



JURNAL TEKNIK

TEKNIK INFORMATIKA - TEKNIK MESIN - TEKNIK SIPIL - TEKNIK ELEKTRO - TEKNIK INDUSTRI

ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJA DI LANTAI PRODUKSI PADA PT. XACTI DEPOK JAWA BARAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE WORK SAMPLING

Hermanto

PENERAPAN METODE LINE BALANCING UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADA JALUR LINTASAN CPLG EXTENSION DI PT. ABC

Joko Supono, Tri Widodo

PENGUJIAN TEMPERATURE RISE TRANSFORMATOR 3 PHASA 1000 kVA TEGANGAN 20000/400 V

Sumardi Sadi

ANALISIS BIAYA PENGGUNA JALAN DI WILAYAH JABODETABEK

Sri Nuryati

SISTEM INFORMASI NILAI ONLINE BERBASIS WEB DI SMA NEGERI 20 KABUPATEN TANGERANG

Irfan Nasrullah, Saepudin

KINERJA LAPISAN GEOTEKSTIL PADA UMUR 5 TAHUN SETELAH PEMASANGAN

Almufid, Saiful Haq

APLIKASI SISTEM RAYONISASI PENERIMAAN SISWA BARU TINGKAT SMA NEGERI DI JAKARTA BARAT DENGAN METODE BUBBLE SORT

Rahma Farah Ningrum, Maya Pamela

SISTEM KONTROL TEMPERATUR MENGGUNAKAN PLC ZELIO SR2 B121 BD, SIMULASI PADA PROTOTYPE RUANGAN DENGAN SUHU 29°C - 36°C)

Lisa Fitriani Ishak, Sumardi Sadi, Dwi Pribadi

PENGARUH METANOL KADAR RENDAH TERHADAP EFISIENSI TERMAL MESIN DIESEL DENGAN EGR

Yafid Effendi

PERANCANGAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PEMBERIAN KARTU KREDIT DENGAN METODE MFEP (MULTI FACTOR EVALUATION PROCESS)

Yasni Djamain, Riri Wulandari Fenika

SISTEM INFORMASI PENDATAAN ALUMNI BERBASIS WEB STMIK LEPISI TANGERANG

Muhammad Jonni

ANALISIS CATU DAYA SISTEM TRANSFORMATOR PEMAKAIAN SENDIRI PADA SST DAN UST

H. Alief Maulana, Didik Aribowo, Chandra Arief B.

IMPLEMENTASI SISTEM LAYANAN INFORMASI AKADEMIK TERINTEGRASI WEB [STUDI KASUS: SMK TEKNOLOGI PLUS PADJADJARAN SUKABUMI]

Abdul Haris, Tiara Syahra

ANALISIS DESAIN OPTIMUM SPROKET RODA BELAKANG SEPEDA MOTOR KRITERIA BIAYA MATERIAL MINIMUM

Insana Jatmiko

PERANCANGAN APLIKASI MONITORING DATA ASET DAN INVENTARIS IT BERBASIS WEB PADA PT. TMS LOGISTICS

Mahpud, H. Syamsul Bahri

EVALUASI KUALITAS LAYANAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK DENGAN METODE SERVQUAL (STUDI KASUS DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO)

Aliyadi

ANALISA PENGUAT JACK HYDRAULIC KAPASITAS 5 TON

Bambang Suhardi Waluyo

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol Tangerang - Tlp. 021 - 51374916

	Jurnal	Vol.	No.	Hlm.	FT. UMT	ISSN
	Teknik	4	1	1-165	Januari 2015	2302-8734

JURNAL TEKNIK

Teknik Informatika ~ Teknik Mesin ~ Teknik Sipil
Teknik Elektro ~ Teknik Industri



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TANGERANG

Pelindung:

Dr. H. Achmad Badawi, S.Pd., SE., MM
(Rektor Universitas Muhammadiyah Tangerang)

Penanggung Jawab:

Ir. Saiful Haq, M.Si
(Dekan Fakultas Teknik)

Pembina Redaksi:

Rohmat Taufik, ST., M.Kom
Drs. H. Syamsul Basri

Pimpinan Redaksi:

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT

Redaktur Pelaksana:

Mahpud, M.Kom

Editor Jurnal Teknik UMT:

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT

Dewan Redaksi:

M. Jonni, M.Kom
Tri Widodo, ST., MT
Lenni, ST., MT
Elfa Fitria, S.Kom., M.Eng
Bambang Suhardi W., ST., MT
Yafid Efendi, ST., MT

Mitra Bestari:

Prof. Dr. Aris Gumilar
Dr. Ir. Doddy Hermiyono, DEA
Nur Fajar Yanta, M.Sc

JURNAL TEKNIK

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Tangerang

Alamat Redaksi:

Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33 Cikokol Tangerang
Tlp. (021) 51374916

Jurnal Teknik	Vol.	No.	Hlm.	UMT	ISSN
	3	2	1-165	Januari 2015	2302-8734

DAFTAR ISI

- ANALISIS PRODUKTIVITAS PEKERJA DI LANTAI PRODUKSI PADA PT. XACTI DEPOK JAWA BARAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE *WORK SAMPLING* - 1
Hermanto
- PENERAPAN METODE *LINE BALANCING* UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADA JALUR LINTASAN *CPLG EXTENSION* DI PT. ABC - 10
Joko Supono, Tri Widodo
- PENGUJIAN *TEMPERATURE RISE* TRANSFORMATOR 3 PHASA 1000 kVA TEGANGAN 20000/400 V - 24
Sumardi Sadi
- ANALISIS BIAYA PENGGUNA JALAN DI WILAYAH JABODETABEK - 32
Sri Nuryati
- SISTEM INFORMASI NILAI *ONLINE* BERBASIS *WEB* DI SMA NEGERI 20 KABUPATEN TANGERANG - 40
Irfan Nasrullah, Saepudin
- KINERJA LAPISAN GEOTEKSTIL PADA UMUR 5 TAHUN SETELAH PEMASANGAN - 52
Saiful Haq, Almufid
- APLIKASI SISTEM RAYONISASI PENERIMAAN SISWA BARU TINGKAT SMA NEGERI DI JAKARTA BARAT DENGAN METODE *BUBBLE SORT* - 59
Rahma Farah Ningrum, Maya Pamela
- SISTEM KONTROL TEMPERATUR MENGGUNAKAN *PLC ZELIO SR2 B121 BD*, SIMULASI PADA PROTOTYPE RUANGAN DENGAN SUHU 29 °C - 36 °C) - 66
Lisa Fitriani Ishak, Sumardi Sadi, Dwi Pribadi
- PENGARUH METANOL KADAR RENDAH TERHADAP EFISIENSI TERMAL MESIN DIESEL DENGAN *EGR* - 79
Yafid Effendi
- PERANCANGAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PEMBERIAN KARTU KREDIT DENGAN METODE *MFEP (MULTI FACTOR EVALUATION PROCESS)* - 84
Yasni Djainain, Riri Wulandari Fenika
- SISTEM INFORMASI PENDATAAN ALUMNI BERBASIS *WEB* *STMIK LEPISI TANGERANG* - 94
Muhammad Jonni
- ANALISIS CATU DAYA SISTEM TRANSFORMATOR PEMAKAAN SENDIRI PADA *SST* DAN *UST* - 102
H. Alief Maulana, Didik Aribowo, Chandra Arief B
- IMPLEMENTASI SISTEM LAYANAN INFORMASI AKADEMIK TERINTEGRASI *WEB* [STUDI KASUS: SMK TEKNOLOGI PLUS PADJADJARAN SUKABUMI] - 111
Abdul Haris, Tiara Syahra
- ANALISIS DESAIN OPTIMUM SPROKET RODA BELAKANG SEPEDA MOTOR KRITERIA BIAYA MATERIAL MINIMUM - 132
Insana Jatmiko
- PERANCANGAN APLIKASI MONITORING DATA ASET DAN INVENTARIS IT BERBASIS *WEB* PADA PT. TMS LOGISTICS - 136
Mahpud, H. Syamsul Bahri
- EVALUASI KUALITAS LAYANAN SISTEM INFORMASI AKADEMIK DENGAN METODE *SERVQUAL* (STUDI KASUS DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO) - 143
Aliyadi
- ANALISA PENGUAT JACK HYDRAULIC KAPASITAS 5 TON - 156
Bambang Suhardi Waluyo



**Sambutan Dekan
Fakultas Teknik**
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Puji Syukur kehadiran Allah Swt. karena berkat karunia dan ijin-Nyalah Tim penyusun Jurnal Teknik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang dapat menyelesaikan tugasnya tepat sesuai dengan waktu ditetapkan.

Saya menyambut baik diterbitkannya Jurnal Teknik Vol. 4 No. 1 Januari 2015, terbitnya jurnal ini, merupakan respon atas terbitnya Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi; Surat Dirjen Dikti Nomor 2050/E/T/2011 tentang kebijakan unggah karya ilmiah dan jurnal; Surat Edaran Dirjen Dikti Nomor 152/E/T/2012 tertanggal 27 Januari 2012 perihal publikasi karya ilmiah yang antara lain menyebutkan untuk lulusan program sarjana terhitung mulai kelulusan setelah 2012 harus menghasilkan makalah yang terbit pada jurnal ilmiah.

Terbitnya Jurnal ini juga diharapkan dapat mendukung komitmen dalam menunjang peningkatan kemampuan para dosen dan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang dilandasi oleh kejujuran dan etika akademik. Perhatian sangat tinggi yang telah diberikan rektor Universitas Muhammadiyah Tangerang khususnya mengenai *plagiarism* dan cara menghindarinya, diharapkan mampu memacu semangat dan motivasi para pengelola jurnal, para dosen dan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang semakin berkualitas.

Saya mengucapkan banyak terimakasih kepada para penulis, para pembahas yang memungkinkan jurnal ini dapat diterbitkan, dengan harapan dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin dalam peningkatan kualitas karya ilmiah.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang,

Ir. Saiful Haq, M.Si



**Pengantar Redaksi
Jurnal Teknik**
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Puji dan Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadapan Allah Swt. atas karunia dan lindungannya sehingga Jurnal Teknik Vol. 4 No. 1 Bulan Januari 2015 dapat diterbitkan.

Menghasilkan karya ilmiah merupakan sebuah tuntutan perguruan tinggi di seluruh dunia. Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu darma pendidikan, darma penelitian, dan darma pengabdian kepada masyarakat mendorong lahirnya dinamika intelektual diantaranya menghasilkan karya-karya ilmiah. Penerbitan Jurnal Teknik ini dimaksudkan sebagai media dokumentasi dan informasi ilmiah yang sekiranya dapat membantu para dosen, staf dan mahasiswa dalam menginformasikan atau mempublikasikan hasil penelitian, opini, tulisan dan kajian ilmiah lainnya kepada berbagai komunitas ilmiah.

Buku Jurnal yang sedang Anda pegang ini menerbitkan 16 artikel yang mencakup bidang teknik sebagaimana yang tertulis dalam daftar isi dan terdokumentasi nama dan judul-judul artikel dalam kulit cover Jurnal Teknik Vol. 3 No. 2 bulan Januari 2015 dengan jumlah halaman 1-155 halaman.

Jurnal Teknik ini tentu masih banyak kekurangan dan masih jauh dari harapan, namun demikian tim redaksi berusaha untuk ke depannya menjadi lebih baik dengan dukungan kontribusi dari semua pihak. Harapan Jurnal Teknik akan berkembang menjadi media komunikasi intelektual yang berkualitas, aktual dan faktual sesuai dengan dinamika di lingkungan Universitas Muhammadiyah Tangerang.

Tak lupa pada kesempatan ini kami mengundang pembaca untuk mengirimkan naskah ringkasan penelitiannya ke redaksi kami. Kami sangat berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan Jurnal Teknik ini semoga buku yang sedang Anda baca ini dapat bermanfaat.

Pimpinan Redaksi Jurnal Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang,

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT

SISTEM KONTROL TEMPERATUR MENGGUNAKAN PLC ZELIO SR2 B121 BD, SIMULASI PADA PROTOTYPE RUANGAN DENGAN SUHU 29 °C - 36 °C)

Lisa Fitriani Ishak, MT., Ir. Drs. Sumardi Sadi, MT., Dwi Pribadi

Universitas Muhammadiyah Tangerang

E-mail: *mardiesadi99@gmail.com*, *lisaishak09@gmail.com*

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan dan aplikasi sistem pada alat ini, dan dapat dimanfaatkan sebagai sistem *monitoring* serta kontrol otomatis temperatur ruangan. Sistem ini terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas sebuah *Programable Logic Control* (PLC) tipe *Zelio Logic SR2 B121BD*, Sebuah rangkaian temperatur LM35 dan *power supply* 24 VDC. Perangkat lunak pada sistem ini dibuat dengan menggunakan program *zeliosoft* versi 4.2. Penelitian ini menggunakan *zelio logic* sebagai kontrol suhu ruangan dengan *prototype* berukuran 20 x 40 x 25 cm, dan telah diberi atap seperti rumah dan 4 kipas diletakan di sisi panjang ruangan. Dari hasil uji coba pada alat ini, yang didasarkan pada suhu yang ditetapkan pada saat pemrograman di ladder *zelio soft*, maka ruangan atau prototip dapat dikendalikan pada suhu 30 °C - 36 °C.

Kata Kunci: PLC, *Zelio logic*, Sensor LM35.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang semakin maju serta memegang peranan sangat penting, dalam dunia industri pada saat ini. Teknologi yang modern dan terbaru harus mencakup secara sinergi antara efisiensi biaya, sumber daya alam serta sumber daya manusianya. Jika salah satunya diabaikan maka akan timbul masalah dikemudian hari. Kontrol kendali secara otomatis diberbagai bidang pada saat ini secara terus menerus dikembangkan, diantaranya adalah aplikasi pengendalian temperatur di ruangan yang dapat diatur dan ditampilkan. Sistem yang dibuat ini memanfaatkan kemampuan *Zelio Logic SR 121BD* dalam akuisisi data dan pengambilan keputusan. Kawasan temperatur yang dapat dikendalikan adalah keadaan temperatur lingkungan sekitar sampai dengan 90° *Celcius*. Pengambilan aplikasi mengenai temperatur ruang ini didasarkan pada besarnya pengaruh temperatur yang tidak hanya sebagai *noise* pada dunia elektronika tapi juga pengaruh pada dunia kesehatan (inkubator bayi, dan sebagainya), hasil kualitas produksi (makanan, pertanian, perkebunan dan sebagai-

nya), serta sistem keamanan gedung dan sebagainya. Keuntungan dari sistem ini adalah komponen rangkaian yang banyak dipasaran serta harganya cukup terjangkau sehingga dalam penggunaannya efisiensi biaya dapat dicapai, mudah dalam perawatan, temperatur dapat dimonitoring pada layar LCD, kemudahan dalam pengoperasian. Sistem pengontrolan suhu ruangan secara otomatis pada alat yang dirancang adalah untuk menjaga ruangan agar tetap stabil sesuai dengan program yang dibuat, serta menggunakan sistem pengatur ON OFF dan *zelio Logic* digunakan sebagai pusat untuk kontrol proses.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat dalam latar belakang, maka pada penelitian yang ditunjukkan untuk bagaimana merancang, mengaplikasikan dan mengontrol sistem di *zelio logic SR 121BD* untuk pengontrol temperatur dalam ruangan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan sistem pengontrol temperatur udara dalam ruangan menggunakan *zelio logic SR 121BD*

dibatasi pada:

1. Pengukuran temperatur udara dalam ruangan dengan jangkauan antara temperatur lingkungan ($\pm 30^\circ\text{C}$) sampai 36°C ;
2. Pengendalian temperatur ruang menggunakan sistem analog dari modul LM35;
3. Tidak membahas mekanisme sistem pemanas dan pendingin;
4. Tidak membahas perancangan secara mekanis dalam sistem pengaturan temperatur dalam ruangan; dan
5. Tidak membahas tentang perancangan catu daya yang dipakai dalam alat.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mengaplikasikan sistem Zelio logic SR 121BD untuk pengontrolan temperatur udara pada ruangan.
2. Untuk membuat alat kontrol temperatur yang lebih baik dan bisa digunakan pada berbagai aplikasi.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Programmable Logic Control

Pada tahun 1969, *General Motor Corporation* salah satu perusahaan otomotif dari amerika serikat memperkenalkan penggunaan PLC. Sesuai namanya PLC merupakan pengendali yang dapat diprogram berdasar logika yang diberikan. Alat elektronika digital yang menggunakan *programmable memory* untuk menyimpan intruksi dan untuk menjalankan fungsi-fungsi khusus seperti; logika, urutan (*sequence*), pewaktuan (*timing*), perhitungan dan operasi aritmatika untuk mengendalikan mesin dan proses disebut PLC (*Programmable Logic Control*) [1].

PLC memiliki komponen yang terhubung dengan peralatan input dan peralatan output, serta terhubung dengan PC (*Personal Computer*) untuk kebutuhan pemrograman. Secara umum PLC terbagi dalam beberapa komponen berikut [1]:

1. Power Supply

Power supply merupakan penyedia daya bagi PLC. jenis tegangan yang dimilikinya bisa berupa tegangan AC (*Alternating Current*) maupun tegangan DC (*Direct Current*), namun juga ada yang memiliki *power supply*

(24 VDC) *internal* yang bisa digunakan untuk menyediakan daya bagi peralatan *input/output* PLC.

2. Prosesor (*Central Processing Unit*)

Prosesor ialah bagian PLC yang berfungsi membaca dan mengeksekusi instruksi program. Prosesor mempunyai elemen kontrol yang disebut *Arithmetic and Logic Unit*, sehingga mampu mengerjakan operasi logika dan aritmatika.

3. Memori

Memori ialah tempat penyimpanan data dalam PLC memori ini umumnya menjadi satu modul dengan prosesor /CPU jika berbentuk memori eksternal maka itu merupakan memori tambahan.

4. Modul Input - Output

Ialah perantara dari PLC ke peralatan ke dunia nyata. modul input-output pada umumnya sudah menjadi satu kesatuan di dalam PLC, dan ada juga yang modul *input-output* tersendiri atau terpisah dari CPU.

5. Alat Pemrograman

Programming device ialah alat untuk membuat atau mengedit program PLC. Pada mulanya berupa *hand held programmer* mempunyai keuntungan dapat dibawa kemana sajakarena bentuknya kecil, namun alat ini sulit untuk melihat program secara keseluruhan karena yang ditampilkan ialah program per baris saja.

2.2 Smart Relay Zelio

Smart Relay Zelio adalah sebuah perangkat kendali otomatis dengan fisik yang kecil, namun memiliki kemampuan kendali yang tinggi, atau bisa disebut mini PLC (*Programmable Logic Control*) atau zelio merupakan sebuah pengontrol otomatis berbasis logika yang berukuran relatif kecil dan ringan sebagai pengganti sistem kendali konvensional seperti kontaktor dan relay biasa. Zelio termasuk mini PLC dengan *input/output* mulai dari 10 I/O sampai dengan 40 I/O. *smart relay* didesain untuk *automated systems* yang biasa digunakan pada aplikasi industri dan komersial. Untuk keperluan industri biasanya digunakan untuk aplikasi *small finishing, packaging* dan juga proses produksi. Selain itu juga digunakan untuk mesin-mesin yang berskala kecil sampai dengan yang skala besar dan terkadang juga diguna-

kan untuk *home industry*. Untuk sektor komersial atau bangunan biasa digunakan untuk alat penggulung, pintu masuk, instalasi listrik, kompressor dan lain-lain yang menggunakan sistem automasi [3].

Terdapat 2 tipe *smart relay* yaitu tipe *compact* dan tipe *modular*. Perbedaannya adalah pada tipe *modular* dapat ditambahkan *extension module* sehingga dapat ditambahkan input dan output. Meskipun demikian penambahan modul tersebut tetap terbatas hanya bisa ditambahkan sampai dengan 40 I/O. Selain itu untuk tipe *modular* juga dapat dimonitor dengan jarak jauh dengan penambahan modul [2].

Smart relay ini dirancang sebaik mungkin agar mudah dioperasikan dan dapat diprogram oleh *non-programmer* khusus. Oleh karena itu perancang *smart relay* telah menempatkan sebuah program awal (*interpreter*) di dalam piranti ini yang memungkinkan pengguna meinput program-program kontrol sesuai dengan kebutuhan mereka dalam kebutuhan mereka dalam suatu bentuk bahasa pemrograman yang relatif sederhana dan mudah untuk dimengerti dan dapat diubah atau diganti dengan mudah sesuai dengan kebutuhan. Pemrograman yang digunakan pada *smart relay Schneider* adalah dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara menggunakan tombol - tombol yang terdapat pada *smart relay* sehingga dapat mengubah program secara langsung dari *smart relay* tersebut. Selain itu pemrograman juga dapat menggunakan komputer yang menggunakan *software "Zelio Soft 2"* [3].

Cara kerja *smart relay* pertama adalah memeriksa kondisi input. *Smart relay* akan memeriksa setiap input yang ada. Kemudian semuanya akan diinputkan ke dalam memori. Langkah kedua adalah mengeksekusi program pada suatu instruksi. Sehingga kerja *smart relay* adalah berdasarkan program. Setiap kondisi ditentukan oleh programnya. Langkah terakhir *smart relay* mengatur status pada perangkat keluaran. Dapat kita lihat bahwa *smart relay* sangat penting dalam suatu proses [3].

Keuntungan menggunakan *Smart Relay* adalah [3]:

a. Pemrograman yang sederhana. Dengan adanya layar LCD yang besar dengan

backlight memungkinkan dilakukannya pemrograman melalui front panel atau menggunakan *Zelio Soft 2 Software*.

- b. Instalasi yang mudah.
- c. Harga lebih murah dibandingkan dengan menggunakan PLC.
- d. *Fleksibel*, kompak dan dapat ditambahkan modul tambahan bila diperlukan, dual *programming language*, dan *multiple power capabilities* (12VDC, 24VDC, 24VAC dan 120 VAC).
- e. *Open connectivity*. Sistem *Zelio* dapat dimonitor secara jarak jauh dengan cara menambahkan *extension* modul berupa modem. Juga tersedia modul *modbus* sehingga *Zelio* dapat menjadi *slave OLC* dalam suatu jaringan PLC.

2.2 *Smart Relay SR2B 121BD Schneider Electric*

Smart relay yang digunakan adalah merk *Telemecanique SR2B 121 BD* yang dibuat oleh pabrikan *Schneider*. *Smart relay* ini merupakan *Smart relay modular* yang dapat diexpand. *Software* yang digunakan untuk *Smart relay* ini adalah *Zelio Soft 2*. Yang menggunakan bahasa ladder diagram atau bisa juga menggunakan function block diagram. *Smart relay* yang digunakan dapat diexpand sesuai dengan kebutuhan. Sehingga input maupun output dapat ditambahkan pada *Smart Relay* ini. *Smart relay* ini juga memiliki layar yang dapat digunakan untuk melihat maupun mengganti program yang telah diinput ke dalam *Smart relay* ini. Pada layar tersebut juga terdapat *backlight* yang digunakan untuk menerangi layar tersebut untuk memudahkan pembacaan pada layar tersebut. *Smart relay* ini juga memiliki data backup yang dilakukan oleh *EEPROM Flash memory*. Komunikasi yang digunakan adalah jaringan *Modbus*. *Smart relay* ini memiliki *range power supply* yang 24 VDC. Batasan tegangan *supply*-nya adalah 19,2-30 VDC. Arus nominalnya 70 mA tanpa *extensions* jika menggunakan *extensions* 180 mA [3]



Gambar 2.1: Smart Relay Zelio

Dari gambar di atas dapat kita lihat terdapat layar yang dapat digunakan untuk melakukan pemrograman secara langsung dari smart relay tanpa harus menggunakan perangkat komputer. Dengan adanya tombol-tombol yang telah disediakan kita dapat memrogram dengan lebih mudah.

Zelio SR2 B121 BD merupakan *smart relay* generasi ke-2, jenis modular yang akan dipakai ini dirancang untuk sebuah sistem otomasi. Adapun keunggulan dari tipe modular ini adalah hanya membutuhkan *supply* 24 volt dengan I/O berjumlah 12 buah dan *input* analog berjumlah 4. Zelio SR2 B121 BD ini juga merupakan sebuah *smart PLC* yang memiliki CPU, *memory* dan *relay* yang terintegrasi di dalamnya. Selain itu juga, Zelio dengan tipe ini mampu untuk diekspansi jumlah *input/output*-nya. Berbeda dengan PLC biasa, Zelio SR2 B121 BD memiliki input analog yang berfungsi untuk memudahkan dalam penggunaan input berupa data analog dan perbandingan tegangan.

Untuk memprogram modul Zelio SR2 B121 BD ini dapat menggunakan dua cara, yaitu pertama dengan cara melalui panel depan modul Zelio dan kedua melalui programming workshop zelio soft 2. Bahasa pemrograman pada zelio soft 2 terdapat dua macam, yaitu *ladder* diagram dan FBD (*Functional Block Diagram*), Kedua bahasa pemrograman ini sama-sama mengimplementasikan *Predefine Function Block* seperti *timer* dan *counter* serta fungsi-fungsi spesifik yang lain. Zelio merupakan kumpulan dari *relay*, dimana relay adalah sebuah *device* yang bekerja berdasarkan gaya *electromagnetic* yang dapat menutup dan membuka sebuah kontak switch.

Relay pada mulanya dikembangkan untuk memudahkan dua kontrol elektronik, yaitu *remote control* dan *power amplification*. Contoh dari *power amplification* adalah *starting relay* pada sebuah mobil.

Kontak relay memiliki dua konfigurasi dasar yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC). *Normally Open* memiliki kondisi kontak open pada saat tidak di-energized dan kontak akan close bila di-energized. Sedangkan *Normally Closed* memiliki kondisi kontak *closed* pada saat tidak di-energized dan kontak akan *open* bila di-energized. Berdasarkan perjanjian, symbol relay selalu menunjukkan kondisi kontak pada saat tidak di-energized. Relay memiliki bermacam-macam variasi konfigurasi kontak. Seperti *double-pole/double-throw* (DPDT), *triple-pole/double-throw* (3PDT), *double-pole/single-throw* (DPST), *single-pole/single-throw* (SPST) dan sebagainya[1].

Switch dan *relay* digunakan secara luas pada industri-industri untuk mengontrol motor, mesin dan proses. *Switch* dapat menjalankan *single machine* on dan off, tetapi berbeda dengan jaringan *relay logic* yang dapat mengontrol proses yang dijalankan, menyalakan sebuah mesin, menunggu sampai proses selesai, kemudian menjalankan proses berikutnya.

Zelio logic tipe modular yang dapat ditambahkan *module* sesuai dengan kebutuhan. Tetapi penambahan *module* cukup terbatas. Hanya sampai 40 I/O saja. *Smart relay* ini memiliki performa yang cukup baik dibandingkan dengan *smart relay* yang lain karena memiliki bentuk yang kecil dan relatif lebih ringan dan memiliki jumlah input dan output yang cukup banyak dibandingkan dengan *smart relay* lain yang seukuran dan juga terdapat layar untuk memudahkan pengontrolan.

Programming dan instalasi yang mudah, *Zelio Logic* sangat cocok untuk semua aplikasi. *Zelio Logic* ini juga *fleksibel* menawarkan dua macam Option, yang pertama adalah *compact version* dimana pada versi ini memiliki konfigurasi yang fix, sedangkan untuk yang kedua yaitu *Modular version*, dapat ditambahkan extension Modules serta 2 bahasa programming (FBD atau ladder).

a) Secara *independen*, menggunakan tombol-

2.4 Kipas DC

Dalam kipas angin terdapat suatu motor listrik. Motor listrik tersebut mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Dalam motor listrik terdapat suatu kumparan besi pada bagian yang bergerak beserta sepasang pipih yang berbentuk magnet U pada bagian yang diam (permanen). Ketika listrik mengalir pada lilitan kawat dalam kumparan besi, hal ini membuat kumparan besi menjadi sebuah magnet. Karena sifat magnet yang saling tolak-menolak pada kedua kutubnya maka gaya tolak-menolak magnet antara kumparan besi dan sepasang magnet tersebut membuat gaya berputar secara periodik pada kumparan besi tersebut. Oleh karena itu baling-baling kipas angin dikaitkan ke poros kumparan tersebut. Penambahan tegangan listrik pada kumparan besi dan menjadi gaya kemagnetan ditujukan untuk memperbesar hembusan angin pada kipas angin. Kipas DC ini memakai tegangan sebesar 24 volt. Ukuran dari kipas DC ini bermacam-macam dari yang berukuran 5 cm sampai 12 cm [9].



Gambar 2.5: Fan 4 Inchi

2.5 Saklar tombol tekan

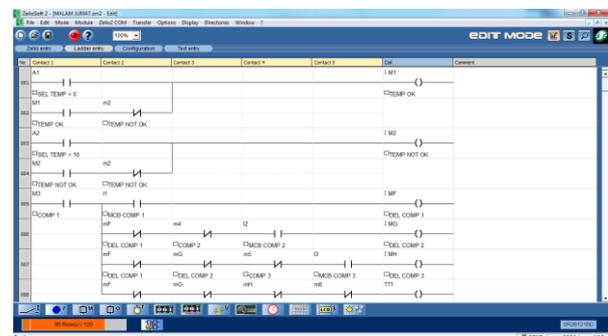
Saklar tombol tekan adalah suatu jenis peralatan kontrol yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan rangkaian listrik. Saklar tombol tekan dioperasikan secara manual dengan cara menekan tombolnya. Menurut kedudukan kontak-kontaknya tombol tekan dapat dibagi menjadi dua yaitu, *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC). Kontak NO kedudukan kontakannya dalam keadaan terbuka sebelum tombol dioperasikan atau ditekan. Apabila kontak NO tersebut ditekan maka kedudukan kontakannya akan berubah menjadi NC (tertutup), begitu juga sebaliknya untuk kontak NC dan ketika tombol dilepas maka kedudukan kontakannya akan kembali keposisi semula[1].



Gambar 2.6: Simbol Saklar

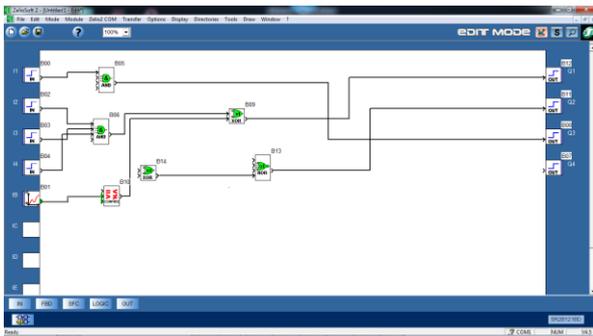
2.6 Perangkat Lunak /Software Zelio Soft V4.3

Pemrograman yang dipakai pada smart relay ini adalah menggunakan *software Zelio Soft 2*. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah *Ladder Diagram* (LD) dan *Function Block Diagram* (FBD). Pada gambar Gambar 2.11 dapat kita lihat contoh layout program yang menggunakan *ladder diagram*.



Gambar 2.7: Ladder Diagram

Pada *ladder language* terdapat dua macam symbol yang dapat digunakan yaitu *ladder symbol* dan *electrical symbol*. Pada *ladder symbol* terdapat 120 baris yang dapat digunakan untuk program. Fitur-fitur yang ada adalah *timer*, yang digunakan untuk menghitung *delay* baik *on/off*. *Counter* yang digunakan untuk menghitung maju atau mundur. *Analogue comparator* dan *counter comparator* yang digunakan untuk membandingkan. *Clock* yang digunakan untuk range waktu yang valid selama melakukan proses. *Control relay* yang digunakan sebagai *internal relay*. Input dan *output coil* dan juga terdapat kolom *comment* untuk memberi komentar pada tiap barisnya. Sedangkan gambar Gambar 2.16 adalah contoh layout yang menggunakan *FBD language*. *FBD* menyediakan *graphical programming* yang berdasarkan kegunaan dari *function block*.



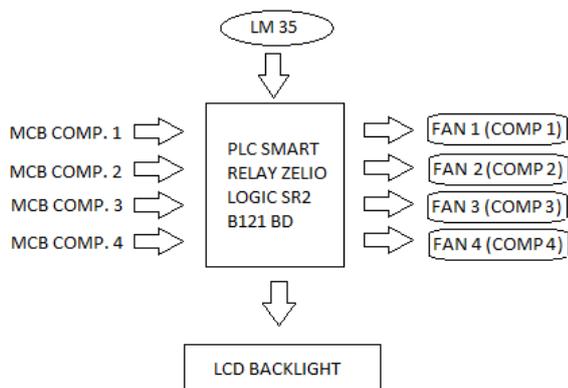
Gambar 2.8: Lay Out Zelio

Selain itu *Software* ini juga dapat digunakan untuk simulasi, *monitoring*, dan pengawasan. Selain itu juga dapat *upload* dan *download* program. Dapat dibuat dalam bentuk file. *Meng-compile* program secara otomatis. Selain itu juga terdapat *menu on-line help*.

III PERANCANGAN SISTEM KONTROL TEMPERATUR RUANG

3.1 Prinsip Kerja Sistem

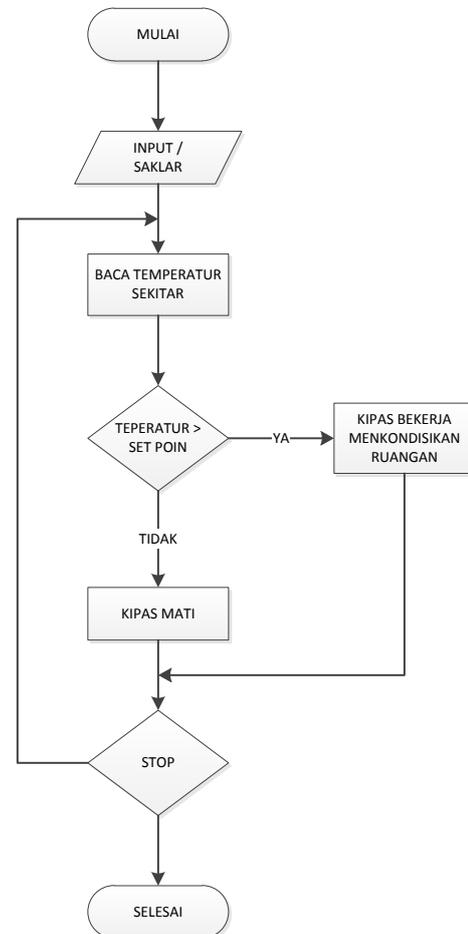
Pada skripsi ini dirancang sebuah sistem pengkondisian udara pada suatu ruangan secara otomatis dengan menggunakan sensor temperatur sebagai sensor pengindera dalam proses pengendalian temperatur pada ruangan. Pengendalian temperatur pada ruangan akan dideteksi oleh sensor, selanjutnya data hasil deteksi akan diolah pada sistem pengendali. Pengolahan dilakukan dengan membandingkan dengan nilai temperatur yang telah ditentukan. Sinyal yang telah diproses akan diteruskan sebagai perintah untuk mengaktifkan kipas sehingga dapat mencapai kondisi yang diinginkan. Proses kerja output pada *zelio* akan ditampilkan pada display LCD. Gambar 3.1 memperlihatkan bahwa sistem kontrol pada *zelio logic* berfungsi sebagai pusat pengendalian temperatur pada ruangan.



Gambar 3.1: Blok Diagram Sistem Kontrol Temperatur

3.2 Cara Kerja Sistem

Dalam proses perancangan sistem terlebih dahulu ditentukan proses dari kerja sistem. maka terlebih dahulu (lihat Gambar 3.2).



Gambar 3.2: Diagram Alir Sistem

Berikut ini akan dijelaskan mengenai cara kerja oleh kendali pada *smart relay zelio logic* yang telah diatur pada perangkat lunak. Adapun proses kerja sistemnya adalah sebagai berikut:

1. Pada saat sistem diaktifkan, layar LCD akan menampilkan tulisan yang berisikan menu awal dari *zelio*, kemudian masukan input berupa saklar. untuk nilai temperatur sudah diset pada saat pemrograman;
2. Setelah nilai temperatur dan input diberikan maka sensor akan melakukan pengukuran dan hasilnya dikirim ke perangkat kontroler. Selanjutnya data tersebut akan diproses oleh kontroler dan dibandingkan dengan nilai temperatur yang telah dimasukkan sebelumnya; dan
3. Selanjutnya hasil perhitungan akan diperoleh oleh nilai yang kemudian perangkat kontroler akan mengirimkan sinyal untuk

menghidupkan kipas sesuai dengan nilai yang diperoleh. Apabila nilai set poin lebih kecil dari nilai yang diberikan oleh sensor maka perangkat kontroler akan memerintahkan untuk menghidupkan kipas, namun bila set poin lebih besar dari nilai yang diberikan oleh sensor maka kipas akan mati.

3.1.2 Spesifikasi Sistem

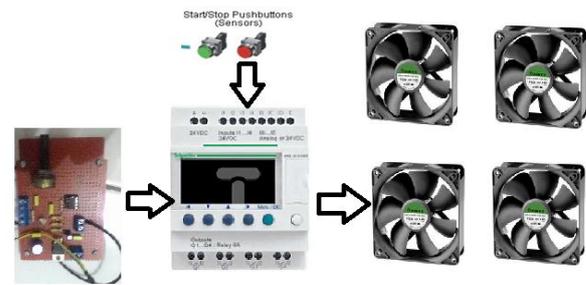
Dalam sistem kontrol temperatur ruangan secara otomatis, memiliki rentang pengendalian temperatur yang mengacu pada beberapa sistem yang sudah ada. Selain itu rentang pengendalian maupun sistem kerja sistem ini juga disesuaikan dengan kebutuhan di tiap-tiap ruangan. Adapun spesifikasi dalam sistem kontrol temperatur ruangan ini adalah:

1. Rentang temperatur yang dapat diset pada suatu ruang adalah adalah 20°C hingga 50°C ;
2. Temperatur yang dapat dideteksi oleh sistem berkisar dari 29°C 50°C , karena rentang temperatur yang akan dikendalikan berkisar antara 0°C – 50°C ; dan
3. Terdapat 4 tahapan dalam pengontrolan *output* berdasarkan temperatur.

3.3 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada perancangan pengendali temperatur pada suatu ruang ini terdiri dari sub sistem atau bagian yang masing-masing memiliki fungsi kerja yang saling berkaitan dan saling mendukung, Maka dilakukan beberapa tahapan yang bertujuan untuk menjadikan sebuah sistem yang handal. beberapa tahapan yang dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan panel kontrol PLC, saklar dan indikator pada papan akrilik dengan ukuran 30 cm x 20 cm;
- b. Pembuatan aktuator berupa alat peraga dengan ukuran 20 cm x 30 cm x 26 cm, serta diberi lubang 4 buah untuk kipas dengan diameter 8 inch;
- c. Pembuatan modul LM 35 sebagai sensor suhu 1 set, Pengkabelan, Identifikasi *Input-Output* ke terminal; dan
- d. Pemrograman sistem kontrol temperatur pada suatu ruang.



Gambar 3.3: Konfigurasi I/O pada Perangkat Keras

3.4 Kontrol Panel dengan Zelio

Dalam pembuatan panel kontrol ini bertujuan untuk mempermudah simulasi pada kontrol proses pengkondisian ruangan. Kontrol proses ini dibuat dengan menggunakan papan akrilik dengan ukuran 30 cm x 20 cm, berisi perangkat keras berupa PLC zelio Logic SR 2B 121 BD, lampu indikator, serta saklar tekan. semua kontrol diproses melalui panel kontrol ini dari mulai sinyal input, proses eksekusi dengan PLC menjadi sinyal output atau keluaran yang di tampilkan ke LCD backlight sampai lampu indikator. Dalam merangkai kontrol panel ini diperlukan ketelitian pada saat melihat terminal pada peralatan kontrol, hal ini disebabkan karena notasi pada peralatan kontrol sangat kecil dan dalam perangkaian biasanya hanya diberikan satu celah yang sangat kecil dan sempit. Untuk memilih peralatan kontrol hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- a. Fungsi peralatan;
- b. Spesifikasi peralatan; dan
- c. Harga dan ketersediaan dipasar.

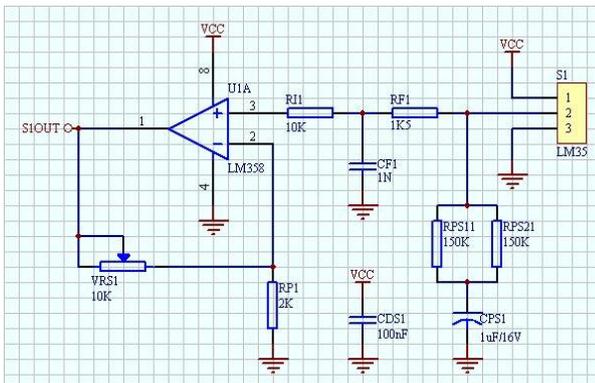


Gambar 3.4: Panel Kontrol Peraga Temperatur Ruang

3.5 Rangkaian Penguat Sensor

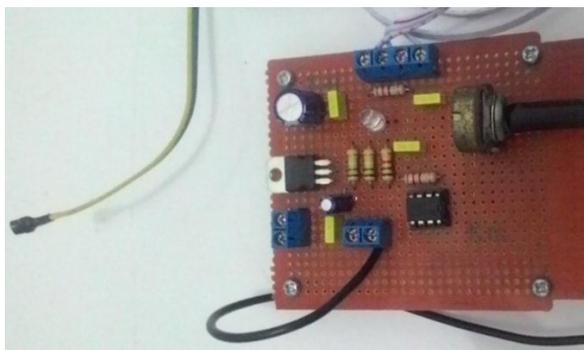
Dalam penggunaan sensor LM35 didapatkan data pengukuran dengan tegangan *output*

yang sangat kecil, untuk itu dibutuhkan penguat sinyal dengan kalibrasi yang mudah. Rangkaian Op-amp non inverting digunakan dalam penguatan dengan gain yang mudah dirubah sesuai kebutuhan. Pada *output* amplifier non inverting hasilnya positif, Gambar 3.4 memperlihatkan gambar hasil perancangan rangkaian penguat dengan amplifier non inverting.



Gambar 3.5: Gambar Rangkaian Penguat Non Inverting untuk LM35, (Candra, 2009: 1)

Perancangan rangkaian penguat ini disesuaikan dengan tegangan *output* dari sensor LM35. Dari data spesifikasi sensor diperoleh bahwa kenaikan tegangan setiap kenaikan 1°C adalah 10 mV. Dalam perancangan telah ditentukan bahwa rentang temperatur yang akan dibaca oleh LM35 adalah 0°C – 50°C dimana *output* tegangan yang dihasilkan adalah 0V–500mV. Di lain sisi rentang tegangan yang diterima oleh *input* analog pada Zelio adalah 0V – 10V, untuk itu perlu penguatan sebesar 10 kali.



Gambar 3.6: Gambar Realisasi Penguat.

3.6 Pembuatan Alat Peraga *Prototype* Ruang

Dalam rancang bangun perangkat pengatur temperatur pada suatu ruangan dibutuhkan perangkat atau *prototype* berupa kotak untuk melakukan simulasi pengendalian tem-

peratur. *Prototype* yang digunakan sebagai pengujian dirancang memiliki ukuran cm x 30 cm x 26 cm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. *prototype* dibuat dari bahan *acrylic* dengan tebal 5mm sedang untuk rekayasa pemanas menggunakan lampu pijar 100W dengan pendingin 4 buah kipas 24 DCV.



Gambar 3.7 Alat Peraga

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN SISTEM

Pengujian berguna untuk mengetahui kehandalan dari sistem atau alat yang dibuat mulai dari *hardware* sampai *software*. Sehingga hasil yang diharapkan bisa tercapai dengan baik. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap mulai dari pengujian dari alat yang dipakai sampai dengan pengujian inte-grasi.

4.1 Pengujian Sistem Pengendali

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini mengacu pada pengaturan temperatur pada ruang prototip dengan rentang temperatur 30°C – 40°C. Untuk menjaga temperatur ruang agar sesuai dengan yang diinginkan.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Op-Amp Non Inverting ke PLC

Suhu (°C)	Output Opamp (V)	Input analog PLC (V)	Output PLC
< 29	2.92	2.90	Fan 1 OFF
> 30	3.01	3.00	Fan 1 ON
< 31	3.14	3.10	Fan 2 OFF
> 32	3.26	3.20	Fan 1 & 2 ON
< 33	3.34	3.30	Fan 3 OFF
> 34	3.43	3.40	Fan 1, 2 & 3 ON
< 35	3.57	3.50	Fan 4 OFF
> 36	3.68	3.60	Fan 1, 2, 3 & 4 ON

Pada prototype ruangan terdiri dari sensor untuk membaca suhu sekitar ruang dan kipas 4 buah untuk seolah-olah mendinginkan ruangan. Kemudian untuk merekayasa peningkatan suhu dipasang lampu mercury. Pada Tabel 4.1 dijelaskan Proses kerja dari kipas sebagai media pendingin berdasarkan suhu yang diterima sensor.

Tabel 4.2 Proses Kerja Kipas Berdasarkan Temperatur dari Sensor

	Kipas 1	Kipas 2	Kipas 3	Kipas 4
< 29°C	OFF	OFF	OFF	OFF
> 30°C	●	OFF	OFF	OFF
< 31°C	●	OFF	OFF	OFF
> 32°C	●	●	OFF	OFF
< 33°C	●	●	OFF	OFF
> 34°C	●	●	●	OFF
< 35°C	●	●	●	OFF
> 36°C	●	●	●	●

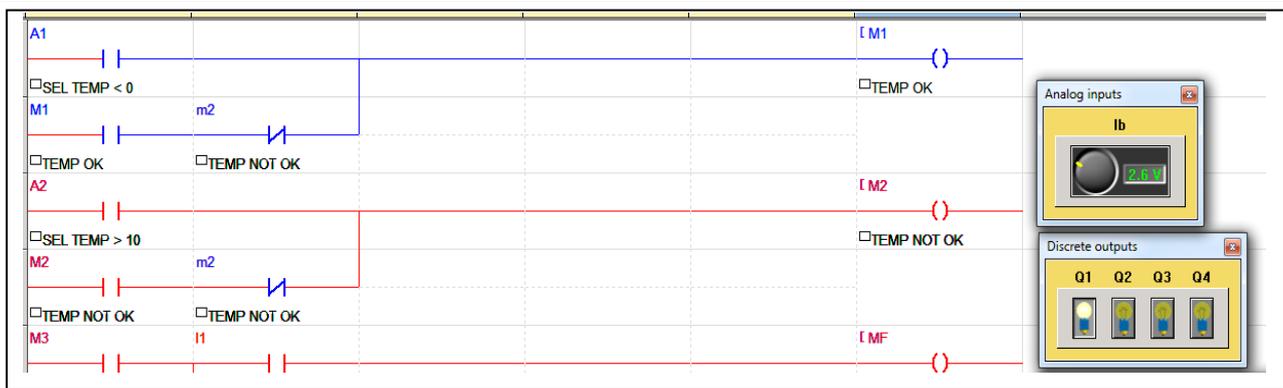
Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa, kipas akan bekerja pada suhu > 30 °C maka kipas 1 akan bekerja dan pada setiap kenaikan suhu 2 °C, maka kipas akan aktif sesuai program yang dibuat. Kipas akan berhenti pada saat penurunan suhu 1 °C dari kenaikan suhu yang telah diatur. Sistem ini dibuat agar tidak terjadi nyala mati pada kipas yang akan menyebabkan kipas atau peralatan kontrol lain cepat rusak. Dalam pengujian alat pengontrol suhu pada prototip ruangan menggunakan Zelio SR2 B121 BD dan modul sensor suhu LM35, proses pengujian menggunakan ban-

tuhan tambahan pemanas berupa lampu bohlam 100 watt dan thermocontrol sebagai indikator suhu ruangan. Modul sensor suhu LM35 diletakkan pada prototip ruangan untuk mendeteksi suhu di dalamnya. Kemudian pemanas dihidupkan dan diletakkan di dalam prototip ruangan yang akan menyebabkan peningkatan suhu secara perlahan. Perubahan suhu akan membuat sensor bekerja dan mengirim data ke Zelio SR2 B121 BD. Kipas angin akan aktif secara berurutan sesuai dengan program ladder dan berdasarkan peningkatan suhu di dalam prototip ruangan. Setiap kenaikan suhu yang terjadi dan mengaktifkan kipas angin, memperlihatkan pengujian alat pengontrol suhu pada prototip ruangan menggunakan Zelio SR2 B121 BD dan modul sensor suhu LM35.

4.2 PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK (SOFTWARE)

Pengujian ini dilakukan pada software zelio soft pada mode simulasi, pengujian ini mencakup keseluruhan kontrol temperatur, dari input digital maupun input analog, serta dilengkapi dengan output berupa lampu. berikut hasil pengujian menggunakan software, adalah sebagai berikut:

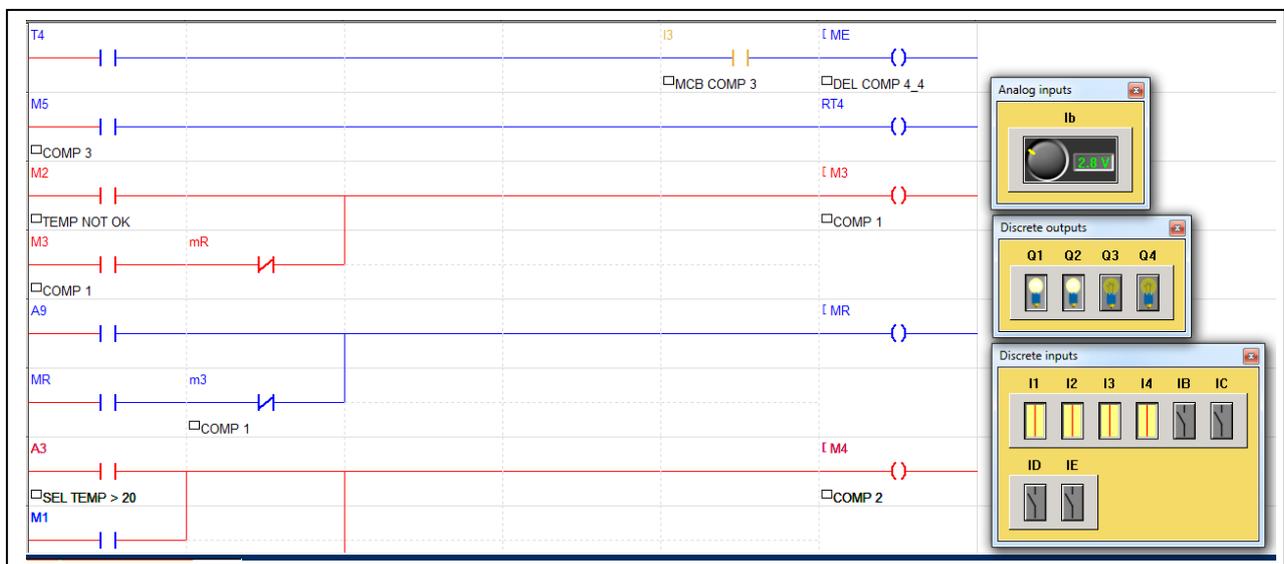
1. Pada Temperatur > 30°C Modul LM35 akan memberi masukan tegangan sebesar 3000 mV atau 3,0 V ke input PLC sebagai sinyal Analog yang telah diset pada program ladder maka Output pada PLC akan bekerja (Kipas 1 ON).



Gambar 4.1: Simulasi Sinyal Masukan Analog dan Output 1 ON

2. Pada Temperatur > 32°C Modul LM35 akan memberi masukan tegangan sebesar 3200 mV atau 3,2 V ke input PLC seba-

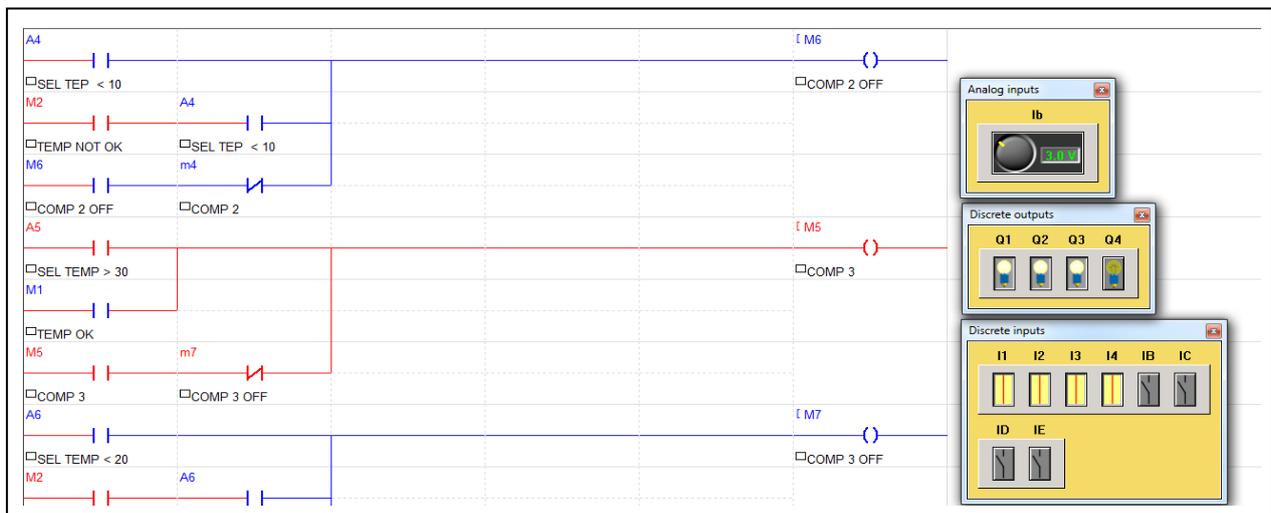
gai sinyal analog yang telah diset pada program ladder maka Output pada PLC akan bekerja (Kipas 1 & 2 ON).



Gambar 4.2: Simulasi Sinyal Masukan Analog dan Output 2 ON

3. Pada Temperatur > 34°C Modul LM35 akan memberi masukan tegangan sebesar 3400 mV atau 3,4 V ke input PLC seba-

gai sinyal analog yang telah diset pada program ladder maka Output pada PLC akan bekerja (Kipas 1, 2 & 3 ON).



Gambar 4.3: Simulasi Sinyal Masukan Analog dan Output 1,2 dan 3 ON.

4. Pada Temperatur > 36°C Modul LM35 akan memberi masukan tegangan sebesar 3600 mV atau 3,6 V ke input PLC sebagai sinyal analog yang telah

diset pada program ladder maka Output pada PLC akan bekerja (Kipas 1, 2, 3 & 4 ON).



Gambar 4.4: Simulasi Sinyal masukan Analog dan Output 1,2, dan 3 ON.

Berdasarkan simulasi diatas sistem atau program yang dibuat telah sesuai dengan rancangan. Pengontrolan suhu ini merupakan suatu kondisi dimana suhu pada ruangan dikontrol menggunakan PLC Zelio logic dan kipas sebagai media pendingin. Dalam proses kerjanya PLC Zelio logic menerima data analog dari modul sensor suhu LM35 berupa nilai tegangan berkisar antara 0 sampai 10 Volt. Data Analog ini selanjutnya diubah ke data digital di program ladder dan mengkonversikannya menjadi suatu range nilai suhu antara 0 – 100°C. Nilai suhu inilah yang akan memvariasikan kerja dari kipas.



Gambar 4.5: Proses Pengujian Sistem Kontrol Temperatur .

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang berkaitan tentang pengontrolan suhu pada prototip ruangan menggunakan Zelio SR2 B121 BD dapat disimpulkan bahwa:

1. Peralatan uji menggunakan Zelio SR2

B121 BD dan modul sensor suhu LM35 telah berhasil dibuat dan dapat mengontrol temperatur pada prototip ruangan dengan baik;

2. Pencapaian temperatur yang diinginkan yaitu < 29 °C dipengaruhi oleh jumlah kipas yang bekerja dan temperatur ruangan yang dihasilkan pemanas. Saat temperatur ruangan mencapai > 36 °C kipas 1, 2, 3 dan 4 hidup semuanya, kemudian kipas 4 akan mati jika temperatur ruang sudah menjadi < 35°C dan disusul dengan matinya kipas 3 jika temperatur ruang sudah mencapai < 33°C, sampai < 31°C kipas 2 mati, serta kipas 1 mati pada suhu < 29 °C.
3. Sistem kontrol ini dilengkapi dengan program delegasi atau perwakilan yaitu ketika salah satu kipas rusak atau saklar dimatikan, maka secara langsung kipas berpindah ke kipas yang sedang off dan kipas tetap dapat mendinginkan ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wicaksono, H., 2009. *Programmable Logic Control (Teori, Pemograman dan Aplikasinya dalam Otomasi Sistem)*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] Schneider, 2014. *Catalogue Smart Re-*

- lays Zelio Logic*". France: Schneider Electric Industries SAS.
- [3] Ari Priharta, 2014. *Smart Relay (Zelio Schneider)* Graga Ilmu, Yogyakarta
- [4] Data sheet Smart Relay SR2 B121BD (2014). *Product data sheet Characteristics Compact Smart Relay Schneider*.
- [5] Data Sheet DI Waterproof-LM35 Temperatur Sensor (2014), Product Sensor DIM.021, Depok Instruments, Depok.
- [6] H. Dwi Surjono, 2011, *Elektronika Lanjut (Penguat Operasi), Cerdas Ulet Kreatif, Jember*
- [7] Kipas DC 24 - 09 Oktober 2013 - <http://www.kipasacdc.blogspot.com>
- [8] Rangkaian Sensor Suhu LM35 di akses 2014, tersedia di Internet, -<https://telinks.wordpress.com/tag/thermostat-e103/>
- [9] Prinsip Kerja Kipas DC di akses Februari 2014, - <http://www.prinsipkerja.com/perangkat-elektronik/prinsip-kerja-kipas-angin/>
- [10] Aji, P, 2007. *Rancang Bangun Sistem Kontrol Ruang Berbasis Mikrokontroler AT 89S51*, Skripsi, Jurusan Instrumentasi & Elektronika FMIPA UNDIP, Semarang.
- [11] Denni Hadiyanto, 2010. *Rancang Bangun Perangkat Pengatur Temperatur Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler AT 89S52*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro FTE UI, Depok.