

PERANCANGAN TRAINER KIT *TRAFFIC LIGHT* TYPE OMRON SYSMAC CPM1A DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO

Pamor Gunoto¹⁾, Jagat Pribadi²⁾

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan

Email : pamorgunoto@ft.unrika.ac.id¹⁾, jagatpribadi7@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Dalam kegiatan di program studi Teknik Elektro sangat penting dalam latihan praktikum untuk meningkat skill dan pemahaman yang telah didapatkan dari materi di perkuliahan. Karena dengan metode praktikum ini mahasiswa akan dituntut melatih skill mahasiswa tersebut. Akan tetapi untuk melakukan praktikum ini tidak hanya diperlukan materi saja melainkan diperlukan juga sebuah alat yang dapat menunjang jalannya pratikum tersebut sebagai trainer kit. Pada program studi Teknik Elektro masih dirasakan kurang tersedianya peralatan praktikum yang memadai yang digunakan sebagai sarana menerapkan teori ilmu yang diperoleh di kelas. Trainer kit ini digunakan sebagai praktikum perancangan, menentukan input dan output, pengkabelan dan program *ladder* pada PLC yang diterapkan pada sistem traffic light. PLC yang digunakan menggunakan tipe Sysmac CPM1A dari pabrikan Omron. Setelah proses pengukuran dan pengujian alat praktikum ini dapat berjalan dengan baik 100%.

Kata kunci – Program Studi Teknik Elektro, Praktikum, Trainer kit, *Traffic Light*, PLC

ABSTRACT

The activities in the Electrical Engineering Department , it is very important in practical exercises to increase the skills and understanding that have been obtained from in class. Because with this practical, students will be required to train the student's skills. However, to do this course not only requires material but also a tool that can support the course of the eksperiment tools as a trainer kit. In the Electrical Engineering study program, there is still not enough eksperiment equipment that is used as a means of applying scientific theory gained in class. This trainer kit is designed as a eksperiment tools, determining input and output, wiring and ladder programs for PLCs that are applied to traffic light systems. The PLC used is the Sysmac CPM1A type from the Omron manufacturer. After the measurement and testing process, this eksperiment tool can run well 100%.

Keyword- *Electrical Engineering Department, Eksperiment, Trainer kit, Traffic Light PLC*

1. PENDAHULUAN

Di Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan terdapat 5 program studi antara lain : Teknik Industri, Teknik Elektro, Teknik Mesin, Teknik Sipil dan Arsitektur. Khusus di program studi Teknik Elektro banyak mempelajari berbagai materi teknik elektro baik itu arus lemah maupun arus kuat. Semakin pesat perkembangan elektronika yang terjadi sekarang ini, menuntut peserta didik untuk lebih mengenal bidang tersebut khususnya teknik elektro.

Dalam melakukan praktikum ini tidak hanya diperlukan materi teori tetapi juga diperlukan sebuah alat yang dapat menunjang jalannya praktikum tersebut yaitu *trainer kit*. Pada teknik elektro ini masih dirasakan kurang tersedia peralatan – peralatan praktikum. Yang ada untuk saat ini hanya praktikum seperti penumatik, digital, *motor* listrik. Masih banyak peralatan elektronika yang belum tersedia, seperti peralatan praktikum PLC.

Salah satu solusi untuk mengurangi kekurangan tersebut maka perlu dibuat *trainer kit* PLC. Maka dari itu penulis ingin mengangkat judul skripsi ini dari permasalahan yang ada pada Fakultas Teknik Elektro yaitu kurangnya peralatan praktikum untuk praktek khususnya PLC. Salah satu solusi adalah dibuatnya *trainer kit* traffic light ini yang digunakan sebagai alat praktikum mahasiswa di laboratorium teknik elektro.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Programmable Logic Controller (PLC)

Sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *relay* yang ada pada sistem kontrol konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui *sensor*), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, berupa menghidupkan atau mematikan keluaran. Program yang digunakan adalah berupa diagram

ladder yang 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 kontinu seperti pada sistem - sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (*on/off*) saja, tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor dan lain sebagainya.

PLC secara bahasa berarti pengontrol logika yang dapat diprogram, tetapi pada kenyataannya, PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC dewasa 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 membutuhkan PLC. Alasan utama perancangan PLC adalah untuk menghilangkan beban ongkos perawatan dan penggantian sistem kontrol mesin berbasis *relay*.

Adapun ciri atau karakteristik PLC memiliki beberapa aspek sebagai berikut :

- PLC sebenarnya suatu sistem berbasis mikroprosesor yang memiliki fungsi - fungsi dan fasilitas utama dari sebuah mikro komputer.
- PLC diprogram melalui *programming unit* yang bisa berupa terminal komputer dengan VDU (*Video Display Unit*) dan keyboard atau dengan terminal portable khusus (mirip kalkulator dengan tampilan LCD). Pada saat ini PLC dapat di program melalui PC.
- PLC mengontrol suatu alat berdasarkan status masukan/keluaran suatu alat dan program. Sehingga pengertian PLC yang awalnya berfungsi menggantikan peran *relay*, dapat diartikan sesuai kata penyusunnya adalah sebagai berikut :
 - Programmable* yaitu menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan

kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.

2. *Logic* yaitu menunjukkan kemampuannya dalam memproses *input* secara aritmatik (ALU) dengan melakukan proses membandingkan, menjumlahkan, mengkalikan, membagi, dan mengurangi.

3. *Controller* yaitu menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.

2.2 Fungsi PLC

PLC ini 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.

Alat ini 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.

2.3 Kelebihan PLC

Sistem kontrol menggunakan PLC mempunyai banyak keuntungan dibandingkan sistem kontrol menggunakan peralatan kontrol yang dirangkai secara listrik seperti *relay* atau kontaktor yaitu :

- a. PLC 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 kita menggunakan/memasang satu buah PLC sebagai alat kontrol.

- c. PLC dapat dengan mudah diubah-ubah dari satu aplikasi ke aplikasi lain dengan cara memprogram ulang sesuai yang kita inginkan.
- 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 termasuk juga dengan komputer. Sehingga kontrol dapat ditampilkan di layar komputer, di dokumentasikan, serta gambar kontrol dapat dicetak dengan menggunakan printer.
- f. Mudah dalam melakukan pelacakan gangguan kontrol.

PLC mempunyai kemampuan menggantikan logika dan pengerjaan 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 PLC.

2.4 Struktur Unit PLC

Secara umum PLC terdiri dari dua komponen utama yaitu :

1. Central Processing Unit (CPU)

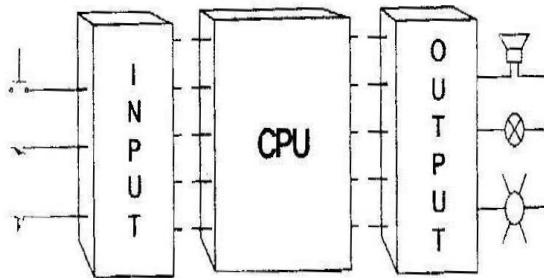
Unit processor atau *Central Processing Unit* (CPU) adalah unit yang berisi mikroprosesor yang mengolah sinyal-sinyal *input* dan melaksanakan pengontrolan, sesuai dengan program yang disimpan di dalam memori, lalu mengkomunikasikan keputusan-keputusan yang diambilnya sebagai sinyal-sinyal kontrol ke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

2. Sistem Antar Muka Input dan Output (I/O)

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 1 di bawah ini.



Gambar 1. Komponen utama PLC

2.5 Data dan Memori PLC

Aturan penulisan memori PLC adalah :

- Word* atau *channel* yang terdiri dari 16 bit, ditulis XXX.
- Bit atau *contact* yang terdiri dari 1 bit, ditulis XXXXX .
- Dua angka yang paling belakang (di garis 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 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 tergantung pada *type* 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 :

- 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

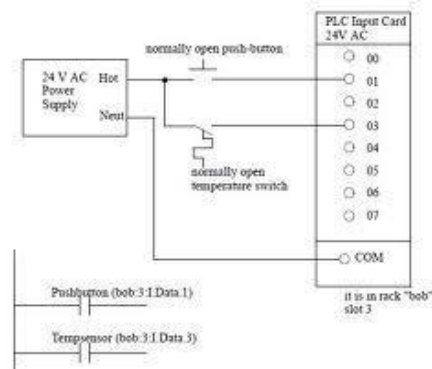
power supply mati. Untuk mengatasi hal ini, RAM dapat di *back-up* dengan battery lithium, sehingga meskipun *power supply* mati, program dan data tidak hilang. Umumnya bila *battery* tidak rusak, program dan data disimpan selama 5 tahun.

- 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*.

2.6 Power Supply PLC

Unit ini berfungsi untuk memberikan sumber daya pada PLC. Kebanyakan PLC bekerja dengan catu daya 24 VDC atau 220 VAC. Sumber tegangan yang dibutuhkan oleh CPU, memori dan rangkaian lain adalah sumber tegangan DC, umumnya untuk komponen digital diperlukan tegangan searah 5 volt. *Port power supply* PLC ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Port power supply PLC

2.7 Modul I/O

Modul *input* mempunyai beberapa fungsi di antaranya :

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

Modul *output* mempunyai beberapa fungsi di antaranya :

- Output unit* pada PLC juga berfungsi sebagai *interface* terhadap peralatan luar.
- Output* PLC bertindak sebagai *switch* terhadap *power supply* untuk mengoperasikan peralatan *output* (misal : *relay*, *solenoid valve* dan lain-lain).
- 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.

2.8 Peralatan Programming

Piranti pemrograman menyediakan sarana printer sehingga pemakai dapat berkomunikasi dengan rangkaian kontrol yang dapat diprogram. Ini memungkinkan pemakai untuk meng-*enter*, meng-*edit* dan memonitor program dengan terhubung ke unit processor dan mengizinkan akses ke memori pemakai.

Terdapat tiga jenis *programmer/monitor* yang bisa digunakan :

- Jenis yang paling sederhana berukuran satu genggam tangan, bentuknya mirip sebuah kalkulator. Namun selain angka, pada keypadnya terdapat simbol - simbol untuk pemrograman grafik. Jika keypad ini dioperasikan ke mode monitor, operasi yang berlangsung pada PLC dapat kita amati.



Gambar 3. Unit *miniprogrammer* untuk memprogram PLC

- Pada beberapa PLC terdapat keypad yang sudah dilengkapi dengan monitor LCD, sehingga selain dari lampu indikator, kita juga dapat mengamati melalui layar LCD pada PLC tersebut.
- Jenis yang ketiga adalah dengan menggunakan IBM-PC beserta perangkat lunaknya. Simulasi program dapat dilakukan dengan PC, kemudian jika telah dianggap sesuai/benar dapat dipindahkan dan dijalankan ke PLC sebenarnya *interface* PLC.

2.9 Dasar Pemrograman PLC

Pada dasarnya PLC tidak dapat melakukan apa-apa tanpa adanya program di dalam memori proses. Program PLC dimasukkan ke dalam memori dengan menggunakan peralatan pemrograman PLC yang sesuai, peralatan pemrograman PLC itu diantaranya :

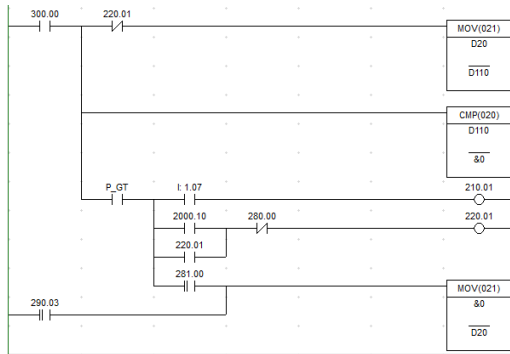
- Hand-held Unit*.
- Terminal video.
- Komputer pribadi/PC.

2.10 Diagram Ladder (Tangga)

Diagram tangga 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.

Diagram tangga digunakan untuk menggambarkan rangkaian listrik dan dimaksudkan untuk menunjukkan urutan kejadian, bukan hubungan kabel antar komponen.

Pada diagram tangga 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 diagram tangga dapat ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Diagram tangga

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

Ladder languages merupakan bahasa pemrograman yang menuliskan instruksi kontrol secara grafis. Untuk menggambarkan *ladder language*/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.

2.11 Instruction List Language

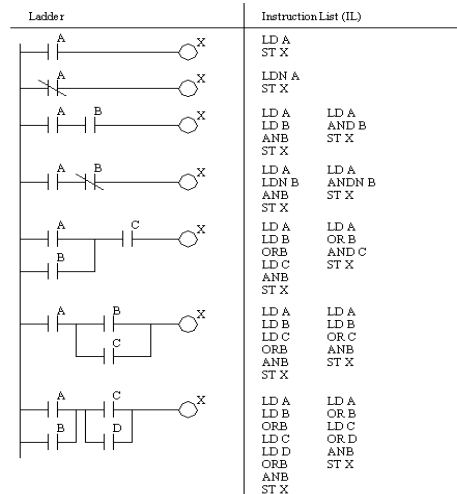
Instruction List Language merupakan penulisan program berbasis teks.

Adapun ciri dari *instruction list* :

- Bahasa program dapat ditulis baris per baris.
- Masing-masing baris program merupakan instruksi yang dapat di

mengerti dan dapat dieksekusi *controller*.

- Instruction list* mirip dengan bahasa *assembler* pada mikroprocessor.



Gambar 6. Instruction list dan diagram tangga

2.12 Lampu Traffic Light

Traffic Light/Lampu Lalu Lintas itu sendiri adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (zebra cross), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus lalu lintas yang lain.

Lampu lalu lintas pada gambar 7 adalah suatu alat kendali (kontrol) dengan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan berupa warna merah, jingga, dan hijau dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas pada masing-

masing persimpangan. Pengaturan arus lalu lintas yang sudah ada pada saat ini untuk daerah Batam menggunakan sistem kontrol PLC.



Gambar 7. Lampu traffic light

2.13 Komunikasi Serial

Komunikasi *serial* ialah pengiriman data secara *serial* (data dikirim satu persatu secara berurutan), sehingga komunikasi *serial* lebih lambat daripada komunikasi paralel. komunikasi *serial* dapat digunakan untuk menggantikan komunikasi paralel jalur data 8 bit dengan baik. Tidak saja memakan biaya yang lebih murah, namun dapat digunakan untuk menghubungkan dua peralatan yang sangat jauh. Misalnya menumpang pada kabel telpon.

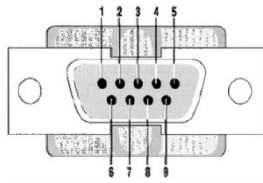
Agar komunikasi *serial* dapat bekerja dengan baik, data *byte* harus diubah ke dalam *bit-bit serial* menggunakan peralatan yang disebut *shift register parallel-in serial-out*, kemudian data dikirimkan hanya dengan satu jalur data saja. Hal yang serupa dikerjakan pada penerima, dimana penerima harus mengubah *bit-bit serial* yang diterimanya menjadi data *byte* yang persis seperti data semula pada pengirim, dengan menggunakan *shift register serial-in parallel-out*. Tentu saja jika data *serial* tersebut dikirim menumpang jalur telpon, maka dibutuhkan peralatan pengubah status digital *0s* atau *1s* menjadi sinyal suara *audio*. Peralatan seperti ini kemudian disebut *modem (modulator/demodulator)*. *Modulator* sebagai pengubah sinyal digital menjadi sinyal *audio*, sebaliknya *Demodulator* adalah sebagai mengubah kembali sinyal *audio* menjadi sinyal digital. Pada jarak yang sangat dekat, kita dapat menggunakan komunikasi *serial* sederhana dan tidak perlu modulasi. Seperti yang dapat kita lihat pada hubungan komputer kita dengan *keyboard* atau *mouse*.

Prinsip kerja dari kabel *serial* untuk komunikasinya dibagi ke dalam dua kategori yaitu *DCE (Data Communications Equipment)* dan *DTE (Data Terminal Equipment)*. *Data Communications Equipment* adalah perangkat seperti *modem, TA adapter, plotter* dan lain-lain, sedangkan *Data Terminal Equipment* adalah *Computer* anda atau *Terminal*. Gambar 9 dibawah ini menunjukkan tipe DB RS 232.



Gambar 8. USB serial RS 232

Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data Carrier Detect	6	Data Set Ready
2	Received Data	7	Request to Send
3	Transmitted Data	8	Clear to Send
4	Data Terminal Ready	9	Ring Indikator
5	Signal Ground		



Gambar 9. Konektor serial DB RS 232

Untuk menjamin terjadinya sebuah *transfer* data yang cepat dan *Realible* antara 2 peralatan, lalu lintas data harus dikoordinasi dengan baik. Tidak seperti *printer* yang selalu mencetak setiap karakter yang diterimanya. Namun dalam komunikasi *serial*, bisa saja peralatan tidak memiliki lagi tampungan data yang diterimanya. Sehingga dia harus memberitahukan PC untuk tidak lagi mengirim data. Hingga *modem* selesai mengerjakan semua tugasnya. Dan kembali memberitahukan PC untuk kembali mengirim data berikutnya setelah modem siap.

3. METODE PENELITIAN

Pada tahap penelitian ini metode penelitian terdiri dari metode perancangan dan pengujian.

3.1 Metode Penelitian

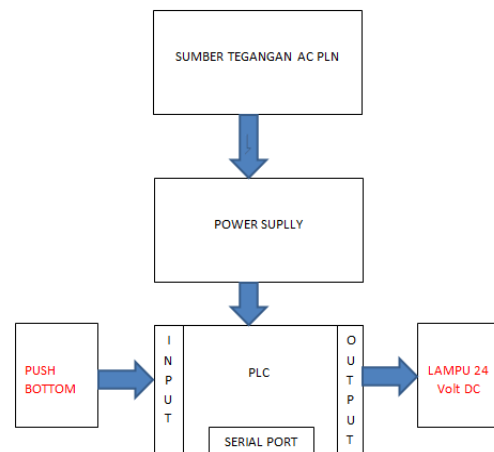
Metode yang digunakan untuk membuat alat perancangan ini dengan metode bangun, dapat dilihat pada diagram alur gambar 10 dibawah ini :



Gambar 10. Diagram alir pembuatan trainer kit

3.2 Perancangan Alat

Perancangan alat ini merupakan proses yang dilakukan terlebih dahulu sebelum pembuatan alat. Pelaksanaan kegiatan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik. Untuk perancangan alat ini, maka langkah pertama kali yang dilakukan adalah dengan membuat blok diagram, gambar 11 berikut adalah blok diagram :

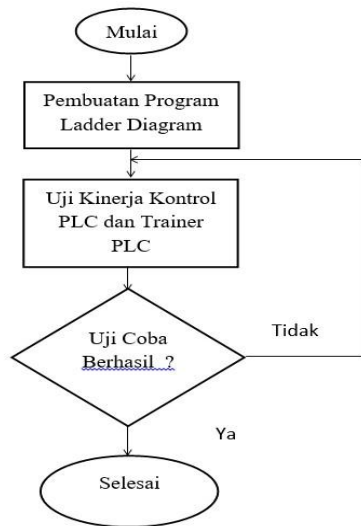


Gambar 11. Blok diagram Trainer kit

3.3 Pembuatan Alat

Setelah melakukan proses perancangan alat dilanjutkan merealisasikan pembuatan alat, pada tahap pembuatan alat ini dilakukan desain trainer kit serta membuat pemograman PLC. Perencanaan yang telah dibuat harus menghasilkan hasil yang maksimal dan sesuai dengan tujuan.

Berikut ini adalah alur pembuatan perancangan trainer kit sesuai dengan yang diinginkan di gambar 12.



Gambar 12. Diagram alir pembuatan trainer kit

1. Data PLC

Adapun data spesifik PLC tersebut adalah menggunakan PLC Omron dengan jenis Sysmac CPM1A dan sebagai berikut spesifikasi data PLC yang digunakan :

1. Merk : Omron CPM1A-30CD-RA
2. Serial Number : 03701012
3. Source : 100-240 VAC 50/60 Hz 60 VA
4. In : 24 VDC 5 mA/12 mA
5. Out : 24 VDC (RES)/ 250 VAC (GEN), 2 A Max/P



Gambar 13. Omron CPM1A

2. Data Komponen Trainer Kit

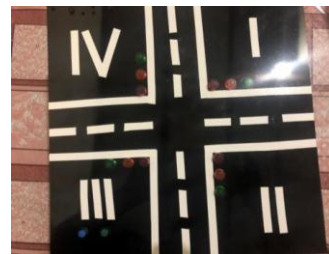
Adapun data spesifik komponen trainer kit yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- a. Lampu Warna Merah 24 VDC (@4 Buah)

- b. 2. Lampu Warna Kuning 24 VDC (@4 Buah)
- c. 3. Lampu Warna Hijau 24 VDC (@4 Buah)
- d. Fuse 2A, 250 VAC
- e. Saklar *On-Off*
- f. Kabel *Power Suply* 220 VAC dan Kabel 24 Vdc
- g. Terminal 12 x 2 (@2 Buah)
- h. kabel Acrilik kotak.
- i. Kabel serial RS232
- j. PLC Sysmac CPM1A Omron

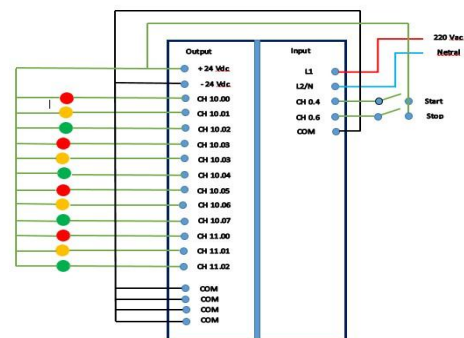
3. Desain Trainer Kit

Pembuatan trainer kit ini dengan menggunakan bahan acrilik yang telah dibuat sesuai desain yang telah ditentukan. Pada gambar 14 dibawah terdapat tiap simpang memiliki 3 lampu yang terdiri dari lampu merah, kuning dan hijau. Pada trainer kit ini terdapat 4 simpang sehingga total lampu keseluruhan adalah 12 lampu sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.



Gambar 14. Desain Trainer kit

Adapun pengkabelan I/O pada PLC adalah seperti gambar 15 dibawah ini.



Gambar 15. Wiring I/O pada PLC

Pada gambar 15 adalah desain *wiring* koneksi trainer kit PLC *input* dan *output*. Dimana *input* pada PLC tersebut terdiri dari 2 inputan berupa saklar dan untuk *output*an terdiri dari 12 lampu dengan warna berbeda-beda dengan penjelasan pengalamatan pada *wiring* tersebut dijelaskan melalui tabel alamat. Tabel alamat merupakan alamat *input* dan *output* yang digunakan pada PLC Omron dengan tipe CPM1A. Berikut ini table tabel alamat yang telah didata.

Tabel 1. Alamat *input*

No.	Input	Alamat
1	Start	0.04
2	Stop	0.06

Tabel 2. Alamat *Output*

No.	Output	Alamat
1	Lampu merah simpang	10.00
2	Lampu kuning simpang	10.01
3	Lampu hijau simpang 1	10.02
4	Lampu merah simpang	10.03
5	Lampu kuning simpang	10.4
6	Lampu hijau simpang 2	10.05
7	Lampu merah simpang	100.06
8	Lampu kuning simpang	100.07
9	Lampu hijau simpang 3	11.00
10	Lampu merah simpang	11.01
11	Lampu kuning simpang	11.02
12	Lampu hijau simpang 4	11.03

3.4 Pengujian Alat

Setelah alat selesai dikerjakan maka diperlukan pengujian alat tersebut dimaksudkan untuk mengetahui apakah alat tersebut dapat berjalan atau bekerja sesuai dengan tujuan. Disini akan dilakukan pengujian alat trainer kit sebanyak 3 kali.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sistem Trainer Kit PLC

Pengujian ini merupakan proses awal pada trainer kit bekerja, setiap proses yang bekerja selalu bekerja berurutan dan proses berikutnya akan bekerja setelah program yang dibuat akan di upload ke PLC yang akan dipakai dan trainer kit dalam kondisi upload program yang ditransfer. Proses upload program yaitu :

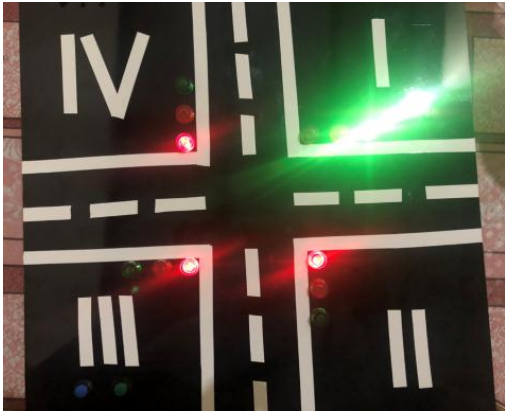
1. Membuat program ladder diagram dengan *time delay*. Proses waktu pada program diagram ladder yang akan dibuat seperti di tabel 1 berikut ini:

Tabel 3. Hasil penentuan *time delay*

Output	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Lampu merah simpang 1																													
Lampu kuning simpang 1																													
Lampu hijau simpang 1																													
Lampu merah simpang 2																													
Lampu kuning simpang 2																													
Lampu hijau simpang 2																													
Lampu merah simpang 3																													
Lampu kuning simpang 3																													
Lampu hijau simpang 3																													
Lampu merah simpang 4																													
Lampu kuning simpang 4																													
Lampu hijau simpang 4																													

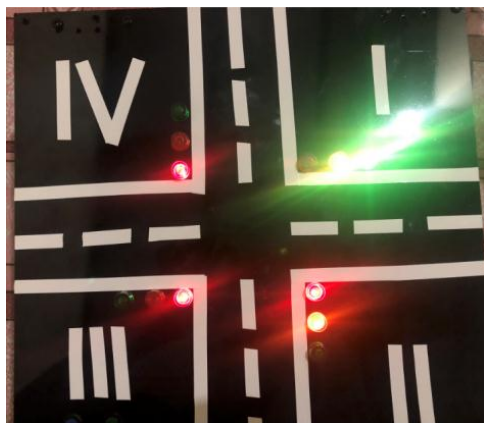
2. Melakukan *upload* data program PLC yang telah dibuat ke trainer kit yang telah dibuat. Pada pengujian ini dibuat urutan lampu trainer kit ini dengan urutan yaitu:
 - a) Proses awal simpang 1
 - Dengan menghidupkan atau menjalankan program dengan menekan tombol start maka

lampu merah 1,2,3 hidup dan lampu hijau simpang 1 hidup namun lampu kuning simpang 1,2,3,4 beserta lampu hijau 1,2,3 mati. Lampu hijau simpang 1 hidup selama 7 detik. Di simpang ini pengendara simpang 1 dalam kondisi jalan.



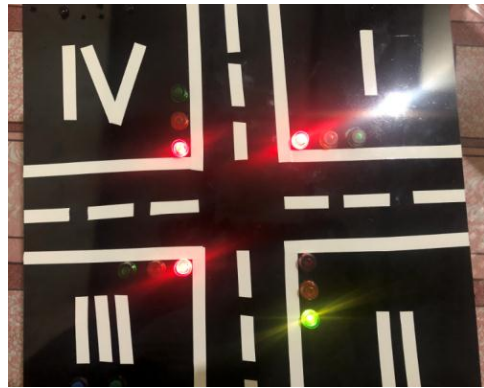
Gambar 16. Pengujian lampu simpang 1

- b) Proses perpindahan jalur simpang 1 ke simpang 2
- Selanjutnya pada detik 6 dan 7, lampu merah simpang 1,2,3 tetap hidup diikuti lampu kuning simpang 1 dan 2 hidup beserta lampu hijau simpang 1 masih tetap hidup pada detik ini dan selain lampu yang tidak disebutkan dalam kondisi mati. Di simpang ini pengendara simpang 2 dalam kondisi persiapan jalan sambil menunggu lampu hijau sedangkan pengendara pada simpang 1 dalam kondisi persiapan berhenti.



Gambar 17. Hasil Pengujian lampu kuning simpang 1 dan 2 (detik 6 s/d 7)

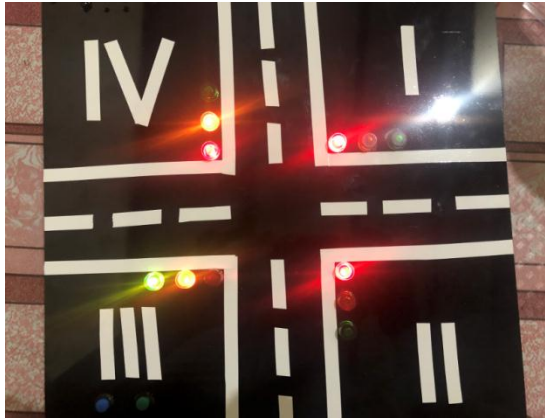
- c) Proses aktif lampu hijau simpang 2
- Selanjutnya pada detik 8 sampai 14 detik (7 detik) lampu hijau simpang 2 hidup dan lampu hijau simpang 1 mati. Disisi lain, lampu merah simpang 2 mati dan lampu merah simpang 1,3 & 4 hidup. Di simpang 2 ini pengendara dalam kondisi bisa jalan selama 7 detik.



Gambar 18. Hasil Pengujian lampu hijau simpang 2 aktif (detik 8 s/d 14)

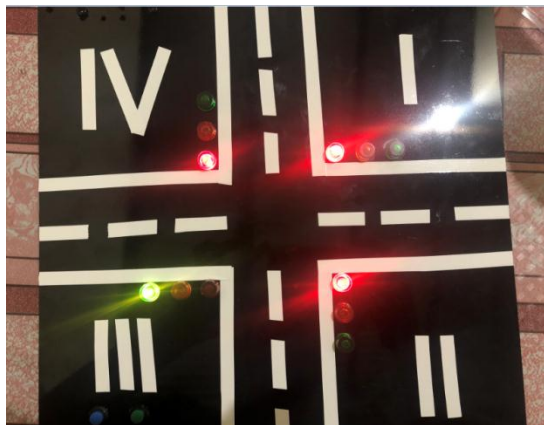
- d) Proses perpindahan jalur simpang 2 ke simpang 3
- Selanjutnya pada detik 13 dan 14 (2 detik) lampu hijau simpang 2 tetap mati diikuti lampu kuning simpang 2 dan simpang 3 hidup. Pada lampu merah simpang 1 dan 4 masih tetap hidup. Di simpang ini pengendara simpang 2 dalam kondisi persiapan berhenti dan di simpang 3 pengendara persiapan jalan.





Gambar 19. Hasil Pengujian perpindahan jalur simpang 2 ke simpang 3 (detik 13 s/d 14)

- e) Proses aktif lampu hijau simpang 3
- Selanjutnya pada detik 15 sampai 21 (7 detik) lampu hijau simpang 3 hidup diikuti lampu merah simpang 1,2,4 hidup dan lampu hijau simpang 2 mati. Di simpang 3 ini pengendara dalam kondisi bisa jalan selama 7 detik.

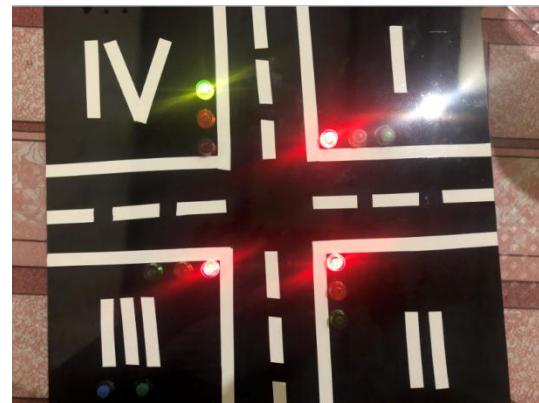


Gambar 20. Hasil Pengujian lampu hijau simpang 3 (detik 15 s/d 21)

- f) Proses perpindahan jalur simpang 3 ke simpang 4
- Selanjutnya pada detik 20 dan 21 (2 detik) lampu hijau simpang 3 tetap hidup diikuti lampu kuning simpang 3 dan simpang 4 hidup. Pada lampu merah simpang 1,2,4 masih tetap

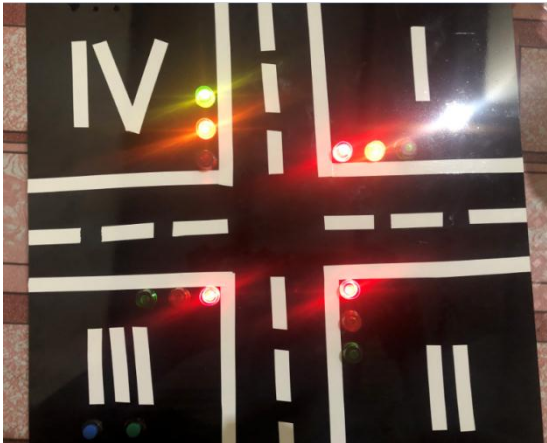
hidup. Di simpang ini pengendara simpang 3 dalam kondisi persiapan berhenti dan di simpang 4 pengendara persiapan jalan.

- g) Proses aktif lampu hijau simpang 4
- Selanjutnya pada detik 22 dan 28 (7 detik) lampu hijau simpang 4 hidup diikuti lampu merah simpang 1,2,3 hidup dan lampu hijau simpang 3 mati. Di simpang 4 ini pengendara dalam kondisi bisa jalan selama 7 detik dan simpang lain kondisi stop



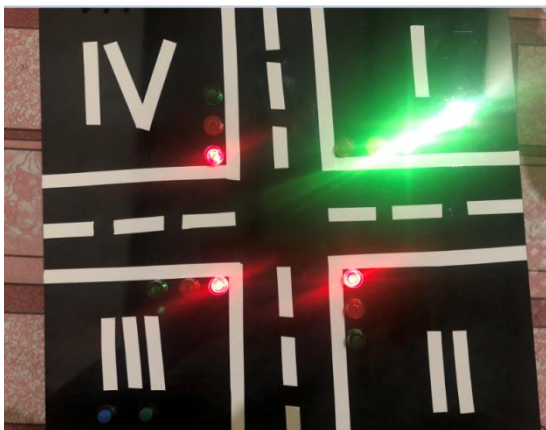
Gambar 21. Hasil Pengujian lampu hijau simpang 3 (detik 22 s/d 28)

- h) Proses perpindahan jalur simpang 4 ke simpang 1
- Selanjutnya pada detik 27 dan 28 (2 detik) lampu hijau simpang 4 tetap hidup diikuti lampu kuning simpang 1 dan simpang 4 hidup. Pada lampu merah simpang 1,2 dan 3 masih tetap hidup. Di simpang ini pengendara simpang 4 dalam kondisi persiapan berhenti dan di simpang 1 pengendara persiapan jalan.



Gambar 22. Hasil Pengujian perpindahan jalur simpang 4 ke simpang 1 (detik 27 s/d 28)

- i) Proses looping kembali ke lampu hijau simpang 1
- Selanjutnya program ini akan kembali kesimpang 1 sehingga akan kembali ke detik 1 sampai 1 (7 detik) lampu hijau simpang 1 hidup diikuti lampu merah simpang 2,3,4 hidup dan lampu hijau simpang 2,3,4 mati. Di simpang ini pengendara di simpang 1 dalam kondisi bisa jalan selama 7 detik dan simpang lain kondisi stop



Gambar 23. Hasil looping kembali ke lampu hijau simpang 1 (detik 1 s/d 7)

Dari proses (a) sampai (i) ini merupakan proses awal hingga akhir pada trainer kit bekerja, setiap proses yang bekerja pada trainer kit selalu

bekerja berurutan. Setelah dari proses step 1 dari (a) sampai (i) akan terus mengeluping keurutan lagi dan berlanjut berulang kali hingga sampai di tekan tombol stop.

Apabila tombol stop di tekan maka program yang di trainer kit akan berhenti. Program akan bekerja kembali setelah ditekan tombol start pada trainer kit, maka trainer kit akan bekerja kembali dari step 1 (a sampai i).

Berdasarkan dari pengujian trainer kit PLC lampu merah 4 simpang diatas, trainer kit dapat bekerja sesuai alur yang telah dirancang dengan step by step. Pada trainer ini hanya memainkan *delay time* dari tiap-tiap lampu simpang yang berjumlah 12 lampu dengan rincian 4 lampu warna merah sebagai indikasi stop untuk pengendara lalu 4 lampu kuning dengan indikasi persiapan berjalan untuk pengendara serta 4 lampu hijau sebagai indikasi jalan untuk pengendara. Trainer kit ini bisa disesuaikan seperti apa bentuk pemograman yang ingin diuji.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan

1. *Software PLC* dan Trainer kit telah dapat berkomunikasi dengan *Communication Serial RS-232* yang ditunjang menggunakan *software Omron* sebagai jembatan penghubung perangkat lunak dengan trainer kit yang dibuktikan dari data dan pengujian yang ditampilkan pada trainer kit. Dimana pembacaan input maupun output PLC yang telah deprogram dan diaplikasi pada trainer kit telah berhasil 100%.
2. Perancangan tampilan trainer kit sebagai sistem pembelajaran yang diaplikasikan telah berfungsi dengan baik yang telah dibuktikan dengan pembacaan I/O pada PLC dan dimunculkan pada lampu lalu lintas yang terdapat di trainer kit tersebut

5.2 Saran

Untuk sistem lebih baik kedepannya perlu ditambahkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tidak hanya membuat trainer kit menggunakan PLC Omron namun mengembangkannya dengan menggunakan PLC yang berbeda seperti *Keyence*, *Mitsubitshi* dan lain sebagainya.
2. Menambahkan sistem automasi pada trainer kit traffic light.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] William Bolton, *Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Pengantar*, Jakarta, Penerbit Erlangga, 1996.
- [2] Omron CQM1 (H) Discontinuation. <http://www.morecontrol.com/img/enews/More-Control-eNews-August.htm>. Agustus 2011.
- [3] Suyadi, Komunikasi Serial dan Port Serial (COM). <https://lutung.lib.ums.ac.id/arsip/publikasi/ab-05-Komunikasi-Serial.pdf>. 2 April 2012
- [4] Tryan Tarigan, Pengertian PLC (Programmable Logic Controler), https://www.academia.edu/9321252/Pengertian_PLC_Programmable_Logic_Controller. 28 Sepetember 2018.
- [5] Pamor Gunoto, M. Irsyam, dan Toni Kusuma Wijaya, (April 2016), *Pengembangan Sistem Traffic Light Berdasarkan Kepadatan Kendaraan Menggunakan PLC*. Jurnal EPC, Prodi Teknik Elektro