikenal istilah dosen pembimbing. Dosen pembimbing ditunjuk oleh institusi untuk bertanggung jawab membimbing beberapa mahasiswa yang akan menjadi tanggung jawabnya selama satu semester. Dengan penunjukan ini maka dosen tersebut akan ikut bertanggung jawab atas keberhasilan akademis dari mahasiswa yang dibimbingnya. Tujuan bimbingan akademik adalah untuk melakukan pemantauan terhadap perkembangan akademis mahasiswa, memecahkan, membantu mahasiswa dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi selama kuliah, memberikan motivasi belajar dan memberikan penilaian sikap mental terhadap mahasiswa.

Jangka waktu tugas pembimbingan akademis mahasiswa dapat bervariasi tergantung kebijakan yang ada di masing-masing institusi. Secara formal umumnya tugas bimbingan diberikan kepada dosen pembimbing dalam jangka waktu satu semester dengan target bimbingan adalah seluruh mahasiswa yang ada pada kelas tertentu. Untuk menjamin keberlanjutan hubungan antara dosen pembimbing dengan mahasiswa bimbingannya biasanya diusahakan agar dosen tersebut sejak awal kuliah sampai lulus kelak. Namun mungkin saja terjadi pergantian sebelum mahasiswa tersebut lulus untuk itu seharusnya ada proses serah terima dari dosen pembimbing yang terdahulu ke dosen pembimbing yang baru, minimal dalam bentuk dokumentasi data bimbingan, namun hal ini belum terjadi.

Dalam melaksanakan tugasnya dosen tersebut harus melakukan pencatatan peristiwa-peristiwa yang terjadi selama proses pembimbingan. Agar proses bimbingan dapat berjalan efektif maka pada saat bimbingan terutama pada saat terjadi konsultasi dosen perlu melihat kembali data-data terkait mahasiswa yang bersangkutan. Pada saat akhir masa bimbingan dosen harus memberikan laporan bimbingan secara resmi ke institusi. Sistem yang akan dibuat akan memfasilitasi semua kegiatan-kegiatan tersebut sehingga dapat dilakukan dengan mudah namun dengan kualitas yang tetap terjaga.

Sistem tersebut harus menyediakan fasilitas untuk merekam peristiwa-peristiwa yang terjadi selama proses bimbingan, menyediakan data-data mahasiswa bimbingan sedemikian rupa sehingga mudah untuk diakses, dan membantu proses pelaporan dengan membuat form-form laporan yang secara otomatis akan terisi data-data mahasiswa bimbingan yang sesuai.

Tujuan

Tujuan analisis kebutuhan pengguna adalah untuk melakukan mengidentifikasi kebutuhan pengguna. Yang dimaksud dengan pengguna disini terutama adalah pengguna akhir yang menginginkan manfaat yang sebesar-besarnya dari sistem yang aka dibuat. Analisis kebutuhan pengguna merupakan langkah awal yang wajib dilakukan dalam pengembangan sebuah sistem perangkat lunak agar sistem yang dibuat nantinya tepat sasaran, sesuai dengan kebutuhan pengguna dan benar-benar memberikan manfaat yang maksimal kepada semua pemangku kepentingan.

Cakupan

Requirement Document ini dibuat untuk mencatat semua kebutuhan baik yang sifatnya fungsional dan non fungsioanl. Dokumen ini dibuat pada tahap awal pengembangan sistem dan selanjutnya direvisi secara terus menerus disesuaikan dengan ditemukannya informasi-informasi yang baru atau adanya perubahan-

perubahan yang teridentifikasi selama proses pengembangan sistem. Apa yang ada didokumen ini akan menjadi acuan bagi proses pengembangan lanjutannya yaitu proses analisis, design, implementasi, testing, dan validasi sistem. Sebenarnya penulis ingin membuat sistem yang sifatnya umum sehingga dapat digunakan oleh berbagai institusi pendidikan yang ada di Inonesia. Kesulitannya sampai saat ini penulis belum menemukan acuan yang dapat digunakan untuk mewakili sistem pembimbingan akademik yang berlaku secara nasional. Umumnya setiap institusi pendidikan tinggi menetapkan aturan tersendiri terkait dengan proses pembimbingan akademik ini yang hanya berlaku untuk institusi mereka masing-masing. Karena hal tersebut diputuskan bahwa untuk tahapan awal, sistem ini dirancang untuk digunakan di Politeknik Negeri Jakarta. Walaupun demikian dari awal sudah dibuat ancang-ancang bahwa kelak sistem ini akan dikembangkan lebih lanjut supaya dapat juga digunakan di institusi pendidikan tinggi yang lain.

Latar Belakang

Sistem ini dibuat berdasarkan kebutuhan nyata yang ada di lingkungan pendidikan tinggi. Ide pengembangan sistem ini berasal dari penulis yang kebetulan berprofesi sebagai dosen dan sering ditunjuk sebagai dosen pembimbing akademik mahasiswa. Sebagai dosen pembimbing akademik merasakan adanya kebutuhan alat bantu dalam proses bimbingan mahasiswa berupa suatu sistem aplikasi yang dapat digunakan untuk membantu dalam proses perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan proses pembimbingan akademis mahasiswa. Sehingga penulis memutuskan untuk mengembangkan sistem ini.

Dalam pengoperasiannya, sistem ini akan melibatkan berbagai pihak baik secara langsung maupun tak langsung. Pihak secara langsung berhubungan dengan sistem ini adalah dosen pembimbing, mahasiswa, staf administrasi, dan secara umum institusi dimana sistem ini digunakan. Pihak yang secara tidak langsung terkait dengan sistem ini adalah orang tua atau wali mahasiswa, civitas akademika lain yang tidak terkait langsung, dan masyarakat secara umum.

Proses pengumpulan informasi kebutuhan pengguna dari sistem ini dipermudah oleh kenyataan bahwa pengembang sistem ini adalah penulis yang juga merupakan calon pengguna utama dari sistem ini, sehingga sebagian besar kebutuhan sudah dapat diketahui dari awal tanpa perlu melakukan wawancara dengan calon pengguna yang lain terlebih dahulu. Walaupun demikian pengembang tetap akan melakukan validasi terhadap kebutuhan-kebutuhan yang sudah ditetapkan dengan mengumpulkan masukan-masukan dari calon pengguna yang lain dan semua pemangku kepentingan (*stake holder*) yang lain.

Acuan

Sebagai data awal yang cukup mudah diperoleh namun sangat penting dalam rangka pemahaman sistim digunakan beberapa sumber sebagai berikut.

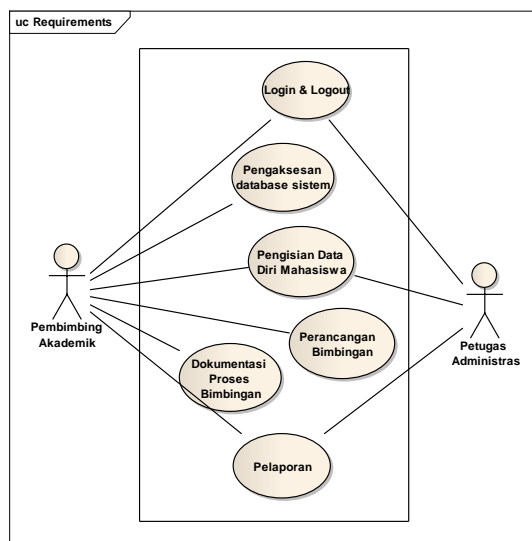
1. Pedoman Pembimbingan Akademik Politeknik Negeri Jakarta 2008.
2. Peraturan Penetapan Pembimbing Akademik UGM 2013
3. Panduan Pembimbing Akademis Unindra
4. Peraturan Akademik S1 UI 2013
5. Peraturan Akademik UMM 2010
6. Peraturan Akaemik UNDIP 2012

Kebutuhan Fungsional Sistem

Sistem harus menyediakan layanan yang membantu dosen pembimbing mahasiswa dalam melaksanakan tugasnya dengan :

1. Menyediakan layanan yang membantu memudahkan proses perencanaan bimbingan terhadap mahasiswa yang dibimbingnya.
2. Menyediakan layanan yang dapat membantu menyediakan informasi mahasiswa dengan cepat dan mudah ketika dibutuhkan pada saat proses pembimbingan.
3. Menyediakan layanan yang membantu memudahkan proses dokumentasi semua peristiwa yang terjadi selama proses bimbingan.
4. Menyediakan layanan yang membantu memudahkan proses pelaporan bimbingan yang dapat digunakan sebagai bahan untuk evaluasi dimasa yang akan datang.

Untuk meningkatkan pemahaman pihak-pihak yang terlibat spesifikasi fungsional tersebut divisualisasikan dalam bentuk diagram Use Cases sebagai berikut :



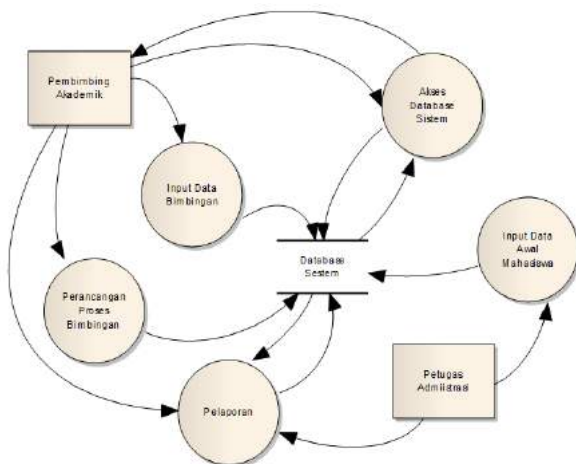
Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Monitoring Akademis Mahasiswa Oleh Dosen Pembimbing

Analisis Kebutuhan Sistem

Untuk memenuhi semua requirement yang tercantum di hasil analisis kebutuhan pengguna maka sistem yang akan dapat dibuat harus:

1. Mempunyai suatu sistem basis data yang digunakan untuk menyimpan semua data sistem sedemikian rupa sehingga mudah untuk diakses (dibaca, disimpan, diedit, dipilih)
2. Menyediakan suatu sistem User Interface yang mudah digunakan yang berguna untuk mengakses data-data yang dibutuhkan dalam proses pembimbingan akademis.
3. Dapat diinstal pada platform sistem komputer yang telah tersedia dan mudah diakses oleh calon pengguna sistem.
4. Memiliki fasilitas untuk melakukan pertukaran data dengan basis data pada sistem yang sama atau dengan sistem yang lain

Untuk meningkatkan pemahaman tentang sistem yang akan dibuat maka dibuat permodelan aliran data dalam bentuk Data Flow Diagram sebagai berikut



Gambar 3: Data Flow Diagram Sistem Monitoring Akademik Mahasiswa Oleh Dosen Pembimbing Akademik

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring akademik mahasiswa oleh dosen pembimbing memang layak dan perlu untuk dilakukan. Langkah selanjutnya yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah pembuatan rancangan sistem perangkat lunak dengan mengacu pada hasil penelitian ini dan dilanjutkan dengan implementasinya berupa pembuatan perangkat sistem perangkat lunak itu sendiri.

Daftar Acuan

- [1]. Ian Sommerville, *Software Engineering 8th Edition*, United States of America: Pearson Education Limited, 2007.
- [2]. B.Bruegge, A.H. Dutoit, *Object-Oriented Software Engineering Using UM Patterns and JavaL*, New York: Pearson Education, Inc, 2010.
- [3]. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. Available:
- [4]. <http://www.math.uaa.alaska.edu/~afkjm/cs401/IEEE830.pdf>.
- [5]. B.Paech, C.Rolland, "Requirements Engineering : Foundation for Software Quality" *REFSQ 14th International Working Conference Montpellier, France*, pp. 1-5, June 2008.

Kode Makalah: C2-8

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGONTROL SUHU PASTEURISASI MEDIA TANAM JAMUR TIRAM BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA16

Budi Darmawan¹, Fitri Astutik²Sistem Informasi, STMIK LOMBOK, Praya^{91, 2)}*E-mail: budis209@ gmail.com, fitri_stmiklombok@yahoo.co.id*

Abstrak

Dalam penelitian ini dirancang sebuah alat yang dapat mengontrol suhu pasteurisasi dengan mengontrol aliran bahan bakar yang digunakan dalam proses pasteurisasi. Komponen sensor suhu LM35 berfungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi tegangan listrik. Untuk memungkinkan pemindahan sinyal antara tahapan sensor dengan rangkaian pengkondisi sinyal maka digunakanlah sebuah Op-Amp yang berfungsi sebagai buffer. Selanjutnya keluaran Op-Amp akan masuk ke rangkaian pengkondisi sinyal, untuk mengubah rentang tegangan dari keluaran sensor menjadi 0-5 volt. Kemudian keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal ini akan menjadi input dari mikrokontroler ATMEGA16. Mikrokontroler ATMEGA16 sudah dilengkapi dengan ADC (Analog to Digital Converter) di dalamnya yang akan mengubah tegangan analog 0-5 volt menjadi 10 bit data digital (000000000-111111111). Data digital ini akan diolah oleh mikrokontroler ATMEGA16 dengan menggunakan konsep logika fuzzy sehingga menghasilkan persentase pembukaan keran bahan bakar gas. Mikrokontroler akan menggerakkan motor stepper melalui driver motor stepper sehingga keran pengatur keluarannya gas ikut bergerak untuk memperbesar atau memperkecil keluaran bahan bakar gas. Besaran suhu yang dijaga stabil dalam penelitian ini adalah 70°C. Suhu ini adalah suhu yang biasa digunakan para petani jamur yang berada di sekitar daerah tempat dilakukannya penelitian ini, untuk proses pasteurisasi media tanam jamur tiram. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa alat yang dibuat dapat menjaga suhu dapat stabil pada angka 70°C.

Abstract

In this study designed a tool that can control the temperature of pasteurization to control the flow of fuel used in the process of pasteurization. Component LM35 temperature sensor is used to change the temperature scale into electrical voltage. To allow the transfer of signals between stages sensors with signal conditioning circuit then used an Op-Amp which serves as a buffer. Furthermore Op-Amp output will go to the signal conditioning circuit, to change the range of the sensor output voltage to 0-5 volts. Then the output of the signal conditioning circuit will be input from ATMEGA16 microcontroller. ATMEGA16 microcontroller is equipped with ADC (Analog to Digital Converter) in it that will change the 0-5 volt analog voltage into a 10-bit digital data (000000000 to 111111111). This digital data will be processed by the microcontroller ATMEGA16 using fuzzy logic concepts resulting in the opening of the percentage of fuel gas taps. Microcontroller will drive the stepper motors via stepper motor driver to tap the gas discharge regulator also move to increase or decrease the output gas fuel. The amount of temperature kept stable in this study was 70°C. This temperature is the temperature used mushroom farmers who were around the area where this study, for the pasteurization process oyster mushroom growing media. From the results it can be seen that the tool is made to keep the temperature can be stabilized at 70°C.

Keywords: temperature control, fuzzy logic, ATMEGA16.

1. Pendahuluan

Jamur tiram adalah salah satu jenis jamur yang banyak dibudidayakan oleh para petani jamur karena kemudahan dalam proses pembudidayannya dan

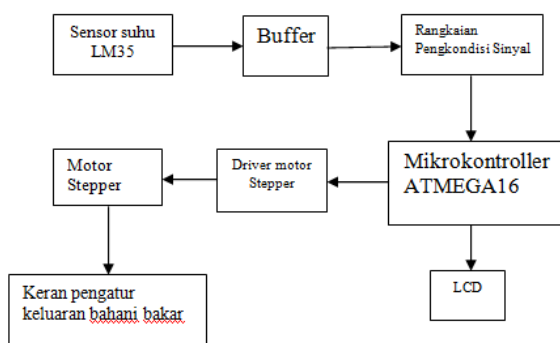
memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Salah satu proses dalam budidaya jamur tiram yang memegang peranan penting adalah proses pasteurisasi. Pasteurisasi bertujuan untuk mambunuh semua organisme hidup yang dapat mengganggu proses pertumbuhan jamur di

dalam media tanam. Jika proses pasteurisasi berjalan kurang sempurna maka akan menyebabkan berkembangbiaknya mikroorganisme lain yang tidak diharapkan didalam media tanam sehingga menyebabkan pertumbuhan miselium jamur terhambat. Biasanya proses pasteurisasi dilakukan dengan cara yang sederhana yaitu dengan cara pengukusan menggunakan dandang besar atau drum bekas, atau media lain yang dapat digunakan untuk pengukusan. Bahan bakar yang biasa digunakan dalam proses pasteurisasi adalah gas, minyak tanah, atau dengan menggunakan kayu bakar. Biasanya dengan cara ini, petani jamur mengontrol sendiri suhu pasteurisasinya dengan cara manual. Jika suhu pasteurisasi terlalu tinggi, mereka mengecilkan api yang digunakan untuk mengukus, dan sebaliknya jika suhu pasteurisasi terlalu rendah, mereka memperbesar api yang digunakan. Mereka melakukan hal ini sampai proses pasteurisasi selesai yang biasanya membutuhkan waktu sekitar 6 sampai 9 jam.

Untuk itu pada penelitian ini dirancang suatu alat yang dapat mengontrol suhu pasteurisasi yaitu dengan mengontrol aliran bahan bakar yang digunakan dalam proses pasteurisasi. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat mempermudah para petani jamur dalam mengontrol suhu pasteurisasi, sehingga dapat menghasilkan media tanam yang baik.

2. Metode Penelitian

Pada gambar 1 dapat dilihat blok diagram dari alat yang dibuat.



Gambar 1. Blok Diagram Alat Pengatur Suhu Pasteurisasi

Pada gambar 1, komponen sensor suhu LM35 berfungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi tegangan listrik untuk memungkinkan pemindahan sinyal antara tahapan sensor dengan rangkaian pengkondisi sinyal maka digunakanlah sebuah Op-Amp yang berfungsi sebagai buffer. Selanjutnya keluaran

Op-Amp akan masuk ke rangkaian pengkondisi sinyal, untuk mengubah rentang tegangan dari keluaran sensor menjadi 0-5 volt. Kemudian keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal ini akan menjadi input dari mikrokontroler ATMEGA16. Mikrokontroler ATMEGA16 sudah dilengkapi dengan ADC (Analog to Digital Converter) di dalamnya yang akan mengubah tegangan analog 0-5 volt menjadi 10 bit data digital (000000000-111111111). Data digital ini akan diolah oleh mikrokontroler ATMEGA16 dengan menggunakan konsep logika fuzzy sehingga menghasilkan persentase pembukaan keran bahan bakar gas. Mikrokontroler akan menggerakkan motor stepper melalui driver motor stepper berdasarkan hasil perhitungan ini dan juga menampilkan suhu pada layar LCD. Motor stepper ini akan menggerakkan keran bahan bakar untuk memperbesar atau memperkecil keluaran bahan bakar gas.

Gambar 2 memperlihatkan alur dari program yang dibuat. Langkah-langkah dalam logika fuzzy adalah sebagai berikut :

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan suatu proses untuk mengubah suatu peubah masuk dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi peubah FUZZY (variable linguistik) yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaannya masing-masing. Pada system fuzzy yang direncanakan ini terdapat dua buah masukan, yaitu temperatur error (E_r) dan perubahan temperatur per menit (D_{er}). Pada perancangan ini, setiap masukan memiliki tiga buah fuzzy set yaitu negatif, zeros, dan positif. Ketiga fuzzy set tersebut sudah dapat menggambarkan kemungkinan keadaan yang mungkin terjadi pada temperatur ruangan pasteurisasi yaitu kurang panas (negatif), temperatur sudah mencapai yang diinginkan (zeros), dan terlalu panas (positif). Gambar 3 merupakan gambar grafik fungsi keanggotaan dari masukan yang direncanakan.

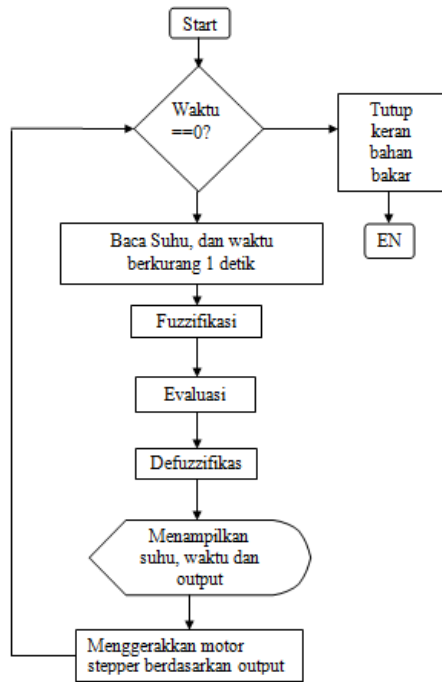
E_r adalah temperatur error yang dapat dicari dengan persamaan :

$$E_r = \text{Temperatur}_{set} - \text{temperatur}_{ruang} \quad (1)$$

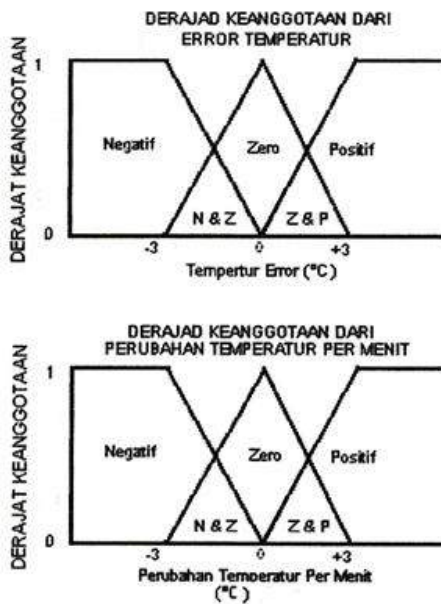
Jika E_r bernilai positif menunjukkan bahwa suhu ruangan dibawah suhu pasteurisasi yang diinginkan, jika E_r bernilai negatif menunjukkan bahwa suhu ruangan diatas suhu pasteurisasi yang diinginkan. D_{er} adalah perubahan temperatur per menit yang dapat dicari dengan persamaan:

$$D_{er} = \text{Temperatur}_{menit_n} - \text{Temperatur}_{menit_{n-1}} \quad (2)$$

Jika D_{er} bernilai positif menunjukkan bahwa suhu ruangan semakin meningkat, jika D_{er} bernilai negatif menunjukkan bahwa suhu ruangan semakin menurun.



Gambar 2. Flowchar program



Gambar 3. Grafik derajat keanggotaan input

2. Evaluasi Rule

Evaluasi rule merupakan proses pengambilan keputusan berdasarkan rule-rule yang ditetapkan pada basis rule untuk menghubungkan antar peubah-peubah fuzzy masukan dengan peubah fuzzy keluaran. Rule-rule ini berbentuk jika...maka (IF...THEN). Berikut ini merupakan rule-rule yang digunakan dalam penelitian ini:

- R1=If (Er < 0) AND (Der < 0) then output =besar
- R2=If (Er = 0) AND (Der < 0) then output =besar
- R3=If (Er < 0) AND (Der = 0) then output = besar

- R4=If (Er < 0) AND (Der > 0) then output = besar
 - R5=If (Er = 0) AND (Der = 0) then output = sedang
 - R6=If (Er > 0) AND (Der < 0) then output = kecil
 - R7=If (Er > 0) AND (Der = 0) then output = kecil
 - R8=If (Er = 0) AND (Der > 0) then output = kecil
 - R9=If (Er > 0) AND (Der > 0) then output = kecil
- Jika digambarkan dalam bentuk tabel maka akan terlihat seperti tabel berikut:

Tabel 1 Tabel Rule

Masukan 1	Er negatif	Er zeros	Er positif
Masukan 2			
Der negatif	Kecil	Kecil	Besar
Der zeros	Kecil	Sedang	Besar
Der positif	Kecil	Besar	Besar

Teknik pengambilan keputusan yang digunakan adalah metode *Root-Sum-Square (RSS)*. Berikut ini merupakan rumus dari metode *Root-Sum-Square (RSS)*

$$Besar = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_4^2} \tag{3}$$

$$Sedang = \sqrt{R_5^2} \tag{4}$$

$$Kecil = \sqrt{R_6^2 + R_7^2 + R_8^2 + R_9^2} \tag{5}$$

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses mencari nilai dari variabel linguistik berdasarkan derajat keanggotaannya yang dimiliki. Output dari defuzzifikasi yang direncanakan mempunyai rentang nilai dari 0% sampai 100% yang menggambarkan persentase dari pembukaan keran bahan bakar. Gambar 4 merupakan grafik dari fungsi keanggotaan dari output yang diinginkan.



Gambar 4. Grafik derajat keanggotaan output

Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode centroid. Metode centroid ini juga dikenal sebagai metode COA (*Center of Area*) atau metode *Center of Gravity*. Pada metode ini nilai tegas keluarannya

diperoleh berdasarkan titik berat dari kurva hasil proses pengambilan keputusan. Berikut ini merupakan rumus untuk mencari nilai output dengan metode centroid:

$$\text{output} = \frac{100 * \text{besar} + 15 * \text{sedang} + 0 * \text{kecil}}{\text{besar} + \text{sedang} + \text{kecil}} \quad (6)$$

Hasil dari defuzzifikasi ini adalah persentase dari pembukaan keran bahan bakar. Setelah didapatkan hasil dari defuzzifikasi, mikrokontroler akan menggerakkan motor stepper berdasarkan hasil dari defuzzifikasi tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah semua komponen pada diagram blok dirangkai maka mikrokontroler dimasukkan program yang dibuat berdasarkan algoritma logika *fuzzy* yang telah dirancang. Motor stepper dikopel dengan keran kompor gas.

Ruang pasteurisasi yang digunakan untuk pengujian adalah hasil modifikasi dari 2 buah drum bekas yang dirangkai menjadi satu seperti terlihat pada gambar 5. Ruang pasteurisasi ini adalah yang biasa digunakan oleh petani jamur pada daerah tempat penelitian ini dilakukan.

Besaran suhu yang dijaga stabil dalam penelitian ini adalah 70°C. Suhu ini adalah suhu yang biasa digunakan para petani jamur yang berada di sekitar daerah tempat dilakukannya penelitian ini, untuk proses pasteurisasi media tanam jamur tiram.

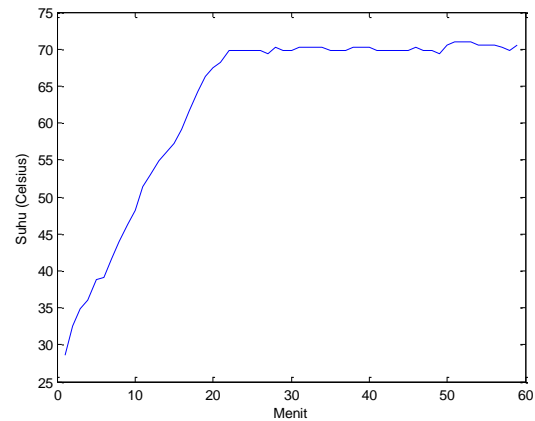
Sebelum alat digunakan, terlebih dahulu ruang pasteurisasi diisi dengan air dan bagian atasnya dimasukkan sensor suhu, setelah itu diletakkan diatas kompor gas.



Gambar 5. Ruang pasteurisasi

Setelah alat dijalankan, kemudian suhu ruang pasteurisasi dicatat setiap satu menit. Hasil pengamatan dapat dilihat pada grafik pada gambar 6. Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa suhu yang diinginkan mulai tercapai

sekitar menit ke 20, dan juga dapat dilihat bahwa alat yang telah dibuat dapat menjaga stabil suhu pasteurisasi pada kisaran angka 70°C.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian

4. Kesimpulan

1. Alat pengontrol suhu pasteurisasi yang telah dibuat dapat menjaga suhu ruangan pasteurisasi stabil pada suhu 70°C yang merupakan suhu pasteurisasi yang diinginkan.
2. Suhu pasteurisasi yang diinginkan tercapai setelah 20 menit pemanasan, kemudian dipertahankan dengan tingkat fluktuasi yang rendah sehingga dapat digunakan untuk pasteurisasi media tanam jamur tiram.
3. Dengan metoda ini akan mempermudah para petani jamur dalam pengaturan suhu karena dilakukan secara otomatis tanpa campur tangan manusia.

Daftar Pustaka

- [1]. Anonim "Modul Budidaya Jamur Tiram & Jamur Merang" CV.Volva Indonesia, Jogjakarta, 2011.
- [2]. B. Darmawan "Perancangan dan Pembuatan Alat Pengontrol Suhu Pada Proses Pasteurisasi Dalam Budidaya Jamur Tiram Berbasis Mikrokontroler AT89S52" Skripsi Program Sarjana, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram, 2009.
- [3]. D. Rachmawati, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler AT89S51" Skripsi Program D3, Universitas Diponegoro, 2008.
- [4]. D. Wiyono "Panduan Praktis Mikrokontroler keluarga AVR Menggunakan DT-Combo AVR Starter Kit Dan DT-Combo AVD Exercise Kit" Innovative Electronics, Surabaya, 2007.
- [5]. M.S.Hadi "Mengenal Mikrokontroler Avr ATMEGA16" Tersedia di : <http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2008/08/sholihul-atmega16.pdf> [diunduh : 14 Desember 2013]

[6]. P. Rahardjo "*Sistem Pengendali Temperatur Untuk
Proses Pasteurisasi Alat-Alat Medis*" Jurnal

Teknologi Elektro, Vol. 9 No.1, pp. 100-107,2010.

Kode Makalah: C3-9

METODE ANALYTICAL HIERARCY PROCESS (AHP) UNTUK PENILAIAN KINERJA DOSEN

Titik Mildawati

Program Studi Akuntansi, STIESIA Surabaya, Jl. Menur Pumpungan no. 30, Surabaya-60118, Indonesia

E-mail: titikmilda@stiesiaedu.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui parameter atau indikator untuk penilaian kinerja dosen sebagai dasar untuk mendapatkan model penilaian kinerja dosen dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Data dikumpulkan melalui survey pada 33 unit penjaminan mutu di beberapa perguruan tinggi di Jawa Timur untuk mendapatkan indikator yang dapat digunakan untuk menilai kinerja dosen. Berdasar nilai *priority Vector* (PV) dari masing-masing kriteria menunjukkan urutan untuk menilai kinerja dosen adalah pendidikan dan pengajaran (0,23), hasil penilaian kepuasan mahasiswa terhadap dosen (0,19), penelitian (0,18), pengabdian (0,16), dan terakhir adalah komitmen (0,11).

Abstract

This study aims to determine the parameters or indicators for assessing lecturer performance as the basis to find the lecturer performance evaluation model by using *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Data collected through surveys at 33 the quality assurance unit in several universities in East Java in order to find indicators those can be used to assess the performance of the lecturers. Based on priority vector (PV) value of each criterion indicates the order consecutively to assess lecturers performance are level of education and teaching (0,23), students evaluation (0,19), research (0,18), community service (0,16), lecturers achievement either nationally or internationally (0,12), and finally commitment (0,11).

Kata kunci: Model evaluasi kinerja dosen, Metode Analytical Hierarchy Process (AHP), Unit Penjaminan Mutu.

1. PENDAHULUAN

Kecenderungan globalisasi, kebutuhan masyarakat dan tuntutan persaingan yang semakin ketat menuntut komitmen yang tinggi pada penyelenggaraan pendidikan yang bermutu. Pemahaman tersebut menegaskan perlunya melaksanakan suatu manajemen mutu terpadu, termasuk didalamnya Sistem Penjaminan Mutu untuk menjamin agar mutu pendidikan dapat dipertahankan dan ditingkatkan sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Pemeliharaan dan peningkatan mutu pendidikan secara berkelanjutan dari perguruan tinggi terutama tergantung pada penilaian *stakeholders* (mahasiswa, orang tua dan pihak-pihak lain yang berkepentingan) serta agar eksistensi mutu pendidikan dapat terjamin, dipandang perlu sistem penjaminan mutu (SPM). Standar yang digunakan dalam melaksanakan sistem penjaminan

mutu perguruan tinggi (SPM-PT) diantaranya adalah Standar Nasional Pendidikan (SNP), Standar Badan Akreditasi Nasional Pendidikan tinggi (BAN-PT). Salah satu butir standar yang dilaksanakan dalam SPM-PT adalah standar sumber daya manusia yang dalam hal ini adalah dosen.

Menurut Rivai (2006) prestasi kerja adalah hasil kerja yang dapat dicapai oleh seseorang atau kelompok orang dalam suatu perusahaan sesuai dengan wewenang dan tanggung jawab masing-masing dalam upaya pencapaian tujuan perusahaan secara legal, tidak melanggar hukum dan tidak bertentangan dengan moral atau etika.

Banyak faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan kinerja dosen agar kriteria dan strategi yang akan dilakukan tepat sasaran. Penentuan prioritas atau preferensi dalam penilaian kinerja dosen adalah

menentukan suatu kriteria dinilai lebih diutamakan dari pada kriteria yang lain.

Sistem pengambilan keputusan membutuhkan teknologi informasi karena dengan adanya era globalisasi yang menuntut organisasi untuk bergerak cepat dalam mengambil suatu keputusan dan tindakan. Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) membantu membuat keputusan, *decision maker* dapat mengambil keputusan tentang kinerja dosen secara objektif berdasarkan multi kriteria yang ditetapkan. Metode AHP adalah metode pengambilan keputusan yang multi kriteria, sedangkan pengambilan keputusan dibidang sumber daya manusia juga mengandalkan kriteria-kriteria dalam tridharma perguruan tinggi.

Berdasarkan yang telah tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini bagaimana merancang dan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk penilaian kinerja dosen, sehingga tujuan hasil penelitian ini adalah untuk memberi arahan untuk penilaian kinerja dosen yang digunakan dalam manajemen pendidikan.

a. Penilaian kinerja dosen

Ketentuan umum dalam Undang-Undang Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (UU SISDIKNAS) menyebutkan bahwa tenaga kependidikan adalah anggota masyarakat yang mengabdikan diri dan diangkat untuk menunjang penyelenggaraan pendidikan, sedangkan pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, pamong belalajar, widyaiswara, tutur, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Selanjutnya disebutkan bahwa pendidik merupakan tenaga profesional yang bertugas merencanakan dan pelaksanaan proses pembelajaran, menilai hasil pembelajaran, melakukan pembimbingan dan pelatihan, serta melaksanakan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, terutama bagi pendidik pada perguruan tinggi. Sehubungan dengan hal di atas maka sudah merupakan kewajiban bagi pendidik atau dosen untuk melakukan tridharma perguruan tinggi.

Penilaian prestasi kerja ialah sebuah penilaian sistematis terhadap karyawan oleh atasannya atau beberapa ahli lainnya yang paham akan pelaksanaan pekerjaan oleh karyawan atau jabatan itu. Menurut Henry Simamora (2004) penilaian prestasi kerja ialah suatu alat yang berfaedah tidak hanya untuk mengevaluasi kerja dari para karyawan, tetapi juga untuk mengembangkan dan memotivasi kalangan karyawan. Sedang pengertian kinerja menurut Bernadin & Russell (2000) adalah hasil dari prestasi kerja yang telah dicapai seorang karyawan sesuai dengan fungsi tugasnya pada periode tertentu.

Melalui penilaian kinerja terhadap dosen dapat diketahui secara tepat apa yang sedang dihadapi dan target apa yang harus dicapai. Dengan penilaian kinerja dosen dapat disusun rencana, strategi dan menentukan langkah-langkah yang perlu diambil sehubungan dengan pencapaian tujuan karier yang diinginkan. Bagi pihak manajemen, kinerja (dosen) sangat membantu dalam mengambil keputusan seperti promosi dan pengembangan karier, mutasi, PHK, penyesuaian kompensasi, kebutuhan. Dalam kaitan dengan kinerja perguruan tinggi, penilaian kinerja dapat digunakan untuk mempertahankan status akreditasi perguruan tinggi yang telah diperoleh.

Dari uraian di atas, dapat dipahami bahwa penilaian prestasi kerja yang dilakukan secara tidak tepat akan sangat merugikan dosen dan perguruan tinggi. Dosen dapat menurun motivasi kerjanya karena hasil penilaian kinerja yang tidak sesuai dengan hasil kerjanya. Dampak motivasi dosen yang menurun adalah ketidakpuasan kerja yang pada akhirnya akan sangat mempengaruhi proses belajar mengajar. Bagi perguruan tinggi, hasil penilaian kinerja yang tidak tepat akan mempengaruhi pengambilan keputusan kepegawaian yang tidak tepat, misalnya promosi. Mempromosikan dosen yang tidak tepat untuk menduduki level manajemen, akan menurunkan kualitas perguruan tinggi tersebut. Kualitas yang menurun pada akhirnya akan mempengaruhi hasil akreditasi perguruan tinggi tersebut.

Dalam menyusun pedoman penilaian kinerja, sebaiknya dibentuk suatu tim yang diberi penugasan secara khusus atau jika sudah terstruktur dapat dilakukan oleh penjaminan mutu perguruan tinggi. Dengan melibatkan tim yang terdiri dari berbagai unsur hasilnya akan lebih objektif dan penghargaan dosen terhadap pedoman penilaian juga lebih besar.

Penilaian kinerja perlu dilaksanakan secara formal dengan menentukan periode penilaian dan waktu penilaian. Lazimnya periode penilaian adalah satu tahun, sedangkan waktu penilaian dapat dilakukan satu kali setahun atau satu semester sekali. Periode dan waktu penilaian sebaiknya diketahui oleh dosen dan dinilai. Setelah penilaian dilakukan, dosen hendaknya mengetahui hasilnya. Hasil penilaian dapat diberikan secara tertulis kepada dosen dan karyawan serta diberi kesempatan untuk melakukan klarifikasi atau complain apabila terdapat kekeliruan dalam penilaian.

2. *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Menurut Turban (2005), *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah suatu metode analisis dan sintesis yang dapat membantu proses Pengambilan Keputusan. AHP merupakan alat pengambil keputusan yang powerful dan fleksibel, yang dapat membantu dalam menetapkan prioritas-prioritas dan membuat keputusan di mana

aspek-aspek kualitatif dan kuantitatif terlibat dan keduanya harus dipertimbangkan. Dengan mereduksi factor-faktor yang kompleks menjadi rangkaian “*one on one comparisons*” dan kemudian mensintesa hasil-hasilnya, maka AHP tidak hanya membantu orang dalam memilih keputusan yang tepat, tetapi juga dapat memberikan pemikiran/alasan yang jelas dan tepat.

AHP sangat cocok dan flexibel digunakan untuk menentukan keputusan yang menolong seorang *decision maker* untuk mengambil keputusan yang kualitatif dan kuantitatif berdasarkan segala aspek yang dimilikinya. Kelebihan lain dari AHP adalah dapat memberikan gambaran yang jelas dan rasional kepada *decision maker* tentang keputusan yang dihasilkan.

Langkah-langkah dalam menentukan keputusan dalam AHP: (1) Menentukan masalah yang terjadi, (2) Menentukan perbandingan setiap elemen, (3) Menggabungkan setiap prioritas yang ada.

Pada langkah pertama, *user* diminta untuk menentukan permasalahan apa yang terjadi dan menentukan keputusan apa yang akan dicari, pada langkah pertama ini *user* juga diminta untuk menentukan kriteria-kriteria apa saja yang dapat menentukan pengambilan keputusan. Pada langkah kedua, *user* diminta untuk menentukan prioritas-prioritas setiap element yang dapat mempengaruhi pengambilan keputusan. Pada langkah ketiga, *system* akan mengabungkan setiap prioritas-prioritas yang ada dan mencari hasil dan keputusan yang terbaik.

3. Penilaian Kinerja Dosen Dengan AHP

Penilaian kinerja dosen mencakup pelaksanaan tridharma perguruan tinggi yaitu pendidikan dan pengajaran, penelitian, pengabdian kepada masyarakat, ditambah penunjang. Hal hal ini mencakup pelaksanaan proses pembelajaran, adanya penelitian, pengabdian masyarakat dan penunjang. Masing-masing indikator untuk penilaian tersebut antara lain adalah: (1) Pendidikan dan Pengajaran: Pertumbuhan angka kredit yang dicapai, Kemutakhiran Silabi, Penyediaan bahan ajar, Kehadiran Mengajar, Ketepatan Jadwal Mengajar, Frekuensi Mengubah Jadwal, Ketepatan menyerahkan soal, Lama bimbingan skripsi, dan Kepuasan mahasiswa; (2) Penelitian: Penelitian yang dipublikasi, Penelitian yang tidak dipublikasi, (3) Pengabdian masyarakat, dan (4) Penunjang: Prestasi di tingkat nasional maupun internasional, Tugas struktural

Sumber data sistem pendukung keputusan untuk evaluasi kinerja dosen ini berasal dari data internal dan data private. Data internal merupakan data yang dikendalikan bagian-bagian berasal dari kegiatan operasional sehari-hari, sedangkan data private

merupakan data penilaian yang dikendalikan oleh pihak Pimpinan.

2. Metode Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah pengelola unit penjaminan mutu yang ada di Jawa Timur. Metode yang digunakan adalah metode *purposive sampling* yaitu sampel dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu sesuai dengan tujuan penelitian. Kriteria yang ditetapkan untuk sampel ini adalah pengelola penjaminan mutu yang melakukan penilaian kinerja dosen. Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah 33 pengelola penjaminan mutu. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang berasal dari jawaban responden atas kuesioner yang disebarakan baik secara langsung maupun dengan surat. Kuesioner bersumber dari informasi melalui wawancara yang dilakukan peneliti kepada beberapa pengelola unit penjaminan mutu sebelum mengirimkan kuisisioner. Penjelasan petunjuk pengisian kuesioner dibuat sederhana dan sejelas mungkin untuk memudahkan pengisian jawaban sesungguhnya dengan lengkap.

Kegiatan pengolahan data dilakukan dengan tabulasi terhadap kuesioner jawaban pada masing-masing pertanyaan untuk masing-masing kriteria yang selanjutnya membangun aplikasi *Analytical Hierarchy Process (AHP)* yang dapat digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dengan mengimplemen-tasikannya ke dalam perangkat lunak (Microsoft Excel).

3. Hasil dan Pembahasan

Model AHP di atas menunjukkan proses dekomposisi yaitu memecahkan persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya. Pemecahan tersebut akan menghasilkan beberapa tingkatan dari suatu persoalan. Selanjutnya proses penilaian komperasi dilakukan dengan memanfaatkan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Prosedur sistesis berbeda menurut hirarkinya, pada akhirnya alternatif akan dipilih dengan jumlah nilai tertinggi dipilih sebagai alternatif terbaik.

Tujuan, kriteria dan alternatif keputusan dalam sistem pendukung keputusan untuk penilaian dosen. Hierraki keputusan untuk penilaian dosen yang memiliki tiga level yang berbeda. Level teratas menjelaskan keseluruhan keputusan yaitu penilaian kinerja dosen. Level menengah menjelaskan kriteria yang menjadi pertimbanganyaitu pendidikan dan pengajaran (C1), penelitian (C2), pengabdian (C3), Komitmen (C4), Prestasi (C5), dan Penilaian Mahasiswa (C6). Dan level terendah menunjukkan dosen yang dinilai kinerjanya.

Berdasarkan survey yang diterima diperoleh rata-rata tiap kriteria seperti dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Rata-rata Kriteria

Kriteria Utama	Kode	Item	Rata-Rata (Item)	Rata-Rata Kriteria
Pendidikan dan pengajaran	C1	Kemutakhiran dan ketepatan penyerahan Silabi/ Kontrak Perkuliahan/ GBPP/SAP	4,17	
		Kemutakhiran dan ketepatan penyerahan Bahan Ajar Modul/ Diktat)	6,13	
		Kesesuaian media pembelajaran (Slide, Jurnal, Buku Praktikum, dll)	5,53	
		Jumlah kehadiran mengajar (memenuhi jumlah tatap muka sesuai dengan yang dijadwalkan)	5,27	
		Ketepatan jadwal mengajar (memenuhi jumlah/waktu mengajar sesuai dengan jumlah SKS)	5,53	
		Frekuensi mengubah jadwal (memenuhi ketepatan jam tatap muka sesuai yang dijadwalkan)	9,77	
		Ketepatan menyerahkan soal ujian dan jawabannya sesuai yang dijadwalkan.	8,27	7,34
		Ketepatan menyerahkan nilai sesuai yang dijadwalkan.	9,17	
		Lama penyusunan disertas/tesis/skripsi/ tugas akhir mahasiswa yang dibimbing.	12,27	
		penelitian	C2	Penelitian/karya ilmiah baik mandiri maupun kelompok yang dipublikasi (jurnal/majalah/koran, dsb)
Penelitian/karya ilmiah baik mandiri maupun kelompok yang tidak				9,23 10,20

		dipublikasi		
Pengabdian	C3	Pengabdian masyarakat (memberikan pelatihan/ penyuluhan/ ceramah sesuai bidang keahlian, bhakti sosial, dsb)	10,10	10,10
		Komitmen	C4	Kedisiplinan dan kesehatan (pemenuhan jam kerja dan absensi (sakit, ijin, alpha)
Komitmen	C4	Pertumbuhan atau penamban-ahan angka kredit yang dicapai dalam satu semester.	10,00	
		Tugas di luar tugas utama terstruktur (bertugas sebagai Pimpinan/Ketua Program Studi/Kepala USK, dsb)	16,43	
Prestasi	C5	Tugas di luar tugas utama tidak terstruktur (bertugas sebagai panitia)	17,70	
		Tugas di luar tugas utama yaitu menghadiri kegiatan yang diselenggarakan lembaga: seminar, pelatihan, simposium, rapat, upacara, dsb	16,40	14,63
Penilaian Mahasiswa	C6	Prestasi yang diperoleh di tingkat nasional maupun internasional	13,43	13,43
		Hasil feed back/penilaian dari mahasiswa tentang proses belajar mengajar.	8,53	8,53

Sumber: Data Penelitian

Perbandingan berpasangan adalah aspek terpenting dalam AHP. Pengambilan keputusan membandingkan dalam satu level dengan menggunakan skala. Dari enam kriteria tersebut di atas diperoleh sebanyak 15. perbandingan yaitu:

- Pendidikan & pengajaran C1 : Penelitian C2
- Pendidikan & pengajaran C1 : Pengabdian C3
- Pendidikan & pengajaran C1 : Komitmen C4
- Pendidikan & pengajaran C1 : Prestasi C5
- Pendidikan & pengajaran C1 : Penilaian Mahasiswa C6
- Penelitian C2 : Pengabdian C3
- Penelitian C2 : Komitmen C4
- Penelitian C2 : Prestasi C5
- Penelitian C2 : Penilaian Mahasiswa C6
- Pengabdian C3 : Komitmen C4
- Pengabdian C3 : Prestasi C5

Pengabdian C3 : Penilaian Mahasiswa C6
 Komitmen C4 : Prestasi C5
 Komitmen C4 : Penilaian Mahasiswa C6
 Prestasi C5 : Penilaian Mahasiswa C6

Berdasarkan data survey diperoleh hasil perbandingan berpasangan seperti dalam tabel berikut adalah:

Tabel 2 Perbandingan Masing-Masing Kriteria

KODE	NILAI	:	KODE	NILAI
C1	7,34	:	C2	9,23
C1	7,34	:	C3	10,10
C1	7,34	:	C4	14,63
C1	7,34	:	C5	13,43
C1	7,34	:	C6	8,53
C2	9,23	:	C3	10,10
C2	9,23	:	C4	14,63
C2	9,23	:	C5	13,43
C2	9,23	:	C6	8,53
C3	10,10	:	C4	14,63
C3	10,10	:	C5	13,43
C3	10,10	:	C6	8,53
C4	14,63	:	C5	13,43
C4	14,63	:	C6	8,53
C5	13,43	:	C6	8,53

Sumber: Data Penelitian

Dengan menggunakan rasio atas dasar pembandingnya diperoleh perbandingan seperti tampak dalam tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Perbandingan Masing-Masing Kriteria dengan Rario

KODE	NILAI	:	KODE	NILAI
C1	1,0000	:	C2	1,26
C1	1,0000	:	C3	1,38
C1	1,0000	:	C4	1,99
C1	1,0000	:	C5	1,83
C1	1,0000	:	C6	1,16
C2	1,0000	:	C3	1,09
C2	1,0000	:	C4	1,58
C2	1,0000	:	C5	1,45
C2	1,0000	:	C6	0,92
C3	1,0000	:	C4	1,45
C3	1,0000	:	C5	1,33
C3	1,0000	:	C6	0,84
C4	1,0000	:	C5	0,92
C4	1,0000	:	C6	0,58
C5	1,0000	:	C6	0,64

Sumber: Data Penelitian

Pada baris pertama yang membandingkan C1 bernilai nilai 1 dengan C2 bernilai 1,26 menunjukkan bahwa pendidikan dan pengajaran dipandang memiliki 1,23 lebih penting dari pada penelitian. Baris ke dua yang membandingkan C1 bernilai 1 dengan C3 bernilai 1,38 menunjukkan bahwa pendidikan dan pengajaran memiliki 1,38 dipandang lebih penting dari pada pengabdian pada masyarakat. Demikian seterusnya. Dari tabel di atas dibuat perbandingan antar kriteria menggunakan matriks berpasangan sebagai berikut. Dimana 1,26/1 adalah merepresentasi nilai sebesar 1,26 untuk kriteria pendidikan dan pengajaran dan nilai satu untuk penelitian. Ini menunjukkan bahwa kriteria pendidikan dan pengajaran dipandang lebih penting 0,26 tingkat diatas kriteria penelitian dan seterusnya.

Tabel 4 Perbandingan Antar Kriteria Menggunakan Matriks Berpasangan

	Pendi- dikan dan penge- jaran C1	Peneli- tian C2	Pengab- -dian C3	Komi- t-men C4	Pres- tasi C5	Penila- ian Maha- siswa C6
Pendidikan dan pengajaran C1	1/1	1,26/1	1,37/1	1,99/1	1,83/1	1,16/1
Penelitian C2		1/1	1,09/1	1,58/1	1,45/1	0,92/1
Pengabdian C3			1/1	1,45/1	1,33/1	0,84/1
Komitmen C4				1/1	0,92/1	0,58/1
Prestasi C5					1/1	0,64/1
Penilaian mahasiswa C6						1/1

Sumber: Data Penelitian

Matriks perbandingan berpasangan untuk kriteria-kriteria umumnya digunakan untuk perbandingan matriks berpasangan apa saja, dapat ditetapkan angka 1 secara diagonal pada pojok kiri atas sampai dengan pojok kanan atas sampai dengan pojokkanan bawah, karena berarti bahwa perbandingan terhadap dua hal yang sama adalah 1 atau *equally preferred*. Untuk menyelesaikan matriks dapat dijelaskan bahwa jika kriteria pendidikan dan pengajaran adlah 1,26 kriteria penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa kriteria penelitian dipandang penting 0,77 atau 1/1,26 dari kriteria penelitian dan pengajaran. Demikian juga utuk kriteria yang lain. Sehingga Matriks berpasangan yang baru bisa akan nampak dalam dua tabel berikut sebagai berikut.

Tabel 5 Perbandingan Antar Kriteria Menggunakan Matriks Berpasangan – Lengkap

	Pendidikan dan pengajaran C1	Penelitian C2	Pengabdian C3	Komitmen C4	Prestasi C5	Penilaian Mahasiswa C6
Pendidikan dan pengajaran C1	1/1	1,26/1	1,37/1	1,99/1	1,83/1	1,16/1
Penelitian C2	1/1,26	1/1	1,09/1	1,58/1	1,45/1	0,92/1
Pengabdian C3	1/1,37	1/1,09	1/1	1,45/1	1,33/1	0,85/1
Komitmen C4	1/1,99	1/1,58	1/1,45	1/1	0,92/1	0,58/1
Prestasi C5	1/1,83	1/1,45	1/1,33	1/0,92	1/1	0,64/1
Penilaian Mahasiswa C6	1/1,16	1/0,92	1/0,84	1/0,58	1/0,63	1/1

Sumber: Data Penelitian

Dari tabel di atas yang dibuat berdasar perbandingan, maka dapat dihitung nilai dari perbandingan tersebut seperti tampak dalam tabel 6 berikut.

Tabel 6 Perbandingan Antar Kriteria Menggunakan Matriks Berpasangan – Lengkap

	Pendidikan dan pengajaran C1	Penelitian C2	Pengabdian C3	Komitmen C4	Prestasi C5	Penilaian Mahasiswa C6
Pendidikan dan pengajaran C1	1,00	1,26	1,38	1,99	1,83	1,16
Penelitian C2	0,80	1,00	1,09	1,58	1,45	0,92
Pengabdian C3	0,73	0,91	1,00	1,45	1,33	0,84
Komitmen C4	0,50	0,63	0,69	1,00	0,92	0,58
Prestasi C5	0,55	0,69	0,75	1,09	1,00	0,64
Penilaian Mahasiswa C6	0,86	1,08	1,18	1,72	1,57	1,00
Jumlah	4,43	5,57	6,09	8,83	8,11	5,15

Sumber: Data Penelitian

normalized matrix 1 adalah

1,00	/	4,43	=	0,23
0,80	/	4,43	=	0,18
0,73	/	4,43	=	0,16
0,50	/	4,43	=	0,11
0,55	/	4,43	=	0,12
0,86	/	4,43	=	0,19

Setelah matriks perbandingan berpasangan yang lengkap tercipta, langkah selanjutnya adalah mulai menghitung evaluasi untuk tiap kriteria. Langkah selanjutnya adalah menentukan *normalized matrix* untuk kriteria dengan cara nilai matriks kriteria dibagi dengan jumlah matriks kriteria. Contoh untuk kolom pendidikan dan pengajaran seperti berikut.

Tabel 7 Hasil Normalizes Matrix

Kriteria	Pendidikan dan pengajaran C1	Penelitian C2	Pengabdian C3	Komitmen C4	Prestasi C5	Penilaian Mahasiswa C6	Jumlah
Pendidikan dan pengajaran C1	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	1,35
Penelitian C2	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,08
Pengabdian C3	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,98
Komitmen C4	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,68
Prestasi C5	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,74
Penilaian Mahasiswa C6	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	1,17
Jumlah	1	1	1	1	1	1	6

Sumber: Data Penelitian

Hal yang sama dilakukan pada kolom-kolom yang lain yaitu penelitian, pengabdian, komitmen, dan penilaian mahasiswa. Setiap baris dijumlahkan untuk mendapatkan nilai *normalized matrix* masing-masing perbandingan seperti nampak pada tabel 7 di bawah ini.

Untuk menentukan prioritas pada kriteria pendidikan dan pengajaran pada tabel di atas diperoleh dengan membandingkan nilai rata-rata pendidikan dan pengajaran dengan *normalizes matrix* baris pertama dengan nilai sebesar 1,35 dibagi dengan jumlah kriteria yaitu enam sehingga diperoleh sebesar 0,23.

Demikian juga baris kedua, dan seterusnya. Sehingga hasil *priority vector* pada baris pertama, baris kedua, baris ketiga, baris keempat, baris ke lima, dan baris keenam, sehingga diperoleh *priority vector* kriteria.

Tabel 8 *Priority Vector Kriteria*

Kriteria	Priority Vector
Pendidikan dan pengajaran C1	0,23
Penilaian Mahasiswa C6	0,19
Penelitian C2	0,18
Pengabdian C3	0,16
Komitmen C4	0,11
Prestasi C5	0,12
Jumlah	1,00

Sumber: Data Penelitian

Tabel di atas menunjukkan *priority Vector* (PV) tertinggi pada kriteria pendidikan dan pengajaran dengan nilai 0,23 disusul oleh kriteria penilaian mahasiswa sebesar 0,19, diikuti penelitian sebesar 0,18 dan pengabdian kepada 0,16. Selanjutnya prestasi sebesar 0,11 dan yang terakhir adalah komitmen sebesar 0,12. Nilai *priority vector* ini digunakan sebagai pembobotan dalam penilaian kinerja dosen, sehingga dalam penilaian kinerja dosen ini kriteria pendidikan dan pengajaran diberi bobot 23%, kriteria penilaian mahasiswa diberi bobot 19%, kriteria penelitian diberi bobot 18% dan kriteria pengabdian kepada masyarakat diberi bobot 16%, kriteria prestasi diberi bobot 11% dan komitmen diberi bobot 12%.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk menilai kinerja dosen faktor utama yang harus diperhatikan adalah dalam bidang pendidikan dan pengajaran. Hal ini tentunya sesuai dengan tugas pokok dosen. Kriteria berikutnya adalah kriteria penilaian mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa feedback atau masukan dari mahasiswa merupakan hal yang perlu juga diperhatikan, apakah dosen yang mengampu mata kuliah sudah memberikan pembelajaran sesuai dengan harapan, keinginan, dan kebutuhan mereka. Berikutnya adalah kriteria penelitian dan pengabdian merupakan kriteria yang mendapat nilai sedang. Kriteria ini merupakan kriteria untuk kepentingan dosen dalam memenuhi tridharma perguruan tinggi, sehingga dosen yang baik harus memenuhi kewajibannya untuk melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat. Kriteria prestasi dan yang terakhir adalah komitmen Sehingga dalam

penelitian ini menunjukkan bahwa menduduki jabatan terstruktur, setiap hari masuk kerja, seminar/pelatihan, prestasi, dan lain-lain merupakan kriteria yang sedikit mendapat penilaian dalam penilai kinerja dosen.

5. Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan hibah penelitian sehingga terlaksananya penelitian ini. Rekan-rekan pengelola penjaminan mutu perguruan tinggi di Jawa Timur yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Anonim, 2003, "Undang-Undang Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (UU SISDIKNAS)"
- [2]. Anonim, 2005, "Peraturan Pemerintah nomor 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan (SNP)"
- [3]. Anonim, 2010, "Diseminasi Sistem Penjaminan Mutu Internal (SPMI) Perguruan Tinggi", Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi - Kementerian Pendidikan Nasional
- [4]. Anonim, 2010, "Sistem Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi (SPM-PT)", Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi- Kementerian Pendidikan Nasional
- [5]. Bernardin, dan Russel, 2000, *Human Resource Management, An Experiential Approach*, International Edition: Mc Graw-Hill, Inc, Singapore
- [6]. Rivai, Veithzhal, 2006, *Manajemen Sumber Daya Manusia untuk Perusahaan: dari Teori Ke Praktek*, Penerbit PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- [7]. Simamora, Henry, 2004, *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Penerbit STIE YKPN, Yogyakarta.
- [8]. Turban, Efraim; Aronson, Jay; Liang Peng Ting. 2005. "*Decision Support Systems and Intellegent Systems*". New Jersey : Pearson Education, Inc

Kode Makalah: C2-10

SISTEM PENGAWASAN WILAYAH PERBATASAN MENGUNAKAN KAMERA CCTV-IP DAN GPS

Pamungkas Daud¹, Eko Joni², Arif Nurrahman³, Octa Heriana⁴, Dadin Mahmudin⁵1,2,3,4,5 Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi
Kampus LIPI, Jl. Sangkuriang, Bandung 40135*E-mail: pmkdaud@gmail.com*

Abstrak

Tulisan ini membahas konsep pembangunan model Sistem Pengawasan Terpadu Wilayah Perbatasan, yang memungkinkan untuk dibangun di Indonesia sebagai salah satu model integrasi sistem pemantau untuk pengawasan daerah perbatasan. Pada kegiatan penelitian ini telah dibangun model Sistem Pengawasan Terpadu Wilayah Perbatasan, yang terdiri dari dua sub-sistem pemantau. Sistem Pengawasan Wilayah Perbatasan, merupakan sebuah system yang mampu menyediakan berbagai macam data dan informasi actual. Sistem ini sangat sesuai untuk mendukung upaya-upaya pengawasan wilayah perbatasan oleh pemerintah. Pada dasarnya system ini merupakan hasil integrasi antar sub-sistem pemantau. Diharapkan Sistem Pengawasan Terpadu ini mampu meningkatkan kinerja instansi-instansi terkait yang bertanggung jawab terhadap wilayah perbatasan. Didalam model Sistem Pengawasan Terpadu ini terkandung beberapa jenis teknologi yaitu; Teknologi kamera berbasis-IP, GPS, dan Data *Logger* berbasis mikrokontroler.

Abstract

This paper discusses the concept of development models Frontier Integrated Surveillance System, which allows it to be built in Indonesia as a model of integration monitoring system for monitoring the border area. In this research the activity has been constructed models Regional Integrated Border Surveillance System, which consists of two sub-systems monitoring. Area Border Surveillance System, is a system that is capable of providing a wide range of data and actual information. The system is well suited to support efforts by the government border guard. Basically, this system is the result of integration between the sub-systems monitoring. The Integrated Monitoring System expected to be capable of improving the performance of agency-related agencies, responsible to the border region. In this Integrated Surveillance System model contained some kind of technology that is; Technology-based IP camera, GPS, and Data *Logger* based microcontroller.

Key Word : Surveillance, Border; microcontroller; telemetry; Data acquisition; Image processing

1. Pendahuluan

Ketersediaan data dan informasi actual yang berkaitan dengan kondisi wilayah perbatasan sangat diperlukan oleh pemerintah ataupun instansi terkait dalam rangka membuat keputusan ataupun kebijaksanaan yang tepat serta berdampak positif pada masyarakat di sekitarnya. Daerah perbatasan, baik di darat maupun di laut merupakan salah satu lokasi yang rawan terhadap kejahatan. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah untuk mencegah tindak kejahatan di wilayah perbatasan ataupun yang memanfaatkan pos lintas batas. Sebagaimana tampak pada gambar dibawah ini, yaitu konsep sistem pengawasan terpadu. Konsep dari sistem ini adalah, beberapa jenis data yang berasal dari

sumber yang berbeda dikumpulkan pada satu data base dan selanjutnya akan diproses menjadi berbagai jenis informasi. Upaya yang telah dilakukan pemerintah, antara lain melalui pendekatan social-ekonomi dan keamanan. Dari hasil survai yang telah dilakukan oleh tim peneliti di daerah perbatasan, maka upaya tersebut tentunya akan lebih efektif jika para pemangku kepentingan di daerah perbatasan mempunyai data dan informasi actual tentang berbagai kondisi di perbatasan. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh pemerintah, khususnya instansi-instansi yang terkait dengan masalah keamanan, imigrasi dan beacukai adalah keterbatasan data dan informasi actual yang terkait dengan kondisi wilayah perbatasan ataupun di pos lintas batas. Permasalahan ini disebabkan

minimnya ketersediaan sarana sistem pemantauan yang didukung oleh teknologi IT yang modern. Kendala ini terjadi akibat ketergantungan akan teknologi, dan komponen dari luar negeri. Sehingga menyebabkan biaya pembangunan dan operasional menjadi tinggi.

Pada kegiatan penelitian ini telah dilakukan kajian tentang model Sistem Pengawasan Terpadu Wilayah Perbatasan, yang sesuai dengan kondisi di wilayah perbatasan. Kesesuaian kondisi tersebut meliputi ketersediaan infrastruktur, penguasaan teknologi, kemudahan dalam mencari komponen pendukung untuk membangun sistem, serta kemudahan dalam pengoperasiannya. Sistem ini mampu memberikan ke pengguna berbagai macam jenis Informasi, karena didukung dengan berbagai sumber data.

Didalam membangun model Sistem Pengawasan Wilayah Perbatasan Terpadu ini, sangat erat kaitannya dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya, antara lain :

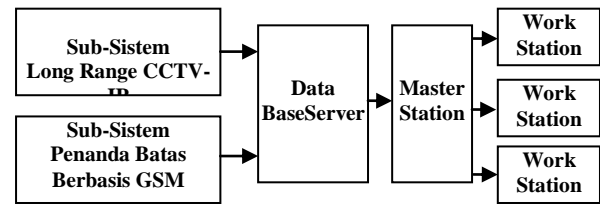
- Pembangunan Smart Data *Logger* berbasis *Microcontroller*
- Pemanfaatan layanan GPRS dari para operator jaringan GSM untuk komunikasi data
- Image processing untuk pengolahan data-data yang berasal dari "long range camera"

Beberapa hasil penelitian yang sangat diperlukan untuk mendukung pembangunan sistem ini antara lain; Pemanfaatan GSM/GPRS untuk komunikasi data pada data logger[1]. Aplikasi CCTV kamera untuk pengawasan dan pengenalan objek [2][3][4][5].

Berdasarkan pada hasil penelitian tersebut, selanjutnya dibangun model Sistem Pengawasan Terpadu Wilayah Perbatasan yang merupakan integrasi dari berbagai sub-sistem. Tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan penelitian ini adalah menyediakan teknologi system pengawasan yang memungkinkan untuk dibangun dengan mempergunakan komponen yang mudah dicari serta memanfaatkan infrastruktur yang telah tersedia di berbagai daerah perbatasan. Dampak yang diharapkan dari kegiatan ini adalah meningkatnya kemampuan untuk membangun sistem pengawasan terpadu dan pengolahan berbagai jenis data dari sumber yang berbeda.

2. Metode Penelitian

Pada kegiatan penelitian ini, metodologi yang dipergunakan untuk membangun model system adalah dengan menggabungkan beberapa sub-sistem perangkat pemantau menjadi satu system. Sebagaimana, blok diagram yang terlihat pada gambar-1.



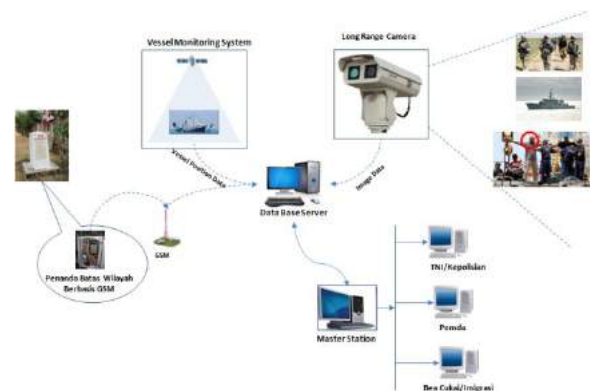
Gambar 1. Blok diagram Sistem Pengawasan Terpadu.

Dari gambar diatas terlihat bahwa penggabungan dilakukan pada tingkat *Data Base*. Sehingga setiap sub-sistem akan mengirimkan data-data pada data *base server* yang sama. Untuk saat ini digunakan data *base server* yang berada di Pusat Penelitian Informatika - LIPI.

2.1. Disain Sistem

Penggabungan masing-masing sub sistem akan menghasilkan model sistem terpadu sebagaimana terlihat pada gambar-2, Pada gambar tersebut dapat dilihat, bahwa model sistem pengawasan terpadu perbatasan yang telah diujicobakan terdiri dari beberapa sub-sistem, yaitu :

- Sub Sistem Pengawasan Perbatasan menggunakan *Long Range Camera* (CCTV). Output dari sub-sistem ini adalah data-data visual (*image data*).
- Sub-Sistem *Automatic BoundaryMarker*. Data-data yang dihasilkan oleh sub-sistem ini adalah data posisi/koordinat, dimana perangkat ini ditempatkan.

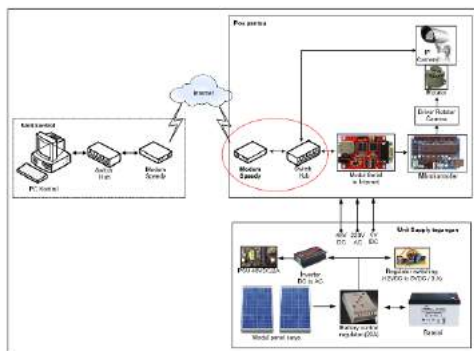


Gambar 2. Border Surveillance system design.

Cara kerja dari masing-masing sub-sistem adalah sebagai berikut :

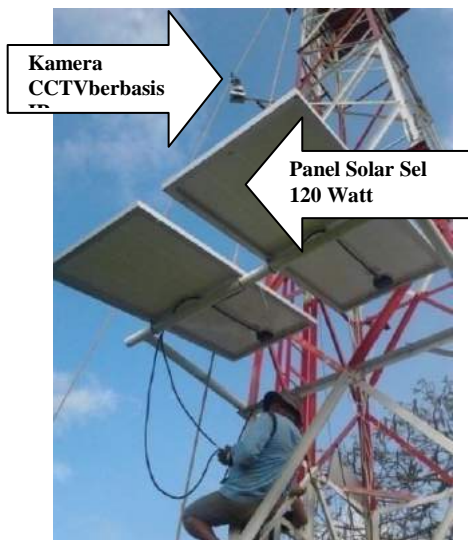
- Sub-Sistem Pengawasan Perbatasan menggunakan *Long Range Camera* (CCTV IP), sebagaimana gambar blok diagram dibawah ini. Long Range Camera yang digunakan berjenis IP camera. Camera ini mempunyai motor penggerak yang dapat dikendalikan secara *remote*, melalui jaringan Inthernet. *Image data* yang dihasilkan oleh camera

ini dikirimkan ke data *base server* melalui jaringan internet.



Gambar 3. Perangkat Pemantau

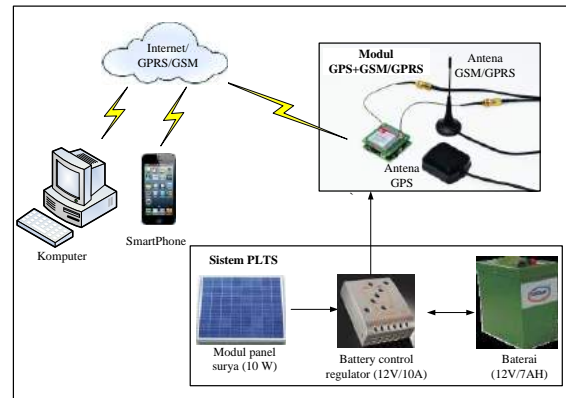
Perangkat ini telah ditempatkan di pantai Merak-Cilegon sebagai lokasi pengujian. Kamera ditempatkan pada sebuah *tower* dengan ketinggian lebih kurang 10 meter diatas tanah dan menggunakan Panel Surya 120 Watt sebagai sumber tenaga, sebagaimana terlihat pada gambar 4. Kamera terhubung ke jaringan internet, sehingga data-data visual dapat secara langsung dikirim melalui jaringan Internet ke Unit Control yaitu berupa sebuah PC. Pada kamera juga terdapat sebuah modul mikrokontroller yang berfungsi untuk mengontrol gerakan motor DC, sehingga arah kamera dapat dikendalikan. Modul Mikrokontroller terhubung ke jaringan internet juga, sehingga operator melalui Unit Control dapat menggerakkan Kamera secara *remote*.



Gambar 4. Pemasangan IP Camera di Tower.

- Sub-Sistem *Automatic BoundaryMarker*, merupakan perangkat yang berfungsi sebagai penanda batas wilayah perbatasan. Komponen yang terdapat pada perangkat ini terdiri dari; unit solar panel sebagai sumber daya listrik, modul GPS + GSM, serta kotak panel yang tahan

terhadap korosi. Gambar dibawah ini menunjukkan blok diagram dari perangkat tersebut.



Gambar 5. Konfigurasi Komponen Penanda Batas.

Data-data koordinat posisi, secara kontinyu akan didapat dari modul GPS. Selanjutnya data-data ini dengan interval waktu tertentu akan dikirim ke Data *Base server* melalui jaringan GSM. Akses untuk mendapatkan data lokasi bisa dilakukan melalui SMS. Jika perangkat ini dipindahkan, maka data lokasi baru segera akan diinformasikan ke operator.



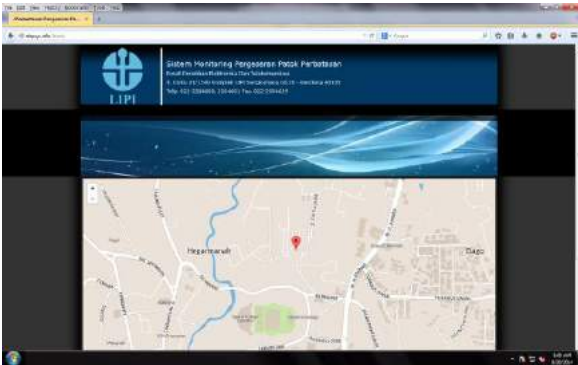
Gambar 6. Unit *Automatic Boundary Marker*.

3. Hasil

Hasil pengujian pada masing-masing sub-sistem menghasilkan output sebagai berikut :

- Pada uji coba *Long Range Camera*, telah dibangun program aplikasi yang berfungsi sebagai HMI (*Human Machine Interface*) yang mampu memberikan layanan akses operator kamera secara *remote*.
- Pada uji coba Unit *Automatic Boundary Marker* telah dibangun model Sistem Informasi Lokasi

Penanda Batas Wilayah berbasis *Web*. Gambar 7. dibawah menunjukkan tampilan dari sistem informasi tersebut.



Kamera 7. Tampilan Web Sistem Informasi Lokasi Penanda Batas Wilayah.

4. Kesimpulan

Pembangunan model sistem pengawasan terpadu wilayah perbatasan yang dilakukan dengan cara menggabungkan beberapa sub sistem menjadi satu sistem merupakan salah satu cara untuk lebih mempercepat pembangunan sarana dan prasarana IT didaerah perbatasan. Dari pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa setiap media untuk komunikasi data mempunyai keterbatasan jarak jangkauan. Untuk itu penggunaan satelit untuk komunikasi data seharusnya sudah mulai dipertimbangkan saat ini.

Daftar Acuan

- [1] Jakkree Srinonchat, "Improvement of a data logger system for renewable energy", *Asian Journal on Energy and Environment*, ISSN 1513-4121, As. J. Energy Env. 2009, 10(03), 142-148.
- [2] Bin-hua Li ; Xiao-hui Rao ; Jia Yan ; Da-lun Li ; Yi-gong Zhang, "Interface circuit design and control system programming for an EMCCD camera based on Camera Link", *Proc. SPIE 8908*, International Symposium on Photoelectronic Detection and Imaging 2013: Imaging Sensors and Applications, 89080E (August 21, 2013), Beijing, China, June 25, 2013.
- [3] I. Zafar ; M. Fraz; Eran A. Ederisinghe " Human object articulation for CCTV video forensics ", *Proc. SPIE 8663*, Video Surveillance and Transportation Imaging Applications, 86630Z (March 19, 2013).
- [4] T. Darker ; Paul Kuo ; Ming Yuan Yang ; Anastassia Blechko ; Christos Grecos; Dimitrios Makris ; Jean-Christophe Nebel ; Alastair G. Gale, "Automation of the CCTV-mediated detection of individuals illegally carrying firearms: combining psychological and technological approaches", *Proc. SPIE 7341*, Visual Information Processing XVIII, 73410P (April 27, 2009); Orlando, Florida, USA, April 13, 2009.
- [5] Hina U. Keval; M. Angela Sasse, *Can we ID from CCTV Image quality in digital CCTV and face identification performance*, *Proc. SPIE 6982*, Mobile Multimedia/Image Processing, Security, and Applications 2008, 69820K (April 03, 2008);

Kode Makalah: C2-11

IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN FIREWALL OPEN SOURCE MENGUNAKAN CENTOS DAN CLEAR OS

Gregorius Hendita Artha K.

Studi Kasus di Laboratorium Jaringan Teknik Informatika Universitas Pancasila Jakarta
Jurusan Teknik Informatika Universitas Pancasila Jakarta

E-mail: arthacool@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan akan keamanan pada suatu jaringan internal yang terhubung dengan jaringan internet dari ancaman pihak luar sangatlah penting. Memberikan keamanan sistem adalah salah satu metode yang tepat untuk diterapkan. Untuk yang lebih bisa dikembangkan dan bebas lisensi bisa menggunakan Open Source. Hal ini dapat memberikan kemampuan statefull multi layer hingga layer tujuh OSI layer. Pada penelitian ini dibangun sistem pengamanan firewall pada Lab jaringan IT Universitas Pancasila Jakarta dengan software berbasis open source. Setelah pengujian dan perbandingan sistem keamanan yang dilakukan oleh penulis, sistem keamanan firewall ClearOS memiliki fitur keamanan yang lebih banyak dibandingkan dengan sistem keamanan pada Mikrotik ataupun Centos. Namun untuk fitur pada sistem keamanan firewall mempunyai kemampuan yang sama

Kata kunci : Firewall, Open Source, Proxy, Sistem Pengamanan, IPTABLES

1. Pendahuluan

Dewasa ini semakin meningkatnya aktifitas peretasan (*hacking*), *malware*, *trojan*, situs porno dan seiring dengan meluasnya penggunaan internet oleh banyak pihak yang telah mengimplementasikan teknologi informasi berbasis jaringan internet pada bisnisnya. *Network Firewalls* saat ini banyak digunakan sebagai salah satu solusi yang dipakai untuk melindungi Jaringan internal dari ancaman ancaman jaringan internet. Solusi *Network firewall* yang ada saat ini umumnya diterapkan dalam berbagai cara kerja atau jenis tipe seperti : *packet filtering*, *Network address Translation (NAT)*, *Circuit gateway* dan *Server proxy* dirasa masih kurang. Penggunaan sistem operasi yang bersifat *Open source* seperti linux sebagai server sistem *firewall* dapat meringankan dan menekan biaya pengadaannya. Sebenarnya bukan hanya murah kemampuan dan teknologinya tidak kalah jika dibandingkan dengan teknologi yang bersifat komersial. Biasanya server yang menggunakan linux cukup stabil dan dukungan dari komunitasnya lebih banyak dan kuat.

Adapun beberapa point-point yang penting adalah sebagai berikut; ⁽¹⁾ Agar jaringan internal dapat terjaga keamanannya, mampu menurunkan resiko ancaman

dari pihak-pihak luarseperti penyusup, pencuri data serta supaya *traffic* jaringan yang keluar masuk dari internet dapat di monitoring dan dikontrol, ⁽²⁾ Agar Bisa didapatkan hasil (*output*) perbandingan *firewall* sebagai referensi penulis dalam pemilihan *firewall*. serta referensi bagi penulis dan pihak lain bagaimana membangun server *firewall* berbasis *open sourced* dengan biaya yang tidak terlalu mahal.

Berdasarkan latar belakang diatas maka dikembangkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membangun server sistem *firewall* berbasis *open source* yang bisa melindungi jaringan internal dari serangan dan ancaman dari pihak luar ?
2. Bagaimana membandingkan konfigurasi dan kemampuan fitur-fitur yang ada pada *firewall* yang berbasis *open source*?

Dalam penelitian ini penulis akan membatasi pada masalah masalah sebagai berikut; ⁽¹⁾ Menggunakan distro Centos 6.x dan ClearOS 5.2, ⁽²⁾ Menggunakan *Squid* dan *Dansguardian* sebagai *HTTP proxy server content filter (web filtering)*. ⁽³⁾ Menggunakan *IPTABLES* versi 2.6 untuk melakukan proteksi dan paket filtering. ⁽⁴⁾ Menggunakan *snort* dengan *BASE* dan *ADODB* sebagai *IDS* berbasis web.

⁽⁵⁾Menggunakan SARG (*Squid Analisis Report generator*) untuk menampilkan Analisis Report dan monitoring Trafik.

2. Landasan Teori

Pengertian Firewall

Sebuah *firewall* (seperti router sederhana yang hanya mengarahkan lalu lintas jaringan) adalah sebuah system atau sekelompok sistem yang memaksa kebijakan control akses pada lalu lintas jaringan saat melewati jalur akses.

Fungsi Firewall

Sebagian besar *firewall* saat ini menggunakan kombinasi fungsi untuk melindungi jaringan hal-hal berikut *Static packet filtering*, *Dynamic packet filtering*, *Stateful filtering*, *Proxy*

Statefull Firewall

Statefull Firewall merupakan sebuah *firewall* yang menggabungkan keunggulan yang ditawarkan oleh *packet-filtering firewall*, *NAT firewall*, *circuit-Level Firewall* dan *Proxy firewall* dalam satu sistem. *Stateful Firewall* dapat melakukan filtering terhadap lalu lintas berdasarkan karakteristik paket, seperti halnya *packet-filtering firewall*, dan juga memiliki pengecekan terhadap sesi koneksi untuk meyakinkan bahwa sesi koneksi yang terbentuk tersebut diizinkan. Tidak seperti *Proxy firewall* atau *Circuit Level Firewall*, *Stateful Firewall* umumnya didesain agar lebih *transparent* (seperti halnya *packet-filtering firewall* atau *NAT firewall*). Tetapi, *stateful firewall* juga mencakup beberapa aspek yang dimiliki oleh *application level firewall*, sebab ia juga melakukan inspeksi terhadap data yang datang dari lapisan aplikasi (*application layer*) dengan menggunakan layanan tertentu.

Proxy server

Sebuah *serverproxy* (kadang-kadang disebut sebagai *gateway* aplikasi atau *forwarder*) adalah sebuah aplikasi yang mediates lalu lintas antara dua segmen jaringan. *Proxy* sering digunakan sebagai pengganti *offfiltering* untuk mencegah *traffic* dari lewat langsung antara jaringan. Dengan *proxy* bertindak sebagai mediator, sumber dan tujuan sistem pernah benar-benar "terhubung." *Proxy* memainkan perantara dalam semua upaya koneksi.

Intrusion Detection System (IDS)

Intrusion Detection System (disingkat *IDS*) adalah sebuah aplikasi perangkat lunak atau perangkat keras yang dapat mendeteksi aktivitas yang mencurigakan dalam sebuah sistem atau jaringan. *IDS* dapat melakukan inspeksi terhadap lalu lintas *inbound* dan *outbound* dalam sebuah sistem atau jaringan, melakukan analisis dan mencari bukti dari percobaan intrusi (penyusupan). *IDS* adalah petugas pengawas

sistem anda (*security guard*). *IDS* akan memantau sistem anda tanpa mengenal lelah.

IPTABLES

Iptables atau adalah software Linux yang digunakan untuk mengontrol lalu lintas dalam jaringan. *IPTables* biasa digunakan untuk menolak paket *IPport forwarding*, atau membungkus paket menjadi *NAT.IP* *tbales* sebenarnya hanyalah *tool* untuk mengontrol *paket filtering*. Sedangkan yang bekerja di dalam *kernel* linux adalah *netfilter*.

Squid Analisis Report Generator (SARG)

Analisis *Squid Report Generator* (*SARG*) memungkinkan Anda untuk melihat penggunaan *squid* Anda pengguna internet. *SARG* menyediakan informasi banyak tentang kegiatan *Squid* pengguna seperti kali, byte, situs, dll Artikel ini akan menunjukkan cara untuk menggunakan *SARG* melalui *Webmin*, antarmuka berbasis web untuk mengelola Linux.

3. Analisis Masalah

Analisa Permasalahan

Permasalahan keamanan jaringan seperti :

1. Apa saja yang harus dilindungi dari penyusup/hacker, situs porno, malware ?
2. Seberapa mungkin orang lain akan merusak/mencuri/memanipulasi data ?
3. Apa saja ancaman atau efek yang akan ditimbulkan jika mereka berhasil ?
4. Bagaimana meminimalisir resiko ancaman atau efek yang akan ditimbulkan?

Solusi Permasalahan

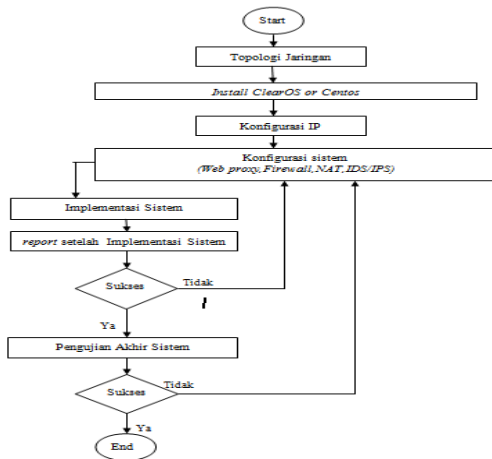
Solusi untuk menghadapi permasalahan keamanan jaringan dan keamanan server adalah dengan cara membangun sebuah sistem pengamanan *firewall* jenis *stateful firewall* yang mampu melakukan *filtering* sampai *layer 7 OSI layer*, sehingga paket-paket yang datang dari luar dan didalam jaringan dapat terkontrol. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, Universitas Pancasila dapat mempergunakan sebuah solusi system pengamanan *Firewall* yang akan berfungsi sebagai :

1. Sebagai Sensor untuk Deteksi dan pencegahan penyusupan (*IDS/IPS*)
2. Sistem *Automatic Firewall* untuk melindungi jaringan internal (*LAN*) dengan menyaring paket data yang keluar masuk jaringan dan Proteksi sampai *layer 7* (aplikasi) seperti pada protokol *HTTP*.
3. Sebagai web *Filtering* atau *content filtering* yang akan melakukan *filter* terhadap content paket yang masuk ke jaringan internal
4. Sebagai server *database access log* dari *squid* atau *Squid Analisis report generator (SARG)*. Selain itu juga database untuk menyimpan semua alert yang

berasal dari sensor maupun log dari *firewall*.

Sistem Yang Direncanakan

Algoritma sistem yang akan dirancang pada server sistem pengamanan *firewall* Fakultas Teknik Universitas Pancasila terdiri dari Sistem ClearOS dan Centos.

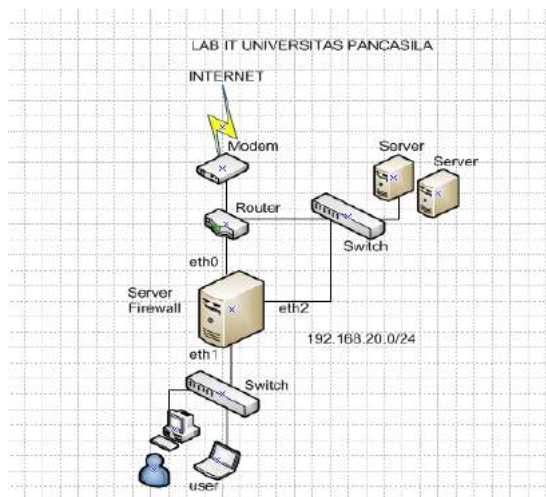


Gambar 1 Sistem yang direncanakan

4. Hasil Dan Pembahasan

Perancangan Topologi Simulasi Lab

Sebelum di implementasikan ke *Production* sistem disimulasikan terlebih dahulu kedalam simulasi Lab Jaringan IT Teknik Informatika terlebih dahulu.



Gambar 2. Topology simulasi LAB

Perancangan IP Adress

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan penulis di Fakultas teknik Universitas Pancasila menggunakan subnet *IP private* 192.168.0.0/24, sedangkan di Laboratorium Komputer Fakultas Teknik Universitas Pancasila maka penulis menyimpulkan bahwa

Laboratorium fakultas menggunakan *segmen/subnetIPAdress* 192.168.20.0/24, Lab jaringan dan Hadware memakai 192.168.14.0/26 dengan *subnet* mask 255.255.255.192. Dengan *subnet* 192.168.14.0 dapat dilakukan pembagian host sebagai berikut:
 $Maximum\ jumlah\ host = 2^8 - 2 = 256 - 2 = 254\ host$,
 maksimum jumlah *ip adress* yang tersedia yang bisa digunakan untuk *host* sebanyak 254 *host*.

Perancangan Hadware

1. RAM min 512 MB direkomendasikan min 1GB
2. HDD 6GB direkomendasikan 300 GB
3. Network Card yang di support Linux minimum 2 NIC
4. CD ROOM untuk instalasi

Perancangan Sistem Firewall dengan ClearOS

1. ClearOS enterprise versi 5.2 sebagai operating sistem.
2. Web proxy content filter ClearOS
3. Firewall ClearOS
4. Intrusion Detection sistem dan Protection sistem ClearOS

Perancangan Sistem Firewall dengan Centos 6x

1. Centos 5.6 atau 6.x sebagai Operating sistem
2. *Iptables* sebagai aplikasi *firewall packet filtering* Modul dari kernel yang mengatur koneksi. TCP/IP. *Iptables* dapat digunakan untuk mengatur *Rule* dan *policy* yang cocok dan *secure* sesuai dengan yang kita inginkan. Melalui *iptables* kita dapat mengatur *port-port* mana saja yang ingin kita buka, siapa saja yang boleh mengakses, *port forwarding* dan lain-lain
3. *Squid* sebagai aplikasi *Proxy web cache Squid caching, dns caching, dll.*
4. *Dansguardian* sebagai Aplikasi *Content Filter*
5. *Snort* sebagai aplikasi sistem Deteksi (IDS)
6. SARG sebagai aplikasi *Analisis Report Generator*

Implementasi dan Pengujian

Pada bab ini akan dijelaskan tahap-tahap instalasi dan konfigurasi serta akan dijelaskan pengujian dari sistem keamanan yang sudah dirancang. Kemudian hasil dari pengujian dari masing-masing pengujian tersebut dianalisa dan dibandingkan hasilnya. Dan akan dibuat tabel perbandingan dari hasil pengujian tersebut.

Implementasi Firewall dengan Centos

Langkah-langkah implementasi *Firewall* dengan Centos 6.x:

1. Instalasi Linux Centos 6x.
2. Instalasi dan Konfigurasi *Squid HTTP Proxy content filter.*
3. Konfigurasi *IPTABLES* sebagai *packet filtering.*
4. Instalasi dan Konfigurasi *Dansguardian* sebagai

content filter

5. Instalasi dan Konfigurasi *SARG* dan *Webmin*.
6. Instalasi dan Konfigurasi *Snort* sebagai *IDS*.

Implementasi Firewall dengan ClearOS 5.2

Implementasi *firewall* dengan ClearOS 5.2 terdiri dari tahap-tahap sebagai berikut :

1. Instalasi *firewall* ClearOS 5.2 *Mode gateway*.
2. Konfigurasi *Firewall* ClearOS 5.2.
3. Konfigurasi *Web proxy content filter* ClearOS.
4. Konfigurasi *IDS* dan *IPS* ClearOS.

Pengujian Awal Tanpa Proxy Content filter

Pada pengujian pertama dilakukan *browsing* dari komputer *client* windows xp dengan ip address 192.168.14.5 melewati *transparent proxy* dengan ip address 192.168.14.20. Pengujian *browsing* dilakukan kealamat website facebook.com, abgseksi.info.

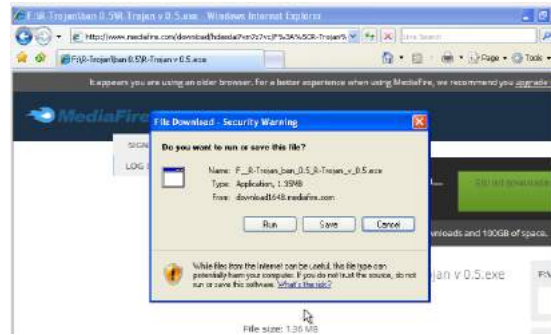


Gambar 3. Facebook.com

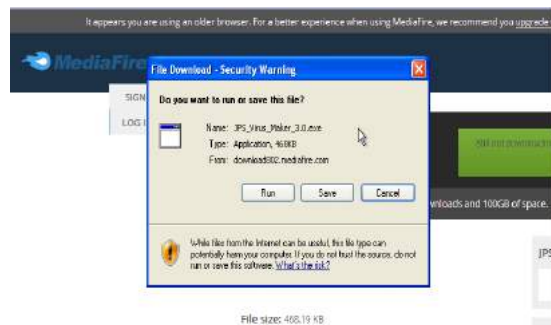


Gambar 4.abgseksi.info

Pada pengujian selanjutnya client dari windows xp akan melakukan download dari alamat url yang mengandung file seperti *trojan*, *backdoor*, dan *mallware* misalnya *proRAT.exe*, *Lazaris*, *HTTP Rat Trojan*, *Mcafee*, *ATELIER Remote commander*, *JPSVirus maker*, *Klezvirus live*.



Gambar 5.HTTP Rat trojan



Gambar 6.JPS Virus Maker.exe

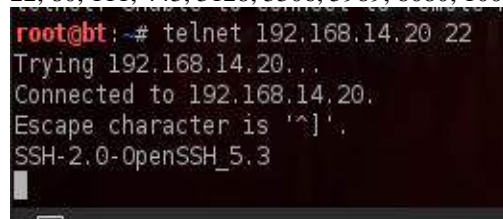
Pengujian Awal tanpa Firewall

2. Pada pengujian pertama dilakukan pengujian scan dari komputer backtrack dengan ip address 192.168.14.8 ke *host* target ip address 192.168.14.20 tanpa fitur *firewall* pada centos.



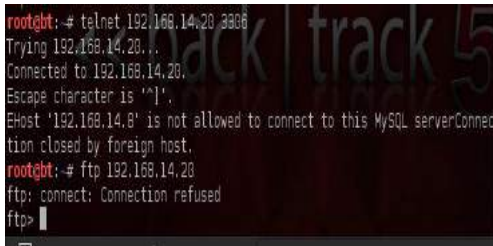
Gambar 7. Hasil scan tanpa firewall

Dari hasil pengujian dengan tool nmap melakukan scan ke host target dengan ip address 192.168.14.20 didapatkan hasil banyak port yang terbuka seperti *port* 22, 80, 111, 443, 3128, 3306, 5989, 8080, 10000.



Gambar 6.Hasil Telnet port 22

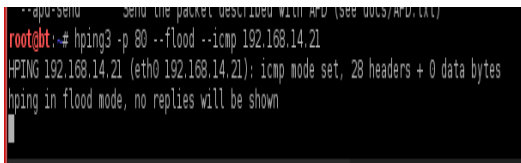
- Pengujian kedua dilakukan *Telnet* dari *host* backtrack 192.168.14.8 ke ip adress target 192.168.14.20 port 22. Kemudian melakukan telnet ke *port mysql service* dan *port ftp*.



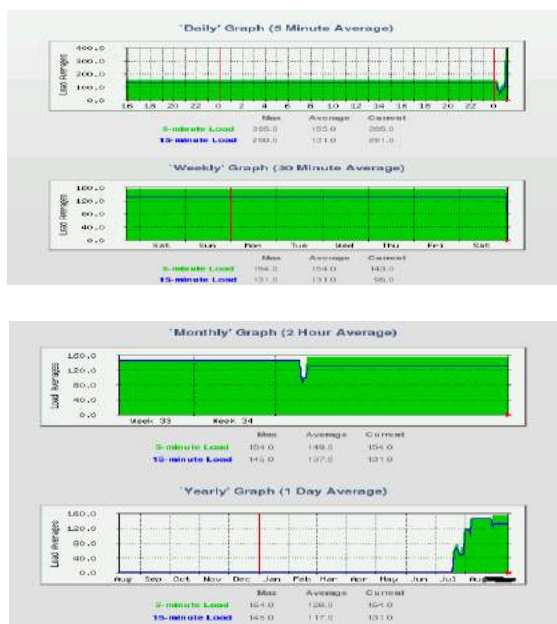
Gambar 7. Hasil Telnet port 3306

Dari hasil pengujian terlihat bahwa terjadi koneksi melewati *port* 3306 dan *port* 21. Pada pengujian kedua dilakukan scan dengan tool nmap dari komputer attacker backtrack dengan ip adress 192.168.14.8 menuju host target ClearOS dengan ip adress 192.168.14.21.

- Pengujian dilakukan dengan melakukan serangan *Denial Of service (DOS)* pada *port* 80 dibanjiri trafik icmp dari komputer *attacker* backtrack menggunakan *tool* hping3 selama kurang lebih 10 menit.

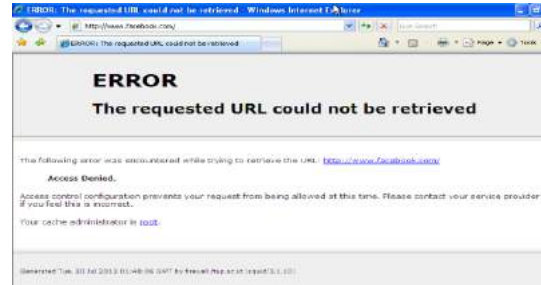


Gambar 8 DOS dengan Hping3



Gambar 9.Report Hadware

Pengujian Web Proxy Content filter pada Centos Memblokir berdasarkan *domain*, *web site*, *url filtering* seperti www.facebook.com, www.erotica.com, www.abgseksi.info



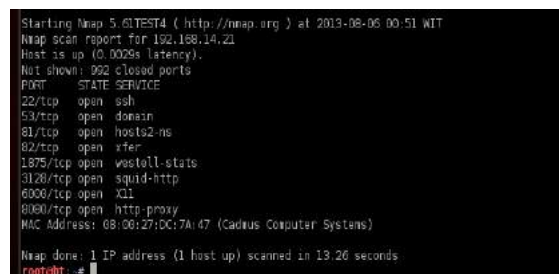
Gambar 10. Blokir Facebook.com



Gambar 11.Blokir abgseksi.info

Pengujian Fitur Sistem proteksi Firewall pada ClearOS

Pengujian Fitur *Firewall* akan dilakukan pengujian dengan menggunakan tool sebagai berikut : NMAP (*Network Mapper*) untuk melakukan port scanning bertujuan untuk mengumpulkan informasi atau *recoinnance* terhadap komputer target. Dari konfigurasi *firewall* ClearOS seperti dibawah ini terlihat bahwa hanya packet yang menuju *port* HTTP(80),SSH(22),webconfig(81),*Web*service yang di izinkan masuk melewati *firewall*.



Gambar 12.Scan dengan NMAP

Setelah dilakukan pengujian dengan tool nmap terlihat bahwa port yang terbuka untuk layanan adalah *port* SSH (22), DNS (53), Web config (81,82) Squid (3128), HTTP Proxy (8080). Pengujian dengan *Telnet* digunakan untuk melakukan remote jarak jauh atau dapat juga digunakan untuk memastikan suatu *port*

yang terbuka dari jarak jauh.

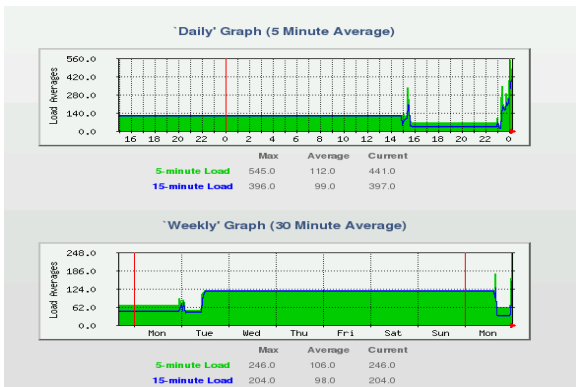
```
Protocol mismatch.
Connection closed by foreign host.
root@bt:~# telnet 192.168.14.21
Trying 192.168.14.21...
telnet: Unable to connect to remote host: Connection refused
root@bt:~# telnet 192.168.14.21 21
Trying 192.168.14.21...
telnet: Unable to connect to remote host: Connection refused
root@bt:~#
```

Gambar 13. Telnet ke server centos

Setelah dilakukan pengujian dengan telnet terlihat bahwa telnet ke ip adress *firewall* tidak bisa karena memang *rule* dalam *firewall telnet* tidak diizinkan oleh *firewall* untuk masuk. *HPING3* akan digunakan untuk melakukan serangan *DOS (Denial off service)* yang berupa *ICMP flood* yang bertujuan membanjiri komputer target dengan packet *ICMP*.

```
root@bt:~# hping3 -i 60 --flood --icmp 192.168.14.21
PING 192.168.14.21 (eth0 192.168.14.21): icmp node set, 28 headers + 0 data bytes
ping on flood mode, no replies will be shown
root@bt:~# hping3 -i 60 --flood --icmp 192.168.14.21
PING 192.168.14.21 (eth0 192.168.14.21): icmp node set, 28 headers + 0 data bytes
ping on flood mode, no replies will be shown
root@bt:~# hping3 -i 60 --flood --icmp 192.168.14.21
PING 192.168.14.21 (eth0 192.168.14.21): icmp node set, 28 headers + 0 data bytes
ping on flood mode, no replies will be shown
```

Gambar 14. Serangan DOS



Gambar 15. Hardware Report

Pengujian Awal


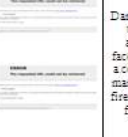

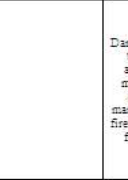
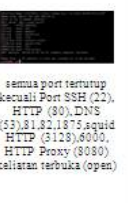
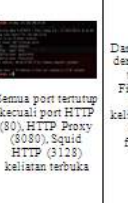



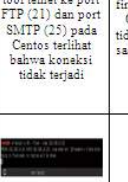
Dari hasil pengujian awal didapatkan tabel sebagai berikut:

Tabel. 1. Tabel Pengujian Awal

No	Tahapan	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Tanpa Fitur content filter	User mengakses website berdasarkan domain, web site, url, alamat situs seperti www.facebook.com, www.erotica.com, www.abgskts.info	situs www.facebook.com, erotica.com, abgskts.info bisa dibuka komputer client (user)	Tidak ada pemfilteran berdasarkan alamat domain, web site dan situs
2	Tanpa Fitur content filter	url yang mengandung file seperti trojan, backdoor, malware seperti ProRAT, Jassans, McAfee, HTTP, RAT Trojan, Atelier Remote commander, JPS Virus smaker, Klez virus Live	Dari hasil pengujian terlihat bahwa alamat url yang mengandung file .exe dan .batch tidak ada pemfilteran	Tidak ada pemfilteran berdasarkan content dari url misalnya mengandung file exe dan batch
3	Tanpa fitur proteksi firewall	Pengujian Scanning dengan tool Network Mapper (NMAP) untuk mengetahui port mana saja yang terbuka	semua port terbuka termasuk Port SSH (22), HTTP (80), DNS (53), 81, 82, 1875, squid HTTP (3128), 8000, HTTP Proxy (8080) keliatan terbuka (open)	Tidak ada pemfilteran berdasarkan port dari service yang dipakai
4	Tanpa fitur proteksi firewall	Pengujian dengan tool telnet untuk Remote jarak jauh untuk validasi port dari jarak jauh	Pengujian dengan tool telnet ke port SSH (22), port DNS (53), FTP (21) dan port SMTP (25) pada ClearOS Terlihat bahwa koneksi terjadi	Tidak ada proteksi terhadap port-port service layanan
5	Tanpa fitur proteksi firewall	Pengujian dengan tool telnet ke port SSH (22), port DNS (53), FTP (21) dan port SMTP (25) pada ClearOS Terlihat bahwa koneksi terjadi	Pengujian dengan tool telnet ke port SSH (22), port DNS (53), FTP (21) dan port SMTP (25) pada Centos Terlihat bahwa koneksi terjadi	Tidak ada proteksi terhadap port-port service layanan
6	Tanpa fitur proteksi firewall	Pengujian serangan Denial off service berupa ICMP flood dengan tool HPING3	Dilakukan serangan DOS (Denial off service) ke port 80 dengan icmp flooding menuju host Centos dan ClearOS	Dari Report hardware terlihat Resource langsung meningkat hingga rata-rata 155

Dari hasil pengujian dua *firewall* maka didapatkan hasil kemudian dimasukkan dalam tabel perbandingan *firewall*.

Tabel 2 Pengujian Perbandingan

No	Tahapan	Pengujian	OS Linux ClearOS 5.2	OS Linux Centos 6	Hasil Pengujian
1	Content filter url filtering dengan HTTP Proxy	Memblokir berdasarkan domain, web site, url alamat situs seperti www.facebook.com, www.spotify.com, abgekst.info			Dari hasil pengujian terlihat bahwa alamat website facebook.com, spotify.com, abgekst.info mampu di blok oleh firewall ClearOS dan firewall Centos
		url yang mengandung file berdasarkan isi (contain) seperti file exe yang mengandung trojan, backdoor, malware seperti Lanaris, HTTP Rat trojan, Atelier Remote commander, JPS virus maker			Dari hasil pengujian terlihat bahwa alamat url yang mengandung file exe dan batch mampu di blok oleh firewall ClearOS dan firewall Centos
2	Protaksi firewall	Pengujian Scanning dengan tool Network Mapper (NMAP) untuk mengetahui port mana saja yang terbuka dan tertutup	 semua port tertutup kecuali Port SSH (22), HTTP (80), DNS (53), 81, 82, 1875, squid HTTP (3128), 6300, HTTP Proxy (8080) keliatan terbuka (open)	 Semua port tertutup kecuali port HTTP (80), HTTP Proxy (8080), Squid HTTP (3128) keliatan terbuka	Dari hasil pengujian dengan tool NMAP terlihat bahwa Firewall ClearOS lebih banyak keliatan terbuka port dibandingkan firewall Centos
3		Pengujian dengan tool Telnet untuk Remote jarak jauh dengan tujuan validasi port dari jarak jauh	 Pengujian dengan tool telnet ke port FTP (21) dan port SMTP (25) pada ClearOS Terlihat bahwa koneksi tidak terjadi	 Pengujian dengan tool telnet ke port FTP (21) dan port SMTP (25) pada Centos terlihat bahwa koneksi tidak terjadi	Rule pada firewall ClearOS dan Centos tidak mengizinkan port FTP dan SMTP (21) dan (25) tidak diizinkan oleh firewall ClearOS dan Centos sehingga tidak terjadi koneksi saat dilakukan telnet
4		Pengujian serangan Denial off service berupa ICMP flood dengan tool HPING3	 Dilakukan serangan DOS (Denial off service) ke port 80 dengan icmp flooding ke arah firewall ClearOS	 Dilakukan serangan DOS (Denial off service) ke port 80 dengan icmp flood ke arah firewall Centos	Kedua firewall tahan baik ClearOS maupun Centos terhadap serangan icmp flooding walaupun resource hardware agak naik

5. Kesimpulan

Pembahasan dari keseluruhan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya dengan membangun sistem keamanan *firewall* pada jaringan komputer LAB jaringan IT FTUP maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa:

6. *Firewall* sebagai sistem pertahanan terdepan dapat dibangun dengan menggunakan *software* yang berbasis *opensource* yang bersifat *free* atau gratis dengan kemampuan yang tidak kalah dengan *firewall* yang bersifat komersil atau berbayar.
7. Ada dua konsep yang dapat digunakan dalam merancang sistem *firewall* yaitu konsep default *policy DROP* dan default *policy ACCEPT*. *Policy*

DROP menutup semua port yang ada.

8. Dengan *tool SARG* dan *Snort* mampu menganalisa paket data yang terdapat pada jaringan komputer sehingga memudahkan administrator jaringan dalam mengontrol lalu lintas data yang terjadi dan mencegah kemungkinan adanya penyusup.
9. Setelah pengujian dan perbandingan sistem keamanan yang dilakukan oleh penulis, sistem keamanan *firewall* ClearOS memiliki fitur keamanan yang lebih banyak dibandingkan dengan sistem keamanan pada Mikrotik ataupun Centos. Namun untuk fitur *firewall*nya mempunyai kemampuan yang sama.

Daftar Pustaka

- [1]. Brenton, C, Hunt C. (2003), *Mastering Network Security*. Sybex Inc. Marina village Parkway Alameda, CA 94501.
- [2]. Muhammad H. (2007), *Mengamankan Server Linux*. Penerbit Gava Media. Kitren Lor GK III/5 Yogyakarta.
- [3]. Rafinudin, R. (200), *Membangun Firewall dan Trafic filtering berbasis Cisco*. Andi Offset Cv. JL Beo 38-40

Kode Makalah: C2-12

APPLICATION DELIVERY ORDER SOTO WITH SHORTEST ROUTE BASED ON ANDROID

Gregorius Hendita Artha Kusuma

Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Pancasila

E-mail : arthacool@gmail.com

Abstract

Current and developing information technology advances so rapidly. Computer into the needs of many people in doing good activity in all areas of the field of business, education, health, transport, industry, government, tourism, environment to entertainment sector to improve performance. The improvement should be supported by a hardware product in the form of an efficient mobile like nokia, i-phone or android. Delivery Order activity is activity recorded delivery customers goods ordered. Employees usually send goods delivery time can not be known introductory position, so that the goods delivered are often late, because the authors make a delivery order based android application using google map of the facility to search the shortest route and by looking at the amount of traffic intersection to see the level of congestion. This application can search the shortest route, which in advantages for delivery of goods so that employees do not experience congestion and too long in the streets and restaurant owners can find out the delivery of goods made employees.

Keywords: delivery Order, Soto, Android

1. Introduction

Nowadays information technology advances and evolving so rapidly. Computer into the needs of many people in doing good activity in all areas of the field of business, education, health, transportation, industry, government, tourism, environment to entertainment sector to improve performance. This performance improvement should be supported by a hardware product in the form of an efficient mobile like nokia, i-phone or android. Android is a Linux-based operating system for mobile phones such as a smart phone and a tablet computer. The use android for the improvement work is very practical because its very easy to carry any where than having to carry a laptop, and features latest android always so easy for Android users to use the application provided by the android. Therefore, the authors make android application that makes it easy for employees to carry out the delivery of goods. Delivery Order activity is activity recorded delivery customers goods ordered. Usually the delivery personnel when sending goods introductory position can not be known, so that the goods delivered are often late, because it punulis made android-based application delivery order. With the application owner can control the delivery order or see introductory

positions and employees easier to find the area or the street. As for applications created specifically to look for the shortest route deliveries Soto according to search the shortest route using google maps and facilities equipped with the level of congestion seen from the amount of traffic intersection (redlight).

2. Theoretical Background

2.1 Booking

Messages are the raw words of booking that has meaning "want to buy in order to be sent". Orders are goods ordered, so booking is a process, act or how to order. [2]

2.2. Shipping

Shipping in general is all the effort that was held alone or together in an organization to provide services such as delivery of goods. Soto, soto, or coto is a typical Indonesian food made from meat and vegetable broth. The most commonly used meat is beef and chicken, and but there are also goats. Various regions of Indonesia have their own kind of soup, with different content, such as soup sekengkel banyumas. Soto Kediri. Soto Madura. Coto. Soto is also named after abortion, for example, chicken soup, tripe soup, mutton soup.

Soto has many similarities with the soup. [2] The types of soup: [4] Tripe soup can be found in almost all major cities of Indonesia and as the name suggests this soup made from tripe or beef offal. The meat is well-seasoned soup made from beef. Part Soto, the soup is made from the beak. Mix soup, the soup is made from beef, tripe and half Chicken soup, the soup is made from chicken meat.

2.3 Android

Android is a Linux-based operating system for mobile phone such as a smart phone and a tablet computer [2] The types of Android or android version :

1 . Android version 1.1

Android version 1.1 was released on March 9, 2009 by Google . Android version is equipped supported by the Google Mail Service with an aesthetic update to the application , alarm clock , voice search (search sound), sending messages to Gmail , and email notification.[1]

2 . Android version 1.5 Cup Cake

Android Cup Cake released in mid- May 2009 , still by Google Inc. . Android software development kit is equipped with a range of reforms , including the addition of several features , among others, the ability to record and watch videos with the camera mode , upload video to YouTube , upload pictures to Picasa directly from the phone , and Bluetooth A2DP support

3 . Android version 1.6 Donut

Android Donut release on September 2009 displaying the search process better than previous versions. Besides Android Duut has additional features like gallery that allows the user to select the photos to be removed; cameras, camcorders and interface the gallery; Text - to-speech engine ; ability to dial contacts ; technological change text to speech. Android Donut also has a battery indicator and control applet VPN.

4 . Android version 2.0/2.1 Éclair

Android Eclair was released on December 3, 2009. No changes include hardware optimization, improved Google Maps 3.1.2 , change the UI with a new browser and support for HTML5, the new list of contacts, support flash for the camera is 3.2 MP, digital zoom, and Bluetooth 2.1 . Android Eclair is Android first came into use by many smartphones, the main features of Eclair is a total change of the structure and appearance of the user interface.

5 . Android version 2.2 Froyo (Frozen Yogurt)

Android Froyo was released on 20 May 2012 . Android version has a speed performance and application of 2 to 5 times that of previous versions. In addition there is the addition of new features such as support for Adobe Flash 10.1, integration V8 JavaScript engine used by Google Chrome which accelerates the rendering capabilities of the browser , the application installation in SD Card, portable WiFi Hotspot capabilities, and the ability to auto update in the Android Market .

6 . Android version 2.3 Gingerbread

Android Gingerbread release on December 6, 2010. General changes obtained from the Android version include upgrading the game (gaming), improved copy and paste function, the display interface (User Interface) redesigned, support for video formats VP8 and WebM, new audio effects (reverb, equalization, headphone virtualization, and bass boost), support the ability of Near Field Communication (NFC) , and the number of cameras that support more than one .

7 . Android 3.0/3.1 Honeycomb version

Android Honeycomb was released in early 2012 . An Android version designed specifically for devices with large screens such as tablet PC . New features available on Android Honeycomb , among others, support for multicore processors and graphics hardware acceleration . User Interface on Honeycomb is also different because it was designed for tablets . The first tablet using Honeycomb tablets Motorola Xoom which was released in February 2011 . In addition, a hardware production named Asus Eee Pad Transformer also uses the Android OS Honeycomb and is expected to enter the Indonesian market in May 2011 .

8 . Android version 4.0 ICS (Ice Cream Sandwich)

Android Ice Cream Sandwich was officially announced on May 10, 2011 in the event Google I / O Developers Conference (San Francisco) , Google claims the Android Ice Cream Sandwich will be used in both the smartphone or tablet . Android Ice Cream Sandwich brings Honeycomb features to smartphones as well as the addition of new features such as unlocking the face recognition , data network usage monitoring and control , unified social networking contacts , photography enhancements , offline email searching , and sharing using NFC . The first phone that uses the operating system is the Samsung Galaxy Nexus .

9 . Android version 4.1 Jelly Bean

Android Jelly Bean also launched at the Google I / O last May 10, 2011 . Android version brings a number of advantages and new features, including keyboard input improvement , new design feature search , new UI and search through Voice Search faster . This version also features Google Now who can provide the right information at the right time . One is the ability to check the weather , traffic , or sports results . The operating system Android 4.1 Jelly Bean was first used in the Asus tablet , the Google Nexus 7 .

3. Software Architecture

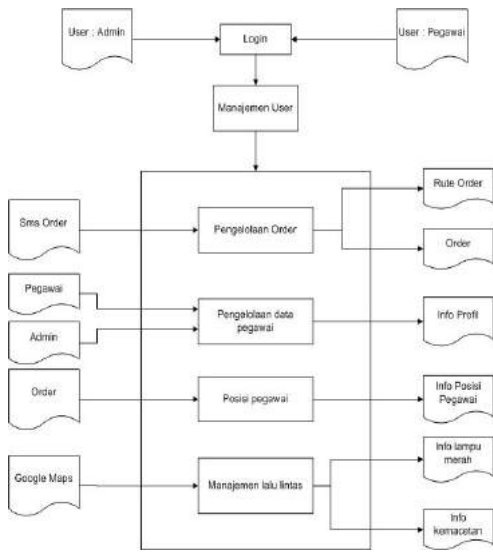


Figure 1 Software Architecture

4. Modeling System

4.1 Context Diagram

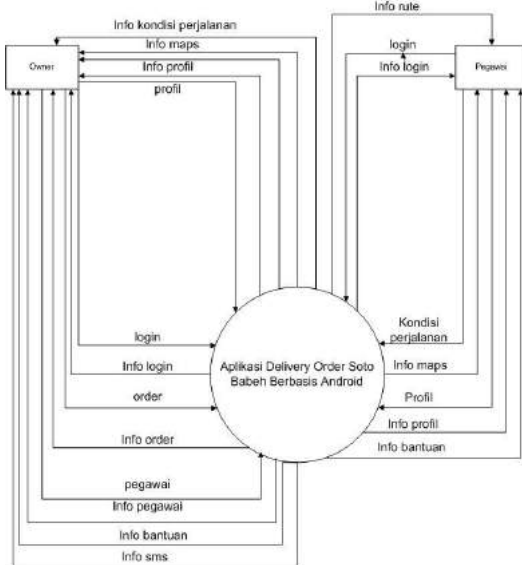


Figure 2 Context Diagram

Based on the context diagram above it can be explained that the application delivery order based soup designed android that will involve 2 entetias is admin and employees. Where each part has the task, namely:

1. admin

Admin aims to manage employee who delivers the order, where the admin can send messages disin orders to be sent, change the admin data itself and can monitor employees while on the streets.

2. employee

Employees aim to deliver orders to customers and to find the shortest route to the distance that employees want to go through.

4.2. DFD Level 0

Here the admin can input data order containing: employees, orders, customer name, address, description. Menu employees to check the position of an employee is there or not before send a message. Traffic info to check congestion KelapaGading, profile untuk change personal data admin, support only provide information about the application and the data are outbox after he sent the message menu orders and see if an employee member of obstacles employee info. Order on the menu is the menu employee messages sent by the admin, the report is a menu where employees experienced problems when employees can inform road to the admin.

4.3. Database Relationship

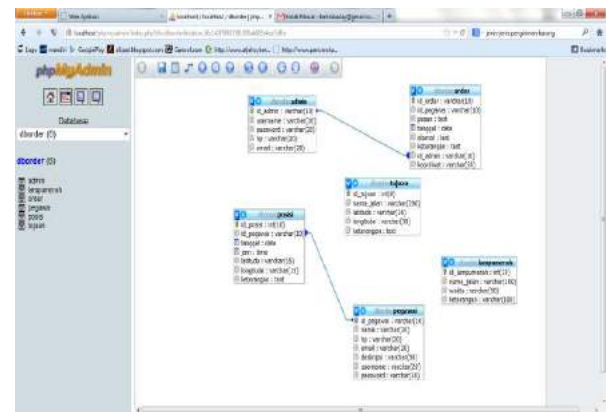


Figure 3 Database

5. Result And Discussion

Login



Figure 4 Login

Home for Admin



Figure 5 Home for Admin

Pictured above is the main menu, which contains several menus that can be managed include the admin menu order, clerks, traffic info, profiles, Help and Outbox menu.

Order



Figure 6 Order Soto

This is the order in which the admin menu can manage orders will be delivered by employees. The contents of the input is the employees, the message, the customer's name, address, description, send sms combo and combo delete data or sms delivery orders.

Employee



Figure 7 Employee

This is the menu that contains the employee name employee, employee number and email telephon employees.

Result Map Delivery



Figure 8 Map

This is a view of the traffic info menu been unlocked wearing Maps that show areas browser Ivory coconut and here also the admin can see beberadan employees while the path to delivery of the ordered items.

Edit Data Employee



Figure 9 Edit Data Employee

Pictured above is the display menu to change the profile of the data administrators and employees.

Menu Employee



Figure10 Menu Data Employee

Pictured above is the look of the menus in the order delivery personnel, among other menu, namely Message, Profile and Help

Order Soto for Employee



Figure 11 Order Soto for Employee

Pictured above is the menu incoming messages containing customer data, customer address, customer name and customer telephon number.

Menu Warning



Figure 12 Result of Order Soto Menu Warning

Provide information to the admin when in the street, whether he was in trouble when the street and give the info the order is sent to the admin.

Logout



Figure 14 Logout Application

6. Conclusion

The conclusion that can be drawn from the application of the android based soup delivery order is: This application can search the shortest route, which in peruntungan for delivery of goods so that employees do not experience congestion and too long in the streets and restaurant owners can find out the delivery of goods made employees.

References

- [1]. Burton Michael, FelkerDonn, 2012, *Android Application Development For Dummies*, Hoboken, New Jersey.
- [2]. Friesen Jeff, 2013, *Java for Android Development Second Edition*, United states, Apress.
- [3]. H.M Jogyanto. (1999). *Analisan desain Sistem informasi, Pendekatan Terstruktur dan Praktek Aplikasi Bisnis*, Yogyakarta :Andi.
- [4]. Jackson Wallace, 2012, *Android Apps for Absolute Beginners Second Edition*, US, Apress.
- [5]. Kamus Besar Bahasa Indonesia.
- [6]. Koskun Vedat, Ok Kerem, Ozdenizci Busra, 2013, *NFC Application Development for Android*, United Kingdom, John Wiley & Sons Ltd.
- [7]. Kurniawan Hendra, Mardiani Eri, Rahmansyah Nur, 2013, *Aplikasi Inventory menggunakan Java Netbean, Xampp, dan Report*, Jakarta, Rumpitekno.
- [8]. Kadir Abdul, 2009, *From Zero to a PRO*, Yogyakarta, Andi.
- [9]. Ramadhani Anis, 2013, *Jurus Rahasia Pintar Menguasai Android Untuk Pemula*, Jakarta, Rumpitekno.

- [10]. Safaat Nazruddin, 2012, Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC berbasis Android, Jakarta, Informatika.

Kode Makalah: C2-15

ANALISIS PERFORMANSI GRAPHICS PROCESSING UNIT NVIDIA GEFORCE GTX 770 DAN AMD RADEON R9 280X BERDASARKAN HASIL *BENCHMARK*

Fitriyani¹ dan Ariya Suryaman²

1,2 Program Studi Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Jl Telekomunikasi no 1, 40257,
Indonesia

E-mail: fitriyani@hpc.telkomuniversity.ac.id, ariyasuryaman@icloud.com

Abstrak

Prosesor pada kartu grafis (VGA) yang disebut dengan *Graphics Processor Unit* (GPU) sangat mempengaruhi performansi grafis atau komputasi yang akan dilakukan. Saat ini GPU banyak di produksi oleh NVIDIA dan AMD. NVIDIA Geforce GTX 770 merupakan GPU dengan arsitektur Kepler yang memiliki chip seri GK104 dengan transistor sebanyak 3,54 milyar dan teknologi pemrosesan 28 nm, serta dilengkapi dengan teknologi Boost 2.0. Sedangkan keluaran AMD yang setara, AMD Radeon R9 280X merupakan GPU dengan arsitektur GCN yang memiliki chip Tahiti XTL dengan transistor sebanyak 4,3 milyar dan teknologi pemrosesan 28nm, serta dilengkapi dengan teknologi Mantel. Dalam memilih GPU yang akan digunakan, perlu pertimbangan dari sisi kualitas dan harga. Dengan spesifikasi yang hampir setara perlu dilakukan benchmark untuk membandingkan performansi grafis Geforce GTX 770 dan AMD Radeon R9 280X. Benchmark dilakukan dengan menggunakan aplikasi Cinebench R11.5 dan 3DMark Fire Strike. Hasil Benchmark menggunakan Cinebench R11.5 menunjukkan AMD Radeon R9 280X memiliki performa yang lebih baik, sedangkan hasil benchmark dengan menggunakan 3DMark Fire Strike menunjukkan Geforce GTX 770 memiliki performa yang lebih baik.

Keywords: graphics performance, benchmark, Geforce GTX 770, AMD Radeon R9 280X

1. Pendahuluan

Video Graphics Array (VGA) merupakan standar tampilan computer analog yang pertama kali dikeluarkan oleh IBM. VGA atau yang dikenal dengan kartu grafis berfungsi mengubah sinyal digital dari komputer menjadi tampilan grafik di layar monitor dan menerjemahkan output (keluaran) komputer ke monitor.

Dalam perkembangannya VGA memiliki beberapa jenis, diantaranya VGA *integrated* dan VGA *dedicated*. VGA *integrated* atau yang dikenal dengan VGA *on board* merupakan kartu grafis yang terintegrasi pada *motherboard*, dan menggunakan RAM yang ada di *motherboard* sebagai memori VGA. Sedangkan VGA *dedicated* atau yang dikenal dengan VGA *add on* merupakan kartu grafis yang terpisah dengan *motherboard* dan memiliki *interface* semacam PCI atau AGP.

VGA *dedicated* memiliki memori dan prosesor sendiri, sehingga tidak memberatkan RAM dan CPU saat digunakan. Prosesor pada VGA *dedicated* disebut Graphics Processing Unit (GPU). Saat ini GPU sudah memiliki ribuan *core*, sehingga GPU dapat memproses grafis dengan cepat dan kualitas yang baik. Disamping itu GPU juga dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan permasalahan komputasi yang memerlukan sumber daya yang besar.

GPU *dedicated* menghasilkan performansi dan kualitas yang lebih baik dibanding GPU *integrated*. Yang dimaksud dengan performa adalah kecepatan GPU untuk memproses suatu grafis (waktu komputasi), berkaitan dengan istilah frame per second (FPS) sedangkan kualitas adalah tingkat ketajaman, kejelasan, akurasi tekstur, dan efek dari grafis yang dihasilkan.

Produsen kartu grafis yang terkenal saat ini diantaranya adalah NVIDIA dan AMD (ATI Radeon). Kedua

produsen ini mulai mengembangkan GPU pada tahun 1999 dan 2000. NVIDIA dan ATI Radeon memiliki desain arsitektur tersendiri untuk menghasilkan performa terbaik.

Perbedaan utama arsitektur memori GPU produksi NVIDIA dan ATI Radeon terletak pada jumlah chip stream processor. ATI Radeon memiliki stream processor yang lebih banyak dibandingkan NVIDIA. Akan tetapi NVIDIA memiliki jumlah instruksi yang lebih banyak dalam satu chip stream processor dibandingkan ATI Radeon. Di sisi lain, NVIDIA dan ATI Radeon memiliki keunggulan masing-masing dari sisi grafis. Pada penelitian ini akan ditelaah perbandingan NVIDIA dan ATI Radeon untuk GPU keluaran "selevel" melalui proses *benchmark*.

Produk yang akan *benchmark* adalah NVIDIA GeForce GTX 770 dan AMD Radeon R9 280x, yang merupakan produk kartu grafis kelas *high end* untuk PC desktop. Pada *benchmark* ini akan dibandingkan kualitas grafis dari kedua produk. Tools yang digunakan untuk pengujian adalah Cinebench R11.5 dan 3D Mark Firestrike.

Pemilihan kedua produk ini merupakan hal yang menarik, karena ATI Radeon seri R9 merupakan seri GPU keluaran AMD yang memiliki beberapa terobosan baru melalui teknologi GCN dan Mantle. Di sisi lain, NVIDIA seri ini dilengkapi dengan teknologi GPU Boost generasi kedua (GPU Boost 2.0)

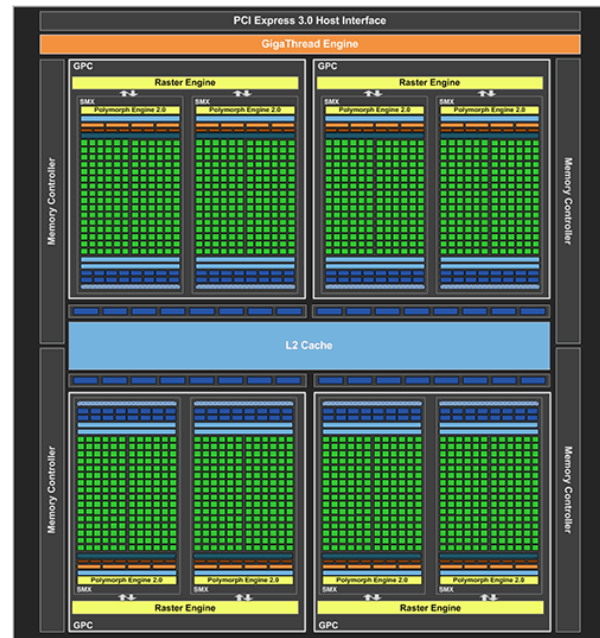
GPU keluaran NVIDIA, GeForce GTX 770 yang akan *benchmark* memiliki chip GPU GK104-425 yang terdiri dari 8 SMX (streaming processor), 1536 CUDA Cores, 128 Texture Units, dan 32 ROP Units, memori tipe GDDR5 dengan kapasitas 2GB dan bandwidth memory sebesar 256-bit. GPU GK104-425 merupakan generasi terbaru dari chip GPU GK104-300 yang sebelumnya digunakan oleh GTX 680.

GeForce GTX 770 memiliki *clock* yang lebih tinggi dibandingkan seri sebelumnya dimana *clock* GPU naik sebesar 40 MHz dan *clock* memori naik 1002 MHz. Dan GeForce GTX 770 merupakan kartu grafis pertama yang beroperasi pada memori *clock* 7GHz, sehingga NVIDIA menjamin GeForce GTX 770 mampu menyentuh nilai boost *clock* sebesar 1085 MHz.

Kemudian, GeForce GTX 770 juga memiliki fitur GPU Boost Generasi Kedua yaitu GPU Boost 2.0, seperti halnya GeForce GTX TITAN. Pada teknologi ini, untuk mencapai nilai *clock* GPU tertinggi, tidak hanya ditentukan dari nilai Power Target tetapi juga temperatur kartu grafis, sehingga *clock* GPU GeForce GTX 770 akan terus naik lebih tinggi selama

temperatur kartu grafis dan nilai Power Target belum menyentuh angka maksimal.

GeForce GTX 770 merupakan GPU keluaran NVIDIA yang memiliki arsitektur Kepler seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Arsitektur Kepler

Chip GPU seri GK104 merupakan GPU pertama keluaran NVIDIA dengan arsitektur Kepler, menggantikan arsitektur Fermi. Seperti yang terlihat pada gambar 1, Chip GPU GK104 terdiri dari empat buah blok GPC, dan di setiap blok GPC memuat dua buah blok Streaming Multiprosesor. Sehingga Chip GPU seri GK104 memiliki 8 buah Streaming Multiprosesor (SMX). SMX memiliki performance/Watt dua kali lipat lebih baik dibandingkan Streaming Multiprocessor generasi sebelumnya. Kemudian, pada chip GPU GK104, terdapat 192 CUDA Cores di setiap blok SMX. Artinya chip GPU GK104 memiliki CUDA Cores sebanyak 1536 buah.

Chip GPU seri GK104 dibangun menggunakan transistor sebanyak 3.54 miliar dengan teknologi pemrosesan 28 nm, dan tipe memori GDDR5. Disamping itu, *bandwidth memory* lebih rendah yaitu 256-bit.

GPU keluaran AMD, ATI Radeon R9 280X memiliki arsitektur GCN (*Graphics Core Next*) dengan chip Tahiti XTL, yang memiliki 2048 Stream Processor, 128 Texture Units, dan 32 ROP Units, bandwidth memory sebesar 384-bit dan memori berukuran 3GB tipe GDDR5.

Kemudian, Radeon R9 280X juga memiliki base clock GPU sebesar 850 MHz dengan boost clock GPU 1000 MHz dan nilai clock memori 6000 MHz.

Arsitektur GCN merupakan arsitektur pertama pada AMD Radeon yang menggunakan teknologi pemrosesan 28nm dan memiliki 4.3 miliar transistor.



Gambar 2. Arsitektur GCN

Radeon R9 280X memiliki chip GPU Tahiti XTL berbasis arsitektur GCN (*Graphics Core Next*) generasi pertama, yang terdiri dari 32 CU (Compute Units) dimana di dalamnya terdiri dari 2048 Stream Processor, 128 Texture Units, dan 32 ROP Units.

Disamping itu AMD Radeon R9 280X didukung oleh teknologi Mantle. Mantle merupakan API terbaru dari AMD dan merupakan alternatif dari API DirectX milik Microsoft. Teknologi Mantle dikembangkan oleh AMD untuk memudahkan para pengembang aplikasi game memanfaatkan arsitektur GCN, baik untuk PC maupun konsol

2. Metode Penelitian

Untuk membandingkan performa NVIDIA GTX 770 dan AMD Radeon R9 280X dilakukan *benchmark* dan studi literatur. Penelitian ini lebih menganalisis dari sisi grafis, sehingga *tools benchmark* yang digunakan adalah Cinebench 11.5 dan 3D Mark Strike.

Secara sederhana *benchmark* adalah sebuah test untuk membandingkan performansi hardware atau software. *Benchmark* adalah “A benchmark computer is a computer used to provide a specific calculation of how fast a certain computing task can be accomplished with specific hardware. Benchmarking, a broader process of using actual hardware to calculate computing speed,

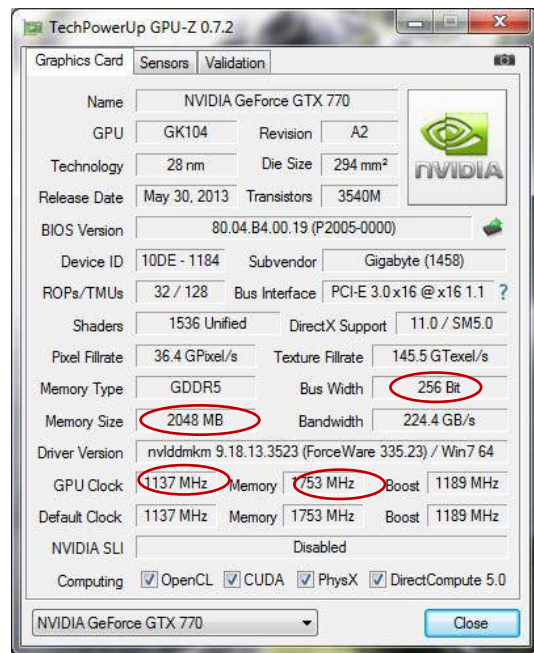
can apply to figuring out CPU clock rates, processor performance, or operating system and software application agility.” [7]

Benchmark tools yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Cinebench R11.5 dan 3DMark Fire Strike. Cinebench R11.5 merupakan aplikasi benchmark sintetik yang digunakan untuk mensimulasikan proses render pada sebuah gambar 3D, dan 3DMark Fire Strike merupakan aplikasi pengujian grafis yang berfokus pada teknologi DirectX 11. Pada aplikasi ini beberapa fitur DirectX 11 yang digunakan antara lain Tessellation dan Compute Shaders.

Kedua kartu grafis yang akan *benchmark* pada setting *default* sesuai kemampuan masing – masing video card dengan menggunakan OS Windows 7 Ultimate 64bit. PC desktop ditempatkan pada casing terbuka dengan suhu ruangan disamakan pada suhu 16 derajat Celcius.

3. Hasil dan Pembahasan

Benchmark dilakukan pada hardware sendiri dengan profil setingan CPU dan memori pada NVIDIA Geforce GTX 770 sebagai berikut:



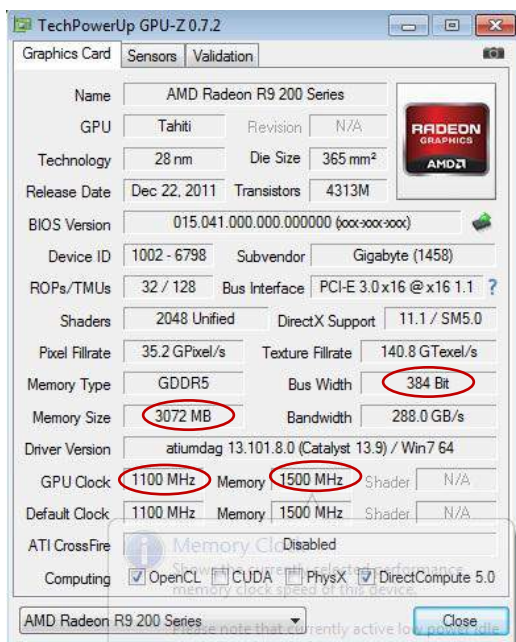
Gambar 3. Setingan CPU dan Memori NVIDIA Geforce GTX 770

Rincian spesifikasi platform pengujian NVIDIA Geforce GTX 770

- NVIDIA Gef,orce GTX 770 menggunakan driver kartu grafis versi 335.23
- Spesifikasi PC Desktop :
 - CPU intel core i7 3770 @3.4 GHZ
 - Mainboard GB H77-DS3H

- Memory Corsair cmz16gx3m2a1600c9 Timing set 9-9-9-24 Dual Channel (4 Slot)
- VGA NVIDIA GeForce GTX 770 Konfigurasi power VGA 8+6 pin
- Sistem Pendingin intel Stock HSF
- Power Supply VenomRX Iron Clan 500 watt
- Harddisk internal Seagate 500GB
- Monitor Benq 19inch resolusi 720p

Kemudian, berikut setingan CPU dan Memori pada AMD Radeon R9 280x



Gambar 4. Spesifikasi CPU dan Memori AMD Radeon R9 280x

Platform Pengujian AMD Radeon R9 280x

- AMD Radeon R9 280x menggunakan driver video card versi 13
- Spesifikasi PC Desktop :
 - CPU intel core i7 2600 @3.4 GHZ
 - Mainboard GB P75-D3
 - Memory Corsair cmz16gx3m2a1600c9 Timing set 9-9-9-24 Dual Channel (4 Slot)
 - VGA ATI Radeon HD 6790 Konfigurasi power VGA 8+6 pin
 - Sistem Pendingin intel Stock HSF
 - Power Supply VenomRX Madara 700 watt
 - Harddisk internal Seagate 500GB
 - Monitor Benq 19inch resolusi 720p

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan aplikasi Benchmark Cinebench R11.5 dan 3D Mark Fire Strike diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Pada pengujian pada spesifikasi hardware yang telah dijelaskan di atas dengan aplikasi

Cinebench 11.5 dipeoleh *score* untuk NVIDIA Geforce GTX 770 54.49 fps, sedangkan pada AMD Radeon R9 280x diperoleh *score* 79.67 fps.

Pada pengujian dengan menggunakan Cinebench 11.5 ini, terlihat bahwa AMD Radeon R9 280x lebih unggul di bandingkan NVIDIA GTX 770. Kapasitas memory dan bus width yang lebih besar pada AMD Radeon R9 280x mungkin menjadi salah satu faktor fps yang dihasilkan lebih cepat.

2. Pada pengujian pada spesifikasi hardware yang telah dijelaskan di atas dengan aplikasi 3DMark Fire dipeoleh *score* untuk NVIDIA Geforce GTX 770 sebesar 7280, sedangkan pada AMD Radeon R9 280x diperoleh *score* sebesar 7237
Artinya NVIDIA memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menyelesaikan permasalahan grafis.

Cinebench 11.5 dan 3DMark Fire merupakan contoh dari aplikasi benchmark sintesis untuk pengujian performansi GPU dalam hal grafis. Pengujian lain yang dapat dilakukan adalah benchmark games.

Pada dasarnya benchmark games juga menganalisis dari sisi frame per second (fps) yang dihasilkan. Misalkan benchmark dengan menggunakan Game Crysis. Menurut [5], NVIDIA Geforce GTX 770 memiliki *score* 51 dan AMD Radeon R9 280x memiliki *score* 48. Sedangkan benchmark dengan Geforce GTX 770 menggunakan games Metro Last Light, NVIDIA memperoleh *score* 33, 67 dan AMD Radeon R9 280x memperoleh *score* 35,33. Kemudian benchmark dengan menggunakan games lost planet 2 menghasilkan *score* 102,1 untuk NVIDIA Geforce GTX 770 dan 87,9 untuk AMD Radeon R9 280x.

Berdasarkan hasil dari *benchmark* sintesis dan games, terlihat bahwa NVIDIA Geforce GTX 770 dan AMD Radeon R9 280x memiliki kualitas grafis yang bersaing. Akan tetapi pada beberapa referensi benchmark games yang digunakan, NVIDIA Geforce GTX 770 sebagian besar memperoleh *score* yang lebih baik.

Kemudian, berdasarkan arsitektur memorinya. ATI Radeon memiliki arsitektur dengan jumlah chip stream prosesor lebih banyak dibandingkan NVIDIA. Akan tetapi NVIDIA Geforce memiliki jumlah instruksi lebih dalam satu chip stream prosesor. Hal tersebut mengakibatkan ATI Radeon lebih panas saat digunakan dibandingkan dengan NVIDIA Geforce.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil benchmark dan analisa arsitektur terhadap NVIDIA Geforce 770 dan ATI Radeon R9 280x, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian benchmark sintesis Benchmark dengan menggunakan Cinebench R11.5 menunjukkan ATI Radeon R9 280x lebih baik dan benchmark dengan menggunakan 3D Mark Fire menunjukkan NVIDIA Geforce 770 lebih baik.
2. Arsitektur memori ATI Radeon memiliki arsitektur dengan jumlah chip stream prosesor lebih banyak dibandingkan NVIDIA, sehingga ATI Radeon lebih panas saat digunakan dibandingkan dengan NVIDIA Geforce.

Daftar Acuan

- [1].Dain K. Schroeder (2008), "Mac and PC Performance Analysis", Lawrence Berkeley National Laboratory, California
- [2].Buck, Ian, dkk, "GPUBench: Evaluating GPU Performance for Numerical and Scientific Applications", Stanford Univeristy
- [3].Tahir, Farhaj (2013), "Benchmarking & penetration testing of Windows XP, Windows 7, Windows 8", Master Thesis, University Teknologi Malaysia
- [4].NVIDIA, 2013, NVIDIA-kepler-GK110-Architecture-Whitepaper
- [5].<http://www.amd.com/en-gb/innovations/software-technologies/gcn>
- [6].<http://www.jagatreview.com/tag/gcn/>
- [7].<http://www.techopedia.com/definition/17053/benchmarking>

Kode Makalah: C3-17

PERANCANGAN *HIGH EFFICIENCY DUAL-LAYER MICROSTRIP COUPLER* UNTUK APLIKASI LTE PADA FREKUENSI 2,3 GHZ

Toto Supriyanto¹, Indra Z², Teguh Firmansyah³^{1,2} Teknik Elektro. Politeknik Negeri Jakarta (PNJ), ³ Teknik Elektro. Universitas Tirtayasa

e-mail : totosupr@yahoo.com

Abstrak

Pada penelitian ini dipergunakan **metode** dual-layer coupler untuk aplikasi LTE. Sebagai **state of the art**, perancangan dual-layer coupler bertujuan untuk meningkatkan area tangkapan radiasi sehingga diharapkan coupling faktor dan directivity nya menjadi meningkat. Efek lainnya yaitu loss radiasi nya rendah sehingga nilai loss power sinyalnya dapat ditekan. Apabila nilai loss power sinyalnya rendah, maka secara otomatis akan meningkatkan nilai efisiensi perangkat. Secara lebih rinci, inti penelitian ini membahas perancangan dual-layer microstrip coupler yang memiliki **efisiensi yang tinggi** untuk aplikasi LTE pada frekuensi 2,3 GHz. Pada penelitian ini berhasil ditunjukkan hasil simulasi dual-layer coupler untuk aplikasi LTE dengan menggunakan Advanced Design System. Hasil perancangan didapat frekuensi kerja dari microstrip dual layer coupler adalah 2,300 GHz, output port pada port 2 adalah - 2,754 dB dan pada port 3 adalah - 3,298 dB, beda fasa kedua output sebesar 90,038°, besarnya return loss adalah -30,689 dB, isolasi sebesar -31,185 dB, VSWR sebesar 1,060, dan bandwidth sebesar 200 MHz.

Abstract

In the study will be designed dual - layer coupler for LTE applications. As the state of the art , design dual - layer coupler to increase the catchment area of radiation so coupling factor and its directivity will increase. Other effects is low radiation loss so the signal power loss can be reduced .It will automatically increase the efficiency of the device. In more detail , this study discusses the design of a dual - layer microstrip coupler with high efficiency for LTE applications at frequency 2.3 GHz . In this study successfully demonstrated a dual - layer simulation results coupler for LTE applications using the Advanced Design System . The results obtained operating frequency of the design microstrip dual-layer coupler is 2.300 GHz , the output ports on port 2 is - 2.754 dB and at port 3 is - 3.298 dB , the second phase difference output of 90.038 ° , the magnitude of the return loss is -30.689 dB , the isolation is - 31.185 dB, with VSWR 1.060 , and bandwidth 200 MHz .

Keywords : LTE, Transmitter, Receiver, Coupler, Coupling Area, Dual-Layer.

1. Pendahuluan

Semakin meningkatnya kebutuhan jaringan telekomunikasi nirkabel menjadi alasan dikembangkannya teknologi *Long Term Evolution* (LTE) yang memiliki *bit rate* tinggi dengan jangkauan yang luas. LTE merupakan sebuah standar komunikasi *broadband* nirkabel yang didasarkan pada badan standarisasi *International Telecommunication Union* (ITU-T). Di masyarakat umum, teknologi LTE dikenal dengan istilah 4G (generasi keempat) yaitu kelanjutan dari teknologi 3G (generasi ketiga/ WCDMA) dan 2G (generasi kedua/GSM).

Sistem antena yang digunakan pada sistem LTE harus mampu untuk memisahkan antara sinyal *transmit* dengan sinyal *receive* (Chee Yen : 2012). Salah satu perangkat yang digunakan sebagai pemisah antara *transmitter* dan *receiver* adalah *circulator* seperti yang diusulkan (Young : 2006). *Circulator* digunakan untuk mengisolasi sinyal yang ditransmisikan dengan sinyal yang diterima.

Penggunaan perangkat *circulator* memiliki kelemahan diantaranya hanya fokus kepada isolasi antara sinyal *transmitter* dan *receiver*, sehingga nilai *loss* sinyal dan efisiensi sulit di perhitungkan.

Sementara itu, (Scholtz : 2009) mengusulkan penggunaan antena yang memiliki perbedaan polarisasi sebesar 90° antara sinyal *transmitter* dan *receiver* dan untuk memisahkan sinyalnya dipergunakan *coupler*. *Coupler* adalah sebuah perangkat multi-terminal yang terdiri atas satu buah terminal sebagai *input* dan dua terminal sebagai *output*. Dasar dari *coupler* yaitu membagi input power menjadi dua output sama besar dengan beda fasa antar kedua outputnya sebesar 90° . Perbedaan fasa ini dapat digunakan sebagai pemisah antara *transmitter* dan *receiver*. Parameter *coupler* yang lengkap seperti *coupling factor*, *directivity*, *isolasi*, dan *loss* menjadikan perangkat ini lebih mudah didesain dan dievaluasi (Maheswari : 2008). Akan tetapi, rendahnya efisiensi *coupler* akan menjadi sorotan utama pada penelitian ini.

Pada perangkat *coupler* terdapat bagian yang disebut *coupling area*. Bagian ini berguna untuk pembagi power sinyal. *Coupling area* ini biasanya di desain hanya menggunakan layer tunggal seperti yang diusulkan (Maheswari : 2008). Akibatnya nilai *coupling factor* dan *directivity* rendah karena *loss radiasi* nya tinggi disebabkan jarak yang saling berjauhan antara terminal *input* dan *output*. Apabila *loss radiasi* nya tinggi maka akibatnya nilai *loss power* sinyalnya besar, sehingga perangkat tersebut tidak efisien. Hasil penelitian rendahnya efisiensi *coupler single layer* terlihat pada (Yukitake : 2005).

Pada penelitian ini diusulkan perancangan *dual-layer coupler* untuk aplikasi LTE. Perancangan *dual-layer coupler* bertujuan untuk meningkatkan area tangkapan radiasi sehingga diharapkan *coupling faktor* dan *directivity* nya menjadi meningkat. Efek lainnya yaitu *loss radiasi* nya rendah sehingga nilai *loss power* sinyalnya dapat ditekan. Apabila nilai *loss power* sinyalnya rendah, maka secara otomatis akan meningkatkan nilai efisiensi perangkat. Tahapan penelitian meliputi perancangan, simulasi, pabrikasi, dan dilakukan pengukuran sebagai evaluasi.

2. Metode Penelitian

Inti penelitian ini membahas perancangan *dual-layer microstrip coupler* yang memiliki efisiensi yang tinggi untuk aplikasi LTE pada frekuensi 2,3 GHz. Perancangan perangkat yang memiliki efisiensi tinggi menjadi salah satu langkah menuju teraplikasinya produk bersih dengan limbah yang sedikit.

Terdapat beberapa tahapan untuk perancangan *microstrip coupler* ini, yaitu :

- Menentukan spesifikasi kerja dari *coupler*,
- Menentukan spesifikasi substrat yang akan digunakan,
- Mendesain geometri dari *coupler* yang dirancang dan menghitung parameter fisik dari *microstrip*.

(*State of the art : Mendesain coupler menjadi dual-layer untuk meningkatkan tangkapan radiasi sehingga meningkatkan efisiensi*)

- Hasil rancangan tersebut kemudian disimulasikan dengan menggunakan *software Advanced Design System*.
- Kemudian dilanjutkan pabrikasi dan pengukuran sebagai evaluasi.

2.1 Spesifikasi Kerja Coupler

Parameter kinerja *coupler* yang dirancang secara lengkap meliputi:

Frekuensi kerja :
2300MHz – 2360 MHz. Bandwidth 100 MHz,
merupakan frekuensi kerja LTE di Indonesia
Nilai *coupling* dan beda fasa:

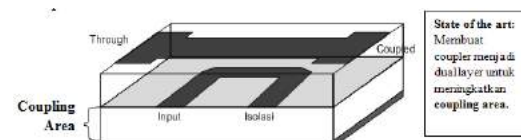
Untuk mendapatkan besaran kedua *output* yang sama besar, maka besar nilai *coupling* untuk kedua *output port* adalah -3 dB. Karena yang dirancang adalah *branch line coupler*, maka beda fasa antara kedua *output port* adalah 90° .
Return loss dan VSWR :
Return Loss : < -10 dB
VSWR : 1,1

2.2 Spesifikasi Substrat

Dalam merancang suatu *microstrip*, perlu ditentukan jenis substrat yang digunakan untuk dilakukan perhitungan besaran parameter fisik dari *microstrip* yang dirancang. Pada penelitian ini di gunakan substrat FR4 yang memiliki konstanta dielektrik sebesar 4,3 dengan ketebalan 1,6 mm. Tahapan penelitian meliputi perancangan, simulasi, dan pabrikasi

Desain Dual Layer Microstrip Coupler

Desain geometri dari *coupler* yang akan dirancang pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Coupler dual layer

Selanjutnya rancangan *microstrip coupler* ini akan disimulasikan dengan bantuan *software Advanced Design System*. Sementara itu parameter kinerja *coupler* yang dirancang secara lebih lengkap meliputi :

- Frekuensi kerja : 2300 MHz
- Return Loss : < -10 dB
- VSWR : 1,1
- Beda Fasa : 90°

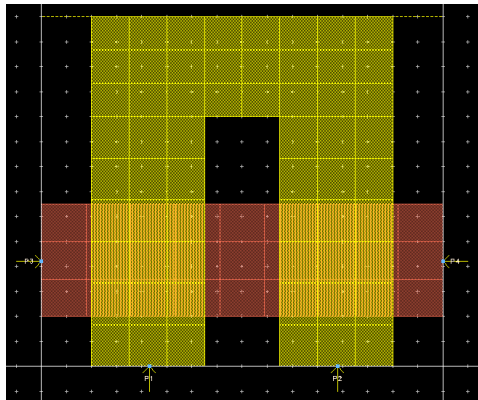
Perancangan perangkat yang memiliki efisiensi yang tinggi menjadi salah satu langkah menuju teraplikasinya produk bersih dengan limbah yang sedikit.

3. Hasil Dan Pembahasan

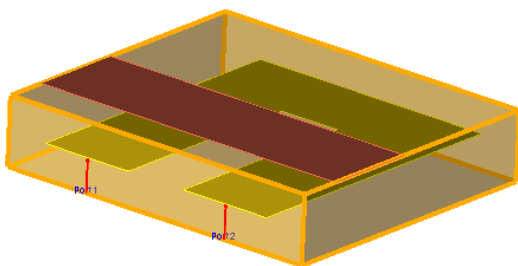
Selanjutnya rancangan *microstrip coupler* ini akan disimulasikan dengan bantuan *software Advanced Design System*. Sementara itu parameter kinerja coupler yang dirancang secara lebih lengkap meliputi :

- a. Frekuensi kerja : 2300 MHz.
- b. Return Loss : < - 10 dB
- c. VSWR : 1,1
- d. Beda Fasa : 90°

Pada Gambar 2 terlihat desain simulasi dual layer berbentuk dua dimensi untuk coupler. Sementara pada Gambar 3 terlihat bentuk geometri dual-layer mikrostrip yang terlihat secara tiga dimensi.



Gambar 2. Konfigurasi *dual-layer coupler* terlihat dua dimensi



Gambar 3. Konfigurasi *dual-layer coupler* terlihat tiga dimensi

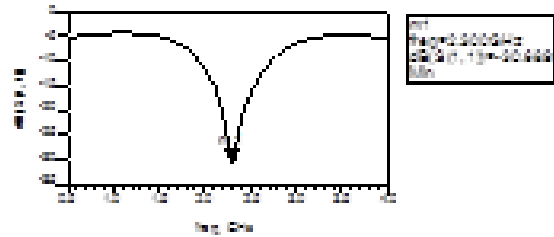
Pada simulasi ini ada beberapa parameter yang dilihat untuk mengetahui apakah *microstrip coupler* yang dibuat sudah sesuai dengan yang diinginkan apa belum.

Parameter-parameter tersebut adalah:

1. Frekuensi kerja

Frekuensi kerja menunjukkan *microstrip dual layer coupler* bekerja pada frekuensi berapa. Parameter yang

digunakan untuk melihat frekuensi kerja dari *microstrip dual layer coupler* adalah S_{11} (*Return loss*). Dari hasil plot grafik, titik terendah dan tercuram dari plot S_{11} menunjukkan frekuensi kerja dari *coupler*. Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi *return loss* dari *microstrip dual layer coupler*. Dari hasil simulasi didapat frekuensi kerja adalah 2,300 GHz. Hasil simulasi sudah memenuhi target yang diinginkan.



Gambar 4. Hasil simulasi *return loss*

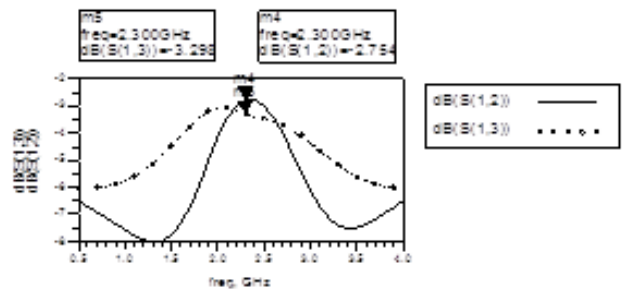
2. Output Port

Kedua Output bernilai – 3 dB

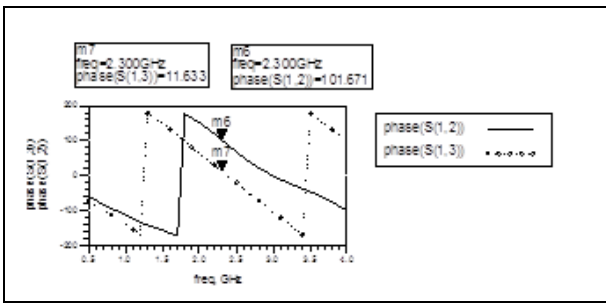
Output port dari *dual layer coupler* ditunjukkan oleh parameter S_{12} dan S_{13} . Karena yang dirancang adalah *dual layer coupler*, besarnya nilai yang diinginkan untuk kedua *output* ini adalah sama besar yaitu – 3dB, dimana – 3dB ini menunjukkan kedua *output* bernilai setengah dari *power input*. Besarnya *output* dilihat dari frekuensi kerja *microstrip dual layer coupler* yaitu pada 2,300 GHz. Dari hasil simulasi *output port* yang ditunjukkan oleh Gambar 4. dapat dilihat bahwa besarnya *output* pada port 2 (S_{12}) adalah -2,754 dB dan *output* pada port 3 (S_{13}) adalah -3.298 dB. Sedangkan secara teori pada *dual layer coupler* besarnya kedua *outputnya* bernilai sama besar yaitu – 3dB.

Kedua Output berbeda fasa 90°

Pada *dual layer coupler*, perbedaan fasa antara kedua *output* adalah sebesar +90° atau -90°. Hasil simulasi untuk perbedaan fasa antara kedua *output port* pada frekuensi 2,300 GHz ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil simulasi *output port*

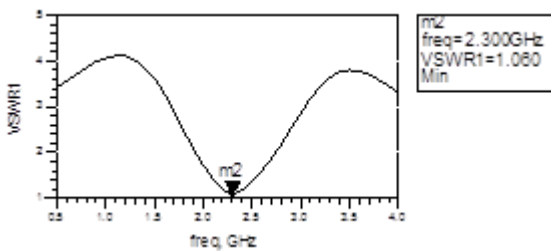


Gambar 6. Hasil simulasi fasa output

Dari hasil simulasi yang ditunjukkan oleh Gambar 6 dapat dilihat bahwa perbedaan fasa antara kedua output adalah $(101,671^\circ - 11,633^\circ = 90,038^\circ)$. Hasil ini sudah sangat mendekati dengan hasil yang ingin dicapai yaitu $\pm 90^\circ$.

3. Rasio VSWR

Ketika merancang suatu rangkaian yang bekerja pada frekuensi tinggi, maka perlu diperhatikan suatu parameter yang dinamakan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) yang berhubungan dengan kualitas dari sinyal yang diperoleh oleh beban. Pada frekuensi tinggi, jika rangkaian tersebut tidak memiliki nilai VSWR yang bagus atau idealnya adalah bernilai 1, maka akan terjadi gelombang pantul yang seharusnya gelombang tersebut diterima oleh beban. Secara teori, seharusnya nilai dari VSWR yang dihasilkan bernilai ideal antara 1 – 2. Hasil simulasi VSWR diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil simulasi VSWR

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa hasil VSWR adalah 1,060 pada frekuensi 2,300 GHz. Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu nilai standar VSWR yang diijinkan untuk fabrikasi adalah $VSWR \leq 2$, sehingga hasil simulasi VSWR untuk *microstrip dual layer coupler* yang dirancang sudah bagus.

4. Return loss (S₁₁) dan Isolasi (S₁₄)

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* digambarkan

sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan (V_0^-) dibanding dengan gelombang yang dikirim (V_0^+).

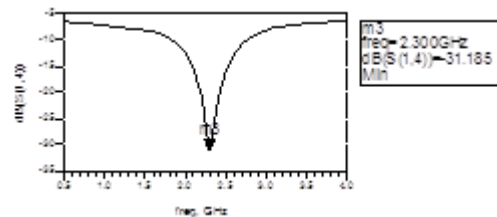
Gambar 8 menunjukkan hasil simulasi dari *return loss* yaitu sebesar -30,689 dB. Pada *dual layer coupler*, nilai *return loss* yang baik adalah di bawah -20 dB, sehingga dari hasil simulasi nilai *return loss* pada *microstrip dual layer coupler* yang dirancang sudah baik.

Besarnya *return loss* dapat dihitung dengan menggunakan:

$$Return\ Loss = 20 \log_{10} |\Gamma_{in}| \quad (1)$$

$$= 20 \log_{10} |0,0245| = -32,22$$

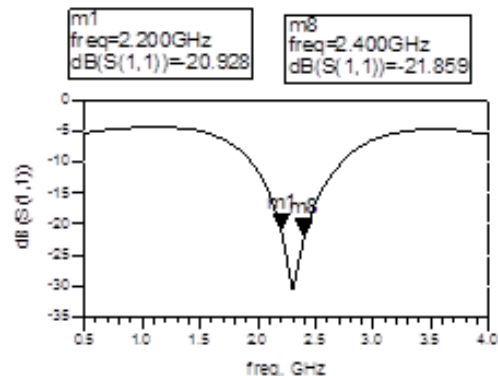
Besarnya *return loss* hasil simulasi adalah sebesar -30.689 dB dan dengan menggunakan perhitungan manual adalah -32,22 dB. Terdapat perbedaan 2 dB antara hasil perhitungan manual dengan simulasi. Hal ini menunjukkan pada simulasi terdapat daya yang direfleksikan kembali ke sumber.



Gambar 8. Hasil simulasi isolasi

5. Bandwidth

Bandwidth dari *dual layer coupler* dapat dilihat dari Gambar 9 yaitu dengan menarik garis di -20 dB pada respon (S₁₁)[10]. Besarnya kurang lebih adalah 200 MHz. Hasil ini sudah sangat mencukupi untuk kebutuhan *bandwidth* pada WiMAX yaitu sebesar 100 MHz.



Gambar 9. Hasil simulasi return loss untuk bandwidth

Perbandingan Menggunakan Substrat Jenis Lain

Dengan melihat persamaan *wavelength*

$$\lambda_g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r} f} \tag{2}$$

dan persamaan *quarter wavelength*,

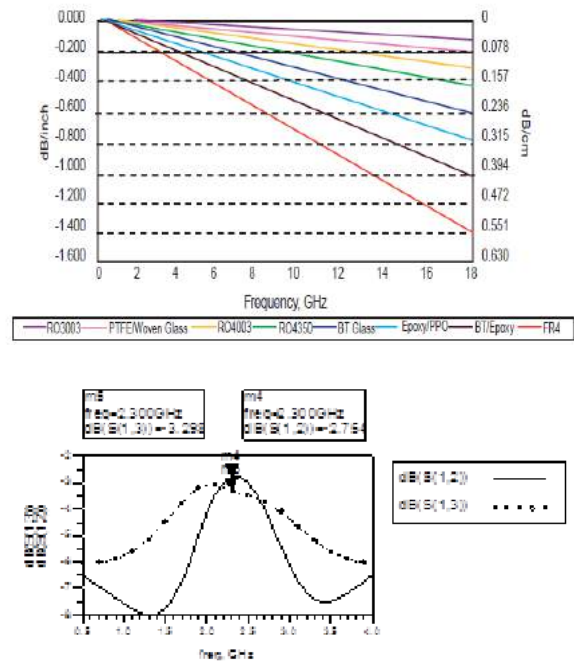
$$L = \frac{\lambda_g}{4} \tag{3}$$

dapat dilihat bahwa dimensi dari *microstrip dual layer coupler* dipengaruhi oleh jenis substrat yang digunakan. Terlihat bahwa konstanta dielektrik dari substrat yang digunakan (ϵ_r) berbanding terbalik dengan *wavelength* (λ_g). Semakin besar konstanta dielektrik yang digunakan, semakin kecil dimensi dari *microstrip*. Begitu pula sebaliknya semakin kecil konstanta dielektrik yang digunakan, semakin besar dimensi dari *microstrip*.

Pada penelitian ini dibandingkan dimensi *microstrip dual layer coupler* dengan menggunakan substrat yang memiliki dielektrik konstan lebih besar dari konstanta dielektrik FR4 dan substrat yang memiliki dielektrik konstan lebih kecil dari konstanta dielektrik FR4 ($> \epsilon_r$ FR4 dan $< \epsilon_r$ FR4). Untuk konstanta dielektrik yang lebih besar dipilih Alumina dengan dielektrik konstan sebesar 9,8. Untuk konstanta dielektrik yang lebih kecil dipilih Di-clad 522 dengan dielektrik konstan sebesar 2,6. dimensi dari *microstrip* berbanding terbalik dengan substrat yang digunakan. Semakin besar konstanta dielektrik dari substrat yang digunakan, semakin kecil dimensi *microstrip dual layer coupler*. Begitu juga sebaliknya, semakin kecil konstanta dielektrik yang digunakan, semakin besar dimensi *microstrip dual layer coupler*.

Selain *loss tangent*, karakteristik yang perlu diperhatikan dalam pemilihan substrat adalah E_r atau konstanta dielektrik. Dalam perancangan *microstrip*, dimensi adalah hal yang penting. Seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya dimensi dari *microstrip* berbanding terbalik dengan substrat yang digunakan. Semakin besar konstanta dielektrik dari substrat yang digunakan, semakin kecil dimensi *microstrip dual layer coupler*.

Gambar 10 menunjukkan grafik *insertion loss* pada *microstrip* pada berbagai substrat. Semakin kecil nilai *insertion loss* semakin baik, artinya *loss* yang terjadi pada *microstrip* semakin kecil. *Insertion loss* pada FR4 adalah 0,630 dB/cm pada frekuensi 18 GHz sedangkan pada Rogers 4003 sebesar 0,157 dB/inch pada frekuensi 18 GHz.



Gambar 10. *Insertion loss* pada *microstrip*

Loss tangent dan *insertion loss* pada Rogers 4003 lebih baik daripada FR4. Namun FR4 mudah didapat dan lebih murah dibandingkan Rogers 4003 sehingga ini menjadi pertimbangan dalam pemilihan FR4. Selain itu konstanta dielektriknya yang lebih besar dari Rogers 4003 juga menjadi pertimbangan sehingga didapat dimensi *microstrip* yang lebih kecil.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini berhasil ditunjukkan hasil simulasi *Dual-layer microstrip coupler* untuk aplikasi LTE. Coupler ini didesain untuk bekerja pada frekuensi 2,3 GHz dengan menggunakan *software Advanced Design System*. Dari hasil perancangan didapat frekuensi kerja dari *microstrip dual layer coupler* adalah 2,300 GHz, *output port* pada *port 2* adalah - 2,754 dB dan pada *port 3* adalah - 3,298 dB, beda fasa kedua *output* sebesar 90,038°, besarnya *return loss* adalah -30,689 dB, isolasi sebesar -31,185 dB, VSWR sebesar 1,060, dan bandwidth sebesar 200 MHz. Selain itu, dimensi dari *microstrip dual layer coupler* dipengaruhi oleh jenis substrat yang digunakan. Konstanta dielektrik dari substrat yang digunakan (ϵ_r) berbanding terbalik dengan *wavelength* (λ_g) yang mempengaruhi dimensi dari *microstrip*. Semakin besar konstanta dielektrik dari substrat yang digunakan, semakin kecil dimensi *microstrip dual layer coupler*.

Daftar Pustaka

- [1]. Pozar, David . (2005) "Microwave Engineering", 3rd ed. *United State of America* : John Wiley and Sons.
- [2]. Franca-Neto, (2008). "RF System and Circuit Challenges for WiMAX." *White Paper Intel Communication Group*, Intel Corporation.
- [3]. Fooka, E.H (2000). "Microwave Enginnering Using Microstrip Circuits." *Australia*: Prentice Hall, Inc.
- [4]. Leow, Chee Yen. (2012) "Issues and challenges of LTE antenna designs for USB-dongle device" *IEEE Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC)*. Page(s): 43 – 46
- [5]. Maheswari, S. (2008). "Design and simulation of Microstrip directional coupler". *International Conference on Recent Advances in Microwave Theory and Applications*. Page(s): 782 – 783
- [6]. Ohta, Isao. (2006). "Design of Broadband CPW Branch-Line 3-dB Couplers". *European Microwave Conference*, Page(s): 36 – 39
- [7]. Scholtz. (2009). "Circularly Polarized Patch Antenna with High Tx/Rx-Separation." *Vienna University of Techonology International Symposium*. Page(s): 50 – 58
- [8]. Wael M. (2008). "The Synthesis of a Class of Branch-Line Directional Couplers" *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. Vol : 56. Page(s): 985 – 994
- [9]. Young, Jeffrey L. (2006). "Integration of a microstrip circulator and antenna assembly". *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*. Page(s): 845 – 848
- [10]. Yukitake, Takeshi. (2005). "Optimum Design of 3-dB Branch-Line Couplers Using Microstrip Lines" *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Page(s): 674 – 67

Kode Makalah: C5-19

PENDETEKSI WAJAH MENGGUNAKAN GABOR FILTER DAN SUPPORT VECTOR MACHINE

Wisnu Broto¹, Adhi Mahendra²

1,2. Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pancasila

Email : wisnu.agni@gmail.com

Abstrak

Simulasi pendeteksi wajah menggunakan support vector machine dan gabor filter merupakan rangkaian metode yang baik untuk mendeteksi wajah, dengan menggunakan nilai grayscale pada titik-titik utama wajah sebagai acuan untuk tekstur wajah, dan intensitas cahaya yang berpengaruh terhadap nilai gray dalam pengklasifikasian warna kulit. Gabor filter berfungsi sebagai pengekstraksi ciri-ciri utama pada gambar dan support vector machine berfungsi sebagai pengklasifikasi warna kulit. Dari hasil simulasi, sedikit error yang didapat pada saat pendeteksian.

Kata Kunci : pendeteksi wajah, support vector machine, gabor filter, grayscale

1. Pendahuluan

Pada masa sekarang ini, perkembangan teknologi menjadi salah satu hal yang penting dalam proses kebutuhan manusia, seperti tentang pendeteksi wajah. Deteksi wajah adalah teknologi komputer yang menentukan lokasi dan ukuran wajah manusia pada gambar. Pendeteksi fitur wajah berkerja dengan cara mengabaikan hal-hal seperti bangunan, pohon dan tubuh. Terdapat metode yang mendukung dalam pendeteksi wajah antara lain *Principal Component Analysis (PCA)*, *Linear Discriminant Analysis (LDA)*, *Independent Component Analysis (ICA)*, *Gabor Filter*, dan *Hidden Markov Models (HMM)*. Metode *Gabor Filter* sangat bagus untuk mengatasi noise dalam pendeteksian wajah berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Resman Lim, Marcel J.T Reinders dan Thiang serta menggunakan ciri-ciri khusus pada wajah sebagai acuan untuk mendeteksi wajah.

Dalam pencapaian akurasi dari mendeteksi wajah, menetapkan warna kulit untuk mendapatkan area wajah merupakan faktor pendukung juga. Membedakan warna kulit dan non-warna kulit dapat dilakukan dengan metode *Support Vector Machine (SVM)*. Metode SVM adalah metode pengklasifikasian data. Metode ini pertama kali dipresentasikan pada

tahun 1992 oleh ilmuwan Boser, Guyon, dan Vapnik. Selain dari metode SVM juga dikenal metode *neural network* dalam pengklasifikasian data. Dalam solusi yang dicapai untuk pengklasifikasian, SVM lebih baik dari *neural network*.

2. Dasar Teori

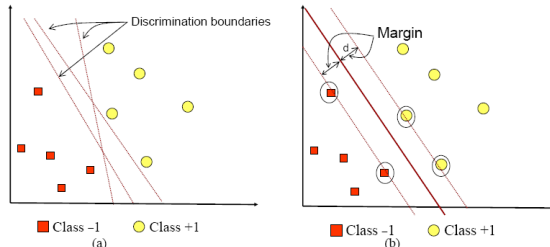
a. Support Vector Machine

Support Vector Machine (SVM) merupakan teknik terbaru untuk melakukan prediksi dalam klasifikasi maupun regresi. Teori yang mendasari SVM sendiri sudah berkembang sejak 1960-an, tetapi baru diperkenalkan oleh beberapa ilmuwan seperti Vapnik, Boser dan Guyon pada tahun 1992 dan sejak itu SVM berkembang dengan pesat.

Proses pembelajaran pada SVM bertujuan untuk mendapatkan hipotesis berupa bidang pemisah terbaik yang tidak hanya meminimalkan *empirical risk* yaitu rata-rata error pada data pelatihan, tetapi juga memiliki generalisasi yang baik. Generalisasi adalah kemampuan sebuah hipotesis untuk mengklasifikasikan data yang tidak terdapat dalam data kelas dengan benar. Untuk menjamin generalisasi ini, SVM bekerja berdasarkan prinsip *Struktural risk Management (SRM)* meminimalkan error pada saat menentukan data yang akan diklasifikasi dengan cara

menerapkan generalisasi pada proses pengklasifikasian.

Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari hyperplane (garis pemisah) terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah class pada input space.



Gambar 1. SVM mencoba menemukan hyperplane

Gambar 1a memperlihatkan bebe-rapa pola yang merupakan anggota dari dua buah class positif (dinotasikan dengan +1) dan negatif (dinotasikan dengan -1). Pola yang tergabung pada negative class disimbolkan dengan kotak, sedangkan pattern pada positive class, disimbolkan dengan lingkaran. Proses pembelajaran dalam classifications problem diterjemah-kan sebagai upaya menemukan hyperplane yang memisahkan antara kedua kelompok tersebut. Berbagai alternatif garis pemisah (discrimination boundaries) ditunjukkan pada Gambar 1a.

Hyperplane terbaik antara kedua class dapat ditemukan dengan mengukur margin hyperplane tersebut dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara hyperplane tersebut dengan data terdekat dari masing-masing class. Garis merah pada Gambar 1b menunjukkan hyperplane yang terbaik, yaitu yang terletak tepat pada tengah-tengah kedua class, sedangkan titik kotak dan lingkaran yang berada dalam lingkaran hitam adalah support vector. Upaya mencari lokasi hyperplane optimal ini merupakan inti dari proses dari SVM

Misalkan $\{X_1, \dots, X_n\}$ adalah banyaknya anggota dan y_i adalah label kelas dari data x_i yang disimbolkan dengan +1 dan -1. Diasumsikan kedua class -1 dan +1 dapat terpisah secara sempurna oleh hyperplane berdimensi d , yang didefinisikan :

$$w \cdot x_i + b = 0$$

x_i yang tergolong ke dalam negative class adalah mereka yang memenuhi pertidaksamaan berikut :

$$w \cdot x_i + b \leq -1$$

Adapun data x_i yang tergolong ke dalam positive class, adalah mereka yang memenuhi pertidaksamaan :

$$w \cdot x_i + b \geq +1$$

Jika $w \cdot x_1 + b = +1$ adalah hyperplane-pendukung (supporting hyperplane) dari kelas +1 ($w \cdot x_1 + b = +1$) dan $w \cdot x_2 + b = -1$ hyperplane-pendukung dari kelas -1 ($w \cdot x_2 + b = -1$), margin antara dua kelas dapat dihitung dengan mencari jarak antara kedua hyperplane-pendukung dari kedua kelas. Secara spesifik, margin dihitung dengan cara berikut :

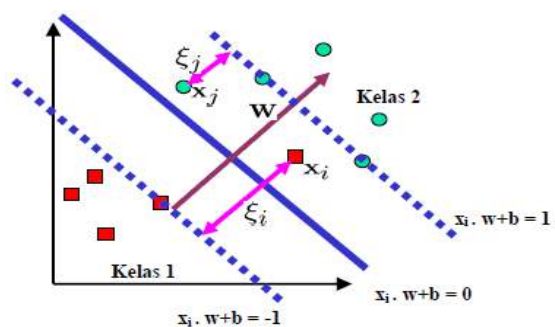
$$\left(\frac{w}{\|w\|} (x_1 - x_2) \right) = \frac{2}{\|w\|}$$

memaksimalkan margin harus dengan meminimumkan $\|w\|^2$, maka pencarian bidang pemisah terbaik dengan nilai margin terbesar dapat dirumuskan menjadi :

$$\min \frac{1}{2} \|w\|^2$$

2.2. VM pada Nonlinearly Separable Data

Untuk mengklasifikasikan data yang tidak dapat dipisahkan secara linier formula SVM harus dimodifikasi karena dengan SVM linearly tidak akan ada solusi yang ditemukan. Oleh karena itu, kedua bidang pembatas harus diubah sehingga lebih fleksibel (untuk kondisi tertentu) dengan penambahan variabel ξ_i ($\xi_i \geq 0$, dimana $\xi_i = 0$ jika x_i diklasifikasikan dengan benar), $x_i \cdot w + b \geq 1 - \xi_i$ untuk kelas 1 dan $x_i \cdot w + b \leq -1 + \xi_i$ untuk kelas 2. Pencarian bidang pemisah terbaik dengan menambahkan variable ξ_i sering disebut juga soft margin hyperplane.



Gambar 2. Soft Margin Hyperplane dengan memberikan penalty

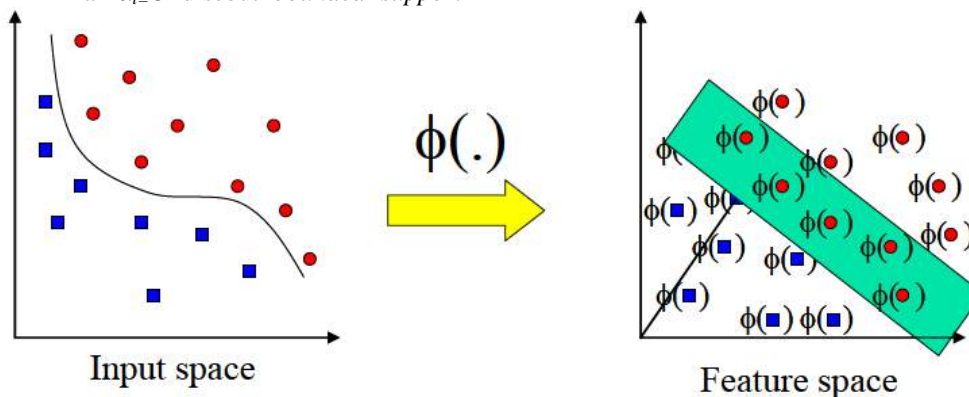
Dengan demikian formula pencarian bidang pemisah terbaik berubah menjadi:

$$\text{Min } \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_i \xi_i,$$

ξ adalah penalti yang diberikan karena SVM tidak mengelompokkan data secara benar. C adalah parameter yang menentukan besar

penalti akibat kesalahan dalam klasifikasi data dan nilainya ditentukan oleh pengguna. Bentuk persamaan di atas memenuhi prinsip SRM, dimana meminimumkan $\frac{1}{2} \|w\|^2$ ekuivalen dengan meminimumkan dimensi dan meminimumkan c berarti meminimumkan eror pada data pelatihan.

Pencarian bidang pemisah terbaik pada non-linier data dapat dilakukan dengan cara yang hampir sama dengan kasus dimana data dipisahkan secara linier, tetapi rentang nilai α_i adalah $0 \leq \alpha_i \leq C$. Data yang memiliki nilai $\alpha_i = C$ disebut *bounded support*



Gambar 3. Pemetaan dari input space ke feature space

Feature space dalam prakteknya biasanya memiliki dimensi yang lebih tinggi dari vektor input (*input space*). Hal ini mengakibatkan komputasi pada *feature space* mungkin sangat besar, karena ada kemungkinan *feature space* dapat memiliki jumlah *feature* yang tidak terhingga dan sulit mengetahui fungsi transformasi yang tepat. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan *metode kernel*.

Fungsi *kernel* yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Kernel Linier : $K(x_i, x) = x_i^T x$
- b. Polynominal Kernel : $K(x_i, x) = (\gamma \cdot x_i^T x + r)^p, \gamma > 0$
- c. Radial Basis Function : $K(x_i, x) = \exp(-\gamma \|x_i - x\|^2), \gamma > 0$

2.3. Karakteristik SVM

1. Secara prinsip SVM adalah *linear classifier*.
2. Mentransformasikan data pada input space ke ruang yang berdimensi lebih tinggi, dan optimisasi dilakukan pada ruang vector yang baru tersebut. Hal ini membedakan SVM dari solusi pattern recognition pada umumnya, yang melakukan optimisasi parameter pada ruang hasil transformasi yang berdimensi lebih rendah daripada dimensi input space.
3. Menerapkan strategi *Structural Risk Minimization* (SRM).

vector. Dari Gambar 2.3 , teknik komputasi yang digunakan untuk menentukan Langrange multiplier menjadi :

$$\min_{w,b,\alpha} L_p(w,b,\alpha) = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \left(\sum_{i=1}^n \xi_i \right) - \sum_{i=1}^n \alpha_i \{y_i(x_i \cdot w + b) - 1 + \xi_i\} - \sum_{i=1}^n \mu_i \xi_i$$

Metode lain untuk mengklasifikasi data yang tidak dapat dipisahkan secara linier adalah dengan mentrans-formasikan data ke dalam dimensi ruang fitur (*feature space*) sehingga dapat dipisahkan secara linier pada *feature space*.

4. Prinsip kerja SVM pada dasarnya hanya mampu menangani klasifikasi dua class.

2.4. Kelebihan SVM

Dalam memilih solusi untuk men-yelesaikan suatu masalah, kelebihan dan kelemahan masing-masing metode dalam pengklasifikasian harus diperhatikan. Selanjutnya metode pengklasifikasian yang tepat dipilih dengan memperhatikan karakteristik data yang diolah. Dalam hal ini, berbagai studi telah menunjukkan kelebihan metode SVM dibandingkan metode *neural network*.

Kelebihan SVM antara lain sebagai berikut :

1. Generalisasi
Generalisasi didefinisikan sebagai kemampuan suatu metode untuk mengklasifikasikan suatu *pattern*, yang tidak termasuk data yang dipakai dalam fase pembelajaran metode itu.
2. *Curse of dimensionality*
Curse of dimensionality didefinisikan sebagai masalah yang dihadapi suatu metode pengklasifikasian dalam mengestimasi parameter dikarenakan jumlah sampel data yang relatif sedikit dibandingkan dimensional ruang vektor data tersebut. Semakin tinggi dimensi dari ruang vektor informasi yang diolah, membawa konsekuensi dibutuhkan-nya jumlah data dalam proses pembelajaran. Generalisasi yang diperoleh oleh SVM tidak dipengaruhi oleh dimensi dari input. Hal ini merupakan alasan mengapa SVM merupakan salah satu metode yang tepat

dipakai untuk memecahkan masalah berdimensi tinggi, dalam keterbatasan sampel data yang ada.

3. Feasibility

SVM dapat diimplementasikan relatif mudah, karena proses penentuan support vector dapat dirumuskan dalam QP problem.

2.5. JPEG (Joint Photographic Expert Group)

Format JPEG adalah format gambar yang telah mengalami kompresi semaksimal mungkin untuk kepentingan *sharing* dan *preview*. Format JPEG saat ini telah dikenal sebagai format yang paling portabel untuk data gambar. Semua *software* grafis dapat membuka format *file* ini, bahkan untuk aplikasi lain contohnya audio atau aplikasi *accounting* dapat membuka format *file* ini jika memerlukan data gambar. Setiap pixel pada *file* JPEG memiliki 3 nilai untuk masing-masing warna digital (RGB). Tiap pixel pada *file* JPEG memiliki kedalaman 8 bit.

Kompresi dalam JPEG tidak menggunakan metode 'lossless', namun menggunakan metode 'loosy', artinya seiring dengan kompresi ukuran *file* yang semakin kecil, data gambar juga hilang.

Keunggulan format JPEG adalah ukurannya yang sangat kecil sehingga sangat portable dan memudahkan *preview* serta *sharing* dengan cepat. Sedangkan kekurangan adalah format kompresinya yang 'loosy' sehingga kualitas gambar cenderung menurun. Untuk kepentingan *preview* mungkin ini tidak menjadi masalah.



Gambar 4. jpeg menyimpan 3 warna pada setiap pixel

2.6. Gabor Filter

Salah satu bentuk teknik *feature extraction* adalah dengan menggunakan *Gabor filter*. *Gabor Filter* mempunyai prinsip dasar *bandpass filter* (*range* frekuensi). Filter ini akan membatasi frekuensi

sehingga diharapkan dalam batas frekuensi tertentu, akan mampu memfilter gangguan yang terjadi. Gabor Filter merupakan filter yang ideal dalam melakukan proses aplikasi tekstur sehingga pola utama dari sebuah data dapat tetap dipertahankan. Tujuan utama Gabor Filter ini dalam pengolahan adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari gambar. Gabor filter banyak diaplikasikan pada citra (gambar)

Metode Gabor filter memiliki komponen real dan imajiner yang merepresentasikan arah orthogonal (tegal lurus). Kedua komponen tersebut dapat dijadikan suatu bilangan kompleks atau digunakan tersendiri.

Complex :

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi\frac{x'}{\lambda} + \psi\right)$$

Real :

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \sin\left(2\pi\frac{x'}{\lambda} + \psi\right)$$

Imajiner :

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \exp\left(i\left(2\pi\frac{x'}{\lambda} + \psi\right)\right)$$

Dimana :

$$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta$$

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta$$

λ = *wavelength* dari faktor cosinus Gabor filter kernel

θ = orientasi normal untuk garis parallel dari fungsi Gabor

ψ = *phase offset*

σ = sigma dari gaussian envelope

γ = aspek ratio spatial menentukan *ellipticity* dari fungsi Gabor.

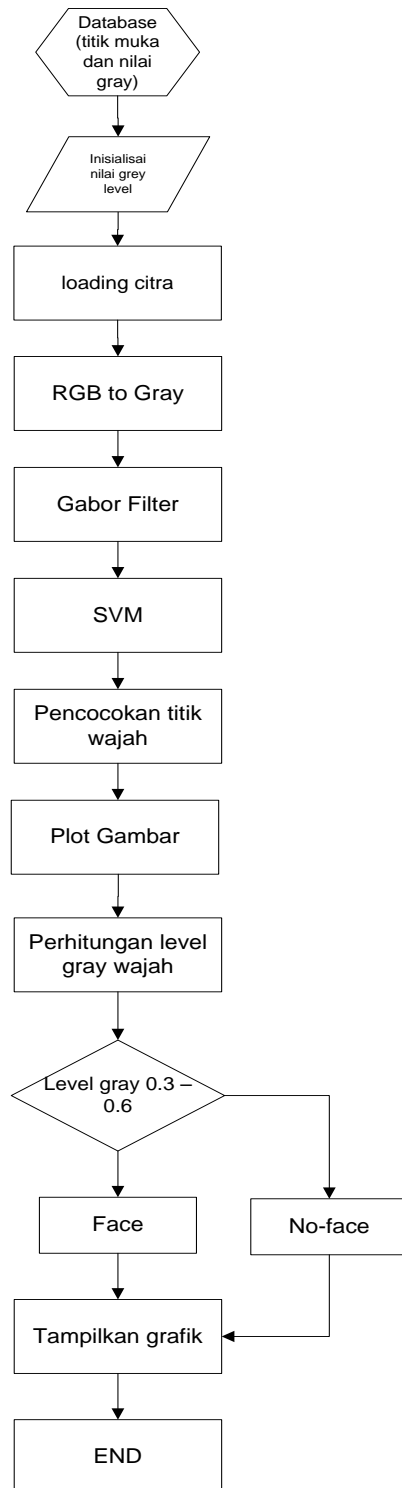
2.6. Pencocokan Citra Digital

Pencocokan citra adalah dasar proses otomatisasi pada rangkaian proses fotogrametri. Pencocokan citra juga dapat digunakan dalam proses orientasi relatif untuk menentukan titik pada citra.

Metode pencocokan citra yang banyak dipakai untuk keperluan proses fotogrametri adalah berbasis area (*area-based*) dan berbasis unsur (*feature-based*). Metode berbasis area menggunakan komposisi nilai derajat keabuan (*gray level*) citra sebagai sampel yang akan diuji dalam penelitian. Metode area based matching merupakan metode yang paling mudah dilakukan dan memberikan hasil pencocokan yang relatif cepat (Ilham, 2007). Metode ini juga memiliki akurasi yang cukup tinggi untuk area yang memiliki tekstur baik dan unik, dan pada beberapa kasus tingkat akurasi dari kecocokan dapat dinyatakan kuantitasnya dalam unit angka. Area based matching pada dasarnya

adalah proses pengidentifikasian titik dilakukan dengan cara memilih titik di citra pada objek yang mudah dikenal.

3. Blok Diagram



Gambar 5.Flowchart pendeteksi wajah menggunakan SVM dan gabor filter

Langkah pertama dalam perancangan simulasi Pendeteksi wajah menggunakan SVM dan *gabor filter* adalah merancang dan membuat flowchart, sehingga memudahkan dalam membuat program. Program yang digunakan adalah MATLAB versi R2010a dan citra yang digunakan adalah format JPEG (*Joint Photographic Expert Group*). Dengan proses yang terdiri dari beberapa tahap, maka output akhir dari simulasi berupa citra wajah manusia dengan format JPEG (*Joint Photographic Expert Group*). Sistem yang digunakan pada simulasi ini mempunyai flowchart keseluruhan sebagai berikut :

3.1.Database

Database ini berisikan sebuah data berupa titik wajah manusia dan nilai *gray* pada suatu wajah. Ini merupakan suatu contoh model sebagai titik acuan untuk menemukan area wajah pada citra

3.2.Inisialisasi Level Gray

Dalam tahap ini, inisialisasi *gray level* agar program dapat membaca pada waktu proses pengklasifikasian berdasar-kan warna *gray*. *Gray level* untuk menentukan persentasi warna *gray* pada wajah pada gambar yang kemudian gambar wajah tersebut diklasifikasikan dalam kategori wajah dan non-wajah.

3.3.RGB ke Grayscale

Pada tahap ini, input citra mempunyai warna RGB dan selanjutnya akan dirubah menjadi skala *gray* untuk lebih memudahkan dalam proses pendeteksian wajah.

3.4.Gabor filter

Gabor filter adalah suatu proses esktraksi citra sehingga menampilkan ciri-ciri utama pada citra berdasarkan persentasi nilai *gray*.

3.5.SVM (support Vector Machine)

Nilai *gray* pada *database* menjadi acuan untuk menemukan area wajah sehingga SVM mudah untuk mengklasifikasikan bagian-bagian pada citra yang merupakan kategori wajah.

3.6.Pencocokan titik-titik wajah

Setelah tahap gabor dan SVM untuk mendeteksi wajah, program akan secara sensitif menemukan wajah-wajah yang terdeteksi pada citra. Kemudian hasil dari pendeteksi wajah tersebut akan diujikan lagi dengan mengatur nilai *gray* untuk warna kulit sehingga hasil lebih akurat.

3.7. Plot gambar terdeteksi

Dari beberapa tahap proses, maka bagian-bagian yang telah terdeteksi sebagai wajah akan di ekstraksi (*crop*) dan hasil output dari program akan lebih akurat dan detail.

3.8. Nilai Gray Level

untuk setiap citra masuk dalam kategori wajah atau bukan wajah. Untuk setiap bagian-bagian yang telah terdeteksi maka program akan menghitung sendiri nilai gray yang berupa angka. Dari nilai *gray* yang diperoleh bisa dilihat

3.9. Range Level Gray

Nilai *range gray* yang digunakan adalah sesuai dengan keinginan *user*. *User* bisa merubah-ubah nilai *range* tersebut sehingga terlihat perbedaan setiap *range gray* nya dirubah. *Range* nilai ini yang digunakan untuk menentukan bagian-bagian yang telah terdeteksi untuk masuk kategori wajah dan yang terdeteksi bukan wajah.

3.10. Face dan No-Face

Tidak menutup kemungkinan ada bagian pada citra yang terdeteksi sebagai wajah namun bukan bagian wajah. Nilai *gray* yang telah diatur oleh *user*, mengklasifikasikan bagian-bagian yang terdeteksi kedalam kategori wajah dan non-wajah.

3.11. Tampilan Grafik dan End

Hasil dari output citra yang telah diekstraksi, diperoleh nilai *gray*. Program akan mengambil data tersebut dan mengubahnya dalam bentuk grafik sehingga terlihat bagian bagian yang telah terdeteksi adalah bagian wajah seluruhnya atau ada bagian yang ternyata tidak masuk kategori wajah. Dari grafik tersebut, bisa dilihat berapa banyak eror (bagian yang bukan wajah terdeteksi) yang telah dideteksi.

4. Hasil Simulasi Dan Analisa

4.1. Hasil Simulasi

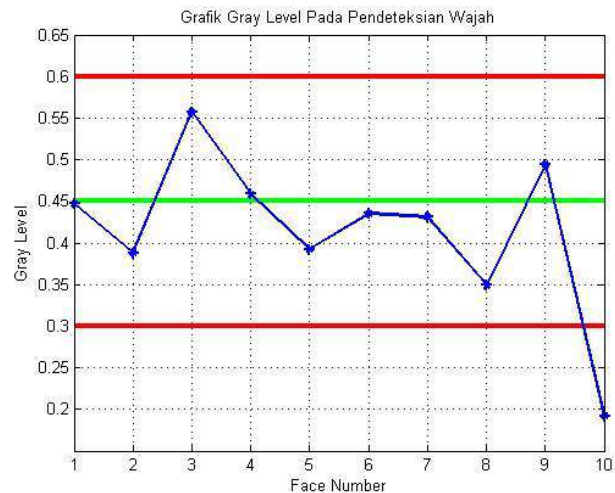
Hasil output yang didapat untuk tiap citra input dengan *gray level* yang di *setting* secara manual pada tombol adalah sebagai berikut :

Percobaan 1

Gray level = 0.3 s/d 0.6



Gambar 6 Hasil percobaan 1 dengan *gray level* 0.3 s/d 0.6



Gambar 7 Grafik *gray level* percobaan 1

Tabel 4.1 nilai *Gray* percobaan 1 :

Face of number	Nilai <i>Gray</i>	Face atau no-face
1	0.4471	Face
2	0.3882	Face
3	0.5569	Face
4	0.4588	Face
5	0.3922	Face
6	0.4353	Face
7	0.4314	Face
8	0.3490	Face
9	0.4941	Face
10	0.1922	No face

Analisa:

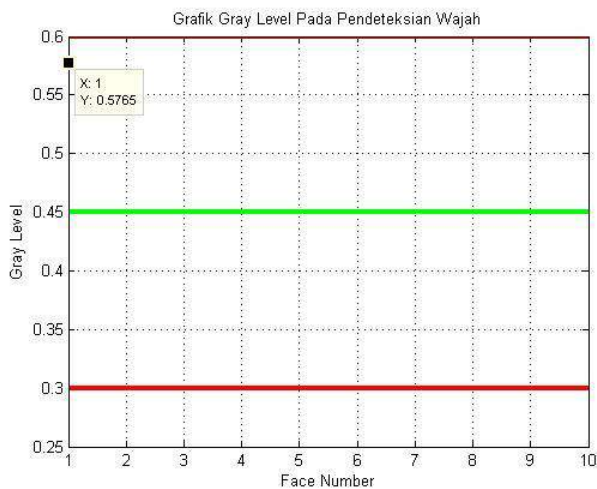
Nilai wajah rata-rata adalah di antara 0.3 sampai dengan 0.6. Nilai 0.1922 merupakan bukan wajah, gambar tersebut merupakan celana jeans berwarna gelap sehingga nilai *gray* nya juga kecil. Semakin gelap warna pada gambar semakin kecil nilai *gray*nya karena dipengaruhi banyaknya warna hitam.

Percobaan 2:

Gray level 0.3 s/d 0.6



Gambar 8 Hasil percobaan 7 dengan *Gray level* 0.3 s/d 0.6



Gambar 9 Grafik *gray level* percobaan 2

Analisa:

Pada percobaan 2, citra yang digunakan adalah citra manusia dan hewan. Hal ini bertujuan sebagai pembandingan untuk mendeteksi hanya wajah manusia. Gambar hewan pada citra tidak terdeteksi dikarenakan

gambar pada *database* adalah wajah manusia sehingga posisi tiap *set point* dan jarak antar *set point* wajah pada *database* juga berbeda dengan posisi dan jarak antar *set point* wajah pada hewan. Sedangkan nilai *gray* untuk wajah yang terdeteksi dan dikategorikan kedalam *face* adalah 0.5765.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dalam perancangan program sistem pendeteksian wajah dengan melihat hasil simulasi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai *gray level* sangat berpengaruh dalam pendeteksian wajah walaupun sebelumnya telah terdeteksi.
2. Batas nilai *gray level* yang ideal untuk mendapatkan hasil pendeteksian wajah sesuai objek adalah 0.25 s/d 0.6.5
3. SVM berfungsi mengklasifikasikan nilai *grayscale* pada wajah melalui titik-titik utama wajah. Sehingga pendeteksian objek wajah baik.
4. Intensitas cahaya berpengaruh pada nilai *gray* sebuah gambar. Semakin terang warna *gray* nya, maka kulit seorang manusia makin putih atau cahayanya semakin terang.

Posisi wajah menentukan gambar akan terdeteksi, posisi wajah yang banyak terdeteksi ketika wajahnya menghadap lurus kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anto Satrio Nugroho, *Pengantar Support Vector Machine*, 2007.
- [2]. Krisantus, *Tutorial Svm Bahasa Indonesia*, S1 Teknik Informatika-Institute Teknologi Bandung, 2007.
- [3]. Lim, Resmana dan Yulia R.O.P, *Pelacakan dan Pengenalan Wajah menggunakan Webcam dan Metode Gabor Filter*, Tugas Akhir Teknik Informatika-Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- [4]. Sukardy dkk, *Pengenalan Wajah dengan Metode Gabor Wavelet*, Skripsi Sarjana Komputer Teknik Informatika- Universitas Bina Nusantara, 2008.
- [5]. www.wikipedia.com/bitmap Yuwana, Buddhi, *Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Metode Gabor Wavelet*, Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Kristen Petra Surabaya, 2002

Kode Makalah: C5-20

SISTEM INFORMASI PENCATATAN TRANSAKSI PEMINJAMAN ALAT LABORATORIUM BERBASIS *WEB FRAMEWORK*

Mauldy Laya¹ dan Refirman²^{1,2}. Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16425, IndonesiaE-mail: dylaya@gmail.com, releon@rocketmail.com

Abstrak

Dalam era BYOD (*Bring Your Own Device*) penggunaan aplikasi perangkat lunak ataupun sistem informasi adalah suatu keharusan. Di lain sisi, aktifitas peminjaman alat di beberapa laboratorium komputer yang dikelola oleh Jurusan di Politeknik Negeri Jakarta masih dilakukan secara manual. Pada makalah ini diajukan sebuah sistem informasi untuk mencatat transaksi peminjaman alat laboratorium. Sistem terdiri atas *barcode scanner*, komputer dan *server*. Sistem informasi dibuat berbasis web dengan menggunakan *Laravel Framework* dan basis data MySQL. Sistem informasi telah dibuat dan dalam pengujian dapat berjalan dengan baik. Proses pencatatan transaksi peminjaman dan pengembalian alat yang melibatkan proses pembacaan *barcode*, pencarian data di basis data, dan menampilkan hasil transaksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Sejarah transaksi peminjaman dan pengembalian dapat dilihat dengan mudah oleh seorang admin.

Abstract

Information systems of laboratory device borrowing transactions recording of web-based framework. In the era of BYOD (bring your own device) use a software application or information system is a must. On the other hand, a tool lending activities in several computer labs managed by the Department of State Polytechnic of Jakarta is still done manually. In this paper proposed an information system to record lending transactions laboratory equipment. The system consists of barcode scanners, computers and servers. Web-based information system created using Laravel Framework and MySQL database. The information system has been created and the test can be run properly. Transaction recording process of borrowing and repayment tool that involves the process of barcode reading, searching the data in the database and displays the transaction result goes as desired. Transaction history of borrowing and repayment can be seen easily by an admin.

Keywords: information system, laravel framework, transactions recording, web-based framework.

1. Pendahuluan

Dalam era komputerisasi dan era komputer pribadi bahkan sudah sampai era BYOD (*Bring Your Own Device*), maka penggunaan aplikasi perangkat lunak ataupun sistem informasi adalah suatu keharusan untuk menggantikan sistem manual. Pada era ini memungkinkan kita bekerja dengan memanfaatkan perangkat komputer bergerak seperti *smartphone* ataupun *tablet*. Aplikasi yang tidak banyak dipermasalahkan dengan spesifikasi perangkat keras ataupun sistem operasi yang digunakan adalah yang berbasis web. Para pengembang perangkat lunak banyak menggunakan metodologi pembuatan perangkat lunak modern dan *framework* web dikarenakan banyak kelebihan seperti lebih cepat, lebih

aman, struktur lebih jelas dengan membedakan logika, antar muka dan data. Sebaliknya, *framework* memiliki kekurangan dimana perlu mempelajari lebih dalam sehingga kebanyakan digunakan untuk aplikasi yang besar [1]. *Framework* juga digunakan untuk mengatur basis data dengan membungkus perintah-perintah dasar SQL yaitu *Insert*, *Update*, *Delete*, dan *Select* [2].

Hampir semua *framework* menggunakan konsep MVC (*Model View Controller*) yang membedakan antara bagian data, bagian logika dan bagian tampilan. Salah satu contohnya adalah *framework* FDF yang menawarkan beberapa kelebihan berbasis bahasa pemrograman PHP [3]. Penelitian yang mengarah kepada *framework* didasarkan pada evolusi landasan aplikasi. Evolusi dari *mainframe* ke *client/server* dan

sekarang ini adalah era berbasis web [4]. *Framework* saat ini populer adalah Laravel. *Framework* ini memiliki banyak fitur yang berbeda dimana lebih mudah ditulis ulang, lebih mudah dirawat dengan menyediakan dasar dengan sintak yg jelas. Laravel 4 adalah udara segar yg dibutuhkan komunitas PHP setelah bertahun-tahun tidak berkembang. Laravel menambahkan fitur PHP 5 dan menjadikannya sebuah *framework* yang membuat sesuatu mungkin dari yang sebelumnya tidak mungkin [5].

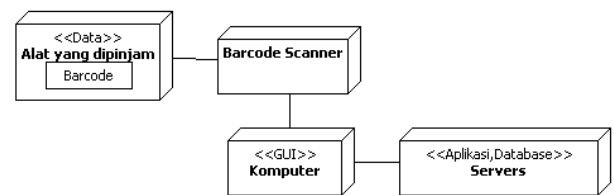
Di sisi lain dalam era komputer sekarang ini, beberapa laboratorium komputer yang dikelola oleh Jurusan di Politeknik Negeri Jakarta, selain digunakan untuk kegiatan praktikum juga melayani peminjaman alat-alat inventaris seperti proyektor, kabel, komputer dan sebagainya. Selama ini sistem peminjaman masih dilakukan secara manual dan tradisional. Pencatatan dilakukan pada selembar kertas dengan format tabel tertentu. Beberapa permasalahan sering muncul diantaranya sulit terbacanya tulisan peminjam, tidak seragamnya isi yang ditulis dalam hal yang dipinjam dan peminjam itu sendiri, sulit menghitung alat yang keluar dan persediaan yang ada, hingga sangat sulit melacak siapa yang pernah meminjam alat tertentu apabila rusak ataupun hilang. Beberapa permasalahan tersebut ingin dikurangi bahkan apabila memungkinkan dihilangkan seluruhnya.

Dengan melihat kelebihan web dan *framework*, membuat kami menggunakan keduanya dalam penelitian ini untuk mengatasi permasalahan sehingga dapat merubah cara lama yang penuh dengan kekurangan menjadi cara baru yang diharapkan penuh dengan kelebihan serta kemudahan. Web juga menjamin bahwa hasil penelitian ini dapat digunakan untuk jangka waktu yang lebih lama.

2. Metode Penelitian

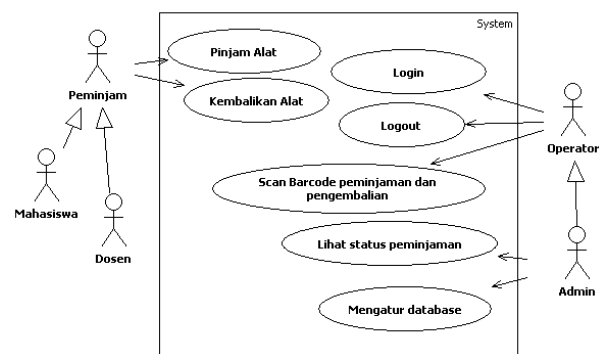
Sistem informasi dibuat dengan menerapkan daur hidup pengembangan sistem secara umum [6] . Beberapa diantaranya adalah tahapan analisa dan desain dari sistem yang dibuat. Analisa ditujukan untuk mendapatkan spesifikasi yang benar-benar diinginkan dan dibutuhkan oleh pengguna. Desain ditujukan untuk menggambarkan sistem dengan menggunakan simbol-simbol sehingga mudah untuk dikomunikasikan antar tim pengembang [7]. Untuk penggambaran sistem digunakan standar simbol-simbol diagram UML [8]. Semua ini bertujuan untuk mengikuti standarisasi agar sistem dapat dimengerti, diterapkan dan berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan. Pembuatan sistem dimulai dari pengambilan kebutuhan, kemudian dilanjutkan dengan analisis, perancangan, implementasi dan diakhiri dengan pengujian sistem.

Pada tahap pertama, yaitu pengambilan kebutuhan dan analisis didapatkan hubungan antar perangkat yang akan menjadi sistem. Pada gambar 1 terlihat hubungan antar perangkat yang membentuk sistem. Sistem terdiri atas data, *Barcode Scanner*, Komputer, dan *Server*. Data adalah alat yang dipinjam. Alat tersebut telah diberi label *barcode*. Data yang berbentuk kode garis, akan dirubah menjadi teks oleh *Barcode Scanner*. Teks hasil akan menjadi input bagi komputer dan meneruskannya ke aplikasi di *server* untuk dicek statusnya.



Gambar 1. Hubungan antar perangkat

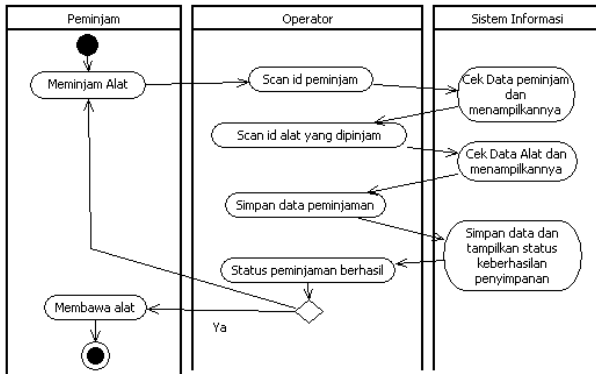
Pengguna sistem terdiri atas mahasiswa, dosen, operator dan admin. Seperti terlihat pada gambar 2 yaitu peminjam apakah itu mahasiswa atau dosen dapat melakukan peminjaman alat dan mengembalikan alat. Petugas apakah itu operator atau admin dapat masuk dan keluar sistem informasi, melakukan pindai kode alat yang dipinjam atau dikembalikan. Admin sendiri dapat melakukan proses pengaturan basis data dan memonitor status peminjaman.



Gambar 2. Diagram usecase

Aktifitas yang terjadi pada sistem informasi terutama yang berhubungan dengan peminjaman alat, dapat dilihat pada gambar 3. Peminjam dalam hal ini mahasiswa ataupun dosen memberitahu/menunjukkan kepada operator identitasnya dan alat yang akan dipinjam. Selanjutnya operator akan melakukan pindai *barcode* dan sistem akan mencari data dan menampilkan hasilnya. Setelah semua alat yang ingin dipinjam telah ditampilkan pada layar komputer, operator atau admin dapat menyimpan data-data

tersebut ke basis data lewat tombol simpan. Apabila penyimpanan data berhasil, sistem akan menampilkan hasilnya dan peminjam dapat membawa alat yang dipinjam. Demikian pula dengan penyimpanan apabila tidak berhasil, maka sistem akan menampilkan pemberitahuannya dan operator dapat melakukan ulang peminjaman alat.



Gambar 3. Diagram aktifitas

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 4. Tampilan peminjaman

Implementasi sistem berupa aplikasi perangkat lunak yang dibuat dengan menggunakan PHP Web Framework Laravel versi 4.2 dan basis data MySQL 5.5. Aplikasi dijalankan pada komputer operator yang bertugas melayani peminjaman peralatan. Beberapa tampilan layar dari aplikasi sistem yang telah dibuat terlihat pada dibawah ini. Gambar 4, memperlihatkan tampilan peminjaman terdiri atas nama peminjam dan alat yang dipinjam. Data pada kedua sisi didapatkan dari hasil scan kode alat atau dengan memasukkan manual lewat kotak teks.

Gambar 5 merupakan contoh tampilan daftar alat yang dapat dipinjam. Tampilan berupa tabel yang berisi data-data penting termasuk foto alat dan kode alat

dalam bentuk barcode. Hanya seorang admin yang dapat mengakses daftar alat.



Gambar 5. Daftar Alat



Gambar 6. Status Alat

Gambar 6 merupakan contoh tampilan daftar alat yang belum dikembalikan oleh peminjam. Tampilan berupa tabel yang berisi data waktu pinjam, kode alat, foto alat, nama peminjam dan foto peminjam.



Gambar 7. Daftar Mahasiswa

Gambar 7 merupakan tampilan daftar mahasiswa. Tampilan berupa tabel yang berisi data nim, nama, prodi, foto mahasiswa, nama admin, dan barcode mahasiswa. Kode ini merupakan pengenal bagi setiap mahasiswa yang didapat dari nim dan ditempel pada kartu pengenal atau yang lainnya sehingga dapat di scan pada mesin barcode scanner. Tampilan dibuat dengan paging sehingga apabila datanya banyak dapat ditampilkan pada halaman selanjutnya. Hanya seorang admin yang dapat mengakses halaman ini.

Gambar 8. Transaksi Peminjaman

Gambar 8 merupakan tampilan daftar transaksi peminjaman alat. Tampilan berupa tabel yang berisi data kode alat, merek alat, nama peminjam, nama pengembali, waktu pinjam, waktu kembali, keterangan apabila ada dan operator atau admin yang bertugas pada transaksi peminjaman tersebut. Tampilan juga menggunakan *paging* dan hanya admin yang dapat mengakses halaman ini.

Setelah aplikasi selesai dibuat, maka langkah berikutnya adalah memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan sesuai dengan sistem yang telah direncanakan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 perangkat komputer laptop. Pertama, Laptop merek HP dengan spesifikasi CPU core i3 2GHz, Ram 2G, Harddisk 500GB dan sistem operasi Windows 7. Kedua, Laptop merek Lenovo dengan spesifikasi CPU dual core 1.5GHz, Ram 1.5G, Harddisk 160GB dan sistem operasi Ubuntu Linux. Kedua laptop telah terinstall aplikasi server web apache 2, server database MySQL 5.5, PHP 5.4, Laravel 4.2, dan browser Chrome.

Data-data dasar pengujian sudah dimasukkan sebelumnya ke basis data yaitu berupa data mahasiswa, data dosen, dan data alat-alat yang dapat dipinjam. Kode *barcode* identitas alat telah dicetak dan ditempelkan pada alat. Demikian halnya dengan kode identitas peminjam. Pengujian dilakukan dengan 4 skenario. Pertama, apakah sistem dapat mengenali dan menampilkan data alat yang dipinjam dan peminjamnya. Kedua, apakah sistem dapat mengenali dan menampilkan data alat yang dikembalikan dan pengembalnya. Ketiga, apakah sistem dapat menyimpan transaksi peminjaman dan menampilkan hasilnya. Keempat, apakah sistem dapat menyimpan transaksi pengembalian dan menampilkan hasilnya. Masing-masing skenario dilakukan ujicoba sebanyak 20 kali dengan data peminjam, pengembali, alat yang dipinjam dan dikembalikan berbeda-beda.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

No	Pengujian	Jumlah pengujian	Hasil
1	Pembacaan barcode di halaman peminjaman	20	Semua data dikenali dan data alat serta peminjam dapat ditampilkan
2	Pembacaan barcode di halaman pengembalian	20	Semua data dikenali dan data alat serta pengembali dapat ditampilkan
3	Penyimpanan transaksi peminjaman	20	Semua data tersimpan dan dapat ditampilkan pada daftar transaksi
4	Penyimpanan transaksi pengembalian	20	Semua data tersimpan dan dapat ditampilkan pada daftar transaksi

Hasil pengujian seperti terlihat pada tabel 1, dimana semua pengujian didapatkan hasil yang diharapkan. Pada halaman peminjaman, semua hasil pindai *barcode* alat dan peminjam dapat dikenali dan data berupa nama serta foto dapat ditampilkan. Penyimpanan semua data transaksi peminjaman pada halaman ini juga dapat tersimpan seluruhnya dan dapat ditampilkan pada daftar transaksi peminjaman. Pada halaman pengembalian, semua hasil pindai alat dan pengembali juga dapat dikenali dan data serta foto dapat ditampilkan. Demikian juga dengan penyimpanan semua data transaksi pengembalian dapat tersimpan seluruhnya dan terlihat pada daftar transaksi bahwa alat telah dikembalikan dengan tercatatnya waktu pengembalian serta pengembalnya.

4. Kesimpulan

Beberapa hal yang dicapai dari penelitian ini yaitu sistem informasi yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik. Proses pencatatan transaksi peminjaman dan pengembalian alat yang melibatkan proses pembacaan *barcode* dan pencarian data di basis data serta menampilkan hasilnya berjalan sesuai yang diinginkan. Sejarah transaksi peminjaman dan pengembalian dapat dilihat dengan mudah oleh seorang admin untuk mengetahui status alat dan hal-hal lainnya yang diperlukan untuk keperluan yang akan datang. Hasil penelitian ini belum melihat apabila ada lebih dari satu laboratorium yang mengakses sistem secara bersamaan, oleh karena itu ujicoba kehandalan sistem perlu untuk dilakukan selanjutnya.

Daftar Acuan

- [1] Vuksanovic, I.P., Sudarevic, B., "Use of web application frameworks in the development of small applications", MIPRO, Proceedings of the 34th International Convention, 2011
- [2] Chanchai Supaartagorn, "PHP Framework For Database Management Based On MVC Pattern", International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), 2011
- [3] Wei Cui, Lin Huang, Li Jing Liang, Jing Li, "The Research of PHP Development Framework Based on MVC Pattern", Computer Sciences and Convergence Information Technology, ICCIT '09. 2009
- [4] Daniel M. Brandon, "Software engineering for modern Web applications : methodologies and technologies", Information Science References, 2008.
- [5] Hardik Dangar, "Learning Laravel 4 Application Development", Packt Publishing, 2013
- [6] B.B. Agarwal, S.P. Tayal, M. Gupta, Software Engineering and Testing, Jones and Bartlett Publishing, 2010
- [7] Arthur M. Langer, Analysis and Design of Information Systems, Springer, 2008
- [8] Sinan Si Alhir, Learning UML, O'Reilly, 2003.