



**RANCANG BANGUN PENGENDALI INSTALASI
LISTRIK GEDUNG E6 FT. UNNES BERBASIS
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)***

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Disusun oleh
Faizal Angga Pradana
NIM. 5301412016

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2017

PESETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Faizal Angga Pradana
NIM : 5301412016
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : **Rancang Bangun Pengendali Instalasi Listrik Gedung E6 FT UNNES Berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC)**

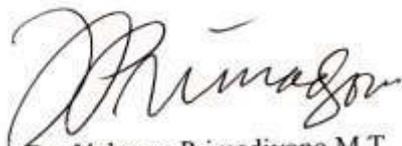
Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro FT. UNNES.

UNNES

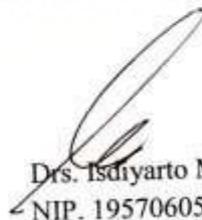
Semarang, 12 Januari 2017

Pembimbing I

Pembimbing II



Drs Yohanes Primadiyono M.T
NIP. 196209021987031002



Drs. Isdiyarto M.Pd.
NIP. 195706051986011001

HALAMAN PENGESAHAN

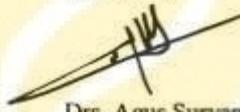
Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 12 Januari 2017.

Panitia,

Ketua,


Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto S.T., M.T
NIP. 197805312005011002

Sekretaris,


Drs. Agus Suryanto M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji I


Drs. Henry Adanta M.Pd.
NIP. 195907051986011002

Penguji II/Pembimbing I,


Drs. Yohanes Primadiyono M.T.
NIP. 196209021987031002

Penguji III/Pembimbing II,


Drs. Isdiyarto M.Pd.
NIP. 195706051986011001

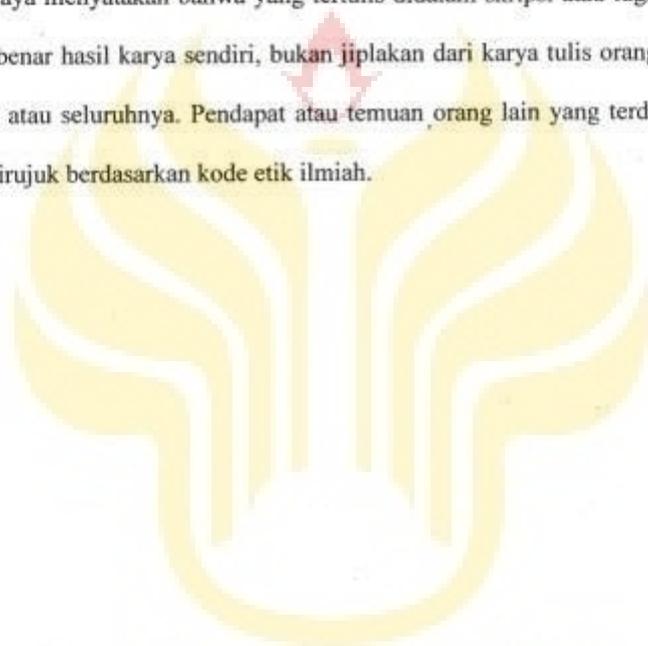
Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Nur Oudus M.T
NIP. 196911301994031001

iii

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya menyatakan bahwa yang tertulis didalam skripsi atau tugas akhir ini benar – benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.



UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, /Januari 2016

Faizal Angga Pradana
NIM. 5301412016

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- ❖ Mengerjakan skripsi itu seperti perjalanan mendaki gunung, kadang melintasi tanjakan yang mulus, kadang melewati jalan yang terjal dan berliku, tapi ketika sampai di tujuan semuanya akan terbayarkan dan kamu bisa tersenyum bahagia.
- ❖ Lain tempat lain cerita, manusia yang baik ialah manusia yang bisa menempatkan dirinya dengan siapa, dimana dan bagaimana.
- ❖ Kunci sukses hanya dengan belajar dan tetap berusaha

PERSEMBAHAN :

- ❖ Bapak dan Ibu tercinta, dengan kasih sayang yang tak pernah habis dan selalu memberi doa dan semangat.
- ❖ Kakak tersayang yang selalu memberi semangat dan motivasi.
- ❖ Untuk Nur Aini Basyariyah.
- ❖ Sahabat-sahabat saya yang selama ini selalu mendukung dan bersedia memabantu saya dengan ikhlas.
- ❖ Teman-teman seperjuang Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2012.

ABSTRAK

Faizal Angga Pradana. 2016. **RANCANG BANGUN PENGENDALI INSTALASI LISTRIK GEDUNG E6 FT. UNNES BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)**. Drs. Y. Primadiyono, MT dan Drs. Isdiyarto, M.Pd. Skripsi Pendidikan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Sistem penerangan listrik saat ini masih menggunakan saklar manual, sehingga kurang efisien untuk gedung perkuliahan dengan jadwal penggunaan ruangan yang padat, selain itu saklar manual masih membutuhkan sumber daya manusia untuk menyalakan dan mematikan lampu. Sehingga diperlukan alat pengontrol lampu penerangan yang lebih praktis dan efisien, dari masalah tersebut penulis mempunyai gagasan untuk menciptakan suatu alat yang bisa mengontrol secara otomatis dalam proses menyala dan mematikan lampu penerangan. Rancang bangun pengendali instalasi listrik gedung E6 FT. Universitas Negeri Semarang berbasis *programmable logic control* CPM1A 20 CDR AV1 sebagai rangkaian pengendali.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* yaitu metode yang bertujuan menghasilkan atau mengembangkan produk tertentu. Perancangan pada pembuatan simulator ini dimulai dari pembuatan miniatur berupa gedung E6, rangkaian panel kontrol, rangkaian pengawatan instalasi, rangkaian pelaksanaan instalasi dan *ladder diagram*. Uji simulator dilakukan dalam dua tahapan yaitu uji program dan uji fungsional komponen. Uji program meliputi uji program secara keseluruhan dan uji program setiap ruang. Uji fungsional komponen meliputi uji rangkaian *power supply*, uji *push botton*, dan uji saklar manual.

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa simulator rancang bangun pengendali instalasi listrik dapat beroperasi dengan baik, sesuai rancangan yang dibuat. Lampu penerangan dapat menyala secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, serta pada saat ruangan tidak digunakan *push botton* dapat beroperasi dengan baik dan pada saat memerlukan penerangan tambahan, lampu dapat dinyalakan dan dipadamkan secara manual. Selisih pengujian secara keseluruhan 1,75 detik, selisih pengujian tiap ruang 128 sebesar 4,83 detik, ruang 244 sebesar 5,23 detik, ruang 245 sebesar 4,89 detik, ruang 337 sebesar 5,51 detik, ruang dosen lantai 1 sebesar 5,29 detik, ruang dosen lantai 3 sebesar 5,4 detik, ruang dosen lantai 3 sebesar 5,01 detik dan untuk penerangan luar sebesar 1,84 detik.

Kata Kunci : *Pengendali, Programmable Logic Control CPM1A 20 CDR AV1 Instalasi Listrik*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segenap karunia dan kenikmatannya, sehingga skripsi yang berjudul *“Rancang Bangun Pengendali instalasi Listrik Gedung E6 FT UNNES Berbasis Programmable Logic Control (PLC)* “dapat terselesaikan dengan baik untuk memenuhi persyaratan guna mendapat gelar sarjana pendidikan.

Penelitian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan kepada peneliti, oleh karena itu diucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, selaku Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menepuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr – Ing Dhidik Prastiyanto, S.T,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Drs. Agus Suryanto, M.T selaku Ketua program studi Pendidikan Teknik Elektro.
5. Drs. Yohanes Primadiyono, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan masukan dan saran serta bimbingan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini.

6. Drs. Isdiyarto, M.Pd. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan dan saran serta bimbingan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Dosen penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
8. Dosen – dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama menempuh studi.
9. Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan fasilitas untuk tempat penelitian dan pengujian.
10. Teman – teman Jurusan Teknik Elektro angkatan 2012
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari akan keterbatasan yang dimiliki dan saran sangat penulis harapkan. Atas kritik dan sarang yang membangun penulis mengucapkan terimakasih dan semoga karya ini bermanfaat.

Semarang, // Januari 2017

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Faizal Angga Pradana
NIM. 5301412016

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	vix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian yang Relevan	5

2.2 Instalasi Listrik	6
2.2.1 Instalasi Penerangan Listrik	6
2.3 Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi Listrik	7
2.4 Ketentuan Umum Penerangan Instalasi Listrik	9
2.5 Ketentuan Rencana Instalasi Listrik	9
2.6 Penghantar Listrik.....	12
2.6.1 Jenis Penghantar Listrik	13
2.6.2 Komponen Pokok Instalasi Listrik	17
2.7 Syarat Pemasangan Instalasi Listrik	17
2.8 Sistem Kendali.....	18
2.8.1 Pengertian Sistem kendali	18
2.8.2 Sasaran Sistem Kendali	19
2.8.3 Sistem Kontrol Loop Terbuka	20
2.8.4 Sistem kontrol Loop Tertutup.....	20
2.9 <i>Programmable Logic Control</i> (PLC).....	21
2.9.1 Pengertian <i>Programmable Logic Control</i>	21
2.9.2 Fungsi <i>Programmable Logic Control</i>	22
2.9.3 Kelebihan <i>Programmable Logic Control</i>	23
2.9.4 Struktur <i>Programmable Logic Control</i>	25
2.9.4.1 Central Processing Unit (CPU)	25
2.9.4.2 Data dan Memori <i>Programmable Logic Control</i>	27
2.9.5 Dasar Pemograman <i>Programmable Logic Control</i>	34

2.10 <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM1A 20 CDR AV1	35
2.10.1 <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM1A 20 CDR AV1	35
2.10.2 Indikator <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM1A 20 CDR AV1	36
2.10.3 Jalur Masukan <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM1A 20 CDR AV1	37
2.10.4 Jalur Keluaran <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM1A 20 CDR AV1	38
2.10.5 Struktur Memori <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM 1A 20 CDR AV1	38
2.11 <i>Ladder Diagram</i> /Diagram Ladder	42
2.11.1 Instruksi – instruksi Dasar <i>Programmable Logic Control</i> ...	44
2.12 Perangkat Pemrograman	55
2.12.1 Miniprogrammer atau <i>Console</i>	55
2.12.2 <i>Personal Computer (PC)</i>	57
2.13 <i>CX-Programmer V.9</i>	58
2.13.1 Langkah Membuat Ladder Diagram Menggunakan Cx-Programmer	59
2.14 <i>Power Supply</i>	66
2.15 Kabel Connector RS 232C Model USB-CQM1-CIF02	67
2.16 <i>Relay 220 VAC</i>	68
2.17 <i>Push Button</i> / Tombol Tekan	68
2.18 Lampu Indikator	69
2.19 <i>Miniatur Circuit Breaker (MCB)</i>	70

BAB III METODE PENELITIAN.....	71
3.1 Metode penelitian	71
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	72
3.3 Desain Penelitian	72
3.3.1 <i>Flowchart</i> Alur Diagram Penelitian	73
3.3.2 Pembuatan Simulator.....	74
3.3.3 Perancangan Rangkaian.....	76
3.3.4 Pengoperasian Alat.....	82
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	82
3.4.1 Alat	82
3.4.2 Bahan.....	83
3.5 Parameter Penelitian	84
3.6 Teknik Pengumpulan Data	85
3.7 Kalibrasi Instrumen	86
3.8 Teknik Analisis Data.....	86
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	88
4.1 Hasil penelitian	88
4.1.1 Perangkat keras (<i>hardware</i>) pengendali instalasi listrik Berbasis <i>Programmable Logic Control</i>	88
4.1.2 Perangkat lunak (<i>software</i>) pengendali instalasi listrik Berbasis <i>Programmable Logic Control</i>	90
4.2 Pengujian simulator	91
4.2.1 Uji data program.....	91

	Halaman
4.2.2 Uji komponen simulator	92
4.3 Pembahasan hasil uji simulator	96
4.3.1 Uji data program	97
4.3.2 Uji komponen simulator	99
4.4 Keterbatasan Penelitian	102
BAB V PENUTUP.....	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN – LAMPIRAN	106



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Umum <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM1A	34
Tabel 2.2 Arti Lampu Indikator <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM 1A 20 CDR AV1.....	35
Tabel 2.3 Pembagian Area IR.....	37
Tabel 2.4 Pembagian Area DM.....	39
Tabel 2.5 Fungsi Warna Lampu Indikator.....	67
Tabel 3.1 Sambungan alamat input <i>Programmable logic control</i>	76
Tabel 3.2 Sambungan alamat output <i>Programmable logic control</i>	78
Tabel 3.3 Alat yang digunakan pada penelitian.....	81
Tabel 3.4 Bahan yang digunakan pada penelitian.....	81



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kabel NYA.....	12
Gambar 2.2 Kabel NYM.....	13
Gambar 2.3 Kabel NYY.....	14
Gambar 2.4 Kabel NYFGbY.....	15
Gambar 2.5 Diagram Umum Sistem Kendali atau sistem Kontrol.....	18
Gambar 2.6 Diagram Sistem Kontrol Loop Terbuka.....	18
Gambar 2.7 Diagram Sistem kontrol Loop Tertutup.....	19
Gambar 2.8 Blok Diagram <i>Programmable Logic Control</i>	24
Gambar 2.9 Blok Diagram Keseluruhan <i>Programmable Logic Control</i>	25
Gambar 2.10 <i>Programmable Logic Control</i> Omron CPM1A 20 CDR AV1 ..	33
Gambar 2.11 <i>Relay</i> sebagai keluaran pada <i>Programmable Logic Control</i> CPM1A 20 CDR AV1	36
Gambar 2.12 Contoh <i>ladder diagram</i>	40
Gambar 2.13 Instruksi Load.....	43
Gambar 2.14 Instruksi Load Not.....	43
Gambar 2.15 Instruksi And.....	44
Gambar 2.16 Instruksi And Not.....	45
Gambar 2.17 Instruksi OR.....	45
Gambar 2.18 Instruksi OR NOT.....	46
Gambar 2.19 Instruksi Out.....	47
Gambar 2.20 Instruksi Out Not.....	47

Gambar 2.21 Instruksi DIFU dan DIFD	48
Gambar 2.22 Instruksi <i>Timer</i>	49
Gambar 2.23 Instruksi <i>Counter</i>	49
Gambar 2.24 Instruksi <i>Shift Register</i>	50
Gambar 2.25 Instruksi <i>Increment</i>	51
Gambar 2.26 Instruksi <i>Move</i>	51
Gambar 2.27 Instruksi <i>Compare</i>	52
Gambar 2.28 Contoh Ladder Diagram <i>Programmable Logic Control</i> menggunakan <i>Programming Console</i>	54
Gambar 2.29 PC Sebagai Perangkat pemrograman <i>Programmable Logic Control</i>	55
Gambar 2.30 Tampilan Pembuka Software <i>Cx-Programmer V.9</i>	56
Gambar 2.31 Tampilan dari Perangkat Lunak <i>Cx-Programmer 9.0</i>	56
Gambar 2.32 Tampilan Change PLC pada <i>CX-Programmer</i>	58
Gambar 2.33 Tampilan <i>Device Type Setting</i>	58
Gambar 2.34 Tampilan lembar kerja	59
Gambar 2.35 Memasukkan input NO	60
Gambar 2.36 Memasukkan kontak NC	60
Gambar 2.37 Memasukan output coil	61
Gambar 2.38 Ladder diagram sederhana kontak NO, NC dan Coil	61
Gambar 2.39 Tampilan jika terdapat kesalahan	62
Gambar 2.40 Tampilan download program <i>CX-Programmer</i> ke <i>Programmable Logic Control</i>	63
Gambar 2.41 Penyambungan Power Supply dengan Line Tegangan	64

Gambar 2.42 Kabel Connector RS 232C Model USB-CQM1-CIF2.....	65
Gambar 2.43 <i>Relay</i> 220 VAC	65
Gambar 2.44 Kontak NO	66
Gambar 2.45 Kontak NC.....	66
Gambar 2.46 Lampu Indikator.....	67
Gambar 2.47 <i>Miniatur Circuit Breaker</i> (MCB).....	68
Gambar 3.1 Alur diagram penelitian.....	71
Gambar 3.2 Alas simulator simulasi gedung E6.....	73
Gambar 3.3 Rangkaian power <i>Programmable Logic Control</i>	75
Gambar 3.4 Rangkaian input <i>Programmable Logic Control</i>	76
Gambar 3.5 Rangkaian output <i>Programmable Logic Control</i>	77
Gambar 3.6 Rangkaian <i>relay</i>	79
Gambar 3.7 Rangkain kontrol manual	80
Gambar 4.1 Rancang bangun pengendali instalasi listrik gedung E6 FT UNNES berbasis <i>Programmable Logic Control</i>	87
Gambar 4.2 Penempatan <i>Programmable logic control</i>	88
Gambar 4.3 <i>Software CX-Programmer</i> Rancang Bangun Pengendali Instalasi listrik Gedung E6 FT UNNES	89
Gambar 4.4 Pengujian rangkaian power <i>programmable logic control</i>	91
Gambar 4.5 Pengujian rangkaian <i>input</i>	92
Gambar 4.6 Rangkaian <i>push botton</i>	92
Gambar 4.7 Pengujian rangkaian <i>output relay</i>	93
Gambar 4.8 Pengujian rangkaian output lampu pijar	93

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pembuatan Denah Simulator Gedung E6 Lantai 1
- Lampiran 2 Pembuatan Denah Simulator Gedung E6 Lantai 2
- Lampiran 3 Pembuatan Denah Simulator Gedung E6 Lantai 3
- Lampiran 4 Rangkaian Pengawatan Instalasi Listrik Lantai 1
- Lampiran 5 Rangkaian Pengawatan Instalasi Listrik Lantai 2
- Lampiran 6 Rangkaian Pengawatan Instalasi Listrik Lantai 3
- Lampiran 7 Rangkaian Pelaksanaan Instalasi Listrik Lantai 1
- Lampiran 8 Rangkaian Pelaksanaan Instalasi Listrik Lantai 2
- Lampiran 9 Rangkaian Pelaksanaan Instalasi Listrik Lantai 3
- Lampiran 10 Rangkaian Kontrol Panel
- Lampiran 11 Penggunaan Waktu Pemrograman
- Lampiran 12 *Ladder Diagram*
- Lampiran 13 Uji Program Secara Keseluruhan
- Lampiran 14 Uji Program Ruang 128
- Lampiran 15 Uji Program Ruang 244
- Lampiran 16 Uji Program Ruang 245
- Lampiran 17 Uji Program Ruang 337
- Lampiran 18 Uji Program Ruang Dosen Lantai 1
- Lampiran 19 Uji Program Ruang Dosen Lantai 2
- Lampiran 20 Uji Program Ruang Dosen Lantai 3
- Lampiran 21 Uji Program Penerangan Luar

Lampiran 22 Uji *Push Botton* Ruang 128

Lampiran 23 Uji *Push Botton* Ruang 244

Lampiran 24 Uji *Push Botton* Ruang 245

Lampiran 25 Uji *Push Botton* Ruang 337

Lampiran 26 Uji *Push Botton* Ruang Dosen Lantai 1

Lampiran 27 Uji *Push Botton* Ruang Dosen Lantai 2

Lampiran 28 Uji *Push Botton* Ruang Dosen Lantai 3

Lampiran 29 Uji Saklar Manual Ruang 128

Lampiran 30 Uji Saklar Manual Ruang 244

Lampiran 31 Uji Saklar Manual Ruang 245

Lampiran 32 Uji Saklar Manual Ruang 337

Lampiran 33 Uji Saklar Manual Ruang Dosen Lantai 1

Lampiran 34 Uji Saklar Manual Ruang Dosen Lantai 2

Lampiran 35 Uji Saklar Manual Ruang Dosen Lantai 3



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pada dunia teknologi semakin bertumbuh dengan pesat, kehidupan yang lebih baik memungkinkan manusia hidup dalam susana yang nyaman dan serba mudah. Hal ini semua dimungkinkan dengan adanya energi listrik. Salah satu teknologi yang terus berkembang dan dipergunakan secara luas dalam bidang pengendalian adalah *Programmable Logic Control (PLC)*.

Pada kehidupan sehari-hari sistem instalasi penerangan listrik sangat memberikan pengaruh penting dalam aktivitas yang dikerjakan manusia. Oleh karena itu apabila sistem penerangan dapat bekerja secara otomatis, akan lebih mempermudah aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Sistem kendali yang menggunakan *Programmable Logic Control* jauh lebih baik dibandingkan dengan sistem manual. Sehingga di malam hari tanpa disadari lampu masih menyala dan tidak ada yang menggunakan ruangan perkuliahan untuk beraktifitas, dengan adanya sistem kendali dari *Programmable Logic Control* akan mempermudah pengontrolan penggunaan lampu penerangan di dalam gedung E6 FT Universitas Negeri Semarang khususnya. Program di dalam sistem *Programmable Logic Control* dapat dibuat sesuai waktu perkuliahan yang sudah ada di jurusan teknik elektro.

Dalam perancangan tugas akhir skripsi ini menggunakan *hardware Programmable logic control* merk OMRON dengan type CPM1A 20 CDR AV1, Dari latar belakang itulah maka diambil judul “RANCANG BANGUN PENGENDALI INSTALASI LISTRIK GEDUNG E6 FT UNNES BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)*” dengan harapan mampu menciptakan sistem pengendali instalasi listrik terutama pada lampu penerangan yang lebih efisien dan bermanfaat pada gedung-gedung perkuliahan Universitas Negeri Semarang lainnya.

1.2 Identifikasi Masalah

Mengacu pada latar belakang diatas, diketahui bahwa masih banyaknya sistem pengendalian instalasi listrik khususnya sistem penerangan yang masih menggunakan sistem manual. Permasalahan tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut :

- 1.2.1 Belum adanya alat pengendali instalasi listrik secara otomatis menggunakan *Programmable Logic Control* untuk pengontrolan lampu-lampu penerangan di gedung E6 FT Universitas Negeri Semarang.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang disebutkan diatas, terdapat batasan masalah agar penelitian lebih fokus pada masalah yang dihadapi. Adapun fokus penelitian tersebut adalah :

- 1.3.1 Perancangan alat pengendali instalasi penerangan listrik menggunakan *Programmable logic control* merk OMRON dengan tipe CPM1A 20 CDR AV1 sebagai alat pengendalinya.
- 1.3.2 Mensimulasikan pengendalian instalasi listrik penerangan menggunakan *Programmable Logic Control*.
- 1.3.3 Penelitian ini dianggap selesai apabila simulator sudah dinilai baik dan dapat bekerja sesuai dengan rancangan.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian pengendali instalasi listrik di gedung E6 FT Universitas Negeri Semarang menggunakan *Programmable Logic Control* meliputi :

- 1.4.1 Bagaimana cara membuat program simulasi pengendali instalasi listrik penerangan di gedung E6 FT Universitas Negeri Semarang menggunakan *Programmable Logic Control* khususnya pada sistem penerangan lampu-lampu gedung.
- 1.4.2 Bagaimana merealisasi pengendali instalasi listrik penerangan di gedung E6 FT Universitas Negeri Semarang menggunakan *Programmable Logic Control* dapat mempermudah dalam pengendalian lampu-lampu penerangan digedung.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang disebutkan diatas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan penelitian ini diantaranya:

- 1.5.1 Membuat rancangan bangun pengendali instalasi listrik di gedung E6 FT. Universitas Negeri Semarang menggunakan *Programmable Logic Control* merk Omron dengan tipe CPM1A 20 CDR AV1.
- 1.5.2 Membuat pengendali instalasi listrik penerangan pada gedung E6 FT. Universitas Negeri Semarang menggunakan *Programmable Logic Control* merk Omron dengan tipe CPM1A 20 CDR AV1.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

- 1.6.1 Tersedianya suatu alat pengendali instalasi listrik secara otomatis khususnya sistem penerangan di gedung yang dapat dipergunakan oleh instansi terkait.
- 1.6.2 Diharapkan mampu memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK).
- 1.6.3 Sebagai bahan acuan bagi mahasiswa atau umum untuk mengadakan pengemabangan dan penelitian sesuai dengan disiplin ilmu masing-masing.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian yang Relevan

Penelitian relevan adalah suatu penelitian sebelumnya yang sudah pernah dibuat dan dianggap cukup relevan atau mempunyai keterkaitan dengan judul dan topik yang akan diteliti yang berguna untuk menghindari terjadinya pengulangan penelitian dengan pokok permasalahan yang sama. Penelitian relevan dalam penelitian juga bermakna berbagai referensi yang berhubungan dengan penelitian yang akan dibahas.

Penelitian yang relevan dengan penelitian pengembangan ini adalah penelitian yang dilakukan oleh :

1. Heri Prastyo (2005) yang berjudul “Sistem Pengendali Instalasi Listrik Menggunakan *Programmable Logic Control*” memberikan hasil yaitu sistem pengendali instalasi listrik rumah tinggal menggunakan *Programmable Logic Control* berguna untuk mengatur instalasi listrik rumah tinggal pada mati hidup lampu, lampu dan buka tutup tirai sistem pengendali ini berfungsi untuk memanipulasi keadaan dalam rumah ketika rumah tak berpenghuni.
2. Ilman Wiguna Shalat (2015) yang berjudul “Simulasi Pengaturan Sistem Penerangan Secara Otomatis Dengan PLC Omron CPM1A 20 CDR A-V1” memberikan hasil yaitu merancang suatu sistem simulasi penerangan yang bekerja secara otomatis dengan kontrol PLC, dimana kontrol PLC akan mampu bekerja secara otomatis tanpa menunjukkan kegagalan kerja

atau bergesernya waktu setting dari *internal timer* di dalam sistem PLC. Simulasi penerangan mampu bekerja secara otomatis untuk nyala dan padamnya *pilot lamp* sesuai waktu yang dikehendaki pengguna, sistem dari simulasi alat ini bertujuan agar penggunaan energi listrik dalam sistem penerangan bisa lebih efisien.

Kedua penelitian tersebut memiliki ruang lingkup dan sasaran yang hampir sama yaitu dalam pembuatan simulasi pengendali instalasi listrik pada rumah tinggal menggunakan *Programmable Logic Control* sehingga berdasarkan kedua penelitian tersebut peneliti berencana mengembangkan pengendali instalasi listrik berupa rancang bangun pengendali instalasi listrik gedung E6 Universitas Negeri Semarang berbasis *Programmable Logic Control*.

2.2 Instalasi Listrik

Instalasi listrik merupakan suatu sistem atau rangkaian yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik untuk kebutuhan manusia dalam kehidupannya. Instalasi pada garis besarnya dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian instalasi penerangan listrik dan instalasi daya listrik. Instalasi penerangan listrik adalah seluruh instalasi yang digunakan untuk memberikan daya pada lampu. Daya listrik diubah menjadi cahaya yang digunakan untuk menerangi tempat atau bagian sesuai dengan kebutuhannya.

2.2.1 Instalasi Penerangan Listrik

Instalasi penerangan listrik dapat dibagi menjadi dua, yaitu :
instalasi di dalam gedung dan instalasi di luar gedung. Instalasi di

dalam gedung ini adalah instalasi listrik yang ada dalam bangunan gedung termasuk untuk penerangan, penerangan teras dan lain-lain. Sedangkan instalasi di luar gedung, termasuk disini adalah penerangan halaman, taman, penerangan jalan dan lain-lain.

Pada gedung E6 FT Universitas Negeri Semarang termasuk instalasi listrik di dalam gedung yang di dalamnya terdapat lampu-lampu penerangan untuk memberikan cahaya pada ruangan apabila digunakan untuk perkuliahan. Instalasi penerangan listrik di gedung tersebut masih menggunakan cara manual untuk menyalakan lampu penerangan apabila ingin menggunakan ruangan tersebut. Sehingga penulis terdorong untuk membuat sebuah alat pengendali instalasi listrik khususnya dalam sistem penerangan menggunakan *Programmable Logic Control*, sehingga memudahkan untuk pengontrolan lampu penerangan, dengan jadwal penggunaan ruang perkuliahan yang sudah ada. Lampu penerangan akan menyala secara otomatis sesuai dengan jadwal penggunaan ruang perkuliahan tersebut.

2.3 Prinsip – Prinsip Dasar instalasi Listrik

Beberapa prinsip instalasi listrik yang harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi listrik dimaksudkan agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara optimum, efektif, dan efisien. Adapun prinsip dasar tersebut adalah sebagai berikut:

1. Keadalan

Artinya seluruh peralatan yang dipakai pada instalasi tersebut haruslah handal dan baik secara mekanik maupun kelistrikannya. Keandalan juga berkaitan dengan sesuai tidaknya pemakaian pengamanan jika terjadi gangguan, contohnya bila terjadi suatu kerusakan atau gangguan harus mudah dan cepat diatasi dan diperbaiki agar gangguan yang terjadi dapat diatasi.

2. Ketercapaian

Artinya dalam pemasangan peralatan instalasi listrik yang relatif mudah dijangkau oleh pengguna pada saat mengoperasikannya dan tata letak komponen listrik tidak susah untuk dioperasikan, sebagai contoh pemasangan saklar tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah.

3. Ketersediaan

Artinya kesiapan suatu instalasi listrik dalam melayani kebutuhan baik berupa daya, peralatan maupun kemungkinan perluasan instalasi. Apabila ada perluasan instalasi tidak mengganggu sistem instalasi yang sudah ada, tetapi kita hanya menghubungkannya pada sumber cadangan yang telah diberi pengamanan.

4. Keindahan

Artinya dalam pemasangan komponen atau peralatan instalasi listrik harus ditata sedemikian rupa sehingga dapat terlihat rapi dan indah serta tidak menyalahi peraturan yang berlaku.

5. Keamanan

Artinya harus mempertimbangkan faktor keamanan dari suatu instalasi listrik, baik keamanan terhadap manusia, bangunan, atau harta benda, makhluk hidup lain dan peralatan itu sendiri.

6. Ekonomis

Artinya biaya yang dikeluarkan dalam pemasangan instalasi listrik harus diperhitungkan dengan teliti dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu sehingga biaya yang dikeluarkan dapat sehemat mungkin tanpa harus mengesampingkan hal-hal diatas.

2.4 Ketentuan Umum Perancangan Instalasi Listrik

Rancangan suatu sistem instalasi listrik harus memenuhi ketentuan Peraturan Instalasi Listrik (PUIL) dan peraturan lain seperti:

1. Undang-undang Nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja, beserta peraturan pelaksanaannya.
2. Undang-undang Nomor 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
3. Undang-undang Nomor 15 tahun 2002 tentang Ketenagalistrikan.

2.5 Ketentuan Rencana Instalasi listrik

Rencana instalasi listrik adalah berkas gambar rencana dan uraian teknik yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik. Rencana instalasi listrik harus dibuat dengan jelas serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik, untuk itu harus diikuti ketentuan dan standar yang berlaku. Rencana gambar instalasi terdiri atas:

1. Gambar Situasi, gambar yang menunjukkan dengan jelas letak gedung atau bangunan tempat instalasi listrik tersebut akan dipasang dan rencana pengembangannya dengan sumber tenaga listrik.
2. Gambar Instalasi, yang meliputi:
 - a. Rencana tata letak, yang menunjukkan dengan jelas letak tata perlengkapan listrik beserta sarana kendalinya (pelayanannya), seperti titik lampu, kotak kontak, saklar motor listrik, perlengkapan hubung bagi (PHB), dan lain-lain.
 - b. Rencana hubungan perlengkapan listrik dengan gawai pengendalinya seperti hubungan lampu dengan saklarnya, motor dengan penyusutannya dan dengan gawai pengatur kecepatannya yang merupakan sebagian dari sirkuit akhir atau cabang sirkuit akhir.
 - c. Gambar hubungan antara bagian sirkuit akhir dan PHB yang bersangkutan, ataupun pemberian yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik.
 - d. Tanda atau keterangan yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik.
3. Diagram Garis Tunggal, yang meliputi:
 - a. Diagram PHB perlengkapan lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran normal komponennya.
 - b. Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya.
 - c. Sistem pembumian.
 - d. Ukuran dan jenis penghantar yang dipakai.

4. Gambar Rinci, yang meliputi:
 - a. Perkiraan ukuran fisik PHB.
 - b. Cara pemasangan perlengkapan.
 - c. Cara pemasangan kabel.
 - d. Cara kerja instalasi kendali.
5. Perhitungan teknis bila dianggap perlu, yang meliputi antara lain:
 - a. Susut tegangan.
 - b. Perbaikan faktor kerja.
 - c. Beban terpasang dan kebutuhan maksimum.
 - d. Arus hubung singkat dan daya hubung singkat.
 - e. Tingkat penerangan.
6. Tabel bahan instalasi, yang meliputi:
 - a. Jumlah dan jenis kabel, penghantar dan perlengkapan.
 - b. Jumlah dan jenis perlengkapan bantu.
 - c. Jumlah dan jenis PHB.
 - d. Jumlah dan jenis armatur lampu.
7. Ukuran teknis, yang meliputi:
 - a. Ketentuan teknis perlengkapan listrik yang dipasang dan cara pemasangannya.
 - b. Cara pengujian.
 - c. Jadwal waktu pelaksanaan.
8. Perkiraan biaya.

2.6 Penghantar Listrik

Untuk mensuplai beban pada suatu instalasi listrik agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya maka diperlukan suatu penghantar atau kabel, dengan demikian penghantar merupakan suatu komponen yang mutlak ada pada suatu sistem instalasi listrik.

Penghantar yang diperlukan haruslah sesuai dan cocok dengan besarnya beban yang di suplai serta memenuhi suatu persyaratan yang telah ditetapkan dan diakui oleh instansi yang berwenang agar terjamin keamanan dan keandalan suatu sistem instalasi listrik.

Ada tiga pokok dari suatu penghantar kabel, yaitu:

1. Penghantar merupakan media untuk menghantarkan listrik.
2. Isolasi merupakan bahan elektrik untuk mengisolir antara penghantar satu dengan penghantar lainnya maupun terhadap lingkungannya.
3. Pelindung luar yang memberikan pelindung dari kerusakan mekanis, pengaruh bahan kimia, api dan pengaruh oleh keadaan luar lainnya.

Menurut konstruksinya untuk inti dari suatu kabel ada yang berbentuk pejal dan serabut. Untuk penghantar yang menghendaki kelenturan dan fleksibilitas yang tinggi maka digunakan inti serabut yakni sejumlah kawat yang dikumpulkan menjadi satu. Untuk inti pejal digunakan dalam ukuran sampai 16 mm.

Kabel-kabel yang mempunyai kelenturan yang tinggi untuk pengawatan panel distribusi adalah kabel yang intinya berserat halus. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam instalasi dalam instalasi di panel tersebut.

2.6.1 Jenis Penghantar Listrik

Jenis penghantar atau kabel dinyatakan dengan singkatan-singkatan terdiri dari sejumlah huruf dan angka. Menurut jenisnya kabel dapat dibedakan menjadi:

1. Kabel instalasi

Jenis penghantar yang banyak digunakan pada suatu instalasi rumah dan gedung ialah kabel NYA dan NYM. Ketentuan yang harus diperhatikan di dalam pemasangan kabel NYA sebagai berikut:

- a. Untuk pemasangan tetap dalam jangkuan tangan, kabel NYA harus dilindungi dengan pipa instalasi.
- b. Diruang lembab, kabel NYA harus dipasang dalam pipa pvc untuk pemasangannya.
- c. Kabel NYA tidak boleh dipasang langsung menempel pada plesteran atau kayu, tetapi harus dilindungi dengan pipa instalasi.
- d. Kabel NYA boleh digunakan di dalam alat listrik, perlengkapan hubung bagi dan sebagainya.
- e. Kabel NYA tidak boleh digunakan diruang basah, ruang terbuka, tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.



Gambar 2.1 Kabel NYA

Sedangkan ketentuan-ketentuan untuk pemasangan kabel NYM adalah sebagai berikut:

- a. Kabel NYM boleh dipasang langsung menempel atau ditanam pada plesteran, diruang lembab atau basah dan ditempat kerja atau gedung dengan bahaya kebakaran atau ledakan.
- b. Kabel NYM boleh langsung dipasang pada bagian-bagian lain dari bangunan, konstruksi, rangka dan sebagainya. Dengan syarat pemasangannya tidak merusak selubung luar kabel.
- c. Kabel NYM tidak boleh dipasang di dalam tanah.
- d. Dalam hal penggunaan, kabel instalasi yang terselubung memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan instalasi di dalam pipa, yaitu lebih mudah dibengkokkan, lebih tahan terhadap pengaruh asam, dan sambungan dengan alat pemakai dapat ditutup lebih rapat.



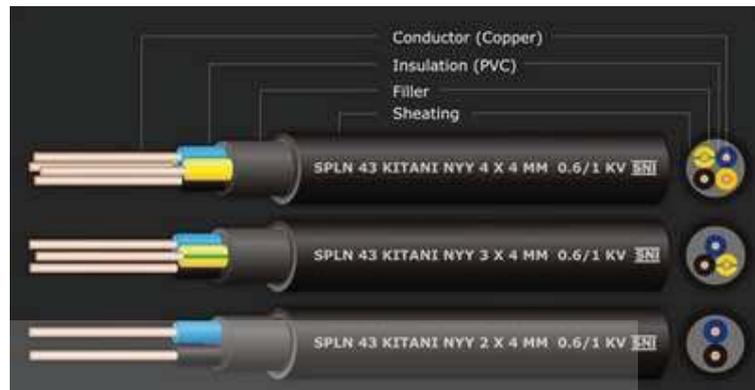
Gambar 2.2 Kabel NYM

2. Kabel Tanah

a. Kabel tanah termoplastik tanda perisai

Kabel tanah dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu kabel jenis NYY dan kabel NAYY. Pada prinsipnya susunan kabel NYY sama dengan susunan kabel NYM, hanya tebal isolasi dan selubung luarnya, serta jenis komponen pvc yang digunakan berbeda. Warna selubung luarnya hitam. Untuk kabel tegangan rendah, tegangan nominalnya 0,6/1 KV. Dimana : 0,6 KV = tegangan nominal terhadap tanah, 1 KV = tegangan nominal penghantar.

Urutannya dapat mencapai satu sampai lima. Luas penampang penghantarnya dapat mencapai 240 mm² atau lebih. Konstruksi kabel NYY dapat dilihat pada gambar 2.3 kegunaan utama dari kabel NYY adalah kabel tenaga untuk instalasi pada industri, di dalam gedung maupun di alam terbuka dan pada saluran kabel serta lemari hubung bagi. Kabel NYY dapat juga ditanam di dalam tanah asalkan diberi perlindungan secukupnya terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan mekanis.



Gambar 2.3 Kabel NYY

b. Kabel tanah termoplastik berperisai

Jenis kabel ini bervariasi yang banyak digunakan seperti kabel NYFGbY dan NYRGbY. Bentuk kabel ini dan konstruksinya dapat dilihat pada gambar 2.4. Inti-inti dari penghantar tembaga tanpa dilapisi timah putih dan bervariasi pvc. Kabel ini digunakan karena kemungkinan ada gangguan mekanis. Untuk pemasangan kabel ke terminal atau peralatan lainnya, penyambungan harus di solder atau diberi sepatu kabel pada ujung-ujungnya.



Gambar 2.4 Kabel NYFGbY

2.6.2 Komponen Pokok Instalasi Listrik

Komponen pokok instalasi listrik ialah perlengkapan yang paling pokok dalam suatu rangkaian listrik. Komponen yang digunakan dalam pemasangan instalasi listrik banyak macam ragamnya. Tetapi, pada dasarnya komponen instalasi listrik dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Bahan penghantar listrik.
2. Bahan isolasi.
3. Pipa instalasi.
4. Kotak sambung.
5. Saklar.
6. Fitting.
7. Perlengkapan bantu.

2.7 Syarat Pemasangan Instalasi Listrik

Beberapa syarat pemasangan instalasi listrik yang harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi listrik dimaksudkan agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara efektif dan efisien. Menurut PUIL 2000 persyaratan pemasangan instalasi listrik tersebut sebagai berikut:

1. Pemasangan Fitting, pemasangan fitting lampu jenis edison harus dipasang dengan cara menghubungkan kontak dasarnya pada penghantar fase, dan kontak luarnya pada penghantar netral.
2. Pemasangan Lampu, pemasangan Armatur penerangan, fitting lampu, lampu, dan roset harus dibuat sedemikian rupa sehingga semua bagian

yang bertegangan dan bagian yang terbuat dari logam, pada waktu pemasangan atau penggantian lampu, atau dalam keadaan lampu terpasang, teramankan dengan baik dari kemungkinan sentuhan.

3. Pemasangan Stop kontak, pemasangan kotak-kontak fase tunggal, baik yang berkutub dua maupun tiga harus dipasang sehingga kutub netralnya ada sebelah kanan atau sebelah bawah kutub tegangan. Tinggi pemasangan ± 150 cm di atas lantai, apabila kurang dari 150 cm harus dilengkapi tutup.
4. Pemasangan Saklar, pemasangan saklar arah posisi kontak (tuas) saklar seragam, bila pemasangan lebih dari satu. Dekat dengan pintu dan mudah dicapai tangan atau sesuai kondisi tempat. Tinggi pemasangan ± 150 cm di atas lantai.
5. Pemasangan Penghantar, warna penghantar Fase: warna merah, Netral: warna biru, dan Pentanahan/*grounding*: warna kuning loreng hijau.

2.8 Sistem Kendali

2.8.1 Pengertian Sistem kendali

Sistem kendali atau sistem kontrol merupakan suatu kumpulan cara atau metode yang dipelajari dari kebiasaan-kebiasaan manusia dalam bekerja, dimana manusia membutuhkan suatu pengamatan kualitas dari apa yang telah mereka kerjakan sehingga memiliki karakteristik sesuai dengan yang diharapkan pada mulanya. Perkembangan teknologi menyebabkan manusia selalu terus belajar untuk mengembangkan dan mengoperasikan pekerjaan-pekerjaan

pengendalian yang semula dilakukan oleh manusia menjadi serba otomatis.

Dalam aplikasinya, sistem kendali memegang peranan penting dalam teknologi. Sebagai contoh, otomasi industri dapat menekan biaya produksi, mempertinggi kualitas, dan dapat menggantikan pekerjaan-pekerjaan rutin yang telah dilakukan. Sehingga dengan demikian akan meningkatkan kinerja suatu sistem secara keseluruhan dan pada akhirnya memberikan keuntungan bagi manusia yang menerapkannya.

2.8.2 Sasaran Sistem Kendali

Dalam aplikasinya, suatu sistem kendali atau sistem kontrol memiliki tujuan/sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (Output) dalam suatu sikap/kondisi/keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (input) melalui elemen sistem kendali atau sistem kontrol.



Gambar 2.5 Diagram Umum Sistem Kendali atau sistem Kontrol

Dengan adanya sasaran ini, maka kualitas keluaran yang dihasilkan tergantung dari proses yang dilakukan dalam sistem pengendalian ini.

2.8.3 Sistem Kontrol Loop Terbuka

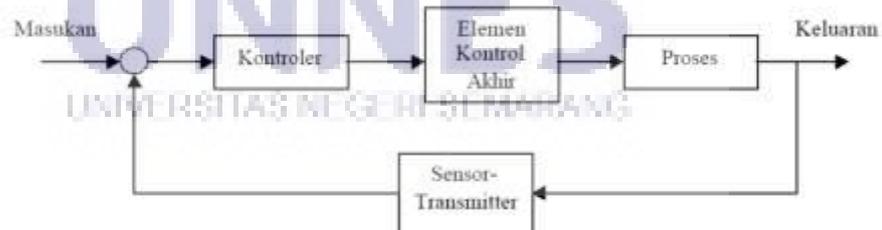
Sistem kontrol loop terbuka merupakan suatu sistem yang mempunyai karakteristik dimana nilai keluaran tidak memberikan pengaruh pada aksi kontrol tersebut. Secara sederhana blok diagram sistem kontrol loop terbuka dapat di tunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram Sistem Kontrol Loop Terbuka

2.8.4 Sistem Kontrol Loop Tertutup

Sistem kontrol loop tertutup merupakan sistem kontrol yang sinyal keluaranya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Kontrol loop tertutup termasuk dala sistem kontrol berumpan balik dimana sinyal kesalahan penggerak merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik. Secara sederhana blok diagram sistem kontrol terbuka ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Diagram Sistem kontrol Loop Tertutup

Dibandingkan dengan sistem kontrol loop terbuka, sistem kontrol loop tertutup memang lebih rumit, mahal dan sulit dalam desain. Akan tetapi tingkat kestabilannya yang reatif konstan dan tingkat

kesalahannya yang kecil bila terdapat gangguan dari luar, membuat sistem kontrol ini lebih banyak menjadi pilihan para perancang sistem kontrol.

2.9 Programmable Logic Control (PLC)

2.9.1 Pengertian Programmable Logic Control

Menurut *National Electrical Manufacturing Assosiation* (NEMA) *Programmable Logic Control* (PLC) didefinisikan sebagai suatu perangkat elektronika digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik seperti: kontak-kontak logika, timing, dan counting untuk mengontrol suatu sistem sesuai dengan yang diinginkan.

Seiring perkembangan teknologi *Solid State*, saat ini *Programmable Logic Control* telah mengalami perkembangan baik dari ukuran, kepadatan komponen serta dari fungsionalnya, berdasarkan jumlah *input/output* yang terdapat pada *Programmable Logic Control*, pada umumnya *Programmable Logic Control* dapat dibagi menjadi tiga kelompok :

1. *Programmable Logic Control* Mikro, *Programmable Logic Control* dapat dikategorikan mikro jika jumlah *input/output* pada *Programmable Logic Control* ini kurang dari 32 terminal.
2. *Programmable Logic Control* Mini, kategori ukuran mini ini adalah jika *Programmable Logic Control* tersebut memiliki jumlah *input/output* antara 32 sampai 128 terminal.

3. *Programmable Logic Control Large, Programmable Logic Control* ukuran ini dikenal juga dengan *Programmable Logic Control type rack, Programmable Logic Control* dapat dikategorikan sebagai *Programmable Logic Control* besar jika jumlah *input/output* nya lebih dari 128 terminal.

2.9.2 Fungsi *Programmable Logic Control*

Programmable Logic Control ini dirancang untuk menggantikan satu rangkaian relay squensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. *Programmable Logic Control* ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis *Programmable Logic Control* yang digunakan sudah dimasukkan.

Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan bekerja secara On dan Off output-output. *Programmable Logic Control* juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak. Banyak hal yang dapat dilakukan oleh *Programmable Logic Control*, yaitu sebagai :

2.8.2.1 Sequence Control

- a. Pengganti *Relay Control Logic*.

- b. *Timer/Counter*.
- c. Pengganti pengendali yang berupa papan rangkaian elektronik.
- d. Pengendali mesin dan proses.

2.8.2.2 Kontrol Canggih

- a. Operasi aritmatik (+, -, x, :).
- b. Penanganan informasi.
- c. Kontrol analog (suhu, tekanan, dan lain-lain).
- d. *Propositional Integrator Diffresensiator* (PID).
- e. Servo motor kontrol.
- f. Servo montor kontrol.

2.8.2.3 Kontrol Pengawasan

- a. Proses monitor dan alarm.
- b. Monitor dan diagnosa kesalahan.
- c. Antarmuka dengan komputer.
- d. Antarmuka dengan printer/ASCII.
- e. Jaringan kerja otomasi pabrik.
- f. *Local Area Network*.
- g. *Wide Are Network*.

2.9.3 Kelebihan *Programmable Logic Control*

Sistem kontrol menggunakan *Programmable Logic Control* mempunyai banyak keuntungan dibandingkan sistem kontrol

menggunakan peralatan kontrol yang dirangkai secara listrik seperti relay atau kontaktor, yaitu :

- a. *Programmable Logic Control* didesain untuk bekerja dengan kehandalan yang tinggi dan jangka waktu pemakaian yang lama pada lingkungan industri.
- b. Jika sebuah aplikasi kontrol yang kompleks dan menggunakan banyak relay, maka akan lebih murah apabila menggunakan satu buah *Programmable Logic Control* sebagai alat kontrol.
- c. *Programmable Logic Control* dapat dengan mudah diubah-ubah dari satu aplikasi ke aplikasi lain dengan cara memprogram ulang sesuai yang kita inginkan.
- d. *Programmable Logic Control* dapat melakukan diagnosa dan menunjukkan kesalahan apabila terjadi gangguan sehingga ini sangat membantu dalam melakukan pelacakan gangguan.
- e. *Programmable Logic Control* juga dapat berkomunikasi dengan *Programmable Logic Control* lain termasuk juga dengan komputer. Sehingga kontrol dapat ditampilkan di layar komputer, didokumentasikan, serta gambar kontrol dapat dicetak menggunakan printer.

Programmable Logic Control mempunyai kemampuan mengatikan logika dan pengerjakan sirkit kontrol relay yang merupakan instalasi langsung. Rangkaian kontrol cukup dibuat secara software. Pengkabelan hanya diperlukan untuk menghubungkan

peralatan input dan output. Hal ini mempermudah dalam mendesain dan memodifikasi rangkaian, karena cukup dengan mengubah program *Programmable Logic Control*.

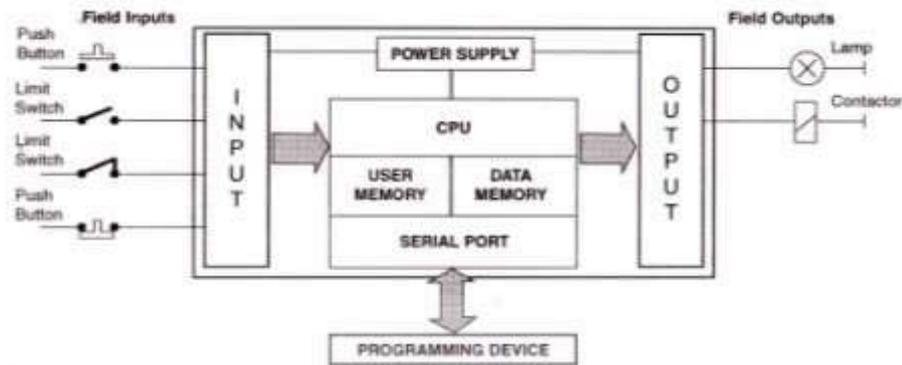
2.9.4 Struktur Unit *Programmable Logic Control*

2.9.4.1 *Central Processing Unit (CPU)*

Unit processor atau *Central Processing Unit (CPU)* adalah unit yang berisi mikroprosesor yang mengolah sinyal-sinyal input dan melaksanakan pengontrolan, sesuai dengan program yang disimpan di dalam memori, lalu mengkomunikasikan keputusan-keputusan yang diambilnya sebagai sinyal-sinyal kontrol ke *interface output*. Fungsi CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di *Programmable Logic Control*. Ada tiga komponen utama penyusun CPU ini, yaitu *processor*, *memory* dan *power supply*.

2.9.4.1.1 Sistem Antarmuka *Input/Output*

Pada umumnya informasi data *Programmable Logic Control* dinyatakan dalam bentuk tegangan listrik antara 5-15 VDC, sedangkan sistem tegangan di luar bervariasi antara 24-240 VDC maupun AC. Unit I/O dimaksudkan untuk interfacing antara besaran kedua tersebut. Adapun komponen utama PLC ditunjukkan gambar 2.8.



Gambar 2.8 Blok Diagram *Programmable Logic Control*

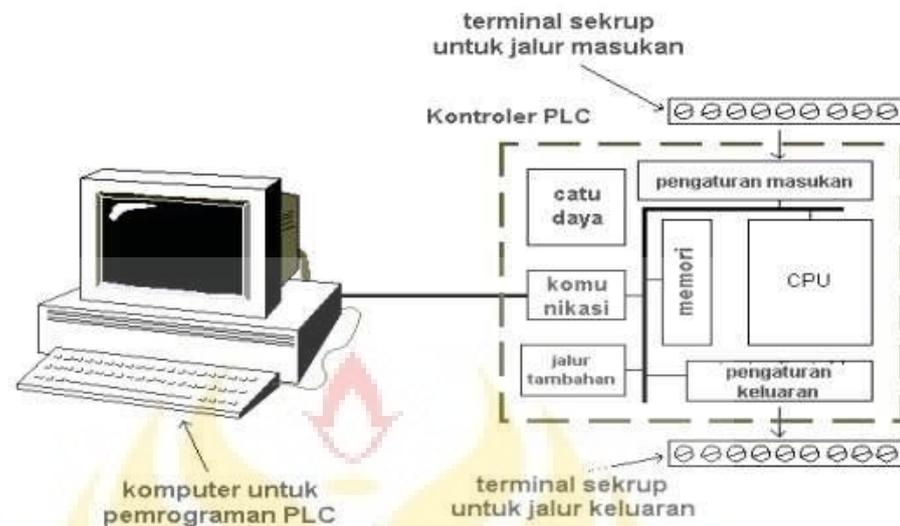
Konfigurasi fisik *Programmable Logic Control* terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

a. *Fixed*

Terdiri dari bagian processor, masukan-keluaran, catu daya dalam satu unit.

b. *Modular*

Programmable Logic Control modular terdiri dari chasis di mana catu daya, CPU dan semua modul masukan dan keluaran sebagai perangkat keras yang dapat dipasang dan dilepas secara terpisah. Untuk mengetahui blok diagram *Programmable Logic Control* ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Blok Diagram Keseluruhan *Programmable Logic Control*

Dalam proses pengolahan data di dalam memori, *Programmable Logic Control* dapat memberikan sinyal-sinyal gangguan melalui lampu indikator lampu dan kondisi error pada ladder diagram pada *Programmable Logic Control*. Adapun gangguan dalam *Programmable Logic Control* adalah sebagai berikut :

- a. *Faults indicators*.
- b. *Run/stop indicators*.
- c. *Input/output status indicators*.

2.9.4.2 Data dan Memori *Programmable Logic Control*

Aturan penulisan memori *Programmable Logic Control* adalah :

- a. *Word* atau *channel* yang terdiri dari 16 bit, ditulis XXX
- b. Bit atau *contact* yang terdiri dari 1 bit, ditulis XXXXX

- c. Dua angka yang paling belakang (digaris bawah) menunjukkan nomor *contact* dan sisa angka yang di depan menunjukkan nomor *channel*.

Memori juga merupakan elemen yang terdapat pada CPU yang berupa IC (*integrated ciecuit*). Karakteristik memori ini mudah dihapus dengan mematikan catu daya. Seperti halnya sistem komputer, *memory Programmable Logic Control* terdiri atas RAM dan ROM. Kapasitas *memory* antara satu *Programmable Logic Control* dengan yang lain berbeda-beda tergantung pada tipe dan pabrik pembuatnya. Beberapa pabrik menyatakan ukuran *memory* dalam *byte*, ada juga yang *kilobyte*, dan ada pula yang dinyatakan dengan jumlah instruksi yang dapat disimpan.

1. *Random Acces Memory*

Random Acces Memory mempunyai singkatan kode RAM. Program yang ditulis umumnya disimpan dalam RAM yang ada di dalam *Programmable Logic Control* sehingga sapat diubah/diedit melalui programming unit.

Kerugian penyimpanan di RAM adalah program dan data akan hilang ketika power supply mati. Untuk mengatasi hal ini, RAM dapat di *back-up* dengan battery lithium, sehingga meskipun power supply mati, program dan data tidak

hilang. Umumnya bila battery tidak rusak, program dan data disimpan dapat selama 5 tahun.

2. *Read Only Memory*

Read Only Memory mempunyai singkatan ROM. Semua data yang ada dapat dibaca, tetapi dapat ditulis, karena termasuk data non volatile yang tersedia secara permanen. Supaya program dalam RAM bisa dieksekusi harus ada (*operating system*) *Programmable Logic Control*. *Operating system* ini dibuat oleh pabrik pembuat *Programmable Logic Control* yang disimpan dalam ROM dan hanya dapat dibaca oleh processor. Dalam beberapa *Programmable Logic Control* tidak menggunakan ROM tetapi EPROM atau EEPROM. Pengguna dapat juga menyimpan program disebagian tempat EEPROM atau dikenal sebagai *flash memory*.

Sehingga secara garis besar ada tiga fungsi *memory* yaitu untuk menyimpan informasi yang diperlukan untuk menjalankan program, untuk menyimpan program (*program storage*), untuk menyimpan pesan (*program message*). Memori *Programmable Logic Control* terdiri dari

:

a. *Internal Relay*

Internal Relay mempunyai singkatan kode IR. *Relay* mempunyai pembagian fungsi seperti IR *input*, IR *output*, dan juga IR *work area* (untuk pengolahan data pada program). IR *input* dan IR *output* yang berhubungan dengan terminal *input* dan *output* pada *Programmable Logic Control*. Sedangkan IR *work area* tidak dihubungkan ke terminal PLC, akan tetapi berada dalam *internal memory Programmable Logic Control* dan fungsinya untuk pengolahan logika program kiat (manipulasi program).

b. *Spesial Relay*

Spesial Relay mempunyai singkatan kode SR. *Spesial relay* adalah relay yang mempunyai fungsi-fungsi khusus seperti untuk flags (misalnya pada instruksi penjumlahan terdapat kelebihan digit pada hasilnya (*carry flags*), kontrol bit *Programmable Logic Control*, informasi kondisi *Programmable Logic Control*, dan *system clock* (pulsa 1 detik, 0,2 detik, dll).

c. *Auxiliary Relay*

Auxiliary Relay mempunyai singkatan kode AR. Terdiri dari flags dan bit untuk tujuan-tujuan khusus. Dapat menunjukkan kondisi *Programmable Logic Control* yang

disebabkan oleh kegagalan sumber tegangan, kondisi *spesial I/O*, kondisi *input/output unit*, kondisi CPU *Programmable Logic Control*, kondisi memori *Programmable Logic Control* dan lain-lain.

d. *Holding Relay*

Holding Relay mempunyai singkatan HR. dapat difungsikan untuk menyimpan data (bit-bit penting) karena tidak akan hilang walaupun sumber tegangan *Programmable Logic Control* mati.

e. *Link Relay*

Link Relay mempunyai singkatan kode LR. Digunakan untuk data *link* pada *Programmable Logic Control link system*. Artinya untuk tukar menukar informasi antar dua *Programmable Logic Control* atau lebih dalam suatu sistem kontrol yang saling berhubungan satu dengan yang lain dan menggunakan banyak *Programmable Logic Control* (minimum 2 *Programmable Logic Control*).

f. *Temporary Relay*

Temporary Relay mempunyai kode TR. Berfungsi untuk penyimpanan sementara kondisi logika program pada *ladder diagram* yang mempunyai titik percabangan khusus.

g. *Timer/Counter*

Timer Relay mempunyai singkatan TR dan *counter relay* mempunyai singkatan kode CNT. Untuk mendefinisikan suatu sistem waktu tunda/*time delay (timer)* atau untuk penghitung (*counter*). Untuk *timer* mempunyai orde 100 ms, ada yang mempunyai orde 10 ms yaitu TIMH (15). Untuk TIM 000 s/d TIM 15 dapat dioperasikan secara *interrupt* untuk mendapatkan waktu yang lebih presisi.

h. *Data Memory*

Data Memory disingkat dengan kode DM. *Data Memory* berfungsi untuk penyimpanan data-data program karena isi DM tidak akan hilang (*reset*) walaupun sumber tegangan *Programmable Logic Control* mati. Macam-macam DM adalah sebagai berikut :

1. *DM Read/Write*

Pada DM ini bisa dihapus dan ditulis oleh program yang kita buat. Jadi sangat berguna untuk manipulasi program.

2. *DM special I/O unit*

DM ini berfungsi untuk menyimpan dan mengolah hasil dari *special I/O unit*, mengatur dan mendefinisikan sistem kerja *special I/O unit*.

3. *DM history log*

Pada DM ini disimpan informasi-informasi penting pada saat *Programmable Logic Control* terjadi kegagalan sistem operasionalny. Pesan-pesan kesalahan sistem *Programmable Logic Control* yang disimpan adalah berupa kode-kode angka tertentu.

4. *DM link test area*

Berfungsi untuk menyimpan informasi-informasi yang menunjukkan status dari sistem *link Programmable Logic Control*.

5. *DM setup*

Berfungsi untuk *setup* kondisi *default* (kondisi kerja saat *Programmable Logic Control* aktif). Pada DM inilah kemampuan kerja suatu *Programmable Logic Control* didefinisikan untuk pertama kalinya sebelum *Programmable Logic Control* tersebut diprogram dan dioperasikan pada suatu sistem kontrol. Tentu saja *setup Programmable Logic Control* tersebut disesuaikan dengan sistem kontrol yang bersangkutan.

i. *Upper Memory*

Upper Memory mempunyai singkatan kode UM. Memori ini berfungsi untuk menyimpan dan menjalankan

program kita (*user program*). Kapasitasnya tergantung pada masing-masing tipe *Programmable Logic Control* yang dipakai. Semua memori (selain DM dan UM) diatas dapat anda bayangkan seperti relay yang mempunyai *coil*, *contact NO* dan *contact NC*. *Timer/counter* juga dapat dibayangkan seperti *timer/counter* seperti pada umumnya. *Timer/counter* pada *Programmable Logic Control* juga mempunyai NO dan NC. DM tidak *contact*, yang ada hanya *channel/word* saja. DM dapat difungsikan untuk penyimpanan data-data penting yang tidak boleh hilang waktu *power* padam atau untuk manipulasi program kita. Memori yang sifatnya dapat menyimpan data program jika listrik mati adalah DM dan HR, sedangkan yang lain akan kembali *reset* (hilang).

2.9.5 Dasar Pemrograman *Programmable Logic Control*

Pada dasarnya *Programmable Logic Control* tidak dapat melakukan apa-apa tanpa adanya program di dalam memori proses.

Program *Programmable Logic Control* dimasukkan ke dalam memori dengan menggunakan peralatan pemrograman *Programmable Logic Control* yang sesuai, peralatan pemrograman *Programmable Logic Control* itu diantaranya :

- a. *Hand-held Unit*

- b. Terminal video
- c. Komputer pribadi/PC

2.10 Programmable Logic Control Omron CPM 1A 20 CDR AV1

2.10.1 Programmable Logic Control Omron CPM 1A 20 CDR AV1

Programmable Logic Control Omron CPM1A 20 CDR AV1 merupakan salah satu type *Programmable Logic Control* yang memiliki kecepatan tinggi yang dirancang untuk operasi kendali yang memerlukan jumlah I/O dari 10 sampai 100 buah I/O. selain itu, *Programmable Logic Control* ini memiliki kemudahan dalam penginstalan, pengembangan, dan pemasangan sistem. *Programmable Logic Control Omron CPM 1A 20 CDR AV1* ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Programmable Logic Control*

Omron CPM 1A 20 CDR AV1

Setiap *Programmable Logic Control* yang digunakan memiliki spesifikasi khusus yang dijadikan pedoman dalam pengaplikasiannya. Berikut ini adalah tabel spesifikasi khusus *Programmable Logic Control* Omron CPM 1A :

Tabel 2.1 Spesifikasi Umum *Programmable Logic Control* Omron CPM1A

SPESIFIKASI UMUM		
Nama	Tipe	Spesifikasi
Power Supply	CPM 1A 20 CDR AV1	100 – 240 VAC; 50/60 Hz
Operating Voltage Range		85 – 264 VAC
Inrush Current		30 A max.
Power Consumption		60 VA max.
External Power Supply (Output Capacity)		24 VDC; (300mA)
Dimension		150 x 90 x 85 mm (Width x Height x Depth)
Weight		700 gram max
Communication Connector		RS 232C

2.10.2 Indikator *Programmable Logic Control* Omron CPM 1A 20 CDR AV1

Programmable Logic Control Omron CPM 1A 20 CDR AV1 mempunyai fungsi dan jumlah terminal 12 masukan dan 8 keluaran, total ada 20 jalur masukan/keluaran. Selain adanya indikator masukan dan keluaran, terlihat juga adanya 4 macam lampu indikator yaitu

PWR, RUN, ERR/ALM dan COM. Arti dari indikator-indikator ini dapat ditunjukkan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Arti Lampu Indikator *Programmable Logic Control*

Omron CPM 1A 20 CDR AV1

Indikator	Status	Keterangan
PWR (hijau)	ON	Catu daya disalurkan ke PLC
	OFF	Catu daya tidak disalurkan ke PLC
RUN (hijau)	ON	PLC dalam kondisi kerja RUN atau monitor
	OFF	PLC dalam kondisi mode PROGRAM atau munculnya kesalahan yang fatal
COMM (kuning)	Kedip	Data sedang dikirim melalui port periferan atau RS-232
	OFF	Tidak ada proses pengiriman data melalui port periferan maupun RS-232
ERR/ALM (merah)	ON	Muncul suatu kesalahan fatal (operasi PLC berhenti)
	Kedip	Muncul suatu kesalahan tak fatal (operasi PLC berlanjut)
	OFF	Operasi berjalan dengan normal

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

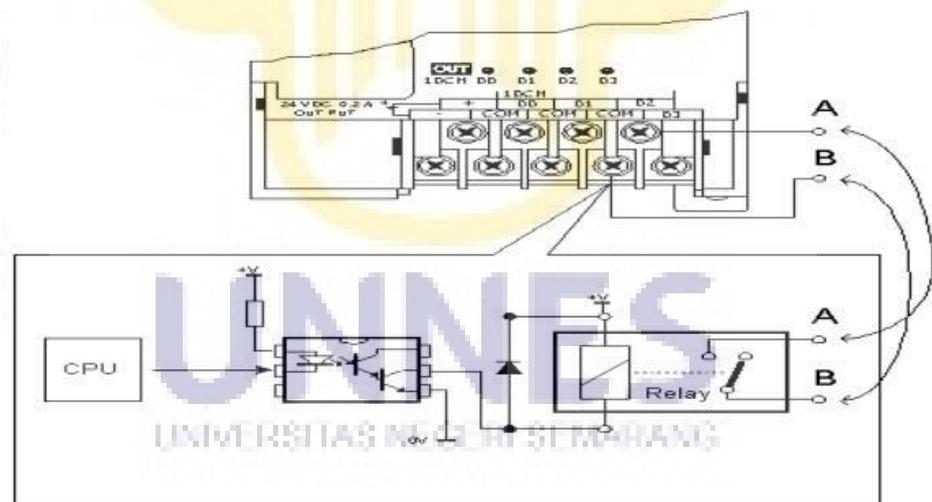
2.10.3 Jalur Masukan *Programmable Logic Control* Omron CPM 1A 20 CDR AV1

Berbagai macam sensor, sakelar atau komponen lain yang dapat digunakan untuk mengubah status bit dari memori status masukan *Programmable Logic Control* dapat dipasang atau digunakan sebagai masukan ke *Programmable Logic Control*. Untuk dapat melakukan

perubahan pada status memori masukan tersebut, dibutuhkan sumber tegangan untuk memicu masukan. Untungnya CPM1A sudah dilengkapi dengan sumber tegangan 24 VDC yang letaknya dikiri bawah terminal keluaran.

2.10.4 Jalur Keluaran *Programmable Logic Control* Omron CPM 1A 20 CDR AV1

Programmable Logic Control Omron CPM 1A menggunakan keluaran berupa relai, dengan adanya relai ini, terminal *Programmable Logic Control* dapat menghubungkan dengan piranti eksternal menjadi lebih mudah. Gambar 2.11 menunjukkan relai yang terdapat dalam *Programmable Logic Control* CPM 1A.



Gambar 2.11 *Relay* sebagai keluaran pada

Programmable Logic Control CPM1A 20 CDR AV1

2.10.5 Struktur Memori *Programmable Logic Control* Omron CPM 1A

20 CDR AV1

Beberapa bagian dalam memori CPM 1A 20 CDR AV1 memiliki fungsi khusus. Masing-masing lokasi memori memiliki ukuran 16 bit atau 1 *word*, beberapa *word* membentuk daerah atau region. Daerah tersebut terdiri atas :

2.10.5.1 Daerah IR

Memori ini berfungsi sebagai tempat menyimpan status keluaran dan masukan *Programmable Logic Control*. Beberapa bit berhubungan dengan terminal masukan dan keluaran *Programmable Logic Control*. Bit IR 000 berhubungan dengan terminal masukan ke-I, sedangkan terminal ke-IV berhubungan dengan IR 000.5. Daerah IR ini terdiri dari 3 macam area di antaranya, area masukan, keluaran, dan area kerja.

Tabel 2.3. Pembagian Area IR

Area Memori		Word	Bit	Fungsi
Area IR	Area Masukan	IR000-IR009 (10 word)	IR000.00- IR009.15 (16 bit)	Bit ini dapat dialokasikan dalam terminal I/O.
	Area Keluaran	IR010-IR019 (10 word)	IR010.00- IR019.15 (160 bit)	
	Area Kerja	IR200-IR231 (32 word)	IR200.00- IR231.15 (512 bit)	Bit ini bebas dipakai dalam program

2.10.5.2 Daerah SR

Daerah ini merupakan bagian khusus digunakan sebagai bit kontrol dan status, biasanya digunakan sebagai fungsi pemecah. Misal, SR250 memiliki bit nomor 00 hingga 15 yang digunakan sebagai pengontrol analog 0. Sedangkan SR251 digunakan sebagai pengatur analog 1, SR251.13 adalah Always On Flag berarti kondisinya selalu aktif selama *Programmable Logic Control* menyala. SR251.14 adalah Always OFF Flag berarti kondisinya tidak akan pernah aktif selama *Programmable Logic Control* menyala.

2.10.5.3 Daerah TR

Merupakan daerah memori yang bertugas sebagai penyimpan data hingga batasan *return* saat dipindahkan ke sub-program selama proses eksekusi program.

2.10.5.4 Daerah HR

Merupakan bit pada daerah yang digunakan untuk menyimpan data dan tidak akan hilang meski *Programmable Logic Control* telah dilepas dari catu daya atau *Programmable Logic Control* telah dimatikan, karena menggunakan baterai.

2.10.5.5 Daerah AR

Daerah ini digunakan untuk menyimpan bit-bit kontrol dan status (flag) seperti status *Programmable Logic Control*, kesalahan, waktu sistem, dll. Daerah ini dilengkapi baterai pula,

sehingga data-data kontrol tetap tersimpan walaupun *Programmable Logic Control* tetap dimatikan.

2.10.5.6 Daerah LR

Daerah ini digunakan sebagai pertukaran data saat dilakukan koneksi atau hubungan dengan *Programmable Logic Control* yang lain. Daerah ini terdiri dari 16 word, LR000 hingga LR15 atau 256 bit, LR00.00 hingga LR15.15.

2.10.5.7 Daerah Pewaktu atau Pemecah

Daerah ini digunakan untuk menyimpan nilai pewaktu atau pemecah. Lokasinya terdapat sebanyak 128 lokasi (mulai TC000 sampai dengan TC127).

2.10.5.8 Daerah DM

Daerah ini berisikan tentang data-data yang terkait pada pengaturan komunikasi dengan komputer dan data saat terdapat kesalahan. Pembagian area dalam DM ditunjukkan dalam tabel

2.4:

Tabel 2.4 Pembagian Area DM

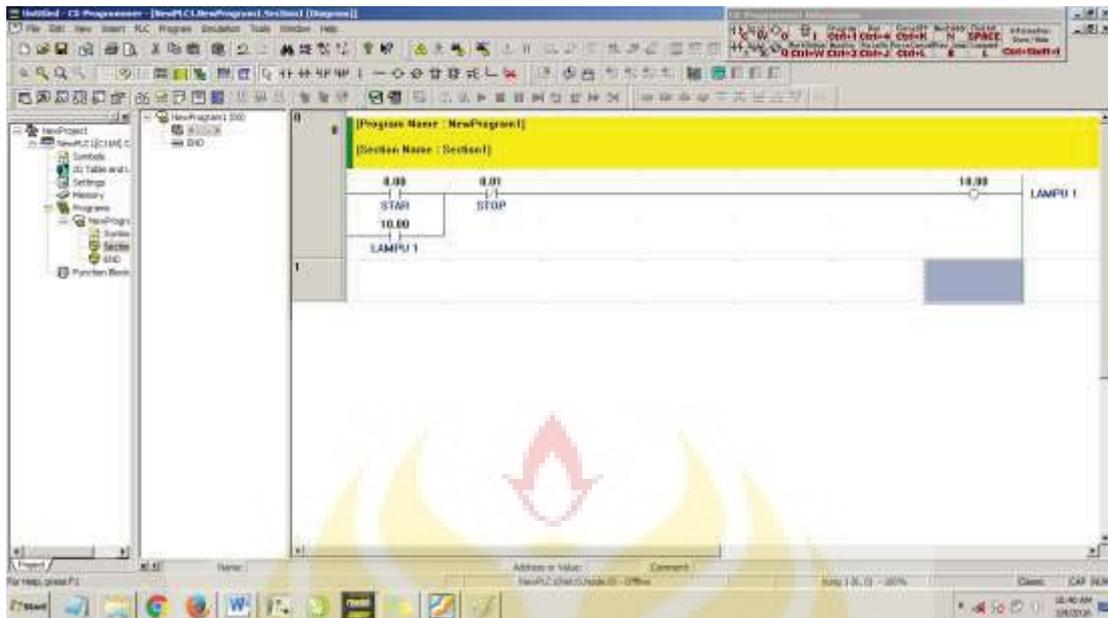
Area DM		Word	Fungsi
Area DM	Read/Write	DM000-DM009 DM1022-DM1023 (1002 word)	Area DM dapat diakses dalam satuan word. Nilai yang ada tersimpan walau PLC mati
	Error Log	DM1000-DM1021 (22 word)	Untuk menyimpan kode kesalahan yang muncul. Word ini digunakan DM

			untuk baca/tulis jika fungsi pencatat tidak dipakai.
	Read – Only	DM6144-DM6599 (456 word)	Tidak dapat ditumpangi data lain untuk program
	PC Setup	DM6600-DM6655 (56 word)	Digunakan untuk menyimpan berbagai parameter yang mengontrol operasi PLC

2.11 Ladder Diagram/Diagram Ladder

Ladder diagram terdiri garis vertikal yang di sebut garis bar. Intruksi yang dinyatakan dengan simbol digambarkan dan disusun sepanjang garis horizontal dimulai dari kiri dan atas ke bawah.

Ladder diagram digunakan untuk menggambarkan rangkaian listrik dan dimaksudkan untuk menunjukkan urutan kejadian, bukan hubungan kabel antar komponen. Pada *ladder diagram* memungkinkan elemen-elemen elektrik dihubungkan sedemikian rupa sehingga keluaran (*output*) tidak hanya terbatas pada ketergantungan terhadap masukan (*input*) tetapi juga terhadap logika. Untuk mengetahui contoh *ladder diagram* dapat ditunjukkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Contoh *ladder diagram*

Ladder languages merupakan bahasa pemrograman yang menuliskan instruksi kontrol secara grafis. Untuk menggambarkan *ladder languages*/diagram ada beberapa ketentuan yang perlu di perhatikan yaitu :

- a. Daya mengalir dari kiri ke kanan.
- b. *Output* ditulis pada bagian yang paling kanan.
- c. Tidak ada kontak yang diletakkan di sebelah kanan *output*.
- d. Setiap *output* disisipkan satu kali dalam setiap program.

Ladder diagram memuat beberapa blok yang dapat mempresentasikan aliran program dan fungsi seperti :

1. *Contact*

Contact dapat berupa *input* (sakelar, push button), kontak *internal variabel* (*relay* otomatis) dan lain-lain, ada empat macam tipe kontak yaitu :

- a. Kontak *NO (Normally Open)* adalah kontak yang terdapat pada *ladder diagram* dimana pada saat keadaan sistem belum bekerja kondisi kontak dalam keadaan terbuka.
- b. Kontak *NC (Normally Close)* adalah kontak yang terdapat pada *ladder diagram* dimana pada saat keadaan sistem belum bekerja kondisi kontak dalam keadaan tertutup.
- c. Kontak *rising edge* adalah kontak yang terdapat pada *ladder diagram* dimana pada saat keadaan sistem mulai bekerja kondisi kontak berubah menjadi logika “0” menjadi logika “1”.
- d. Kontak *falling edge* adalah kontak yang terdapat pada *ladder diagram* dimana pada saat keadaan sistem mulai bekerja kondisi kontak berubah dari logika “1” menjadi logika “0”.

2. Coil

Coil secara umum menyatakan *output*, ada 4 macam tipe *coil* yaitu :

- a. *Coil*.
- b. *Negatif coil*.
- c. *SET coil*.
- d. *RESER coil*.

2.11.1 Instruksi – instruksi Dasar *Programmable Logic Control*

Semua instruksi (perintah program) yang ada dibawah ini merupakan instruksi paling dasar pada *Programmable Logic Control*. Berikut ini merupakan instruksi-instruksi dasar *Programmable Logic Control*.

2.11.1.1 LOAD

a. Instruksi load pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan LD. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kontrol hanya membutuhkan satu kondisi *logic* saja dan sudah dituntut untuk mengeluarkan satu *output*.

b. Logikanya seperti kontak NO relay.

c. Ladder diagram simbol load ditunjukkan pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Instruksi Load

d. *Operand data area*

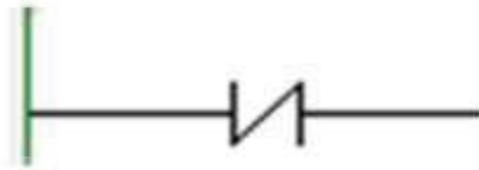
B (BIT) : IR, SR, AR, HR, TC, LR, TR

2.11.1.2 LOAD NOT

a. Instruksi Load Not pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode LD NOT. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kontrol hanya membutuhkan suatu kondisi *logic* saja dan sudah dituntut untuk mengeluarkan satu *output*.

b. Logikanya seperti kontak NC relay.

- c. *Ladder diagram* simbol Load Not ditunjukkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Instruksi Load Not.

- d. *Operand data area*

B (BIT) : IR, SR, AR, HR, TC, LR.

2.11.1.3 AND

- a. Instruksi And pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode AND. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kontrol membutuhkan lebih dari satu kondisi *logic* yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu *output*.
- b. Logikanya seperti kontak NO relay.
- c. *Ladder diagram* simbol And ditunjukkan gambar 2.15.



Gambar 2. 15 Instruksi And

- d. *Operand data area*

B (BIT) : IR, SR, AR, HR, TC, LR.

2.11.1.4 AND NOT

- a. Instruksi AND NOT pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan And Not. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kontrol membutuhkan lebih dari satu *logic* yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu *output*.
- b. Logikanya seperti kontak NC relay.
- c. *Ladder diagram* simbol And Not ditunjukkan pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Instruksi And Not

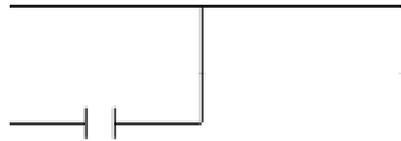
- d. *Operand data area*

B (BIT) : IR, SR, AR, HR, TC, LR.

2.11.1.5 OR

- a. Instruksi OR pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode Ar. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kontrol hanya membutuhkan salah satu dari beberapa kondisi *logic* untuk mengeluarkan satu *output*.
- b. Logikanya seperti kontak NO relay.

- c. *Ladder diagram* simbol OR ditunjukkan pada gambar 2.17.



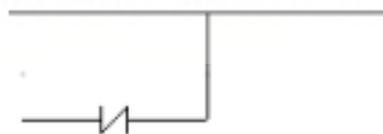
Gambar 2.17 Instruksi OR

- d. *Operand data area*

B (BIT) : IR, SR, AR, HR, TC, LR.

2.11.1.6 OR NOT

- a. Instruksi OR NOT pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode Or not. Instruksi dibutuhkan jika urutan kerja pada suatu sistem kontrol hanya membutuhkan salah satu saja dari beberapa *logic* untuk mengeluarkan satu *output*.
- b. Logikanya seperti kontak NC relay.
- c. *Ladder diagram* simbol Or Not ditunjukkan pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Instruksi OR NOT

- d. *Operand data area*

B (BIT) : IR, SR, AR, HR, TC, LR.

2.11.1.7 OUT

- a. Instruksi Out pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan OUT. Instruksi ini berfungsi untuk mengeluarkan *output* jika semua kondisi *logic ladder diagram* sudah terpenuhi.
- b. Logikanya seperti kontak NO relay.
- c. *Ladder diagram* simbol Out ditunjukkan pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Instruksi Out

- d. *Operand data area*
B (BIT) : IR, HR, LR, TR.

2.11.1.8 OUT NOT

- a. Instruksi Out not pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode OUT NOT. Instruksi ini berfungsi untuk mengeluarkan *output* jika semua kondisi *logic ladder diagram* tidak terpenuhi.
- b. Logikanya seperti kontak NC relay.
- c. *Ladder diagram* simbol Out Not pada gambar 2.20.



Gambar 2.20 Instruksi Out Not

2.11.1.9 Differentiate Up dan Differentiate Down

- a. Instruksi Differentiate Up pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode DIFU (13) dan Differentiate Down (DIFD (14). Instruksi DIFU (13) dan DIFD (14) berfungsi untuk mengubah kondisi logika bit *operand* dari *off* menjadi *on* selama 1 *scan time*. 1 *scan time* adalah waktu yang dibutuhkan oleh untuk menjalankan program dimulai dari alamat 00000 sampai instruksi END (01). DIFU (13) sifatnya mendeteksi transisi naik dari *output*, dan DIFD (14) mendeteksi transisi turun dari *input*.
- b. *Ladder diagram* simbol DIFU dan DIFD ditunjukkan pada gambar 2.21.



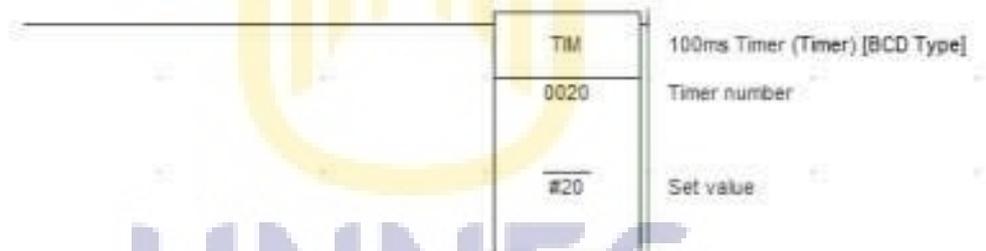
Gambar 2.21 Instruksi DIFU dan DIFD

- c. *Operand data area*

B (BIT) : IR, AR, HR, LR.

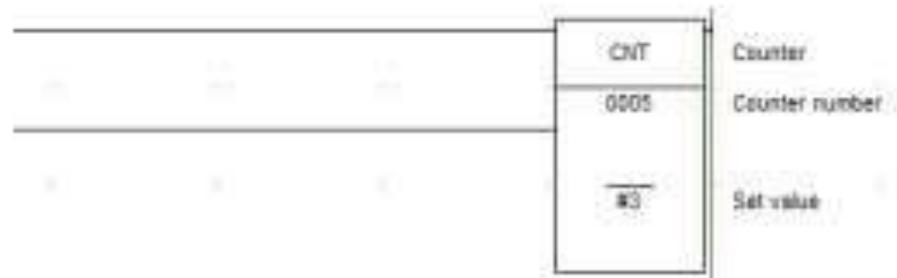
2.11.1.10 *Timer dan Counter*

- a. Instruksi *Timer* pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan *TIM* dan *counter* pada *Programmable Logic Control* mempunyai kode *CNT*. Nilai *timer.counter* pada *Programmable Logic Control* bersifat *countdown* (menghitung mundur) dari nilai awal yang diterapkan oleh program. Setelah hitungan mundur tersebut mencapai angka nol, maka *NO timer/counter* akan ON.
- b. *Ladder diagram* simbol *timer* ditunjukkan pada gambar 2.22.



Gambar 2.22 Instruksi *Timer*

- c. *Ladder diagram* simbol *counter* ditunjukkan pada gambar 2.23.



Gambar 2.23 Instruksi *Counter*

d. *Operand data area*

SV (Set Value) : IR, AR, DM, HR, LR, #.

2.11.1.11 Shift Register

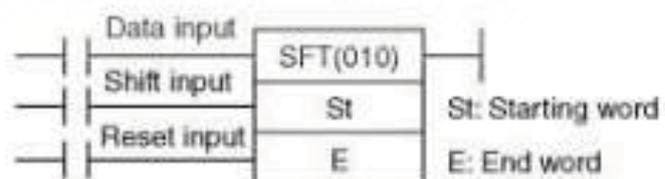
a. Instruksi Shift register pada *Programmable Logic*

Control mempunyai singkatan kode ST (10). Instruksi ini

berfungsi untuk menggeser data dari bit yang paling rendah tingkatannya ke bit yang paling tinggi tingkatannya.

Data *input* akan mulai digeser pada saat transisi naik dari *clock input*.

b. *Ladder diagram* simbol shift register ditunjukkan pada gambar 2.24.



Gambar 2.24 Instruksi *Shift Register*.

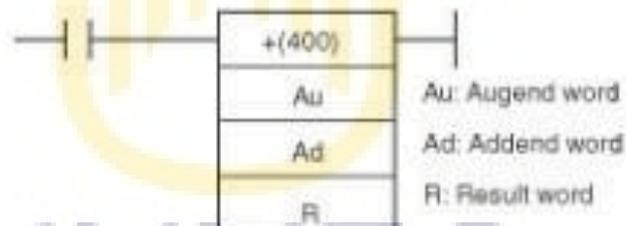
c. *Operand data area*

St (alamat awal) : CIO, WR, HR.

E (alamat akhir) : CIO, WR, HR.

2.11.1.12 Increment dan Decrement

- a. Instruksi Increment pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode INC (38) dan Decrement pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode DEC (39). Instruksi INC (38) dan DEC (39) merupakan BCD. INC (38) berfungsi untuk menambah data BCD dengan 1. Sedangkan instruksi DEC (39) berfungsi mengurangi data BCD dengan 1.
- b. *Ladder diagram* simbol Increment ditunjukkan pada gambar 2.25.



Gambar 2.25 Instruksi *Increment*

c. *Operand data area*

Au : CIO, WR, HR, AR, TC, DM, EM.

Ad : CIO, WR, HR, AR, TC, DM, EM.

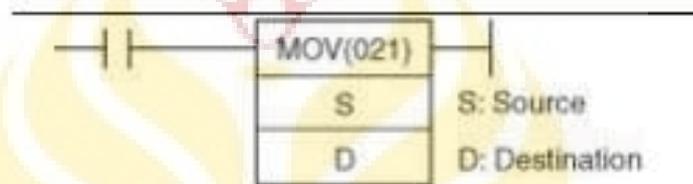
R : CIO, WR, HR, AR, TC, DM, EM.

2.11.1.13 Move

- a. Instruksi Move pada *Programmable Logic Control* mempunyai singkatan kode MOVE (21). Instruksi

MOVE (21) berfungsi untuk memindahkan data *channel* (16 bit data) dari alamat memori asal ke alamat memori tujuan. Atau untuk mengisi suatu alamat memori yang ditunjuk dengan data bilangan (*hexadecimal* atau BCD).

b. *Ladder diagram* simbol Move ditunjukkan pada gambar 2.26.



Gambar 2.26 Instruksi *Move*

c. *Operand data area*

St (data awal) : CIO, WR, HR, AR, TC, DM, EM.

E (data akhir) : CIO, WR, HR, AR, TC, DM, EM.

2.11.1.14 Compare

a. Instruksi Compare pada *Programmable Logic Control*

mempunyai singkatan kode CMP (20). Instruksi ini

berfungsi untuk membandingkan dua data 16 bit dan

mempunyai *output* berupa bit > (lebih dari), bit = (sama

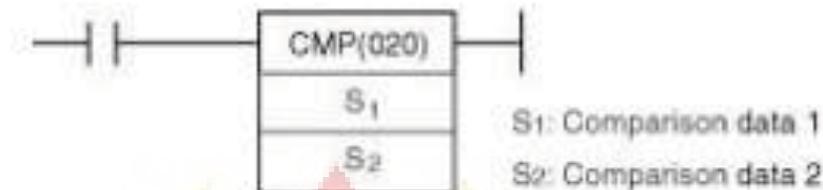
dengan), bit < (kurang dari). Ketiga bit tersebut terdapat

pada *special relay* yaitu :

- 25505 yaitu bit >
- 25506 yaitu bit =

- 25507 yaitu bit <

b. *Ladder diagram* simbol Compare ditunjukkan pada gambar 2.27.



Gambar 2.27 Instruksi *Compare*

c. *Operand data area*

Cp1 (data compare 1) : CIO, WR, HR, AR, TC, DM,
EM.

Cp2 (data compare 2) : CIO, WR, HR, AR, TC, DM,
EM.

2.12 Perangkat Pemograman

2.12.1 Miniprogrammer atau *Console*

Miniprogrammer atau dikenal dengan *manual programmer* adalah sebuah perangkat seukuran kalkulator saku yang berfungsi memasukan instruksi-instruksi program ke dalam *Programmable Logic Control*. Umumnya instruksi-instruksi program dimasukan dengan mengetik simbo-simbol ladder menggunakan *mnemonic*. Sebagai contoh untuk memprogram diagram ladder pada gambar 2.6 dengan menggunakan *Programmable Logic Control* produksi

OMRON maka diketikkan instruksi-instruksi pada manual programmer sebagai berikut:

LD 00000

OR LD 00002

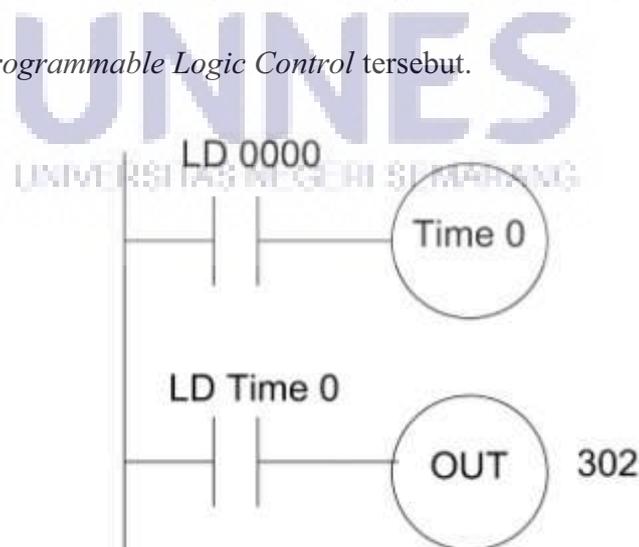
AND LD 00001

OUT 00100

LD 00002

OUT 00101

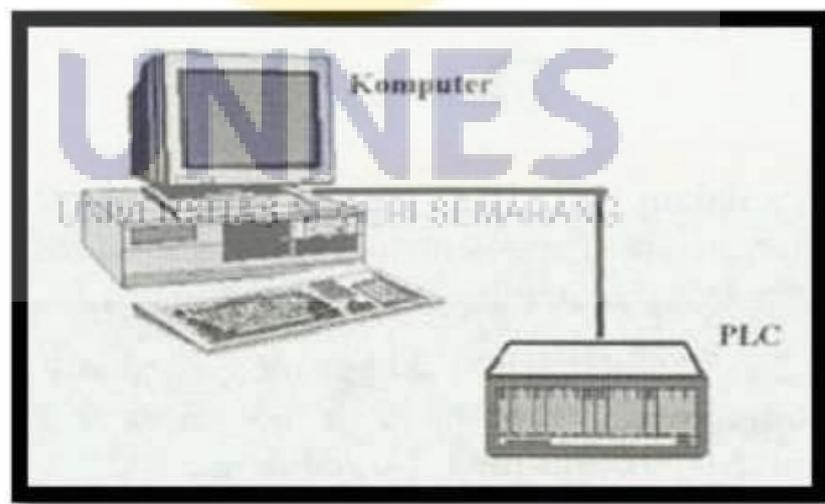
Dalam hal ini simbol-simbol LD, OR LD, AND OUT adalah *mnemonic-mnemonic* yang dapat berbeda tergantung vendor pembuat *Programmable Logic Control* tersebut (misalakan instruksi LD ekuivalen dengan instruksi STR pada *Programmable Logic Control* produksi Allen Bradley), sedangkan bilangan numeris 00000, 00002, 00100, dan 00101 adalah parameter yang berupa alamat-alamat terminal masukan dan terminal keluaran *Programmable Logic Control* tersebut.



Gambar 2.28 Contoh *Ladder Diagram Programmable Logic Control* menggunakan *Programming Console*

2.12.2 *Personal Computer (PC)*

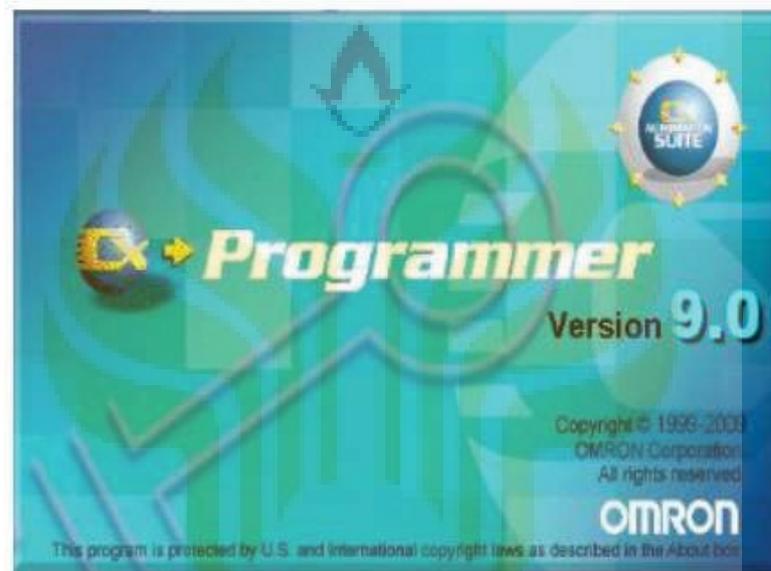
Pemrograman menggunakan fasilitas PC menjadi lebih menarik dan sangat bermanfaat untuk menguji program *ladder* sebelum ditransfer pada memori *Programmable Logic Control*. Berkaitan dengan arsitekturnya yang bersifat *general purpose* dan sistem operasinya yang standar, umumnya vendor-vendor *Programmable Logic Control* menyertakan perangkat lunak *Programmable Logic Control* untuk mengimplementasikan pemasukan program *ladder*, pengeditan, dokumentasi dan program monitoring *real time Programmable Logic Control*, gambar PC sebagai perangkat pemrograman *Programmable Logic Control* dapat dilihat pada gambar 2.29 :



Gambar 2.29 PC Sebagai Perangkat pemrograman *Programmable Logic Control*

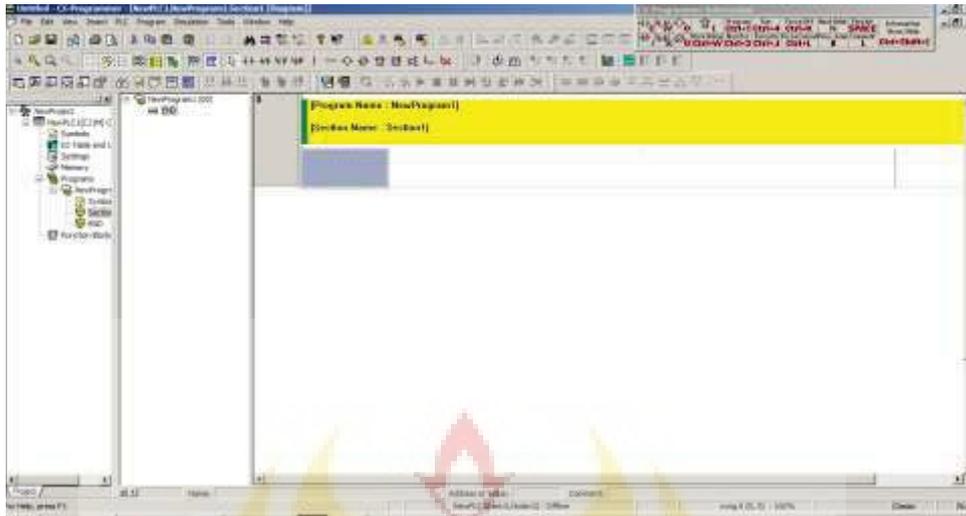
2.13 CX – Programmer V.9

CX-Programmer merupakan sebuah perangkat lunak atas lisensi produksi Omron Corporation. Program ini digunakan untuk memprogram *Programmable Logic Control* Omron CPM1A, dan series yang lainnya. Gambar 2.30 adalah tampilan pembuka software CX-Programmer versi 9.0 :



Gambar 2.30 Tampilan Pembuka *Software Cx-Programmer V.9*

Adapun tampilan awal jendela pemrograman CX-Programmer *Programmable Logic Control* yang dapat dilihat pada gambar 2.31 :



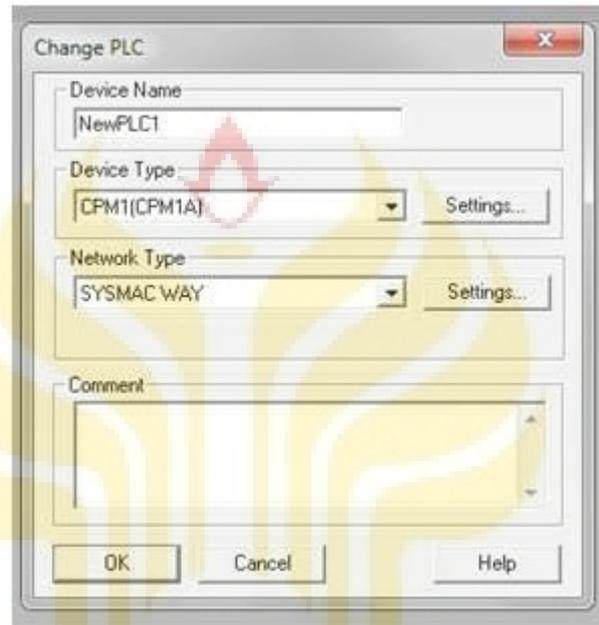
Gambar 2.31 Tampilan dari Perangkat Lunak *Cx-Programmer* 9.0

2.13.1 Langkah Membuat *Ladder Diagram* Menggunakan *Cx-Programmer*

Langkah – langkah membuat *ladder diagram* menggunakan software *CX-PROGRAMMER* adalah sebagai berikut :

1. Hidupkan *Programmable Logic Control* OMRON CPM1A dengan menyambungkannya ke sumber catu daya, lampu indicator PWR pada PLC akan menyala.
2. Hubungkan *Programmable Logic Control* OMRON CPM1A dengan PC, dengan menggunakan kabel CIF 01 dan inverter konektor RS-232 ke port USB.
3. Akan muncul perintah instalasi dari port USB ke kabel CIF01. Ikuti perintahnya next next dan next sampai akhir perintah finish.
4. Buka icon new untuk membuat program ladder baru, maka akan muncul box change *Programmable Logic Control*. Change *Programmable Logic Control* bertujuan untuk menyesuaikan

program yang kita buat dengan jenis *Programmable Logic Control* yang kita gunakan. Karena *Programmable Logic Control* yang saya gunakan adalah *Programmable Logic Control* OMRON CPM1A, maka konfigurasinya adalah sebagai berikut pada gambar 2.32.



Gambar 2.32 Tampilan Change PLC pada *CX-Programmer*

Kemudian ganti device type menjadi CPM1(CPM1A) (sesuaikan dengan *Programmable Logic Control* yang digunakan), klik setting akan muncul box lagi, gambar 2.33.

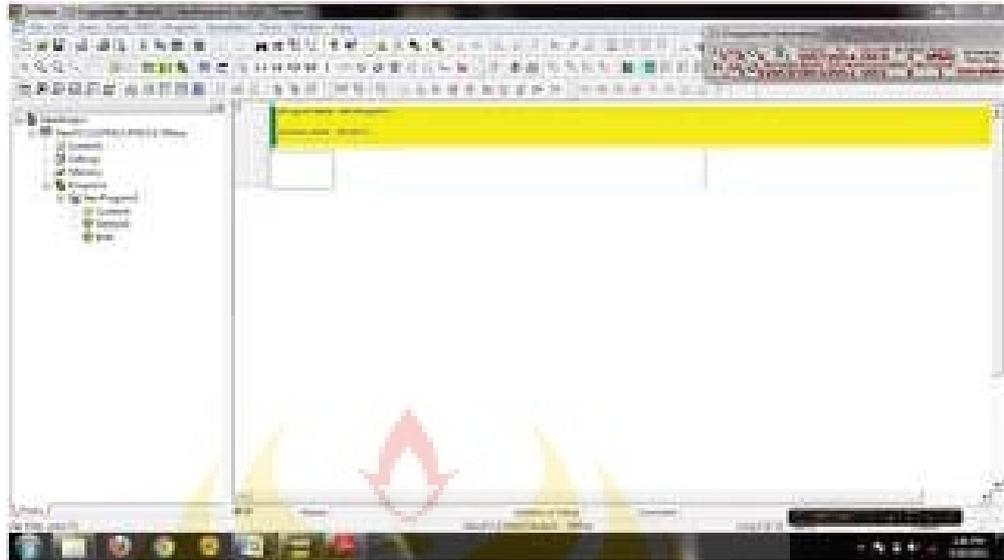
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Gambar 2.33 Tampilan *Device Type Setting*

Setelah masuk pada device type setting, ubah CPU type ke CPU 20 karena *Programmable Logic Control* yang digunakan memakai jenis *Programmable Logic Control* dengan I/O 20. Penyesuaian setting type CPU ini bertujuan agar *Programmable Logic Control* dapat berkomunikasi dengan PC, kemudian klik ok.

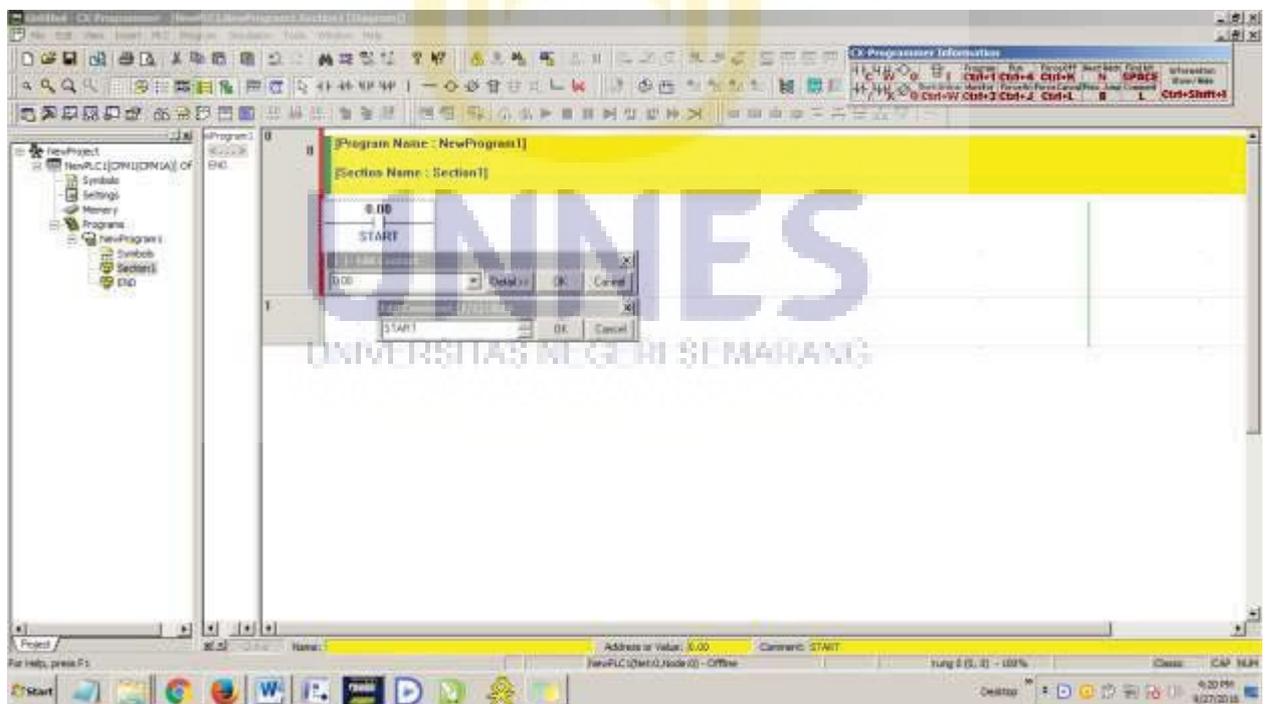
5. Setelah melakukan setting type CPU, maka akan muncul tampilan lembar kerja dan selanjutnya *ladder diagram* atau program dapat di buat. Dapat dilihat pada gambar 2.34.



Gambar 2.34 Tampilan lembar kerja

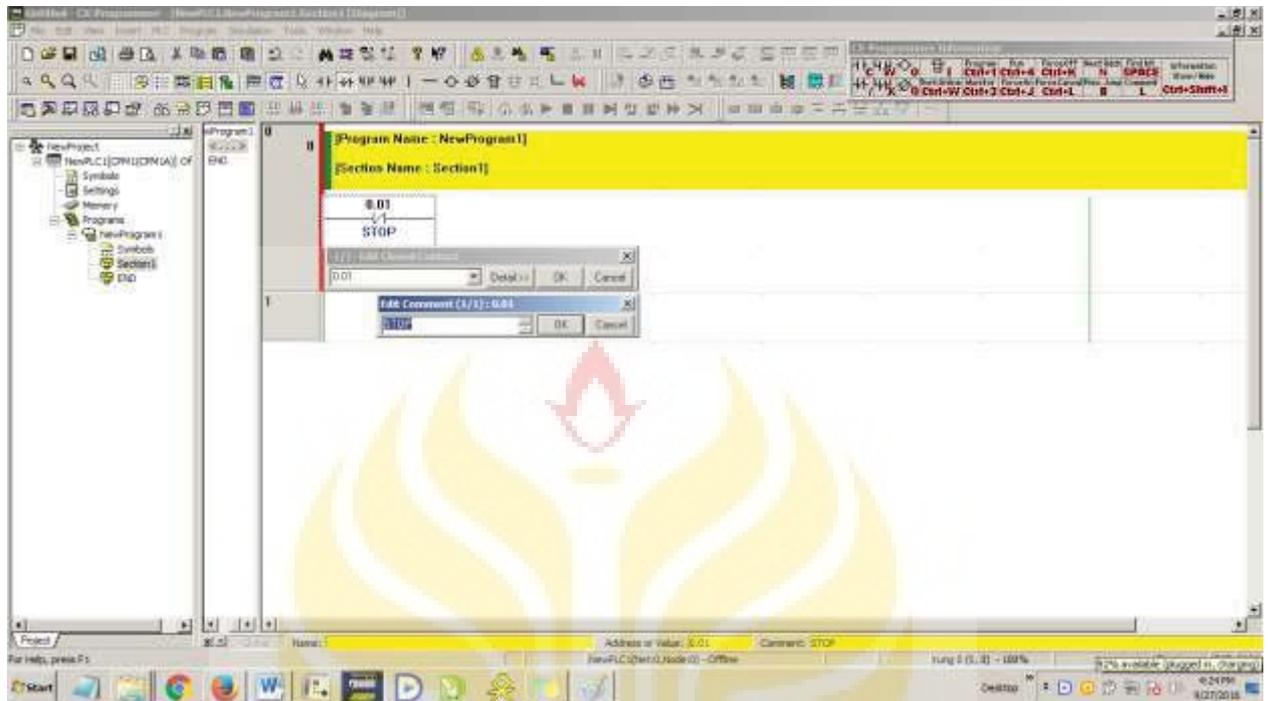
6. Contoh membuat *ladder diagram* sederhana input dan output menggunakan NO, NC dan Coil.

a. Memasukkan input NO



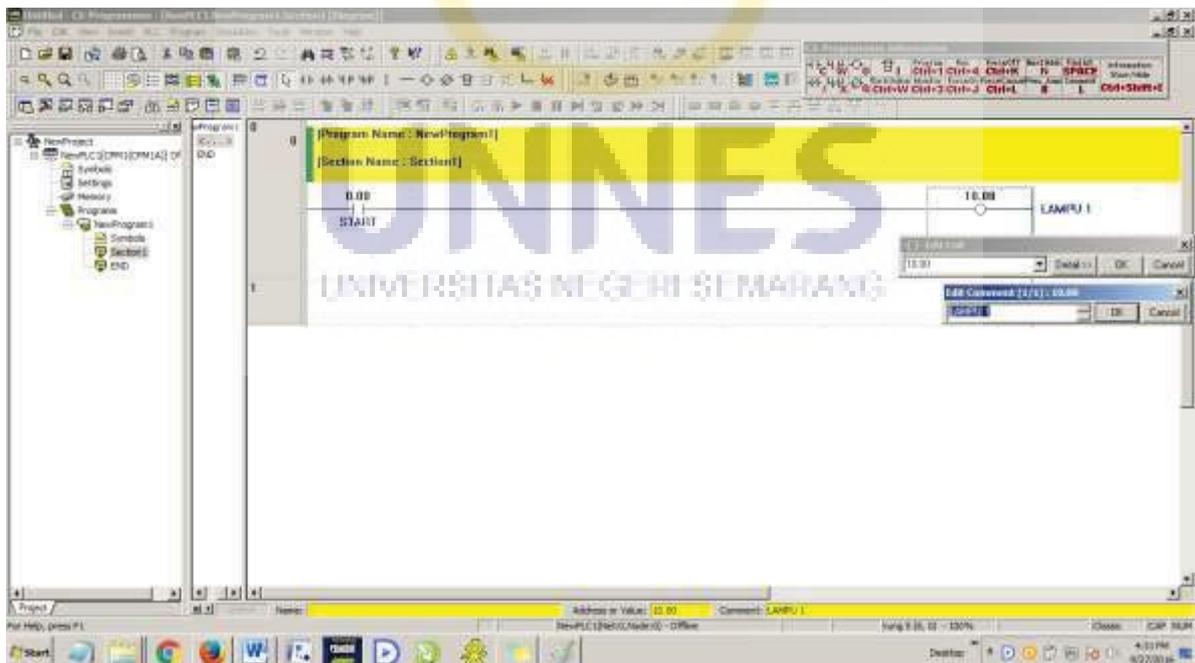
Gambar 2.35 Memasukkan input NO

b. Memasukkan input NC.

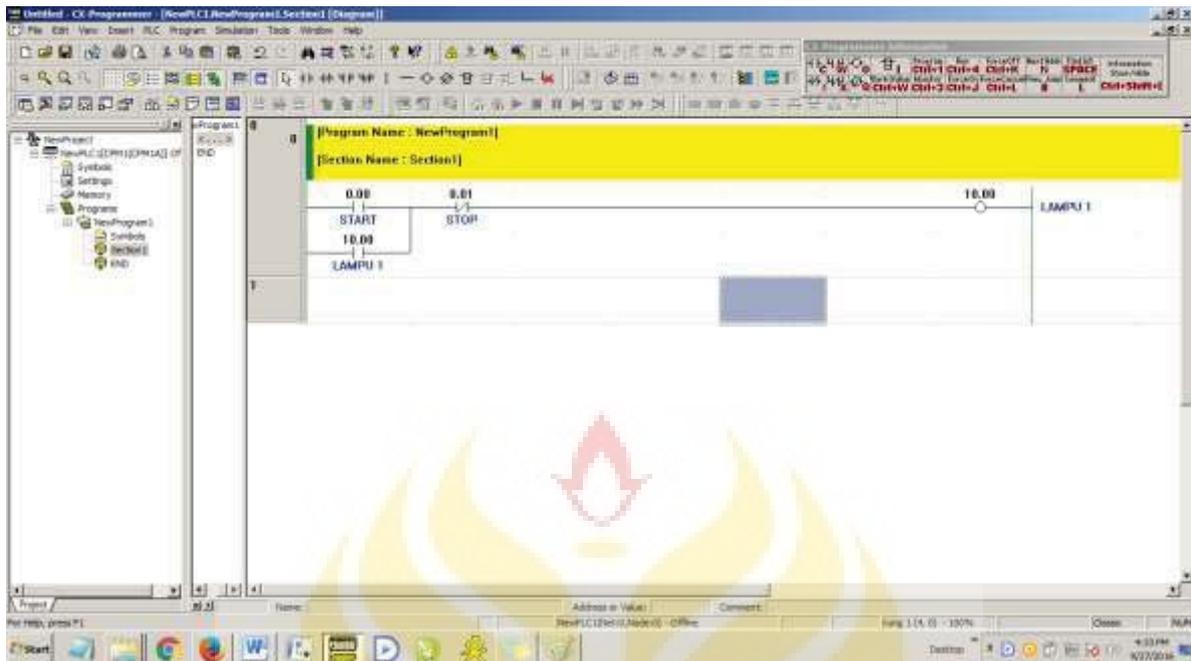


Gambar 2.37 Memasukkan kontak NC

c. Memasukkan output Coil

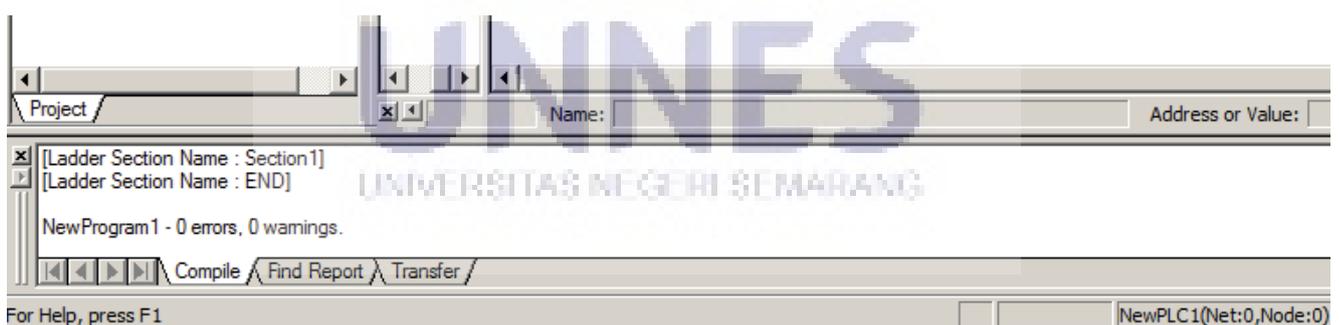


Gambar 2.37 Memasukan output coil



Gambar 2.38 Ladder diagram sederhana
kontak NO, NC dan Coil

7. Setelah program selesai, klik save lalu klik program pilih Compile (Ctrl+F7) untuk mengetahui kesalahan dari program tersebut sehingga muncul tampilan seperti gambar 2.39.

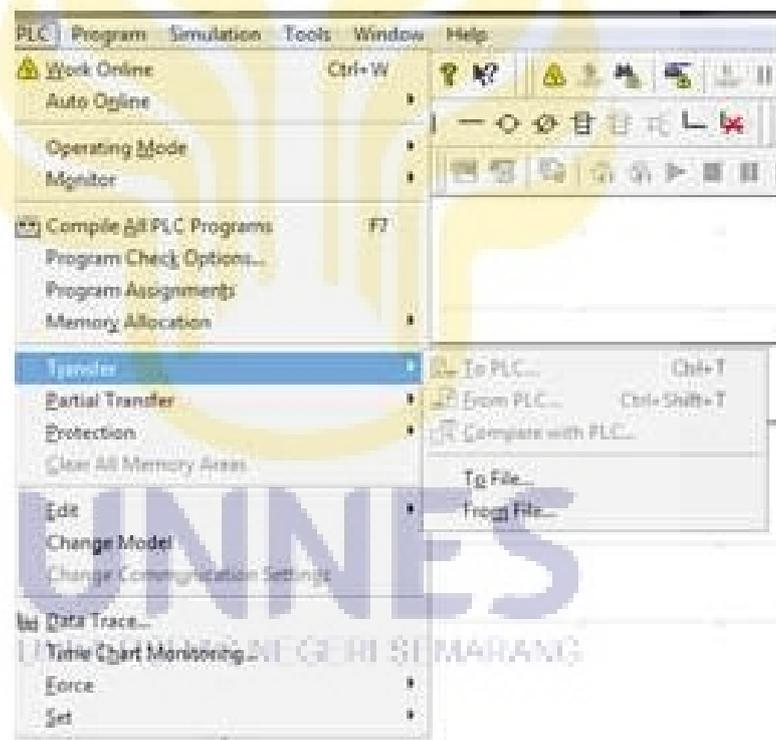


Gambar 2.39 Tampilan jika terdapat kesalahan

8. Lakukan work online jika tidak terjadi kesalahan dalam program. Selanjutnya hubungkan komputer ke *Programmable Logic Control* dengan cara klik PLC pada taskbar, work online klik OK, lalu klik

finish. Work online bertujuan agar saat program berjalan dapat dilakukan monitoring alur kerja program pada *ladder diagram*. Pada *Programmable Logic Control* lampu indikator COMM akan menyala, menandakan bahwa *Programmable Logic Control* telah terhubung dengan PC/Komputer.

9. Lakukan download program dari CX-Programmer ke *Programmable Logic Control* OMRON CPM1A seperti gambar 2.40.



Gambar 2.40 Tampilan download program CX-Programmer ke

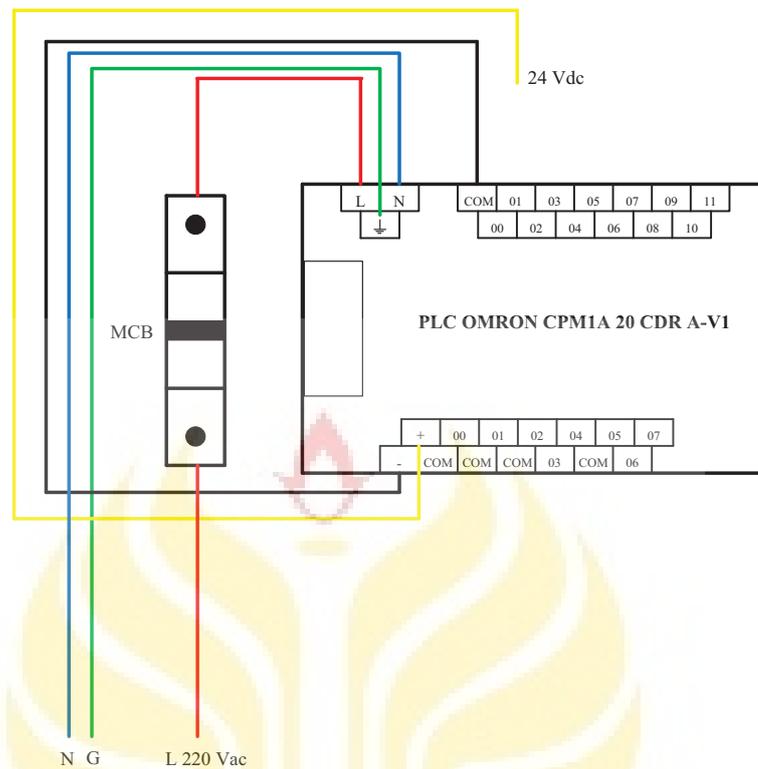
Programmable Logic Control

10. Setelah program di download ke *Programmable Logic Control*, selanjutnya RUN dengan klik PLC pada taskbar, operating mode RUN. Lampu indikator RUN pada *Programmable Logic Control*

akan menyala. Program siap dieksekusi oleh *Programmable Logic Control*.

2.14 Power Supply

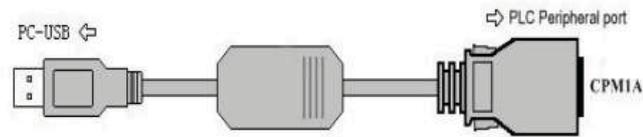
Power supply pada *Programmable Logic Control* biasa membutuhkan tegangan masukan dari sumber *Alternating Current* (AC) yang besarnya bervariasi antara 120 sampai 220 VAC, hanya sebagian PLC yang membutuhkan tegangan input dari sumber *Direct Current* (DC) umumnya besar sumber tegangan DC adalah 24 VDC. Power supply biasanya dirancang untuk dapat menolerir variasi tegangan masukan antara 10 sampai 15%, jika batas variasi tegangan masukan ini dilampaui maka power supply akan mengeluarkan perintah ke CPU untuk mematikan sistem *Programmable Logic Control*. Gambar 2.41 menunjukkan cara penyambungan power supply dengan line tegangan.



Gambar 2.41 Penyambungan Power Supply dengan Line Tegangan

2.15 Kabel Connector RS 232C Model USB-CQM1-CIF02

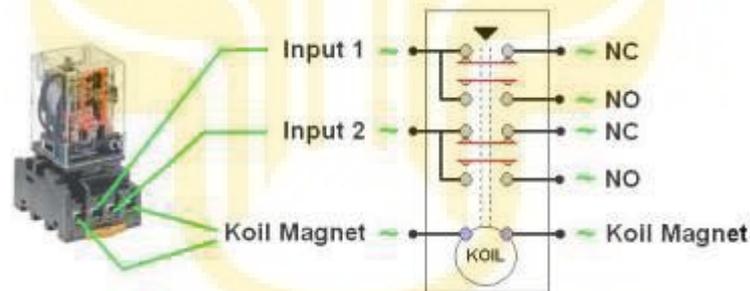
Kabel serial jenis RS 232C model USB-CQM1-CIF2 adalah kabel serial yang digunakan untuk mentransfer data dari komputer/PC ke *Programmable Logic Control* maupun sebaliknya, dalam telekomunikasi, RS-232C adalah standar untuk transmisi komunikasi serial data. Kabel ini secara resmi mendefinisikan sinyal yang menghubungkan antara DTE (*Data Terminal Equipment*) seperti terminal komputer, dan DCE (*Data Circuit Terminating Equipment*), awalnya didefinisikan sebagai modem. RS-232C standar umumnya digunakan dalam port serial komputer. Standar ini mendefinisikan karakteristik listrik dan waktu sinyal, gambar 2.42 menunjukkan kabel Connector RS-232C model USB-CQM1-CIF2 :



Gambar 2.42 Kabel Connector RS 232C Model USB-CQM1-CIF2

2.16 Relay 220 VAC

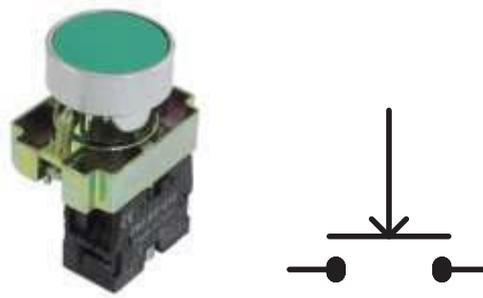
Relay 220 VAC adalah komponen elektronika berupa saklar elektronika yang digerakkan oleh arus listrik dengan tegangan 220 VAC yang bertujuan untuk mengalirkan arus listrik pada posisi normaly close (NC) ke normaly open (NO). relay 220 VAC ditunjukkan pada gambar 2.43 di bawah ini.



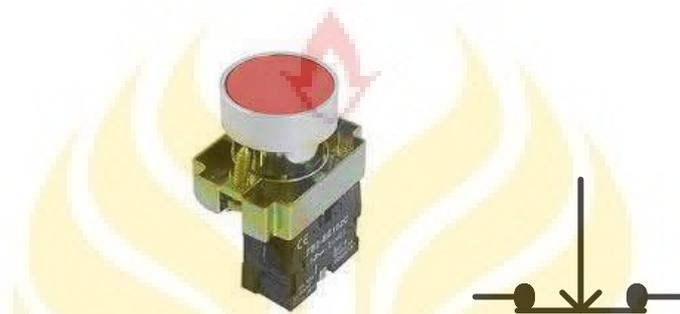
Gambar 2.43 Relay 220 VAC

2.17 Push Button/Tombol Tekan

Prinsip kerja tombol tekan hampir sama dengan saklar tekan yang digunakan pada instalasi penerangan, bedanya jika saklar tekan jenis yang mempunyai togel akan langsung mengikat/mengunci, sedangkan pada tombol tekan tidak ada. Jadi tombol tekan setelah ditekan tidak akan mengunci, tetapi kembali keandaanya semula. Ada dua kontak yang dapat dilakukan oleh tombol tekan, yaitu Kontak NO (Normally Open) dan Kontak NC (Normally Close), gambar 2.44 dan 2.45 menunjukkan tombol tekan kontak NO dan NC.



Gambar 2.44 Kontak NO



Gambar 2.45 Kontak NC

2.18 Lampu Indikator

Lampu indikator digunakan pada peralatan kontrol untuk menandai bekerja atau tidaknya suatu peralatan atau rangkaian, dapat juga sebagai kondisi/keadaan beban. Jika lampu tanda dipergunakan untuk menandai keadaan suatu peralatan/beban, maka lampu tanda mempergunakan warna-warna yang berbeda-beda bergantung pada kondisi peralatan/beban yang ditandai. warna lampu indikator yang biasa digunakan yaitu, warna merah, kuning, dan warna hijau ditunjukkan pada gambar 2.46.



Gambar 2.46 Lampu Indikator

Tabel 2.5 dibawah ini merupakan warna-warna yang menunjukkan fungsi dari lampu indikator.

Tabel 2.5 Fungsi Warna Lampu Indikator

Kondisi peralatan/beban	Warna lampu
Sistem/komponen dalam keadaan terjadi gangguan/berhenti	Merah
Hati-hati, perhatian	Kuning
Sistem dalam keadaan siap bekerja, sedang bekerja	Hijau

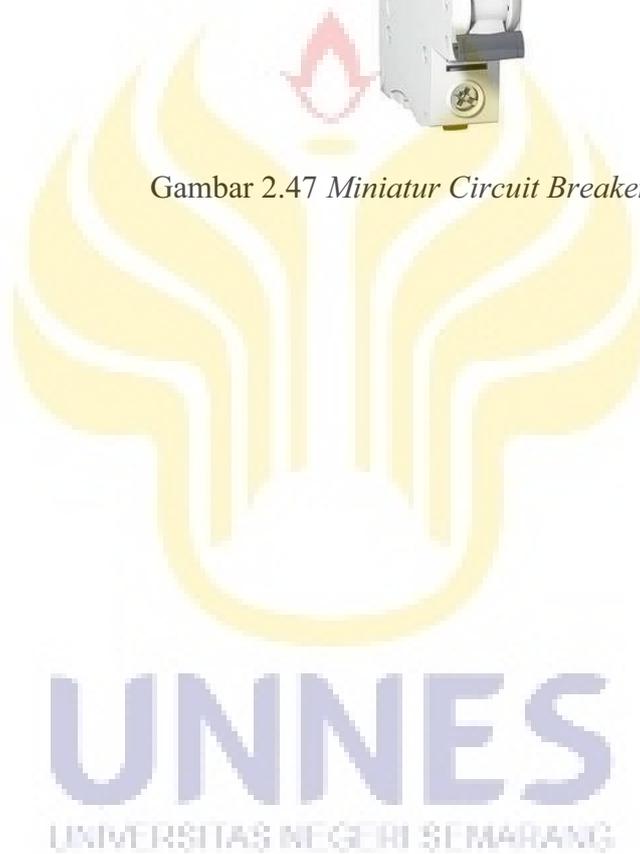
2.19 Miniatur Circuit Breaker (MCB)

Pemutus tenaga dalam kapasitas kecil dinamakan Miniatur Circuit Breaker (MCB). Pemutus tenaga ada yang digunakan untuk aliran listrik satu phase dan ada yang digunakan untuk tiga phase. Untuk 3 phase terdiri dari tiga buah pemutus tenaga 1 phase yang disusun menjadi satu kesatuan. Pemutus tenaga mempunyai posisi saat menghubungkan maka antara terminal masukan dan keluaran MCB akan kontak. Pada posisi saat ini MCB pada kedudukan 1 (ON), dan ada gangguan MCB dengan sendirinya akan melepas

rangkaian secara otomatis kedudukannya saklarnya 0 (OFF) atau tidak tersambung. Contoh MCB bisa dilihat pada gambar 2.47.



Gambar 2.47 *Miniatur Circuit Breaker* (MCB)



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Rancang bangun pengendali instalasi listrik gedung E6 FT Universitas Negeri Semarang berbasis *programmable logic control* menggunakan *programmable logic control* merk omron tipe CPM1A 20 CDR AV1 dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Simulator ini menggunakan *programmable logic control* sebagai kontrol kendali otomatis lampu penerangan, dan *push botton*, lampu indikator sebagai komponen sistem kontrol didalam box panel, serta rangkaian instalasi listrik penerangan dan lampu penerangan sabagai rangkaian yang dikendalikan. Simulator ini bekerja dengan menyalakan dan memadamkan lampu penerangan secara otomatis sesuai dengan jadwal penggunaan ruang perkuliahan, ruang dosen, dan penerangan luar. Pada simulator yang telah di buat juga dilengkapi dengan rangkaian menyala/padam sementara, sehingga saat ruangan perkuliahan dan ruangan dosen tidak digunakan, lampu dapat di padamkan dan di nyalakan sementara sesuai keinginan. Simulator ini juga menggunakan rangkaian saklar manual, sehingga pada saat sistem kontrol *programmable logic control* selese, maka fungsi saklar manual untuk menyalakan dan memadamkan lampu penerangan ruang perkuliahan dan ruang dosen jika terdapat tambahan penggunaan ruang tersebut.

2. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa simulator sudah baik. Pada pengujian simulator ini dibagi menjadi dua, yaitu pengujian program secara keseluruhan dan pengujian program setiap ruangan. Pengujian menggunakan *stopwatch* digital dalam pengambilan data. Hasil pengujian program secara keseluruhan dilakukan sebanyak 3 kali dalam pengujian simulator. Pada saat dilakukan pengujian menggunakan *stopwatch* terdapat selisih waktu hitung 1,75 detik dengan program yang telah dibuat. Sementara hasil pengujian program setiap ruangan terdapat selisih waktu hitung yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan dalam pengujian *stopwatch* tidak tepat pengoperasiannya, baik itu saat mulai pengujian atau saat selesai melakukan pengujian. Hasil pengujian setiap ruangan sebagai berikut: ruang 128 terdapat selisih waktu hitung sebesar 4,83 detik, ruang 244 sebesar 5,23 detik, ruang 245 sebesar 4,89 detik, ruang 337 sebesar 5,51 detik, ruang dosen lantai 1 sebesar 5,29 detik, ruang dosen lantai 2 sebesar 5,4 detik, ruang dosen lantai 3 sebesar 5,01 detik dan untuk penerangan luar sebesar 1,84 detik.

5.2. Saran

Diharapkan untuk penelitian lebih lanjut menggunakan *programmable logic control* dengan jumlah *input/output* lebih banyak sehingga dapat di tambahkan lampu penerangan untuk semua ruangan yang terdapat pada gedung E6 FT Universitas Negeri Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Choirul. 2014. Cara Membuat Program PLC Dengan CX-Programmer + CX-Simulator.
- Badan Standarisasi Nasional SNI 04-0225-2000, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000, Yayasan PUIL, Jakarta, 2000
- Effendi, Usman. 2002. Modul Instalasi Listrik. Bandung: TEDC
- Ferweda, Ian. 2001. Listrik dalam Rumah Tangga. Bandung: PPPG Teknologi Bandung.
- Heri Prastyo. 2005 "Sistem Pengendali instalasi Listrik Menggunakan Programmeable Logic Control". Tugas Akhir. Teknik Elektro UNNES.
- Ilman Wiguna, S. 2015. *Simulasi Pengaturan Sistem Penerangan Secara Otomatis Dengan PLC Omron CPM1A 20CDR A-V1*. Skripsi. Universitas Pakuan Bogor.
- Imam Sugandi, Ir. Dkk. *Panduan Instalasi Listrik untuk Rumah Berdasarkan PUIL 2000*. Yayasan Usaha Penunjang Tenaga Listrik, Jakarta 2001.
- Omron Corporation. CX-Programmer Introduction Guide R132-E1-04. Kyoto-Japan. Pdf.
- Omron. Micro programmable controller CPM1A-20EDR1- data sheet. Pdf.
- Operation manual omron. 2007. Pdf.
- Setiawan, Iwan. 2006. Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol. ANDI. Semarang.
- Suryanto, F. 2004. Teknik Listrik Instalasi Penerangan. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Trevor Linsley, Instalasi Listrik Dasar, Penerbit Erlangga, 2004
- Wicaksono, Handy. 2009. PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER. Graha Ilmu. Yogyakarta.