

Perancangan Program *Prototype* Lift 4 Lantai Dengan Menggunakan Metode Grafcet

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :
R.SONNY YANUPRAJA
NIM 0210633068

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG
2007

**Perancangan Program *Prototype* Lift 4 Lantai
Dengan Menggunakan Metode Grafcet**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh :

R.SONNY YANUPRAJA

NIM 0210633068

Mengetahui dan menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

R. Arief Setyawan, ST. MT.

NIP 132 231 713

Ir. Dipl. Ing. M. Rusli

NIP 131 653 473

**Perancangan Program *Prototype* Lift 4 Lantai
Dengan Menggunakan Metode Graficet**

Disusun oleh :

R.SONNY YANUPRAJA

NIM 0210633068

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 9 Agustus 2007

Dosen Penguji :

Fitriana Suhartati, ST, MT

NIP. 132 206 527

Rusmi Ambarwati, ST, MT

NIP. 132 258 188

Erni Yudaningtyas, Ir, MT

NIP. 131 879 035

Purwanto, Ir, MT

NIP. 131 574 847

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir.HERU NURWARSITO,M.Kom

NIP.131 879 033

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkah dan karunia yang dilimpahkan-Nya, sehingga skripsi berjudul “Perancangan Program *Prototype* Lift 4 Lantai Dengan Menggunakan Metode Grafcet” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Brawijaya Malang. Selama penyelesaian skripsi ini penulis menyadari adanya dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tuaku, adiku, dan Swasti Komala, yang selalu memberi dukungan dan semangat lahir dan batin.
2. Ir. HERU NURWARSITO, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Ir. Rudi Yuwono, MSc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Ir. Dipl. Ing. M. Rusli selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Sistem Kontrol Jurusan Teknik Elektro sekaligus selaku dosen pembimbing atas bantuan dan motivasi serta bimbingannya selama ini.
4. R. Arief Setyawan, ST. MT. selaku dosen pembimbing atas bantuan dan motivasi serta bimbingannya selama ini.
5. Bapak Wisnu Wibowo, Ibu Kamil, Ibu Mien, selaku staf administrasi.
6. Teman-teman di Laboratorium Sistem Kontrol.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Malang, Agustus 2007

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	1
1.4. Tujuan	2
1.5. Sistematika Penulisan	2
BAB II : Programmable Logic Controller (PLC)	
2.1. Programmable Logic Controller (PLC)	3
2.1.1. Prinsip kerja PLC	4
2.1.2. Bagian-bagian PLC	5
2.1.2.1. Central Processing Unit (CPU)	5
2.1.2.2. Unit memori	5
2.1.2.3. Modul Input/Output	6
2.1.2.4. Programming Device (Alat Pemrograman)	7
2.1.2.5. Unit Catu Daya	8
2.1.3. Dasar-dasar pemrograman	8
2.1.3.1. Prosedur pengoperasian PLC	9
2.1.3.2. Persiapan pemrograman	10
2.1.3.3. Konsep Pembuatan Program dengan Diagram Tangga	10
2.1.3.4. Menggambar Ladder Diagram	11
2.1.4. Instruksi Pemrograman	11
2.1.4.1. Instruksi Dasar	11
2.1.4.2. Instruksi Gabungan	12
2.1.5. Penggunaan Program SYSWIN	15

2.1.5.1. Menghubungkan dengan PC	15
2.1.5.2. Konfigurasi Konektor RS-232C	16
2.1.5.3. Menginstal Program SYSWIN	16
2.1.5.4. Windows SYSWIN	17
2.1.5.5. Memulai Program SYSWIN	17
2.1.5.6. Pemrograman dengan SYSWIN	18
2.1.5.7. Menyimpan Pekerjaan	20
2.1.5.8. Memindahkan Program ke PLC	20
2.1.5.9. Keluar dari Program SYSWIN	21
2.2. Waktu Respon.....	22
2.2.1. Waktu Respon Minimal.....	23
2.2.2. Waktu Respon Maksimal.....	24
2.3 Grafcet.....	24
2.3.1. Langkah dan Transisi.....	25
2.3.2. Pengaktifan Transisi	27
2.3.3. Aksi dan Keluaran.....	27
2.3.4. Keadaan Internal Waktu.....	31
2.3.5. Makrostep.....	32
2.3.6. Langkah-langkah Dalam Metode Grafcet.....	33
2.3.7. Urutan Menterjemahkan Grafcet ke Dalam Bentuk Diagram Tangga.....	33
BAB III : PERANGKAT KERAS	
3.1. Lift	34
3.1.1. Sejarah Lift	34
3.1.2. Sistem Penggerak Lift.....	34
3.1.3. Jenis Lift Berdasarkan Fungsinya.....	36
3.1.4. Konstruksi Lift.....	36
3.2. Motor DC.....	38
3.3. Saklar	38
3.3.1. Saklar Tombol Tekan.....	38
3.3.2. Saklar Batas	39
3.4. Relai.....	39
BAB IV : METODOLOGI	
4.1 Studi Literatur.....	40

4.1. Perencanaan Sistem 40

4.2. Realisasi Pembuatan Sistem 41

4.3. Pengujian Sistem 41

4.4. Kesimpulan 41

BAB V : PERENCANAAN SISTEM

5.1. Tinjauan Umum 42

5.2. Deskripsi Kerja Sistem 42

5.3. Perancangan Pembuatan Model Sistem Kendali Sekuensial..... 44

 5.3.1. Peralatan Masukan..... 44

 5.3.2.Peralatan Keluaran..... 44

5.4. Perancangan Diagram Tangga Dengan Metode Grafcet 45

BAB VI : PENGUJIAN DAN ANALISIS

6.1. Pengujian Alat Menggunakan Perangkat Lunak 52

 6.1.1. Tujuan 52

 6.1.2. Langkah-langkah Pengujian 52

 6.1.3. Hasil Pengujian 52

6.2. Analisis Sistem secara Keseluruhan 54

BAB VII : PENUTUP

7.1. Kesimpulan 58

7.2. Saran 58

DAFTAR PUSTAKA 59

LAMPIRAN 1 DATA SHEET OPERASI MANUAL PLC OMRON CQM1

LAMPIRAN 2 DATA SHEET SYSWIN V3.4

LAMPIRAN 3 DATA SHEET OPERASI DAN PEMROSESAN CQM1



Perancangan Program *Prototype* Lift 4 Lantai Dengan Menggunakan Metode Grafcet

R.Sonny Yanupraja*, R. Arief Setyawan, ST. MT.**, Ir. Dipl. Ing. M. Rusli***

ABSTRAK

Programmable Logic Controller (PLC) yang memanfaatkan teknologi digital telah mengambil posisi yang sangat strategis dalam menggantikan kedudukan kontrol mekanis yang mengalami banyak kelemahan.

Tujuan skripsi ini adalah merancang dan membuat pengendali sekuensial pada sistem lift dengan menggunakan metode Grafcet, sehingga didapatkan model pengendali logika untuk urutan keadaan sebuah sistem diskrit yang kompleks dengan banyak masukan dan keluaran, bentuk modelnya sederhana dan mudah dimengerti dengan hanya sedikit masukan dan keluaran yang terlibat, serta mempunyai pengertian yang jelas tentang tingkah laku masukan dan keluaran sebuah pengendali logika. Perangkat lunak yang digunakan adalah Syswin V3.4

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa jumlah alamat eksternal yang digunakan yaitu 12 untuk masukan dan 3 untuk keluaran. Perangkat lunak menghasilkan 13 rung, dan 116 instruksi. Waktu respon I/O minimal saat me-refresh keluaran melalui siklus dan maksimal secara langsung adalah 18,89275 ms, waktu respon I/O maksimal saat me-refresh keluaran melalui siklus adalah 19,7855 ms, dan waktu respon I/O minimal saat me-refresh keluaran secara langsung adalah 18,8 ms.

* Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya

** Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya selaku dosen pembimbing I

*** Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya selaku dosen pembimbing II

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam kehidupan yang serba modern ini setiap manusia dituntut untuk mampu bekerja cepat, sistematis, dan efisien dalam segala hal. Sehingga muncul suatu pemikiran untuk menciptakan alat bantu, khususnya teknologi elektronik sebagai hasil dari kemajuan teknologi yang menunjang kehidupan manusia.

Lift merupakan salah satu bentuk kemajuan teknologi yang sering digunakan oleh manusia untuk menunjang segala aktifitasnya, terutama sebagai alat transportasi vertikal. PLC digunakan sebagai salah satu pengendali dalam perancangan sistem lift, namun dalam prakteknya timbul permasalahan karena lift merupakan sistem yang kompleks. Permasalahan yang kompleks dalam hal ini adalah banyaknya kemungkinan pengoperasian yang mungkin terjadi.

Sehingga diperlukan suatu standar dalam hal penulisan program pada PLC, yang diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan pengoperasian PLC, untuk itu model Grafcet digunakan untuk mewujudkan kebutuhan tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada latar belakang pendahuluan dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat model Grafcet pada *prototype* lift 4 lantai.
2. Bagaimana merancang dan mengaplikasikan metode Grafcet dalam penyusunan algoritma kendali pada PLC menggunakan pendekatan diagram tangga.
3. Bagaimana menggunakan PLC sebagai pengendali pada *prototype* lift 4 lantai.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan untuk tugas akhir ini permasalahan dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. PLC yang digunakan adalah Omron tipe CQM1.
2. Lift yang dimaksud adalah lift barang.
3. Tidak membahas masalah mekanik dan elektronik secara rinci.
4. Tidak menggunakan pengaturan kecepatan motor.
5. Perangkat lunak yang digunakan adalah Syswin 3.4.
7. Diasumsikan lift tidak berbeban.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk menghasilkan pengendali logika menggunakan metode Grafcet, sehingga menghasilkan kinerja sesuai dengan yang diharapkan.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang uraian latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, serta sistematika penulisan.

BAB II Programmable Logic Controler (PLC) dan Grafcet

Membahas dasar tentang PLC dan Grafcet..

BAB III Perangkat Keras

Membahas tentang perangkat keras yang digunakan dalam merealisasikan sistem secara keseluruhan.

BAB IV Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini .

BAB V Perancangan Perangkat Keras dan Lunak

Berisi tentang perancangan sistem *prototype* lift secara mekanik dan perangkat lunak.

BAB VI Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang metode dan langkah –langkah pengujian serta analisis dari sistem yang telah dibuat.

BAB VII Kesimpulan dan Saran

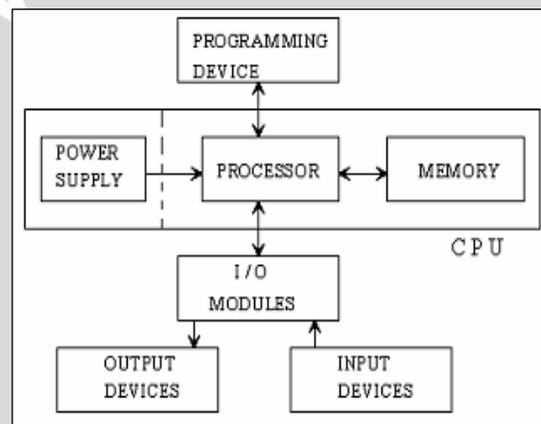
Bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan selanjutnya.

BAB II

Programmable Logic Controller (PLC) dan Graficet

2.1 *Programmable Logic Controller (PLC)*

Definisi dari *Programmable Logic Controller (PLC)* adalah suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital, (NEMA, ICS3-1978 Part. ICS3-304). Secara umum, arsitektur PLC secara umum ditunjukkan dalam gambar 2.1 yang terdiri dari dua komponen utama yaitu *central processing unit (CPU)* meliputi modul catu daya, *processor* dan memori, serta sistem antar muka atau *I/O modules* yang terdiri dari peralatan *input/output* dan peralatan pemrograman.



Gambar 2.1 Arsitektur PLC
Sumber : Omron, 1999:1

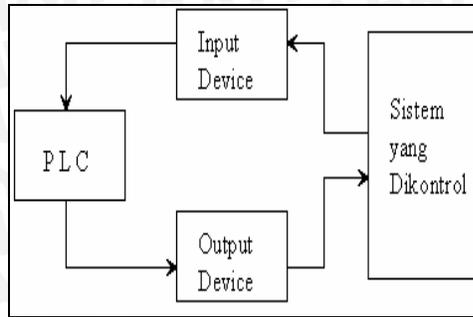
Sistem kontrol untuk industri yang menggunakan PLC mampu mengontrol mesin-mesin atau proses dengan daya guna dan ketelitian yang tidak tertandingi oleh sistem kontrol konvensional yang menggunakan relay elektromekanis, selain itu PLC juga dapat beroperasi pada lingkungan ekstrim, misalnya kondisi lingkungan dimana suhu, kelembaban, dan guncangan yang melebihi rata-rata. Hal ini disebabkan setiap PLC memenuhi 10 persyaratan utama sebagai berikut :

- 1 Perangkat keras pengendali (*controller*) harus dengan mudah dan cepat diprogram dan diprogram ulang oleh pemakai dengan sedikit mungkin mengganggu jalannya proses.
- 2 Semua komponen dalam sistem harus mampu beroperasi di industri tanpa dukungan peralatan bantu atau memerlukan persyaratan lingkungan tertentu.

- 3 Sistem yang dipakai harus mudah dirawat dan diperbaiki, beberapa indikator dan peralatan bantu harus tersedia sebagai bagian dari sistem, sehingga memudahkan dalam melacak kerusakan dan perbaikan kerusakan.
- 4 Perangkat sistem kontrol harus memakan tempat dan daya yang lebih kecil daripada sistem kontrol relay elektromekanis.
- 5 PLC harus mampu berkomunikasi dengan sistem pusat pengumpul data untuk keperluan pemantauan operasional.
- 6 Sistem kontrol dapat menerima catu daya AC standar melalui *push button* dan *limit switch* yang ada pada sistem.
- 7 Sinyal output PLC mampu menjalankan motor starter dan selenoid valve yang bekerja dengan catu daya AC, setiap keluaran mampu memutuskan atau mengalirkan arus sebesar 2 A.
- 8 Perangkat keras sistem kontrol memiliki konfigurasi yang dapat dikembangkan dengan sesedikit mungkin perubahan pada sistem maupun *down time*.
- 9 Struktur memori yang terdapat di dalam PLC harus dapat dikembangkan (ditambah).
- 10 PLC harus mampu bersaing dengan sistem kontrol relay elektromekanis dari segi harga dan biaya pemasangan.

2.1.1 Prinsip Kerja PLC

Pada prinsipnya, sebuah PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan input luar atau "*Input Device*", seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.2. Peralatan input dapat berupa sakelar, tombol, sensor, dan peralatan lainnya. Data-data yang masuk dari peralatan input ini berupa sinyal-sinyal analog. Oleh modul input sinyal-sinyal yang masuk akan diubah menjadi sinyal-sinyal digital. Kemudian, oleh unit pemroses pusat atau "*Central Processing Unit*" (CPU) yang ada di dalam PLC ditetapkan di dalam ingatan memorinya.



Gambar 2.2. Diagram blok prinsip kerja PLC
Sumber : Omron, 1999:1

Selanjutnya, CPU akan mengambil keputusan-keputusan tersebut dan dipindahkan ke modul output masih dalam bentuk digital. Oleh modul output sinyal-sinyal ini akan diubah kembali menjadi sinyal-sinyal analog. Sinyal-sinyal analog inilah yang akan menggerakkan peralatan output atau "*Output Device*" yang dapat berupa kontaktor-kontaktor ataupun relay-relay. "*Output Device*" inilah yang nantinya akan mengoperasikan sistem atau proses yang akan dikontrol.

2.1.2 Bagian-Bagian PLC

Bagian PLC pada prinsipnya tidak jauh berbeda dari perangkat keras yang dimiliki oleh komputer, yaitu terdiri atas *Central Processing Unit* atau CPU, *Programming Device*, Modul Input/Output, Unit Power Supply.

2.1.2.1 *Central Processing Unit (CPU)*

Central Processing Unit berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori, mendekodinya dan kemudian mengeksekusi instruksi tersebut. Selama proses tersebut, CPU akan menghasilkan sinyal kontrol, memindahkan data ke I/O port atau sebaliknya, melakukan fungsi aritmatik dan logika juga mendeteksi sinyal dari luar CPU.

CPU, pada umumnya terdiri atas 3 (tiga) unsur utama, yaitu *processor*, sistem memori dan catu daya. Arsitektur CPU dapat berbeda-beda untuk setiap merk, misalnya saja catu dayanya berada di luar CPU.

2.1.2.2 Unit Memori

Terdapat beberapa macam tipe unit memori. Memori ini a area yang menyatukan sistem operasi dan memori pengguna. Sistem operasi pada dasarnya adalah sebuah perangkat lunak yang mengkoordinasikan PLC. Tergantung kebutuhan penggunaan.

Macam-macam memori yaitu:

1. *Read Only Memory* (ROM)
2. *Random Access Memory* (RAM)
3. *Programmable Read Only Memory* (PROM)
4. *Erasable Programmable Read Only Memory* (EPROM)
5. *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM)

2.1.2.3 Modul Input-Output (I/O)

Modul input/output merupakan suatu peralatan atau perangkat elektronik yang berfungsi sebagai perantara atau penghubung (*interface*) antara CPU dengan peralatan input output luar.

Modul ini terpasang secara permanen dalam arti mudah untuk dilepas dan dipasang kembali ke dalam raknya. Ada beberapa jenis modul sebagai perangkat input/output dengan jenis pemakaian yang berbeda-beda.

Module I/O Digital

Standar modul input digital memiliki kemampuan menerima sinyal berupa tegangan AC/DC yang cukup tinggi, misalnya 110 V AC, 220 V AC, 24 V DC dan sinyal yang berasal dari sensor serta *switch*, misalnya *limit switch*, *push button*, dan lain-lain. Sinyal-sinyal ini diubah menjadi tegangan rendah oleh modul input agar dapat digunakan oleh *processor*.

Module I/O Analog

Modul input analog berfungsi mendeteksi sinyal analog yang berasal dari *transduser* atau *transmitter flow*, temperatur dan tekanan dengan range - 10 s/d 10 volt, 0 s/d 20 mA, 4 s/d 20 mA.

Modul output analog akan menghasilkan range tegangan atau arus yang sama dengan modul input. Beberapa pabrik pembuat PLC mengeluarkan modul I/O analog untuk input berupa termokopel atau RTD dalam satu modul.

Modul-modul khusus

PLC mempunyai fasilitas-fasilitas seperti dapat dipantau di ruang kontrol (monitor), dapat dihubungkan dengan PC AT (*Personal Computer*), dapat dihubungkan dengan PLC yang lain, dapat dihubungkan dengan *inverter/converter* untuk pengaturan kecepatan motor. Keseluruhan fasilitas ini merupakan fasilitas yang dapat dipakai, dengan menambahkan modul-modul khusus beserta programnya.

2.1.2.4 Programming Device (Alat Pemrograman)

Programming Device ini juga disebut dengan *Programming Development Terminal* (PDT) atau sering juga disebut dengan *Programming Console*. *Programming Device* ini merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk memasukkan, mengedit, memodifikasi dan memantau program yang ada di dalam memori PLC, sementara itu PLC sendiri masih tetap dalam kondisi operasi. Adapun bagian-bagian dari alat pemrograman adalah:

- a. Monitor, yang dapat berupa *Cathode Ray Tube* (CRT) atau *Liquid Cristal Display* (LCD).
- b. Papan ketik (*keyboard*), yang berfungsi untuk memasukkan dan memanggil kembali data-data atau instruksi yang telah diprogram.

Tombol-tombol tekan yang ada pada papan ketik ini berjumlah 39 buah. Masing-masing tombol telah diberi kode-kode instruksi tertentu untuk memudahkan dalam komunikasi antara manusia dengan peralatan itu sendiri.

Sistem pengoperasian alat pemrograman ini ada tiga mode, yaitu sebagai berikut:

Mode Run/On-Line

Pada mode ini alat pemrograman berfungsi untuk melaksanakan pengamatan kondisi yang sesungguhnya dari aliran daya pada setiap jenjang tampilan program pada layar ketika proses berlangsung.

Mode Monitor (M)

Mode monitor berfungsi untuk menampilkan jenjang logika, serta status masukan dan keluaran.

Mode program

Mode program digunakan untuk memasukan data-data program yang telah dirancang, menghapus data-data program yang salah dan memperbaharui kembali atau menambah program baru. Semua proses tersebut dilakukan tanpa memperbaharui kondisi kerja PLC.

2.1.2.5 Unit Catu Daya

Umumnya catu daya PLC membutuhkan tegangan masukan dari sumber tegangan AC yang besarnya bervariasi antara 120 V AC sampai 220 V AC. Hanya sebagian PLC yang membutuhkan catu daya dari sumber DC, yang umumnya besarnya adalah 24 V.

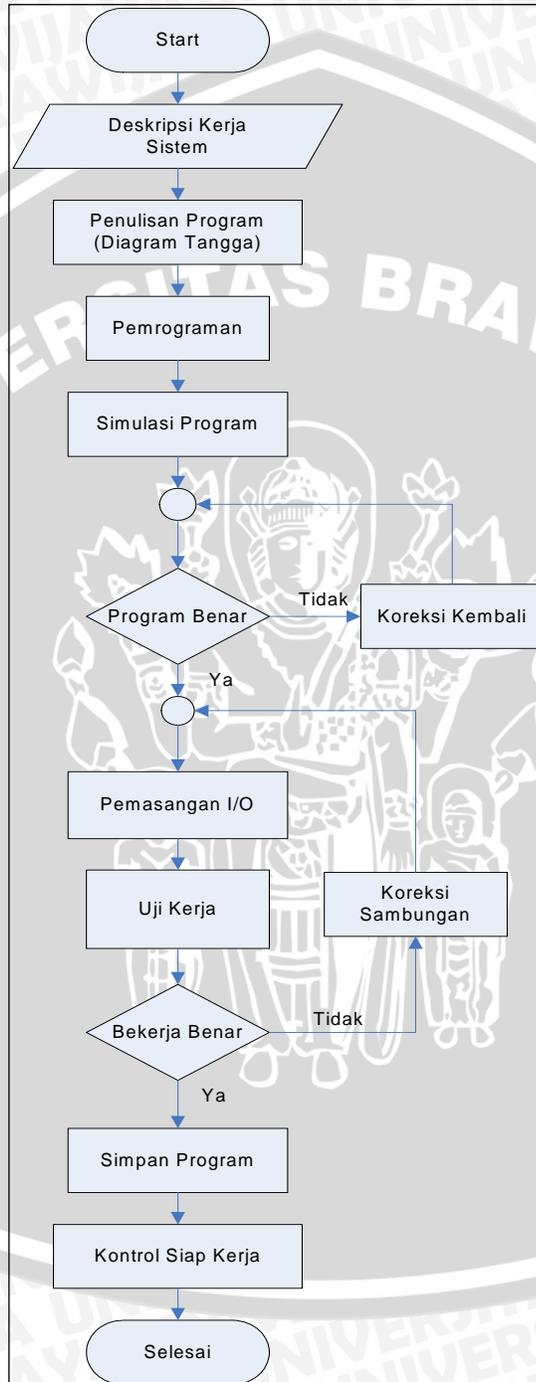
2.1.3 Dasar-Dasar Pemrograman

Dasar-dasar dari pemrograman dari Programmable Logic Controller (PLC) dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan diskripsi kerja sistem yang akan dikontrol.
2. Menentukan peralatan input/output yang dipakai kedalam PLC I/O bit yaitu peralatan eksternal yang akan mengirim/menerima sinyal dari PLC.
3. Menentukan simbol-simbol ladder diagram untuk menggambarkan rangkaiannya.
4. Menggunakan program syswin / LSS (*ladder support software*) / *programming console*, untuk mengubah ladder diagram kedalam kode mnemonic agar CPU PLC dapat mengerjakannya.
5. Memindahkan program yang telah ditulis/ digambar kedalam memori PLC.
6. Memperbaiki kesalahan pemrograman jika terjadi kesalahan pada program yang telah dibuat, sehingga menjadi benar.
7. Menjalankan program pada PLC dan mengetes kesalahan program execution.

2.1.3.1. Prosedur Pengoperasian PLC

Prosedur pengoperasian PLC dilakukan dengan langkah-langkah seperti pada diagram alir Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Diagram alir pengoperasian PLC
Sumber : Omron, 1999:15

2.1.3.2. Persiapan Pemrograman

Secara umum, sistem pemrograman PLC dapat dilakukan dengan dua cara, pertama, rancangan rangkaian kontrol yang telah diprogram dalam diagram tangga atau *ladder diagram* langsung dapat diprogram tanpa harus mengubah dahulu ke fungsi mnemonicnya. Kedua, rancangan rangkaian kontrol diubah dahulu ke fungsi mnemonicnya (dikodekan dulu), sesuai dengan tombol-tombol yang ada pada papan ketik PLC (*programming Console*).

Demikian juga, untuk sistem pemantauannya atau untuk memonitor programnya ada dua jenis tampilan, yaitu dapat langsung ditampilkan dalam bentuk diagram tangga (khusus pada tampilan monitor komputer program LSS) sesuai dengan rancangan kontrol atau dapat juga ditampilkan dalam fungsi mnemonicnya (pada tampilan layar LCD *program console*).

2.1.3.3. Konsep Pembuatan Program dengan Diagram Tangga

Hubungan kontak-kontak diagram tangga yang ada dalam CPU PLC terangkai secara elektronik, sehingga tidak memerlukan kawat penghubung seperti pada rangkaian kontrol secara konvensional.

Adapun ketentuan-ketentuan dalam penyusunan rangkaian ke diagram tangga adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan rangkaian kontrol diusahakan untuk menggunakan kontak seminimum mungkin, sehingga efisiensi kerja dari PLC dapat ditingkatkan dan alamat-alamat serta data-data dalam register digunakan sehemat mungkin, sehingga tidak melebihi kapasitas memori yang telah ditetapkan.
2. Kondisi sinyal yang mengalir pada rangkaian logika PLC selalu datang dari arah kiri menuju ke arah kanan.
3. Tidak ada satu koil atau relay output yang dapat dihubungkan langsung pada busbar bagian kiri. Jika diperlukan relay output bekerja terus menerus, maka di antara busbar kiri dengan output diberi kontak NC dari internal *Auxiliary Relay* yang tidak digunakan.
4. *Busbar* sebelah kanan dari diagram tangga boleh tidak digambar, karena hubungan *busbar* tersebut telah tersambung secara otomatis pada PLC.

5. Semua output dilengkapi dengan kontak-kontak bantu yang dapat digunakan secara seri maupun paralel.
6. Jumlah kontak-kontak NO dan NC dapat dihubungkan secara seri maupun paralel dengan tak terbatas sesuai dengan kebutuhan.
7. Tidak ada kontak yang dapat diprogram atau disisipkan setelah output atau dengan kata lain antara busbar sebelah kanan dan hasil output tidak boleh disisipi kontak.
8. Pengkodean nomor-nomor kontak dan nomor-nomor koil output, termasuk *timer*, *counter* dan lain-lain disesuaikan dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh pabriknya.
9. Sebuah output koil, termasuk *timer*, *counter* tidak dapat digunakan untuk lebih dari satu kali.
10. Dua atau lebih koil output, termasuk *timer*, *counter* dapat dihubungkan secara paralel.
11. Program rangkaian dieksekusi oleh CPU secara berurutan, mulai dari alamat yang pertama sampai dengan alamat yang terakhir pada program.

2.1.3.4. Menggambar *Ladder Diagram*

Untuk membedakan peralatan-peralatan yang akan dikontrol serta bagaimana hubungan peralatan satu dengan yang lainnya dan waktu pelaksanaan pengontrolan harus dilaksanakan untuk kemudian dituliskan atau digambarkan *ladder diagram*nya.

Dalam *ladder diagram* digunakan 5 (lima) digit *address* untuk menomori bit I/O dan work bit demikian pula 3 (tiga) digit nomor untuk *timer* dan *counter*.

2.1.4 Instruksi Pemrograman

Instruksi-instruksi dalam pemrograman PLC terdiri dari instruksi dasar dan instruksi gabungan. Adapun instruksi-instruksi dasar adalah sebagai berikut.

2.1.4.1 Instruksi Dasar

Instruksi-instruksi dasar merupakan instruksi yang digunakan untuk membuat rangkaian logika dari diagram tangga atau sebaliknya. Instruksi dasar ini ada 6 (enam), yaitu : LD, OUT, AND, OR, NOT dan END.

Fungsi dari instruksi-instruksi dasar tersebut adalah sebagai berikut :

a. LD

LD atau singkatan dari LOAD yang merupakan instruksi untuk memulai program garis atau blok pada rangkaian logika yang dimulai dengan kontak NO.

b. OUT

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

c. AND

Instruksi AND ini digunakan untuk menghubungkan 2 (dua) atau lebih kontak-kontak input output secara seri.

d. OR

Instruksi dasar OR digunakan untuk menghubungkan 2 (dua) atau lebih kontak-kontak input atau output secara paralel.

e. NOT

Instruksi dasar NOT berfungsi untuk membentuk suatu kontak NC.

f. END

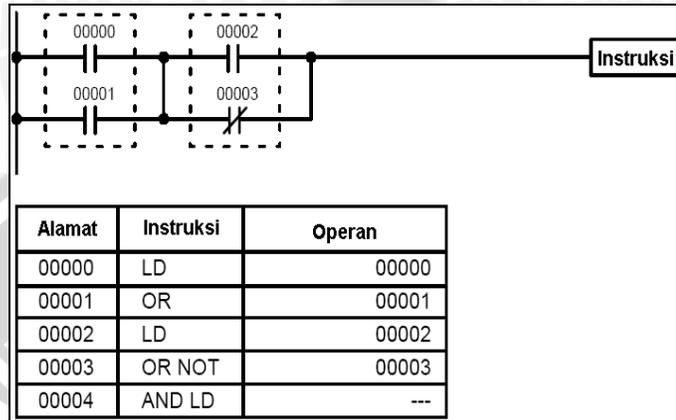
Instruksi dasar END untuk menyatakan rangkaian kontrol yang dibuat telah berakhir. Instruksi END ini harus selalu dimasukkan dalam penulisan program karena apabila akhir rangkaian kontrol tidak dilengkapi dengan instruksi END, maka program tersebut tidak akan dieksekusi oleh CPU. Pesan kesalahan yang berupa "NO END ISNT" akan muncul pada layar monitor. Instruksi END ini dibentuk dengan cara menekan tombol FUN, yang diikuti dengan penekanan tombol 0 (nol) dan 1 (satu) atau FUN 01.

2.1.4.2 Instruksi Gabungan

Instruksi gabungan merupakan suatu instruksi yang menggunakan 2 buah instruksi dasar yang menggabungkan 2 blok rangkaian dalam program dengan menggunakan AND LD atau OR LD.

a. AND LD

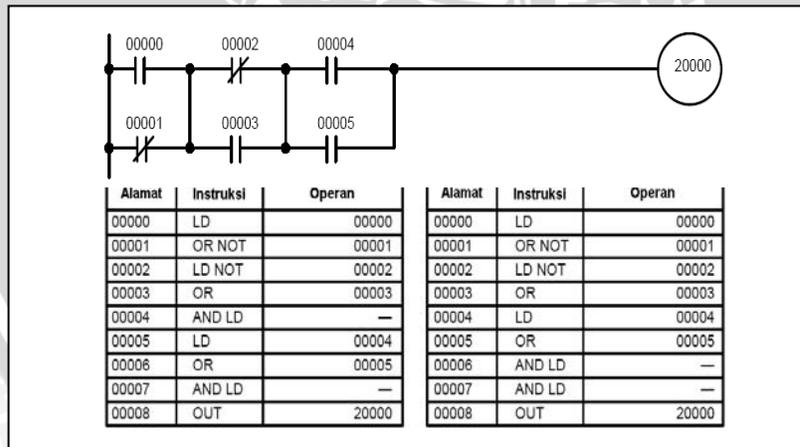
Pada dasarnya perintah AND LOAD akan melogikakan kondisi eksekusi dua block dengan AND. Berikut ini adalah contoh sederhana diagram yang memerlukan perintah AND LOAD.



Gambar 2.4. AND LD
Sumber : Omron, 1993:97

Load (LD) 00002 adalah untuk input yang pertama dalam blok kedua, AND LD akan menghubungkan kedua blok tersebut secara seri. Dalam penyelesaian terdapat dua macam cara untuk menghubungkan blok secara seri.

Contoh :

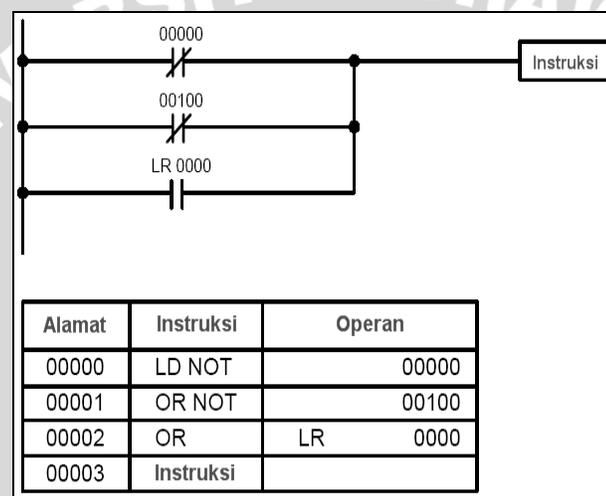


Gambar 2.5. Kombinasi blok AND LD
Sumber : Omron, 1993:98-99

Dengan menggunakan cara yang pertama jumlah AND LD tak terbatas, tetapi kalau menggunakan cara yang kedua jumlah LD dan LD NOT sebelum AND LD harus delapan atau kurang.

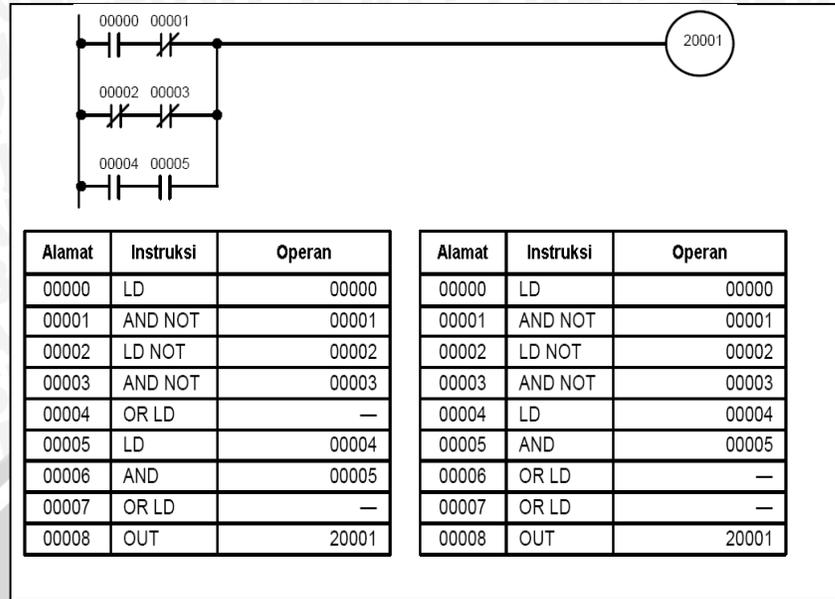
b. OR LD

Perintah OR LOAD mempunyai keadaan yang hampir mirip dengan AND LOAD. Berikut adalah *ladder diagram* yang memerlukan perintah OR LOAD antara blok kiri atas dengan bawah. Kondisi eksekusi ON akan menghasilkan perintah di kanan ketika IR 00000 ON dan IR 00001 OFF atau jika IR 00002 dan IR 00003 keduanya ON. Pengoperasian perintah OR LD dan kode mnemonicnya sama persis dengan AND LD.



Gambar 2.6. OR LD
Sumber : Omron, 1993:95

Perintah OR LD menghubungkan dua blok secara paralel atau dapat juga disebut melogikakan dua buah blok dengan OR. Tidak ada batasan jumlah blok yang dapat dihubungkan secara paralel dengan OR LD. Seperti halnya pada perintah AND LD, perintah OR LD dalam penyelesaiannya dapat diselesaikan dengan dua cara. Misalkan diagram tangganya seperti berikut :



Gambar 2.7. Kombinasi blok OR LD
 Sumber : Omron, 1993:99

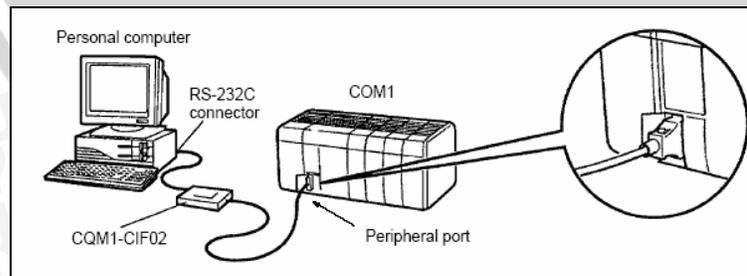
Sama seperti perintah AND LD dengan menggunakan cara yang pertama akan lebih efektif jika OR LD lebih dari sembilan.

2.1.5 Penggunaan Program SYSWIN

SYSWIN adalah sebuah *software* untuk menuliskan program *ladder* dengan memberikan kemudahan dan lebih fleksibel kepada pemakai-pemakainya pada *software* windows.

2.1.5.1 Menghubungkan dengan PC

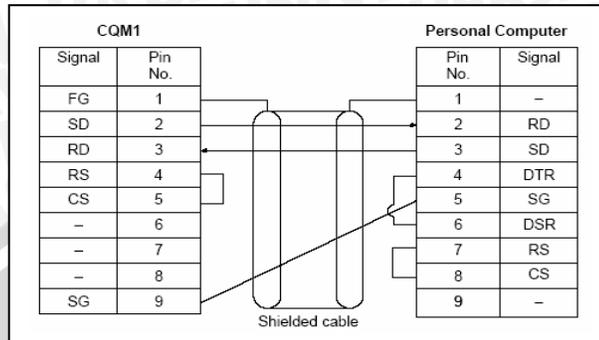
CQM1 dapat dihubungkan dengan PC lewat kabel RS-232C. Setelah RS-232C terhubung dengan serial port PC (9 pin atau 24 pin adaptor), saat yang lain sudah terhubung bilamana kabel dari adaptor RS-232C dihubungkan ke CQM1. DIP switch dari adaptor harus di set Host selama berhubungan dengan PC.



Gambar 2.8. Hubungan CQM1 dengan PC
 Sumber : Omron, 1993:48

2.1.5.2 Konfigurasi Konektor RS-232C

Di bawah ini adalah gambar konfigurasi konektor RS-232C, dapat dilihat hubungan masing-masing pin antara PC dengan RS-232C.



Gambar 2.9. Konfigurasi konektor RS-232C.
Sumber : Omron, 1999:49

2.1.5.3 Menginstal Program SYSWIN

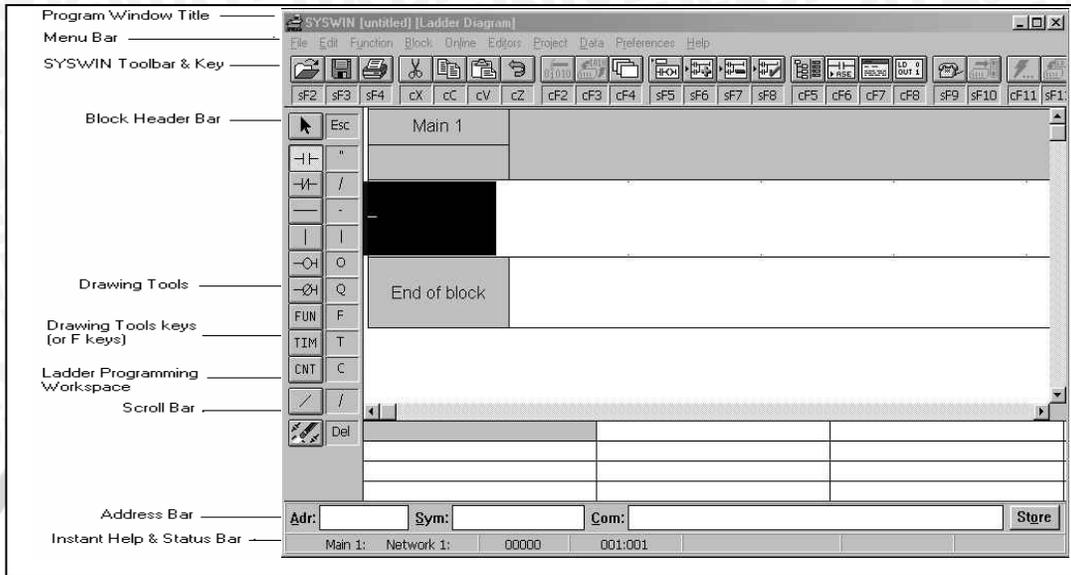
Program SYSWIN terdapat 3 (tiga) buah disket yaitu Disk 1, Disk 2 dan Disk 3. Program SYSWIN dapat di setup dari windows 3.1 atau 3.11 sampai pada windows versi yang paling tinggi. Untuk menginstal, pilih Run dari Start windows xp.

Waktu instalasi telah selesai, dua *icon group* program akan ditampilkan dan program manager. Contoh SYSWIN berisi contoh-contoh program karena isi-isi SYSWIN diperlukan program untuk menjalankan SYSWIN. Untuk mengeksekusi SYSWIN, tekan *double* klik pada *icon* SYSWIN.

Selain langkah tersebut di atas dapat juga kita lakukan dari Start, Program, SYSWIN 3.4 kemudian klik SYSWIN 3.4.

2.1.5.4 Windows SYSWIN

Penjelasan mengenai Windows SYSWIN dapat dilihat pada Gambar 2.10 di bawah ini. Menu ini akan tampil setelah kita mejalankan SYSWIN 3.4.



Gambar 2.10. Windows SYSWIN
Sumber : Omron, 1999:13

2.1.5.5 Memulai Program SYSWIN

Sebelum memulai membuat program sebaiknya tentukan terlebih dahulu *project setup*-nya. Caranya adalag pilih New Project dari File menu. Kotak dialog setup akan muncul seperti gambar di bawah ini. Masukkan semua pilihan yang sesuai. (Tampilan gambar di bawah ini adalah sesuai dengan nilai default).



Gambar 2.11. Project Setup.
Sumber : Putra, 2004:102

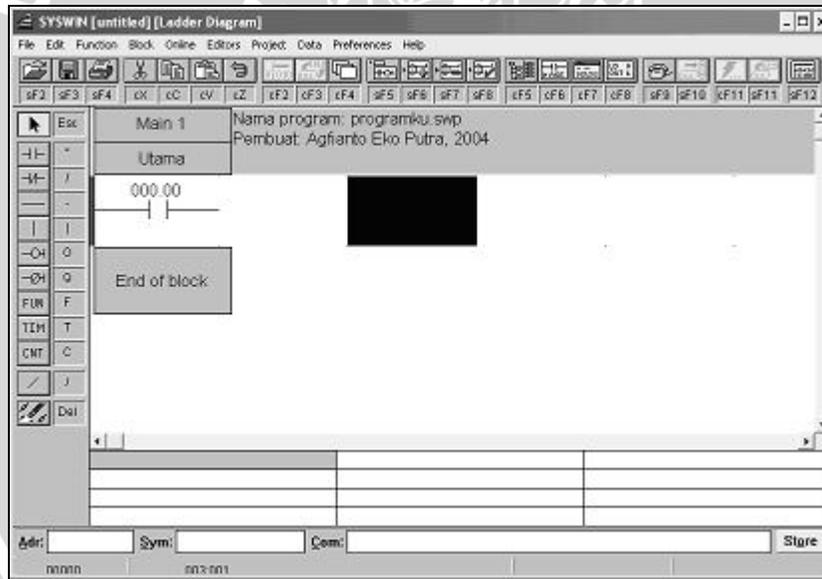
2.1.5.6 Pemrograman dengan SYSWIN

Untuk memilih simbol program *ladder* tekan ([F2], kontak *Normally Open*) dari gambar Toolbox di sisi windows SYSWIN. Klik pada simbol dan pindahkan simbol tersebut kemana yang diinginkan pada windows dan klik sekali lagi. Alamat dari kontak harus spesifik dan dimasukkan ke dalam kotak dialog alamat. Pada contoh ini telah dimasukkan 000.00.



Gambar 2.12. Alamat kontak.
Sumber : Putra, 2004:102

Alamat spesifik kontak akan memberi label pada atas komponen yang ditampilkan.

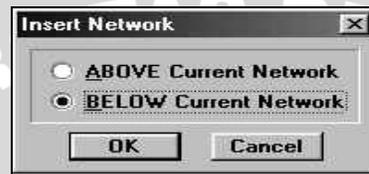


Gambar 2.13. Kontak *Normally Open* .
Sumber : Putra, 2004:103

Keterangan setiap model dari PLC biasanya memiliki alamat untuk input dan output, lihat dari katalog untuk setiap jenis PLC. Alamat 000.00 mewakili alamat dari kontak, tiga nol pertama mewakili nomor saluran dan dua angka nol setelah titik mewakili keterangan bit dari saluran.

Untuk melanjutkan sisa contoh dari program adalah dengan mengklik berturut-turut simbol dari *Drawing Toolbox*.

Jika setiap baris dari program *ladder* digolongkan dalam sebuah *network*, maka harus membuat baris yang lain, caranya klik *icon Add Network* (Shift + F6) dari Toolbox untuk menyisipkan *network* yang lain. Kotak dialog ditampilkan seperti gambar 2.14 di bawah ini bila selesai mengklik *icon*. Pilih *below current network* dan klik OK untuk menyisipkan *network* yang di bawah dan pilih *above current network* dan klik OK untuk menyisipkan *network* yang di atas.



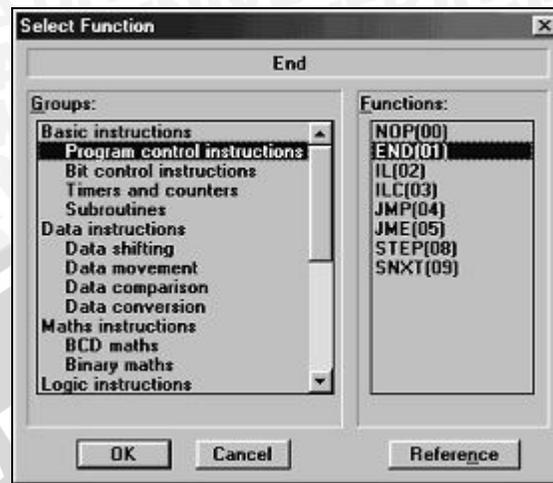
Gambar 2.14. Kotak dialog *Insert Network*
Sumber : Putra, 2004:104

Contoh program akan selesai dengan sebuah baris perintah selesai (**End**). Perintah menyisipkan instruksi selesai, klik di *icon FUN* di sisi dari pada windows, pindahkan lokasinya ke akhir program, klik untuk mengeksekusi. Fungsi kotak dialog muncul, masukkan nomor fungsi yang diperlukan untuk mengeksekusi.



Gambar 2.15. Kotak dialog fungsi.
Sumber : Putra, 2004:105

Untuk melihat jenis fungsi yang tersedia, klik pada pilihan di bawahnya. Kotak fungsi pilihan akan ditampilkan seperti di bawah ini.



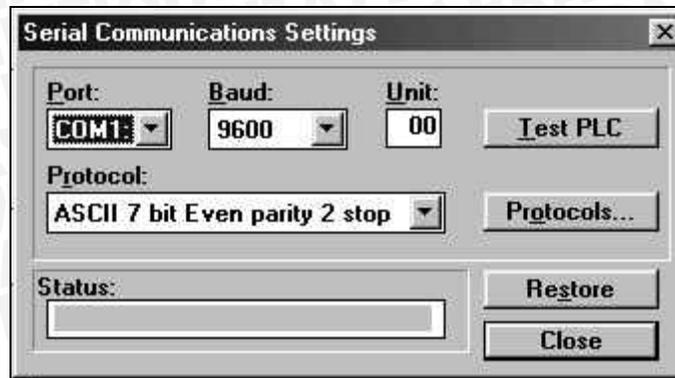
Gambar 2.16. Fungsi-fungsi SYSWIN
Sumber : Putra, 2004:106

2.1.5.7 Menyimpan Pekerjaan

Setelah selesai membuat program *ladder*, pekerjaan harus disimpan. Pilih **Save Project** pada menu file. Masukkan nama file misalnya test.swp di kotak nama file, bersama .swp sebagai ekstensi. Klik **OK** untuk mengawali penyimpanan.

2.1.5.8. Memindahkan program ke PLC.

Sebelum melakukan pemindahan program ke PLC, pertama-tama periksa sambungan antara PLC dengan PC. Selanjutnya pilih **Communication** pada setup menu **Project** dari setting komunikasi serial pada PLC ke PC. Pilih port dari PC dimana RS232C telah terhubung, kecepatan untuk komunikasi, dan jenis protokol yang digunakan. Setting default dari CQM1 adalah COM1, 9600 Baud, Unit 00, Protokol adalah ASCII 7 bit Even Parity 2 stop. Klik **Test PLC** untuk kestabilan hubungan. Batang status layar untuk memeriksa apakah hubungan sudah berhasil.



Gambar 2.17. Seting komunikasi serial.

Sumber : Putra, 2004:112

Jika hubungan sudah sesuai, klik download di bawah menu on-line untuk memindahkan seluruh program *ladder* ke PLC. Periksa apakah sudah termasuk fungsi ekspansi atau alokasi memori. Biasanya memori program PLC dibersihkan terlebih dahulu sebelum memindahkan program. Klik OK untuk konfirmasi.

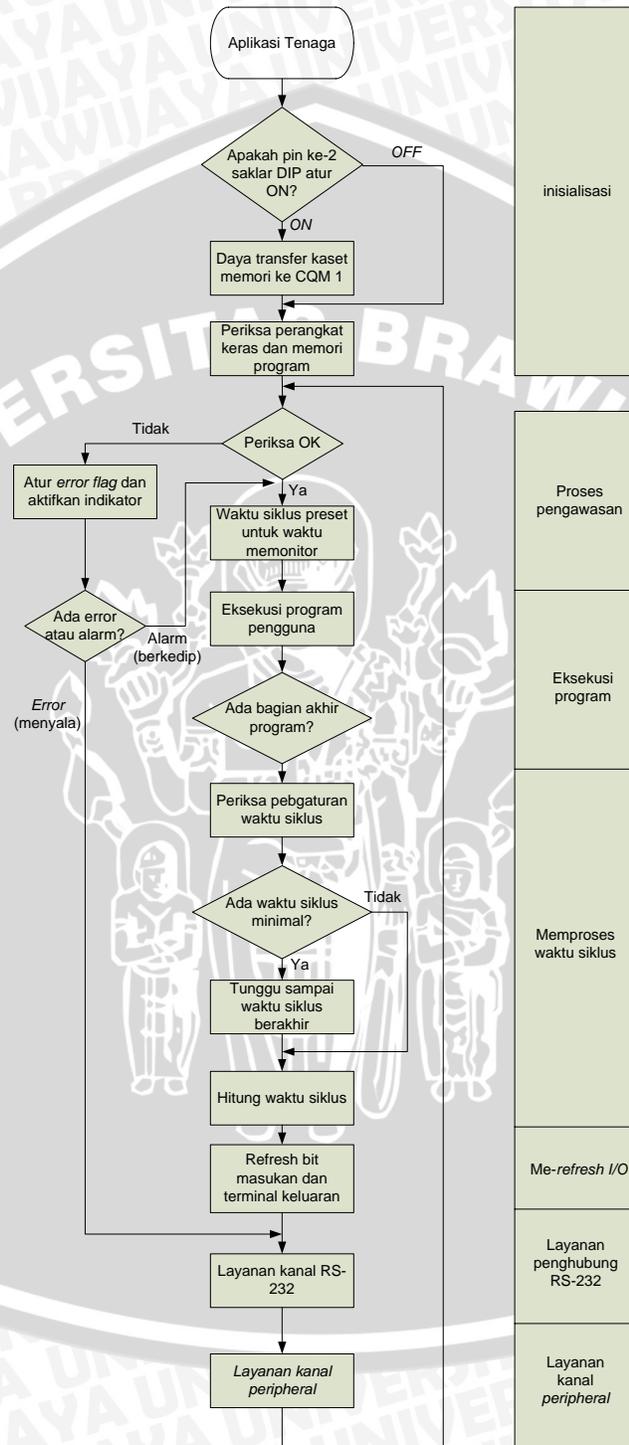
Memindahkan program dari PLC ke PC dapat dilakukan dengan cara klik Upload di bawah menu on-line, pilih Select NOPs (tidak ada operasi).

2.1.5.9. Keluar dan Program SYSWIN

Keluar dari program SYSWIN 34 adalah klik File pada menu windows SYSWIN, kemudian Exit.

2.2 Waktu Respon

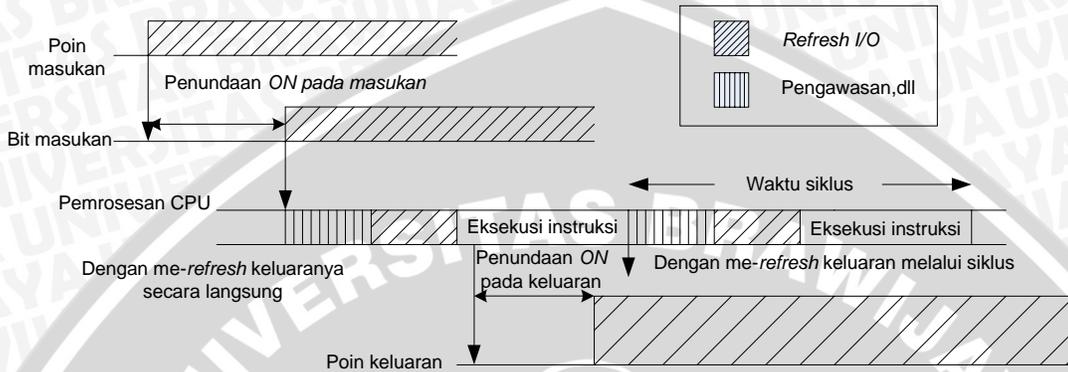
Semua operasi PLC CQM1 ditunjukkan dalam gambar 2.18 berikut:



Gambar 2.18. Diagram Alir Operasi PLC CQM-1
Sumber Omron, 1993;306

2.2.1 Waktu Respon Minimal

Respon CQM1 pada umumnya cepat pada saat menerima sinyal masukan hanya yang menuju sebelum fase *refresh* masukan pada siklus, seperti ditunjukkan ilustrasi pada gambar berikut:



Gambar 2.19. Rincian waktu minimal PLC CQM1
 Sumber : OMRON, 1993;321

Saat me-*refresh* keluaran siklus digunakan:

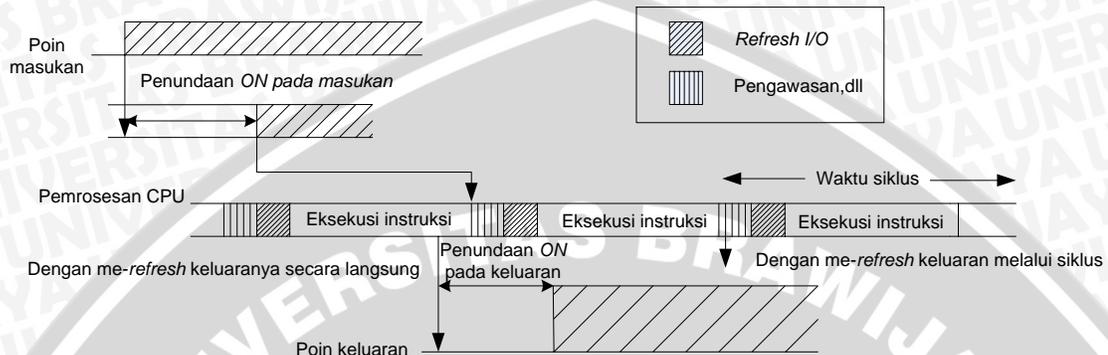
Waktu respon I/O minimal = waktu penundaan *ON* masukan + waktu pengawasan
 + waktu eksekusi instruksi + waktu penundaan *ON* keluaran.

Saat me-*refresh* keluaran secara langsung digunakan:

Waktu respon I/O minimal = waktu penundaan *ON* masukan + waktu pengawasan
 + waktu penundaan *ON* keluaran.

2.2.2 Waktu Respon Maksimal

CQM1 mengambil waktu paling panjang untuk merespon pada saat sinyal masukan hanya yang setelah fase *refresh* masukan dari siklus, seperti yang ditunjukkan oleh ilustrasi dibawah ini:



Gambar 2.20. Rincian waktu maksimal PLC CQM1
Sumber : OMRON, 1993;321

Saat me-*refresh* keluaran melalui siklus digunakan:

Waktu respon I/O minimal = waktu penundaan ON masukan + (waktu pengawasan + waktu eksekusi instruksi) x 2 + waktu penundaan ON keluaran.

Saat me-*refresh* keluaran secara langsung digunakan:

Waktu respon I/O minimal = waktu penundaan ON masukan + waktu pengawasan + waktu eksekusi instruksi + waktu penundaan ON keluaran.

2.3 Grafcet

Grafcet, biasa disebut juga *Sequential Function Chart* (SFC), adalah metode grafik dalam penulisan program pada PLC yang diwujudkan oleh dua macam titik, yaitu langkah (*step*) dan transisi (*transition*). Masing-masing langkah merepresentasikan suatu aksi yang bernilai 1 (aktif) dan 0 (non aktif). Sebuah grafcet paling sedikit mempunyai satu langkah dan satu transisi.

2.3.1 Langkah dan Transisi

Sebuah langkah diwujudkan oleh sebuah gambar bujur sangkar seperti ditunjukkan dalam gambar 2.21.

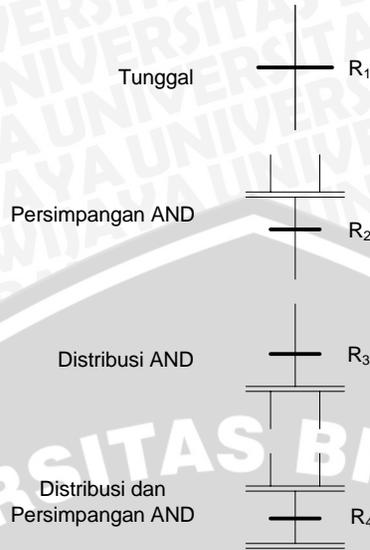
Sebuah langkah bisa mempunyai dua keadaan, aktif (seperti diwujudkan dengan sebuah tanda didalam langkah seperti bentuk langkah 2 pada gambar 2.21, atau tidak aktif seperti langkah 1 dalam gambar 2.21. Langkah-langkah yang harus aktif sebelum sistem dijalankan dan diwujudkan dengan bujur sangkar bergaris ganda (langkah 3 pada gambar 2.21)



Gambar 2.21. Bentuk-bentuk langkah.
Sumber : Rene David, 1995;253

Sebuah transisi diwujudkan seperti pada gambar 2.22 . Sebuah garis vertikal tanpa tanda panah utamanya adalah dari puncak menuju dasarnya. Simbol transisi adalah sebuah batang, tapi pada beberapa keadaan bagian akhirnya harus beralih dan atau diikuti oleh batang ganda.

Beralihnya menjadi batang ganda adalah pada saat dua buah busur atau lebih bergabung dengan transisi ini (transisi 2 dan transisi 4), hal ini secara tidak langsung menyatakan bahwa perlu menunggu keadaan masukan aktif terlebih dahulu sebelum transisi diaktifkan. Sebuah transisi diikuti oleh batang ganda saat dua busur atau lebih meninggalkan transisi ini (transisi 3 dan transisi 4). Perlu menunggu pengaktifan langkah saat transisi diaktifkan.

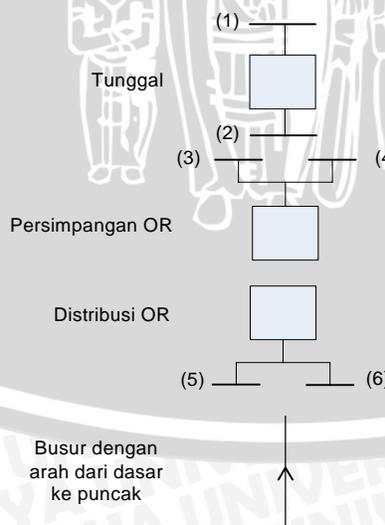


Gambar 2.22. bentuk-bentuk transisi
Sumber : Rene David, 1995;258

Penerimaan (*receptivity*) R_i berhubungan dengan setiap transisi (i). Penerimaan adalah sebuah fungsi variabel masukan grafcet, merupakan keadaan internalnya.

Bentuk hubungan diwujudkan dalam gambar 2.23. Sebuah hubungan harus mengalir dari langkah ke transisi atau dari transisi ke langkah.

Saat dua hubungan atau lebih bergabung dengan langkah yang sama, mereka dikumpulkan seperti gambar 2.23 untuk busur (3)→2 dan (4)→2.



Gambar 2.23. bentuk-bentuk transisi
Sumber : Rene David, 1995;258

Saat dua hubungan atau lebih meninggalkan langkah yang sama, mereka mempunyai ujung keberangkatan yang sama seperti ditunjukkan dalam gambar 2.23 untuk busur $3 \rightarrow (5)$ dan $3 \rightarrow (6)$.

Sebuah busur tegak mengalir dari dasar ke puncak harus ditandai dengan tanda panah.

2.3.2 Pengaktifan Transisi

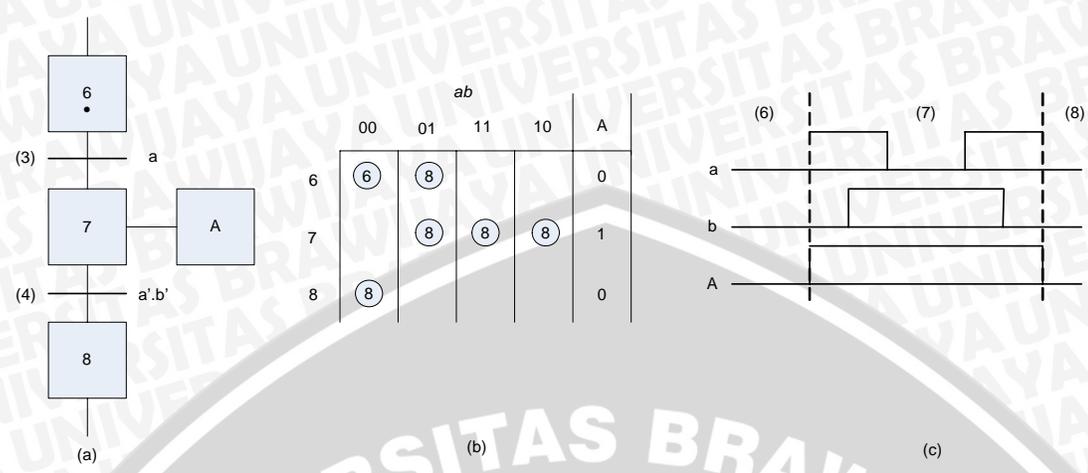
Sebuah langkah aktif hanya mengandung satu tanda, untuk langkah yang tidak aktif tidak mempunyai tanda apapun. Semua langkah-langkah yang aktif yang diberi tanda pada saat tertentu merupakan penjelasan situasi pada saat itu. Sebuah situasi dapat dikatakan sama dengan keadaan sistem itu sendiri. Perubahan situasi dapat dilakukan dengan mengaktifkan transisi. Masukan pengendali logika terhubung dengan transisi-transisi yang terhubung membangkitkan pengaktifan dan keluarannya terhubung dengan langkah yang dihasilkan dari langkah yang aktif.

Sebuah transisi dapat diaktifkan apabila kedua syarat berikut terpenuhi.

1. Semua langkah yang mendahului transisi telah aktif.
2. Penerimaan transisi benar (*true*).

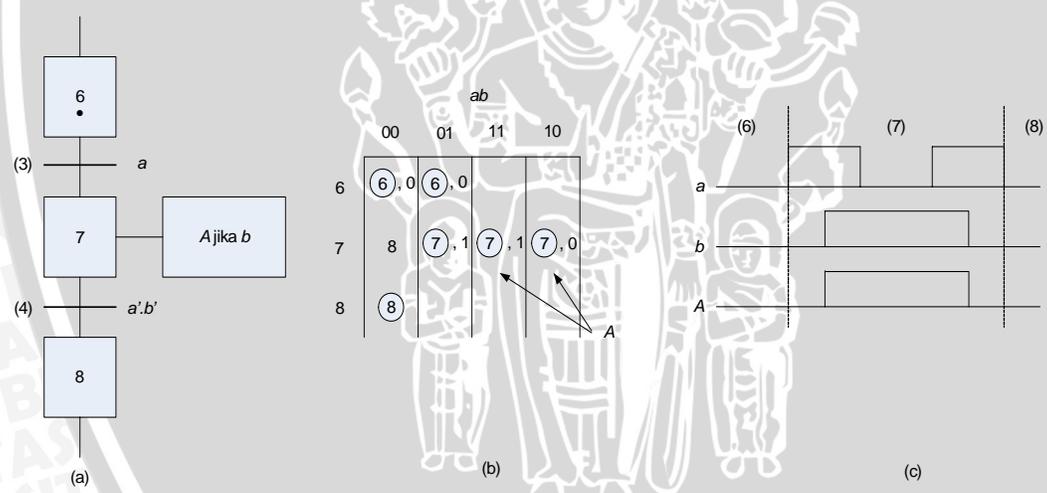
2.3.3 Aksi dan Keluaran

Ada dua kategori aksi, yaitu aksi impuls dan level. Sebuah aksi level dimodelkan oleh variabel Boolean. Hal ini bisa bersyarat atau tidak bersyarat. Aksi A dalam gambar 2.24 (a) adalah yang tidak bersyarat. Hal ini berarti bahwa A dianggap aktif jika langkah 7 telah terpenuhi. Hal ini digambarkan dengan table keadaan dalam gambar 2.24(b) dan sebuah contoh tingkah laku diberikan dalam gambar 2.24 (c).



Gambar 2.24. bentuk-bentuk transisi
 Sumber : Rene David, 1995;260

Aksi A dalam gambar 2.25(a) adalah aksi bersyarat. Aksi A dianggap bernilai 1 pada saat langkah 7 aktif jika $b=1$.

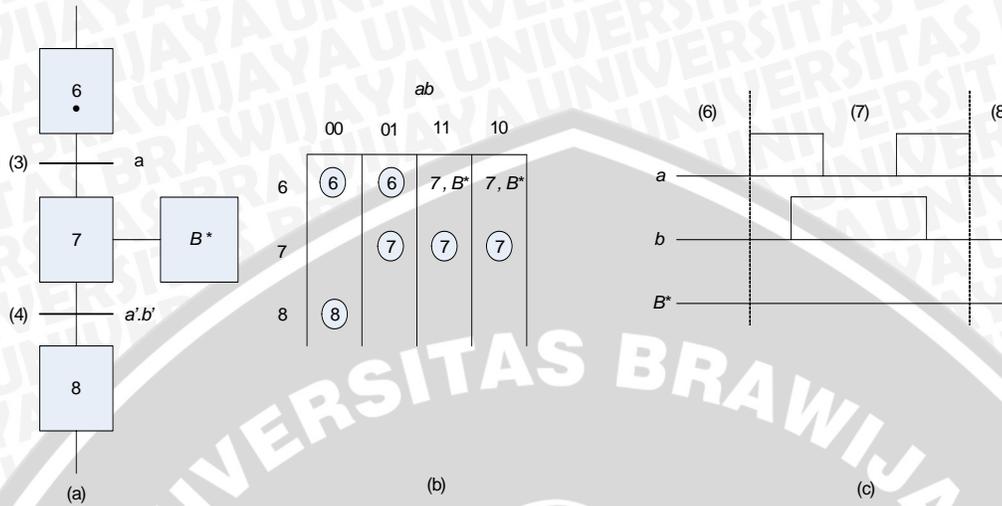


Gambar 2.25. bentuk-bentuk transisi
 Sumber : Rene David, 1995;260

Hal ini diilustrasikan dengan tabel keadaan tak sinkron dalam gambar 2.25 (b) dan sebuah contoh tingkah laku diwujudkan dalam gambar 2.25 (c).

Sebuah aksi impuls dapat dipertanggungjawabkan untuk mengubah nilai sebuah variabel diskrit. Pada akhirnya dapat berupa variabel Boolean atau variabel diskrit yang lain (missal nilai sebuah penghitung atau *counter*). Sebuah aksi impuls yang berhubungan dengan langkah kemudian diteruskan dengan segera oleh langkah tersebut, dapat

mengubah keadaan dari aktif menjadi tidak aktif, tanpa menghiraukan waktu selama langkah ini tetap aktif.



Gambar 2.26. ilustrasi aksi impuls
Sumber : Rene David, 1995;261

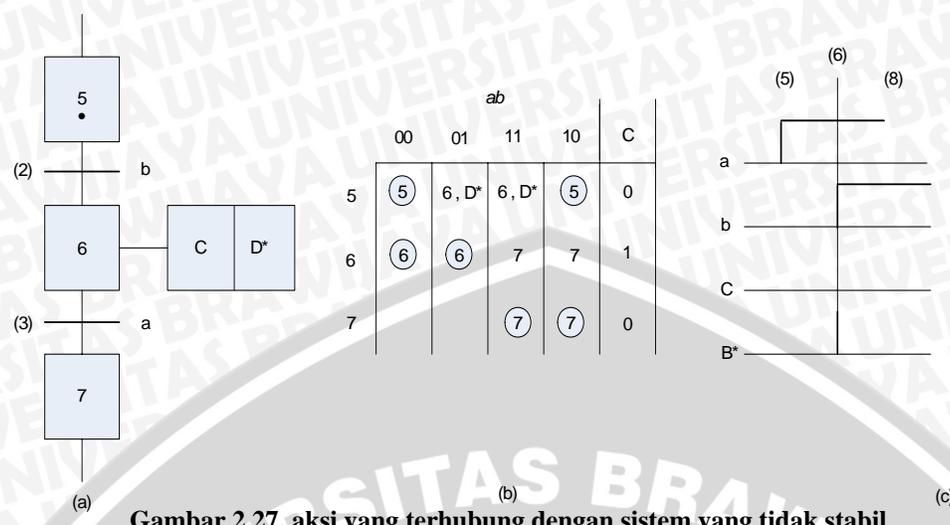
Dalam gambar 2.26(a), aksi B^* adalah sebuah aksi impuls. Tanda bintang menandakan aksi impuls sebuah aksi. Sebagai contoh, penambahan sebuah penghitung(counter) C dapat dituliskan sebagai $(C \leftarrow C+1)^*$ atau secara sederhana $(C \leftarrow C+1)$ selama tidak ada arti ganda pada sifat impuls pada aksi tersebut. Sebagai contoh dari tingkah laku tersebut diberikan gambar 2.26 (c): jika situasinya $\{6\}$, segera dianggap bernilai 1, situasi $\{7\}$ muncul dan aksi B^* dieksekusi.

Kita telah mengilustrasikan contoh ini dengan tabel keadaan dalam gambar 2.26(b). gambaran sebuah keluaran impuls biasanya tidak digunakan dalam sistem tak bersyarat.

Sebuah aksi level mempunyai waktu yang durasinya tak terbatas. Dengan kata lain, sebuah aksi level dengan durasi kecil yang tak terbatas tak bias terwujud. Aksi level hanya terdefinisi hanya untuk situasi yang stabil.

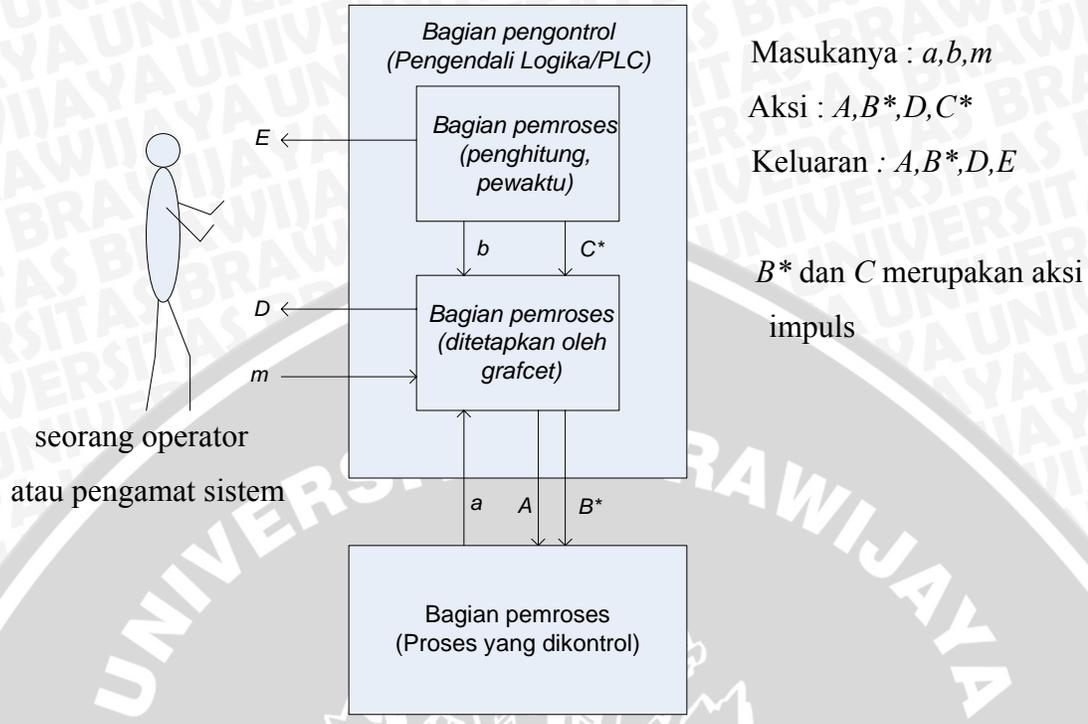
Sebuah aksi impuls bisa saja terlalu singkat. Aksi yang demikian dieksekusi segera saat langkah yang sesuai aktif, walaupun sistem tidak stabil.

Gambar 2.26(c) menunjukkan penerimaan $R_3 = a$ yang siap aktif saat penerimaan $R_2 = b$ aktif. Transisi (2) dan (3) diaktifkan secara berurutan. Langkah 6 aktif sementara (yaitu untuk waktu yang sangat pendek). Demikian juga aksi level C tetap 0 pada saat aksi D^* dieksekusi.



Gambar 2.27. aksi yang terhubung dengan sistem yang tidak stabil
 Sumber : Rene David, 1995;261

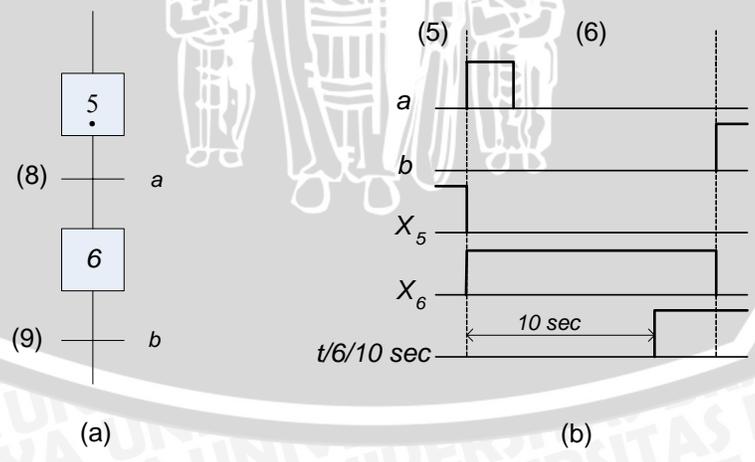
Sebuah keluaran dapat disamakan dengan sebuah sinyal yang beraksi pada lingkungan suatu sistem. Hal ini ditunjukkan dalam gambar 2.27. Aksi impuls C^* bukanlah sebuah keluaran tetapi mengontrol sebuah operasi bagian pemroses pada bagian kendali yang kendali logikanya meliputi : penambahan, pengurangan, dll. Variabel E adalah keluaran pengendali logika tetapi bukan merupakan aksi dalam pengertian Grafcet (ini merupakan nilai penghitung atau perubahan jumlah numeric maupun Boolean yang dikendalikan oleh aksi impuls seperti ‘ * ’)



gambar 2.28. Pengendali Logika, Masukan, Aksi, dan Keluaran
 Sumber: Rene David, 1995;261

2.3.4 Keadaan Internal dan Waktu

Variabel X_I adalah variabel Boolean yang sama dengan 1 saat langkah ke- I aktif. Dalam gambar 2.29(a) kita mempunyai $X_5 = 1$ dan $X_6 = 0$.

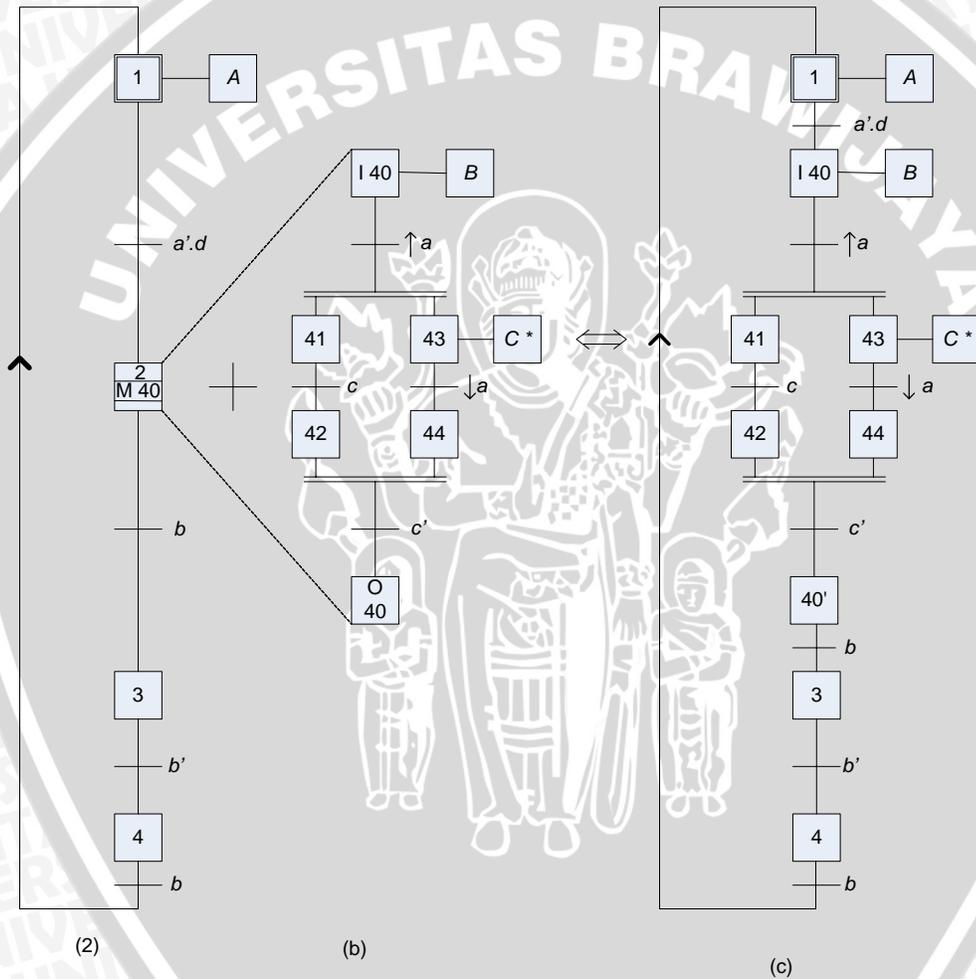


Gambar 2.29. Waktu dan Keadaan Internal
 Sumber: Rene David, 1995;262

Variabel $t/i/\Delta$ adalah variabel Boolean yang sama dengan 1 jika waktu akhirnya (sama dengan Δ) telah terlewati sejak langkah i berubah dari tidak aktif menjadi aktif.

Hal ini diilustrasikan dalam gambar 2.29. langkah 5 aktif, yaitu $X_5 = 1$. saat variabel a dianggap bernilai 1. Variabel Boolean $t/6/10$ sec berarti bernilai 1 saat sepuluh detik kemudian. Ini dipertahankan sampai variabel $X_6 = 0$ berikutnya berubah dari 0 ke 1. perlu dicatat bahwa saat langkah 6 tidak aktif tidak berpengaruh.

2.3.5 Makrostep



Gambar 2.30. Makrostep (a) Grafcet Dengan Makrostep. (b) Ekspansi Makrostep (c) Padanan Grafcet Tanpa Makrostep
Sumber: Rene David, 1995;264

Makrostep digunakan untuk pendekatan sebuah Grafcet, seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.30.

Tujuan makrostep adalah untuk memudahkan deskripsi untuk sistem yang kompleks. Makrostep memberikan kemudahan pengertian tentang bentuk grafik sebuah Grafcet dengan detail bagian tertentu secara terpisah.

Sebuah ekspansi makrostep harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Sebuah makrostep hanya mempunyai sebuah masukan (dituliskan sebagai I) dan sebuah keluaran (dituliskan sebagai O).
2. Semua pengaktifan sebuah transisi ke hulu makrostep mengaktifkan langkah masukan ekspansinya.
3. Keluaran langkah keluaran makrostep berperan mengaktifkan transisi ke hilir.
4. Tak ada arah hubungan yang menuju atau meninggalkan ekspansi makrostep.

2.3.6 Langkah-Langkah dalam Metode Grafcet

Untuk sebuah aplikasi sistem kontrol, langkah-langkah penyelesaian dengan metode Grafcet adalah sebagai berikut:

1. Deskripsi operasi sistem kontrol yang diinginkan (umumnya berupa narasi).
2. Mendata *steps*(langkah-langkah) dan transisi, memberi nama dan nomor masing-masing, serta memberinya alamat. Menentukan juga masukan, keluaran, maupun alamat internal yang diperlukan.
3. Deskripsi ini kemudian ditransformasikan kedalam bentuk Grafcet berdasarkan kombinasi data-data beserta alamat internal yang diperlukan.
4. Setelah Grafcet yang menggambarkan operasi kontrol didapat, maka dengan menggunakan pendekatan-pendekatan terstruktur, ia dapat secara langsung ditrasformasikan ke dalam bentuk diagram tangga.

2.3.7 Urutan Menterjemahkan Grafcet ke Dalam Bentuk Diagram Tangga.

Untuk menterjemahkan bentuk Grafcet yang telah dibuat sebelumnya menjadi bentuk diagram tangga, diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan keadaan awal (inisial).
2. Menentukan transisi-transisi.
3. Menentukan langkah-langkah.
4. Menentukan keluaran dari keadaan pada langkah-langkah yang terhubung dengan keluaran

BAB III

PERANGKAT KERAS

3.1 Lift

Lift adalah alat pengangkut yang dapat naik maupun turun dari suatu tingkat ke tingkat lain pada gedung – gedung bertingkat dan digunakan untuk mengangkut orang maupun barang.

3.1.1 Sejarah Lift

Awal mula digunakan sistem katrol sudah sangat lama, sejak digunakan untuk mengambil air maupun mengangkat bahan-bahan bangunan, sehingga bukan tidak mungkin bahwa ribuan tahun yang lalu sistem katrol memegang peranan yang sangat penting dalam pembangunan piramida-piramida di Mesir.

Pada pertengahan abad ke-19, seiring dengan dimulainya era listrik, teknologi lift mulai dikembangkan, dan selama satu dekade riset tentang lift banyak dilakukan di Amerika Serikat.

Pada Tahun 1857, lift penumpang pertama di dunia beroperasi pada sebuah Hotel di New York yang bertenagakan mesin uap. Di tahun 1867 lift dengan penggerak hidrolik mulai diperkenalkan oleh Leon Edoux di Perancis, tetapi baru digunakan secara luas pada tahun 1878. Kemudian di Tahun 1880 perusahaan Jerman, Siemens memamerkan lift pertama yang bertenagakan energi listrik, tetapi penggunaannya baru dimulai pada tahun 1889 dengan penggerak berupa motor DC.

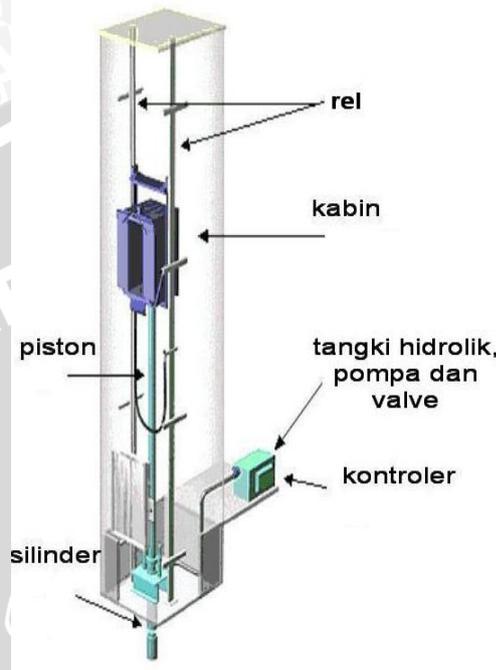
3.1.2 Sistem Penggerak Lift

Dari masa ke masa, jenis penggerak dari lift telah berkembang seiring dengan perkembangan teknologi yang digunakannya. Namun pada umumnya jenis penggerak dari lift dapat digolongkan sebagai berikut.

- a. Lift dengan sistem penggerak hidrolik (*hydraulic elevator*)

Komponen dasar lift dengan menggunakan sistem hidrolik seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.1. Sistem meliputi piston dan silinder yang dihubungkan kedalam sistem hidrolik. Tangki diisi dengan cairan (misalnya oli), dan dihubungkan melalui valve ke silinder. Ketika terdapat isyarat dari kontroler agar lift bergerak ke atas, maka pompa akan mengalirkan cairan ke dalam silinder, dalam keadaan ini valve

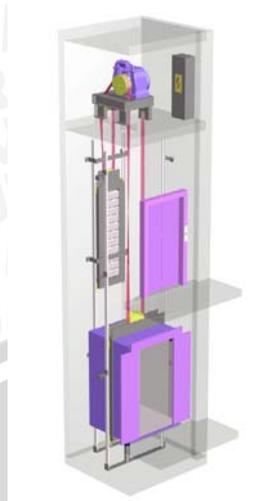
tertutup sehingga cairan tidak akan dapat masuk kedalam tangki kembali, pompa akan berhenti mengalirkan cairan ketika terdapat isyarat yang diterima oleh kontroler agar pompa berhenti. Valve akan membuka dan mengalirkan cairan kedalam tangki apabila terdapat isyarat dari kontroler agar lift bergerak turun, sampai kontroler memberi isyarat ke valve agar berhenti mengalirkan cairan pada posisi yang diinginkan.



Gambar 3.1. Lift Sistem Hidrolik
Sumber: www.isr.umd.edu

b. Lift dengan sistem penggerak motor listrik (*traction elevator*)

Lift dengan penggerak motor listrik menggunakan tali yang pada umumnya terbuat dari baja untuk menggerakkan kabin naik dan turun. Lift dengan penggerak motor lebih banyak dipakai karena lebih tahan untuk mengangkat beban ke tempat yang lebih tinggi dibandingkan dengan lift hidrolik, selain itu tingkat keamanan dan kenyamanan lift dengan penggerak motor juga lebih baik.



Gambar 3.2. Lift Penggerak Motor
Sumber : www.marshallelevator.com

Kedua sistem tersebut mengalami perkembangan masing – masing sesuai dengan kebutuhan dan syarat di lapangan. Namun dewasa ini, lift dengan sistem penggerak motor listriklah yang lebih berkembang dan sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari.

3.1.3 Jenis Lift Berdasarkan Fungsinya

Pembagian lift dilihat dari sudut pemakaian/fungsinya dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

- a. Lift penumpang (*passanger elevator*)
- b. Lift barang (*freight elevator*)
- c. Lift pelayan (*dumb elevator*)

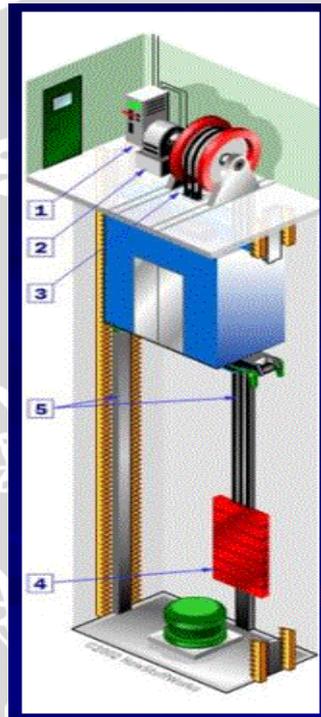
Sebenarnya lift pelayan termasuk dalam lift barang, tapi karena kapasitasnya yang lebih kecil dari lift barang, maka lebih sering disebut dengan lift pelayan.

Prinsip kerja dari lift tersebut sebenarnya tidak jauh berbeda, tetapi perbedaan yang nyata terletak pada ruang interior serta fasilitas pengoperasian yang ada didalamnya.

3.1.4 Konstruksi Lift

Desain lift yang sering digunakan yaitu lift dengan tali baja (*wire rope*), melalui tali inilah box lift dapat digerakan naik maupun turun. Tali tersebut dihubungkan dengan box lift dan mengelilingi katrol (*sheave*), pada katrol tersebut terdapat lekukan di sekelilingnya. Sehingga ketika katrol berputar, maka tali juga ikut berputar.

Katrol terhubung dengan motor listrik yang berfungsi sebagai penggerak box lift. Biasanya katrol, motor, dan mesin kontrol terdapat dalam satu ruang kontrol yang terletak diatas sangkar lift. Tali yang terhubung dengan box lift juga terhubung dengan bobot penyeimbang yang tergantung si sisi lain dari katrol. Berat dari bobot penyeimbang ini sama dengan berat lift yang terisi 40% dari kapasitas maksimumnya. Box lift berjalan pada satu rel (*guide rails*) yang terletak di sepanjang sisi dari sangkar lift. Rel ini berguna untuk menjaga box lift agar tidak berayun-ayun.



Gambar 3.3. Konstruksi Lift
sumber : www.howstuffworks.com

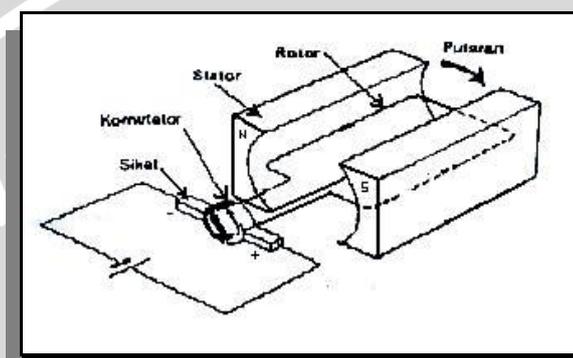
keterangan gambar:

1. Mesin kontrol
2. Motor listrik
3. Katrol
4. Penyeimbang bobot
5. Rel

3.2 Motor DC

Motor DC memiliki konstruksi yang sama dengan motor AC, perbedaannya terletak pada sikat dan cincin belah (komutator). Saat siklus pertama, arus mengalir dari kutub positif ke negatif. Aliran arus yang melewati bagian kabel yang berada didekat

kutub N magnet akan menimbulkan gaya Lorentz ke bawah. Sementara itu aliran arus yang melewati kabel yang berada di dekat kutub S magnet akan menyebabkan gaya Lorentz ke atas. Kedua perpaduan gaya Lorentz tersebut akan menyebabkan kawat berputar. Pada siklus berikutnya terjadi hal yang serupa seperti pada siklus sebelumnya. Apabila arus terus-menerus dialirkan, maka kawat akan berputar secara terus menerus pula. Pada aplikasi sesungguhnya, kawat adalah sebuah rotor yang akan dikopel dengan sebuah as dan akan memutar as tersebut terus menerus seiring perputaran motor. Motor DC ditunjukkan dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Motor DC
Sumber: Kismet F [1994:98]

3.3 Saklar

3.3.1 Saklar Tombol Tekan

Saklar yang dioperasikan secara manual adalah saklar yang dikontrol dengan tangan. Saklar tombol tekan adalah bentuk paling umum dari pengendali manual yang ditemui di industri. Pada kenyataannya di dalam industri, saklar tekan/*push button* (PB) adalah bagian dari piranti listrik yang terdiri atas tombol yang harus ditekan terlebih dahulu untuk dapat mempengaruhi suatu operasi.

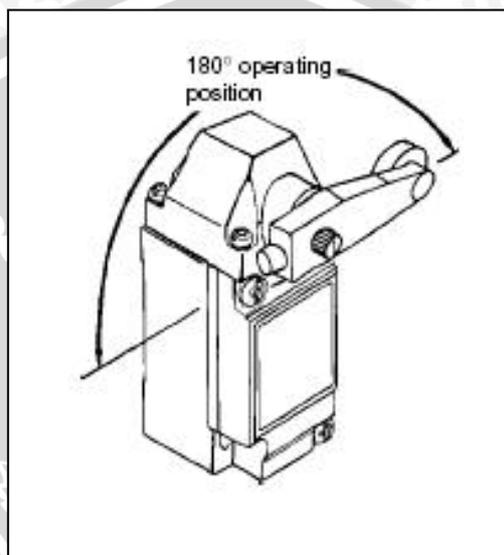
Saklar tombol tekan terdiri dari dua keadaan, *normally open*(NO) dan *normally closed*(NC). Saklar tombol tekan NO akan menyambung rangkaian atau menghubungkan rangkaian ketika tombol ditekan, sedangkan Saklar tombol tekan NC akan memutus rangkaian atau memrangkai ketika tombol ditekan

3.3.2 Saklar batas

Sebuah saklar mekanis yang menghasilkan sinyal “hidup/mati” sebagai akibat dari tertutup atau terbukanya saklar oleh suatu masukan mekanis. Sebuah saklar *Normally Open*(NO) mempunyai kontak-kontak yang akan terbuka bila tidak ada

masukan mekanis yang diberikan dan masukan mekanis tersebut digunakan untuk menutup saklar. Sebuah saklar *Normally Close*(NC) memiliki kontak-kontak yang akan tertutup apabila tidak ada masukan mekanis yang diberikan dan masukan mekanis tersebut yang digunakan untuk membuka saklar.

Saklar batas atau yang disebut *limit switch* diperuntukan bagi saklar yang digunakan untuk mendeteksi suatu peralatan yang bergerak.



Gambar 3.5. saklar batas omron
 Sumber: www.submarineboat.com

3.4 Relai

Relai pengendali elektromekanis adalah saklar magnetis, yang menghubungkan rangkaian beban *ON* atau *OFF* dengan pemberian energi elektromekanis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian.

Sebuah relai dapat memiliki beberapa kontak. Relai memiliki kontak diam dan bergerak, kontak bergerak dipasangkan pada *plunger*. Apabila kumparan diberi tegangan maka akan terjadi medan elektromagnetis yang nantinya akan menggerakkan *plunger* pada kumparan yang nantinya akan menutup kontak NO dan membuka kontak NC.

BAB IV METODOLOGI

Kajian dalam skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan pembuatan *prototype* lift 4 tingkat dengan menggunakan bahasa grafik Grafcet yang kemudian ditransformasi ke dalam diagram tangga agar kinerjanya sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya. Transformasi dari bentuk Grafcet kedalam diagram tangga disebabkan karena perangkat lunak yang mendukung tidak menyediakan sehingga digunakan pendekatan dalam bentuk diagram tangga yang sesuai dengan bentuk grafcet. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada dipasaran terutama yang mudah didapat.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, maka metodologi yang digunakan adalah:

4.1 Studi Literatur

Mempelajari segala literatur yang berhubungan dengan pembuatan sistem pada skripsi ini, yaitu literatur tentang PLC, Grafcet, Lift, dan komponen yang digunakan, baik dari *datasheet*, jurnal, buku, dan Tugas Akhir.

4.2 Perencanaan Sistem

Perencanaan sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya, hal ini dimaksudkan agar sistem tersebut dapat berjalan sesuai dengan yang deskripsi awal yang telah direncanakan.

Perancangan sistem yang dilakukan meliputi:

- Penentuan spesifikasi sistem yang akan dibuat, meliputi:
 - a. Penentuan deskripsi kerja sistem secara keseluruhan.
 - b. PLC dan rangkaian elektronik pendukung.
- Pembuatan blok diagram sistem secara keseluruhan.
- Penentuan rangkaian yang digunakan.
- Perancangan model Grafcet sesuai dengan deskripsi kerja yang telah ditentukan sebelumnya.
- Perancangan diagram tangga melalui pendekatan dari model Grafcet yang telah dibuat sebelumnya.

4.3 Realisasi Pembuatan Sistem

- Pembuatan mekanik konstruksi lift secara keseluruhan yang meliputi penempatan PLC, saklar batas, motor DC dan komponen pendukung lainnya.
- Pengisian program yang telah dirancang sebelumnya pada PLC.

4.4 Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem secara keseluruhan telah bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya atau tidak. Pengujian juga digunakan untuk mengetahui waktu respon pada PLC.

4.5 Analisa Sistem

Analisa dilakukan setelah sistem diuji coba secara keseluruhan, analisa digunakan untuk mengetahui waktu respon sistem.

4.6 Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian sistem secara keseluruhan. Jika hasil yang didapatkan telah sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, maka sistem kendali tersebut telah berhasil memenuhi harapan dan tentunya memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk penyempurnaannya.

BAB V

PERENCANAAN SISTEM

5.1 Tinjauan Umum

Perancangan program lift 4 lantai dengan metode Grafset menggunakan PLC keluaran dari Omron dengan tipe CQM-1 sebagai pengendali utamanya, mempunyai spesifikasi perencanaan sebagai berikut :

- 1) Prototype lift yang digunakan dalam perancangan adalah lift berdimensi kecil dengan ukuran panjang 35 cm, lebar 33 cm dan tinggi 135cm.
- 2) Menggunakan 2 buah motor DC dengan kriteria sebagai berikut:
 - Untuk menggerakkan box lift agar dapat naik dan turun digunakan motor DC 24V dengan konsumsi arus sebesar 1,5A.
 - Untuk menggerakkan pintu pada box lift agar dapat membuka dan menutup digunakan motor DC 12V dengan konsumsi arus sebesar 0,5A.
- 3) Sensor posisi pada tiap lantai dan sensor buka tutup pada box lift menggunakan saklar batas.
- 4) Konstruksi rangka lift terbuat dari bahan aluminium. Pemilihan bahan ini bertujuan karena beratnya yang ringan dan cenderung kokoh, serta mudah dalam pengerjaannya
- 5) Konstruksi box lift menggunakan bahan acrylic 4mm, dengan panjang 23cm, lebar 15,5cm dan tinggi 20cm.

5.2 Deskripsi Kerja Sistem

Untuk lebih memudahkan dalam perancangan, maka perlu dijabarkan deskripsi kerja sistem secara keseluruhan.

Pada saat awal sistem mulai bekerja, PLC akan melakukan inialisasi untuk menentukan posisi box lift. Setelah itu pengguna menekan tombol yang berada diluar pada masing-masing lantai, box lift akan menuju posisi dimana pengguna menekan tombol, setelah itu pintu lift akan membuka.

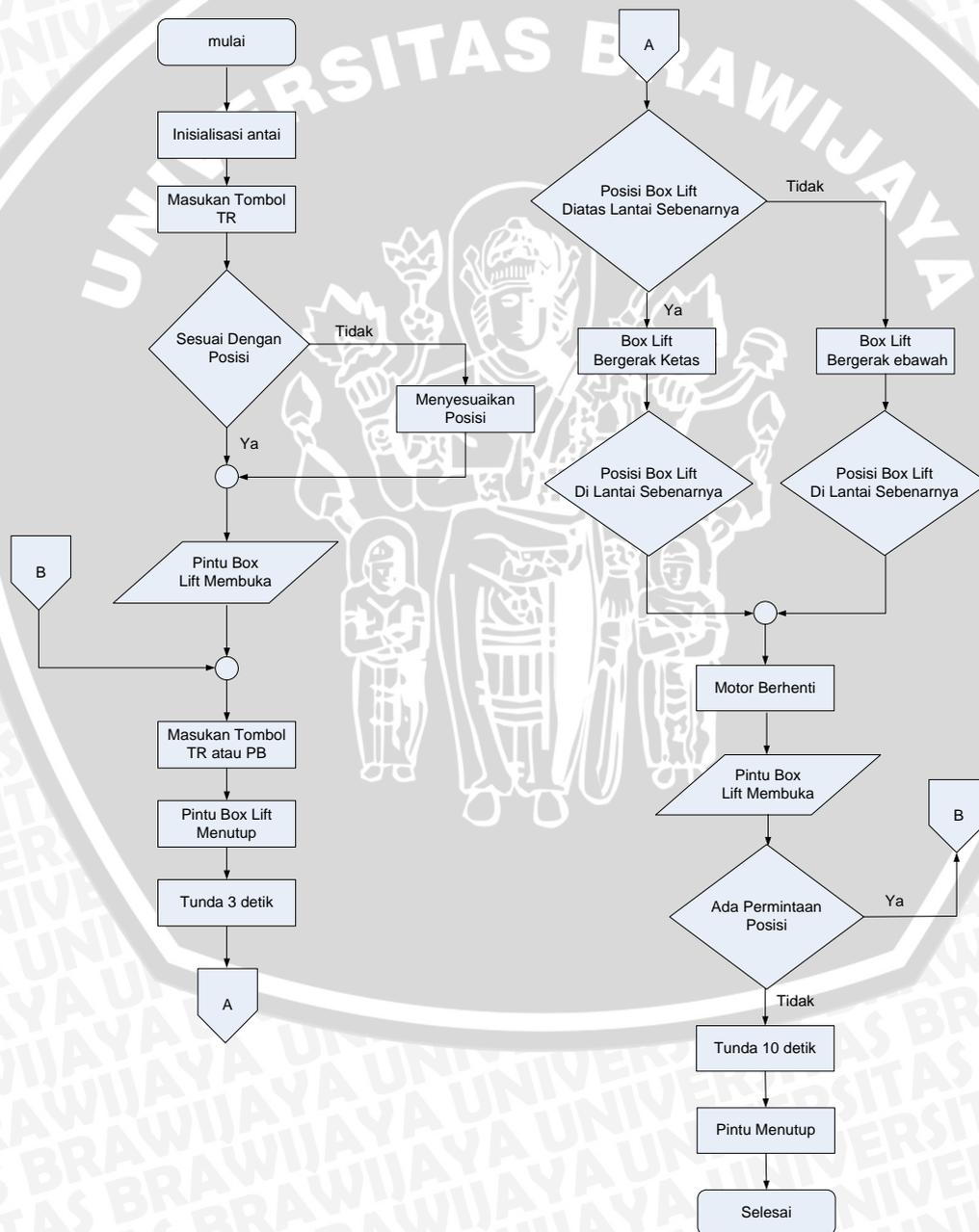
Setelah pintu lift terbuka, pengguna dapat menekan tombol yang diasumsikan berada didalam box lift, selain tombol yang berada didalam lift, pengguna juga dapat memberi perintah melalui tombol yang berada diluar lift. apabila ada salah satu tombol

yang ditekan, maka pintu pada box lift akan menutup, dan setelah 3 detik kemudian box lift akan menuju lantai yang dituju oleh pengguna.

Pada saat box lift menuju posisi lantai yang berikan sebelumnya oleh pengguna, box lift akan berhenti jika ada perintah yang diberikan melalui tombol yang berada diluar box lift, dengan syarat posisi lantai dimana pengguna lain menekan tombol tidak melebihi posisi lantai yang dituju sebelumnya.

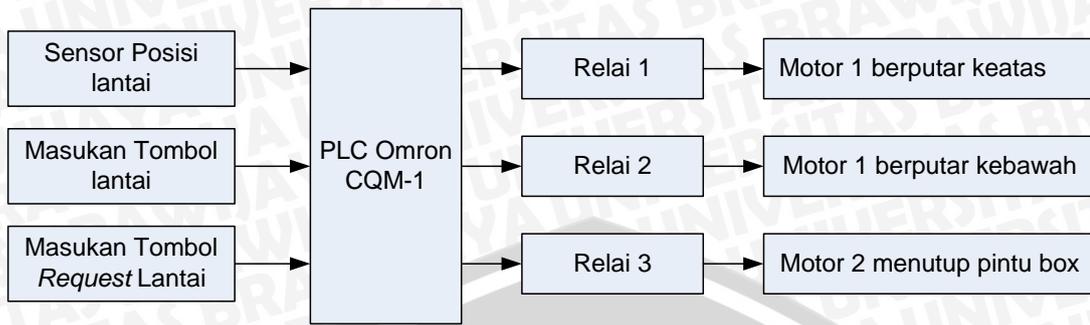
Dari permasalahan diatas itulah dibuat model grafcet untuk *prototype* lift barang, sesuai dengan deskripsi kerja diatas.

Hal tersebut sesuai dengan diagram alir dibawah ini.



Gambar 5.1. Diagram Alir Sistem Secara Keseluruhan

5.3 Perancangan Pembuatan Model Sistem Kendali Sekuensial.



Gambar 5.2 Diagram Blok Kerja Sistem

5.3.1 Peralatan Masukan

❖ Saklar Tombol Tekan

Saklar tombol tekan berjumlah delapan buah, terdiri dari empat buah sebagai permintaan lantai tujuan dari pengguna dengan simbol PB1, PB2, PB3, dan PB4 yang terhubung dengan masukan 00000, 00001, 00002, 00003 pada PLC. Saklar tombol tekan yang lainnya berjumlah empat buah yang terdapat dibagian luar dari lift, berfungsi untuk memerintahkan lift agar bergerak menuju lantai dimana pengguna melakukan perintah. Saklar tombol tekan terdiri dari satu buah pada tiap-tiap lantai, masing-masing terhubung dengan alamat masukan 00004, 00005, 00006, dan 00007 pada PLC.

❖ Saklar Batas

Saklar batas berjumlah empat buah terletak di tiap-tiap lantai pada lift dengan simbol S1, S2, S3, dan S4 masing-masing terhubung dengan alamat 00011, 00012, 00013, dan 00014 pada PLC, saklar batas tersebut berfungsi sebagai penanda posisi box lift.

5.3.2 Peralatan Keluaran

❖ Relai

Relai digunakan sebagai penyambung arus ke motor, relai yang digunakan berjumlah tiga buah, dua buah digunakan sebagai pembalik putaran motor penggerak box lift dengan simbol M1 dan M2, satu buah relai lainnya digunakan untuk menggerakkan motor pada pintu box lift.

5.4 Perancangan Diagram Tangga Dengan Metode Grafcet

Setelah didapatkan deskripsi kerja sistem yang diinginkan, maka selanjutnya adalah mendata langkah, transisi, dan instruksi pendukung, serta memberi nama dan nomor pada masing-masing ke dalam tabel-tabel berikut.

Tabel 5.1. Tabel Alamat Keluaran Perangkat Lunak Grafcet

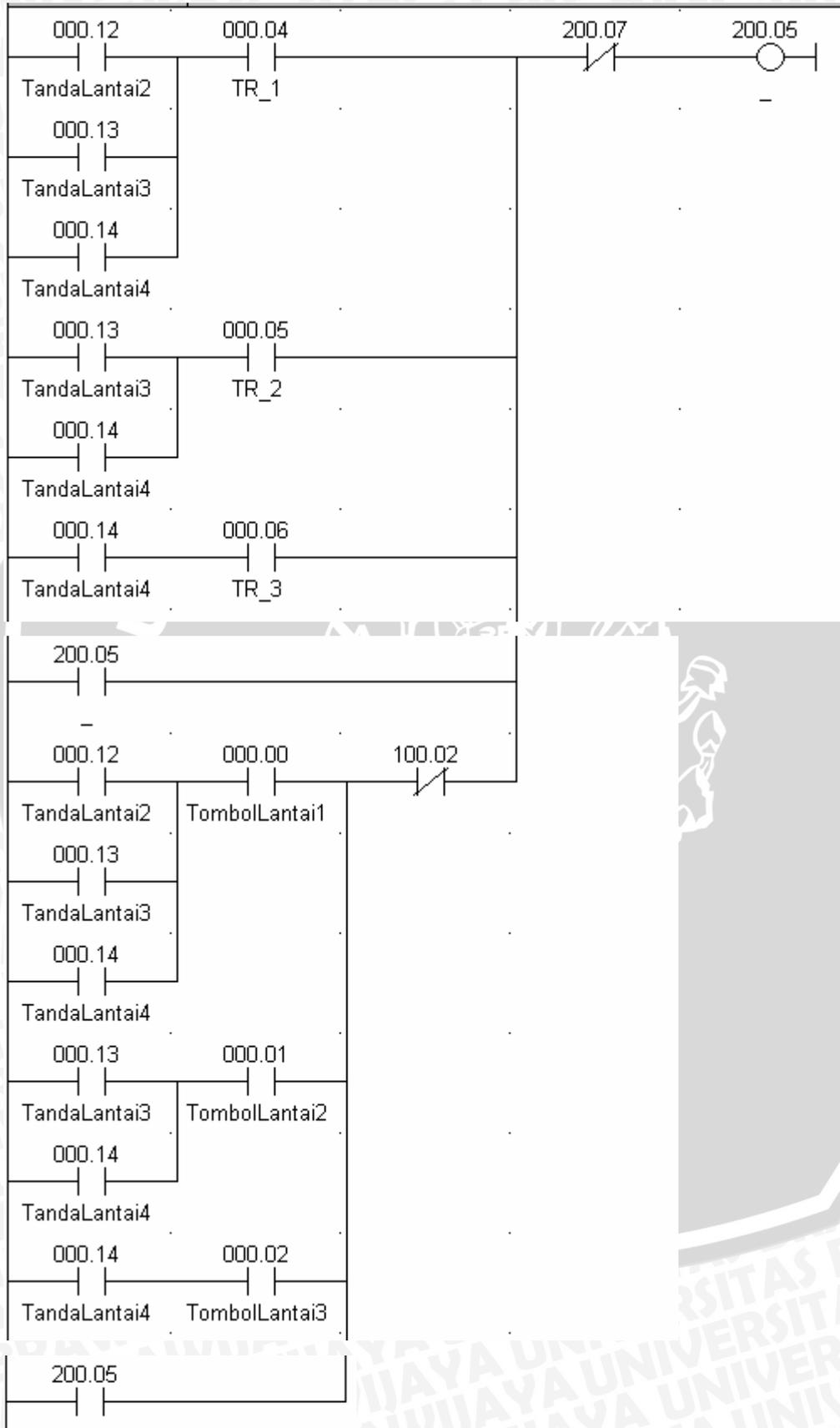
Alamat	Keterangan	Simbol
10000	Relai 1 penggerak motor lift keatas	M1
10001	Relai 2 penggerak motor lift kebawah	M2
10002	Relai 3 penggerak motor pintu lift membuka	M3

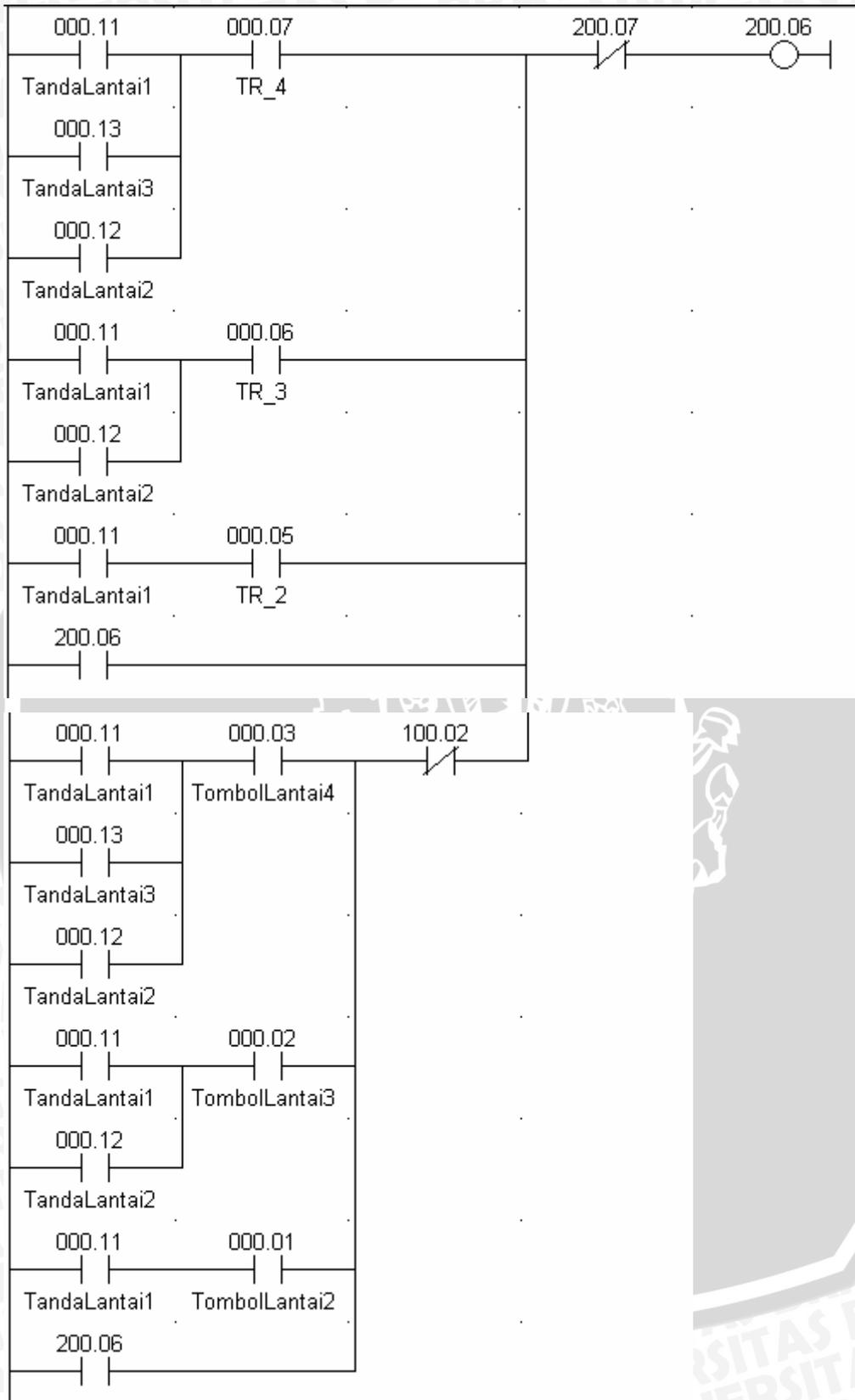
Tabel 5.2. Tabel Alamat Maukan Perangkat Lunak Grafcet

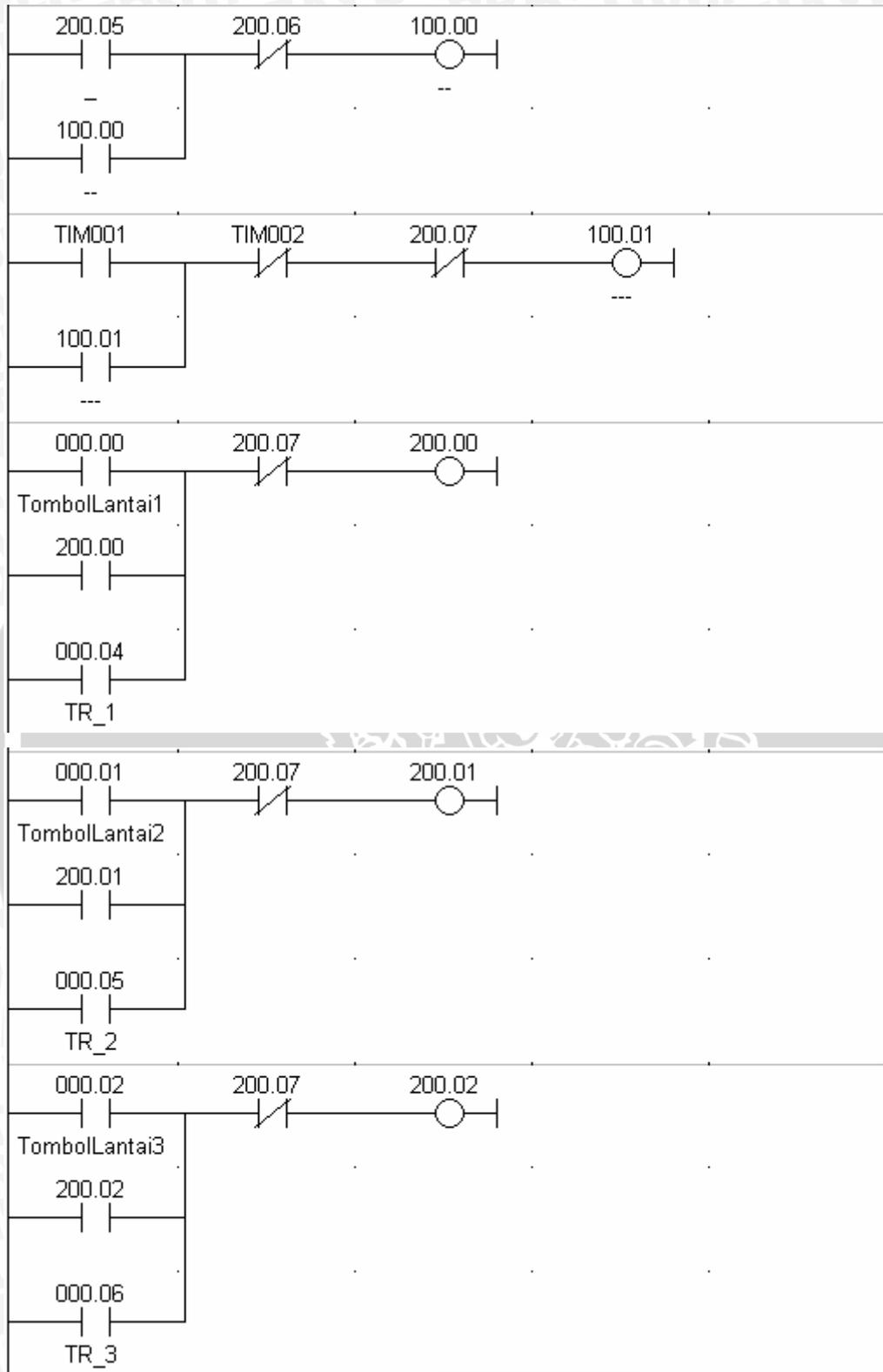
Alamat	Keterangan	Simbol
00000	Tombol tekan lantai 1	PB1
00001	Tombol tekan lantai 2	PB2
00002	Tombol tekan lantai 3	PB3
00003	Tombol tekan lantai 4	PB4
00004	Tombol tekan permintaan lantai 1	TR1
00005	Tombol tekan permintaan lantai 2	TR2
00006	Tombol tekan permintaan lantai 3	TR3
00007	Tombol tekan permintaan lantai 4	TR4
00011	Saklar batas lantai 1	LS1
00012	Saklar batas lantai 2	LS2
00013	Saklar batas lantai 3	LS3
00014	Saklar batas lantai 4	LS4

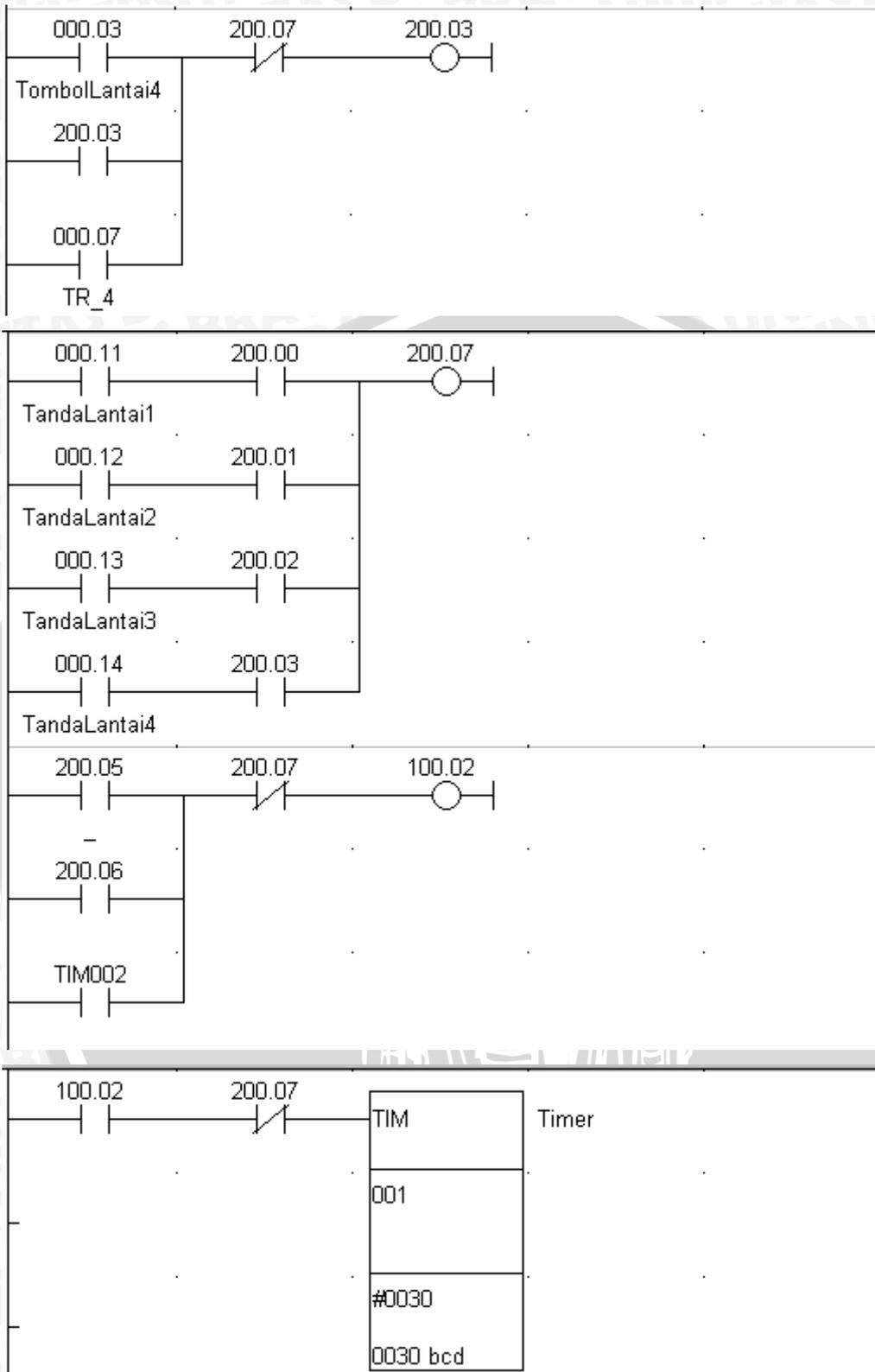
Dari deskripsi kerja sistem yang telah ditentukan sebelumnya, dan dari data-data yang telah ditentukan dalam tabel, maka dapat dibuat model Grafcet yang menggambarkan proses kerja sistem secara keseluruhan.

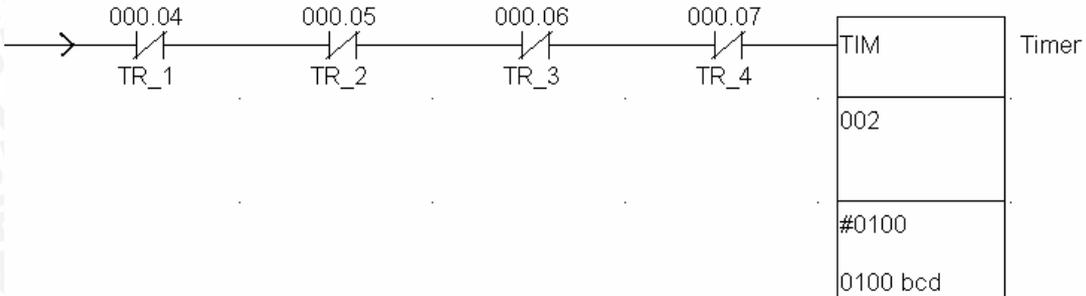
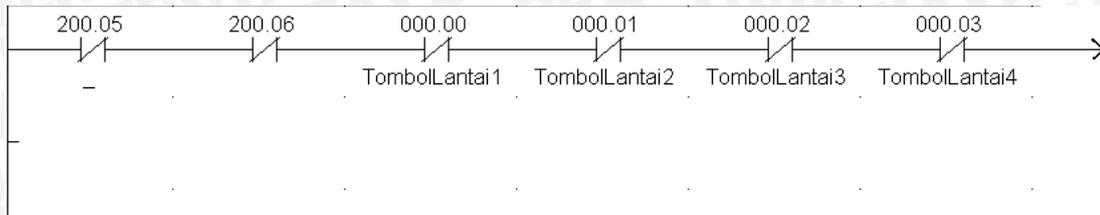
Gambar 5.4. Diagram Tangga Yang Dihasilkan Dari Model Grafcet











BAB VI

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas mengenai pengujian sistem dan menganalisis hasil pengujian untuk mengetahui keberhasilan sistem yang dibuat. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sistem secara keseluruhan pada *prototype* lift, dengan memperhatikan tujuan awal, yaitu agar sistem telah bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Analisis dilakukan dengan mengetahui waktu respon sistem secara keseluruhan dari bentuk diagram tangga yang diperoleh melalui model Grafcet.

6.1 Pengujian Alat Menggunakan Perangkat Lunak

6.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian perangkat lunak ini adalah untuk mengetahui apakah perangkat lunak yang telah dibuat sebelumnya telah dapat bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan.

6.1.2 Langkah-langkah Pengujian

Langkah-langkah dalam pengujian adalah sebagai berikut :

- 1) Menghubungkan terminal masukan PLC dengan masukan eksternal.
- 2) Menghubungkan terminal keluaran PLC dengan keluaran eksternal.
- 3) Menulis perangkat lunak dalam bentuk diagram tangga berdasarkan model Grafcet menggunakan komputer dengan perangkat lunak Syswin 3.4..
- 4) Mengisi PLC dengan perangkat lunak yang telah dibuat melalui kabel komunikasi RS-232.
- 5) Mengoperasikan sistem lift.

6.1.3 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara mengoperasikan lift sesuai dengan deskripsi kerja yang telah dibuat sebelumnya. Dalam sistem lift terdapat banyak sekali kemungkinan pengoperasian yang bisa terjadi, oleh sebab itu pengujian dilakukan dengan mengambil beberapa contoh permasalahan dalam pengoperasian sistem lift. Meskipun demikian, diharapkan dalam pengujian dapat mewakili semua permasalahan yang mungkin terjadi, sehingga dapat diketahui perwujudan model Grafcet dengan pendekatan diagram tangga sebagai kendali yang mudah dipahami.

Tabel 6.1. Hasil Pengujian Menggunakan Perangkat Lunak Berdasarkan Model Grafset.

No.	Masukan PLC	Keluaran PLC
1.	000.12 (pada keadaan awal, box lift berada pada lantai 2)	-
2.	000.04 (TR1)	M3 = 1, Tim001, M1=M2=1
3.	000.11 (LS1)	M3 = 0., M1=1, M2=0
4.	000.03 (PB4)	M3 = 1, Tim001, M2=1
5.	000.12 (LS2)	-
6.	000.13 (LS3)	-
7.	000.14 (LS4)	M3 = 0, M2=0
8.	Tidak ada masukan selama 10 detik	M3 = 1, Lift berhenti beroperasi
9.	000.04 (TR1)	Tim001, M1=M2=1
10.	000.13 (LS3)	-
11.	000.05 (TR2)	-
12.	000.12 (LS2)	M3=0, M1=1, M2=0
13.	Tidak ada masukan selama 10 detik	M3 = 1, M1=1, Lift berhenti beroperasi

Dari data pengujian diatas menunjukkan bahwa diagram tangga yang dihasilkan dengan model Grafset menghasilkan sistem yang berurutan (*sequence*), sehingga prosedur pengoerasian sistem harus sesuai dengan urutan yang telah dideskripsikan sebelumnya, jika sistem dioperasikan secara tidak berurutan, maka sistem tidak akan mengalami perubahan perilaku.

Sebagai contoh, box lift pada posisi awal sistem mulai bekerja berada pada lantai2, kemudian pengguna memberikan perintah agar box lift menuju ke lantai1 dengan menekan tombol TR1, setelah itu pintu box lift akan menutup dan selang 3 detik kemudian box lift akan bergerak turun menuju lantai1, setelah box lift menyentuh saklar batas lantai1, maka pintu pada box lift akan membuka.

Kemudian pengguna kembali memasukan perintah untuk menuju lantai4 dengan menekan tombol PB4, proses yang terjadi sama dengan yang terjadi sebelumnya sampai box lift telah menyentuh saklar batas lantai4. apabila tidak ada masukan selama 10 detik, maka secara otomatis pintu pada box lift akan menutup yang menandakan lift berhenti beroperasi. Setelah itu pengguna kembali memberikan perintah untuk menuju lantai1, pada saat lift sedang beroperasi, terdapat pengguna yang lain memberikan

perintah untuk menuju lantai2 dengan menekan tombol TR2, pada kondisi demikian maka box lift akan berhenti dan pintu box lift akan membuka ketika box lift menyentuh saklar batas yang terdapat pada lantai2. Perintah yang diberikan oleh pengguna yang lain akan diabaikan apabila posisi yang hendak dituju melebihi posisi yang telah diberikan sebelumnya, atau posisi yang hendak dituju berlawanan dengan arah tujuan box lift sebelumnya.

6.2 Analisis Sistem Secara Keseluruhan

Tabel 6.2. Data Instruksi Dalam Statement List Yang Dihasilkan Dari Model Grafcet

No.	Kode	Operan	Waktu eksekusi (μ detik)
1.	LD	000.12	0.5
2.	OR	000.13	0.5
3.	OR	000.14	0.5
4.	AND	000.04	0.5
5.	LD	000.13	0.5
6.	OR	000.14	0.5
7.	AND	000.05	0.5
8.	OR LD		0.5
9.	LD	000.14	0.5
10.	AND	000.06	0.5
11.	OR LD		0.5
12.	OR	200.05	0.5
13.	LD	000.12	0.5
14.	OR	000.13	0.5
15.	OR	000.14	0.5
16.	AND	000.00	0.5
17.	LD	000.13	0.5
18.	OR	000.14	0.5
19.	AND	000.01	0.5
20.	OR LD		0.5
21.	LD	000.14	0.5
22.	AND	000.02	0.5
23.	OR LD		0.5
24.	OR	200.05	0.5
25.	AND NOT	100.02	0.5
26.	OR LD		0.5
27.	AND NOT	200.07	0.5
28.	OUT	200.05	0.75

29.	LD	000.11	0.5
30.	OR	000.13	0.5
31.	OR	000.12	0.5
32.	AND	000.07	0.5
33.	LD	000.11	0.5
34.	OR	000.12	0.5
35.	AND	000.06	0.5
36.	OR LD		0.5
37.	LD	000.11	0.5
38.	AND	000.05	0.5
39.	OR LD		0.5
40.	OR	200.06	0.5
41.	LD	000.11	0.5
42.	OR	000.13	0.5
43.	OR	000.12	0.5
44.	AND	000.03	0.5
45.	LD	000.11	0.5
46.	OR	000.12	0.5
47.	AND	000.02	0.5
48.	OR LD		0.5
49.	LD	000.11	0.5
50.	AND	000.01	0.5
51.	OR LD		0.5
52.	OR	200.06	0.5
53.	AND NOT	100.02	0.5
54.	OR LD		0.5
55.	AND NOT	200.07	0.5
56.	OUT	200.06	0.75
57.	LD	200.05	0.5
58.	OR	100.00	0.5
59.	AND NOT	200.06	0.5
60.	OUT	100.00	0.75
61.	LD	TIM001	1.25
62.	OR	100.01	0.5
63.	AND NOT	TIM002	1.25
64.	AND NOT	200.07	0.5
65.	OUT	100.01	0.75
66.	LD	000.00	0.5
67.	OR	200.00	0.5

68.	OR	000.04	0.5
69.	AND NOT	200.07	0.5
70.	OUT	200.00	0.75
71.	LD	000.01	0.5
72.	OR	200.01	0.5
73.	OR	000.05	0.5
74.	AND NOT	200.07	0.5
75.	OUT	200.01	0.75
76.	LD	000.02	0.5
77.	OR	200.02	0.5
78.	OR	000.06	0.5
79.	AND NOT	200.07	0.5
80.	OUT	200.02	0.75
81.	LD	000.03	0.5
82.	OR	200.03	0.5
83.	OR	000.07	0.5
84.	AND NOT	200.07	0.5
85.	OUT	200.03	0.75
86.	LD	000.11	0.5
87.	AND	200.00	0.5
88.	LD	000.12	0.5
89.	AND	200.01	0.5
90.	OR LD		0.5
91.	LD	000.13	0.5
92.	AND	200.02	0.5
93.	OR LD		0.5
94.	LD	000.14	0.5
95.	AND	200.03	0.5
96.	OR LD		0.5
97.	OUT	200.07	0.75
98.	LD	200.05	0.5
99.	OR	200.06	0.5
100.	OR	TIM002	1.25
101.	AND NOT	200.07	0.5
102.	OUT	100.02	0.75
103.	LD	100.02	0.5
104.	AND NOT	200.07	0.5
105.	TIM	001 #0030	1.25
106.	LD NOT	200,05	0.5
107.	AND NOT	200.06	0.5

108.	AND NOT	000.00	0.5
109.	AND NOT	000.01	0.5
110.	AND NOT	000.02	
111.	AND NOT	000.03	0,5
112.	AND NOT	000.04	0,5
113.	AND NOT	000.05	0,5
114.	AND NOT	000.06	0,5
115.	TIM	002 #0100	1.25
116.	END		29
Total			92,75

Dari datasheet dan data yang diperoleh di atas, maka dapat dihitung waktu responnya :

- penundaan ON pada masukan : 8 ms
- waktu pengawasan : 0,8 ms
- waktu eksekusi total $92,75 \mu s = 0.09275 \text{ ms}$
- penundaan ON pada keluaran : 10 ms
- layanan kanal RS-232 : 0,34 ms
- saat me-*refresh* keluaran melalui siklus digunakan :
waktu respon I/O minimal adalah : $8 \text{ ms} + 0,8 \text{ ms} + 0.09275 \text{ ms} + 10 \text{ ms} = 18,89275 \text{ ms}$
- saat me-*refresh* keluaran secara langsung digunakan :
waktu respon I/O minimal adalah : $8 \text{ ms} + 0,8 \text{ ms} + 10 \text{ ms} = 18,8 \text{ ms}$
- saat me-*refresh* keluaran melalui siklus digunakan :
waktu respon I/O maksimal adalah : $8 \text{ ms} + (0,8 + 0.09275) \text{ ms} * 2 + 10 \text{ ms} = 19,7855 \text{ ms}$
- saat me-*refresh* keluaran secara langsung digunakan :
waktu respon I/O maksimal adalah : $8 \text{ ms} + 0,8 \text{ ms} + 0.09275 \text{ ms} + 10 \text{ ms} = 18,89275 \text{ ms}$

jumlah *rung* : 13

jumlah alamat : 15

jumlah alamat masukan eksternal : 12

jumlah alamat keluaran eksternal : 3

jumlah instruksi dalam *statement list* : 116

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Setelah melakukan hasil pengujian perancangan program prototype lift 4 tingkat dengan menggunakan metode Grafcet, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Sistem lift telah beroperasi sesuai dengan yang telah dideskripsikan sebelumnya, sehingga kinerja dan bentuk diagram tangga yang dihasilkan sesuai dengan model Grafcet.
2. Perangkat lunak Grafcet melalui pendekatan diagram tangga menghasilkan 13 *rung*, dan 116 intruksi.
3. Dari diagram tangga yang didapatkan melalui model Grafcet, dihasilkan waktu respon *I/O* minimal saat *me-refresh* keluaran melalui siklus dan maksimal secara langsung adalah 18,89275ms, waktu respon *I/O* maksimal saat *me-refresh* keluaran melalui siklus adalah 19,7855ms, dan waktu respon *I/O* minimal saat *me-refresh* keluaran secara langsung adalah 18,8ms.

7.2 Saran

Dari hasil monitoring dan analisis pada tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan. Untuk itu, demi penyempurnaan tugas akhir ini penulis mempunyai beberapa saran yang dapat diberikan antara lain :

1. Skala Sistem dapat diperbesar dengan menambah jumlah lantai lift.
2. Memasukan aspek keamanan dalam perancangan *prototype* lift, termasuk unsur mekanik dan elektrik, diantaranya penggunaan pengaturan kecepatan motor, penggunaan sensor beban untuk menghindari kelebihan beban, dan menggunakan bahan yang lebih baik untuk konstruksi *prototype* lift.

DAFTAR PUSTAKA

David, R. 1995. *Grafcet : A Powerfull Tool For Spesifucation of Logic Controllers*. IEEE

Setiawan, Dwirindra Wiguna. 2006. *Otomatisasi Protoype Konveyor Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) Dengan Metode Grafcet*. skripsi tidak diterbitkan. Malang : Jurusan Teknik Elektro FT Unibraw.

Setiawan, Iwan. 2006. *Programmable Logic Control (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta:Andi.

_____, 1993, *CQM1 Programmable Controllers, Programming Manual*, Omron Corporation, Japan.

_____, 1999, *Omron SYSWIN, User Manual*, Omron Corporation, Japan.

_____, 1999, *CQM1 Programmable Controllers, Operation Manual*, Omron Corporation, Japan.

_____, www.isr.umd.edu

_____, www.marshallelevator.com

_____, www.howstuffworks.com

