

PERANCANGAN SISTEM PERSINYALAN ELEKTRIK DI STASIUN BERBASIS PLC OMRON CP1E-E30SDR-A

Oleh : Eliyus Sayuri¹ (1210622001)

M. Aan Auliq, ST. MT.², Aji Brahma Nugroho, S.Si, MT.³

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

ABSTRAK

Persinyalan kereta api adalah seperangkat fasilitas yang berfungsi untuk memberikan isyarat berupa bentuk, warna atau cahaya yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu dan memberikan isyarat dengan arti tertentu untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian kereta api. Perancangan alat ini digunakan untuk persinyalan elektrik yang ada di dua stasiun, lampu sinyal menggunakan pilot lamp yang didalamnya menggunakan LED. Proses pengontrolan lampu sinyal digunakan PLC Omron sebagai pusat kendali sistem, lampu sinyal dalam penelitian ini yaitu lampu sinyal keluar stasiun, sinyal muka dan sinyal masuk stasiun serta dengan tambahan lampu indikator pelanggaran. Operasional sistem sinyal elektrik ini menggunakan tombol push button sebagai pengaktif dari lampu, sedangkan untuk mengembalikan kondisi lampu digunakan sensor Photodiode yang diletakkan pada jalur rel kereta lebih tepatnya setelah lokasi tiang lampu sinyal. Sistem sinyal elektrik ini setelah melalui beberapa kali pengujian mendapat hasil yang baik yaitu semua pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat berfungsi dengan baik.

Kata Kunci : PLC Omron, LED, Photodiode, Sinyal Elektrik.

BAB I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki moda berbagai macam transportasi darat, diantaranya adalah kereta api, terhitung sudah mengalami kemajuan yang sangat pesat dari tahun ke tahun. Kereta api merupakan angkutan massal yang diminati masyarakat. Kereta api adalah sarana kereta api dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana kereta api lainnya, yang akan atau

sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api (PD 8A Bab 1 Ps 1 butir ke 5).

Dalam setiap perjalanannya kereta api diatur oleh yang PPKA (Pengatur Perjalanan Kereta Api) yang bertugas distasiun yang tak lepas dari koordinasi dengan Pusat Kendali Operasional Kereta Api (PUSDALOPKA). Ketika kereta api akan masuk ke sebuah stasiun PPKA menerima informasi dari stasiun sebelumnya jika ada kereta api yang akan berangkat. Kemudian

PPKA memberikan izin masuk stasiun dengan menggunakan Sinyal yang terletak dalam jarak 500m dan 350 sebelum stasiun. Persinyalan kereta api adalah seperangkat fasilitas yang berfungsi untuk memberikan isyarat berupa bentuk, warna atau cahaya yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu dan memberikan isyarat dengan arti tertentu untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian kereta api. Jenis sinyal pada perkeretaapian digolongkan dalam:

1.1.1. Sinyal mekanik

Sinyal mekanik adalah perangkat sinyal yang digerakkan secara mekanik, disini ada papan/lengan instruksi yang dinaikkan dan diturunkan untuk memberi perintah kepada masinis kereta api. Sistem ini masih digunakan di Indonesia pada lintasan dengan frekuensi yang rendah namun mulai ditinggalkan dan digantikan dengan sistem yang lebih modern.

1.1.2. Sinyal Elektrik

Sinyal elektrik adalah isyarat lampu seperti halnya lampu lalu lintas untuk mengatur jalan tidak jalannya kereta api.

Sistem persinyalan elektrik berdasarkan indikator warna lampu:

- Warna Merah menunjukkan indikasi tidak aman, sehingga kereta api harus berhenti.
- Warna Kuning menunjukkan indikasi hati-hati, sehingga harus mengurangi kecepatan (maksimal 40 km/jam) dan siap untuk berhenti.
- Warna Hijau menunjukkan indikasi aman, artinya aman dan bisa melanjutkan perjalanan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dikemukakan permasalahan yaitu bagaimana mengatur lampu sinyal supaya berfungsi sesuai dengan peraturan Operasional Kereta api.

1.3 Tujuan

Tujuan pembuatan tugas akhir adalah merancang sistem persinyalan berbasis PLC Omron CP1E-E30SDR-A.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Sinyal Lampu

Sebuah alat komunikasi yang digunakan untuk memberikan isyarat atau sejumlah kode-kode tertentu menggunakan cahaya. Pada umumnya penggunaan sinyal lampu untuk menyampaikan kode morse.

Penggunaan sinyal lampu pada kehidupan sehari-hari ada beberapa terutama digunakan dalam bidang transportasi, yaitu Sinyal lampu lalu lintas udara, sinyal lampu lalu lintas darat, sinyal lampu kereta api, serta sinyal lampu pada produk-produk iPhone.

Kali ini kami menitik beratkan pada penggunaan lampu sinyal pada kereta api. Persinyalan kereta api adalah seperangkat fasilitas yang berfungsi untuk memberikan isyarat berupa bentuk, warna atau cahaya yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu dan memberikan isyarat dengan arti tertentu untuk mengatur dan mengontrol pengoperasian kereta api. Lampu-lampu ini juga menggunakan warna-warna yang sama seperti lampu lalu lintas pada umumnya. Untuk menghindari bola lampu putus, biasanya digunakan dua pasang lampu atau setiap aspek dipasang 2 lampu sedangkan perkembangan terakhir yang sudah mulai digunakan di Indonesia adalah penggunaan lampu LED.

1.2 PLC Omron

Programmable Logic Controller (PLC) adalah suatu peralatan elektronika yang bekerja secara digital dan memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus seperti *logic, sequencing, timing, counting* dan *arithmetic* untuk mengontrol berbagai jenis motor atau proses melalui modul *input output* analog atau digital (Crispin, 1997). Didalam PLC berisi rangkaian elektronika yang dapat difungsikan seperti *contact relay* (baik NO maupun NC) pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua intruksi dasar selain intruksi *output*. Jadi bisa dikatakan bahwa dalam suatu program PLC tidak diijinkan menggunakan *output* dengan nomor kontak yang sama.

2.1 Prinsip Kerja PLC

Data berupa sinyal dari peralatan *input* luar diterima oleh sebuah PLC dari sistem yang dikontrol. Peralatan *input* luar misalnya: saklar, sensor, tombol dan lain-lain. Data sinyal masukan yang masih berupa sinyal analog akan diubah oleh modul *input A/D (analog to digital input module)* menjadi sinyal digital. Selanjutnya oleh unit proses orsentral atau CPU yang ada didalam PLC sinyal digital dan disimpan di dalam *memory*. Keputusan diambil CPU dan perintah yang diperoleh diberikan melalui modul *output D/A (digital to analog output module)* sinyal digital itu bila perlu diubah kembali menjadi menggerakkan peralatan *output* luar (*external output device*) dari sistem yang dikontrol seperti antara lain berupa kontaktor, *relay, solenoid, valve, heater*, alarm dimana

nantinya dapat untuk mengoperasikan secara otomatis sistem proses kerja yang dikontrol tersebut.

Programmable Logic Controller memiliki karakteristik :

1. Kokoh dan dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembaban, dan kebisingan.
2. Antar muka untuk *input* dan *output* telah tersedia secara *built-in* di dalamnya.
3. Mudah diprogram dan menggunakan bahasa pemrograman yang mudah dipahami, yang sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan.

PLC yang diproduksi oleh berbagai industri sistem kendali terkemuka saat ini biasanya mempunyai ciri-ciri sendiri yang menawarkan keunggulan sistemnya, baik dari segi aplikasi (perangkat tambahan) maupun modul utama sistemnya. Meskipun demikian, pada umumnya setiap PLC mengandung empat bagian, yaitu:

1. Modul Catu Daya.
2. Modul *Central Processing Unit* (CPU).
3. Modul Program Perangkat Lunak.
4. Modul I/O.

2.2 Ladder Diagram

Salah satu metode pemrograman PLC yang sangat umum digunakan adalah yang didasarkan pada penggunaan diagram tangga (*Ladder Diagram*). Menuliskan sebuah program, dengan demikian, menjadi sama halnya dengan menggambarkan sebuah rangkaian pensaklaran. Diagram-diagram tangga terdiri dari dua garis vertical yang merepresentasikan rel-rel daya. Komponen-komponen rangkaian

disambungkan sebagai garis-garis horizontal, yaitu anak-anak tangga, diantara kedua garis vertikal ini.

Dalam menggambarkan sebuah diagram tangga, diterapkan konvensi-konvensi tertentu:

1. Garis-garis vertical diagram merepresentasikan rel-rel daya, dimana diantara keduanya komponen-komponen rangkaian tersambung.

2. Tiap-tiap anak tangga mendefinisikan sebuah operasi dalam proses kendali.

2. Sebuah diagram tangga dibaca dari kiri kekanan. Anak tangga teratas dibaca dari kirike kanan dan demikian seterusnya. Prosedur membaca semua anak tangga program ini disebut sebagai sebuah siklus.

3. Tiap-tiap anak tangga harus dimulai dengan sebuah *input* atau sejumlah *input* dan harus berakhir dengan setidaknya sebuah *output*.

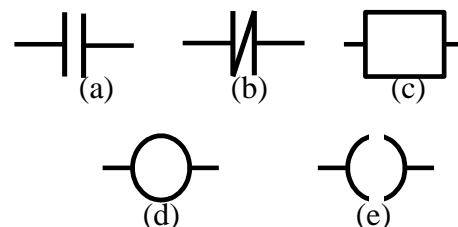
4. Perangkat-perangkat listrik ditampilkan dalam kondisi normalnya. Dengan demikian, sebuah sakelar yang dalam keadaan normalnya terbuka hingga suatu objek menutupnya, diperlihatkan sebagai terbuka pada diagram tangga, demikian pula sebaliknya.

5. Sebuah perangkat tertentu dapat digambarkan pada lebih dari satu anak tangga. Huruf-huruf atau nomor-nomor dipergunakan untuk memberi label bagi perangkat tersebut pada tiap-tiap situasi kendali yang dihadapinya.

6. *Input* dan *output* seluruhnya diidentifikasi melalui alamat-alamatnya, notasi yang dipergunakan

bergantung pada pabrikan PLC yang bersangkutan.

7. Pada Gambar 2.1 diperlihatkan simbol-simbol baku yang digunakan untuk perangkat *input* dan *output*. Perhatikan bahwa *input* direpresentasikan oleh hanya dua simbol, yaitu kotak yang secara normal terbuka dan kotak yang secara normal tertutup. Hal ini berlaku untuk perangkat apapun yang tersambung ke PLC. Proses yang dilaksanakan oleh perangkat *input* sama halnya dengan membuka atau menutup sebuah sakelar. *Output* direpresentasikan oleh hanya satu simbol, terlepas dari apapun perangkat *output* yang disambungkan ke PLC.



Keterangan Gambar :

- (a) kontak *input* normal-terbuka
- (b) kontak *input* normal-tertutup
- (c) sebuah instruksi khusus
- (d) dan (e) perangkat *output*

Gambar 2.1. Simbol *input* dan *output* Ladder Diagram.

2.3 PLC Omron CP1E-E30SDR-A

PLC Omron CP1E-E30SDR-A merupakan salah satu dari beberapa tipe PLC Omron CP1E yang memiliki 30 I/O yang dapat digunakan dalam proses sistem pngontrolan. Dari 30 I/O tersebut terbagi atas 18 input dan 12 output,

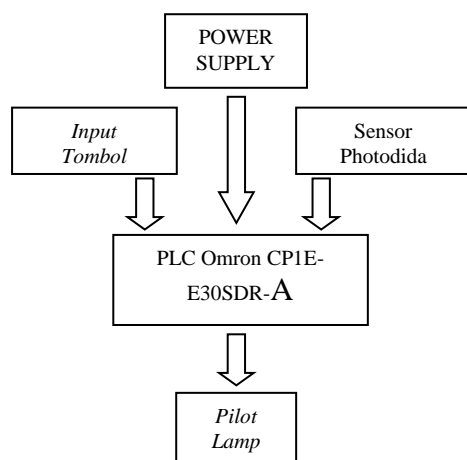
dengan I/O yang terbagi dari 2 tipe address dalam penulisan program pada ladder diagram yaitu menggunakan address input menggunakan 00.xx dan 10.xx sedangkan pada address output menggunakan 100.xx dan 101.xx. PLC Omron dengan tipe CP1E-E30SDR-A terdapat salah satu fitur yaitu mampu menghasilkan tegangan output sendiri yaitu tegangan 24 VDC yang dalam hal ini tegangan tersebut digunakan sebagai supply inputan sinyal pada PLC sendiri maupun digunakan sebagai catu daya regulator DC serta pada output PLC tipe ini menggunakan relay sebagai switching.

BAB III

PERANCANGAN ALAT

Proses Kerja Sistem

Diagram blok merupakan gambaran dasar dari rangkaian sistem yang akan dirancang. Setiap diagram blok mempunyai fungsi masing-masing. Adapun blok dari sistem yang dirancang adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram Blok Rangkaian

Berdasarkan Gambar 3.1 diagram blok rangkaian diatas, dapat dijelaskan masing-masing fungsi dari tiap bagian, yaitu sebagai berikut :

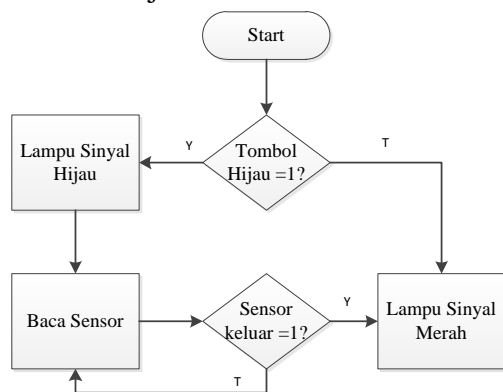
1. Tegangan 220 Volt AC yaitu sebagai sumber tegangan PLC Omron CP1E-E30SDR-A.
2. PLC Omron CP1E-E30SDR-A yaitu sebagai kontrol utama alat yang digunakan untuk menyimpan data pemrograman digunakan untuk mengontrol kerja perangkat lainnya sebagai pendukung serta sebagai penghasil dari power supply 24 VDC.
3. *Push Button* sebagai perangkat pendukung yang dalam hal ini digunakan sebagai pemberi *inputan* pada PLC yaitu 4 tombol sebagai input yang nantinya digunakan untuk menghidupkan *Pilot lamp* dan 1 tombol untuk *reset* yang berfungsi mengembalikan program ke awal apabila system mengalami kegagalan atau *hank*.
4. *Pilot lamp* adalah perangkat yang digunakan sebagai *output* dalam sistem tersebut serta digunakan dalam sinyal lampu dalam hal ini.
5. Regulator merupakan perangkat yang digunakan sebagai penurun tegangan DC yang *inputnya* berasal dari tegangan keluaran yang dihasilkan oleh PLC Omron CP1E-E30SDR-A yaitu 24 VDC menjadi *output* regulator dengan tegangan 5VDC. Dalam regulator tersebut untuk tegangan *output* dapat *disetting* menggunakan

variable resistor yang telah terpasang pada regulator.

6. Regulator DC 5V digunakan sebagai sumber tegangan rangkaian sensor led dan photodiode, rangkaian komparator, dan rangkaian modul relay.
7. Sensor Photodiode merupakan perangkat yang digunakan sebagai *inputan* pada PLC yaitu sebagai tanda bahwa kereta telah melewati sinyal lampu serta mengembalikan kondisi sinyal lampu yang berwarna hijau atau jalan menjadi sinyal lampu merah yang mengartikan berhenti atau menandakan adanya kereta pada jalur tersebut.

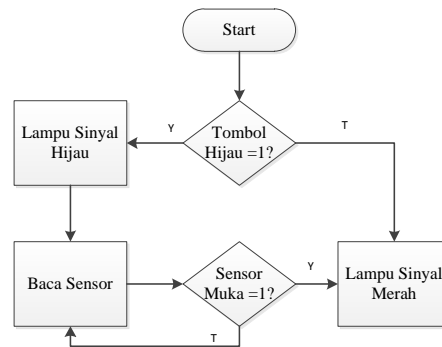
3.3.1 Flow Chart Sistem

- a. Flowchart Sinyal Keluar Stasiun Arjasa



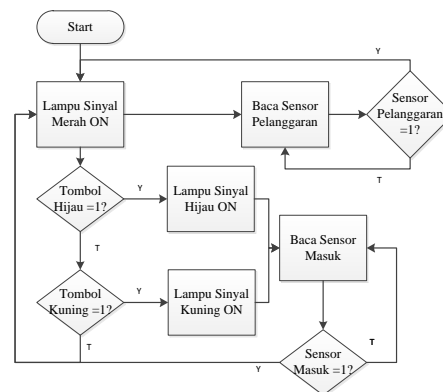
Gambar 3.9 Flow chart Sinyal Keluar Stasiun Arjasa.

- b. Flowchart Sinyal Muka Stasiun Jember.



Gambar 3.10 Flow chart Sinyal Muka Stasiun Jember.

- c. Flowchart Sinyal Masuk Stasiun Jember



Gambar 3.11 Flow chart Sinyal Masuk Stasiun Jember.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kerja dari sistem yang dibuat berdasarkan perubahan lampu sinyal.

Tabel 4.4 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Uji	Port		Stasiun		Pilot Lamp			Output Sensor	Posisi Kereta	Status Pelanggaran		Ket.
	Input	Output	Arjasa	Jember	Merah	Kuning	Hijau			Ya	Tidak	
1	0.01		OK	-	ON	OFF	OFF	Keluar	-	-	√	Berhasil
2	0.02		-	OK	ON	OFF	OFF	Muka	≤ 500 M	-	√	Berhasil
3	0.03		-	OK	ON	OFF	OFF	Masuk	≤ 250 M	-	√	Berhasil
4	0.04		OK	-	OFF	OFF	ON	-	-	-	√	Berhasil
5	0.05		-	OK	OFF	OFF	ON	-	≤ 500 M	-	√	Berhasil
6	0.06		-	OK	OFF	OFF	ON	-	≤ 250 M	-	√	Berhasil
7	0.07		-	OK	OFF	ON	OFF	-	≤ 250 M	-	√	Berhasil
8	0.08		-	OK	ON	OFF	OFF	Pelanggaran	≤ 250 M	√	-	Berhasil
9	0.09		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.10		OK	OK	ON	OFF	OFF	-	-	-	-	Berhasil
11		100.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12		100.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13		100.04	OK	-	OFF	OFF	ON	-	-	-	√	Berhasil
14		100.05	OK	-	ON	OFF	OFF	Keluar	-	-	√	Berhasil
15		100.06	-	OK	OFF	OFF	ON	-	-	-	√	Berhasil
16		100.07	-	OK	ON	OFF	OFF	Muka	≤ 500 M	-	√	Berhasil
17		101.00	-	OK	OFF	OFF	ON	-	≤ 250 M	-	√	Berhasil
18		101.01	-	OK	OFF	ON	OFF	-	≤ 250 M	-	√	Berhasil
19		101.02	-	OK	ON	OFF	OFF	Masuk	≤ 250 M	-	√	Berhasil
20		101.03	-	OK	ON	OFF	OFF	Pelanggaran	≤ 250 M	√	-	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kehandalan sistem dapat diukur nilai persentase kehandalan menggunakan perhitungan berikut :

$$\text{Kehandalan sistem} = \frac{N-X}{N} \times 100\%$$

Dimana: N = Jumlah Keberhasilan
X = Jumlah Kegagalan
Sehingga perhitungan keandalan sistemnya dapat digambarkan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kehandalan sistem} = \frac{20-0}{20} \times 100\%$$

=100 %

Pada Tabel 4.7 didapat data berupa hasil pengujian alat, yaitu saat kondisi *push button* diaktifkan maka sinyal lampu dan sinyal indikator akan berubah hijau menyala, dan khusus untuk sinyal masuk terdapat tambahan saat *push button* sinyal kuning aktif maka lampu sinyal dan lampu indikator menjadi kuning nyala. Dalam kondisi selanjutnya saat setelah kereta melewati sensor yang ada maka kondisi lampu sinyal dan lampu indikator kembali pada posisi awal yaitu merah nyala. Kondisi pelanggaran terjadi saat kondisi lampu sinyal merah namun kereta tetap melewati maka akan terbaca oleh sensor pelanggaran bahwa kereta tidak mentaati sinyal yang ada.

4.2 Analisa Hasil Pengujian

Hasil analisa dari pengujian alat ini, bahwa berdasarkan hasil pengujian alat yaitu saat kondisi sinyal keluar aktif berdasarkan *push button* 1 aktif maka lampu sinyal dan lampu indikator keluar hijau nyala, kemudian sensor keluar aktif berdasarkan kedatangan kereta maka lampu sinyal dan lampu indikator kembali pada kondisi awal yaitu merah nyala. Kondisi berikutnya sinyal muka aktif berdasarkan *push button* 2 aktif maka lampu sinyal dan lampu indikator muka hijau nyala, kemudian sensor muka aktif berdasarkan kedatangan kereta maka lampu sinyal dan lampu indikator kembali pada posisi awal yaitu merah menyala. Kondisi berikutnya saat sinyal masuk aktif berdasarkan *push button* 3 aktif maka lampu sinyal dan lampu indikator masuk hijau nyala, serta saat *push button*

4 aktif maka lampu sinyal dan lampu indikator berubah menjadi kuning menyala, saat sensor masuk aktif maka lampu sinyal dan lampu indikator kembali menjadi merah nyala. Kondisi terakhir yaitu saat lampu sinyal dan lampu indikator merah menyala tetapi kereta tetap melaju sehingga sensor pelanggaran aktif berdasarkan kereta yang lewat maka lampu indikator merah nyala. Sensor pelanggaran diletakkan pada ± 10 meter dari lampu sinyal masuk.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari data analisa dan pengujian alat ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem ini telah berhasil dibuat dengan menggunakan sensor photodiode sebagai indikator kondisi kereta telah melewati lampu sinyal sehingga membuat lampu sinyal kembali pada kondisi lampu merah menyala dan sistem ini menggunakan 2 lokasi untuk menampilkan kondisi lampu sinyal yaitu berada didekat jalur rel kereta dengan papan pengendali milik PPKA (Pengatur Perjalanan Kereta Api) stasiun terkait.
2. Sistem berhasil dibuat dengan mengacu pada kondisi sebenarnya yaitu pelanggaran yang terjadi oleh pengendali kereta (masinis) dilakukan saat kereta memaksa memasuki stasiun dalam kondisi lampu sinyal menyala merah dengan bantuan sensor pelanggaran yang berada di perlintasan kereta.

5.2 Saran

Pada penelitian ini *prototype* yang dirancang telah dapat bekerja dengan baik, namun masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu perlu adanya pengembangan yang lebih baik agar nantinya *prototype* lampu lalu lintas ini dapat berjalan lebih baik lagi dan dapat diwujudkan dan diterapkan di kehidupan masyarakat secara nyata. Perlunya penelitian menggunakan sensor yang berbeda juga sangat membantu agar sistem ini dapat bekerja lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Artanto, D. 2012. *60 Aplikasi PLC – Mikro*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Bolton, W. 2004. *Program Logic Control (PLC) Edisi 3*. Erlangga. Jakarta.
- Datasheet PLC Omron CP1E-E30SDR-A.
- Fahri, Hasan Afandi, 2011. Monitoring dan controlling PLC (*Progamable Logic Controller*) menggunakan PC (*Personal Computer*). Karya Tulis Ilmiah Teknik Elektro : UNS.
- Fauzi, A. 2004. Modul Praktikum Laboratorium PLC. Teknik Listrik, Politeknik Negeri. Jakarta.
- Frank D Petruzella. 2001. *Elektronik Industri*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- PT. KAI. 2010. Peraturan Dinas 3 Mengenai Semboyan. Kantor Pusat PT KAI. Bandung.
- Swamardika, A. 2005. *Simulasi Kontrol Lampu Lalu Lintas Sistem Detektor*, 21. Program Studi Teknik Elektro. Universitas Udayana.