

Lampu Pengatur Rambu Lalu Lintas Portable dengan Menggunakan Kendali Logika Terprogram

Djodi Antono

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang

E-mail : djodiantono@yahoo.com

Abstrak

Kemajuan teknologi berkembang semakin pesat, manusia mendapatkan berbagai kemudahan dalam melakukan pekerjaan. Teknologi akan terus berkembang untuk menyempurnakan teknologi yang sudah ada. Kemudahan-kemudahan yang diperoleh manusia dalam melakukan pekerjaan diantaranya adalah kemudahan dalam menerapkan dan mengoperasikan peralatan. Lampu pengatur rambu lalu-lintas portable (*portable traffic light*) adalah peralatan lampu pengatur rambu lalu-lintas yang dikendalikan dengan menggunakan programmable logic controller (PLC). Peralatan ini dapat dioperasikan dimana saja yang terdapat perempatan atau pertigaan jalan yang tidak mempunyai lampu rambu lalu-lintas dan tidak memerlukan catu daya dari luar karena sudah dilengkapi dengan aki sebagai catu dayanya. Jika keadaan perempatan atau pertigaan jalan sudah kondusif (tidak ramai) peralatan lampu pengatur rambu lalu-lintas dapat diambil dan dipindahkan ketempat yang memerlukan atau disimpan untuk dipakai lagi.

Kata kunci : Traffic light

Abstract

Technological advances increase rapidly, and men get the convenience of doing work. Technology will continue to evolve to improve existing technologies. Easiness that people obtain in performing the work of which is easy to implement and operate the equipment. Light regulatory traffic signs portable (portable traffic light) is light control equipment traffic signs which are controlled by using a programmable logic controller (PLC). This equipment can be operated anywhere that there is an intersection or fork in the road that has no traffic lights and signs do not require external power supply because it is equipped with a battery as its power supply. If the intersection or fork in the road condition is conducive (not crowded) lighting fixtures regulatory traffic signs can be picked up and moved to the place that require or stored for reuse.

Keyword: Traffic light

I. PENDAHULUAN

Semakin banyaknya kendaraan bermotor baik itu roda dua maupun roda empat, maka masalah dalam berlalu-lintas tidak hanya terjadi di jalan-jalan utama di pusat-pusat perkotaan, namun kemacetan juga sering terjadi di jalan-jalan alternatif atau jalan-jalan yang kapasitasnya lebih kecil yang hanya padat pada jam-jam tertentu saja. Pada daerah tersebut merupakan sumber konflik lalu lintas, sehingga tidak jarang kita jumpai terjadi kecelakaan lalu lintas. Hal ini dikarenakan antara lain tidak adanya alat bantu yang bisa mengatur arus lalu lintas.

Bertitik tolak dari masalah diatas, diperlukan adanya pengembangan sistem yang mampu mengatasi hal tersebut, yaitu dengan 'meniadakan' titik konflik ini, dengan memasang *traffic light* yang mengatur giliran gerak kendaraan. Namun untuk membangun *traffic light* yang permanen membutuhkan biaya yang tidak sedikit, sementara kepadatan lalu lintas

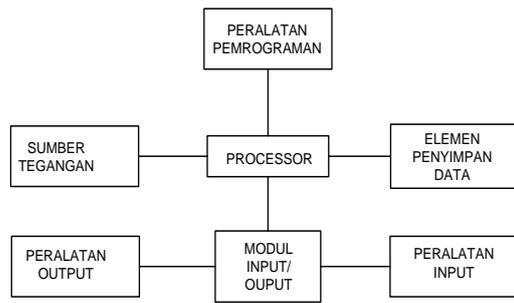
tidak terus sepanjang hari, kepadatan lalu lintas hanya pada jam-jam tertentu saja.

Solusi yang tepat dan efektif, untuk mengatasi hal tersebut adalah *portable traffic light* yang dapat difungsikan ketika situasi arus lalu lintas sedang padat, terutama pada perempatan / pertigaan di jalan-jalan yang kapasitasnya kecil, sehingga ketika lalu lintas sudah tidak begitu padat maka alat itu bisa disimpan atau bisa digunakan ditempat lain yang arus lalu lintasnya lebih padat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kendali Logika Terprogram

Bagian-bagian utama dari sebuah PLC terdiri dari *Central Processing Unit* (CPU), Memori Unit, Modul Input dan output, Unit Catu Daya (power supply). [1]



Gambar 1 Arsitek PLC

Adapun beberapa keuntungan menggunakan PLC dalam otomatisasi antara lain :

- Modifikasi system mungkin tanpa biaya jika masih ada cadangan I/O.
- Aplikasi PLC sangat luas.
- Relative mudah dipelajari.
- Perawatan lebih mudah.
- Memiliki keandalan dan daya tahan tinggi.
- Standarisasi sistem kendali lebih mudah diterapkan.
- Dapat menerima kondisi lingkungan berat.
- Lebih aman untuk teknisi.
- Investasi relative lebih murah.

2.2 Prinsip Kerja PLC

PLC bekerja dengan cara menerima data dari peralatan input luar (*input device*) berupa saklar, tombol, dan sensor dari sistem yang dikontrol. Data masukan yang berupa sinyal analog akan diubah oleh modul input menjadi sinyal digital. Selanjutnya oleh unit prosesor pusat atau CPU (*Central Processing Unit*) sinyal digital itu diolah sesuai dengan program yang telah dibuat dan disimpan dalam ingatan memori PLC. Selanjutnya CPU mengambil keputusan dan memberikan perintah melalui modul input dalam bentuk sinyal digital. Oleh modul output sinyal digital itu bila perlu diubah kembali menjadi sinyal analog untuk menggerakkan peralatan output luar (*output device*) berupa *relay*, *contactor*, *solenoid valve*, *heater* atau *alarm* nantinya dapat digunakan mengoperasikan secara otomatis yang dikontrol. [2]

PLC dapat dioperasikan dengan menggunakan perangkat peripherial. Unit ini merupakan perlengkapan - perlengkapan pendukung yang dapat dihubungkan dengan PLC guna membantu dalam pengoperasiannya. Peralatan peripherial meliputi peralatan pemrograman, printer, media luar penyimpanan data, ladder support softwer (LSS), Syswin dan *interface adapter*.

2.3 Instruksi Dasar

Instruksi dasar merupakan instruksi yang ada dan dipergunakan pada setiap pembuatan program dengan menggunakan PLC. Peralatan pemrograman (Programming Device) dapat berupa: [3] dan [4].

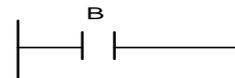
1. Programming Console
2. LSS : Ladder Support Software
3. CX-Programmer
4. Syswin3.4

Bahasa program disajikan dalam dua bentuk yaitu diagram tangga (*ladder diagram*) dan tabel mnemonic. Tabel mnemonic adalah tabel yang memuat keterangan mengenai alamat-alamat, kode instruksi dan data operand.

Deskripsi suatu proses kerja dari sebuah sistem yang dikontrol dapat dituangkan ke dalam sebuah diagram tangga yang memuat keterangan-keterangan mengenai alamat dan comment dari input-input, serta fungsi-fungsi program pengontrol.

2.3.1 LD (Load)

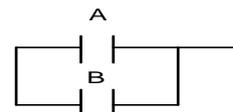
Load digunakan sebagai awal dari tangga dari *ladder diagram*



Gambar 2 Ladder Simbol LD

2.3.2 OR

Perintah *OR* mempunyai fungsi untuk memasukkan input yang diparalel dengan input sebelumnya.



Gambar 3 Ladder Simbol OR

2.3.3 AND

Perintah *AND* mempunyai fungsi untuk memasukkan input yang diseri dengan input sebelumnya.



Gambar 4 Ladder Simbol AND

2.3.4 LD NOT

Sebagai ladder simbol yang akan bekerja on/terhubung ketika tidak ada tegangan dan akan mematikan hubungan ketika mendapat tegangan

(hampir sama dengan kerja sebuah kontak (*normally close*)).



Gambar 5 Ladder Simbol LD NOT

2.3.5 OUT

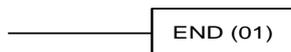
Instruksi *OUT* digunakan untuk memasukkan program koil *output*. Kontak-kontak dari masing-masing koil *output* dapat digunakan beberapa kali sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 6 Ladder Simbol OUT

2.3.6 END

Instruksi *END* untuk menyatakan rangkaian kontrol yang dibuat telah berakhir. Instruksi ini harus selalu dimasukkan dalam memasukkan program karena apabila akhir rangkaian kontrol tidak dilengkapi dengan instruksi *END*, maka program tersebut tidak akan dieksekusi di CPU. Pesan kesalahan yang berupa “NO END INST” akan muncul pada layar monitor. Instruksi *END* ini dibentuk dengan cara menekan tombol FUN, yang diikuti dengan menekan tombol 0 dan 1 atau FUN (01).



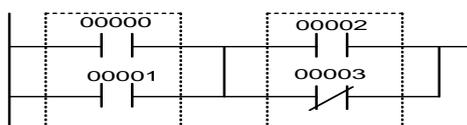
Gambar 7 Ladder Simbol END

2.4 Instruksi Gabungan

Instruksi gabungan merupakan suatu instruksi yang menggunakan dua buah instruksi dasar yang menggabungkan dua blok rangkaian dalam program dengan menggunakan *AND LD* atau *OR LD*. [4].

a. AND LD

Pada dasarnya perintah *AND LD* akan melogika kondisi eksekusi dua blok dengan *AND*. Dibawah ini adalah contoh sederhana instruksi *AND LD*.



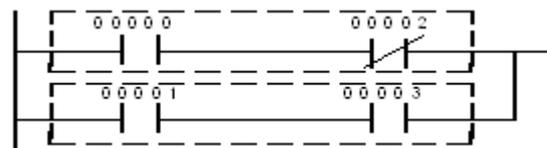
Gambar 8 Ladder Simbol AND LD

TABEL 1
KODE MNEMONIC INSTRUKSI AND LD

Address	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	LD	00002
00003	OR NOT	00003
00004	AND LD	--

b. OR LD

Perintah *OR LD* mempunyai keadaan yang hampir mirip dengan *AND LD*. Berikut ini adalah *ladder diagram* instruksi *OR LD* antara blok kiri atas dengan bawah. Kondisi eksekusi *On* akan menghasilkan perintah dikanan ketika *IR 00000* dan *IR 00001 Off* atau jika *IR 00002* dan *IR 00003* keduanya *On*. Pengoperasian perintah *OR LD* dan kode mnemoniknya hampir sama dengan *AND LD*. Dibawah ini contoh instruksi *OR LD*.



Gambar 9 Ladder Simbol OR LD

TABEL 2
KODE MNEMONIC INSTRUKSI OR LD

Address	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001
00002	LD	00002
00003	AND	00003
00004	OR LD	--

Selain instruksi diatas, dipergunakan pula beberapa instruksi lain berdasarkan kebutuhan dalam pembuatan suatu program. Instruksi yang sering dipergunakan adalah sebagai berikut ini:

1. TIM

Instruksi *TIM* dapat dipergunakan sebagai penunda operasi (*ON Delay Operation*). Instruksi *TIM* akan aktif selama *terenergize*. Sistem kerjanya adalah perhitungan mundur atau *count down*, yaitu hitungan mundur dari harga *setting* sampai dengan nol, begitu instruksi dijalankan. Setelah harga *setting* mencapai nol, ia akan mengoperasikan rele kontakannya serta mempertahankan kondisinya selama masih *terenergize*.

2. Instruksi dengan FUN (*function keys instruction*).

Merupakan suatu cara yang dipergunakan untuk menampilkan instruksi yang tidak dapat dioperasikan langsung melalui kunci yang terdapat dalam papan *console* maupun program LSS. Untuk menampilkan instruksi dengan cara menekan tombol “FUN” dan diikuti dengan kode fungsi dari instruksi yang diinginkan. Misalnya instruksi END, merupakan instruksi menggunakan perintah FUN dengan kode 01.

III. PEMBAHASAN

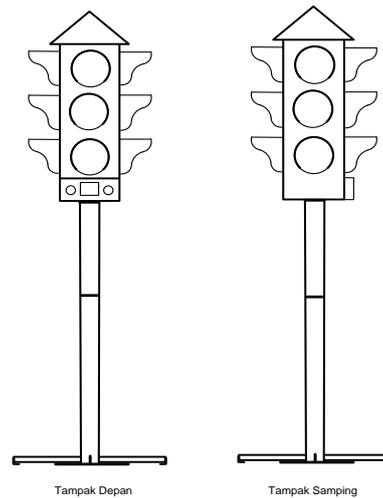
3.1 Deskripsi kerja

Sistem ini bekerja berdasarkan pengaturan cara manual dengan bantuan operator

1. Pertama-tama benda kerja, dirakit kemudian ditempatkan ditengah perempatan jalan.
2. Untuk menghidupkan sistem, posisikan selector switch pada posisi 1, maka lampu indicator *Stand By* akan meyal.
3. Untuk memulai program tekan tombol ON maka lampu rambu lalu lintas akan meyal dan saat itu juga lampu idikator RUN akan menyala.
4. Untuk mengakhiri program tekan tombol OFF.
5. Untuk proses pengisian aki posisikan selector switch pada posisi 2, maka lampu indicator *Charge* akan meyal.
6. Bila dirasa aki sudah penuh, maka untuk menghentikan proses pengisian aki posisikan selector switch pada posisi 0 dan lampu indicator *Charge* akan mati.

3.2 Perancangan

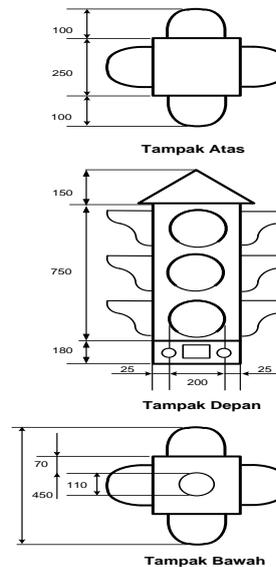
Perancangan *portable traffic light* ini dibuat dengan bentuk yang disesuaikan dengan fungsi dan kegunaannya yang mudah untuk dipindah-pindahkan sesuai kebutuhan.



Gambar 10 Rancangan *Portable Traffic Light*

3.2.1 Perancangan Casing Lampu Traffic Light

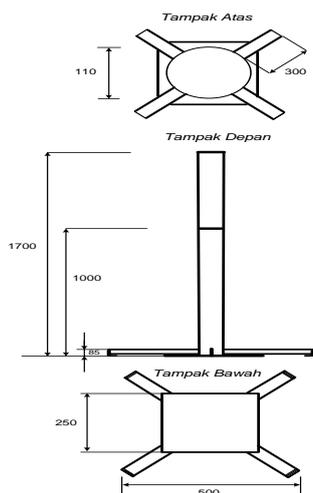
Perancangan *casing* lampu *traffic light* dibuat dengan mempertimbangkan konsep awal yaitu sesuai dengan kondisi dan kegunaannya untuk mengatur lalu lintas yang mana *traffic light* tersebut akan diletakkan di tengah perempatan jalan, dengan tetap mempertimbangkan segi estetika.



Gambar 11 Rancangan Casing Lampu *Traffic Light*

3.2.2 Perancangan Tiang Traffic Light

Perancangan tiang *traffic light* menggunakan *aluminium* yang mempunyai sifat lebih ringan dan lebih kuat dalam menopang *casing* lampu *traffic light*, hal ini penting karena bahan yang ringan akan berpengaruh terhadap keseluruhan berat total dari *traffic light*.



Gambar 12 Rancangan Tiang Traffic Light

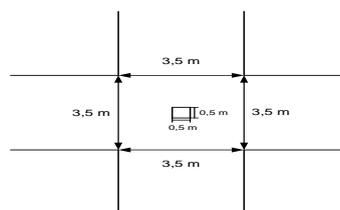
3.2.3 Perancangan Panel Kontrol

Panel kontrol merupakan salah satu perlengkapan penting dalam suatu sistem kontrol. Pada panel kontrol inilah, seluruh pengendalian dan pengoperasian suatu sistem dilakukan dan dipantau. Sistem pengaman seperti pengaman lebur juga ditempatkan pada panel kontrol. Perangkat PLC untuk sistem pengaturan lampu lalu lintas ini juga ditempatkan di dalam panel kontrol.

Perangkat panel kontrol ini ditempatkan pada tempat tertutup, yaitu menyatu didalam *box casing* lampu *traffic light*. Melihat kondisi dan lokasi pemasangan panel kontrol, maka panel kontrol harus dirancang mampu mengatasi kendala cuaca yang dihadapi seperti debu, panas dan juga air hujan. Panel juga harus kokoh dan mampu menahan guncangan atau getaran yang timbul sebagai akibat pergerakan kendaraan disekitarnya.

Penempatan panel ditengah perempatan jalan mengharuskan panel dirancang untuk dapat mencegah terjadinya gangguan terhadap kotak panel maupun komponen yang ada di dalamnya dari kemungkinan negatif yang dilakukan pihak-pihak tertentu. Untuk itu, panel dirancang selalu dalam keadaan menyatu, tertutup dan terkunci dengan sekrup. Kotak panel yang menyatu dengan *casing* lampu *traffic light* ini juga perlu diamankan dari kemungkinan yang membahayakan lingkungan disekitar panel, seperti bahaya hubung singkat.

3.3 Penempatan Traffic Light



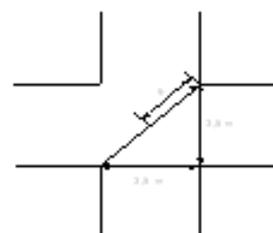
Gambar 13 Perempatan Jalan dan Letak Posisi Traffic Light

- Perhitungan titik tengah perempatan dengan sudut tikungan

$$a = \frac{\sqrt{3,5^2 + 3,5^2}}{2}$$

$$a = \frac{\sqrt{12,25 + 12,25}}{2}$$

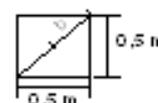
$$a = \frac{\sqrt{24,5}}{2} \quad a = \frac{4,94}{2} = 2,47 \text{ m}$$



Gambar 14 Persimpangan Jalan

Keterangan :

a : jarak antara titik tengah persimpangan dengan sudut tikungan

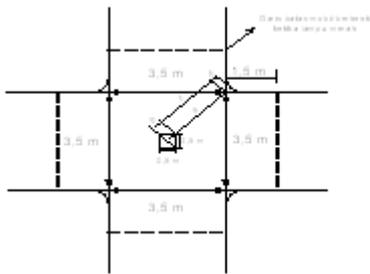


Gambar 15 Ukuran Box Traffic Light Tampak Atas

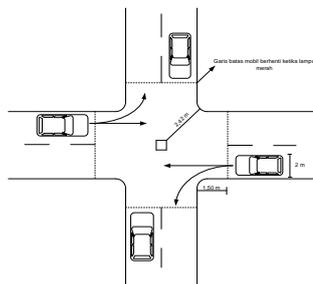
$$b = \frac{\sqrt{0,5^2 + 0,5^2}}{2} \quad b = \frac{\sqrt{0,25 + 0,25}}{2}$$

$$b = \frac{\sqrt{0,5}}{2} \quad b = \frac{0,707}{2} \quad b = 0,35 \text{ m}$$

- Perhitungan jarak antara *traffic light* dengan sudut tikungan



Gambar 16 Persimpangan Jalan dengan Garis Pembatas Mobil Berhenti



Gambar 17 Persimpangan c Jalan dengan Arah Mobil Berjalan

$$c = a - b$$

$$c = 2,47 - 0,35$$

$$c = 2,12 \text{ m}$$

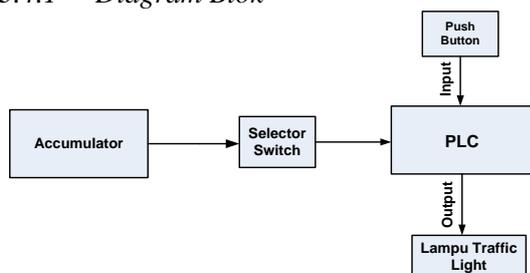
$$d = 0,3 \text{ m}$$

Diasumsikan lebar mobil 1,7 m – 2 m, dengan jarak garis batas mobil berhenti sepanjang 1,5 m, maka mobil dapat memperkirakan untuk berbelok ke arah kiri ataupun lurus tanpa khawatir body mobil membentur *box traffic light*.

3.4 Pemrograman

Pemrograman untuk pengaturan nyala lampu *portable traffic light* dengan menggunakan pengendali PLC dengan cara pengaturan *timer* diatur oleh *internal relay* di dalam PLC, dengan cara memberikan *input* masukan terhadap PLC

3.4.1 Diagram Blok



Gambar 18 Diagram Blok

Diagram blok memperlihatkan operasi suatu sistem dalam garis besar, *remote* atau lokal memberikan masukan *power supply* dari accumulator sebesar 24 VDC ke PLC. Berdasarkan *setting timer* yang telah diberikan pada program, PLC akan memberikan *output*. Jenis *output* tergantung pada *input* yang diberikan kepada PLC, untuk *input* (00) maka PLC akan menjalankan *normal traffic light*.

3.4.2 Pemrograman dengan Komputer

Pemrograman dilakukan dengan mempergunakan komputer, karena akan lebih mempermudah dalam melakukan editing program serta memantau kerja program dan memperbaikinya jika ada kesalahan serta melakukan pengembangan atau modifikasi sistem untuk disesuaikan dengan perkembangan di lapangan.

3.4.3 Ladder Diagram dan Kode Mnemonik

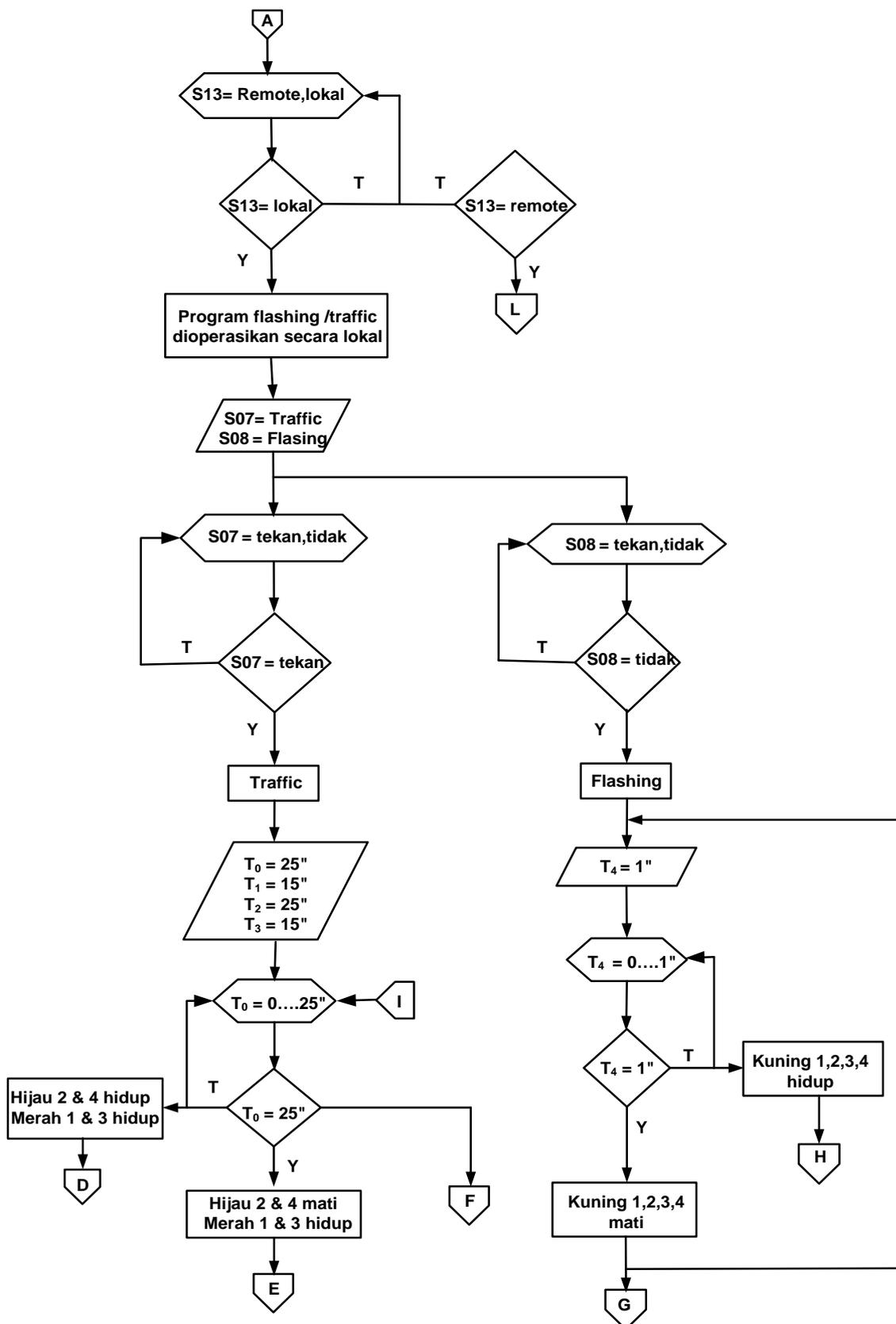
Pada *ladder* diagram diperlihatkan program yang dipergunakan pada sistem pengaturan lalu lintas. Operator sangat berperan sebagai *detector* kepadatan arus, sehingga dengan ini operator yang akan memberikan input kepada PLC yaitu input 00000 untuk mengoperasikan *normal traffic light*. Sedang *output* yang berhubungan dengan lampu lalu lintas adalah *output* (1000, 1005, dan 1003) untuk lampu merah, lampu kuning, dan lampu hijau pada jalur 1 dan jalur 3. Output (1004, 1002, dan 1001) untuk lampu merah, lampu kuning, dan lampu hijau pada jalur 2 dan 4 (ditunjukkan pada Tabel 3).

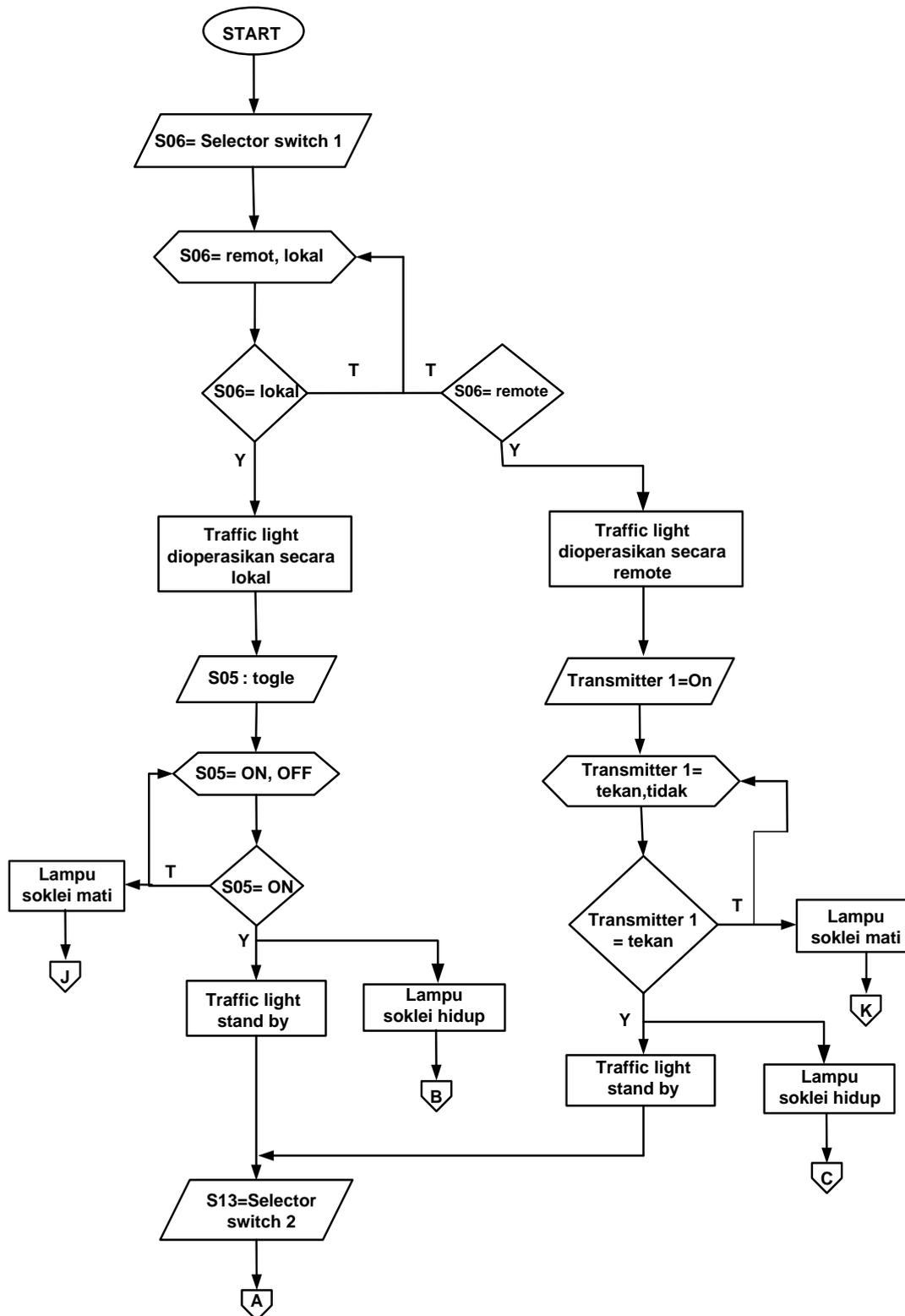
Program yang dibuat juga dilengkapi dengan kode *mnemonic*, hal ini untuk memudahkan dalam melakukan perubahan *setting* nilai *timer* untuk program yang telah dibuat sebelumnya untuk disesuaikan dengan kondisi di lapangan dengan mempergunakan *programming console*, hal ini karena setelah PLC dipasang dalam suatu panel kontrol di lapangan, akan lebih efektif dan efisien memakai *console* dibandingkan dengan mempergunakan personal komputer.

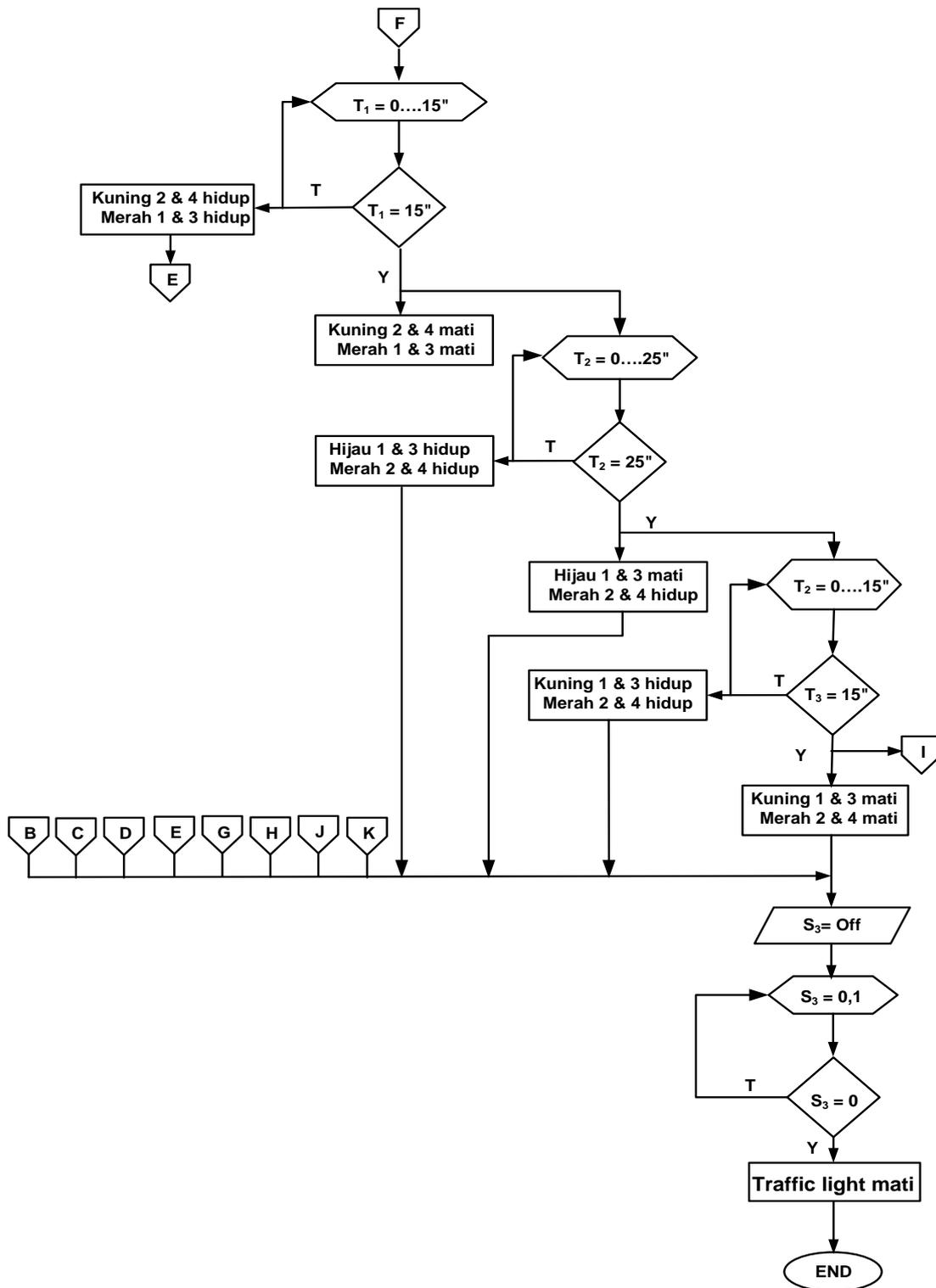
TABEL 3
INPUT DAN OUTPUT YANG DIGUNAKAN PADA PLC

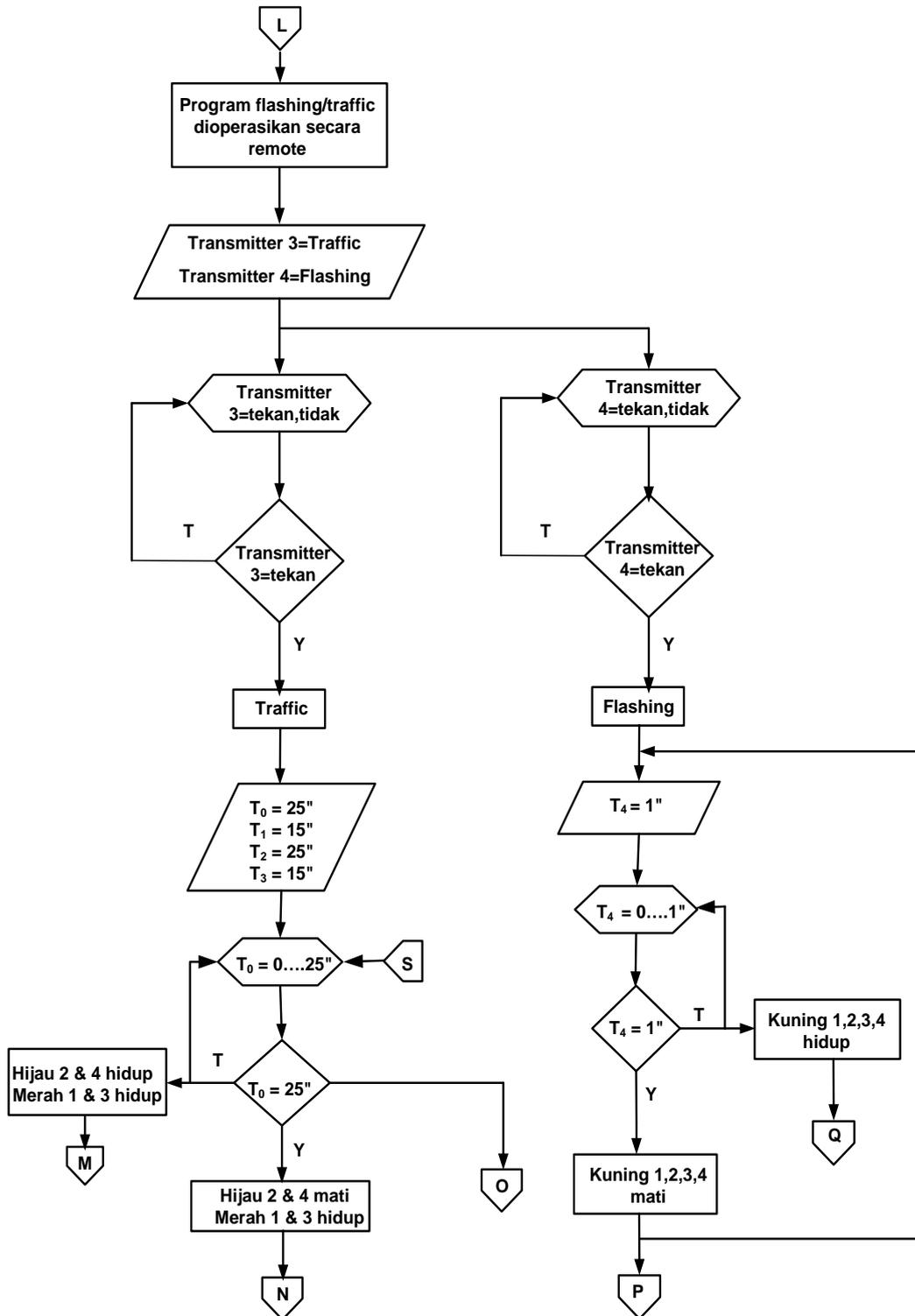
INPUT	COMMENT	OUTPUT	COMMENT
00001	TOMBOL OFF	1000	LAMPU 1 HIJAU
00002	TOMBOL ON	1001	LAMPU 1 KUNING
		1002	LAMPU 1 MERAH
		1003	LAMPU 2 HIJAU
		1004	LAMPU 2 KUNING
		1005	LAMPU 2 MERAH
		1006	LAMPU 3 HIJAU
		1007	LAMPU 3 KUNING
		1100	LAMPU 3 MERAH
		1101	LAMPU 4 HIJAU
		1102	LAMPU 4 KUNING
		1103	LAMPU 4 MERAH

3.4 Diagram Flowchart









3.5 *Persiapan Pemrograman*

Sebelum memulai pemrograman sistem, maka ada hal yang harus diperhatikan dan dilakukan terlebih dahulu. Hal-hal yang harus diperhatikan tersebut adalah secara perangkat lunak (*software*) dan perangkat kerasnya (*hardware*). Karena kita harus membuat program yang akan digunakan untuk mengoperasikan sistem.

3.5.1 *Cara Kerja Sistem*

Cara kerja sistem ini merupakan penjabaran dari diagram aliran, dengan tujuan untuk lebih memberikan kejelasan mengenai kerja sistem yang dirancang.

Sistem pengaturan lampu lalu lintas ini bekerja dengan kondisi atau syarat-syarat teknis tertentu agar dapat mencapai hasil yang optimal dan ideal. Syarat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Adanya *suplay* dari *accumulator* tersalur kontiyu.
2. Semua peralatan bekerja dengan normal.
3. Tidak terdapat hal-hal yang mengganggu kerja dari peralatan.

Sistem ini bekerja berdasarkan pengaturan cara manual dengan bantuan operator

Seperti yang dijelaskan pada sub bab 3.1. Berdasarkan diskripsi sub bab 3.1, selanjutnya dapat dibuat suatu rancangan program dengan menggunakan *ladder* diagram. Program untuk proyek ini didesain untuk mendapatkan sistem pengaturan lalu lintas yang memiliki kerja yang sesuai harapan dengan instruksi pemrograman yang relatif sederhana, sehingga memudahkan dalam mengatur setting yang diperlukan dan pemodifikasian.

Persiapan pertama yang diperlukan dalam membuat program adalah pemahaman terhadap proses kerja sistem secara umum. Melalui proses kerja yang ada dapat diketahui komponen-komponen yang diperlukan dalam pemrograman. Berdasarkan diskripsi umum kerja sistem dan diagram blok yang ada, program yang akan dibuat memerlukan *setting* nilai untuk *timer*. Nilai timer ditentukan melalui *survey* lapangan untuk mengetahui jeda antara nyala lampu merah, hijau dan kuning.

3.6 *Perencanaan dan Pembuatan Rangkaian Kontrol*

Perencanaan rangkaian dimaksudkan untuk membuat rangkaian kontrol dan rangkaian daya yang nantinya akan digunakan dalam sistem keseluruhan, agar sistem bekerja sesuai keinginan pembuat.

Sedangkan untuk pembuatan rangkaian daya dan kontrol setelah proses perencanaan yang dilakukan dalam pembuatan rangkaian kontrol ini adalah :

- a. Membuat diskripsi kerja
- b. Membuat table I/O dari peralatan
- c. Membuat cara kerja dari alat
- d. Merakit komponen sesuai dengan kebutuhan rangkaian kontrol
- e. Mengecek rangkaian kontrol
- f. Melakukan percobaan pada rangkaian control

3.7 *Proses Perakitan*

Dalam proses perakitan pada bagian kelistrikan pertama-tama kita harus membuat daftar inventaris peralatan-peralatan kontrol yang diperlukan sekaligus peralatan-peralatan indikator. Daftar peralatan yang diperlukan ini dapat kita ketahui melalui gambar rencana kontrol yang telah dibuat sebelumnya. Setelah semua peralatan terkumpul kita dapat memulai proses perakitan.

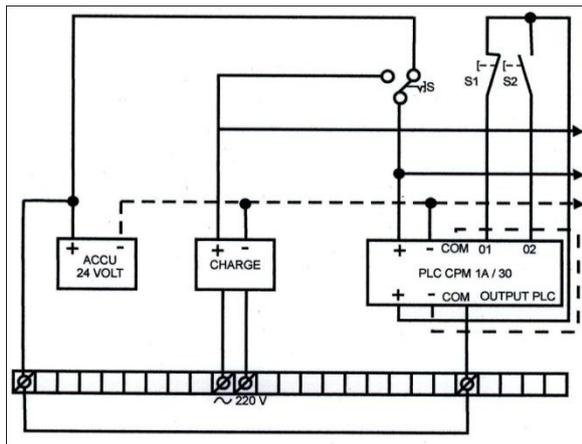
3.8 *Perakitan Rangkaian Kontrol dan Catu Daya DC*

Langkah-langkah yang digunakan dalam proses perakitan adalah :

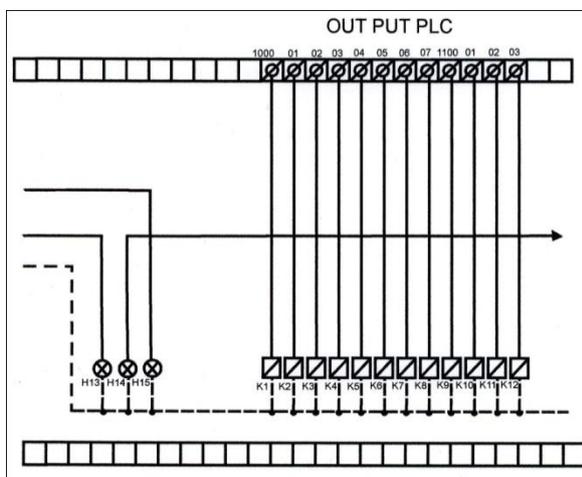
- a. Komponen – komponen untuk rangkaian kontrol yang ada antara lain terdiri dari PLC, fuse, sakelar dan lampu indikator dipasang dengan tata letaknya, demikian pula dengan komponen catu daya yang terdiri dari accu dan recharge accu.
- b. Menghubungkan masing-masing rangkaian yang sudah dibuat.
- c. Melakukan pengujian terhadap rangkaian yang sudah dibuat. Apakah rangkaian yang sudah dibuat dapat bekerja dengan yang diharapkan atau tidak
- d. Melakukan penyempurnaan dari hasil kerja yang telah dilakukan.

3.9 *Gambar Rangkaian Listrik*

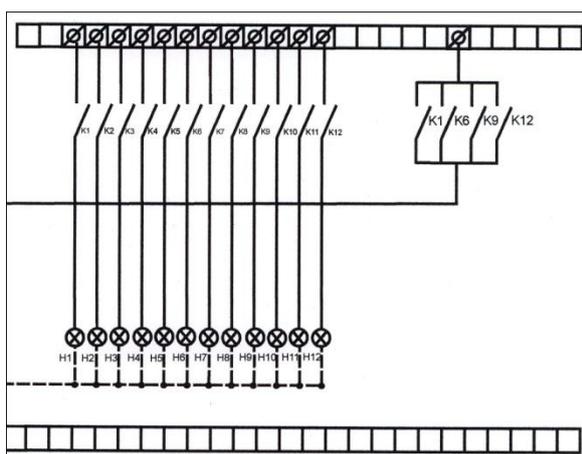
Untuk merangkaikan peralatan-peralatan listrik lampu pengatur rambu lalu lintas *portable* secara kelistrikan dapat dilakukan seperti pada Gambar 20, 21, 22.



Gambar 20 Pengawatan Supply daya dan PLC



Gambar 21 Pengawatan Output PLC



Gambar 22 Pengawatan Lampu

3.10 Pengujian Alat

Hasil pengujian program terhadap output memberikan konfigurasi seperti terdapat dalam

Tabel 4 yaitu konfigurasi output untuk pengoperasian start menyala normal traffic light sampai dengan stop atau dihentikan. Apabila konfigurasi output untuk jalur lalu lintas sepi dioperasikan dengan lampu kuning pada semua jalur akan menyala secara berkedip-kedip dan seluruh lampu merah hijau pada setiap jalur akan padam.

TABEL 4
KONFIGURASI OUTPUT

Kondisi pengaturan	Konfigurasi			
	Jalur 1	Jalur 2	Jalur 3	Jalur 4
Normal 1	Hijau	Merah	Merah	Merah
Normal 2	Kuning	Merah	Merah	Merah
Normal 3	Merah	Hijau	Merah	Merah
Normal 4	Merah	Kuning	Merah	Merah
Normal 5	Merah	Merah	Hijau	Merah
Normal 6	Merah	Merah	Kuning	Merah
Normal 7	Merah	Merah	Merah	Hijau
Normal 8	Merah	Merah	Merah	Kuning

IV. KESIMPULAN

1. Untuk mengatasi antrian pada perempatan jalan kecil yang tidak mempunyai *traffic light* yang mengatur, diperlukan alat *portable traffic light* untuk membantu memecahkan masalah dalam mengurangi tingkat antrian kendaraan pada perempatan jalan.
2. Pengoperasian sistem ini sangat praktis, karena sistem bekerja secara otomatis sehingga hanya diperlukan pengoperasian pada tahap awal saja dan selanjutnya sistem akan bekerja secara terus-menerus selama satu daya dan peralatan masih aktif.
3. Gangguan terhadap sistem mudah ditangani oleh pihak yang mengerti pemrograman PLC tanpa memerlukan tenaga ahli khusus.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Budiyanto, M. dan A. Wijaya, *Pengenalan Dasar-Dasar PLC Disertai Contoh Aplikasinya*, Yogyakarta : Gava Media, 2006.
 [2] Hustanto dan Thomas, *PLC (Programmable Logic Control) FD Sigma*, Yogyakarta : Penerbit Andi, 2007.
 [3] Setiawan, Iwan, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, Yogyakarta : Penerbit Andi, 2006.
 [4] ____, *Operation Manual PLC CPM1A*, Omron, Japan, 2001.