

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekarang ini usaha kecil dan menengah berkembang sangat pesat. Orang mempunyai keinginan untuk berinovasi dan berlomba untuk menciptakan jenis makanan yang baru dan unik. Salah satu contoh adalah kerupuk, orang membuat inovasi dengan memanfaatkan makanan yang berbahan dasar tepung terigu ini. Ada berbagai macam jenis kerupuk yang berpenampilan baru baik dalam bentuk, rasa dan warnanya.

Ada jenis kerupuk Palembang, bahkan kerupuk yang dijual di berbagai tempat dengan harga yang sangat mungkin untuk dijangkau. Dengan rasa yang gurih dan sangat renyah untuk dimakan, baik untuk dijadikan lauk untuk makan ataupun sebagai cemilan. Karena pada proses pembuatan kerupuk sangatlah mudah semua usaha kecil dan menengah hanya memerlukan alat-alat yang sederhana misalnya dengan hanya menggunakan alat rumah tangga biasa. Bahan mentah kerupuk dibuat dulu dalam proses yang sederhana dengan menggunakan bahan dasar seperti tepung terigu, gula, garam dan yang lainnya. Kemudian kerupuk digoreng dua kali dengan suhu dan waktu yang telah ditentukan, pada proses pertama kerupuk digoreng dengan suhu ± 100 °C dengan waktu 40 detik dalam wadah **1** sampai setengah matang kemudian dipindah ke wadah **2** untuk digoreng lagi pada suhu ± 180 °C dengan waktu 15 detik, ini dimaksudkan agar kerupuk dapat mengembang dengan baik dan bagus bentuknya. Di sini pada proses penggorengan ada dua kali kerupuk digoreng dengan suhu dan waktu yang berbeda agar mendapatkan kualitas yang baik.

Oleh karena itu diperlukan suatu alat otomatis yang membantu para pembuat kerupuk dalam proses penggorengannya, hasil penggorengan dari wadah **1** dipindah secara otomatis ke wadah **2**, membuat proses produksi ini agar lebih efektif dan mendapatkan kualitas serta efisiensi pengerjaannya. Dengan penerapan alat ini dimaksudkan mempermudah proses menggoreng tanpa melibatkan tenaga manusia dengan ini para pembuat kerupuk mendapat produktivitas yang lebih tinggi, kualitas kerupuk yang lebih baik, dan efisiensi waktu.

Pada proses produksi penggorengan kerupuk ini memanfaatkan modul PLC sebagai kontroler otomatis karena PLC memiliki sifat tahan lama (mampu bertahan pada suhu tinggi dan kelembaban rendah), mudah diprogram, dan kecepatan proses yang tinggi serta mudah dalam pengkabelan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang sistem agar bekerja dengan otomatis yang terdiri dari sensor suhu, motor penggerak, dan *timer* ?
- 2) Bagaimana menggunakan dan memprogram PLC sebagai kontroler otomatis untuk mengendalikan suhu dan waktu serta motor penggerak pada alat penggoreng kerupuk ?

1.3 Batasan Masalah

Karena begitu luasnya objek maka perlu dilakukan pembatasan masalah agar pembahasan lebih terfokus pada rumusan masalah. Adapun batasan masalah dalam skripsi ini adalah :

- 1) Sistem yang dikontrol berupa simulasi LED pada sistem PLC.
- 2) Pembahasan tentang alat penggoreng otomatis hanya pada proses penggorengan kerupuk selama dua kali sesuai dengan keperluan tanpa membahas pembuatan awal bahan mentah kerupuk.
- 3) Proses penggorengan 1 : suhu (± 100 °C) dan waktu (40 detik),
Proses penggorengan 2 : suhu (± 180 °C) dan waktu (15 detik).

1.4 Tujuan

Agar simulasi pengontrolan alat penggoreng kerupuk ini dapat berjalan otomatis sesuai yang diinginkan, dengan PLC sebagai kontrolernya.

1.5 Sistematika Pembahasan

Skripsi ini terdiri dari enam bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika pembahasan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan perancangan sistem, yang meliputi: dasar teori PLC, dasar teori pengorengan, termokopel, termokontrol, motor DC, heater, silinder pneumatik, solenoid valve, relay.

BAB III Metodologi

Membahas metode penelitian dan perencanaan simulasi sistem.

BAB IV Perancangan Sistem

Membahas perancangan simulasi sistem pengontrolan otomatis proses pengorengan dengan kontroler PLC. Setelah itu, bagaimana menerapkannya dalam sistem secara keseluruhan.

BAB V Pengujian dan Simulasi

Membahas hasil pengujian dan simulasi sistem.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Membahas kesimpulan perancangan ini dan saran-saran yang diperlukan untuk melakukan pengembangan aplikasi selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.3 Proses Penggorengan

Tujuan proses penggorengan dua kali agar mendapatkan kualitas kerupuk yang lebih baik, yaitu dapat mengembang lebih baik dan bentuknya sesuai dengan yang diinginkan. Adapun dua kali penggorengan dimaksudkan agar kerupuk sewaktu digoreng pertama dapat mekar sehingga untuk menggoreng pada saat kedua kalinya tidak membutuhkan waktu terlalu lama, dan hasilnya kerupuk dapat mengembang dengan baik sehingga sesuai dengan kualitas yang diinginkan.

Proses produksi penggorengan dua kali membutuhkan waktu dan suhu yang berbeda untuk menggorengnya, karena proses penggorengannya ada dua kali maka waktu dan suhu pada saat proses penggorengan pertama berbeda dengan proses penggorengan yang kedua. Bila yang pertama membutuhkan waktu sekitar 40 detik dan dengan suhu $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka untuk proses yang kedua untuk memberikan hasil yang baik diperlukan waktu sekitar 15 detik dengan suhu $\pm 180\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dengan adanya alat otomatis penggoreng ini diharapkan semakin mempermudah untuk para produsen kerupuk baik kecil, menengah maupun produsen yang memiliki pasar industri yang besar dan luas menghasilkan kerupuk dengan kualitas yang baik, dan produktivitas yang lebih tinggi, dan efisiensi waktu yang terjaga. Contoh kerupuk Palembang dapat dilihat dalam Gambar 2.1.

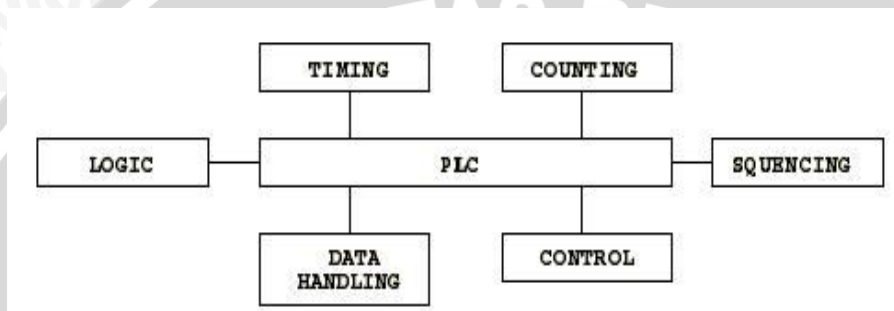


Gambar 2.1. Kerupuk

Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/kerupuk>

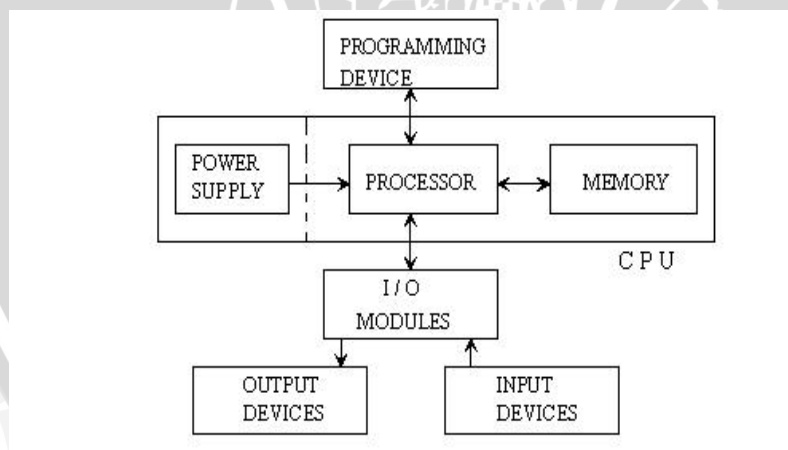
2.2 Programmable Logic Controller (PLC)

Berdasarkan pada standar yang dikeluarkan oleh *National Electrical Manufactures Association* (NEMA) ICS3-1978 Part. ICS3-304, PLC didefinisikan bahwa "PLC adalah suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital, memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus, seperti *logic*, *sequencing*, *timing*, *counting*, dan aritmatika untuk mengontrol berbagai jenis mesin atau proses melalui analog atau digital *input/output modules*".



Gambar 2.2. Fungsi PLC

Sumber : Omron, 1993:13

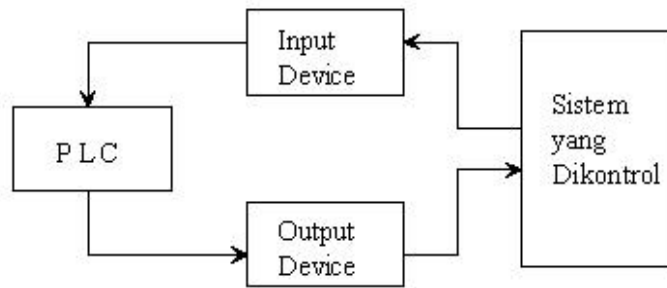


Gambar 2.3. Arsitektur PLC

Sumber : Omron, 1993:15

2.2.1 Prinsip kerja PLC

Pada prinsipnya, sebuah PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan *input* luar atau "*Input Device*", seperti yang dijelaskan dalam Gambar 2.4.



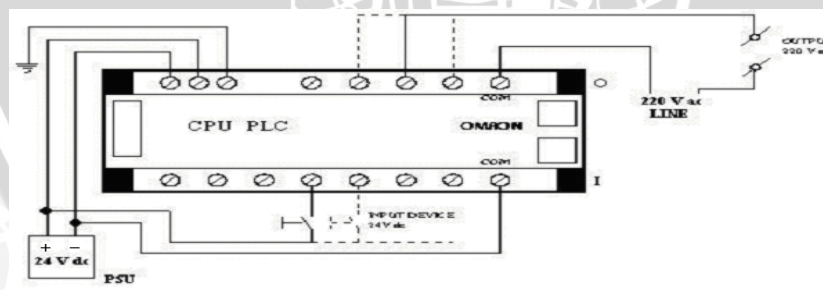
Gambar 2.4. Diagram Blok Prinsip Kerja PLC

Sumber : Omron, 1993:22

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 "*Centrall Processing Unit*" (CPU) yang ada didalam PLC ditetapkan di dalam ingatan memorinya. Selanjutnya, CPU akan mengambil keputusan-keputusan tersebut akan 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 nantinya akan menggerakkan peralatan *output* atau "*Output Device*" yang dapat berupa kontaktor-kontaktur ataupun relay-relay. "*Output Device*" inilah yang nantinya akan mengoperasikan sistem atau proses yang akan dikontrol.

2.2.2 Pengawatan dan Bagian-bagian PLC.

Pengawatan standar CPU PLC dapat dilihat dalam Gambar 2.5 :



Gambar 2.5. Pengawatan PLC

Sumber : Omron, 1993:36

Dalam Gambar 2.5 diperlihatkan bahwa pada busbar (jalur) *input* diberikan tegangan 24 V_{dc}, dengan *output* tegangan 220 V_{ac}. Tegangan *input* dan *output* tersebut dapat diganti besaran tegangannya atau jenis tegangannya (ac/dc), yang tentunya juga memerlukan sedikit tambahan komponen untuk mengubah tegangan I/O-nya.

2.2.2.1 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.

- **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.

- **Unit Memori**

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

2.2.3 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*).

2.2.3.1 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 / 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*.

2.2.3.2 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.

2.2.3.3 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 memori bit I/O dan *work bit* demikian pula 3 (tiga) digit nomor untuk *timer* dan *counter*.

2.2.4 Instruksi Pemrograman

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

2.2.4.1 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

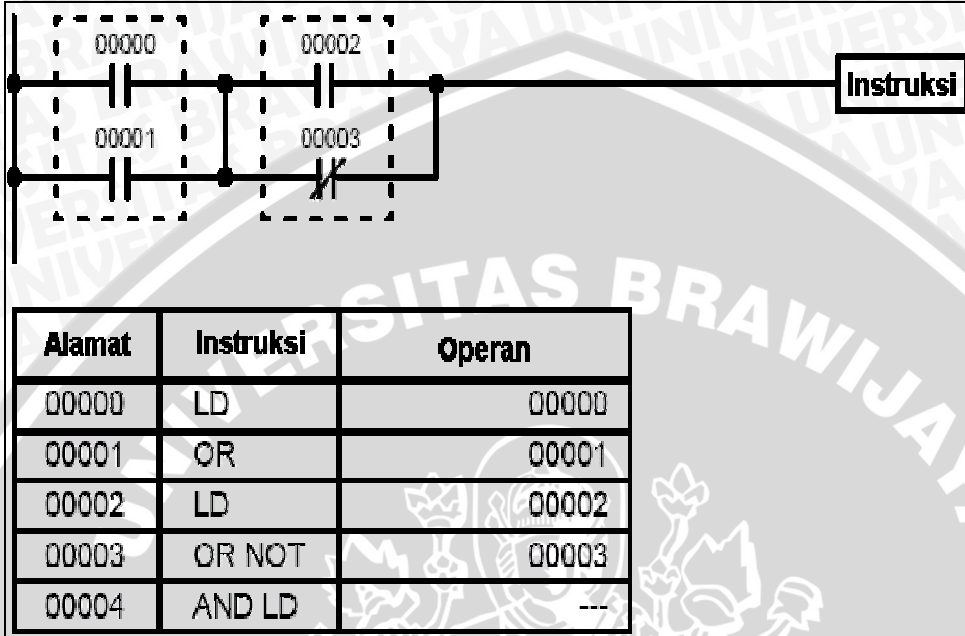
Instruksi dasar END untuk menyatakan rangkaian kontrol yang dibuat telah berakhir. Instruksi END ini harus selalu dimasukkan dalam penulisan program karena apabila akhir rangkaian kontrol tidak dilengkapi dengan instruksi END, maka program tersebut tidak akan dieksekusi oleh CPU. Pesan kesalahan yang 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.

2.2.4.2 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.

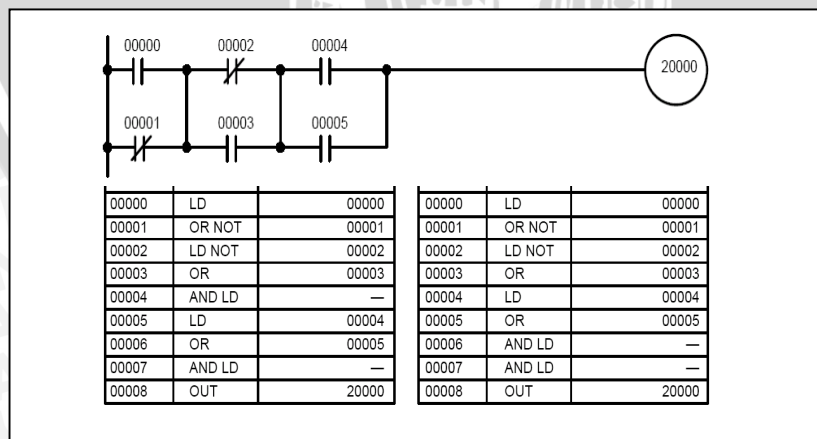


Gambar 2.6. AND LD

Sumber : Omron, 1993:97

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

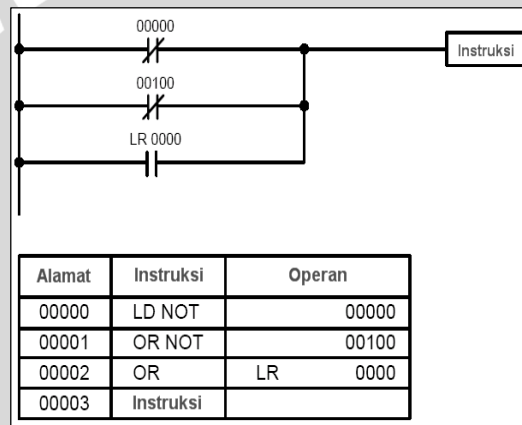
Contoh :



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 2.7. 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 :



Alamat	Instruksi	Operan	Alamat	Instruksi	Operan
00000	LD	00000	00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001	00001	AND NOT	00001
00002	LD NOT	00002	00002	LD NOT	00002
00003	AND NOT	00003	00003	AND NOT	00003
00004	OR LD	—	00004	LD	00004
00005	LD	00004	00005	AND	00005
00006	AND	00005	00006	OR LD	—
00007	OR LD	—	00007	OR LD	—
00008	OUT	20001	00008	OUT	20001

Gambar 2.8. Kombinasi Blok OR LD

Sumber : Omron, 1993:99

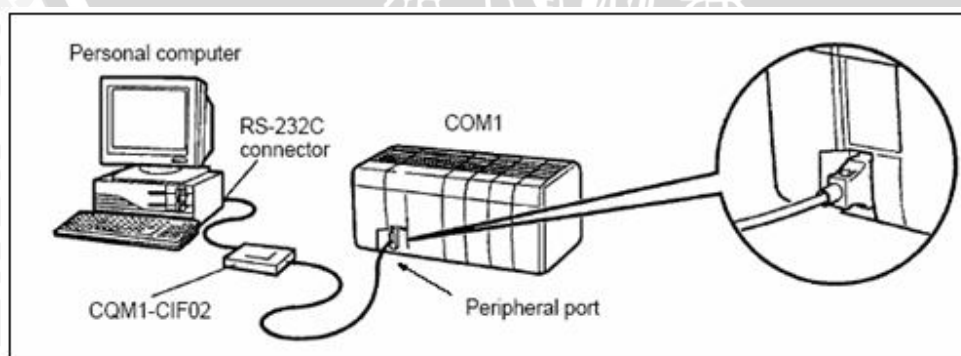
Sama seperti perintah AND LD dengan menggunakan cara yang pertama akan lebih efektif jika OR LD lebih dari sembilan.

2.2.5 Penggunaan Program CX-PROGRAMMER

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

2.2.5.1 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. Hubungan CQM1 dengan PC dapat dilihat dalam Gambar 2.9.

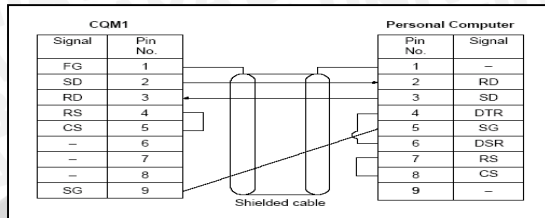


Gambar 2.9. Hubungan CQM1 dengan PC

Sumber : Omron, 1993:48

2.2.5.2 Konfigurasi Konektor RS-232C

Gambar 2.10 adalah gambar konfigurasi konektor RS-232C, dapat dilihat hubungan masing-masing pin antara PC dengan RS-232C.

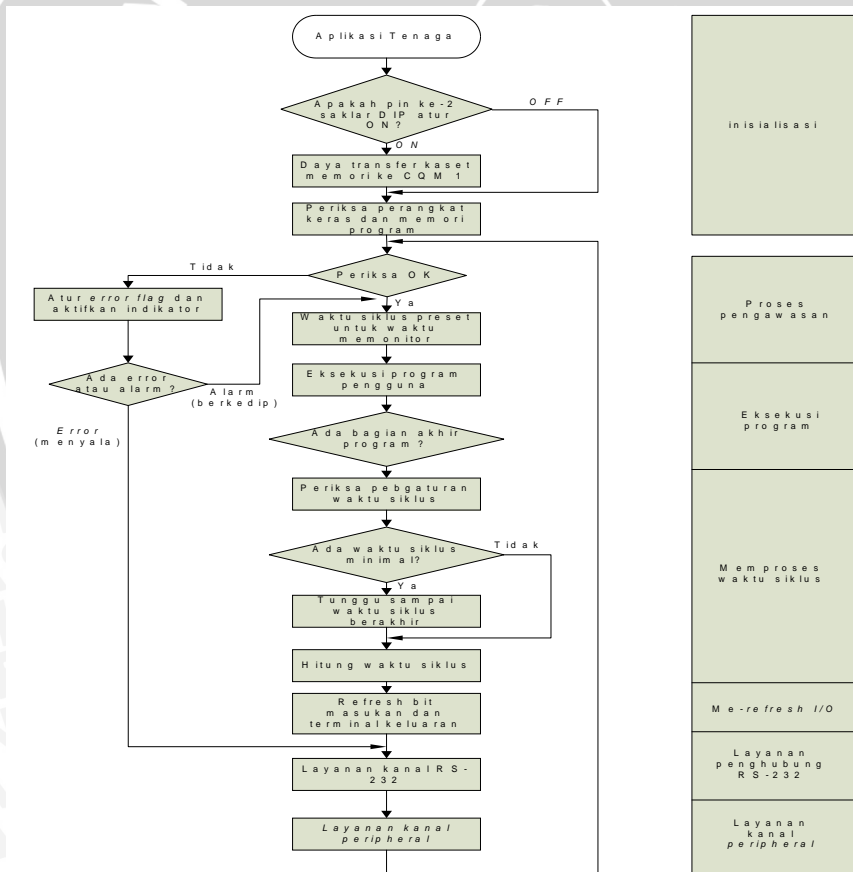


Gambar 2.10. Konfigurasi Konektor RS-232C

Sumber : Omron, 1999:49

2.2.5.3 Waktu Respon

Semua operasi PLC CQM1 ditunjukkan dalam Gambar 2.11 berikut:

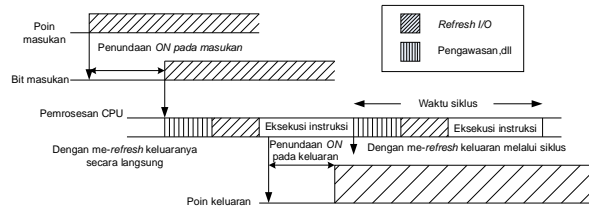


Gambar 2.11. Diagram Alir Operasi PLC CQM-1

Sumber : Omron, 1993:306

2.2.5.4 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 2.12. Rincian Waktu Minimal PLC CQM1

Sumber : Omron, 1993;321

Saat *me-refresh* keluaran siklus digunakan:

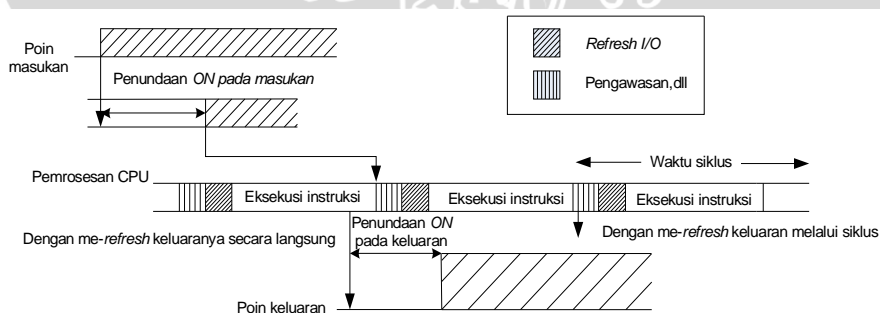
Waktu respon *I/O* minimal = waktu penundaan *ON* masukan + waktu pengawasan + waktu eksekusi instruksi + waktu penundaan *ON* keluaran.

Saat *me-refresh* keluaran secara langsung digunakan:

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

2.2.5.5 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 Gambar 2.13 :



Gambar 2.13. 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.

2.2.5.6 Software Pemrograman CX-Programmer

Software OMRON CX-Programmer merupakan *software* terbaru dari OMRON setelah SYSWIN yang didesain untuk digunakan pada PLC OMRON seri CS, CV dan C. *Software* dilengkapi dengan fasilitas metoda pembuatan program, pengeditan serta pengujian program, baik pada saat *online* maupun *offline*.

CX-Programmer mempunyai banyak fasilitas yang baru dibandingkan dengan SYSWIN, yang dapat memudahkan dan mempercepat *programmer* untuk melakukan proses pembuatan program dan proses-proses yang lain. Fasilitas-fasilitas tersebut adalah sebagai berikut :

- Pada semua instruksi dapat diberikan simbol dan keterangan agar *programmer* tidak menghafalkan fungsi masing-masing instruksi.
- Terdapat fasilitas program section, berfungsi untuk memilah atau membagi suatu program menjadi beberapa bagian agar mempermudah manajemen yang dikarenakan banyaknya program.
- Dapat membaca program dalam bentuk *ladder diagram* atau *code mnemonic*, dan mampu mengkonverssikan program dari *ladder digram* ke *code mnemonic* maupun sebaliknya.
- Memungkinkan untuk menampilkan simbol diatas *ladder diagram*.
- Dapat mencetak program
- Dapat merubah status suatu instruksi secara paksa menjadi ON atau OFF dari status sebelumnya pada saat PLC dalam kondisi kerja.

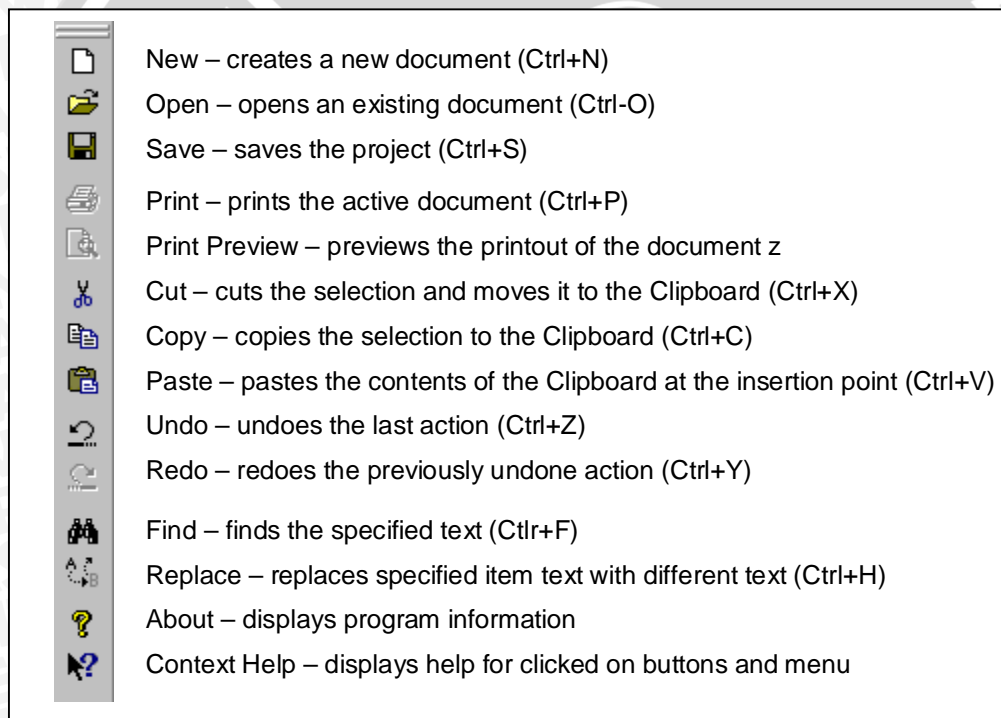
CX-Programmer dapat dijalankan di *Microsoft Windows 95* atau versi di atasnya, dan pada PC tersebut harus memiliki ketentuan yaitu, prosesor minimum 133 MHz, RAM minimum 32 Mb, memori *harddisk* yang tersisa 100 Mb dan resolusi VGA minimal 800 X 600.

Software CX-Programmer berkomunikasi dengan PLC seri CS, CV dan C melalui *serial interface RS-232C Adapter* atau RS-422A.

2.2.5.7 Pemrograman PLC

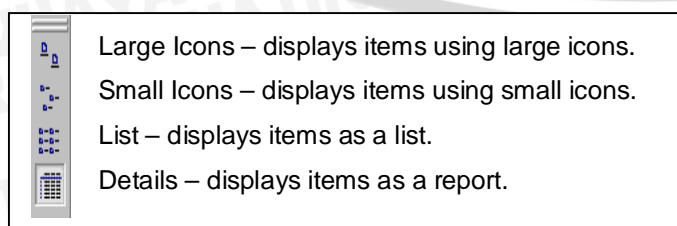
1) Ruang Kerja (*Toolbar*) Software CX-Programmer

Terdapat beberapa ruang kerja (*Toolbar*) pada *Software CX-Programmer* yang sangat membantu dalam kegiatan pembuatan program menggunakan *ladder diagram*, dalam Gambar 2.14 menunjukkan semua *icon toolbar CX-Programmer* dan Gambar 2.15 menunjukkan *Symbol Table Toolbar*, Gambar 2.16 adalah *Program Toolbar*, Gambar 2.17 adalah *PIC Toolbar*, Gambar 2.18 adalah *Diagram Toolbar*, Gambar 2.19 adalah *Views Toolbar*, dan Gambar 2.20 adalah *Insert Toolbar*.



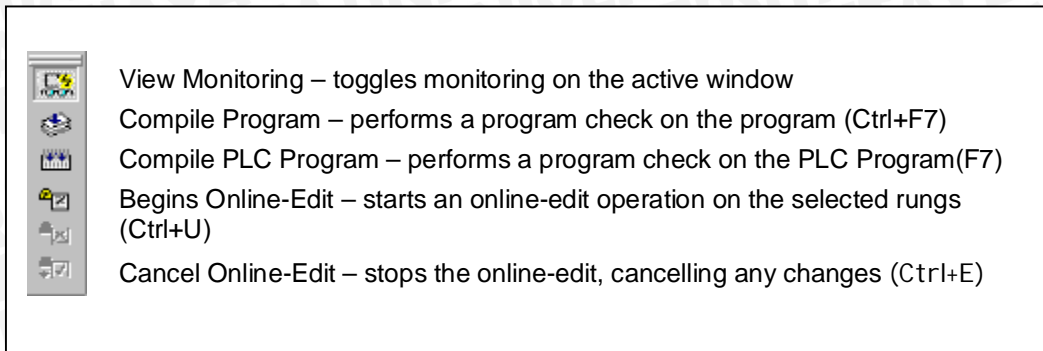
Gambar 2.14. *Standard Toolbar*

Sumber: CX-Programmer User Manual



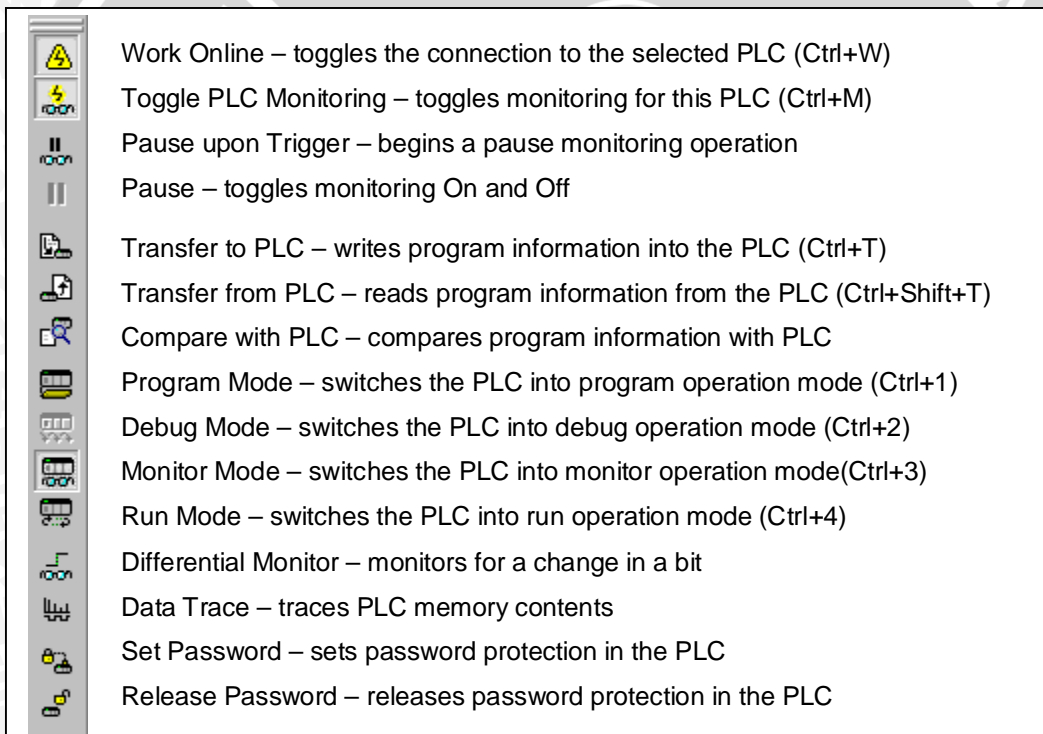
Gambar 2.15. *Symbol Table Toolbar*

Sumber: CX-Programmer User Manual



Gambar 2.16. *Program Toolbar*

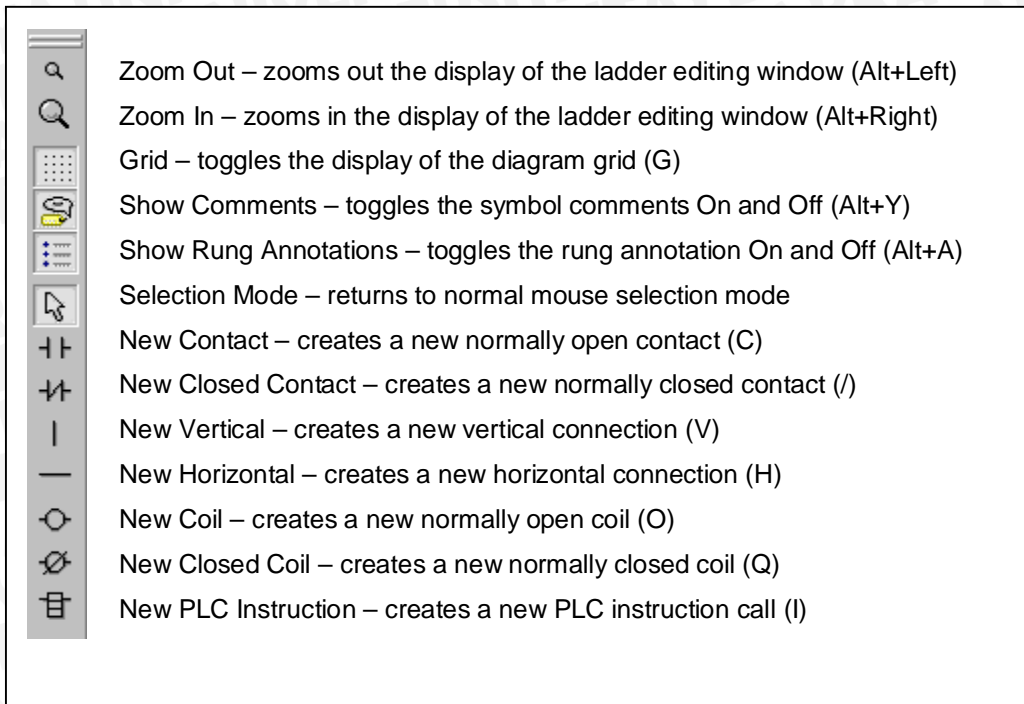
Sumber: CX-Programmer User Manual



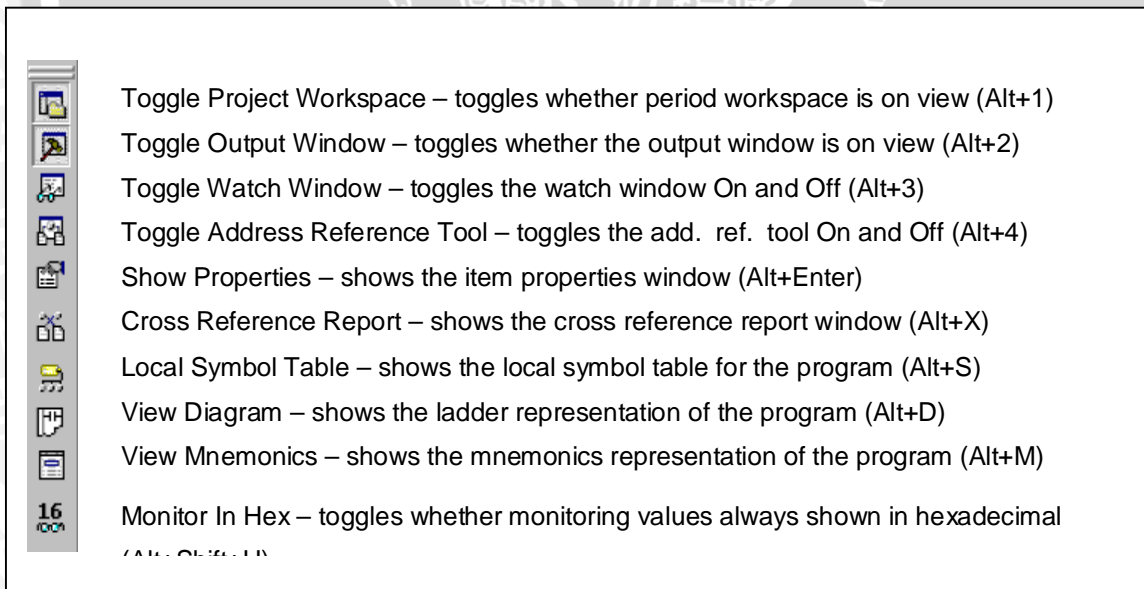
Gambar 2.17. *PLC Toolbar*

Sumber: CX-Programmer User Manual

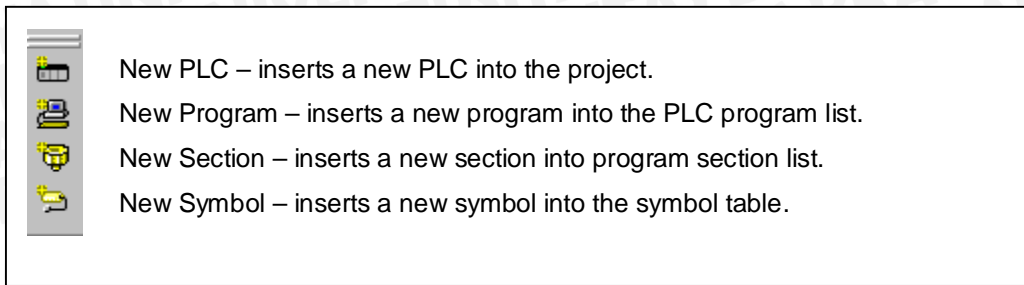




Gambar 2.18. Diagram Toolbar
 Sumber: CX-Programmer User Manual



Gambar 2.19. Views Toolbar
 Sumber: CX-Programmer User Manual




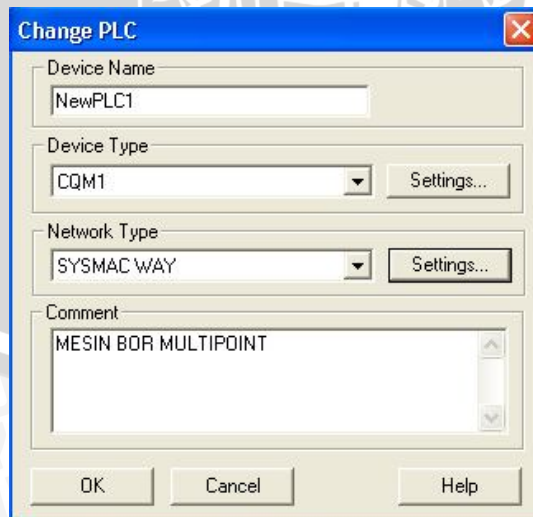
Gambar 2.20. Insert Toolbar

Sumber: CX-Programmer User Manual

2) Membuat Proyek Baru

Sebelum memulai membuat program, yang harus dilakukan adalah membuka *software* CX-Programmer terlebih dahulu dan membuat proyek baru. Berikut adalah langkah-langkah membuat proyek baru setelah *software* CX-Programmer *running* :

- Click icon  atau tekan “Ctrl+N” untuk memulai pembuatan proyek baru. Maka dialog ‘Change PLC’ akan nampak di layar, seperti dalam Gambar 2.21.
- Pilih tipe PLC yang akan digunakan (misalnya CQM1), tipe network akan menyesuaikan secara otomatis (misalnya SYSMAC WAY).
- Beri keterangan pada proyek yang akan dikerjakan (misalnya MESIN BOR MULTIPOINT).
- Tekan Enter atau Click “OK”, pembuatan program siap dilakukan.











Gambar 2.21. Kotak Dialog untuk Memilih Tipe PLC

Sumber: CX-Programmer User Manual

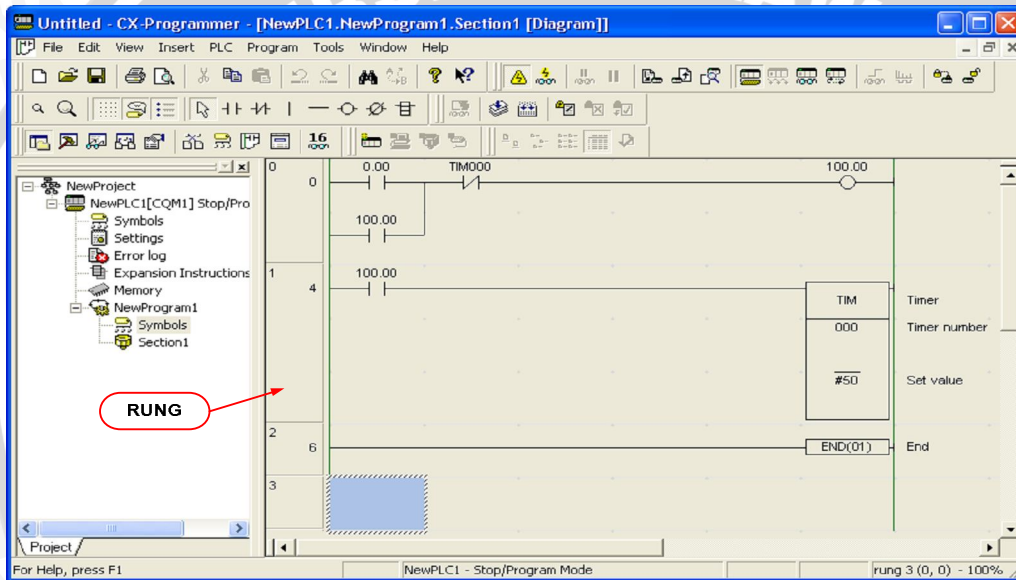
3) Membuat Program PLC dengan *Ladder Diagram*

Dalam Gambar 2.22 ditunjukkan contoh *ladder diagram*, adapun langkah-langkah pembuatannya adalah sebagai berikut :

- Letakkan kursor pada Rung nomor 0, *click icon*  atau tekan “C” untuk membuat *open contact*, maka kotak dialog *New Contact* akan muncul seperti ditunjukkan pada Gambar 21.
- Ketik “0.00” sebagai alamat input, kemudian tekan *Enter* atau *click* “OK”, maka identifikasi alamat akan ditampilkan diatas simbol tersebut.
- *Click icon*  atau tekan “/” untuk membuat *closed contact*, maka kotak dialog *New Closed Contact* akan muncul. Isi kotak dialog pada *New Contact*, *New Closed Contact*, *New Coil* dan *New Closed Coil* adalah sama.
- Ketik ”TIM000” sebagai alamat kontak *timer* nomor 0, kemudian tekan *Enter* atau *click* “OK”.
- *Click icon*  atau tekan “O” untuk membuat *open output*, maka kotak dialog *New Coil* akan muncul.
- Ketik “100.00” sebagai alamat *output*, kemudian tekan *Enter* atau *click* “OK”.
- Letakkan kursor pada *closed contact* alamat TIM000, *click icon*  atau tekan “V” untuk membuat garis vertikal
- Letakkan kursor di bawah *open contact* alamat 0.00, *click icon*  atau tekan “C” untuk membuat *open contact*, maka kotak dialog *New Contact* akan muncul
- Ketik “100.00” sebagai alamat kontak *output*, kemudian tekan *Enter* atau *click* “OK”.
- Letakkan kursor pada *rung* nomor 1, *click icon*  atau tekan “C” untuk membuat *open contact*, maka kotak dialog *New Contact* akan muncul.
- Ketik “100.00” sebagai alamat kontak *output*, kemudian tekan *Enter* atau *click* “OK”.
- *Click icon*  atau tekan “I” untuk membuat berbagai macam instruksi, maka kotak dialog *Instruction* akan muncul seperti pada Gambar 22.
- Ketik instr  yang akan digunakan. Sebagai contoh ketik “TIM” sebagai fungsi *timer*. Pilih *Operands* sebagai area kerja instruksi TIM , yaitu pada *Operand 1* ketik “000” sebagai alamat nomor *timer*, dan pada *Operand 2* ketik “#50” sebagai *Set Value* untuk penghitung waktu, kemudian tekan *Enter* atau *click* “OK”.

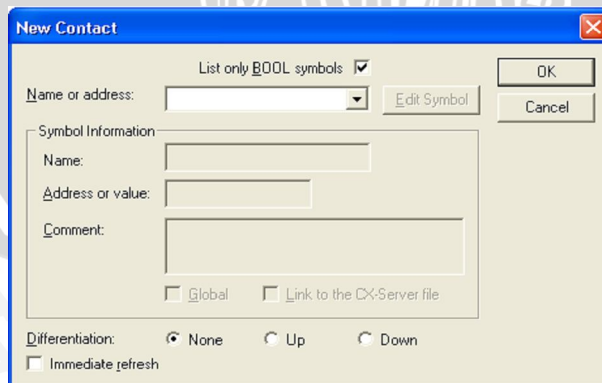
- Letakkan kursor pada *rung* nomor 2, *click icon*  atau tekan “I” untuk membuat instruksi, maka kotak dialog *Instruction* akan muncul.
- Ketik “END” sebagai instruksi untuk mengakhiri program, kemudian tekan *Enter* atau *click* “OK”.

Instruksi output pada tiap-tiap *rung* akan berfungsi jika pada tiap *rung* hanya terdapat satu buah output. Alamat yang telah digunakan pada sebuah output tidak dapat digunakan pada output yang lain. Gambar 2.2 adalah tampilan *software* CX-Programmer dan Gambar 2.23 adalah kotak dialog untuk membuat *Open Contact* dan gambar 2.24 adalah kotak dialog untuk membuat instruksi



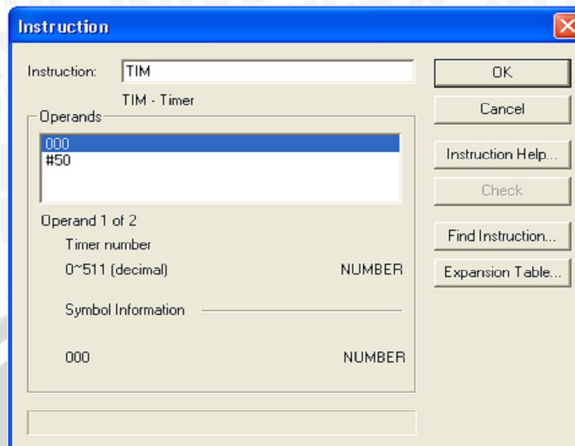
Gambar 2.22. Tampilan *Software* CX-Programmer

Sumber: CX-Programmer User Manual



Gambar 2.23. Kotak Dialog untuk Membuat *Open Contact*

Sumber: CX-Programmer User Manual



Gambar 2.24. Kotak Dialog untuk Membuat Instruksi


Sumber: CX-Programmer User Manual

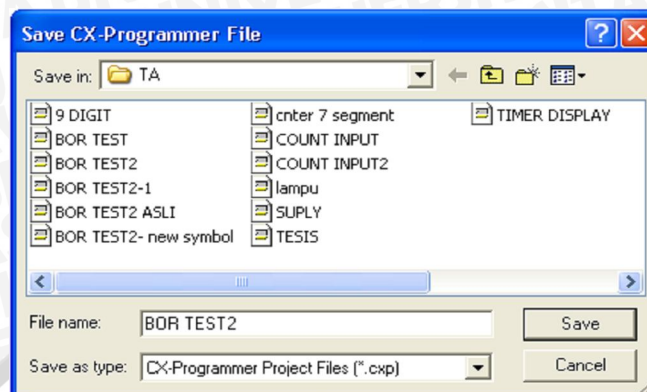
2.2.5.8 Menyimpan dan Membuka *File Project*

Menyimpan *file project* pada CX-Programmer dapat dilakukan sama seperti pada aplikasi-aplikasi *Windows* lainnya. *File project* CX-Programmer disimpan dalam sebuah *file* dengan *format* CX-Programmer Project dan hanya dapat dibaca oleh *software* CX-Programmer.

1) Menyimpan *File Project* ke Disk

Menyimpan *file project* ke disk dapat dilakukan kapan saja. Berikut ini dijelaskan langkah-langkah untuk menyimpan *file project* ke disk, yaitu :


- *Click icon*  atau tekan “Ctrl+S” maka kotak dialog Save CX-Programmer File akan muncul seperti dalam Gambar 2.25.
- Pilih *folder* untuk meletakkan *file project* CX-Programmer.
- Ketik nama *file project*.
- Periksa *format file* yang akan disimpan, *format file* adalah CX-Programmer Project.
- *Click* “Save” atau tekan Enter untuk menyimpan *file*.



Gambar 2.25. Kotak Dialog untuk Menyimpan File Proyek
 Sumber: CX-Programmer User Manual


2) Membuka File Project dari Disk

File project yang telah tersimpan dapat dibuka dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- *Click icon*  atau tekan “Ctrl+O” maka kotak dialog Open CX-Programmer File akan muncul.
- Pilih *folder* di mana *file project* tersimpan.
- Pilih *format file* CX-Programmer Project.
- *Click icon file* yang akan dibuka.
- *Click* “Open” atau tekan Enter.

2.2.5.9 Komunikasi PLC

Sebelum mengkomunikasikan komputer dengan PLC, pastikan *RS-232C Adapter* sudah terpasang pada PLC dan *RS-232 cable port* juga sudah terpasang pada komputer dan *RS-232C Adapter* dengan tepat. Kemudian hubungkan power utama PLC pada tegangan kerja yang dibutuhkan.


Click icon  atau tekan “Ctrl+W” untuk mengkomunikasikan komputer dengan PLC. Jika indikator COMM pada CPU PLC telah berkedip, maka komunikasi komputer dengan PLC telah berhasil. *Software* CX-Programmer akan menyesuaikan

sendiri parameter-parameter apa saja yang akan mempengaruhi hubungan komputer dengan PLC, seperti tipe *network* yang digunakan.


2.2.5.10 Setting Mode PLC

Sebelum melakukan *download* program ke PLC, penting untuk diketahui pada kondisi *mode* mana PLC dapat dilakukan *download*. Terdapat tiga fungsi *mode* yang dapat dieksekusi pada PLC dengan menggunakan *software* CX-Programmer, yaitu :


➤ *Mode Program*

Mode program berfungsi untuk menghentikan status kerja PLC, pada *mode* ini digunakan untuk *transfer* program dari komputer ke PLC. Untuk mengaktifkan *mode program*, *click icon*  atau tekan “Ctrl+1”.


➤ *Mode Monitor*


Mode monitor berfungsi memberi perintah pada PLC untuk bekerja dan program di dalam PLC masih dapat dilakukan perubahan dengan menggunakan perintah *Online Edit*. Untuk mengaktifkan *mode monitor*, *click icon*  atau tekan “Ctrl+3”.

➤ *Mode Run*


Mode run digunakan untuk pengujian final, yaitu PLC telah bekerja dan perintah *Online Edit* sudah tidak dapat digunakan. Untuk mengaktifkan *mode run*, *click icon*  atau tekan “Ctrl+4”.

2.2.5.11 Download dan Upload Program

Melakukan *transfer* program dari komputer ke PLC (*download*), PLC harus dalam posisi *mode* “Program” dan telah berkomunikasi dengan PC. Untuk melakukan *download* program *click icon*  atau tekan ”Ctrl+T” kemudian ikuti prosedur berikutnya.

Untuk melakukan *transfer* program dari PLC ke komputer (*upload*), *click icon*  atau tekan “Ctrl+Shift+T”. Melakukan *upload* program dapat dilakukan ketika status PLC dalam kondisi apa saja, *mode Program*, *Monitor* maupun *Run*.




2.2.5.12 Monitoring Program

Perintah *Monitoring* berfungsi untuk melihat dan mengontrol kondisi program yang saat itu sedang bekerja pada PLC. Semua status instruksi yang sedang bekerja di dalam PLC dapat dilihat pada layar komputer dengan waktu yang sebenarnya atau *real time*. Maka dari itu jika terdapat instruksi yang tidak bekerja sesuai dengan rencana, maka dapat terlihat pada layar komputer. Untuk melakukan perintah *Monitoring*, *click icon*  atau tekan “Ctrl+M”

2.2.5.13 Online Edit

Online Edit adalah proses untuk melakukan perubahan atau *edit* program dalam PLC pada saat PLC sedang bekerja dan terhubung dengan PC. Dengan adanya perintah ini, proses perubahan program tidak perlu dilakukan dengan *offline* atau memutuskan hubungan PC dan PLC untuk kemudian dilakukan download ulang setelah pengeditan program.

Setelah dilakukan *Monitoring* dan diketahui terdapat instruksi yang tidak bekerja sesuai dengan rencana, maka dapat dilakukan perubahan atau *Edit* pada program tersebut. Terdapat beberapa prosedur yang harus dilakukan secara berurutan untuk melakukan *online edit*, yaitu :

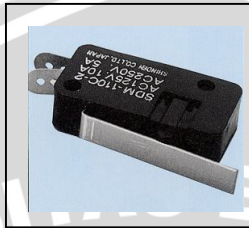
- Letakkan kursor pada *rung* dimana akan dilakukan perubahan program.
- *Click icon*  atau tekan “Ctrl+E” untuk melakukan pengeditan program pada *rung* yang telah dipilih.
- *Edit* program siap dilakukan.
- Setelah *edit* program telah dilakukan, *click icon*  atau tekan “Ctrl+Shift+E” untuk mengirim program yang telah dirubah ke dalam PLC.
- *Edit* program dapat dibatalkan sebelum mengirim program yang telah dirubah ke dalam PLC, yaitu dengan *click icon*  atau tekan “Ctrl+U” maka program akan kembali seperti semula.

2.3 Sensor suhu (Termokopel)

Termokopel adalah sensor suhu yang banyak digunakan untuk mengubah perbedaan suhu dalam benda menjadi perubahan tegangan listrik (voltase). Termokopel yang sederhana dapat dipasang, dan memiliki jenis konektor standar yang sama, serta

masukan mekanis yang diberikan dan masukan mekanis tersebut yang digunakan untuk membuka saklar.

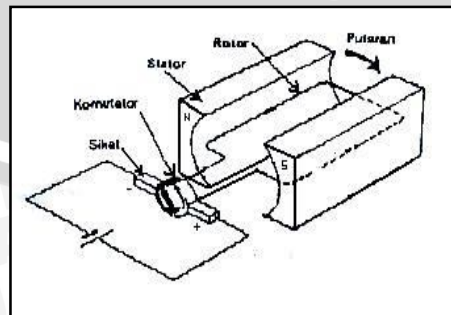
Saklar batas atau yang disebut *limit switch* diperuntukan bagi saklar yang digunakan untuk mendeteksi suatu peralatan yang bergerak. Saklar batas ditunjukkan dalam Gambar 2.28.



Gambar 2.28. Saklar Batas
Sumber: www.shinden.com

2.6 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 2.29.



Gambar 2.29 Motor DC
Sumber: www.en.wikipedia.org

2.7 Silinder Pneumatik

Penggunaan udara bertekanan sebenarnya masih dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan proses produksi, misalnya untuk melakukan gerakan mekanik yang selama ini dilakukan oleh tenaga manusia, seperti menggeser, mendorong, mengangkat, menekan, dan lain sebagainya. Gerakan mekanik tersebut dapat dilakukan juga oleh komponen pneumatik, seperti silinder pneumatik. Perpaduan dari gerakan mekanik oleh aktuator pneumatik dapat dipadu menjadi gerakan mekanik untuk keperluan proses produksi yang terus menerus (*continue*), dan *flexible*. Pemakaian pneumatik di bidang produksi telah mengalami kemajuan yang pesat, terutama pada proses perakitan (*manufacturing*), elektronika, obat-obatan, makanan, kimia dan lainnya. Pemilihan penggunaan udara bertekanan (pneumatik) sebagai sistem kontrol dalam proses otomasinya, karena pneumatik mempunyai beberapa keunggulan, antara lain:

Mudah diperoleh, bersih dari kotoran dan zat kimia yang merusak, mudah didistribusikan melalui saluran (selang) yang kecil, aman dari bahaya ledakan dan hubungan singkat, dapat dibebani lebih, tidak peka terhadap perubahan suhu dan sebagainya. Penggunaan silinder pneumatik biasanya untuk keperluan antara lain: mencekam benda kerja, menggeser benda kerja, memposisikan benda kerja, mengarahkan aliran material ke berbagai arah. Silinder pneumatik ditunjukkan dalam Gambar 2.30



Gambar 2.30 Silinder Pneumatik
Sumber: www.en.wikipedia.org

2.8 Solenoid Valve

Solenoid valve berfungsi sebagai katup pengatur (buka-tutup) untuk keluar masuknya suatu fluida dimana buka dan tutup valve tersebut diatur oleh sensor dan termokontrol dengan mengeset temperatur yang dikehendaki.

Solenoid Valve ditunjukkan dalam Gambar 2.31.



Gambar 2.31 Solenoid Valve
Sumber: www.en.wikipedia.org

2.9 Pemanas (Heater)

Pemanas yang digunakan dalam perancangan mesin penggoreng ini menggunakan elemen pemanas yang ada pada kompor listrik. Udara panas yang dihasilkan oleh kompor listrik cukup untuk memanaskan wadah berisi minyak yang digunakan untuk penggorengan.

2.10 Relay

Relay pada prinsipnya sama dengan sebuah saklar yang diaktifkan dengan memberikan tegangan. Rangkaian yang umum digunakan adalah rangkaian *common emitter* dengan relay sebagai beban. Relay terdiri dari sebuah inti besi dan sebuah lilitan. Ketika pada lilitan mengalir arus, maka timbul medan magnet pada inti besi yang dapat menarik logam didekatnya. Logam tersebut merupakan konduktor yang menghubungkan suatu titik simpul dengan simpul yang lain seperti layaknya sebuah sakelar. Tegangan dan arus maksimum yang dapat melewti relay bergantung pada karakteristik relay itu sendiri, yang tertera pada *name plate* relay.

BAB III METODOLOGI

Kajian dalam skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan pembuatan simulasi sistem pengendalian otomatis mesin penggoreng kerupuk menggunakan *Programmable Logic Control* (PLC) yang bertujuan agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai dengan yang direncanakan.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan simulasi sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

3.1 Studi literatur

Studi literatur mengacu pada prinsip kerja alat yang dirancang meliputi sistem pengendalian otomatis alat penggoreng kerupuk menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*), karakteristik dari komponen yang digunakan serta studi tentang pengendalinya yaitu PLC OMRON CQM1A.

Adapun hal-hal yang berhubungan dengan hal tersebut adalah:

- a. Studi tentang proses produksi penggorengan kerupuk
 - Pengenalan karakteristik penggorengan kerupuk
 - Sistem kerja mesin penggoreng kerupuk otomatis.
- b. Studi tentang rangkaian sensor
 - Karakteristik spesifikasi sensor suhu (termokopel).
 - Penerapan sensor suhu sesuai sistem.
- c. PLC OMRON CQM1A
 - Karakteristik umum PLC OMRON CQM1A
 - Teknik pemrograman PLC OMRON CQM1A
 - Teknik interface antara peralatan keluaran untuk PLC dengan peralatan yang akan diatur yaitu mesin penggoreng kerupuk.

3.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya, hal ini dimaksudkan agar sistem pengendalian pada mesin penggoreng kerupuk tersebut dapat berjalan sesuai dengan 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.
- Perancangan diagram tangga melalui compiler Cx-Programmer..

3.3 Perealisasian Sistem.

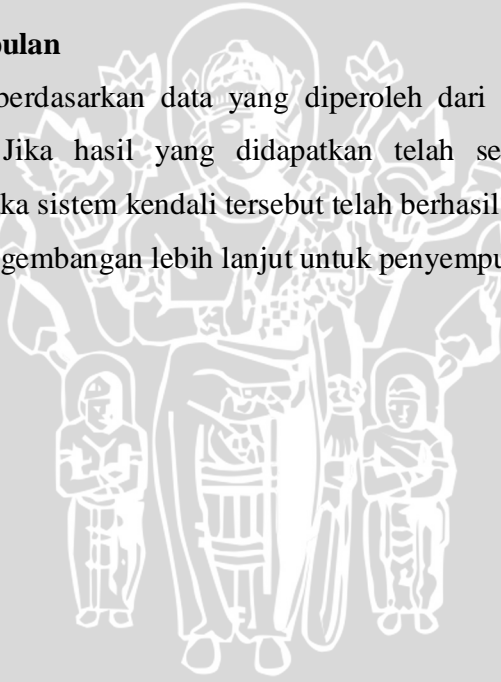
Pengisian program yang telah dirancang sebelumnya pada PLC.

3.4 Pengujian dan Simulasi Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah simulasi sistem produksi penggorengan secara keseluruhan telah bekerja otomatis sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya.

3.5 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian simulasi 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 penyempurnaan.



BAB IV PERANCANGAN SISTEM

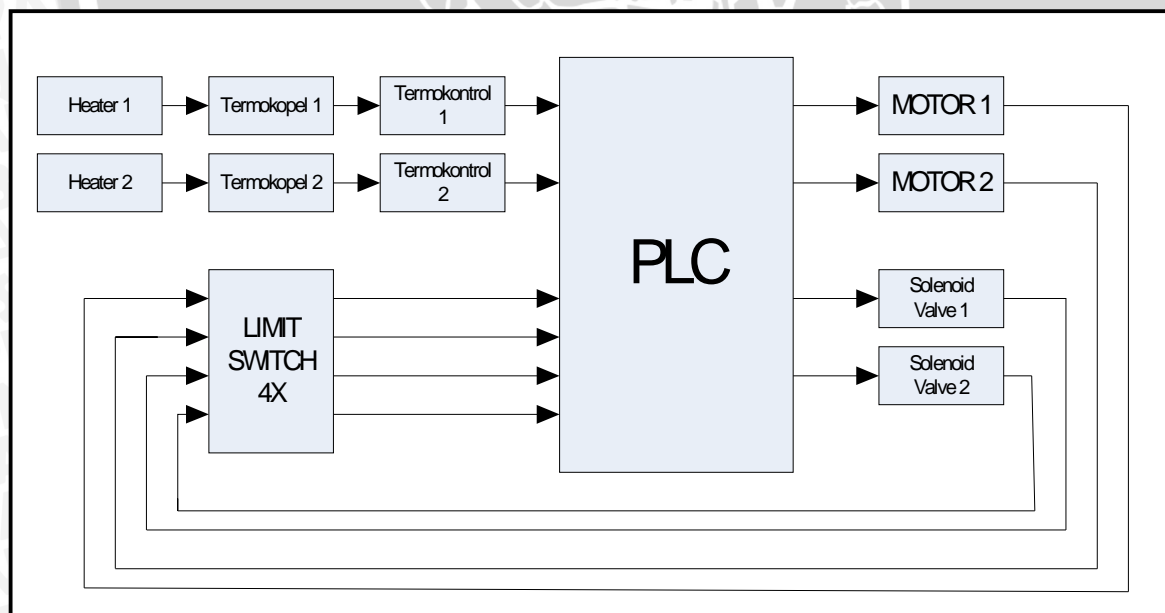
4.1 Tinjauan Umum

Bab ini menjelaskan mengenai spesifikasi alat, perancangan perangkat keras dari mesin penggoreng kerupuk, yang meliputi diagram blok sistem, cara kerja sistem, *flowchart* atau diagram alir kerja system, gambar rancangan alat, dan tabel *input* dan *output* PLC. Selain perancangan perangkat keras akan dijelaskan juga mengenai perancangan perangkat lunak.

Perancangan pengontrolan suhu, motor penggerak, dan waktu dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Menggunakan PLC sebagai pengontrol utama
2. Mengkondisikan suhu pemanas 1 pada *set point* 100 °C dan waktu 40 detik
3. Mengkondisikan suhu pemanas 2 pada *set point* 180 °C dan waktu 15 detik
4. Menggunakan motor DC, *heater*, *solenoid valve* sebagai aktuator

Perancangan diagram blok sistem ditunjukkan dalam Gambar 4.1:



Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem

Sumber: Perancangan

4.2 Perancangan Sistem Kerja

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

Sensor suhu yang dipakai adalah jenis termokopel tipe k yang diletakkan di dalam *heater* kemudian membaca kondisi suhu dalam *heater* dan akan memberikan sinyal ke termokontrol sesuai dengan suhu yang diinginkan. Sinyal yang dikirim dari termokopel akan dibaca di termokontrol dan akan memberi masukan ke PLC berupa relay ON atau OFF. Karena termokontrol sinyalnya berupa sinyal digital bukan analog maka langsung memberi sinyal ke PLC tanpa melalui konverter apapun.

Suhu yang dibutuhkan pada wadah penggoreng ada dua karena kerupuk digoreng dua kali dalam wadah yang berbeda sehingga pada *heater* 1 dikondisikan mencapai set point pada 100 °C dan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menggoreng adalah 40 detik sedangkan pada *heater* 2 dikondisikan mencapai set point 180 °C dan waktu yang dibutuhkan untuk menggoreng hanya 15 detik.

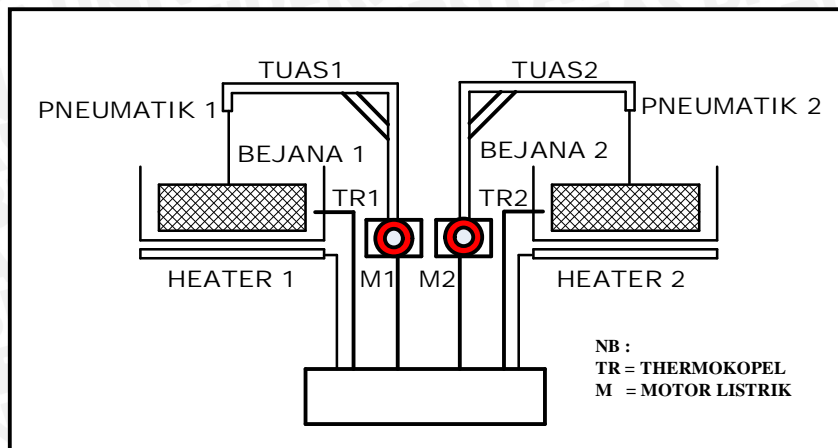
Dan proses penggorengan ini akan berlangsung kontinu, kerupuk akan digoreng dari *heater* 1 ke *heater* 2 sampai selesai sesuai kebutuhan produsen yang akan memproduksi kerupuk tersebut.

4.3 Sistem Penggorengan

Sistem penggoreng yang digunakan untuk menggoreng kerupuk ini adalah model prototipe yang mempunyai ukuran : panjang 50cm x lebar 30cm x tinggi 50cm, dengan bahan aluminium dan untuk *heater* menggunakan kompor listrik dan wadah untuk menggoreng kerupuk adalah mangkuk aluminium.

Termokopel diletakkan di dalam kedua *heater* agar dapat membaca kondisi suhu bila mencapai batas yang diinginkan. Silinder pneumatik dipasang pada kedua tuas agar dapat mengangkat dan menurunkan wadah penggorengan ke dalam *heater* dan masing-masing tuas digerakkan oleh dua motor listrik.

Bentuk dari prototipe sistem penggorengan dapat digambarkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Prototype Alat Penggoreng

Sumber: Perancangan

4.4 Sensor Suhu (Termokopel)

Sensor ini bekerja untuk mendeteksi suhu panas dengan temperatur 100 °C pada heater 1 dan 180 °C pada heater 2 yang digunakan sebagai *input* dari PLC. Data ini langsung dikirim ke termokontrol yang akan mengatur hasil keluaran sensor ke *input* PLC. Termokontrol dengan *ouputnya* berupa relay (saklar) yang berfungsi sebagai on-off.

Dalam perancangan ini termokopel yang digunakan adalah tipe K. Kombinasi material termokopel tipe K adalah alumel/chromel, ditunjukkan dalam Tabel 4.1, dan untuk menentukan sensitivitasnya :

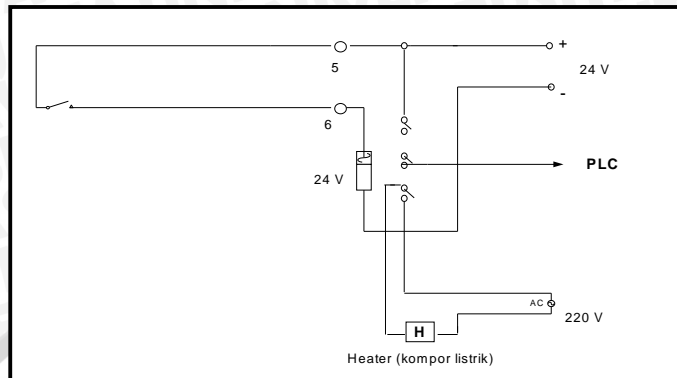
$$S_{\text{Chromel/Alumel}} = S_{\text{Chromel/platinum}} - S_{\text{Alumel/platinum}} \\ = +25,8 - (-13,6) = 39,4 \mu\text{V}^{\circ}\text{C}$$

Tabel 4.1 Sensitivitas Termolistrik untuk Material Berbeda dalam Kontak dengan Platinum

Sumber: Perancangan

Material	Sensitivity ($\mu\text{V}^{\circ}\text{C}$)	Material	Sensitivity ($\mu\text{V}^{\circ}\text{C}$)
Constantan	-35	Copper	+ 6.5
Nickel	-15	Gold	+ 6.5
Alumel	-13.6	Tungsten	+ 7.5
Carbon	+ 3	Iron	+ 18.5
Aluminum	+ 3.5	Chromel	+ 25.8
Silver	+ 6.5	Silicon	+440

4.5 Termokontrol



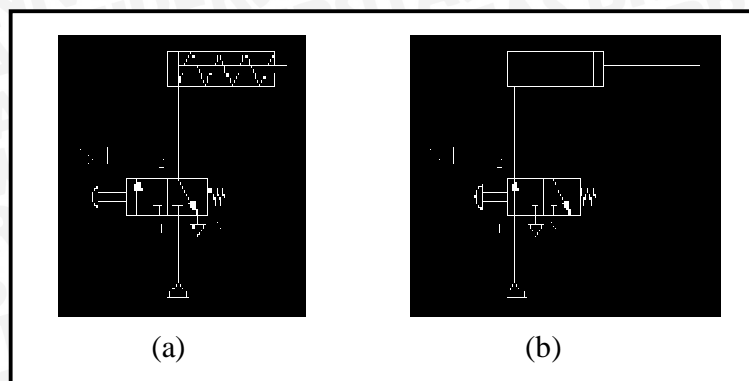
Gambar 4.3 Rangkaian Termokontrol ke PLC
Sumber: Perancangan

Untuk memperhatikan perubahan kenaikan suhu pada minyak yang dikirim oleh sensor suhu yaitu termokopel, maka termokontrol ini dibutuhkan untuk melihat apakah suhu tersebut sudah atau belum mencapai *set point* yang diinginkan. Tipe termokontrol yang digunakan adalah TOS series dengan power supply 100 - 240 VAC 50/60 Hz, dengan *output* tegangan 24 VDC, dan termokontrol ini hanya berupa *switch on/off* kontrol saja sebagai masukan pada PLC. Bila *output* mati ketika temperaturnya sama atau lebih tinggi dari set point suhu yang diinginkan (*Heater OFF*), dan *output* akan hidup ketika temperaturnya dibawah set point suhu yang diinginkan (*Heater ON*). Rangkaian termokontrol ditunjukkan dalam Gambar 4.3.

4.6 Rangkaian Pneumatik

Aktuator yang digunakan pada rangkaian pneumatik adalah silinder. Silinder dapat bergerak naik (*up*) atau turun (*down*) dengan cara mengarahkan aliran udara bertekanan ke satu sisi dari piston menggunakan katup pengatur arah.

Silinder pneumatik yang digunakan ada dua macam yaitu silinder pneumatik MAL 16x50 dan silinder pneumatik MAL 16x73. Kedua silinder ini berbeda fungsinya yang MAL 16x50 untuk kedua wadah yang akan ditempatkan kerupuk dan dicelupkan ke minyak pemanas di dalam kompor listrik (*heater*) sedangkan silinder dengan MAL 16x73 adalah silinder yang berfungsi untuk menaruh hasil kerupuk setelah digoreng dalam dua kompor listrik tersebut.



Gambar 4.4 Rangkaian Dasar Pengendali Silinder Kerja Tunggal pada Keadaan (a) Turun/Mundur dan (b) Naik/Maju
Sumber: Perancangan

Gambar 4.4 menunjukkan rangkaian pengendali silinder kerja tunggal menggunakan katup, yaitu katup 3/2 dengan pegas. Pada saat katup tidak aktif, ruang dalam silinder terhubung dengan atmosfer, sehingga karena adanya gaya pegas silinder dalam keadaan turun/mundur seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.4(b). Jika katup diaktifkan maka udara bertekanan akan masuk ke silinder dan menghasilkan gaya tekan yang mengatasi gaya pegas sehingga silinder akan bergerak naik/maju seperti terlihat dalam Gambar 4.4(a). Penggunaan silinder pneumatik dikombinasikan dengan sistem elektrik. Rangkaian elektrik berupa saklar, solenoid, dan *limit switch* digunakan sebagai penyusun sistem kendali katup. Untuk aplikasi ini digunakan PLC kontroler berdasarkan logika yang dapat diprogram.

4.7 Solenoid Valve

Solenoid valve berfungsi sebagai katup pengatur (buka-tutup) untuk keluar masuknya suatu fluida di mana buka dan tutup valve tersebut diatur oleh sensor dan termokontrol dengan mengeset temperatur yang dikehendaki. Di sini menggunakan tipe 10-VZ 3343 dengan pressure 1,5 – 7 kg/cm² dengan tegangan 24 volt.

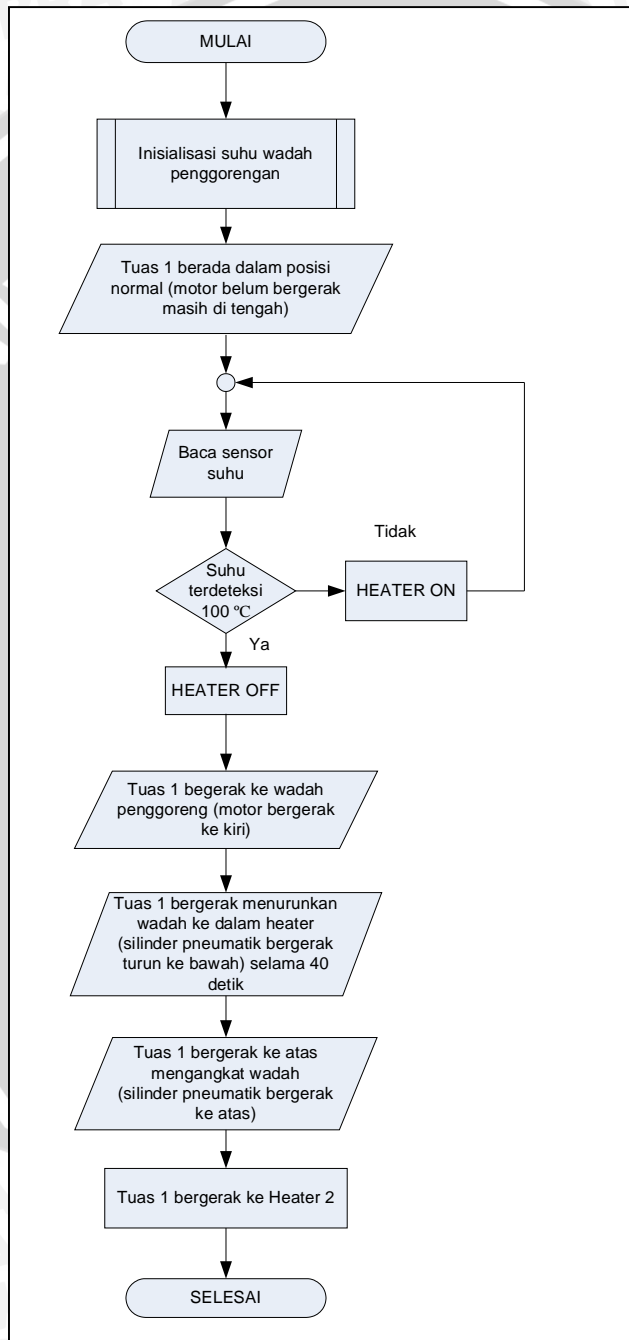
4.8 Motor DC

Motor listrik yang digunakan untuk penggerak adalah motor DC gearbox berfungsi untuk menggerakkan tuas yang ada silinder pneumatik untuk wadah penggoreng yang berupa kasa untuk menggoreng kerupuk. Di sini spesifikasinya dengan tegangan 24 volt, kecepatan putarannya 80 rpm.

4.9 Programmable Logic Controller

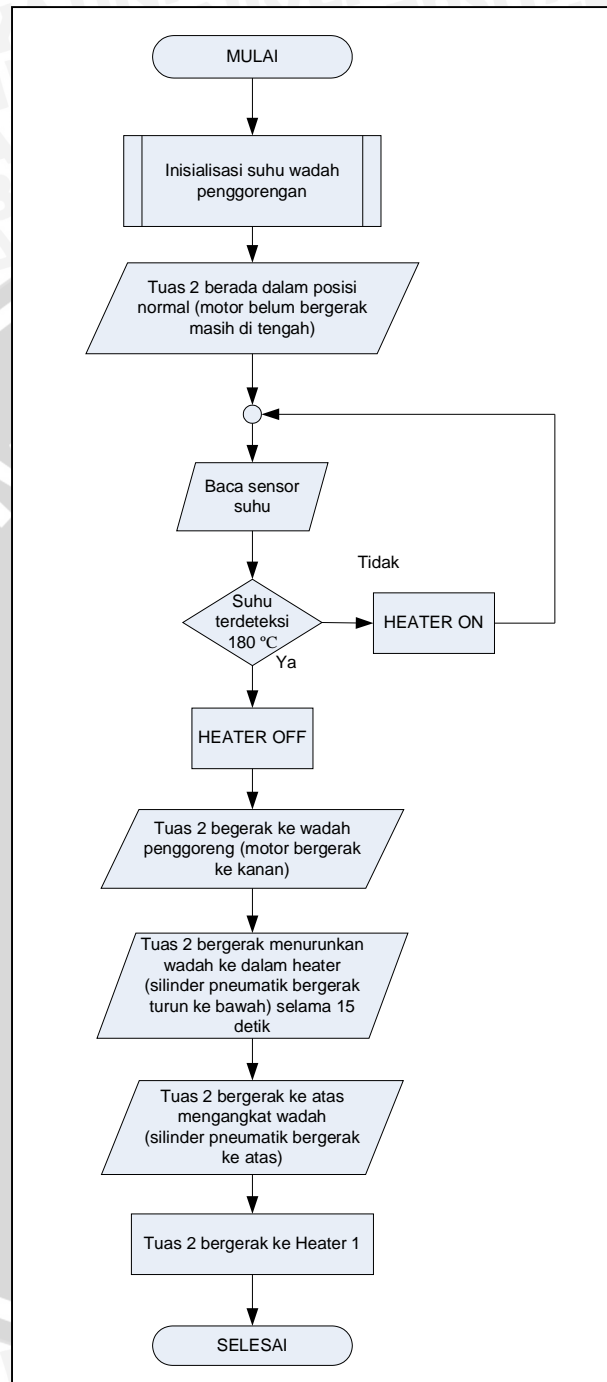
Perancangan dari *software* ini berdasarkan diagram alir dari masing-masing kinerja sensor. *Flowchart* suhu penggorengan 1 ditunjukkan dalam Gambar 4.5, dan *flowchart* suhu penggorengan 2 ditunjukkan dalam Gambar 4.6.

a. Suhu penggorengan 1 (100 °C)



Gambar 4.5 Flowchart Suhu Penggorengan 1
Sumber: Perancangan

b. Suhu penggorengan 2 (180 °C)



Gambar 4.6 Flowchart Suhu Penggorengan 2 (180 °C)

Sumber: Perancangan

Langkah awal untuk pembuatan perangkat lunak disusun diagram alir sistem. Diagram alir ini dapat memudahkan pembuatan program agar urutannya dapat tersusun secara baik, juga dapat mempermudah penulisannya.

Setelah merencanakan diagram alir sistem, sebelum direalisasikan ke dalam bentuk diagram tangga perlu ditentukan masukan dan keluarannya. Penentuan masukan dan keluaran PLC disesuaikan dengan perencanaan perangkat keras sistem. Masukan dan keluaran PLC dapat dilihat dalam Tabel 4.2 dan 4.3

Tabel 4.2 Masukan PLC

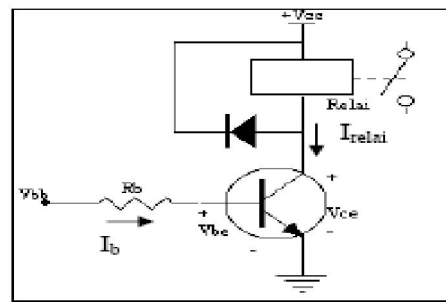
Alamat	Keterangan	Simbol
00000	Limit switch mulai bekerja	ON
00001	Sensor suhu pada 180 °C	TC-IN
00002	Limit switch tuas 1 berada di kiri	LS1L
00003	Limit switch tuas 1 berada di kanan	LS2R
0000.4	Sensor suhu pada 100 °C	TC-IN2
00005	Limit switch tuas 2 berada di kiri	LS2L
00006	Limit switch tuas 2 berada di kanan	LS2R
00015	Limit switch kembali ke awal	RESET

Tabel 4.3 Keluaran PLC

Alamat	Keterangan	Simbol
10002	Silinder 1 down	SIL1 D
10003	Silinder 1 up	SIL1 U
10004	Motor 1 right	M1R
10005	Motor 1 left	M1L
10006	Silinder 1 middle-up	SIL1 TU
10007	Silinder 1 middle-down	SIL1 TD
10008	Motor 2 left	M2L
10009	Silinder 2 down	SIL2 D
10010	Silinder 2 up	SIL2 U
10011	Motor 2 right	M2R
10012	Silinder 2 middle-up	SIL2 TD
10013	Silinder 2 middle-down	SIL2 TU

4.10 Relay

Relay pada prinsipnya sama dengan sebuah saklar yang diaktifkan dengan memberikan tegangan. Rangkaian yang umum digunakan adalah rangkaian *common emitter* dengan relay sebagai beban. Dalam perancangan ini relay digunakan sebagai driver penggerak motor. Gambar rangkaian relay dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.7 :



Gambar 4.7 Relay
Sumber: Perancangan

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Untuk mengetahui apakah sistem hasil perancangan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi perencanaan maka perlu dilakukan pengujian. Data hasil pengujian yang diperoleh nantinya akan dianalisa untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan.

5.1 Pengujian Rangkaian Sensor Suhu

a. Tujuan pengujian

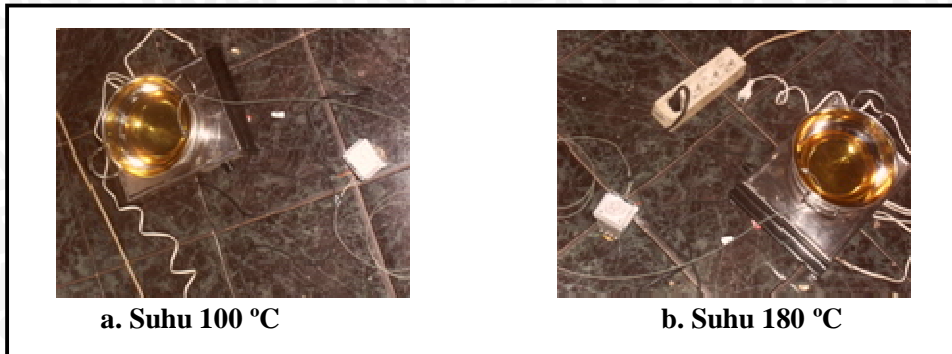
Pengujian rangkaian sensor suhu (termokopel) yang menggunakan termokontrol dan bertujuan untuk mengetahui akurasi sensor suhu. Jika tanggapan sensor suhu baik maka setiap perubahan suhu 40 °C sampai ke 100 °C dan 180 °C keluarannya akan sebesar 24 volt yaitu sesuai dengan masukan PLC.

b. Peralatan pengujian

- 2 buah Termokontrol
- 2 buah Heater (kompor listrik)
- 2 buah Stop watch
- 2 Wadah penggorengan (mangkuk alumunium)
- Relay
- Minyak

c. Prosedur pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian sensor suhu seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.1
- Menghidupkan *heater* dan minyak siap dipanaskan
- Menentukan suhu awal sesuai dengan suhu ruangan yaitu 30 °C
- Menentukan nilai *set point* suhu ke-1 yaitu 100 °C
- Menentukan nilai *set point* suhu ke-2 yaitu 180 °C
- Mengukur perubahan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* suhu dengan *stop watch*
- Memasukkan hasil pengujian ke dalam Tabel 5.1



Gambar 5.1 Pengujian Sensor Suhu

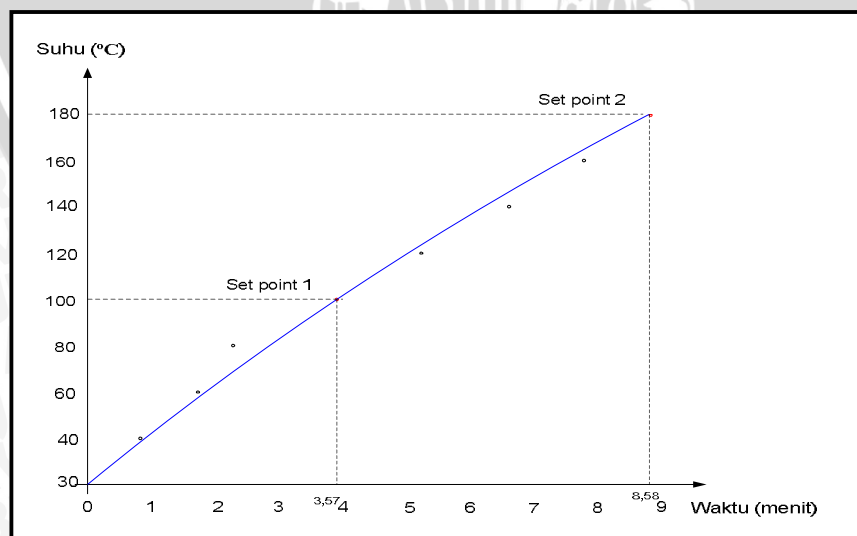
d. Hasil pengujian

Hasil pengujian sensor suhu ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

Tabel. 5.1 Waktu yang Dicapai oleh Sensor Suhu Saat Terjadi Perubahan Kenaikan Suhu

No.	Suhu (°C)	Waktu (menit)
1	30	0
2	40	0,58
3	60	1,45
4	80	2,20
5	100	3,57
6	120	5,19
7	140	6,35
8	160	7,43
9	180	8,58

Dalam grafik dapat digambarkan seperti dalam Gambar 5.2.:



Gambar 5.2 Grafik Perubahan Waktu Terhadap Suhu

Dari grafik hasil pengujian diperoleh data sebagai berikut :

Waktu mencapai set point (s)	3,57 menit (237 s)
Set point	100 °C
Waktu mencapai set point (s)	8,58 menit (538 s)
Set point	180 °C

Dari grafik hasil pengujian diatas dapat dikatakan hubungan perubahan waktu terhadap suhu adalah *linier*.

5.2 Pengujian dan Simulasi

Bagian ini akan membahas tentang pengujian dan menganalisis hasil pengujian untuk mengetahui keberhasilan sistem yang dibuat. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sistem PLC secara keseluruhan pada simulator proses penggorengan.

5.2.1 Pengujian sistem PLC

5.2.1.1 Peralatan yang digunakan :

1. Catu daya
2. PLC CQM1
3. Satu unit PC (terinstall *software* CX-PROGRAMMER for CQM1)
4. Rangkaian *Input*
5. Rangkaian *Output*
6. Simulator sistem penggorengan otomatis

5.2.1.2 Langkah-langkah pengujian:

1. Menghubungkan PC dengan PLC menggunakan kabel serial RS-232 Adapter
2. Merangkai rangkaian *input* dan *output*
3. Menghubungkan catu daya dengan PLC, peralatan *input* dan *output* pada prototipe sistem penggorengan otomatis yang telah dibuat
4. Mengaktifkan catu daya.
5. Me-*download* seluruh program yang telah dibuat dari PC ke dalam PLC
6. Mengubah kondisi PLC menjadi posisi *Run*
7. Melakukan pengujian untuk kondisi masukan (suhu)
8. Mengamati perubahan kondisi suhu pada prototipe
9. Mengamati hasil pengujian yang tampak pada prototipe (Simulasi dengan LED)
10. Mengamati kondisi aktuatur

Simulator sistem penggorengan otomatis dapat ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Simulator Sistem Penggorengan Otomatis

5.2.1.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Input dan *Output* PLC dapat ditunjukkan dalam Tabel 5.2 dan 5.3.

Tabel 5.2 Tabel *Input* yang Digunakan

Alamat	Keterangan	Simbol
00000	Limit switch mulai bekerja	ON
00001	Sensor suhu pada 180 °C	TC-IN
00002	Limit switch tuas 1 berada di kiri	LS1L
00003	Limit switch tuas 1 berada di kanan	LS1R
00004	Sensor suhu pada 100 °C	TC-IN2
00005	Limit switch tuas 2 berada di kiri	LS2L
00006	Limit switch tuas 2 berada di kanan	LS2R
00015	Limit switch kembali ke awal	RESET

Tabel 5.3 Tabel *Output* yang Digunakan

Alamat	Keterangan	Simbol
10002	Silinder 1 turun ke bawah	SIL1 D
10003	Silinder 1 naik ke atas	SIL1 U
10004	Motor 1 bergerak ke kanan	M1R
10005	Motor 1 bergerak ke kiri	M1L
10006	Silinder 1 middle - naik ke atas	SIL1 TU
10007	Silinder 1 middle - turun ke bawah	SIL1 TD
10008	Motor 2 bergerak ke kiri	M2L
10009	Silinder 2 turun ke bawah	SIL2 D
10010	Silinder 2 naik ke atas	SIL2 U
10011	Motor 2 bergerak ke kanan	M2R
10012	Silinder 2 middle - naik ke atas	SIL2 TD
10013	Silinder 2 middle - turun ke bawah	SIL2 TU

Dalam sistem pengendalian, kondisi keadaan suhu, pergerakan motor dan silinder pada proses penggorengan dibagi ke dalam 8 keadaan. Keadaan sistem yang dilakukan dapat dilihat dalam tabel.

Tabel Algoritma keadaan Sistem dapat ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

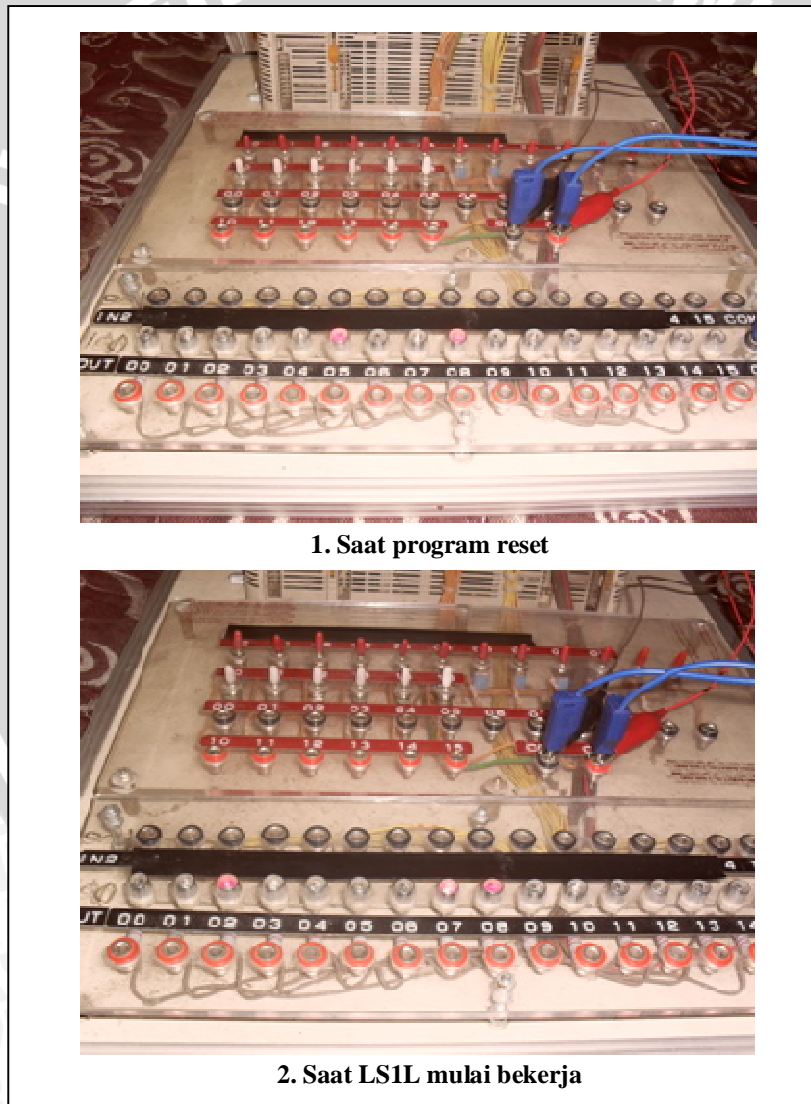
Tabel 5.4. Algoritma Keadaan Sistem

Kondisi	Keluaran	Alamat	Masukan
Keadaan Sistem1	Motor 1 ke kiri : ON	100.05	Limit switch : ON
	SIL1 D ke bawah : ON	100.02	Limit switch 1 kiri : ON
	SIL1 U ke atas : OFF	100.03	TK 1 : ON
Keadaan Sistem2	Motor 1 ke kiri : ON	100.05	Limit switch : ON

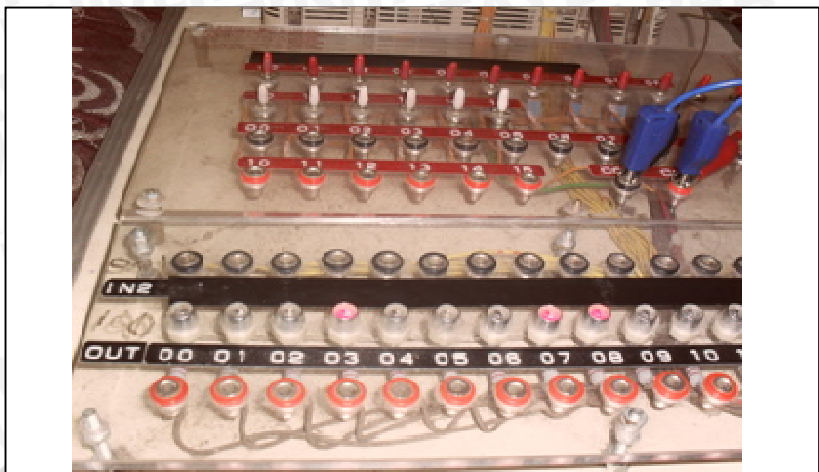
	SIL1 D ke bawah : OFF	100.02	Limit switch 1 kiri : ON
	SIL1 U ke atas : ON	100.03	TK 1 : ON
Keadaan Sistem3	Motor 1 ke kanan : ON	100.04	Limit switch : ON
	SIL1 D ke bawah : ON	100.02	Limit switch 1 kiri : OFF
	SIL1 U ke atas : OFF	100.03	TK 1 : ON
	Motor 2 ke kiri : ON	100.08	Limit switch 1 kanan : ON
	SIL2 D ke bawah : ON	100.09	Limit switch 2 kiri : ON
	SIL2 U ke atas : OFF	100.10	TK 2 : ON
Keadaan Sistem4	Motor 1 ke kanan : ON	100.04	Limit switch : ON
	SIL1 D ke bawah : OFF	100.02	Limit switch 1 kiri : OFF
	SIL1 U ke atas : ON	100.03	TK 1 : ON
	Motor 2 ke kiri : ON	100.08	Limit switch 1 kanan : ON
	SIL2 D ke bawah : OFF	100.09	Limit switch 2 kiri : ON
	SIL2 U ke atas : ON	100.10	TK 2 : ON
Keadaan Sistem5	Motor 1 ke kiri : ON	100.05	Limit switch : ON
	SIL1 D ke bawah : OFF	100.02	Limit switch 1 kiri : ON
	SIL1 U ke atas : ON	100.03	Limit switch 1 kanan : OFF
	SIL1 TU tengah : ON	100.06	TK 1 : ON
	Motor 2 ke kanan : ON	100.08	Limit switch 2 kiri : OFF
	SIL2 D ke bawah : OFF	100.09	Limit switch 2 kanan : ON
	SIL2 U ke atas : ON	100.10	TK 2 : ON
Keadaan Sistem6	Motor 1 ke kiri : ON	100.05	Limit switch : ON
	SIL1 D ke bawah : ON	100.02	Limit switch 1 kiri : ON
	SIL1 U ke atas : OFF	100.03	TK 1 : ON
	Motor 2 ke kanan : ON	100.11	Limit switch 1 kanan : ON
	SIL2 D ke bawah : ON	100.09	Limit switch 2 kiri : OFF
	SIL2 U ke atas : OFF	100.10	TK 2 : ON
Keadaan Sistem7	Motor 1 kiri : ON	100.05	Limit switch : ON
	SIL1 D ke bawah : OFF	100.02	Limit switch 1 kiri : ON
	SIL1 U ke atas : ON	100.03	TK 1 : ON
	Motor 2 ke kanan : ON	100.11	Limit switch 1 kanan : ON
	SIL2 D ke bawah : OFF	100.09	Limit switch 2 kiri : OFF
	SIL2 U ke atas : ON	100.10	TK 2 : ON

Keadaan Sistem8	Motor 1 ke kanan : ON	100.04	Limit switch : ON
	SIL1 D ke bawah : OFF	100.02	Limit switch 1 kiri : OFF
	SIL1 U ke atas : ON	100.03	Limit switch 1 kanan : ON
	Motor 2 ke kiri : ON	100.08	TK 1 : ON
	SIL2 D ke bawah : OFF	100.09	Limit switch 2 kiri : ON
	SIL2 D ke atas : ON	100.10	Limit switch 2 kanan : OFF
	SIL2 TU tengah : ON	100.12	TK 2 : ON

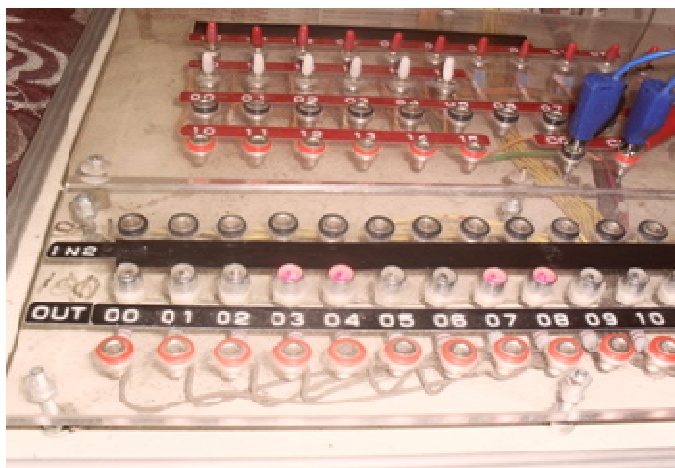
Gambar pengujian simulasi sistem PLC dengan indikator LED, dapat dilihat dalam Gambar 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, dan 5.8 :



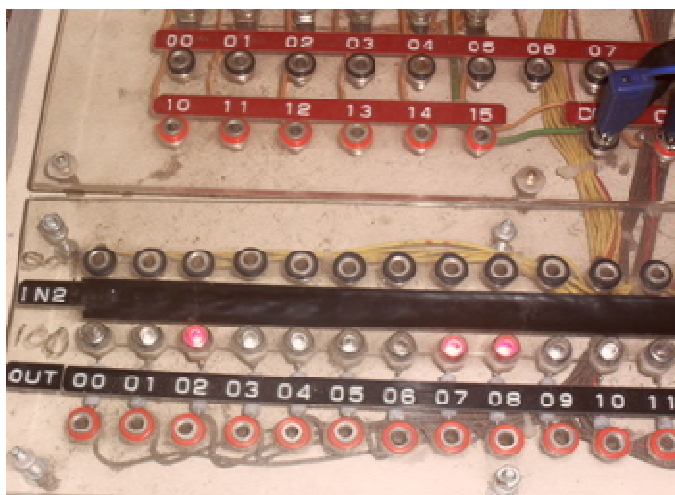
Gambar 5.4 Simulasi LED pada Program Ladder PLC



3. Saat LSIL bekerja

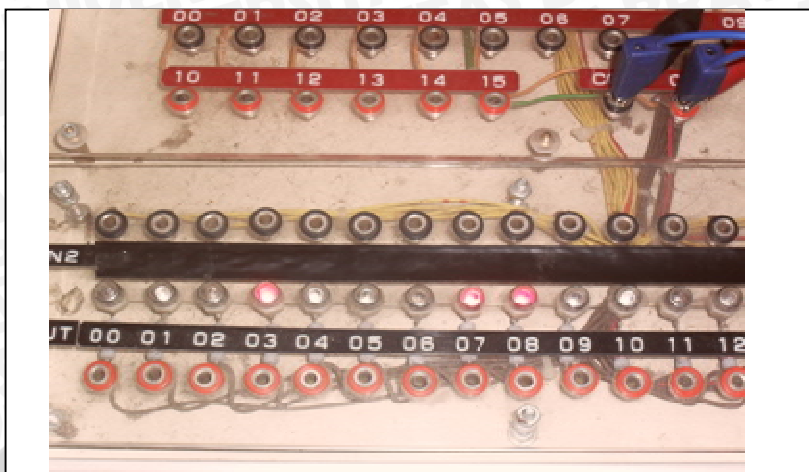


4. Saat LSIL bekerja

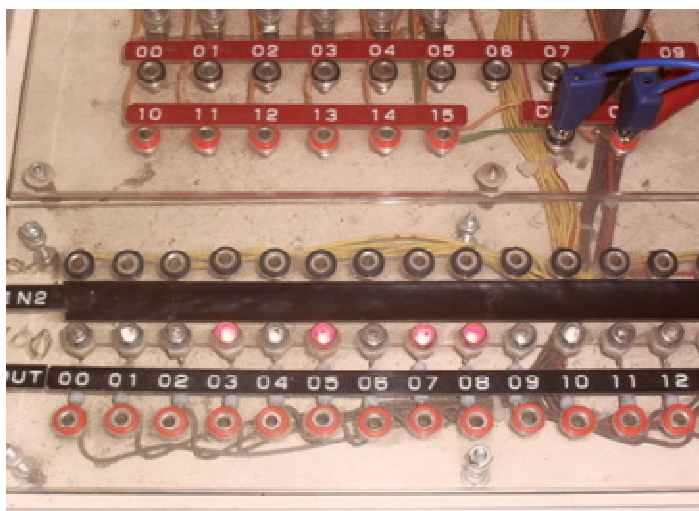


5. Saat LSIR mulai bekerja

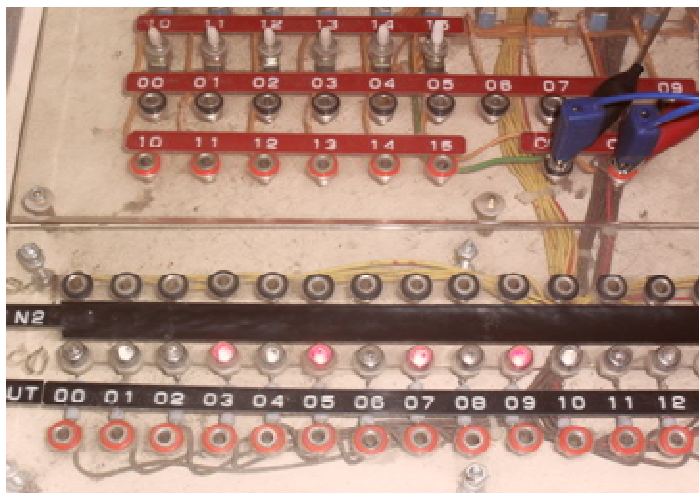
Gambar 5.5 Simulasi LED pada Program Ladder PLC



6. Saat LS1R bekerja

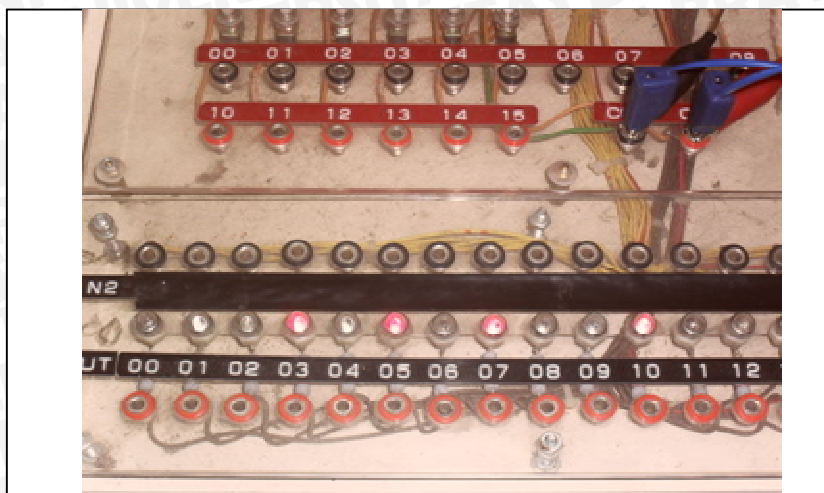


6. Saat LS1R bekerja

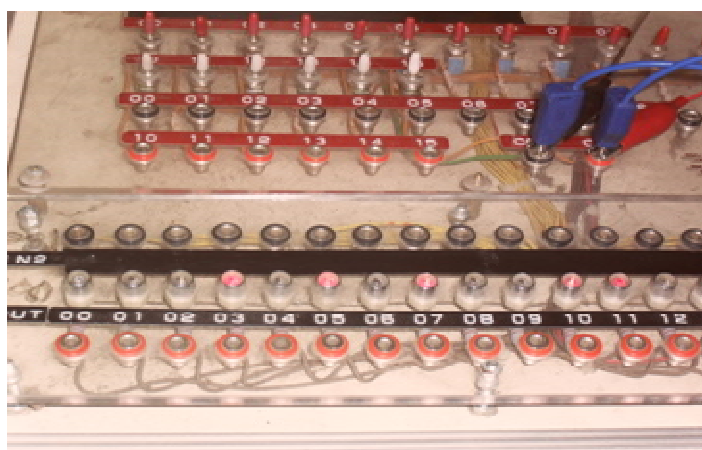


8. Saat LS2L bekerja

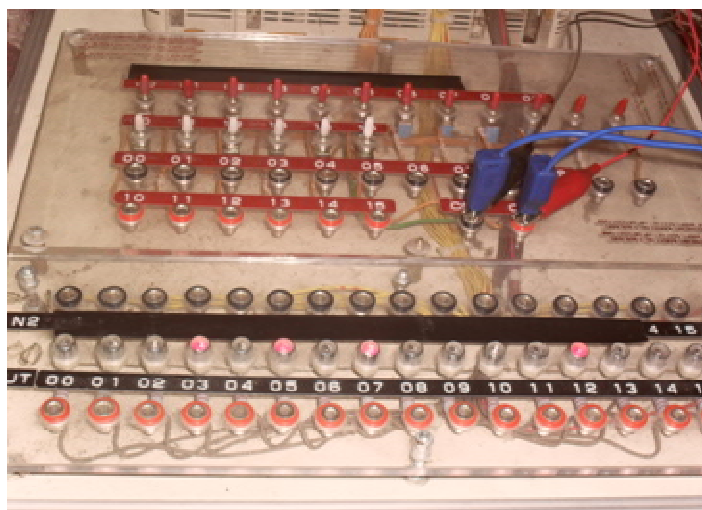
Gambar 5.6 Simulasi LED pada Program Ladder PLC



9. saat LS2L bekerja

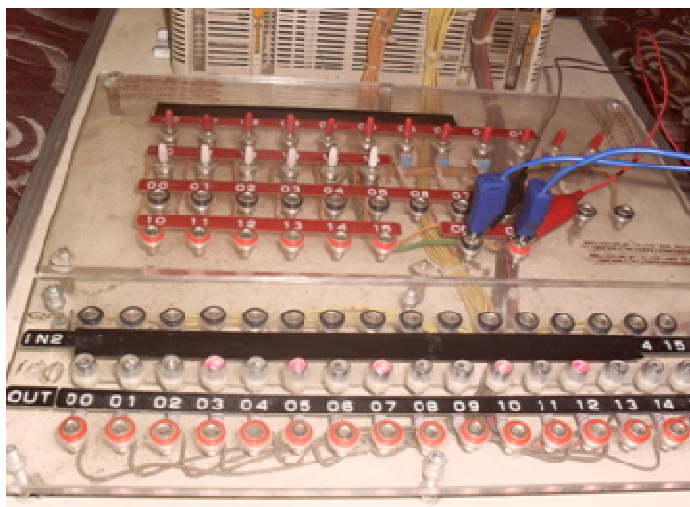


10. Saat LS2L bekerja

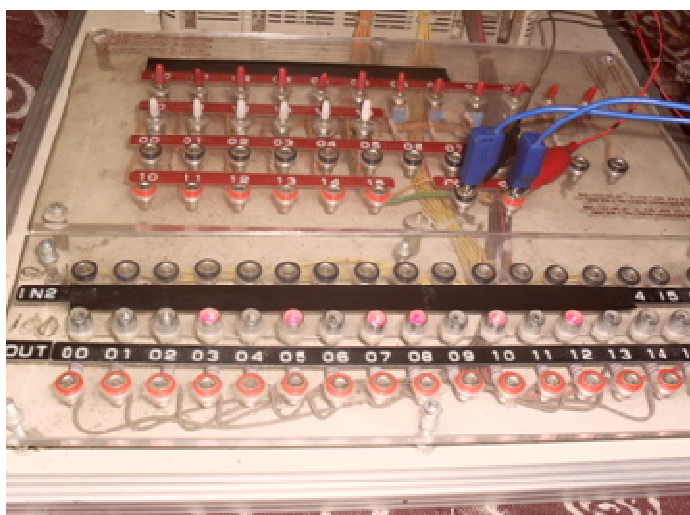


11. Saat LS2R mulai bekerja

Gambar 5.7 Simulasi LED pada Program Ladder PLC



12. Saat LS2R bekerja



13. Saat LS2R bekerja

Gambar 5.8 Simulasi LED pada Program Ladder PLC

Dari hasil pengujian kerja sistem untuk I/O tersebut juga dapat diketahui waktu respon PLC dari data instruksi yang telah dirancang dan dapat dilihat dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Data Instruksi Dalam *Statement List*

No.	Kode Instruksi	Operand	Waktu Eksekusi (μ s)
1	LD	0.15	0,375
2	OR	16.06	0,375
3	AND NOT	0.02	0,375
4	OUT	16.06	0,563
5	TIM	011#0020	1,125
6	LD	0.15	0,375
7	OR	17.06	0,375
8	AND NOT	0.05	0,375
9	OUT	17.06	0,563
10	TIM	012#0020	1,125
11	LD	0.15	0,375
12	OR	16.00	0,375
13	OR	TIM011	0,375
14	AND NOT	0.02	0,375
15	OUT	16.00	0,563
16	LD	0.15	0,375
17	OR	17.00	0,375
18	OR	TIM012	0,375
19	AND NOT	0.05	0,375
20	OUT	17.00	0,563
21	LD	0.01	0,375
22	OR	18.00	0,375
23	ANDNOT	0.15	0,375
24	OUT	18.00	0,563
25	LD	0.00	0,375

26	AND	18.00	0,375
27	AND	0.02	0,375
28	OUT	TR0	0,563
29	AND NOT	100.03	0,375
30	AND NOT	TIM001	0,375
31	OUT	16.02	0,563
32	LD	TR0	0,375
33	TIM	001#400	1,125
34	LD	0.00	0,375
35	AND	18.00	0,375
36	AND	TIM001	0,375
37	AND NOT	100.02	0,375
38	AND NOT	TIM003	0,375
39	OUT	17.02	0,563
40	LD	0.00	0,375
41	AND	18.00	0,375
42	AND	17.02	0,375
43	OR	100.04	0,375
44	OUT	TR0	0,563
45	AND NOT	16.01	0,375
46	AND NOT	0.03	0,375
47	AND	TIM002	0,375
48	OUT	100.04	0,563
49	LD	TR0	0,375
50	TIM	002#100	1,125
51	LD	0.00	0,375
52	AND	18.00	0,375
53	AND	100.05	0,375
54	OR	100.06	0,375
55	AND NOT	100.07	0,375

56	AND NOT	0.02	0,375
57	OUT	100.06	0,563
58	LD	0.00	0,375
59	AND	18.00	0,375
60	AND	0.02	0,375
61	AND NOT	100.06	0,375
62	OUT	100.07	0,563
63	LD	0.00	0,375
64	AND	18.00	0,375
65	AND	0.03	0,375
66	OUT	TR0	0,563
67	AND	TIM003	0,375
68	AND NOT	TIM004	0,375
69	OUT	16.03	0,563
70	LD	TR0	0,375
71	TIM	003#10	1,125
72	LD	0.00	0,375
73	AND	18.00	0,375
74	AND	TIM003	0,375
75	OUT	TR0	0,563
76	AND	TIM004	0,375
77	AND NOT	100.02	0,375
78	OUT	17.03	0,563
79	LD	TR0	0,375
80	TIM	004#160	1,125
81	LD	0.00	0,375
82	AND	18.00	0,375
83	AND	17.03	0,375
84	OUT	TR0	0,563
85	AND NOT	100.04	0,375

86	AND	TIM005		0,375
87	OUT		16.01	0,563
88	LD	TR0		0,375
89	TIM	005#100		1,125
90	LD		0.00	0,375
91	AND		18.00	0,375
92	AND		0.05	0,375
93	OUT	TR0		0,563
94	AND NOT		100.10	0,375
95	AND NOT	TIM006		0,375
96	OUT		16.04	0,563
97	LD	TR0		0,375
98	TIM	006#160		1,125
99	LD		0.00	0,375
100	AND		18.00	0,375
101	AND	TIM006		0,375
102	AND NOT		100.09	0,375
103	AND NOT	TIM008		0,375
104	OUT		17.04	0,563
105	LD	TR0		0,375
106	AND		18.00	0,375
107	AND		17.04	0,375
108	OR		100.11	0,375
109	OUT	TR0		0,563
110	AND NOT		17.01	0,375
111	AND NOT		0.06	0,375
112	AND	TIM007		0,375
113	OUT		100.11	0,563
114	LD	TR0		0,375
115	TIM	007#340		1,125

116	LD	TR0	0,375
117	AND	18.00	0,375
118	AND	100.11	0,375
119	OR	100.13	0,375
120	AND NOT	100.12	0,375
121	AND NOT	0.05	0,375
122	OUT	100.13	0,563
123	LD	0.00	0,375
124	AND	18.00	0,375
125	AND	0.06	0,375
126	AND NOT	100.13	0,375
127	OUT	100.12	0,563
128	LD	0.00	0,375
129	AND	18.00	0,375
130	AND	0.06	0,375
131	OUT	TR0	0,563
132	AND	TIM008	0,375
133	AND NOT	TIM004	0,375
134	OUT	16.05	0,563
135	LD	TR0	0,375
136	TIM	008#10	1,125
137	LD	0.00	0,375
138	AND	18.00	0,375
139	AND	TIM008	0,375
140	OUT	TR0	0,563
141	AND	TIM009	0,375
142	AND NOT	100.09	0,375
143	OUT	17.05	0,563
144	LD	TR0	0,375
145	TIM	009#400	1,125

146	LD	0.00	0,375
147	AND	18.00	0,375
148	AND	17.05	0,375
149	OUT	TR0	0,563
150	AND NOT	100.11	0,375
151	AND	TIM010	0,375
152	OUT	17.01	0,375
153	LD	TR0	0,375
154	TIM	010#100	1,125
155	LD	16.02	0,375
156	OR	16.03	0,375
157	OUT	100.02	0,563
158	LD	17.02	0,375
159	OR	17.03	0,375
160	OUT	100.03	0,563
161	LD	16.00	0,375
162	OR	16.01	0,375
163	OUT	100.05	0,563
164	LD	17.00	0,375
165	OR	17.01	0,375
166	OUT	100.08	0,563
167	LD	16.04	0,375
168	OR	16.05	0,375
169	OUT	100.09	0,563
170	LD	17.04	0,375
171	OR	17.05	0,375
172	OUT	100.10	0,563
173	END		28,0
174	TOTAL		108,268

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

- penundaan ON pada masukan : 8 ms
 - waktu pengawasan : 0,8 ms
 - waktu eksekusi total $108,268\mu\text{s} = 0,108268 \text{ ms}$
 - penundaan ON pada keluaran : 10 ms
 - saat me-refresh keluaran melalui siklus digunakan :
waktu respon I/O minimal adalah : $8 \text{ ms} + 0,8 \text{ ms} + 0,108268 \text{ ms} + 10 \text{ ms} = 18,908268 \text{ ms}$
 - 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 : $8 \text{ ms} + (0,8 + 0,108268) \text{ ms} * 2 + 10 \text{ ms} = 19,816536 \text{ ms}$
 - saat me-refresh keluaran secara langsung digunakan :
waktu respon I/O maksimal adalah : $8 \text{ ms} + 0,8 \text{ ms} + 0,108268 \text{ ms} + 10 \text{ ms} = 18,908268 \text{ ms}$
- jumlah alamat masukan eksternal : 8
jumlah alamat keluaran eksternal : 12
jumlah instruksi dalam *statement list* : 173

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan dan pengujian simulator sistem penggorengan otomatis berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) secara keseluruhan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

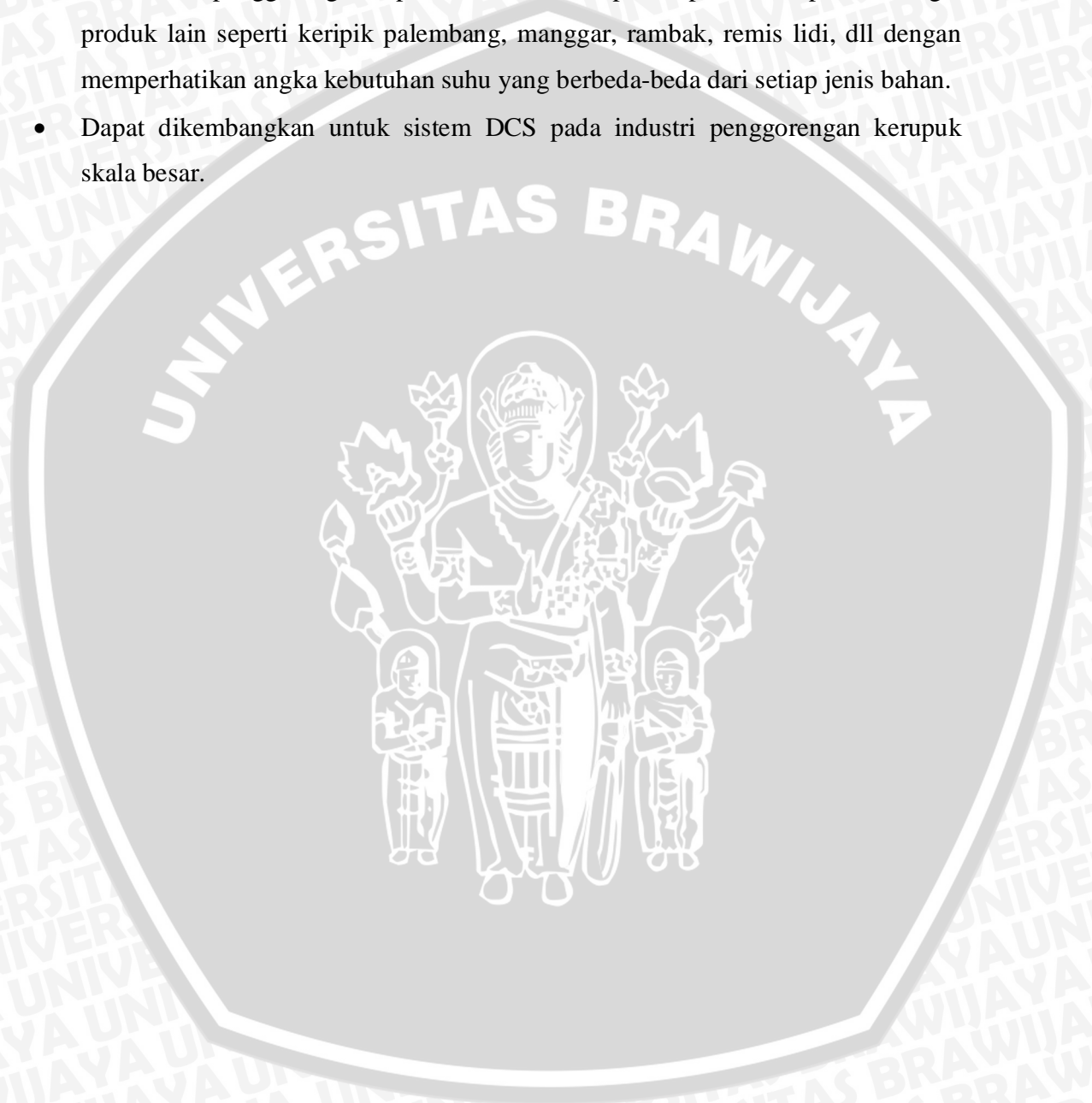
- 1) Jumlah alamat eksternal PLC yang digunakan yaitu 8 untuk masukan dan 12 untuk keluaran. Yang dibuat secara langsung menghasilkan respon langsung I/O minimal yang sama saat me-*refresh* keluaran secara langsung digunakan yaitu 18,908268 mili-detik. Perangkat lunak menghasilkan 173 instruksi, waktu respon I/O minimal saat me-*refresh* keluaran melalui siklus dan maksimal secara langsung digunakan adalah 18,8 mili-detik sedangkan waktu respon I/O maksimal saat me-*refresh* keluaran melalui siklus dan maksimal secara langsung digunakan adalah 19,816536 mili-detik. Sistem dapat dikatakan baik karena bekerja sesuai keadaan yang diinginkan.
- 2) Sensor suhu (termokopel) berfungsi untuk mendeteksi suhu pada minyak panas telah tercapai sesuai suhu yang diinginkan (*set point*) sistem untuk mulai bekerja, setelah sinyal dikirim ke PLC sebagai pengontrol utama. Jika respon dari sensor suhu yang diinginkan tercapai maka setiap perubahan temperatur dari suhu ruangan ke suhu *set point* yaitu 100 °C dan 180 °C keluarannya akan berlogika 1 (aktif) sesuai dengan masukan PLC.

6.2 Saran

Dalam pembuatan simulator sistem penggorengan otomatis masih memiliki keterbatasan sehingga sangat mungkin untuk dilakukan pengembangan dan penyempurnaan antara lain:

- Perbaiki dalam penampilan display untuk sensor suhu (termokopel) agar memiliki data yang lebih akurat dalam perubahan kenaikan suhu sesuai dengan yang dibutuhkan sistem sensor.

- Bahan dinding alat pengering sebaiknya menggunakan bahan yang lebih tahan panas seperti besi atau triplek. Namun dapat juga menggunakan plastik mika namun dalam ukuran yang lebih tebal dari 2 mm.
- Sistem alat penggoreng kerupuk otomatis ini dapat diaplikasikan pada berbagai produk lain seperti keripik Palembang, manggar, rambak, remis lidi, dll dengan memperhatikan angka kebutuhan suhu yang berbeda-beda dari setiap jenis bahan.
- Dapat dikembangkan untuk sistem DCS pada industri penggorengan kerupuk skala besar.



DAFTAR PUSTAKA

- Budiyanto, A., Wijaya. A. 2003. *Pengenalan Dasar- Dasar PLC (Programmable Logic)*. Yogyakarta. Penerbit Gava Media.
- Eko Putra, A. 2007. *PLC Konsep, pemrograman dan Aplikasi*. Yogyakarta. Penerbit Gava Media.
- Omron, 1992. *Factory Automation*. Singapore. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Ogata, K. 1997. *Teknik Kontrol Automatik*. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Liniger, H.A dan Beverloo, W.A. 1975. *Food Proses Enginerring*. Dordrecht-Holland. D.Reidel Publishing Company.
- Petruzella, D. F. 2001. *Elektronika Industri*. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Omron, 2000. *CQM1 Programmable Controllers Manual*. (CD-ROM OMRON Product Catalogue Collection.)
- Omron, 2000. *CQM1 Programmable Controllers Programming*. (CD-ROM OMRON Product Catalogue Collection.)
- Omron, 2000. *Product Information*. (CD-ROM OMRON Product Catalogue Collection.)
- <http://www.elektroindonesia.com/elektro/ifo.html>.
- <http://www.kota-makasar.net/elektronikadasar%20PLC/ch4/01>
- <http://id.wikipedia.org/wiki/kerupuk>
- <http://www.shinden.com>