

**PERANCANGAN TRAINER PLC OMRON CPlE
SEBAGAI SARANA PEMBELAJARAN
DI LABORATORIUM PLC**

SKRIPSI

Oleh :

**WARCHIT M. SILAEN
168120027**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 16/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

**PERANCANGAN TRAINER PLC OMRON CPlE
SEBAGAI SARANA PEMBELAJARAN
DI LABORATORIUM PLC**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

WARCHIT M. SILAEN

168120027

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area


Document Accepted 16/12/21

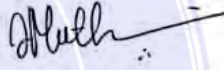
Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perancangan Trainer PLC OMRON CP1E Sebagai Sarana Pembelajaran Di Laboratorium PLC
Nama : Warchit M. Silaen
NPM : 16.812.0027
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Moranain Mungkin, ST, M.Si
Pembimbing I


Svarifah Muthia Putri, ST, MT
Pembimbing II


Dita Maizana, MT
Dekan FT UMA


Svarifah Muthia Putri, ST, MT
Prodi Teknik Elektro

LEMBAR PERNYATAAN

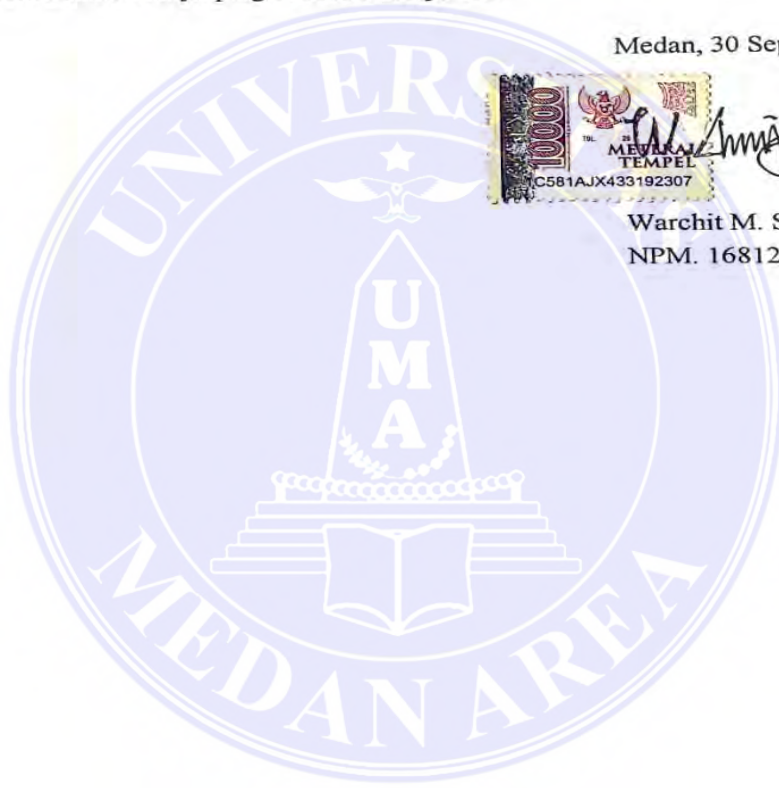
Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bantuan orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 30 September 2021



Warchit M. Silaen
NPM. 168120027



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

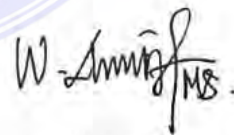
Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Warchit M. Silaen
NPM : 16.812.0027
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :
“PERANCANGAN TRAINER PLC OMROM CPlE SEBAGAI SARANA PEMBELAJARAN DI LABORATORIUM PLC” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Loyalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 30 September 2021



Warchit M. Silaen

RIWAYAT HIDUP

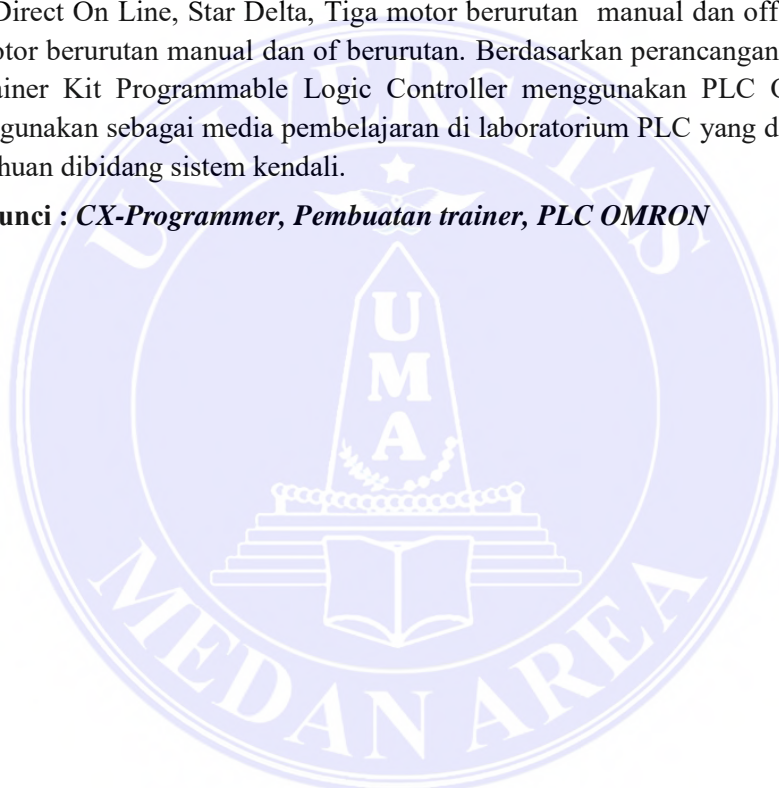
Warchit M. Silaen lahir pada tanggal 16 Oktober 1997 di Desa Batumanumpak, Kecamatan Nassau, Kab. Toba Samosir. Lahir dari pasangan Bapak Aladdin Silaen dan Ibu Tirayun Gultom, yang merupakan anak ke lima dari tujuh bersaudara. Memulai pendidikan formal mulai tahun 2004 di SD N 173609 Batumanumpak dan lulus pada tahun 2010. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP N 2 Nassau dan lulus pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMK N 1 Nassau dan lulus pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Medan Area pada tahun 2016 dengan mengambil jurusan teknik elektro. Selama kuliah penulis pernah melakukan magang (PKL) di PT. PLN (Persero) Rayon Medan Selatan. Penulis menyelesaikan studi di Universitas Medan Area pada tahun 2021.

Demikian Riwayat Hidup penulis untuk sekedar diketahui.

ABSTRAK

Telah dibuat sebuah trainer PLC Omron CP1E yang berfungsi sebagai media pembelajaran dan sarana pelengkap pada laboratorium PLC, telah diketahui kelayakan alat trainer PLC Omron ini dari sisi penggunaannya melalui pengujian. PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian deretan *relay* yang ada pada sistem kontrol konvensional. Program yang digunakan adalah berupa *ladder diagram* yang akan dijalankan oleh PLC, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada *instrument* keluaran yang berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati. Metode yang digunakan pada pengujian ini adalah *ladder diagram* yang di program pada software CX-Programmer dan di upload ke program PLC. Kendali motor yang dikendalikan dalam penelitian ini adalah Direct On Line, Star Delta, Tiga motor berurutan manual dan off bersamaan dan Tiga motor berurutan manual dan of berurutan. Berdasarkan perancangan dan pengujian alat Trainer Kit Programmable Logic Controller menggunakan PLC OMRON CP1E dapat digunakan sebagai media pembelajaran di laboratorium PLC yang dapat menambah pengetahuan dibidang sistem kendali.

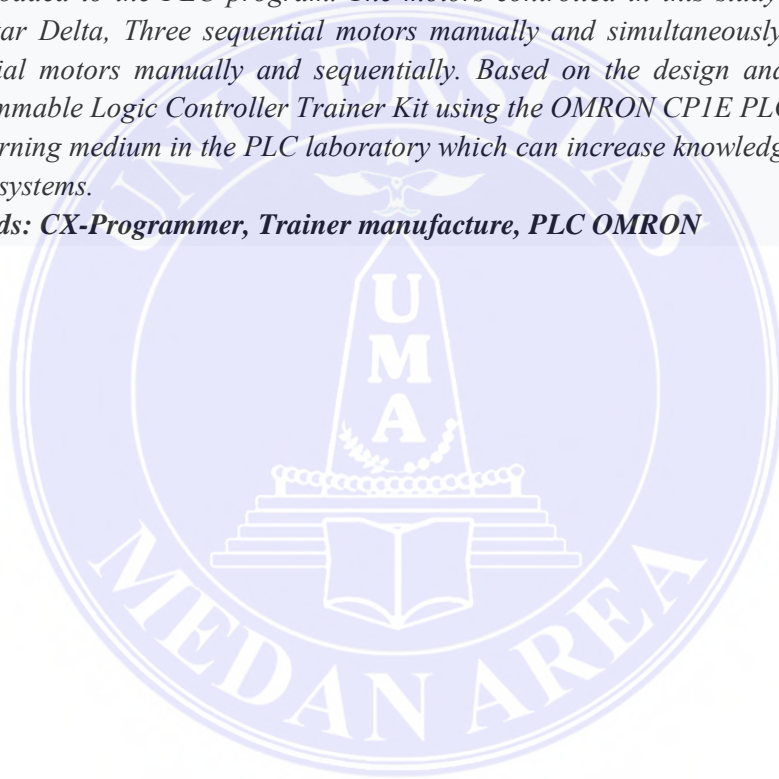
Kata Kunci : *CX-Programmer, Pembuatan trainer, PLC OMRON*



ABSTRACT

An Omron CPlE PLC trainer has been made which functions as a learning medium and a complementary tool in the PLC laboratory, it has been known that the feasibility of this Omron PLC trainer tool from the side of its use through testing. PLC (Programmable Logic Controller) is a tool that is used to replace the existing series of relays in conventional control systems. The program used is in the form of a ladder diagram that will be run by the PLC, the PLC determines what action to take on the output instrument related to the status of a measure or quantity being observed. The method used is a ladder diagram that is programmed in the CX-Programmer software and uploaded to the PLC program. The motors controlled in this study are Direct On Line, Star Delta, Three sequential motors manually and simultaneously off and Three sequential motors manually and sequentially. Based on the design and testing of the Programmable Logic Controller Trainer Kit using the OMRON CPlE PLC it can be used as a learning medium in the PLC laboratory which can increase knowledge in the field of control systems.

Keywords: *CX-Programmer, Trainer manufacture, PLC OMRON*



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan kasihNya serta memberikan kesempatan dan kesehatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan penyusunan skripsi ini dengan judul “**Perancangan Trainer PLC OMRON CP1E Sebagai Sarana Pembelajaran di Laboratorium PLC)**” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

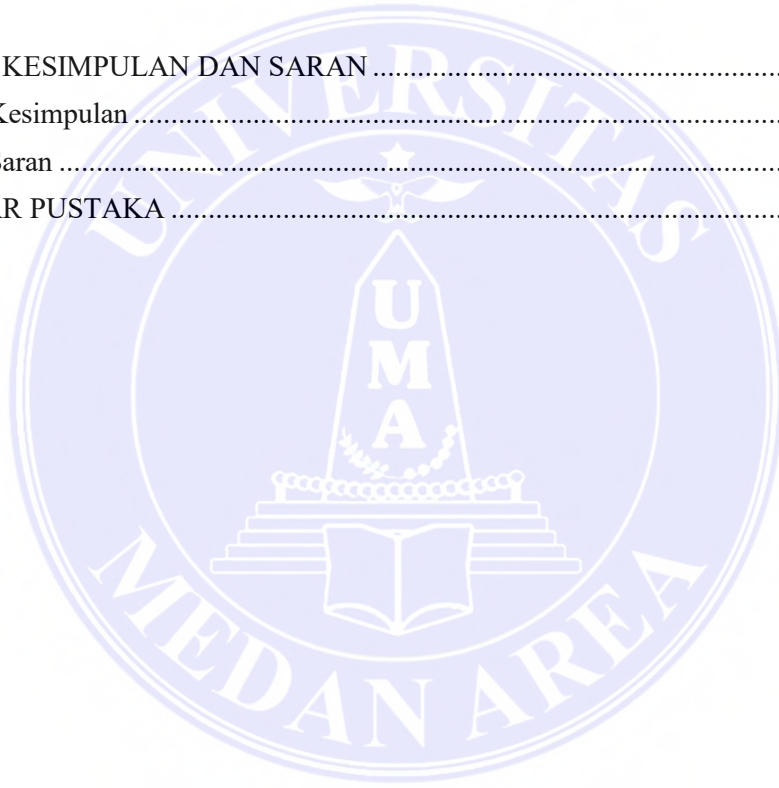
1. Prof.Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area
2. Dr. Ir. Dina Maizana, MT selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan pembimbing skripsi ini
4. Bapak Moranain Mungkin, ST, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi ini, yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penulisan skripsi ini
5. Seluruh staf dan pengajar di Universitas Medan Area khususnya di Program Studi Teknik Elektro
6. Kedua orang tua penulis, Ayah Aladdin Silaen dan Ibu Tirayun Gultom mulai dari melahirkan, menjaga, mendidik, kasih sayang, memberikan motivasi serta doa dan membiayai segala keperluan penulis sejak kecil hingga sekarang.
7. Kakak, abang dan adek penulis yang memberikan doa, dukungan dan materi kepada penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan di Teknik Elektro yang telah memberikan dukungan dan kenangan manis serta persahabatan yang baik
9. Ira Destiara Pardosi, S.Si sebagai teman yang memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	i
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACK</i>	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	5
2.1.1. Pengertian PLC	5
2.1.2. Fungsi PLC	6
2.1.3. Kelebihan PLC	7
2.1.4. Struktur Unit PLC	8
2.1.5. Data dan Memori PLC	10
2.1.6. I/O Modul.....	12
2.1.7. Ladder Diagram.....	13
2.1.8. Instruksi – Instruksi Dasar PLC.....	14
2.2 Push Button	20
2.2.1. Pengertian <i>Push Button</i>	20
2.2.2. Prinsip Kerja <i>Push Button</i>	21
2.3. <i>Buzzer</i>	22
2.4. Kontaktor	22
2.5. Adaptor	23

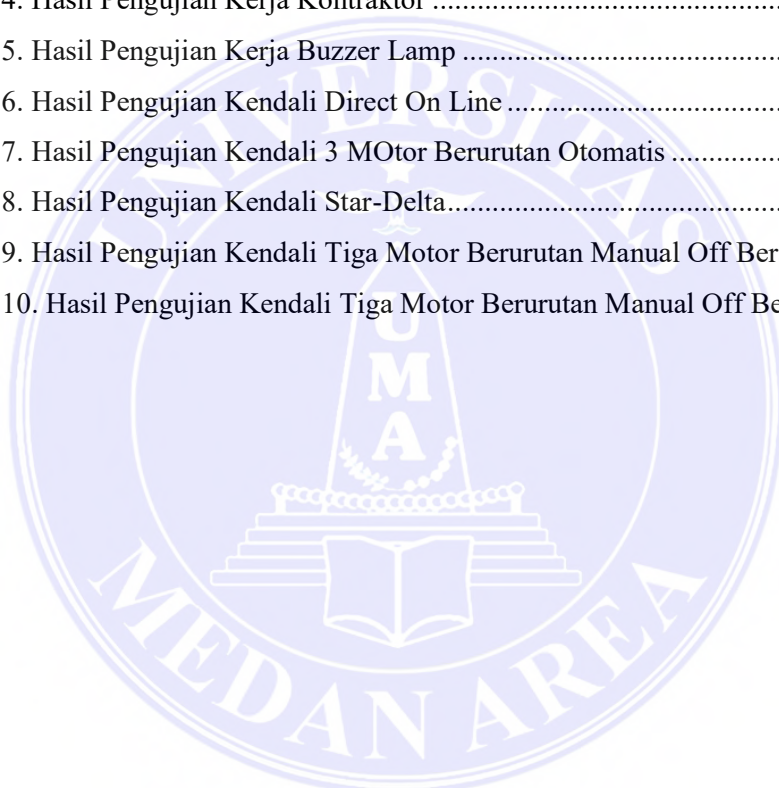
2.6. Proximity Sensor	24
2.7. Lampu Indikator (<i>Pilot Lamp</i>).....	25
2.8. Seven Segment BCD.....	26
2.9. Emergency Stop.....	27
2.10. TTL – RS232	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Diagram Alir	29
3.1.1. Identifikasi Kebutuhan Alat dan Bahan	30
3.1.2. Perancangan dan Pembuatan Alat	30
3.1.3. Pemotongan dan Pengeboran Papan Akrilik.....	30
3.1.4. Pemasangan Input Output AC 220 dan DC 6A 24V	31
3.1.5. Pemasangan komponen PLC CPIE.....	31
3.1.6. Pemasangan module Kontaktor	31
3.1.7. Pemasangan MCB 1 phasa dan 3 phasa.....	31
3.1.8. Pemasangan module Metal Proximity Sensor	31
3.1.9. Pemasangan Modul Buzzer Lamp dan 7-segmen BCD	32
3.1.10. Pengujian Alat	32
3.2. Rangkaian Keseluruhan.....	34
3.3. Alat dan Bahan.....	33
3.4. Desain Trainer Kit PLC.....	34
3.5. Wiring Diagram	34
3.5.1. Wiring diagram kendali Direct On Line	34
3.5.2. Wiring diagram Kendali 3 Motor Berurutan.....	36
3.5.3. Wiring diagram Kendali Motor start-delta.....	38
3.5.4. Wiring diagram kendali forward-reverse 3 phasa	39
3.6 Peralatan alat secara keseluruhan	40
3.6.1. Perakitan modul PLC	41
3.6.2. Perakitan module push Button.....	41
3.6.3. Perakitan module Pilot lamp.....	42
3.6.4. Perakitan module 7-Segmen BCD.....	42
3.6.5. Perakitan module Metal proximity Sensor.....	43
3.6.6. Perakitan module kontaktor.....	44
3.6.7. Perakitan Module Buzzer Lamp	45
3.6.8. Perakitan Jeck Power Supply AC 220	45
3. 7. Rancangan Anggaran Biaya	45

BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1. PENGUJIAN PERANGKAT KERAS.....	47
4.1.1. Pengujian Perangkat Input.....	47
4.1.2. Pengujian Perangkat Output.....	50
4.2. PENGUJIAN SISTEM KESELURUHAN.....	56
4.2.1. Pengujian Alat pada kendali motor <i>Direct On Line</i>	56
4.2.2. Pengujian Alat pada kendali tiga motor berurutan otomatis.....	58
4.2.3. Pengujian Alat pada kendali motor star – delta	61
4.2.4. Pengujian Alat pada kendali tiga motor berurutan manual dan off bersamaan.63	
4.2.5. Pengujian Alat pada kendali tiga motor berurutan manual dan off berurutan ..66	
4.3. ANALISA SISTEM	69
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	70



DAFTAR TABEL

Tabel 3.2. Alat dan Bahan.....	33
Table 3.3. Perbedaan hubungan star - delta.....	38
Tabel 3.2. Kode Tampilan 7-Segmen BCD.....	43
Tabel 3.4. Tabel Rancangan Anggaran Biaya	46
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Keluaran Sensor Proximity.....	48
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Keluaran Sensor Proximity.....	49
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Keluaran Pilot Lamp Indicator	52
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Kerja Kontraktor	54
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Kerja Buzzer Lamp	56
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Kendali Direct On Line	58
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Kendali 3 MOtor Berurutan Otomatis	60
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Kendali Star-Delta.....	63
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Kendali Tiga Motor Berurutan Manual Off Bersamaan	66
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Kendali Tiga Motor Berurutan Manual Off Berurutan	68

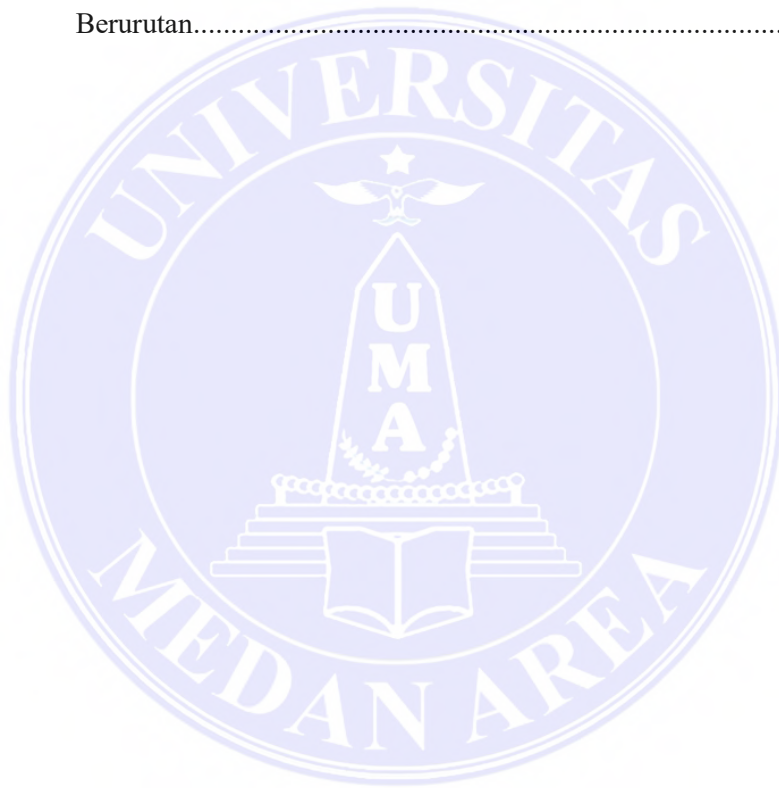


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Blok Diagram	8
Gambar 2. 2. Blok Diagram Keseluruhan PLC	9
Gambar 2. 3. Contoh Ladder Diagram	13
Gambar 2. 4. Instruksi Load NO	15
Gambar 2. 5. Instruksi Load Not.....	15
Gambar 2. 6. Instruksi And	15
Gambar 2. 7. Instruksi AND NOT	16
Gambar 2. 8. Inatruksi OR	16
Gambar 2. 9. Instruksi OR NOT	17
Gambar 2. 10. Instruksi OUT.....	17
Gambar 2. 11. Instruksi OUT NOT.....	17
Gambar 2. 12. Instruksi DIFU dan DIFD	18
Gambar 2. 13. Instruksi Timer	19
Gambar 2. 14. Instruksi Counter	19
Gambar 2. 15. Instruksi Shift Register	19
Gambar 2. 16. Instruksi Move.....	20
Gambar 2. 17. Instruksi Compare	20
Gambar 2. 18. Push Button	21
Gambar 2. 19. Prinsip Kerja Push Button	21
Gambar 2. 20. Buzzer	22
Gambar 2. 21. Kontaktor.....	23
Gambar 2. 22. Adaptor.....	24
Gambar 2. 23. Proximity Sensor	25
Gambar 2. 24. Pilot Lamp	25
Gambar 2. 25. Seven Segment	26
Gambar 2. 26. Blok Diagram 7 Segment.....	26
Gambar 2. 27. Emergeny Stop	27
Gambar 2. 28. RS 232	28
Gambar 3. 1. Flowchart Pembuatan Alat.....	29
Gambar 3. 2. Blok Diagram Sistem PLC Omron	33
Gambar 3. 3. Design Trainer Kit PLC.....	34
Gambar 3. 4. Wiring Diagram Kendali Direct On Line	35
Gambar 3. 5. Ladder Diagram Kendali Direct On Line	36

Gambar 3. 6. Pengawatan Kendali 2 Motor Secara Berurutan	37
Gambar 3. 7. Ladder Diagram Kendali 2 Motor Secara Berurutan	37
Gambar 3. 8. Pengawatan Kendali Motor Star-Delta	39
Gambar 3. 9. Ladder Diagram Kendali Motor Listrik Star-Delta.....	39
Gambar 3. 10. Pengawatan Kendali Motor Forward-Reverse	40
Gambar 3. 11. Perakitan Modul PLC Omron.....	41
Gambar 3. 12. Perakitan Modul Push Button.....	41
Gambar 3. 13. Perakitan Modul Pilot Lamp.....	42
Gambar 3. 14. Perakitan Modul 7-Segmen BCD	42
Gambar 3. 15. Perakitan Modul Metal Proximity Sensor.....	44
Gambar 3. 16. Perakitan Modul Kontaktor	44
Gambar 3. 17. Perakitan Modul Buzzer Lamp	45
Gambar 3. 18. Perakitan Modul Input Power Supply 2020 VAC.....	45
Gambar 4. 1. Rangkaian Pengujian Sensor Proximity Inductif.....	47
Gambar 4. 2. Kondisi Keluaran Sensor Proximity Inductif.....	48
Gambar 4. 3. Kondisi Keluaran Sensor Proximity Pada Input PLC	48
Gambar 4. 4. Rangkaian Pengujian Push Button.....	49
Gambar 4. 5. Keluaran Signal Push Button Pada Input PLC 0.03	50
Gambar 4. 6. Rangkaian Pengujian Pilot Lamp L1 L2 L3	51
Gambar 4. 7. Rangkaian Pengujian Pilot Lamp L4 L5 L6	51
Gambar 4. 8. Pengujian Nyala Pilot Lamp L1 L2 L3	52
Gambar 4. 9. Pengujian Nyala Pilot Lamp L4 L5 L6	52
Gambar 4. 10. Rangkaian Pengujian Kontaktor Magnit.....	53
Gambar 4. 11. Pengujian Kontaktor Kondisi Non- Aktif.....	53
Gambar 4. 12. Pengujian Kontaktor Kondisi Aktif	54
Gambar 4. 13. Rangkaian Pengujian Buzzer Lamp	55
Gambar 4. 14. Pengujian Buzzer Lamp Kondisi Non-Aktif.....	55
Gambar 4. 15. Pengujian Buzzer Lamp Kondisi Aktif	56
Gambar 4. 16. Rangkaian Kendali Direct On Line.....	57
Gambar 4. 17. Ladder Diagram Direct On Line.....	57
Gambar 4. 18. Pengujian Kendali Direct On Line.....	58
Gambar 4. 19. Rangkaian Kendali Tiga Motor Berurutan Otomatis	59
Gambar 4. 20. Ladder Diagram Kendali 3 Motor Berurutan Otomatis	59
Gambar 4. 21. Pengujian Kendali Tiga Motor Berurutan Otomatis	60
Gambar 4. 23. Ladder Diagram Kendali Star-Delta	62

Gambar 4. 24. Pengujian Ladder Diagram Kendali Star-Delta	62
Gambar 4. 25. Rangkaian Kendali Tiga Motor Berurutan Manual Dan Off Bersamaan .	64
Gambar 4. 26. Ladder Diagram Kendali Tiga Motor Berurutan Manual Dan Off Bersamaan.....	65
Gambar 4. 27. Pengujian Ladder Diagram Kendali Tiga Motor Berurutan Manual dan Off Bersamaan.....	65
Gambar 4. 28. Rangkaian Kendali Tiga Motor Berurutan Manual dan Off Berurutan	67
Gambar 4. 29. Ladder Diagram Kendali Tiga Motor Berurutan Manual dan Off Berurutan	67
Gambar 4. 30. Pengujian Ladder Diagram Kendali Tiga Motor Berurutan Manual dan Off Berurutan.....	68



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era globalisasi yang semakin meningkat menuntut Indonesia sebagai negara berkembang di kawasan ASEAN untuk lebih meningkatkan daya saing terhadap negara lainnya. Disamping itu, globalisasi membawa pengaruh besar dalam segala bidang, salah satunya adalah pendidikan di Indonesia. Pendidikan mempunyai peranan penting, yaitu menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas.

Lulusan yang berkualitas tidak terlepas dari peranan kampus dalam masa pendidikannya sebagai mahasiswa. Dengan adanya Media pembelajaran diyakini sangat membantu dalam menunjang kualitas dari mahasiswa tersebut. Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia industri sangat cepat terlebih dari segi teknologi mengakibatkan terjadinya pergeseran pada sistem operasi yang semula menggunakan sistem konvensional yaitu penggunaan *relay* kini beralih ke kontrol digital yaitu *Programmable Logic Controller* (PLC). Selama beberapa tahun PLC telah digunakan dalam instalasi listrik, karena memiliki karakteristik tersendiri, beberapa sistem kontrol PLC sudah diterapkan dalam penggunaan teknis, dan digunakan untuk beberapa tujuan yaitu pelepasan beban, pemantauan instalasi listrik, mencari letak kesalahan dan sebagainya (Grasselli & Prudenzi, n.d.). PLC memiliki banyak keuntungan dibandingkan sistem kontrol lainnya. Diantaranya yaitu fleksibilitas, biaya rendah, kecepatan, operasional, keandalan, kemudahan pemrograman, keamanan, dan mudah dalam menerapkan perubahan dan mengoreksi kesalahan.

Saat ini sistem kendali di dalam dunia industri sudah meninggalkan kendali konvensional dan berganti dengan menggunakan sistem kendali PLC, sehingga pembelajaran PLC penting untuk dikuasai mahasiswa guna menyiapkan kompetensi sesuai dengan kebutuhan industri. Mahasiswa lulusan teknik elektro diharuskan memiliki pengetahuan tentang PLC mengingat banyaknya penggunaan PLC di dunia industri saat ini. Seorang lulusan elektro setidaknya dapat membaca dan mengerti program yang dibuat sehingga memahami proses kerja suatu sistem.

Pada tingkatan yang lebih tinggi lagi, dia mampu mengoperasikan dan menggunakan PLC dalam sebuah pemecahan masalah (*troubleshooting*), memodifikasi, dan pada akhirnya mampu membuat program dari suatu deskripsi kerja sistem.

Dengan membuat program PLC untuk sebuah deskripsi kerja suatu alat yang didukung oleh *simulator/prototipe* untuk pengujian program yang dibuat, maka kita akan memiliki pengetahuan yang lebih baik tentang prinsip dasar pengoperasian dan pemograman PLC. Berkaitan dengan hal tersebut, lembaga pendidikan formal harus dapat memberikan bekal ilmu dan pendidikan kepada generasi muda untuk menghadapi tuntutan perkembangan zaman yang terus meningkat. Untuk mencetak lulusan yang berkualitas maka dibutuhkan suatu pendidikan yang berkualitas juga.

Berdasarkan beberapa paparan di atas, menjadikan sangat penting membuat suatu alat yang dapat meningkatkan kualitas dan pemahaman mahasiswa terhadap PLC. Adanya penggunaan media dalam pembelajaran, mahasiswa dapat lebih aktif berpartisipasi karena media pembelajaran merupakan penghubung antara dosen dan mahasiswa.

Dengan itu penulis ingin mengembangkan media *trainer* PLC yang diharapkan bisa memberikan bekal ilmu pengetahuan dan nilai kebermanfaatan untuk membentuk suatu proses dan pengalaman belajar PLC yang baik.

Berdasarkan Latar belakang di atas dengan didasari beberapa kekurangan tersebut sebagai upaya untuk memperluas ilmu pengetahuan serta sebagai pengembangan dari *trainer* PLC yang digunakan pada laboratorium Jurusan Teknik Elektro melandasi pemikiran untuk membuat Tugas Akhir dengan memilih judul “Perancangan *Trainer* PLC Omron sebagai Sarana Pembelajaran di Laboratorium PLC.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pembuatan perancangan *Trainer* PLC Omron sebagai sarana pendukung pembelajaran di Laboratorium PLC?
2. Bagaimana tingkat kelayakan Perancangan *Trainer* PLC

Omron sebagai Sarana Penunjang dan Pelengkap Pembelajaran di Laboratorium PLC ?

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis perlu membatasi masalah agar dalam proses penelitian penulis lebih dapat memilih inti-inti permasalahan secara objektif dan terarah, untuk itu penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Pembuatan trainer PLC Omron untuk pembelajaran ini hanya di fokuskan pada kendali motor listrik 3 phasa,
2. Jenis-jenis kendali motor yang bisa di uji coba pada trainer ini meliputi kendali *direct on line*, *run-jogging*, *start-delta*, *forward-reverse*, serta kendali 3 motor berurutan dan bergantian.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Membuat alat trainer PLC Omron sebagai Sarana penunjang dan pelengkap pembelajaran di Laboratorium PLC Universitas Medan Area.
1. Menguji kinerja alat trainer PLC Omron dengan menggunakan berbagai aplikasi sistem kontrol.
2. Mengetahui kelayakan alat trainer PLC Omron dari sisi penggunaan melalui pengujian.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari perancangan ini adalah:

1. Sebagai media pembelajaran yang dapat menciptakan proses pembelajaran yang efektif, dan variatif dalam ruang lingkup perkuliahan khususnya pada kegiatan praktikum di Laboratorium PLC Universitas Medan Area.
2. Untuk menambah pengetahuan tentang cara menggunakan *trainer* PLC Omron sebagai unit kendali motor listrik 3 phasa di lingkungan industri.
3. Sebagai pelengkap serta pendukung tercapainya tujuan pembelajaran pada mata kuliah yang berhubungan dengan kendali motor listrik.
4. Sebagai bahan referensi atau panduan bagi perancang berikutnya dalam konteks pengembangan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika pembahasan.

BAB 2 TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi tentang teori yang berhubungan dengan penelitian yang dibuat serta komponen-komponen pendukung dalam perancangan dan pembuatan alat.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian alat yang digunakan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data.

BAB 4 PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian hasil pengujian alat serta pembahasannya secara terperinci.

BABs 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran penulis.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Programmable Logic Controller (PLC)

2.1.1. Pengertian PLC

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian deretan *relay* yang ada pada sistem kontrol konvensional (*Programmable Logic Controlle, Moranain Mungkin,2017*). PLC bekerja dengan cara mengolah nilai masukan (melalui sensor), kemudian melakukan proses dan tindakan sesuai yang dibutuhkan programmer, berupa menghidupkan atau mematikan keluaran. Program yang digunakan adalah berupa *ladder diagram* yang akan dijalankan oleh PLC, dengan kata lain PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada *instrument* keluaran yang berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati. Proses yang di kontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinyu seperti pada sistem - sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (*on/off*), tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor dan lain sebagainya ((*Programmable Logic Controlle, Moranain Mungkin,2017*).

PLC secara bahasa berarti pengontrol logika yang dapat diprogram, tetapi pada kenyataannya, PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. PLC saat ini juga dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relatif kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi dan lain sebagainya. PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, misalnya pada proses pengepakan, perakitan otomatis dan lain-lain. Hampir semua aplikasi kontrol listrik di industry membutuhkan PLC. Alasan utama perancangan PLC adalah untuk menghilangkan beban ongkos perawatan dan penggantian sistem kontrol mesin berbasis *relay* ketika terjadi kerusakan. Adapun ciri atau karakteristik PLC memiliki beberapa aspek sebagai berikut :

- a. PLC sebenarnya suatu sistem berbasis mikroprosesor yang memiliki fungsi - fungsi dan fasilitas utama dari sebuah mikro komputer.

- b. PLC diprogram melalui *programming unit* yang bisa berupa terminal komputer dengan tampilan LCD dan keyboard atau dengan terminal portable khusus (mirip kalkulator dengan tampilan LCD). Pada saat ini PLC dapat di program melalui PC.
- c. PLC mengontrol suatu alat berdasarkan status masukan/keluaran suatu alat dan program.

Sehingga pengertian PLC yang mulanya berfungsi menggantikan peran *relay* kini mempunyai arti tersendiri yang dapat diartikan sesuai kata penyusunnya adalah sebagai berikut :

- a. *Programmable* yaitu menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.
- b. *Logic* yaitu menunjukkan kemampuannya dalam memproses *input* secara aritmatik (ALU) dengan melakukan proses membandingkan, menjumlahkan, mengkalikan, membagi, dan mengurangi.
- c. *Controller* yaitu menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

2.1.2. Fungsi PLC

PLC dirancang untuk menggantikan satu rangkaian *relay* sequensial 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. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. PLC bekerja berdasarkan *input- input* yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-*on* atau meng-*off* kan *output-output*. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki *output* banyak. Banyak hal yang dapat dilakukan oleh PLC, yaitu sebagai:

- 1) *Sequence Control*
 - a. *Pengganti* kendali relay
 - b. *Timers/counters*.
 - c. *Pengganti* pengendali yang berupa papan rangkaian elektronik

- d. Pengendali mesin yang masih manual
- 2) Kontrol Canggih
 - a. Operasi aritmatika
 - b. Penanganan informasi.
 - c. Kontrol analog (suhu, tekanan, dan lain-lain).
 - d. PID (*Propositional Integrator Differentiator*).
 - e. Servo motor control.
 - f. *Stepper motor* control.
- 3) Kontrol Pengawasan
 - a. Proses monitor dan alarm.
 - b. Monitor dan diagnosa kesalahan .
 - c. Antarmuka dengan komputer (RS 232 / RCS 485).
 - d. Antarmuka dengan printer / ASCII.
 - e. Jaringan kerja otomasi pabrik.
 - f. *Local Area Network*.
 - g. *Wide Are Network*.

2.1.3. Kelebihan PLC

Sistem kontrol menggunakan PLC mempunyai banyak keuntungan dibandingkan sistem kontrol *relay* atau kontaktor yaitu :

- a. PLC didesain dapat 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 dan mudah jika menggunakan PLC sebagai unit kontrolnya.
- c. Penerapan aplikasi PLC dapat dengan mudah diubah-ubah dari satu aplikasi ke aplikasi lain dengan cara memprogram ulang sesuai yang diinginkan.
- d. PLC dapat melakukan diagnosa dan menunjukkan kesalahan apabila terjadi gangguan sehingga ini sangat membantu dalam melakukan pelacakan gangguan.
- e. PLC juga dapat berkomunikasi dengan PLC lain dan dengan computer dan parameter nilai-nilai sensor counter di PLC dapat ditampilkan di layar

komputer, di dokumentasikan.

PLC mempunyai kemampuan menggantikan logika dan pengerjaan sirkit kontrol *relay* yang merupakan instalasi langsung. Rangkaian kontrol cukup dibuat secara software berupa program ladder diagram. Pengkabelan hanya diperlukan untuk menghubungkan peralatan *input* dan *output*. Hal ini mempermudah dalam mendesain dan memodifikasi rangkaian, karena cukup dengan mengubah program PLC.

2.1.4. Struktur Unit PLC

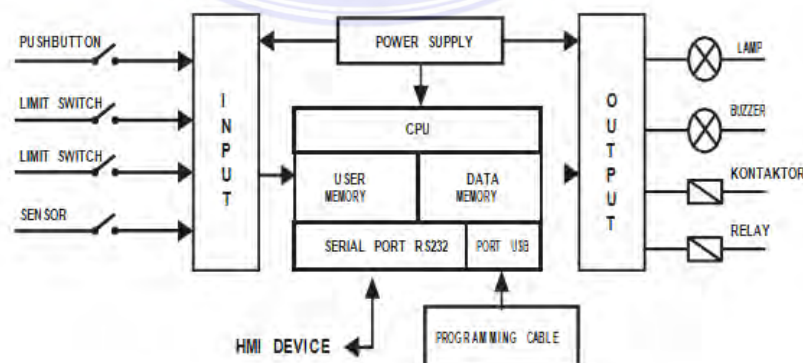
Secara umum PLC terdiri dari dua komponen utama, yaitu :

1) *Central Processing Unit (CPU)*

Central Processing Unit (CPU) adalah unit yang berisi mikroprocessor 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 PLC. Ada tiga komponen utama penyusun CPU ini, yaitu *processor*, *memory* dan *power supply*.

2) Sistem Antarmuka *Input/Output*

Pada umumnya informasi data pada PLC 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 pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2. 1: Blok Diagram

(sumber : dokumentasi penulis)

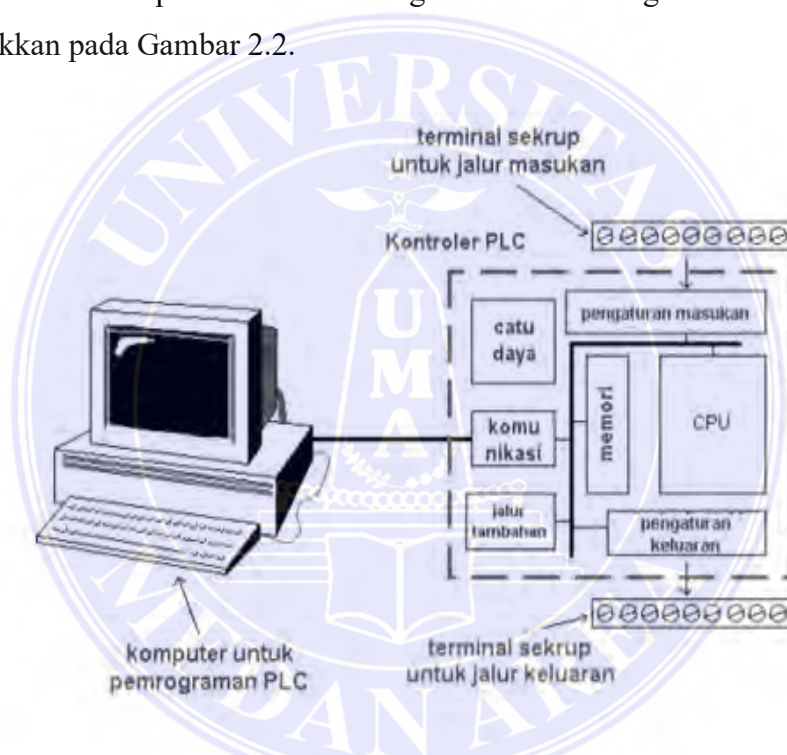
Konfigurasi fisik PLC terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

a. *Fixed*

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

b. *Modular*

PLC modular terdiri dari chassis 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 keseluruhan PLC ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2: Blok Diagram Keseluruhan PLC
(sumber: Syaiful Bakhri dkk.2014)

Dalam proses pengolahan data di dalam memori PLC, PLC dapat memberikan sinyal-sinyal *troubleshooting* melalui indikator lampu atau kondisi error pada ladder diagram pada PLC. Adapun *troubleshooting* dalam PLC adalah sebagai berikut :

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

2.1.5. Data dan Memori PLC

Memori juga merupakan elemen yang terdapat pada CPU yang berupa IC (*integrated circuit*). Karakteristik memori ini mudah dihapus dengan mematikan catu daya. Seperti halnya sistem komputer, *memory* PLC terdiri atas RAM dan ROM. Kapasitas *memory* antara satu PLC dengan yang lain berbeda-beda sesuai dengan 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 PLC sehingga dapat 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 selama 5 tahun.

2. *Read Only Memory*

Read only memory mempunyai singkatan kode ROM. Semua data yang ada dapat dibaca, tetapi tidak dapat ditulisi, karena termasuk data non volatile yang tersedia secara permanen. Supaya program dalam RAM bisa dieksekusi harus ada *operating system*) PLC. *Operating system* ini dibuat oleh pabrik pembuat PLC yang disimpan dalam ROM dan hanya dapat dibaca oleh processor. Dalam beberapa PLC tidak menggunakan ROM tetapi EPROM atau EEPROM. Pengguna dapat juga menyimpan program di sebagian tempat di 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 PLC 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* adalah IR yang berhubungan dengan terminal *input* dan *output* pada PLC. Sedangkan *IR work area* tidak dihubungkan ke terminal PLC, akan tetapi berada dalam *internal memory* PLC dan fungsinya untuk pengolahan logika program kiat (manipulasi program). Ada juga IR yang difungsikan untuk *SYSMAC Bus Area*, *special I/O unit area*, *optical I/O unit area*, dan *group 2 high density I/O unit area*. *Sysmac bus area* berfungsi untuk komunikasi data PLC antara CPU PLC dan I/O unit PLC hanya menggunakan 2 kabel saja (RS 485), maksimal 200 meter. *Special I/O unit area* merupakan IR yang digunakan oleh *special I/O unit* PLC (contoh: *analog input*, *analog output* dan lain-lain), untuk mengatur, menyimpan dan mengolah datanya. *Optical I/O Unit area* adalah IR yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data dari *optical I/O unit* PLC. *Group 2 high density I/O unit area* adalah IR untuk menyimpan dan mengolah data dari *high density I/O unit group 2*.

b. *Special Relay*

Special Relay mempunyai singkatan kode SR. *Special relay* adalah *relay* yang mempunyai fungsi-fungsi khusus seperti untuk *flags* (misalnya pada instruksi penjumlahan terdapat kelebihan digit pada hasilnya (*carry flags*)), kontrol bit PLC, informasi kondisi PLC, 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 PLC yang disebabkan oleh kegagalan sumber tegangan, kondisi *special I/O*, kondisi *input/output unit*, kondisi CPU PLC, kondisi memori PLC dan lain-lain.

d. *Holding Relay*

Holding Relay mempunyai singkatan kode HR. Dapat difungsikan untuk menyimpan data (bit-bit penting) karena tidak akan hilang walaupun sumber tegangan PLC mati.

e. *Link Relay*

Link Relay mempunyai singkatan kode LR. Digunakan untuk data *link* pada

PLC *link system*. Artinya untuk tukar menukar informasi antar dua PLC atau lebih dalam suatu sistem kontrol yang saling berhubungan satu dengan yang lain dan menggunakan banyak PLC (minimum 2 PLC).

f. *Temporary Relay*

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

g. *Timer/Counter*

Timer relay mempunyai singkatan kode TR dan *counter relay* mempunyai singkatan kode CNT. Untuk mendefinisikan suatu sistem waktu tunda/*time delay (timer)* ataupun untuk penghitung (*counter*). Untuk *timer* mempunyai orde 100 ms, ada yang mempunyai orde 10 ms yaitu TIMH (15). Untuk TIM 000 s/d TIM 015 dapat dioperasikan secara *interrupt* untuk mendapatkan waktu yang lebih presisi.

2.1.6. I/O Modul

2.1.6.1 Modul *input* mempunyai beberapa fungsi di antaranya :

- a. Mendeteksi ketika sinyal diterima dari sensor.
- b. Mengkonversi sinyal *input* menjadi level tegangan yang bisa diterima processor.
- c. Mengirim sinyal ke indikator *input* PLC sehingga bisa diketahui *input* mana yang sedang menerima sinyal.

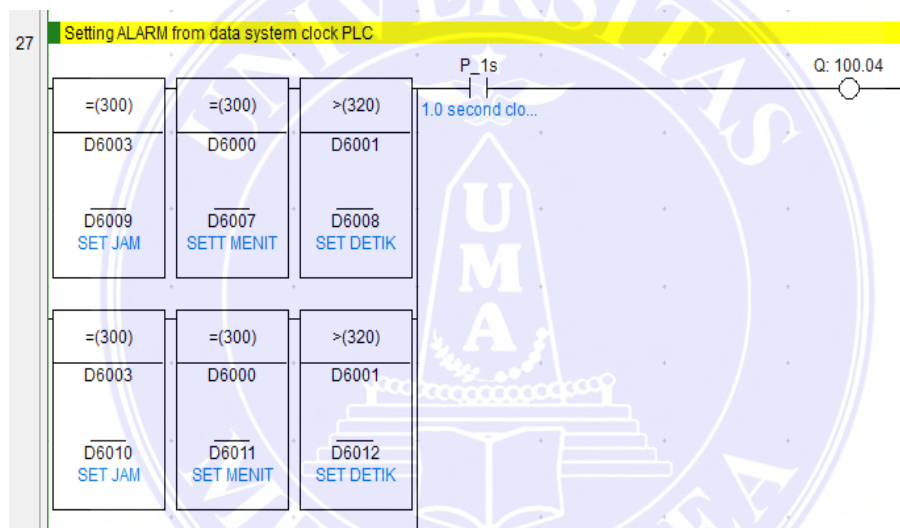
2.1.6.2 Modul *output* mempunyai beberapa fungsi di antaranya :

- a. *Output unit* pada PLC juga berfungsi sebagai *interface* terhadap peralatan luar.
- b. *Output* PLC bertindak sebagai *switch* terhadap *power supply* untuk mengoperasikan peralatan output (misal : *relay*, *solenoid valve* dan lain-lain).
- c. Komponen yang biasa dipakai PLC sebagai bagian *output unit* adalah *relay* untuk AC/DC, TRIAC untuk AC saja, dan transistor atau FET untuk DC saja.

2.1.7. Ladder Diagram

Ladder diagram terdiri dari garis vertikal yang di sebut garis bar. Instruksi yang dinyatakan dengan simbol digambarkan dan disusun sepanjang garis horizontal dimulai dari kiri dan dari 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 2.3



Gambar 2. 3 Contoh Ladder Diagram
(Sumber : dokumentasi penulis)

Ladder languages merupakan bahasa pemrograman yang menuliskan instruksi kontrol secara grafis, untuk menggambarkan *ladder diagram* ada beberapa ketentuan yang perlu diperhatikan yaitu :

- Daya mengalir dari kiri ke kanan.
- Output* ditulis pada bagian yang paling kanan.
- Tidak ada kontak yang diletakkan di sebelah kanan *output*.
- 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 kontak *input* (sakelar, *push button*), kontak internal *variabel* (*relay* otomatis) dan lain-lain, ada 4 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* di mana pada saat keadaan sistem belum bekerja kondisi kontak dalam keadaan tertutup.
- c. Kontak *rising edge* adalah kontak yang terdapat pada *ladder diagram* di mana pada saat pada saat keadaan sistem mulai bekerja kondisi kontak berubah dari logika “0” menjadi logika “1”.
- d. Kontak *falling edge* adalah kontak yang terdapat pada *ladder diagram* di mana 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. *RESET coil*

2.1.8. Instruksi – Instruksi Dasar PLC

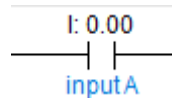
Semua instruksi (perintah program) yang ada di bawah ini, merupakan instruksi paling dasar pada PLC. Berikut ini merupakan instruksi-instruksi dasar pada PLC.

1. LOAD

- a. Instruksi load pada PLC mempunyai singkatan kode LD. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja (*sequence*) pada suatu sistem kontrol hanya membutuhkan satu kondisi *logic* saja dan sudah dituntut untuk

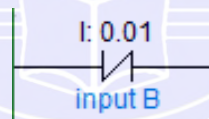
mengeluarkan satu *output*.

- b. Logikanya seperti contact NO *relay*
- c. *Ladder diagram* simbol Load ditunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini



Gambar 2. 4:Instruksi Load NO
(Sumber : dokumentasi penulis)

- d. *Operand data area* B (BIT) : IR, SR, AR, HR, TC, LR, TR
2. LOAD NOT
 - a. Instruksi Load not pada PLC mempunyai singkatan kode LD NOT. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja (*sequence*) pada suatu sistem kontrol hanya membutuhkan satu kondisi *logic* saja dan sudah dituntut untuk mengeluarkan satu *output*.
 - b. Logikanya seperti contact NC *relay*.
 - c. *Ladder diagram* simbol Load not ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5:Instruksi Load Not
(Sumber : dokumentasi penulis)

3. AND
 - a. Instruksi AND pada PLC mempunyai singkatan kode AND. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja (*sequence*) pada suatu sistem kontrol membutuhkan lebih dari satu kondisi *logic* yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu *output*.
 - b. Logikanya seperti contact NO *relay*.
 - c. *Ladder diagram* simbol And seperti pada gambar bawah ini



Gambar 2. 6:Instruksi And
(Sumber : dokumentasi penulis)

4. AND NOT

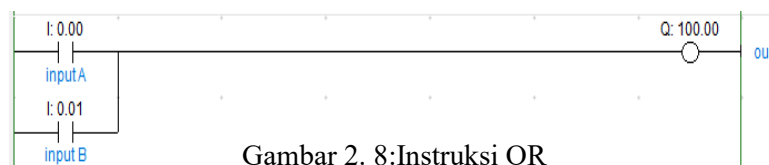
- a. Instruksi And Not pada PLC mempunyai singkatan kode And not. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja (*sequence*) pada suatu sistem kontrol membutuhkan lebih dari satu kondisi *logic* yang harus terpenuhi semuanya untuk mengeluarkan satu *output*.
- b. Logikanya seperti contact NC *relay*.
- c. *Ladder diagram* simbol And not ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7:Instruksi AND NOT
(Sumber : dokumentasi penulis)

5. OR

- a. Instruksi Or pada PLC mempunyai singkatan kode OR. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja (*sequence*) pada suatu sistem kontrol hanya membutuhkan salah satu saja dari beberapa kondisi logika untuk mengeluarkan satu *output*.
- b. Logikanya seperti contact NO *relay*.
- c. *Ladder diagram* simbol OR ditunjukkan pada Gambar 2.8.



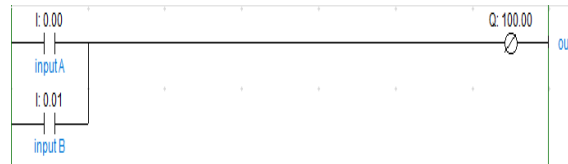
Gambar 2. 8:Instruksi OR
(Sumber : dokumentasi penulis)

6. OR NOT

- a. Instruksi OR not pada PLC mempunyai singkatan kode OR NOT. Instruksi ini dibutuhkan jika urutan kerja (*sequence*) pada suatu sistem

kontrol hanya membutuhkan salah satu saja dari beberapa kondisi logika untuk mengeluarkan satu *output*.

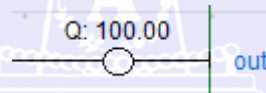
- b. Logikanya seperti contact NC *relay*.
- c. *Ladder diagram* simbol Out ditunjukkan pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9:Instruksi OR NOT
(Sumber : dokumentasi penulis)

7. OUT

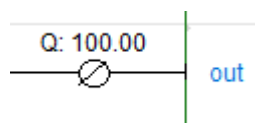
- a. Instruksi Out pada PLC mempunyai singkatan kode OUT. Instruksi ini berfungsi untuk mengeluarkan *output* jika semua kondisi logika *ladder diagram* sudah terpenuhi.
- b. Logikanya seperti contact NO *relay*.
- c. *Ladder diagram* simbol Out ditunjukkan pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10:Instruksi OUT
(Sumber : dokumentasi penulis)

8. OUT NOT

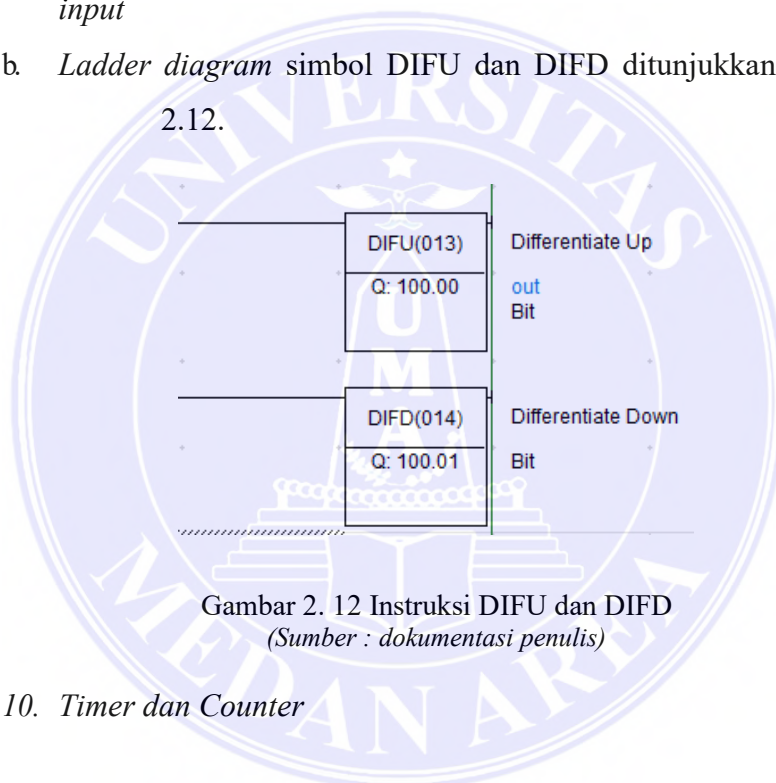
- a. Instruksi Out not pada PLC mempunyai singkatan kode Out not. Instruksi ini berfungsi untuk mengeluarkan *output* jika semua kondisi logika ladder diagram tidak terpenuhi.
- b. Logikanya seperti contact NC *relay*.
- c. *Ladder diagram* simbol Out not ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11:Instruksi OUT NOT
(Sumber : dokumentasi penulis)

9. *Differentiate Up dan Differentiate Down*

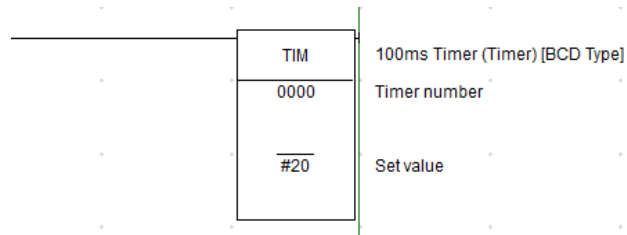
- a. Instruksi *Differentiate Up* pada PLC mempunyai singkatan kode DIFU (13) dan *Differentiate Down* (DIFD (14). Instruksi DIFU (13) dan DIFD (14) berfungsi untuk mengubah kondisi logika bit *operand* dari *off* menjadi *on* selama 1 *scan time*. 1 *scan time* adalah waktu yang dibutuhkan oleh PLC untuk menjalankan program dimulai dari alamat 00000 sampai instruksi END (01). DIFU (13) sifatnya mendeteksi transisi naik dari *input*, dan DIFD (14) mendeteksi transisi turun dari *input*
- b. *Ladder diagram* simbol DIFU dan DIFD ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Instruksi DIFU dan DIFD
(Sumber : dokumentasi penulis)

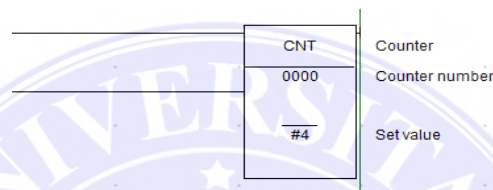
10. *Timer dan Counter*

- a. Instruksi *Timer* pada PLC mempunyai singkatan kode TIM dan *counter* pada PLC mempunyai kode CNT. Nilai *timer/counter* pada PLC bersifat *countdown* (menghitung mundur) dari nilai awal yang ditetapkan oleh program. Setelah hitungan mundur tersebut mencapai angka nol, maka NO *timer/counter* akan ON.
- b. *Ladder diagram* simbol *Timer* ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13:Instruksi Timer
(Sumber : dokumentasi penulis)

- a. *Ladder diagram* simbol *counter* ditunjukkan pada Gambar 2.14.



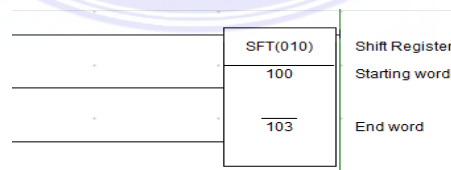
Gambar 2. 14:Instruksi Counter
(Sumber : dokumentasi penulis)

11. Shift Register

- a. Instruksi Shift register pada PLC mempunyai singkatan kode SFT (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 2.15.



Gambar 2. 15:Instruksi Shift Register
(Sumber : dokumentasi penulis)

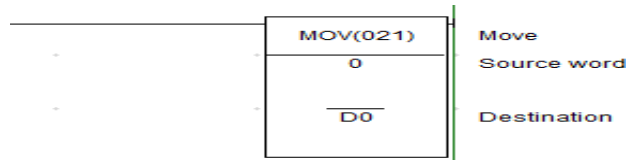
12. Move

- a. Instruksi Move pada PLC mempunyai singkatan kode MOVE (21).

Instruksi MOV (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 2.16.



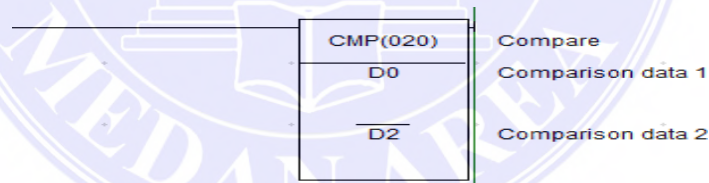
Gambar 2. 16:Instruksi Move
(Sumber : dokumentasi penulis)

13. Compare

a. Instruksi *Compare* pada PLC 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 2.17



Gambar 2. 17:Instruksi Compare
(Sumber : dokumentasi penulis)

2.2. Push Button

2.2.1. Pengertian *Push Button*

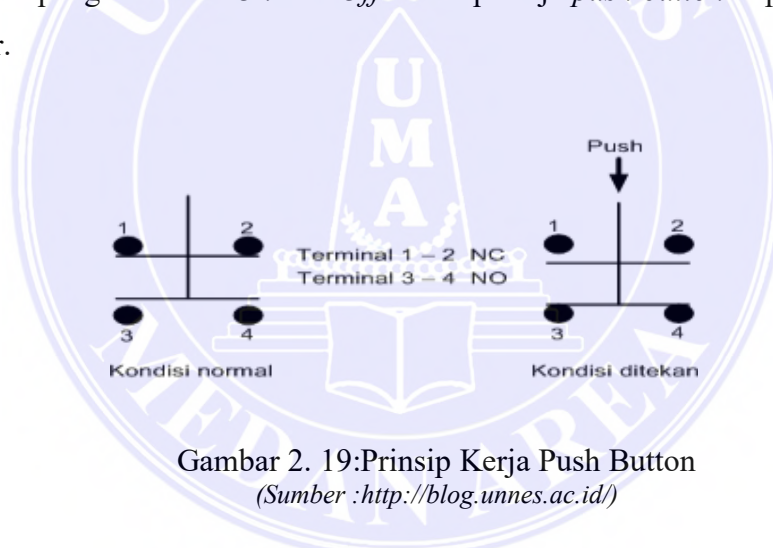
Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi sebagai pemutus atau penyambung arus listrik dari sumber arus ke beban listrik. Suatu sistem saklar tekan *push button* terdiri dari saklar tekan *start*, *stop reset* dan saklar tekan untuk *emergency*. Push button memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*).



Gambar 2. 18:Push Button
(Sumber :<http://blog.unnes.ac.id/>)

2.2.2. Prinsip Kerja *Push Button*

Karena sistem kerjanya yang unlock dan langsung berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah sakelar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *On* dan *Off*. Prinsip kerja *push button* dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. 19:Prinsip Kerja Push Button
(Sumber :<http://blog.unnes.ac.id/>)

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button switch* mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

- NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem *circuit* (*Push Button ON*).
- NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal kondisi normalnya

tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar *push button* ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutuskan aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem *circuit (Push Button Off)*.

2.3. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Sebuah *buzzer* menghasilkan suara berfrekuensi tinggi. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (*alarm*).

Prinsip kerja *buzzer* secara umum adalah mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara yang dapat diterima oleh manusia. Pemasangan *buzzer* dalam tempatnya memerlukan panjang kolom tertentu untuk resonansi akustik untuk memberi keluaran maksimum. *Buzzer* banyak digunakan dalam aplikasi seperti dalam komponen komputer, deteksi logam, telepon, *timer* (pewaktu) dan lain-lain.



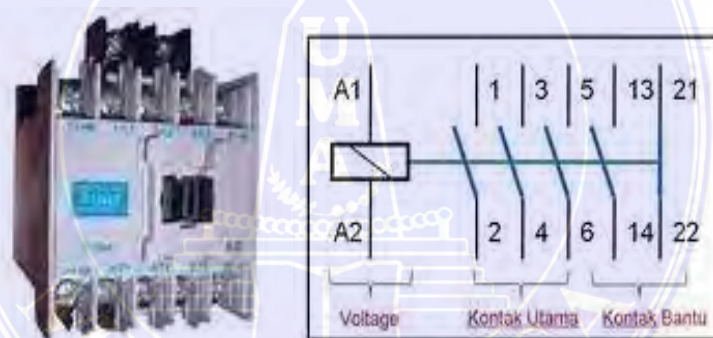
Gambar 2. 20 Buzzer
(Sumber: <https://journal.uniga.ac.id/>)

2.4. Kontaktor

Kontaktor Magnet adalah saklar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik dan bekerja secara magnetis dalam memutuskan dan menghubungkan daya yang mana kontaktor magnet berfungsi sebagai pengendali motor maupun komponen listrik lainnya, dengan magnetik kontaktor komponen

yang terpasang akan lebih mudah untuk dikendalikan dibanding menggunakan sakelar biasa.

Pada magnetik kontaktor terdapat lilitan yang akan menjadi magnet bila di aliri listrik, magnet tersebut akan menarik kontak yang berada di dekatnya sehingga kontak yang semula terbuka (NO) akan menjadi tertutup sedangkan kontak yang awalnya tertutup (NC) akan menjadi terbuka. Magnetik kontaktor terdiri dari kontak utama dan kotak bantu. Kontak utama digunakan untuk sumber arus listrik sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian pengendali. jika pemasangan terbalik dalam memasang kedua kontak ini kontaktor magnet tetap akan bisa bekerja namun akan ada masalah yang timbul karena kontak bantu hanya didesain untuk dilewati arus yang kecil sedangkan kontak utama didesain untuk dilewati arus besar. Apabila anda terbalik dalam pemasangan akan menyebabkan panas karena penghantar yang tidak mampu menghantarkan arus listrik yang besar.



Gambar 2. 21:Kontaktor
(Sumber: <https://docplayer.info/>)

2.5. Adaptor

Adaptor adalah salah satu sumber tegangan DC yang sering kita jumpai dalam perangkat rumah tangga. Penggunaan adaptor ini diantaranya sebagai pemberi sumber tegangan laptop dan perangkat elektronika yang lain. Adaptor merupakan alat yang berfungsi untuk menurunkan tegangan AC PLN dari 220 menjadi 15 volt kemudian mengubahnya menjadi tegangan DC. Dilihat dari tegangan outputnya maka adaptor dapat dibedakan dalam 2 jenis yaitu :

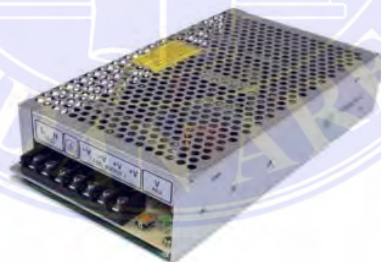
- a. Adaptor Variabel Adaptor variabel adalah adaptor yang memiliki tegangan output dapat diatur, pada umumnya tegangan output adaptor

variabel adalah 1,5 volt, 3 volt, 4,5 volt, 6 volt, 9 volt, 12 volt dan 24 volt.

Pada adaptor variabel ini dilengkapi dengan saklar selektor tegangan yang berfungsi untuk memilih tegangan output yang diinginkan. Saklar selektor dalam adaptor variabel ada yang berbentuk rotari dan berbentuk geser. Adaptor variabel yang terdapat di pasaran terdapat beberapa ukuran kapasitas arus, dari 500 mA hingga 10 A. Semakin tinggi kapasitas arus yang mampu dihasilkan maka harga adaptor semakin mahal dan sebaliknya semakin kecil kapasitasnya maka harga adaptor semakin murah. Adaptor variabel adalah

adaptor yang didesain multiguna, oleh karena itu adaptor variabel ini dilengkapi dengan saklar selektor untuk menentukan tegangan output, saklar selektor untuk mengatur polaritas tegangan pada terminal output dan dilengkapidengan terminal output dengan beberapa model.

- b. Adaptor Tegangan Tetap Adaptor tegangan tetap adalah adaptor yang memiliki tegangan output permanen atau tidak dapat diatur. Adaptor tegangan tetap ini salah satunya adalah adaptor laptop dan charger HP. Kedua jenis adaptor tersebut memiliki tegangan output yang tetap dan didesain sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. 22:Adaptor
(Sumber : <http://tecnoarnel.com/>)

2.6. Proximity Sensor

Sensor proximity merupakan sensor yang dapat mendeteksi adanya target dari jenis logam tanpa adanya kontak fisik. Biasanya sensor ini terdiri dari alat elektronis *solid-state* yang terbungkus rapat agar sensor proximity terlindung dari pengaruh getaran, cairan kimiawi dan cairan korosif yang berlebihan.

Secara sederhana prinsip kerja sensor proximity adalah jika sensor

mendeteksi objek berupa logam pada jarak tertentu maka *output* sensor akan mengalami perubahan kondisi dari *high* ke *low* atau *low* ke *high* tergantung pada jenis sensornya. Sensor proximity memiliki jarak deteksi yang berbeda-beda yaitu 5, 7, 10, 12, dan 20 mm. *Proximity Ssensor* ini mempunyai tegangan kerja antara 10- 30 Vdc dan ada juga yang menggunakan tegangan 100- 200VAC. Bentuk sensor proximity dapat dilihat pada gambar 2.23.



Gambar 2. 23:Proximity Sensor
(Sumber:<https://www.immersa-lab.com/>)

2.7. Lampu Indikator (*Pilot Lamp*)

Pilot lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika *pilot lamp* ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik masuk pada trainer tersebut. Prinsip kerja pilot lamp yaitu Pilot lamp bekerja ketika ada tegangan masuk (Phase - Netral) dengan menyalanya sebuah lampu atau led pada *pilot lamp*. Terdapat diameter lubang yang bisa disesuaikan pada *pilot lamp* seperti 22 mm, 25 mm, 30 mm, 30,5 mm.



Gambar 2. 24:Pilot Lamp
(Sumber:<https://www.plcdroid.com/>,2019)

2.8. Seven Segment BCD

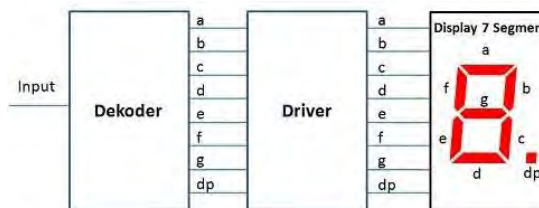
Seven segment adalah komponen Elektronika yang dapat menampilkan angka desimal melalui kombinasi-kombinasi segmennya. *Seven Segment Display* pada umumnya dipakai pada Jam Digital, Kalkulator, Penghitung atau Counter Digital, Multimeter Digital dan juga Panel Display Digital seperti pada Microwave Oven ataupun Pengatur Suhu Digital.



Gambar 2. 25 Seven Segment
(Sumber: <http://ojs.unud.ac.id/>)

Seven Segment Display memiliki 7 Segmen dimana setiap segmen dikendalikan secara ON dan OFF untuk menampilkan angka yang diinginkan. Angka-angka dari 0 (nol) sampai 9 (Sembilan) dapat ditampilkan dengan menggunakan beberapa kombinasi Segmen. Selain 0 – 9, *Seven Segment Display* juga dapat menampilkan Huruf *Hexadecimal* dari A sampai F. Segmen atau elemen-elemen pada Seven Segment Display diatur menjadi bentuk angka “8” yang agak miring ke kanan dengan tujuan untuk mempermudah pembacaannya. Pada beberapa jenis *Seven Segment Display*, terdapat juga penambahan “titik” yang menunjukkan angka koma decimal. Terdapat beberapa jenis *Seven Segment Display*, diantaranya adalah *Incandescent bulbs*, *Fluorescent lamps (FL)*, *Liquid Crystal Display (LCD)* dan *Light Emitting Diode (LED)*.

Berikut adalah Blok Diagram Dasar untuk mengendalikan LED 7 Segmen :



Gambar 2. 26: Blok Diagram 7 Segment
(Sumber: <http://ojs.unud.ac.id/>)

Blok Dekoder pada diagram diatas mengubah sinyal Input yang diberikan menjadi 8 jalur yaitu “a” sampai “g” dan poin decimal (koma) untuk meng-ON-kan segmen sehingga menghasilkan angka atau digit yang diinginkan. Contohnya, jika output dekoder adalah a, b, dan c, maka Segmen LED akan menyala menjadi angka “7”. Jika Sinyal Input adalah berbentuk Analog, maka diperlukan ADC (Analog to Digital Converter) untuk mengubah sinyal analog menjadi Digital sebelum masuk ke Input Dekoder. Jika Sinyal Input sudah merupakan Sinyal Digital, maka Dekoder akan menanganinya sendiri tanpa harus menggunakan ADC.

Fungsi daripada Blok Driver adalah untuk memberikan arus listrik yang cukup kepada Segmen/Elemen LED untuk menyala. Pada Tipe Dekoder tertentu, Dekoder sendiri dapat mengeluarkan Tegangan dan Arus listrik yang cukup untuk menyalakan Segmen LED maka Blok Driver ini tidak diperlukan. Pada umumnya Driver untuk menyalakan 7 Segmen ini adalah terdiri dari 8 Transistor Switch pada masing-masing elemen LED.

2.9. Emergency Stop

Emergency stop merupakan sebuah komponen yang berfungsi sebagai pemutus aliran listrik pada keadaan darurat. Untuk penggunaanya dalam keadaan darurat cukup di tekan saja maka aliran listrik akan otomatis terputus. Untuk menormalkanya kembali kita cukup memutarkanya saja kearah kanan atau searah jarum jam.

Emergency stop ini digunakan pada situasi darurat. Prinsip kerjanya yaitu ditekan maka listrik pada sistem kontrol akan terputus dan bila tombol ini diletakkan atau berada pada mesin maka jika tombol ini ditekan maka mesin itu akan berhenti.

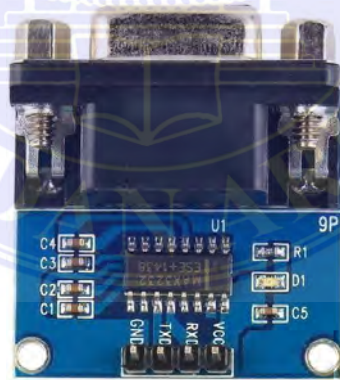


Gambar 2. 27:Emergency Stop
(Sumber: <https://samiinstansi.blogspot.com/2020>)

2.10. TTL – RS232

RS232 adalah suatu standar komunikasi serial transmisi data antar dua peralatan elektronik. RS232 dibuat pada tahun 1962 oleh *Electronic Industry Association* and *Telecommunication Industry Association* dan ada dua hal pokok yang diatur oleh RS232, yaitu: bentuk signal dan level tegangan yang dipakai. Selain digunakan pada peralatan PLC, sebenarnya sistem RS232 ini sering berhubungan dengan kita pada kehidupan sehari-hari, antara lain: Komunikasi PC komputer dengan *mouse*, *keybord* atau *scanner*. Satu hal yang jelas adalah RS232 ini akan diaplikasikan pada semua sistem peralatan yang berbasis computer.

Komunikasi data secara serial dilakukan dengan metode pengiriman data secara bit per bit atau satu per satu secara berurutan dan itu berbeda dengan sistem paralel yang mengirim data secara serentak. Kecepatan transfer data RS232 cukup rendah, kecepatan maksimal hanya 19200 bits/sekon. Pengiriman data bisa dilakukan secara satu arah atau dua arah. Jika Anda hanya membutuhkan komunikasi satu arah maka Anda cukup menggunakan dua kabel yaitu kabel “TX” sebagai pengirim data dan kabel “RX” sebagai penerima data. Sedangkan, untuk membuat sistem komunikasi dua arah maka kabel yang Anda butuhkan adalah 3 unit kabel, yaitu: kabel Tx, Rx dan GND (ground).

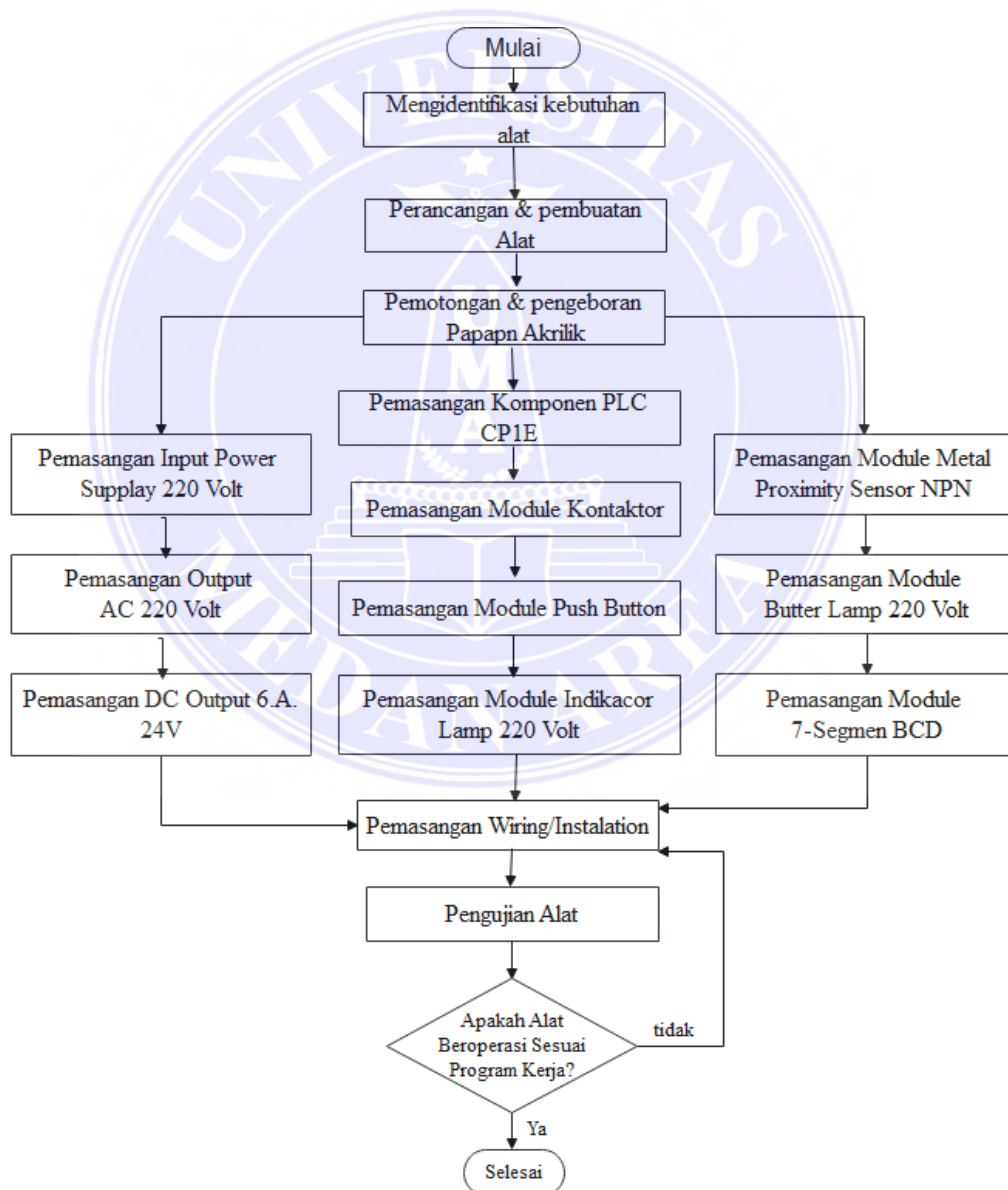


Gambar 2. 28:RS 232
(Sumber: <https://slidetodoc.com/>)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir

Kerangka Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah pengerjaan dan penjelasan arah penelitian. Gambar 3.1 di bawah ini merupakan flowchart kerangka berfikir dalam penelitian. Berdasarkan flowchart ini peneliti melakukan proses penelitian perancangan trainer PLC.



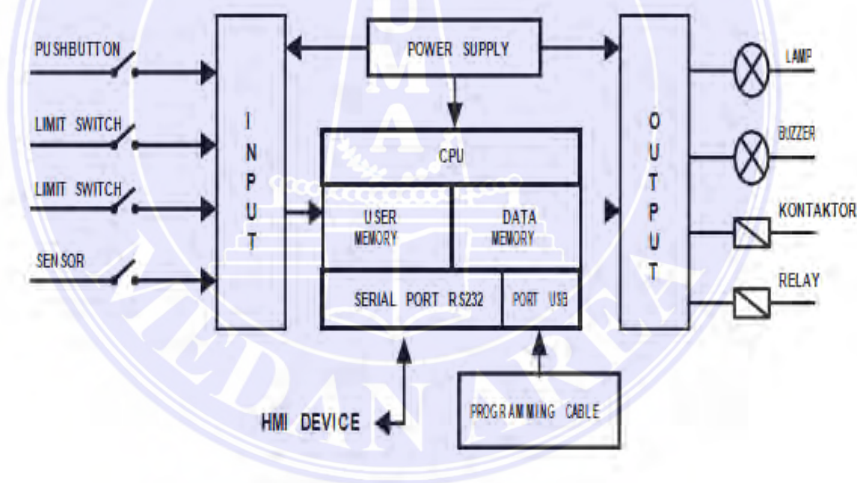
Gambar 3. 1 Flowchart Pembuatan Alat

3.1.1. Identifikasi Kebutuhan Alat dan Bahan

Merupakan langkah awal pengembangan yang berupa penyiapan alat dan bahan untuk trainer serta penyiapan bahan materi untuk modul pembelajaran. Proses pembuatan trainer ini meliputi perakitan komponen-komponen dan pembuatan program PLC. Pembuatan trainer ini juga bertujuan untuk menciptakan proses pembelajaran yang lebih efektif pada laboratorium PLC.

3.1.2. Perancangan dan Pembuatan Alat

Dalam perancangan trainer ini perlu dilakukan pembuatan rancangan yang menjadi acuan dalam proses pembuatan dan perakitan trainer ini, sehingga meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi. Tujuan dari Perancangan ini untuk mewujudkan gagasan yang didasari oleh teori serta fungsi dari alat-alat yang digunakan. Berikut merupakan blok diagram perancangan dan pembuatan alat.



Gambar 3.1.2: Blok Diagram Perancangan dan Pembuatan Alat

3.1.3. Pemotongan dan Pengeboran Papan Akrilik

Pada tahapan ini papan akrilik yang telah disediakan dilakukan pengukuran sesuai dengan kebutuhan. Kemudian setelah papan akrilik di ukur, maka akan dilanjutkan ke pengeboran dan pemotongan sesuai dengan bentuk dan ukuran komponen yang akan dipasang pada papan akrilik tersebut.

3.1.4. Pemasangan Input Output AC 220 dan DC 6A 24V

Pada tahapan ini dilakukan pemasangan jack AC 220 V yang terhubung ke power supply sehingga menghasilkan tegangan output DC 24 Volt 6 Ampere yang kemudian terhubung ke PLC dan kontaktor serta komponen-komponen lainnya.

3.1.5. Pemasangan komponen PLC CP1E

Module PLC yang digunakan adalah PLC Omron seri CP1E dengan CPUE20, yaitu 8 Output relay dan 12 input DC dengan Power 220VAC, dengan port serial komunikasi RS-232 yang dapat digunakan untuk terkoneksi ke Human Machine Interface (HMI), SCADA dan perangkat lain dengan komunikasi RS-323.

3.1.6. Pemasangan module Kontaktor

Pada trainer ini kontaktor yang digunakan tipe S-N12 yang memiliki 3 kontak utama, dan 2 kontak bantu NO dan NC. Untuk mengaktifkan kontaktor, com 02 dari PLC dihubungkan ke A1 dan A2 pada kontaktor. Kemudian 3 kontak utama L1 L2 dan L3 dihubungkan ke L1 L2 L3 pada MCB 3 fasa kemudian kontak T1 T2 T3 dihubungkan ke beban motor 3 fasa.

3.1.7. Pemasangan MCB 1 fasa dan 3 fasa

Ada 2 buah MCB 1 fasa pada trainer ini. Pada pemasangannya, 1 buah MCB dimana terminal A2 dihubungkan pada L1 pada PLC. Kemudian MCB lainnya dimana A2 dihubungkan ke kontak com 1 PLC. Pada MCB 3 fasa, terminal A2 terhubung langsung ke L1, L2 dan L3 kontaktor dimana terminal A1 pada setiap MCB dihubungkan ke sumber tegangan.

3.1.8. Pemasangan module Metal Proximity Sensor

Pada pemasangan sensor ini dihubungkan ke sumber tegangan 24V DC dengan konsumsi arus sekitar 45 mA. Pada sensor ini terdapat 3 kabel dan lampu indikator deteksi warna merah, dengan jarak efektif deteksi 0~8 mm, jenis besi, aluminium, tembaga, dll. Output NPN atau dalam keadaan normal sebelum objek terdeteksi, maka sinyal off dan lampu indikator juga off. Saat objek logam terdeteksi, maka sinyal dan lampu indikator juga ON. Sensor ini berfungsi untuk menghitung

jumlah barang yang di produksi, menghitung RPM/kecepatan motor, limit switch, auto stop dan lain sebagainya.

3.1.9. Pemasangan Modul Buzzer Lamp dan 7-segmen BCD

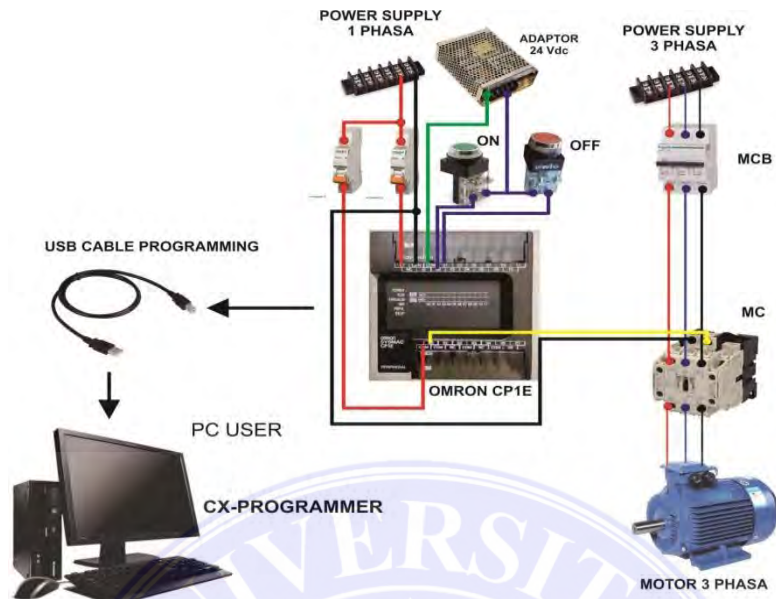
Buzzer Lamp merupakan sebuah komponen elektronika yang mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada pemasangannya, input Buzzer Lamp dihubungkan kesumber tegangan AC 220V. Semantara pada pemasangan module 7-Segmen BCD 4511 mempunyai 4 masukan yang terdiri dari A, B, C, dan D. Dengan 7 buah output digital yaitu a,b,c,d,e dan f yang langsung dihubungkan ke kaki seven segmen.

3.1.10. Pengujian Alat

Pengujian alat merupakan tahapan terpenting dalam membuat suatu alat, karena dengan pengujian dapat diketahui kinerja alat dari yang dibuat, apakah beroperasi sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan apa yang ditargetkan, serta dari hasilnya bisa ketahui kelebihan an kekurangan alat yang dibuat.

3.2. Rangkaian Keseluruhan

Perancangan *Trainer Programable Logic Controller* ini menggunakan controller PLC Omron CP1E-E20SDR-A yang memiliki 12 Input digital 24 Vdc, dan 8 Output Relay, input power supply 220 Vac sehingga memiliki syarat nominal PLC yang dibutuhkan sebagai sarana belajar. Power Supply yang digunakan memiliki rating tegangan 24 Vdc, 6 Ampere yang digunakan sebagai sumber tenaga pada input push button, dan beban 24 DC, kemudian dilengkapi dengan metal Proximity sensor, buzzer, pilot lamp, kontaktor coil 220 Vac, dan Display 7-Segmen BCD (*binary Code Desimal*) yang bias digunakan untuk menampilkan display angka counter / perhitungan nilai. Pada gambar di bawah ini merupakan diagram pengawatan PLC untuk kendali motor 3 phasa.



Gambar 3. 2: Blok Diagram Sistem PLC Omron

3.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada trainer Programmable Logic Controller Omron CP1E tersebut adalah :

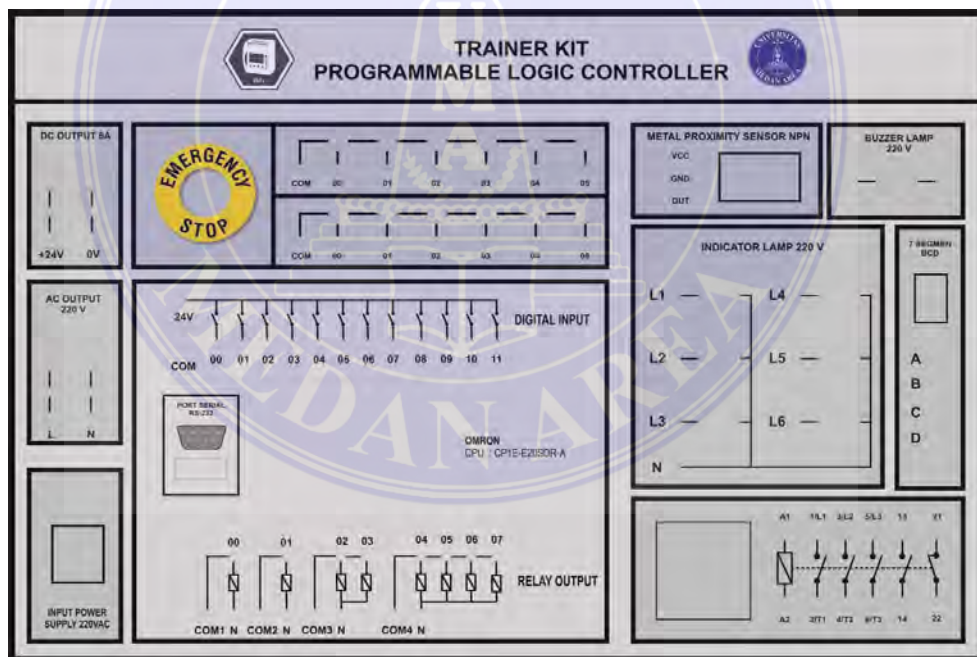
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

No	NAMA	SPESIFIKASI	JUMLAH
1	PLC omron CP1E	CP1E-E20SDR-A, 12 Input, 8 output relay 240V,8	1
2	Power Supply	Input 200 ~ 240 VAC, output 24V, 2A	1
3	Jeck AC 220V	-	1
4	Emergency Stop	1 NC, 10A	1
5	Momentary Pusb Button	1 NO, 2A	6
6	Modul Seven Segmen BCD (<i>binary Code Desimal</i>)	CD4511 driver	1
7	Pilot Lamp	220V _{AC} , 250mA	6
8	Proximity Sensor	PNP, 24V _{DC}	1
9	Buzzer Lamp	220 V _{AC}	1

10	Kontaktor	S-N12 220 V _{AC}	1
11	Fuse	2A, 1A	3
12	Banana Plug	Red / Black	56
13	Akrilik	2mm	1 lembar
14	Aluminium Siku	1 mm	1 batang
15	Mur baut	3 mm	24
16	Kertas Stiker	A2	3
17	Converter Serial TTL to Rs232	Max232	1

3.4. Desain Trainer Kit PLC

Gambar di bawah ini merupakan bentuk Design Trainer Kit PLC Omron yang digunakan sebagai sarana penunjang pembelajaran pada Laboratorium PLC.



Gambar 3. 3:Design Trainer Kit PLC

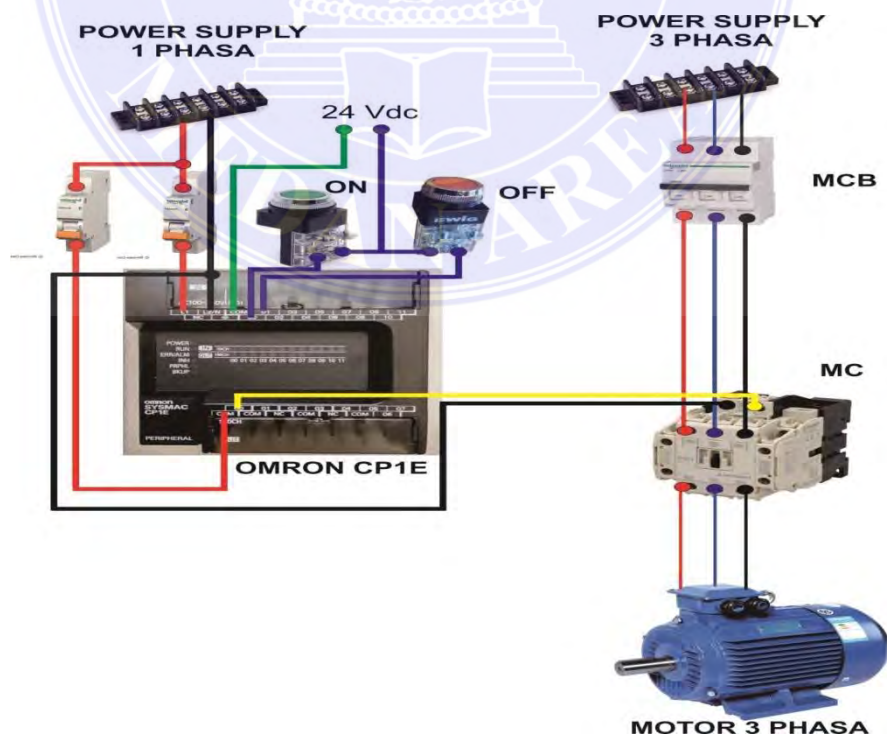
3.5. Wiring Diagram

3.5.1. Wiring Diagram Kendali Direct On Line

Starting dengan metoda ini menggunakan tegangan jala-jala / line penuh yang dihubungkan langsung ke terminal motor melalui rangkaia pengendali mekanik atau dengan relay kontaktor magnet. Pengendalian motor listrik dengan

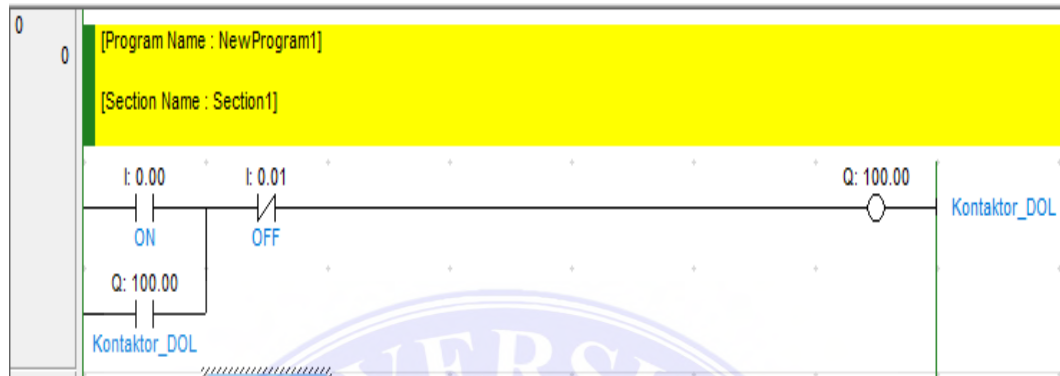
direct online memiliki karakteristik paling menonjol yaitu pada konsumsi arus Starting yang sangat besar, bisa mencapai 4 hingga 8 kali arus nominalnya. Adanya arus yang sangat tinggi ini menyebabkan adanya drop tegangan saat motor mulai bergerak. Sedangkan karakteristik torsiya adalah 0.5 hingga 1.5 torsi nominalnya. Berikut ini adalah rangkaian diagram daya dan diagram kontrol untuk pengendalian motor dengan DOL.

PLC omron pada rangkaian di atas berfungsi mengatur kerja kontaktor, kapan harus nyala dan kapan harus mati. Konsep mendasar dari rangkaian ini adalah metode self holding pada Kontaktor yang penjelasannya seperti pada pengoperasian relay pada artikel ini Rangkaian Kendali Dasar Sistem Otomasi. Metode DOL biasanya diaplikasikan pada sistem kendali motor secara sederhana dengan beban daya rendah hingga menengah, yaitu antara 5kW hingga 1MW dengan waktu pengasutan maksimum 10 s. Namun perlu juga diperhatikan ketersediaan daya yang cukup selama waktu pengasutan mengingat arus starting yang tinggi, dan pastikan nilai arus starting tersebut tidak melampaui tripping alat proteksi. Gambar di bawah ini merupakan wiring diagram atau pengawatan kendali direct on line dengan menggunakan PLC omron CP1E.



Gambar 3. 4: Wiring Diagram Kendali Direct On Line

Pada gambar di bawah ini merupakan program Ladder Diagram PLC omron menggunakan software Cx-Programmer. 0.00 merupakan address push button ON dan 0.01 merupakan alamat button ON dan 100.00 digunakan sebagai output PLC ke kontaktor.



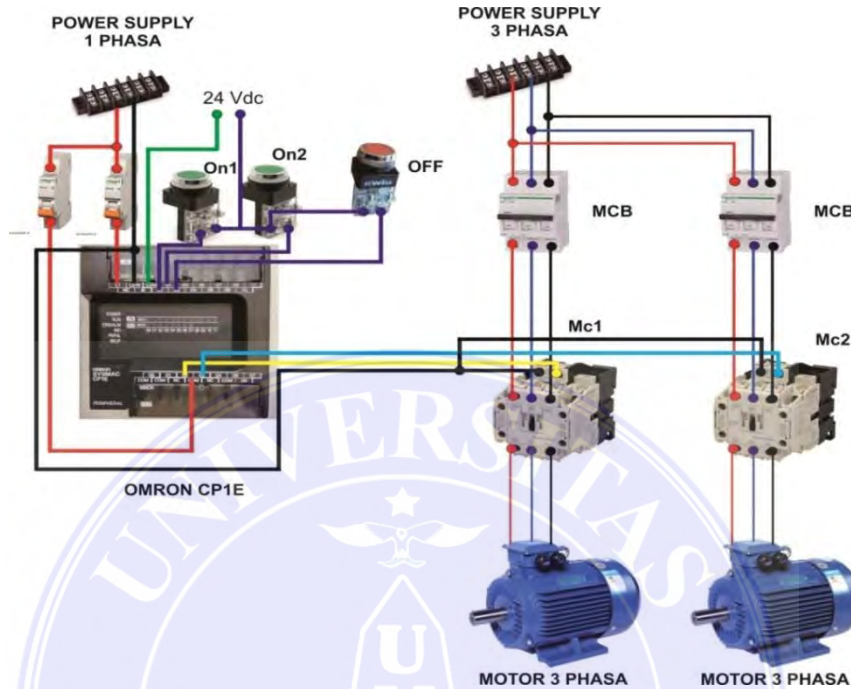
Gambar 3. 5:Ladder Diagram Kendali Direct On Line

3.5.2. Wiring Diagram Kendali 3 Motor Berurutan

Salah satu pengendali mesin yang bekerja secara berurutan, missal motor dua (M2) bekerja setelah motor satu (M1) bekerja terlebih dahulu dan seterusnya, begitu juga motor (M1) dapat berhenti setelah motor (M2) mati dan seterusnya. Pada gambar dibawah ini ditunjukkan pengoperasian dua buah motor induksi 3 fasa secara berurutan dengan menggunakan kontaktor magnet dan tombol tekan (push button). Tujuan dari system ini untuk menghindari start motor yang bersamaan, efisiensi kerja dari mesin, dan aplikasi penggunaannya missal untuk menggerakkan conveyor-conveyor pengangkut batu bara, dan masih banyak penggunaan lainnya. Adapun cara kerja kendali tiga motor secara berurutan adalah sebagai berikut:

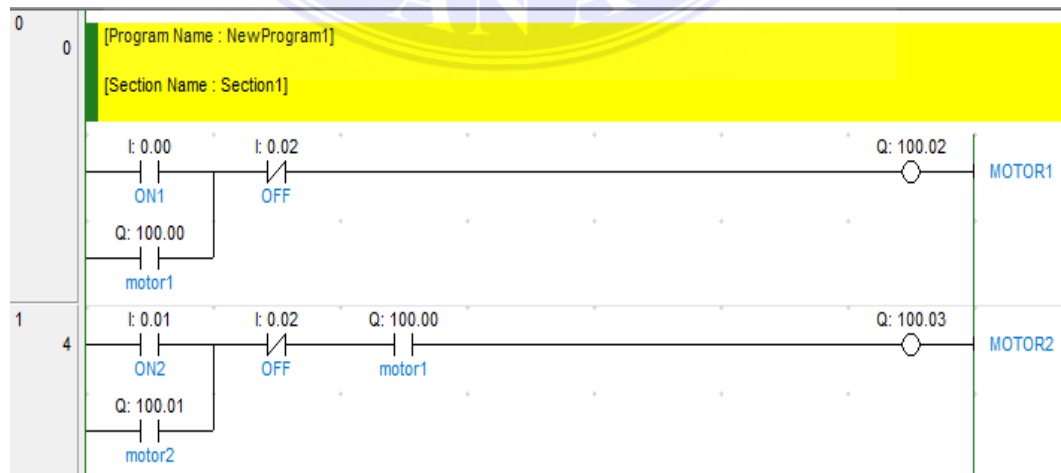
- Apabila start 1 ditekan maka motor 1 akan hidup
- Apabila start 2 ditekan setelah motor 1 hidup maka motor 2 hidup
- Motor 2 tidak akan hidup sebelum motor 1 hidup. Dan kedua motor akan berhenti ketika button OFF ditekan.

Gambar di bawah ini merupakan wiring diagram atau pengawatan kendali 2 motor secara berurutan dengan menggunakan PLC omron CP1E.



Gambar 3. 6: Pengawatan Kendali 2 Motor Secara Berurutan

Pada gambar di bawah ini alamat 0.00 digunakan sebagai button ON motor pertama, dan alamat 0.01 digunakan untuk button ON kedua, dan button OFF menggunakan alamat 0.02. coil kontaktor motor1 dan motor 2 berada di posisi address 100.02 dan 100.03.



Gambar 3. 7: Ladder Diagram Kendali 2 Motor Secara Berurutan

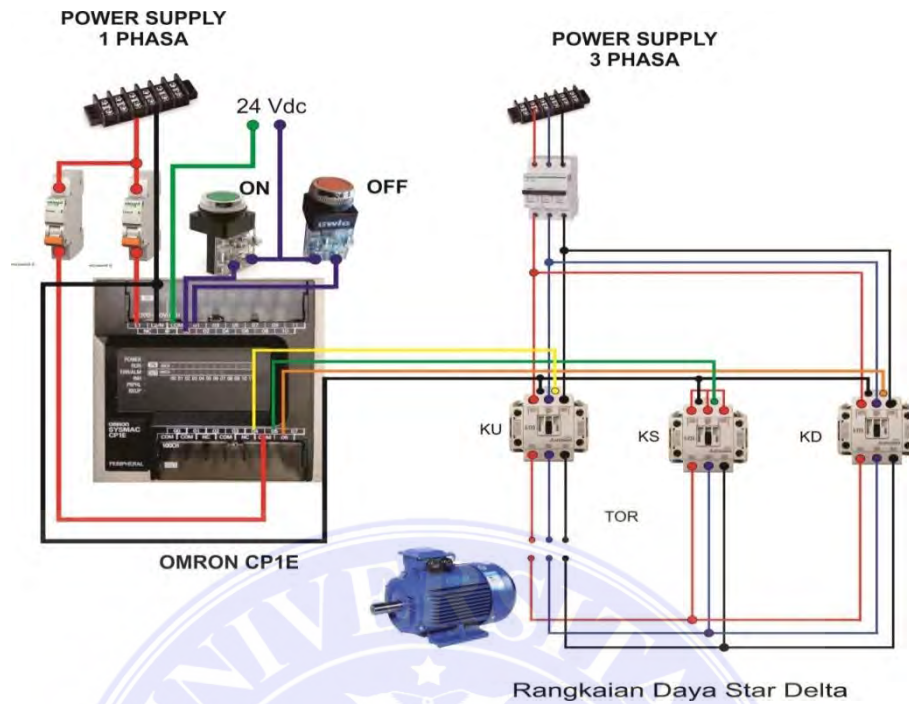
3.5.3. Wiring Diagram Kendali Motor Start-Delta

Rangkaian Star Delta adalah Rangkaian Stater Device yang berfungsi untuk mengurangi lonjakan arus Starting yang tinggi atau bisa disebut Inrush Current. Tetapi tidak mengurangi Torsi pada Elektro Motor tersebut. Dengan mengubah Gulungan Elektro Motor dari hubungan Star yang memiliki lonjakan arus kecil saat starting. Kemudian menggunakan timer untuk menjeda perpindahan dari Hubungan Star ke Delta. Yang mempunyai Arus kecil dan Torsi yang kuat. Table di bawah ini merupakan perbedaan kendali motor hubungan star dan delta.

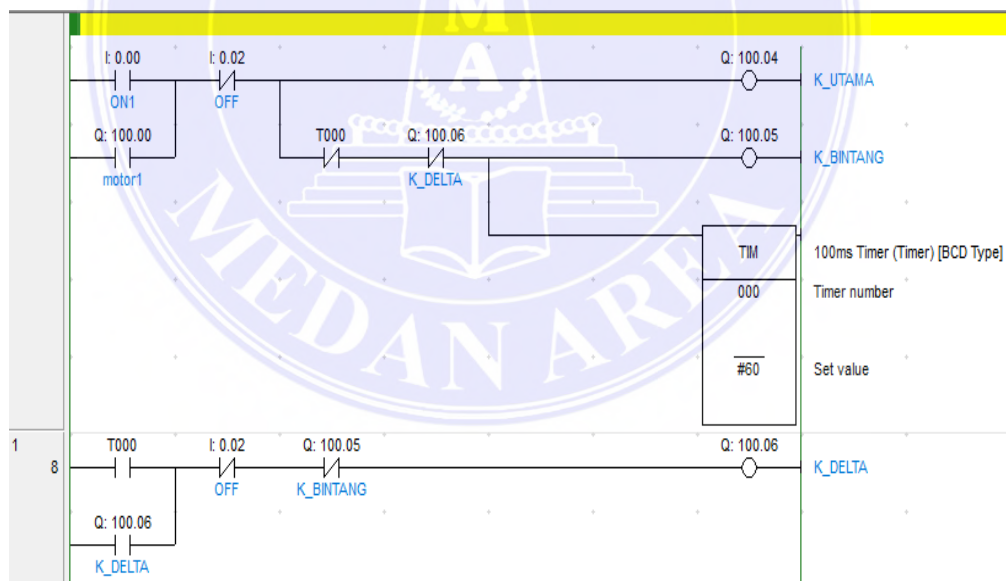
Tabel 3. 2 Perbedaan Hubungan Star-Delta

Hubungan Star	Hubungan Delta
Koneksi Bintang sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan lebih sedikit arus start	Koneksi Delta sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan torsi awal yang tinggi.
Karena insulasi yang dibutuhkan lebih sedikit, Star Connection dapat digunakan untuk jarak jauh.	Koneksi Delta digunakan untuk jarak yang lebih pendek.
Arus input = Arus keluar (sama)	Arus Input = Arus Keluar ($\sqrt{3}$ x Arus Input)
Biasanya digunakan dalam 1 Phase atau 3 Phase	Hanya digunakan 3 phase

Pengendalian Motor listrik dengan Star delta banyak digunakan untuk menjalankan motor induksi rotor sangkar yang mempunyai daya di atas 5 kW (atau sekitar 7 HP). Untuk menjalankan motor dapat dipilih starter yang umum dipakai antara lain : saklar rotary Star Delta, atau dengan menggunakan rangkaian kontaktor magnet. Gambar di bawah adalah rangkaian daya pengendalian Star Delta motor listrik 3 phasa dengan menggunakan rangkaian kontaktor dan PLC omron CPlE.



Gambar 3. 8: Pengawatan Kendali Motor Star-Delta

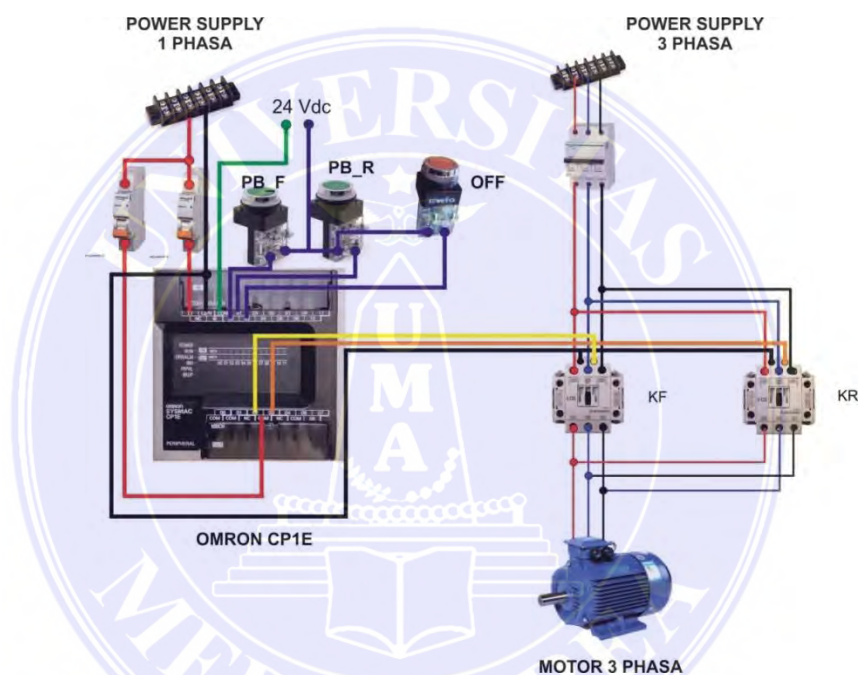


Gambar 3. 9: Ladder Diagram Kendali Motor Listrik Star-Delta

3.5.4. Wiring Diagram Kendali Forward-Reverse 3 Phasa

Kendali forward - reverse pada motor banyak sekali aplikasinya dalam dunia industri, seperti pada mesin mixer, pengaduk adonan, pencampur bahan, Rangkaian forward reverse adalah sebuah rangkaian kontrol untuk motor listrik

induksi 3 fasa dimana perputaran poros rotor motor dibuat agar bisa berputar ke kanan dan ke kiri. supaya perputaran motor bisa bolak balik, yang harus dilakukan hanyalah menukar posisi salah satu fasanya saja, dengan begitu motor akan langsung berganti arah putaran. Misalnya, pada awalnya motor berputar ke kanan dengan susunan fasa RST, lalu kita pindah fasanya menjadi TRS maka putaran motor akan berbalik arah. Gambar di bawah adalah rangkaian daya pengendalian forward reverse motor listrik 3 fasa dengan menggunakan rangkaian kontaktor dan PLC omron CP1E.



Gambar 3. 10 Pengawatan Kendali Motor Forward-Reverse

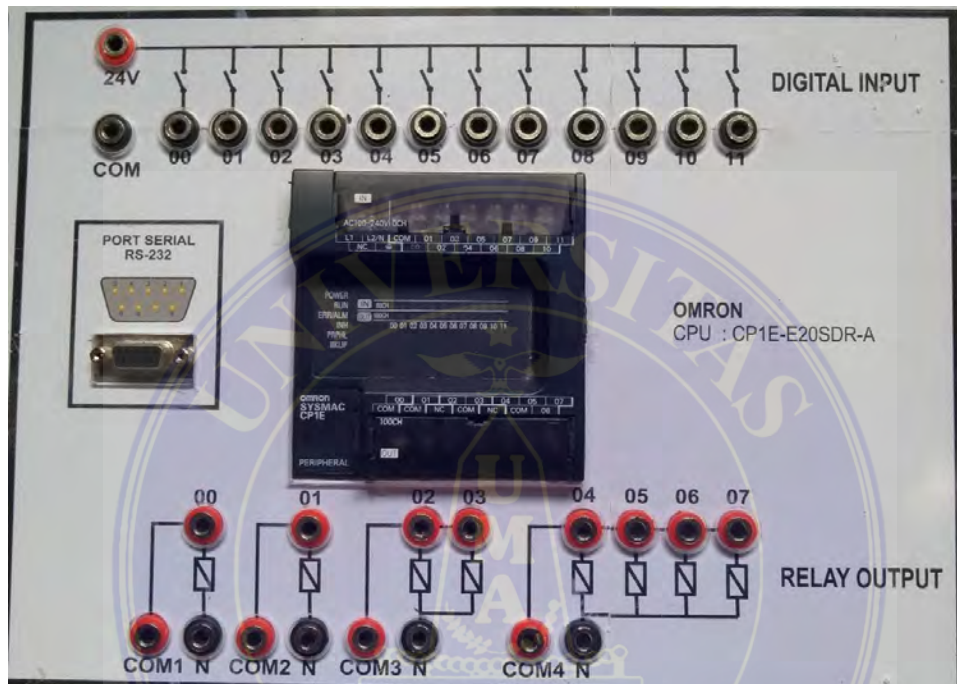
Rangkaian forward reverse merupakan suatu rangkaian pengunci, maksudnya adalah apabila salah satu kontaktor bekerja maka kontaktor yang lain akan terkunci sehingga tidak akan bisa bekerja.

3.6. Peralatan Alat Secara Keseluruhan

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan trainer di bawah ini menggunakan akrilik bening 2 mm yang berguna sebagai dasar peletakan stiker dan tempat peralatan seperti PLC, push button, pilot Lamp, buzzer lamp, kontaktor, emergency push button, momentary button, metal proximity sensor, modul 7-segmen BCD, dan banana plug.

3.6.1. Perakitan Modul PLC

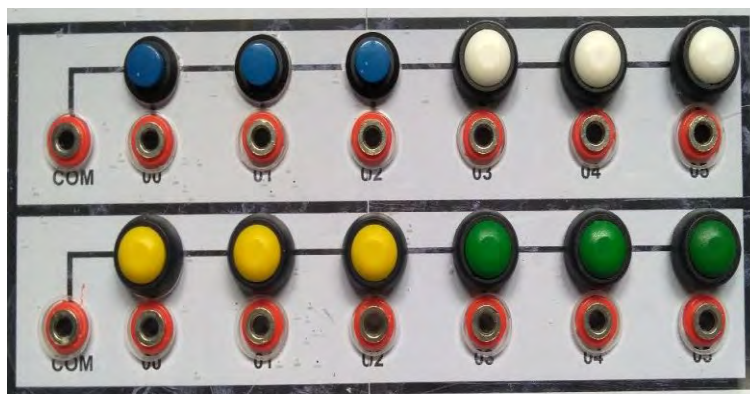
Modul PLC yang digunakan yaitu PLC Omron seri CP1E dengan CPU E20, 8 Output relay dan 12 Input DC dengan power 220VAC, dengan port Serial komunikasi RS-232 yang dapat digunakan untuk terkoneksi ke Human Machine Interface (HMI), SCADA dan perangkat lain dengan komunikasi Rs-232



Gambar 3. 11:Perakitan Modul PLC Omron

3.6.2. Perakitan Module Push Button

Modul Push Button yang digunakan terdapat 12 unit yang terdiri dari 3 push button tipe toggle switch, dan 9 push button tipe momentary.



Gambar 3. 12:Perakitan Modul Push Button

3.6.3. Perakitan Modul Pilot Lamp

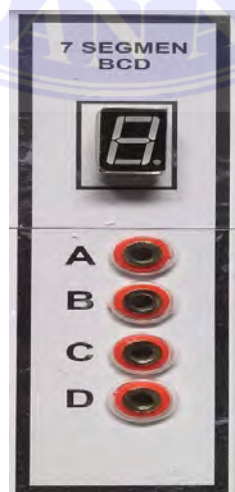
Module pilot lamp yang terdapat pada trainer ini berjumlah 6 unit yang terdiri dari warna merah, kuning, dan hijau, yang dapat digunakan untuk menampilkan kondisi logika output PLC



Gambar 3. 13:Perakitan Modul Pilot Lamp

3.6.4. Perakitan Module 7-Segmen BCD

IC Dekoder BCD CD4511 berfungsi untuk mengubah data Input yang berupa sandi Binary Code Desimal (BCD) menjadi sandi yang sesuai dengan format 7-Segmen. IC BCD 4511 mempunyai masukan 4 masukan yang terdiri dari A, B, C, dan D. dengan 7 buah output digital yaitu a,b,c,d,e,dan f yang langsung dihubungkan ke kaki seven segmen.



Gambar 3. 14:Perakitan Modul 7-Segmen BCD

Berikut ini merupakan Tabel kode tampilan 7-segmen pada input A,B,C,D

Tabel 3. 3 Kode Tampilan 7-Segmen BCD

Tampilan 7-segmen	Kode BCD IC4511	Logika Input			
		D	C	B	A
0	0000	low	low	Low	low
1	0001	low	low	Low	high
2	0010	low	low	High	low
3	0011	low	low	High	high
4	0100	low	high	Low	low
5	0101	low	high	Low	high
6	0110	low	high	High	low
7	0111	low	high	High	high
8	1000	high	low	Low	low
9	1001	high	low	Low	high

3.6.5. Perakitan Module Metal Proximity Sensor

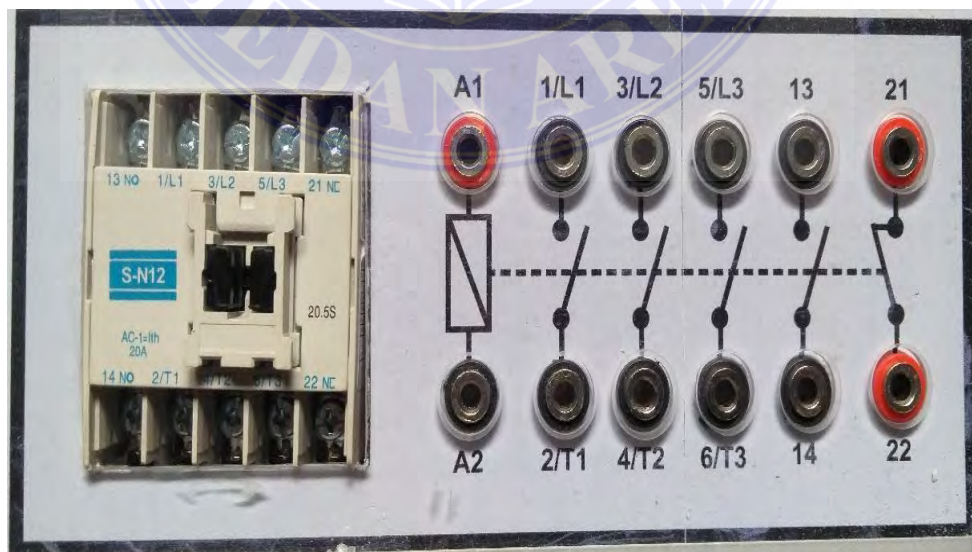
Sensor yang digunakan adalah jenis proximiti pendeteksi logam dengan 3 kabel dan lampu indikator deteksi berwarna merah, dengan jarak efektif deteksi 0 ~ 8 mm, jenis besi, aluminium, tembaga,dll. Dengan tegangan kerja 10 ~ 30 Vdc. Output NPN atau dalam keadaan normal sebelum objek terdeteksi, maka sinyal OFF dan lampu indikator juga OFF. Saat objek logam terdeteksi, maka sinyal dan lampu indikator ON. Pemanfaatan sensor ini adalah untuk menghitung jumlah barang yang diproduksi, mengukur RPM / kecepatan motor, limit switch, auto stop, dan lain sebagainya.



Gambar 3. 15:Perakitan Modul Metal Proximity Sensor

3.6.6. Perakitan Module Kontaktor

Kontaktor adalah sebuah alat elektro magnetik yang prinsip kerjanya memanfaatkan teori bahwa arus listrik yang mengalir pada sebuah tembaga akan menghasilkan medan magnet. Sifat kemagnitan ini dimanfaatkan untuk menggerakkan kontak-kontak sehingga kontaktor disebut juga sakelas magnet. Pada trainer ini kontaktor yang digunakan tipe S- N12 yang memiliki 3 kontak utama, dan 2 kontak bantu NO dan NC.



Gambar 3.16:Perakitan Modul Kontaktor

3.6.7. Perakitan Module Buzzer Lamp



Gambar 3.17:Perakitan Modul Buzzer Lamp

3.6.8. Perakitan Jeck Power Supply AC 220



Gambar 3.18:Perakitan Modul Input Power Supply 2020 VAC

3. 7. Rancangan Anggaran Biaya

Rancangan anggaran biaya atau (RAB) adalah upaya yang dilakukan untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu proyek maupun pekerjaan sehingga dapat diperkirakan berapa total biaya yang dibutuhkan hingga selesai. Tabel di bawah ini merupakan rancangan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk membuat 1 unit trainer PLC Omron CP1E-E20 SDR-A

Tabel 3. 4 Tabel Rancangan Anggaran Biaya

No	NAMA	HARGA SATUAN	JUMLAH	TOTAL HARGA
1	PLC Omron CPlE	1.400.000	1	Rp. 1.400.000
2	Power Supply	65.000	1	Rp. 65.000
3	Jeck AC 220V	3.500	1	Rp. 3.500
4	Emergency Stop	23.700	1	Rp. 23.700
5	Momentary Push Button	5.400	6	Rp. 32.400
6	Modul Seven Segmen BCD (<i>binary Code Desimal</i>)	40.000	1	Rp. 40.000
7	Potensiometer	5.600	4	Rp. 22.400
8	Pilot Lamp	5.200	6	Rp. 31.200
9	Proximity Sensor	27.000	1	Rp. 27.000
10	Buzzer Lamp	11.000	1	Rp. 11.000
11	Kontaktor	173.000	1	Rp. 173.000
12	Fuse	2.200	3	Rp. 6.600
13	Banana Plug	1.400	70	Rp. 98.000
14	Akrilik	470.000	1 lembar	Rp. 470.000
15	Aluminium Siku	53.000	1 batang	Rp. 53.000
16	Mur baut 3 mm	1000	24	Rp. 24.000
17	Kertas Stiker	6.500	3	Rp. 19.500
TOTAL				Rp. 2.500.300

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun dan pengujian alat serta pembahasan trainer kir Programmable Logic Controller menggunakan PLC Omron CP1E dapat digunakan sebagai media praktik PLC di jurusan teknik elektro. Trainer ini dapat dipakai untuk praktik kendali motor dengan PLC. Penggunaan alat ini dapat menambahkan pengetahuan bidang sistem kendali. PLC omron CP1E-E20 dilengkapi dengan port komunikasi serial RS232 yang dapat digunakan untuk komunikasi dengan system SCADA atau HMI (*Human Machine Interface*).

5.2. Saran

Dalam pembuatan alat ini terdapat beberapa kekurangan yang harus diperbaiki, seperti :

1. Jumlah sensor dan actuator yang dihubungkan dengan input dan output PLC terbatas, sehingga butuh pengembangan Kembali supaya lebih kompleks lagi.
2. Kapasitas hantar arus (KHA) kontaktor terbatas sehingga kurang baik untuk menyalakan motor dengan arus besar.
3. Proteksi fuse yang terpasang pada trainer adalah 3A, sehingga tidak disarankan meng ambil sumber untuk pembebanan besar seperti motor listrik pada terminal AC 220V trainer.
4. Saat melakukan pengawatan disarankan untuk mencabut steker dari sumber AC Untuk menghindari dari sengatan listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Hake, R.R., 2016. *Analizing Change/Gainscore*, American Educational, Reseach Association Divisions, Measurement and Reseach Methodology
- Oemar Hamalik., 2015. *Proses Belajar Mengajar*, Jakarta : PT. Bumi Aksara
- OMRON , Electronics, LLC., “OMRON SYSMAC CP-series CP1E CPU Units. The CP1E PackagePLCs: Economical Easy ti use, and Efficiennt”, *Datasheet*. Schaumberg,USA (2015)
- Widoyoko, Eko Putro., 2012. *Teknik Penyusunan Instrument Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- W, Bolton. 2004. *Programmable Logic Controller (PLC) Edisi 3*. Jakarta: Erlangga
- Akparibo, A.R., Appiah, A., & Antwi, O.F., 2016. Development of a PLC Training Platform for the Industrial Control of Processes. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*, 2016. volume15, No1, pp 186-196
- Artanto, Dian. 2009. *Merakit PLC dengan mikrokontroler*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Putra., Agfianto Eko, 2004. *Konsep, Pemrograman, dan Aplikasi PLC*. Yogyakarta: Gava Media.
- Syaiful Bakhri, dkk 2014. *Pengembangan PLC TRAINER Serbaguna untuk Simulator Sistem Keselamatan dan Keandalan Reaktor : 33 – 42*
- Mohammad Hariyadi, Puput Wanarti R. 2014. Pembuatan Media Belajar Trainer PLC. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. vol3(03).433-439
- Bolton, W. 2015. *Programmable Logic Controllers Six Edition*. Oxford: Elseiver
- Burhan, I., Azman, A.A., & Talib, S. 2015. Multiple Input/Outputs PLC Module for Educational Applications. *Innovation & Commercialization of Medical Electronic Technology Conference (ICMET)* 39-43. 10.1109/ICMETC.2015.7449570
- Mungkin, M. 2017. *Programmable Logic Controller.: Buku Panduan Praktikum PLC Universitas Medan Area*
- Tahir Dalimunthe, M., & Ardan, M. (2019). Analisa Karakteristik Campuran Aspal Beton Dengan Filler Yang Berbeda Terhadap Nilai Marshall. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 3(1), 19-26. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v3i1.2458>
- Ashari, M., Lubis, K., & Rangkuti, N. (2019). Analisa Perencanaan Jalur Sepeda Motor Pada Kawasan Tertib Lalu Lintas Di Kota Medan. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 3(1), 27-39. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v3i1.2459>
- Novita Br Ginting, S., Irwan, I., & Nurmaidah, N. (2019). Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Overpass Sei Semayang Sta. 0+350 Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 3(1), 40-48. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v3i1.2460>
- Sihaloho, B., Hermanto, E., & Nurmaidah, N. (2019). Analisa Stabilitas Bendung Gerak Pada Proyek Pembangunan Bendung Sei Padang D.I. Bajayu Tebing Tinggi Sumatera Utara. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 3(1), 49-61. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v3i1.2462>