

SIMULASI KONTROL LAMPU LALU LINTAS SISTEM DETEKTOR DENGAN MENGGUNAKAN PLC UNTUK PERSIMPANGAN JALAN WARIBANG-WR. SUPRATMAN DENPASAR

Oleh : Alit Swamardika, I.B.

Staff pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Udayana

ABSTRAK

Pengaturan lampu lalu lintas yang ada sekarang ini kebanyakan menggunakan sistem pengaturan waktu tetap dimana lampu diatur agar bekerja berdasarkan waktu tetap, tanpa memperhatikan naik turunnya arus lalu lintas. Untuk itu, ditawarkan suatu sistem detektor (*traffic actuated*), dengan memanfaatkan PLC (*programmable logic controller*) sebagai controller. Pada penelitian ini dibuat suatu alat simulasi dengan PLC tipe CPM1A merk Omron. Proses kerja alat ini berupa pengiriman input dari sensor yang dipasang pada badan jalan, yang mana sensor ini mendeteksi ada dan tidaknya kendaraan. Alat yang dirancang ini berjalan dengan baik, dimana ada alat bekerja pada enam keadaan yaitu: keadaan upacara, prioritas phase I, prioritas phase II, emergency phase I, emergency phase II dan keadaan normal.

Kata kunci : PLC, lampu lalu lintas, sistem detektor

1. PENDAHULUAN

Pengaturan lampu lalu lintas yang ada sekarang ini kebanyakan menggunakan sistem pengaturan waktu tetap dimana lampu diatur agar bekerja berdasarkan waktu tetap, tanpa memperhatikan naik turunnya arus lalu lintas. Kelemahan dari sistem ini adalah kaku menyebabkan hambatan atau penundaan yang tidak perlu. Untuk itu perlu dikembangkan suatu sistem kontrol yang dapat mengurangi penundaan yang tidak perlu dan dapat memberikan prioritas untuk iring-iringan mobil pejabat, pemadam kebakaran dan ambulans tanpa mengalami hambatan akibat dari pengaturan lampu lalu lintas.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dibuat kontrol lampu lalu lintas sistem detektor (*traffic actuated*).

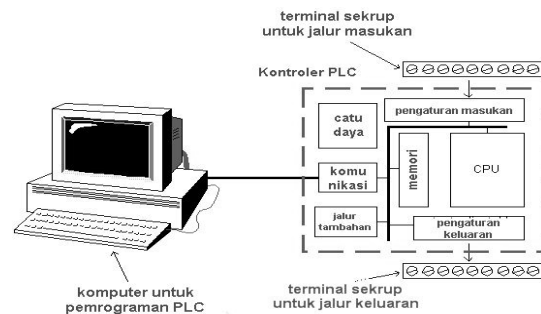
Untuk membuat kontrol lampu lalu lintas sistem detektor selain detektor itu sendiri juga diperlukan suatu perangkat lain yang bisa mengontrol kerja lampu lalu lintas. Sistem kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan PLC tipe CPM1A merk Omron. PLC akan bekerja sesuai dengan input yang diterimanya. Ada enam kondisi input yaitu input untuk kondisi upacara, prioritas phase I, prioritas phase II, emergency phase I, emergency phase II dan input untuk kondisi normal.

2. PLC (*programmable logic controller*).

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan suatu peralatan elektronik yang dioperasikan secara digital. Didalamnya terdapat memori (yang dapat diprogram) tempat menyimpan intruksi-intruksi yang penggunaannya yang berkaitan dengan fungsi pengendalian tertentu. Didalamnya terdapat juga rangkaian logika, urutan eksekusi, perhitungan, selang waktu, dan fungsi aritmatika.

PLC terdiri dari CPU (*central processing unit*), memori, pemrograman PLC, catu daya PLC, Masukan PLC, pengaturan atau antar muka masukan, keluaran

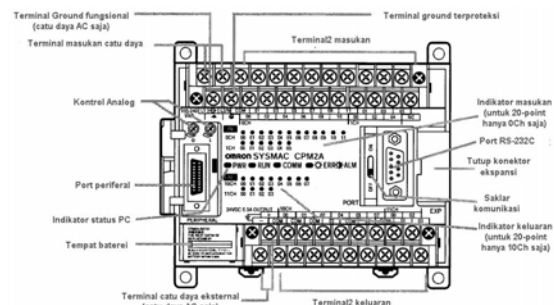
PLC, pengaturan atau antar muka keluaran dan jalur ekstensi atau tambahan.



Gambar 1 Elemen-elemen dasar PLC

2.1 PLC Omron CPM1A

Tiap-tiap PLC pada dasarnya merupakan sebuah mikrocontroller (CPU-nya PLC bisa berupa mikrocontroller maupun mikroprosesor) yang dilengkapi dengan periferal yang berupa masukan digital, keluaran digital atau relay. Perangkat lunak programnya menggunakan apa yang dinamakan sebagai diagram tangga atau *ladder diagram*. CPM1A memiliki 12 masukan (D0-D11) dan 8 keluaran (O0-O7).



Gambar 2 PLC Omron CPM1A

Selain adanya indikator keluaran dan masukan, terlihat juga adanya 4 macam lampu indikator, yaitu:

Tabel 1. Arti lampu indikator PLC CPM1A.

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

Selain 4 lampu indikator, juga biasa ditemukan adanya fasilitas untuk melakukan hubungan komunikasi dengan komputer, melalui RS-232C atau yang lebih dikenal dengan *port serial* (perhatikan gambar 2 disebelah kanan).

2.1.1 Operasional PLC Omron CPM1A

2.1.1.1 Mode Kerja

Unit PLC CPM1A dapat bekerja dalam tiga mode yaitu:

1. Mode PROGRAM

Program atau diagram tangga tidak dapat bekerja dalam mode program ini. Mode ini digunakan untuk melakukan beberapa operasi dalam persiapan eksekusi program:

- a. Mengubah parameter-parameter inisial/operasi sebagaimana terdapat di dalam Setup PC.
- b. Menulis, menyalin atau memeriksa program.
- c. Memeriksa pengkabelan dengan cara memaksa bit-bit I/O ke kondisi set atau reset.

2. Mode MONITOR.

Program atau diagram tangga berjalan dalam MONITOR ini dan beberapa operasi dapat dilakukan melalui sebuah piranti pemrograman. Secara umum, mode MONITOR digunakan untuk melakukan lacak-kesalahan (*debug* atau *troubleshooting*), operasi pengujian dan melakukan penyesuaian (*adjustment*):

- a. Pengendalian on-line (langsung).
- b. Mengawasi memori I/O selama PLC beroperasi.
- c. Memaksa set atau reset bit-bit I/O, mengubah nilai-nilai dan mengubah nilai saat ini selama PLC beroperasi.

3. Mode RUN.

Program atau diagram tangga dijalankan dengan kecepatan normal pada mode run ini. Operasi-operasi seperti pengeditan on-line, memaksa set atau reset bit-bit I/O dan mengubah nilai-nilai tidak dapat dilakukan dalam mode ini, tetapi status dari bit I/O dapat diawasi.

2.1.1.2 Struktur Memori PLC Omron CPM1A.

Memori PLC Omron CPM1A memiliki fungsi-fungsi khusus. Masing-masing lokasi memori memiliki ukuran 16-bit atau 1 word, beberapa word

membentuk daerah atau *region* dan masing-masing *region* ini memiliki fungsi khusus.

1. Daerah IR.

Bagian memori ini digunakan untuk menyimpan status keluaran dan masukan PLC. Beberapa bit berhubungan langsung dengan terminal masukan dan keluaran PLC (terminal sekrup). Daerah memori IR terbagi atas tiga macam area yaitu:

Tabel 2. Pembagian Area IR pada CPM1A

Area Memori	Word	Bit	Fungsi	
Area IR	Area masukan	IR 000-IR009 (10 word)	IR 000.00-IR009.15 (160 bit)	Bit-bit ini dapat dialokasikan ke terminal-terminal I/O
	Area keluaran	IR 010-IR019 (10 word)	IR 010.00-IR019.15 (160 bit)	
	Area kerja	IR 020-IR049 (10 word)	IR 020.00-IR049.15 (160 bit)	IR 200.00-IR231.15 (160 bit)

2. Daerah SR.

Daerah ini merupakan bagian kusus dari lokasi memori yang digunakan sebagai bit-bit kontrol dan status (flag), digunakan untuk pencacah dan intrupsi.

3. Daerah TR.

Saat pindah ke subprogram selama eksekusi program, maka semua data yang terkait hingga batasan RETURN subprogram akan disimpan dalam daerah TR ini.

4. Daerah HR.

Bit-bit pada daerah HR ini digunakan untuk menyimpan data dan tidak akan hilang walaupun PLC sudah tidak mendapatkan catu daya atau PLC sudah dimatikan, karena menggunakan baterai. Untuk CPM1A daerah ini terdiri dari 20 word, HR00 hingga HR19 atau 320 bit, HR00.00 hingga HR19.15.

5. Daerah AR.

Daerah AR merupakan daerah lain yang digunakan untuk menyimpan bit-bit kontrol dan status, kesalahan dan waktu sistem. Sebagaimana daerah HR, daerah AR juga dilengkapi dengan baterai, sehingga data-data kontrol maupun status tetap akan tersimpan walaupun PLC sudah dimatikan. Pada CPM1A daerah ini terdiri dari 24 word, AR00 hingga AR23 atau 384 bit, AR00.00 hingga AR23.15.

6. Daerah LR.

Digunakan sebagai pertukaran data saat dilakukan koneksi atau hubungan dengan PLC yang lain. Untuk CPM1A , daerah ini terdiri dari 16 word, LR00 hingga LR15 atau 256 bit, LR00.00 hingga LR15.15.

7. Daerah Pewaktu/Pencacah (*Timer/Counter*)-T/C Area.

Daerah ini digunakan untuk menyimpan nilai-nilai pewaktu atau pencacah. Untuk CPM1A terdapat 226 lokasi (TC000 hingga TC225).

8. Daerah DM.

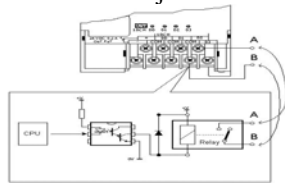
Daerah ini berisikan data-data yang terkait dengan pengaturan komunikasi dengan komputer dan data pada saat ada kesalahan.

Tabel 3. Pembagian Area DM pada CPM1A

Area Memori	Word	Fungsi
Area DM	Read/write DM0000-DM1999 DM2022-DM2047 (2026 word)	Area DM hanya bisa diakses dalam satuan word saja. Nilai yang tersimpan akan tetap tersimpan walaupun PLC dimatikan.
	Error Log DM2000-DM2021 (22 word)	Digunakan untuk menyimpan kode kesalahan (<i>error</i>) yang muncul. Word-word ini dapat digunakan sebagai DM baca/tulis jika fungsi pencatat kesalahan (<i>error log</i>) tidak digunakan.
	Read-Only DM6144-DM6599 (456 word)	Tidak dapat ditumpangi data lain untuk program.
	PC Setup DM6600-DM6655 (56 word)	Digunakan untuk menyimpan berbagai parameter yang mengontrol operasi PLC.

2.1.2 Jalur-jalur keluaran PLC Omron CPM1A.

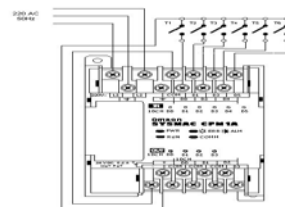
Omron CPM1A menggunakan keluaran berupa relay, dengan adanya relay ini, menghubungkan dengan piranti eksternal menjadi lebih mudah.



Gambar 3. Relay sebagai keluaran pada PLC Omron.

2.1.3 Jalur-jalur masukan PLC Omron CPM1A.

Berbagai macam sensor, saklar atau komponen-komponen lain yang dapat digunakan untuk mengubah status bit dari memori status masukan PLC dapat dipasang atau digunakan sebagai masukan ke PLC. CPM1A sudah dilengkapi sumber tegangan 24 VDC guna memicu masukan untuk bisa melakukan perubahan pada memori.



Gambar 4. Menghubungkan saklar dengan masukan PLC.

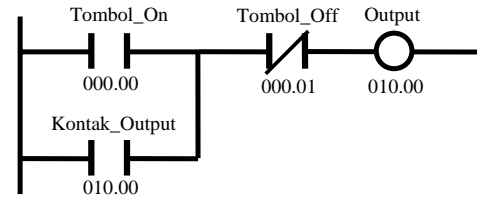
2.1.4 Penulisan Program.

Dalam penulisan suatu program pada PLC terdapat beberapa cara tergantung dari type PLC yang digunakan, secara umum cara yang digunakan adalah sebagai berikut:

2.1.4.1 Diagram tangga (*ladder diagram*).

Sebuah diagram tangga atau *ladder diagram* terdiri dari sebuah garis menurun ke bawah pada sisi kiri dengan garis-garis bercabang ke kanan. Garis yang ada disebelah sisi kiri disebut palang bis (*bus bar*),

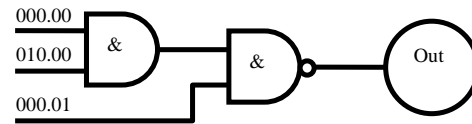
sedangkan garis-garis cabang (*the branching lines*) adalah baris intruksi atau anak tangga.



Gambar 5. Contoh Program Ladder Diagram.

2.1.4.2 Function Chart.

Simbol yang dapat digunakan dalam sistem funtion Chart berupa simbol-simbol gerbang logika.



Gambar 6. Contoh Program Function Chart.

2.1.4.3 Statement List.

Pada sttement list baris instruksi diberi nomor secara berurutan dan beraturan untuk setiap instruksinya.

Tabel 4. Statement List.

Alamat	Singkatan Instruksi Sistem PLC	Instruksi Sistem PLC
000.00	LD	LOAD
010.00	OR	OR
000.01	AND NOT	AND NOT
010.00	OUT	OUTPUT

3. Simulasi Kontrol Lampu Lalu Lintas Menggunakan PLC CPM1A Merk OMRON.

Pada PLC alamat input/output yang dipakai adalah seperti tabel berikut:

Tabel 5. Alamat Input/Output PLC.

Alamat	Keterangan
000.00	Input saklar kondisi upacara.
000.01	Input sensor pada phase I
000.02	Input sensor pada phase II
000.03	Input saklar emergency phase I
000.04	Input saklar emergency phase II
010.00	Output lampu merah pada phase II
010.01	Output lampu hijau pada phase II
010.02	Output lampu kuning pada phase II
010.03	Output lampu merah pada phase I
010.04	Output lampu hijau pada phase I
010.05	Output lampu kuning pada phase I

L1	Fase I
GND	Ground
L2	Netral
+ 24 VDC	Catu daya internal PLC untuk input.
- 24 VDC	Catu daya internal PLC untuk input.

4. Cara Kerja Alat.

Alat bekerja dalam enam kondisi. Tapi untuk kondisi normal lama waktu hijau (*green time*) yang dihasilkan pada phase I adalah selama 9,695 detik dan pada phase II selama 20,740 detik, waktu merah (*red time*) adalah selama 28,741 detik untuk phase I dan 17,695 detik untuk phase II, sedangkan waktu kuning (*yellow time*) untuk kedua phase adalah selama 3 detik dan merah semua (*all red*) selama 2 detik.

4.1 Kondisi Otomatis.

Dalam kondisi otomatis alat bekerja pada empat kondisi yaitu:

4.1.1 Kondisi Kosong

Diketahui bahwa semua kondisi sensor (S₀, S₁, S₂, S₃, S₄) dalam keadaan Off dengan kondisi seperti ini nyala lampu lalu lintas bekerja secara bergantian.

4.1.2 Kondisi Padat.

Diketahui bahwa kondisi sensor phase I dan phase II dalam keadaan On (ada picuan) sedangkan saklar upacara (S₀), saklar emergency phase I (S₃) dan saklar emergency phase II (S₄) dalam keadaan Off dengan kondisi seperti ini nyala lampu lalu lintas bekerja secara bergantian.

4.1.3 Kondisi Prioritas Pada Phase I.

Diketahui bahwa kondisi sensor pada phase I dalam keadaan On (ada picuan) sedangkan sensor pada phase II dalam keadaan Off (tidak ada pemicuan) dan kondisi saklar upacara, saklar emergency pada phase I dan saklar emergency pada phase II dalam keadaan Off

4.1.4 Kondisi Prioritas Pada Phase II.

Kondisi prioritas pada phase II sama halnya dengan kondisi prioritas pada phase I hanya saja yang mendapat kondisi hijau adalah phase II dan kondisi merah pada phase I.

Tabel 6. Kerja alat kondisi otomatis.

No	Kondisi	Input					Output						Keterangan	
		S0	S1	S2	S3	S4	Phase I			Phase II				
							K	H	M	K	H	M		
1	Kosong	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	10dt
		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4 dt
		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2 dt	
		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	21dt	
		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4 dt	
		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2 dt	
		0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	10dt	
		0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4 dt	
2	Padat	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2 dt	

3	Prioritas Phase I (utara-selatan)	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	21dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2 dt
		0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	~ dt
		0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	10dt
		0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	21dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2 dt
		0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	10dt
		0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4 dt
4	Prioritas Phase II (barat-timur)	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2 dt
		0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	10dt
		0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	21dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4 dt
		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2 dt

- Keterangan :
- S0 = Saklar upacara.
 - S1 = Sensor pada phase I.
 - S2 = Sensor pada phase II.
 - S3 = Saklar emergency pada phase I
 - S4 = Saklar emergency pada phase II.
 - M = Merah.
 - K = Kuning
 - H = Hijau

4.2 Kondisi Upacara.

Dalam kondisi ini, dimana nyala lampu semua phase dalam keadaan merah (all red). Keadaan ini berlangsung selama sensor upacara (Saklar Upacara) dalam keadaan ON (bekerja), walaupun ada permintaan dari sensor lainya baik itu saklar emergency ataupun sensor pada masing-masing phase.

Tabel 6. Kerja alat kondisi otomatis.

No	Kondisi	Input					Output						Keterangan	
		S0	S1	S2	S3	S4	Phase I			Phase II				
							K	H	M	K	H	M		
1	Upacara	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	~ dt	
		1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	~ dt	
		1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	~ dt	
		1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	~ dt	
		1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	~ dt	
		1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	~ dt
		0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	normal	

4.3 Kondisi Emergency Phase I.

Kondisi emergency pada emergency pada phase I dimana kondisi nyala lampu untuk phase I

(utara-selatan) adalah hijau dan kondisi nyala lampu pada phase II (barat-timur) adalah merah.

Tabel 7. Kerja alat kondisi Emergency Phase I.

No	Kondisi	Input					Output						Keترامان
		S0	S1	S2	S3	S4	Phase I			Phase II			
							K	H	M	K	H	M	
1	Emergency pada	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	- dt
	Phase I	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	- dt
		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	- dt
		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	- dt
		0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	normal

Dari tabel 7 diatas saklar emergency pada phase I (S₃) dalam keadaan On sedangkan saklar emergency pada phase II (S₄) dan saklar upacara (S₀) dalam keadaan Off. Kondisi lampu lalu lintas akan memberikan kondisi hijau untuk phase I dan kondisi merah untuk phase II tanpa memperhatikan rolling waktu dan keadaan sensor tekanan baik sensor pada phase I (S₁) dan sensor pada phase II (S₂). Kondisi ini akan berakhir apabila saklar emergensi pada phase I kembali keposisi Off.

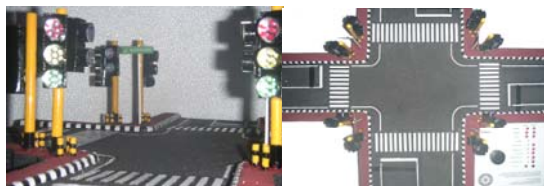
4.4 Kondisi Emergency Phase II.

Kondisi emergency pada emergency pada phase II dimana kondisi nyala lampu untuk phase II (barat-timur) adalah hijau dan kondisi nyala lampu pada phase I (utara-selatan) adalah merah.

Tabel 8. Kerja alat kondisi Emergency Phase II.

No	Kondisi	Input					Output						Keترامان
		S0	S1	S2	S3	S4	Phase I			Phase II			
							K	H	M	K	H	M	
1	Emergency pada	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	- dt
	phase I	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	- dt
		0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	- dt
		0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	- dt
		0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	normal

Dari tabel 8 diatas saklar emergency pada phase II (S₄) dalam keadaan On sedangkan saklar emergency pada phase I (S₃) dan saklar upacara (S₀) dalam keadaan Off. Kondisi lampu lalu lintas akan memberikan kondisi hijau untuk phase II dan kondisi merah untuk phase I tanpa memperhatikan rolling waktu dan keadaan sensor tekanan baik sensor pada phase I (S₁) dan sensor pada phase II (S₂). Kondisi ini akan berakhir apabila saklar emergensi pada phase II kembali keposisi Off.



Gambar 7. Hasil Rancangan Simulasi Alat.

5. SIMPULAN.

- Persimpangan Jalan Waribang-WR. Supratman terbagi atas dua phase (*stage*) yaitu phase I untuk Jalan Waribang dengan Jalan Sulatri dan phase II untuk Jalan WR. Supratman. Besarnya waktu hijau (*green time*) yang dihasilkan pada phase I adalah selama 9,695 detik dan pada phase II selama 20,740 detik, waktu merah (*red time*) adalah selama 28,741 detik untuk phase I dan 17,695 detik untuk phase II, sedangkan waktu kuning (*yellow time*) untuk kedua phase adalah selama 3 detik dan merah semua (*all red*) selama 2 detik.
- Pengaturan lampu lalu lintas dengan sistem detektor dapat mengurangi delay yang tidak perlu dan dapat mengkondisikan keadaan khusus (emergency) dengan dilakukan operasi saklar.
- Tingkat pelayanan persimpangan setelah dilakukan pengaturan lalu lintas dengan sistem pengaturan lampu lalu lintas adalah A.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agfianto, E.P., 2004. **Konsep, Pemrograman dan Aplikasi**. Yogyakarta: Gava Media.
- Budianto, M 2003. **Pengenalan Dasar-Dasar PLC**. Yogyakarta: Gava Media
- Crispin, AJ 1997. **Programeble Logic Controller and Their Engineering Application Seccond Edition**. London: MC Graw-Hill Publishing Company.
- Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan 2000. **Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib**. Denpasar: Depertemen Perhubungan.
- Malkhamah Siti 1996. **Survey Lampu Lalu-Lintas dan Penghantar Manejemen Lalu-Lintas**. Yogyakarta: KMTS FT UGM.
- Omron. 2001. **Sysmac CPM1A/CPM2A Programming Manual**. Japan: Omron Corporation.
- Omron. 2003. **Sysmac CPM1A/ CPM2A Operation Manual**. Japan: Omron Corporation.
- Pignataro,L.J. 1973. **Traffic engineering, theory And Practice, Praktice Hall Inc**. New Jersey: Englewood Cliffs.
- Sumisjokartono. 1995. **Elektronika Praktis**. Jakarta:Gramedia.
- Telemecanique. 1999. **Katalog Produk Indonesia**. Jakarta: Schneider Industri.
- Warpani, S. 1993. **Rekayasa Lalu-Lintas**. Jakarta: Bhratara.
- Webb, JW 1999. **Programeble Logic Controllers Principles and Applications Fourth Edition**. New Jersey: Pritice Hall.