



**SIMULASI OTOMASI KONTROL STARTER  
GENERATOR SET BERBASIS PLC**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan dalam rangka penyelesaian Studi Diploma III  
Untuk memperoleh gelar Ahli Madya**

Oleh :

Nama : Zaenal Mahasin  
NIM : 5351302028  
Program Studi : Teknik Instalasi Listrik D3  
Jurusan : Teknik Elektro

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2007**

## ABSTRAK

Zaenal Mahasin. 2007. **Simulasi Otomasi Kontrol Starter Generator Set Berbasis PLC**. Tugas Akhir. Teknik Instalasi Listrik D III UNNES : Semarang

Pemeliharaan generator set sangat berpengaruh terhadap kinerja dari sebuah suplay tenaga listrik. Terutama dalam sebuah instansi vital seperti rumah sakit. Keberadaan generator sangat diperlukan sebagai antisipasi apabila suplai daya listrik dari PLN mengalami Trip. Keterbatasan waktu dan tenaga merupakan faktor utama yang mendasari kurangnya pemeliharaan generator, sehingga seringkali generator mengalami gagal kerja ketika dibutuhkan. Bertolak dari keterbatasan waktu dan tenaga tersebut muncullah pemikiran mengenai perlunya sebuah software yang mampu mengendalikan sistem secara otomatis sehingga dapat memanas mesin Genset pada setiap rentang waktu tertentu

Programmable logic controller (PLC) merupakan suatu program yang digunakan untuk mengoperasikan system otomatis generator set. perintah yang dibuat berupa gambar yang dapat diartikan sebagai perintah rangkaian logika yang dinamakan ladder diagram. Perintah yang diambil dari sinyal input berupa saklar dan perintah sinyal output berupa beban. Sinyal output dalam mesin ini adalah motor yang dianalogikan sebagai genset, berdasarkan logika yang ada pada genset. ketika input 0001 di hidupkan maka timer 001 akan menghitung mundur 25 detik. Setelah terpenuhi maka akan menstarter motor, jika selama 3 detik penstarteran motor tidak hidup, maka akan mengaktifkan tim 004 sebagai penunda sebelum system mulai mencoba menstarter kembali. Jika dalam 3 kali penstarteran motor tetap tidak mau hidup maka akan mengaktifkan alamat 1004. alamat 1004 sendiri adalah sebuah alarm yang akan memberi peringatan apabila system tidak bisa berfungsi normal dan harus mendapatkan pengecekan lebih lanjut

Menurut hasil diatas, pemanfaatan software menggunakan CPM 1A sudah bisa dikatakan berhasil diterapkan pada simulasi, namun akan terjadi kekurangan yang cukup signifikan apabila diterapkan untuk pemakaian publik, disebabkan seting waktu maksimal hanya berkisar 16 menit, sedangkan pemakaian untuk publik membutuhkan keleluasaan dalam penerapan setting waktu sesuai dengan bidang aplikasinya

Berdasarkan dari hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa tujuan awal dari konsep pembuatan alat terpenuhi dengan terwujudnya sebuah simulasi. Pemanfaatan PLC sangat cocok diterapkan pada pengotomasi generator set, namun unjuk kerja simulasi belum maksimal karena keterbatasan kemampuan dalam pengembangan aplikasi timer perangkat lunak PLC

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini telah dipertahankan dihadapan sidang penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 25 januari 2007

Pembimbing

Drs. I Made Sudana. M.Pd  
NIP.131404314

Penguji II

Penguji I

Drs. I Made Sudana, M.Pd  
NIP. 131404314

Tatyantoro Andrasto, S.T, M.T  
NIP. 132232153

Ketua Jurusan

Ketua Program Studi D III

Drs.Djoko Adi Widodo.M.T  
NIP.131570064

Drs. Agus Murnomo. M.T  
NIP.131616610

Dekan,

Prof. DR. Soesanto, M. Pd  
NIP. 130875753

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

.....KAMI TINGGIKAN DERAJAT ORANG YANG KAMI KEHENDAKI:  
DAN DIATAS TIAP-TIAP ORANG YANG BERPENGETAHUAN ITU ADA LAGI  
YANG MAHA MENGETAHUI ( Q.S. YUSUF: 76 )

SESUNGGUHNYA SESUDAH KESULITAN ITU ADA KEMUDAHAN  
(Q.S. AL INSYIROH: 6)

KESUKSESAN BUKAN SEMATA-MATA BETAPA KERAS OTOT DAN  
BETAPA TAJAM OTAK KITA, NAMUN JUGA BETAPA LEMBUT HATI KITA  
DALAM MENJALANI SEGALA SESUATU. (ES. SOEPRIYADI)

KEKUATAN BAHU KITA BUKAN HANYA TERLETAK PADA SEBERAPA  
KERAS DAN KUATNYA BAHU KITA BISA MEMIKUL, MELAINKAN JUGA  
SEBERAPA LEMBUT BAHU KITA BISA DIJADIKAN SANDARAN BAGI ORANG  
LAIN (ES. SOEPRIYADI)

### PERSEMBAHAN

UNTUK IBU-BAPAK TERCINTA DAN KELUARGA BESARKU

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena hanya dengan kekuatan dari-Nyalah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.. Penulis sadar bahwa tugas akhir ini tidak dapat selesai tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak yang telah berpartisipasi memberikan dukungannya dan bantuan dalam menyusun TA ini, yaitu:

1. Bapak Drs. Djoko Adi Widodo, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro UNNES.
2. Bapak Drs. Agus Murnomo, M.T selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Elektro UNNES
3. Bapak Drs. I Made Sudana, M.Pd, selaku dosen pembimbing yang selama ini membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Elektro yang telah membekali penulis ilmu pengetahuan, memberikan motivasi belajar sehingga membuka cakrawala fikiran penulis dan akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak yang turut membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semarang, 7 Januari 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
<b>BAB 1      PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Permasalahan .....	5
C. Pembatasan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat .....	6
<b>BAB II     LANDASAN TEORI .....</b>	<b>7</b>
A. Otomasi .....	7
B. PLC .....	9
1. Pengertian PLC .....	9
2. Bagian-bagian PLC .....	15

C. Generator Set	26
1. Generator	26
2. Mesin Diesel	28
D. Motor Listrik Arus Searah	31
E. LED	33
F. Sakelar Tekan	34
H. Relay	35

### BAB III PERANCANGAN, PENGUJIAN DAN

PEMBAHASAN	37
A. Proses Pembuatan	37
1. Perancangan Simulasi	37
2. Alat dan Bahan	38
3. Rancang Bangun	39
4. Rangkaian Catu Daya	39
5. Software	41
6. Pembuatan	47
B. Pengujian	48
1. Pengecekan Alat dan Bahan Uji	48
2. Cara Kerja	48
3. Hasil Pengujian	50
C. Pembahasan	56

BAB IV	PENUTUP .....	58
	A. Kesimpulan .....	58
	B. Saran .....	58
Daftar Pustaka	.....	59
Lampiran		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Contoh Penyimpanan Kode Mnemonik .....	25
Tabel 3.2. Daftar Bahan .....	38
Tabel 3.3. Daftar Input .....	41
Tabel 3.4. Daftar Output .....	42
Tabel 3.5. Daftar Mnemonik .....	42

## DAFTAR GAMBAR

<b>Nama Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Omron CPM 1A .....	14
Gambar 2.2. Bentuk Fisik Omron CPM 1A .....	14
Gambar 2.3. Contoh Ladder Diagram .....	21
Gambar 2.4. Contoh Intruksi LD dan LD NOT .....	22
Gambar 2.5. Contoh Intruksi AND dan AND NOT .....	23
Gambar 2.6. Contoh Intruksi END .....	24
Gambar 2.7. Contoh Pemrograman yang Salah .....	26
Gambar 2.8. Mesin Diesel .....	30
Gambar 2.9. Mesin Genset .....	30
Gambar 2.10. Arah Gaya Pada 2 Konduktor dan Prinsip Motor DC .....	32
Gambar 2.11. Simbol dan Bentuk Fisik LED .....	34
Gambar 2.12. Simbol Saklar Tekan NO dan NC .....	35
Gambar 2.13. Simbol dan Bentuk Fisik Relay .....	36
Gambar 3.1. Rancang Bangun Simulasi Logika Genset .....	39
Gambar 3.2. Rangkaian Catu Daya .....	39
Gambar 3.3. Rangkaian Simulasi System Otomasi Generator Set .....	40
Gambar 3.4. Ladder Diagram Simulasi Otomasi Generator Set .....	42
Gambar 3.5. Ladder Diagram Sebelum Bekerja .....	45
Gambar 3.6. Keadaan Sesudah Beroperasi .....	50

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dewasa ini sangat pesat, terutama di bidang teknologi elektronika mengakibatkan beberapa efek yang mempengaruhi kehidupan masyarakat untuk melangkah lebih maju (modernisasi), berfikiran praktis dan simple. Hal semacam ini memerlukan sarana pendukung yang sederhana, praktis dan berteknologi tinggi. Hal ini dapat disaksikan bahwa pembuatan peralatan-peralatan yang serba otomatis yang mengesampingkan peran manusia sebagai subjek pekerjaan telah banyak ditemukan. Untuk memenuhi kebutuhan otomatisasi ini diperlukan peralatan kontrol yang bisa memenuhi kebutuhan tersebut. Alat-alat kontrol ini diantaranya alat kontrol berbasis mikrokontroler, saklar-saklar otomatis, dan Programmable Logic Control (PLC).

Dalam pabrik atau instansi, tentunya dibutuhkan sebuah sistem penyulang cadangan tenaga listrik. Sistem penyulang cadangan tersebut dinamakan generator set atau biasa disebut genset. Genset biasanya digunakan sebagai sistem cadangan yang akan harus menyuplai arus listrik ketika suplai dari PLN mengalami trip, sehingga proses kerja mesin-mesin dalam pabrik atau instansi seperti rumah sakit dapat terus berlangsung. Dalam hal ini diperlukan kondisi genset yang prima dan terjaga sehingga pada saat kapanpun dibutuhkan, genset mampu mensuplai arus listrik. Untuk itu

dibutuhkan perawatan yang berkesinambungan terutama permasalahan klasik yang biasa terjadi pada mesin yang berbahan bakar minyak, yaitu terhambatnya mesin karena pelumasan yang terganggu, sehingga dibutuhkan sistem yang dapat secara otomatis memanas mesin pada setiap rentang waktu tertentu sehingga proses sirkulasi bahan bakar maupun pompa oli pelumas pada genset tidak terganggu. Alasan digunakannya PLC sebagai alat pengendali adalah semata-mata karena keefektifan alat tersebut sehingga diharapkan mampu mengefektifkan pekerjaan dalam pabrik atau instansi.

Dengan memanfaatkan salah satu sistem yang mempergunakan alat-alat kontrol otomatis dalam hal ini PLC, diharapkan mampu terciptanya sebuah alat kontrol otomatis yang dapat memenuhi harapan tersebut.

PLC (Programmable Logic Control) dapat dibayangkan seperti sebuah personal komputer konvensional (konfigurasi internal pada PLC mirip sekali dengan konfigurasi internal pada personal komputer). Akan tetapi dalam hal ini PLC dirancang untuk pembuatan panel listrik (untuk arus kuat). Jadi bisa dianggap PLC adalah komputernya panel listrik. Ada juga yang menyebutnya dengan PC (Programmable Controller).

PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, misalnya pada proses pengepakan, penanganan bahan, perakitan otomatis dan lain sebagainya. Dengan kata lain, hampir semua aplikasi yang memerlukan kontrol listrik atau elektronik lainnya.

Dengan demikian, semakin kompleks proses yang harus ditangani, semakin penting penggunaan PLC untuk mempermudah proses-proses

tersebut (dan sekaligus menggantikan beberapa alat yang diperlukan). Selain itu sistem control proses konvensional memiliki beberapa kelemahan, antara lain:

1. Perlu kerja keras saat dilakukan pengkabelan.
2. Kesulitan saat dilakukan penggantian dan perbaikan.
3. Kesulitan saat dilakukan pelacakan kesalahan.
4. Saat terjadi masalah, waktu tunggu tidak menentu dan biasanya lama.
5. Hard-wired Program
6. Tujuan dan aplikasi tertentu.

Sedangkan penggunaan kontroler PLC memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional, antara lain:

1. Dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional, jumlah kabel yang dibutuhkan dapat diminimalkan
2. PLC mengkonsumsi daya lebih rendah dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional (berbasis relai).
3. Fungsi diagnostik pada sebuah kontroler PLC membolehkan pendeteksian kesalahan yang mudah dan cepat.
4. Perubahan pada urutan operasional atau proses atau aplikasi dapat dilakukan dengan mudah, hanya dengan melakukan perubahan atau penggantian program, baik melalui terminal konsol maupun computer PC.
5. Tidak membutuhkan spare part yang banyak, perangkat kontroler sederhana.

6. Lebih murah dibandingkan dengan sistem konvensional, khususnya dalam kasus penggunaan instrumen I/O yang cukup banyak dan fungsi operasional prosesnya cukup kompleks.
7. Ketahanan PLC jauh lebih baik dibandingkan dengan relai auto- mekanik.
8. Dokumentasi gambar sistem lebih sederhana dan mudah dimengerti.
9. Standarisasi sistem kontrol lebih mudah diterapkan.
10. Pemrograman yang ampuh dan disimpan didalam memori
11. Aplikasi yang universal karena suatu program ditentukan oleh fungsi yang tersedia.
12. Commissioning dan trouble shooting lebih mudah dengan menggunakan fungsi yang tersedia.
13. Programnya dapat menggunakan teks dan grafik.
14. Dapat menerima kondisi lingkungan yang berat.

Pemakaian PLC sebagai alat kontrol untuk beberapa sistem otomatisasi telah banyak digunakan karena PLC dapat diberi perintah masukan yang memungkinkan dapat diterapkan dalam sistem kontrol otomatis starter genset . Genset akan dapat di-set agar “memelihara” dirinya sendiri dengan mengaktifkan mode starter otomatis untuk memanasi mesin setiap rentang waktu tertentu sehingga keandalan sistem penyulang tenaga listrik dapat terjaga.

## **B. Permasalahan**

Permasalahan yang timbul dalam pembuatan software berbasis PLC ini adalah :

1. Bagaimana agar mesin genset selalu dalam kondisi siap ketika suatu saat diperlukan untuk menyuplai arus listrik cadangan?
2. Bagaimana merancang sebuah simulasi starter otomatis yang menggunakan sistem kontrol PLC dengan jalan menstarter untuk memanasi mesin?

## **C. Pembatasan Masalah**

Karena terbatasnya sarana dan prasarana dalam pembuatan alat, maka masalah yang akan dikaji dan dibahas meliputi :

1. Sistem program pengendalian piranti menggunakan PLC OMRON SYSMAC CPM1A.
2. Penerapan sistem memakai pendekatan logika dan menggunakan motor DC yang disesuaikan dengan keadaan generator set dilapangan.
3. Sistem dibuat dalam bentuk simulasi.

## **D. Tujuan**

Adapun tujuan yang hendak dicapai adalah :

1. Merancang dan membuat program yang dituangkan ke dalam simulasi starter otomatis dengan menggunakan PLC sebagai alat kontrol pengendali kerja motor .
2. Mengetahui unjuk kerja dari alat yang dibuat.

### **E. Manfaat**

Adapun manfaat yang tercapai dengan adanya alat tersebut adalah :

1. Bagi penulis sendiri, dapat memberikan gambaran mengenai salah satu aplikasi PLC dalam banyak hal tidak terbatas pada satu aplikasi saja.
2. Pemakai mendapatkan kenyamanan dalam menjaga kondisi mesin
3. Mempermudah manusia dalam mengetahui kondisi mesin generator
4. Sebagai bahan penunjang praktik di laboratorium PLC Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Otomasi**

##### 1. Pengertian

Teknologi yang memanfaatkan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem komputer untuk mengoperasikan dan mengendalikan operasi. Istilah otomasi (automation) pertama kali digunakan oleh Mgr. Fords di Detroit, menggantikan kata otomatis (automatic).

Kata Otomasi itu sendiri digunakan untuk menjelaskan mengenai alat mekanis untuk handling diantara mesin perkakas, sehingga menjadi suatu lintas produksi yang kontinu.

Karakteristik dari otomasi adalah:

- a. Mekanisme tanpa bantuan operator
- b. Alat transfer
- c. Operasi permesinan dilakukan secara sekuensial / per blok
- d. Benda kerja bergerak dengan sendirinya
- e. Utilisasi yang tinggi

Dari berbagai karakter diatas, ada beberapa permasalahan klasik yang ingin diselesaikan, yaitu :

1. Tenaga kerja, meliputi
  - Kelangkaan tenaga kerja yang ahli / trampil
  - Jumlah tenaga kerja yang tinggi

## 2. Daya beli

Sehingga dalam pemanfaatan sebuah otomasi. diharapkan dalam sebuah proses produksi, output dan ketelitian akan meningkat sedangkan waktu proses, area produksi dan tenaga kerja akan menurun

## 2. Alasan perlunya otomasi

Ada beberapa alasan digunakannya proses otomasi dalam sebuah proses produksi, yaitu :

### a. Meningkatkan produktivitas

Keluaran hasil kerja yang lebih tinggi dapat dicapai dengan otomasi, dibandingkan dengan operasi manual

### b. Ongkos tenaga kerja yang tinggi

Upah buruh selalu meningkat. Oleh karena itu, investasi tinggi dari teknologi otomasi telah dapat dibenarkan secara ekonomi untuk menggantikan operasi-operasi manual

### c. Kekurangan tenaga kerja

- Kecenderungan di negara maju yang mengimpor tenaga kerja
- Adanya pandangan generasi saat ini tentang pekerjaan mekanik yang kasar, membosankan dan kotor

### d. Keselamatan kerja

Otomasi mengubah fungsi operator dari peranan yang menuntut partisipasi aktif ke suatu peran pengawasan (supervisory)

e. Ongkos bahan baku yang tinggi

Mengurangi kegagalan produk maupun sebuah proses adalah salah satu keuntungan otomasi.

f. Meningkatkan kualitas

Selain meningkatkan kecepatan produksi, otomasi juga meningkatkan konsistensi dan kesesuaian terhadap spesifikasi kualitas produk

g. Mengurangi “in-process inventory”

Otomasi mengurangi waktu yang dihabiskan sebuah benda kerja/produk di dalam suatu sistem kerja

h. Bila tidak dilakukan otomasi, ongkosnya tinggi

Keuntungan penerapan otomasi seringkali muncul dengan cara yang tidak dapat dihitung atau terduga, seperti misalnya meningkatnya kualitas produk, meningkatkan hasil dari suatu sistem dan menciptakan image perusahaan yang lebih baik.

## **B. Programmable Logic Control (PLC)**

### **1. Pengertian PLC**

Sistem kontrol proses terdiri atas sekumpulan piranti-piranti dan peralatan-peralatan elektronik yang mampu menangani kestabilan, akurasi dan mengeliminasi transisi status yang berbahaya dalam proses produksi. Masing-masing komponen dalam sistem kontrol proses tersebut memegang peranan pentingnya masing-masing, tidak peduli ukurannya. PLC (Programmable, menunjukkan kemampuannya dapat diubah-ubah

sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat. Logic, menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik, yakni melakukan operasi negasi, mengurangi, membagi, mengalikan, menjumlahkan & membandingkan. Controller, menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan).(Setiawan Heru, 2005:1).

Menurut Putra Agfianto E (2004:1), (Programmable Logic Control) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relai yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC, bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor-sensor yang terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya (logik, 0 atau I, hidup atau mati). Program yang dibuat umumnya dinamakan diagram tangga atau ladder diagram yang kemudian harus dijalankan oleh PLC yang bersangkutan. Dengan kata lain, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrumen keluaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati.

Menurut Suryono dan Tugino (2005:1) dalam A.Brata (2006:8), PLC (Programmable Logic Control) dapat dibayangkan seperti sebuah personal komputer konvensional (konfigurasi internal pada PLC mirip sekali dengan konfigurasi internal pada personal komputer). Akan tetapi dalam hal ini PLC dirancang untuk pembuatan panel listrik (untuk arus kuat).

Jadi bisa dianggap PLC adalah komputernya panel listrik. Ada juga yang menyebutnya dengan PC (programmable control ).

Dari beberapa pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa PLC adalah sebuah peralatan kontrol otomatis yang mempunyai memori untuk menyimpan program masukan guna mengontrol peralatan atau proses melalui modul masukan dan keluaran baik digital maupun analog.

PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, misalnya pada proses pengepakan, penanganan bahan, perakitan otomatis dan lain sebagainya. Dengan kata lain, hampir semua aplikasi yang memerlukan kontrol listrik atau elektronik lainnya.

Dengan demikian, semakin kompleks proses yang harus ditangani semakin penting penggunaan PLC untuk mempermudah proses-proses tersebut (dan sekaligus menggantikan beberapa alat yang diperlukan). Selain itu sistem kontrol proses konvensional memiliki beberapa kelemahan, antara lain:

- a. Perlu kerja keras saat dilakukan pengkabelan.
- b. Kesulitan saat dilakukan penggantian dan perbaikan.
- c. Kesulitan saat dilakukan pelacakan kesalahan.
- d. Saat terjadi masalah, waktu tunggu tidak menentu dan biasanya lama.
- e. Biaya relatif mahal karena membutuhkan spare part relative banyak.

Sedangkan penggunaan kontroler PLC memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional, antara lain:

- a. Dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional, jumlah kabel yang dibutuhkan bisa berkurang hingga 80%, wiring relative sedikit.
- b. PLC mengkonsumsi daya lebih rendah dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional (berbasis relai).
- c. Fungsi diagnostik pada sebuah kontroler PLC membolehkan pendeteksian kesalahan yang mudah dan cepat.
- d. Perubahan pada urutan operasional atau proses atau aplikasi dapat dilakukan dengan mudah, hanya dengan melakukan perubahan atau penggantian program, baik melalui terminal konsol maupun komputer PC.
- e. Tidak membutuhkan spare part yang banyak, perangkat kontroler sederhana.
- f. Lebih murah dibandingkan dengan sistem konvensional, khususnya dalam kasus penggunaan instrumen I/O yang cukup banyak dan fungsi operasional prosesnya cukup kompleks.
- g. Ketahanan PLC jauh lebih baik dibandingkan dengan relai automekanik.
- h. Dokumentasi gambar sistem lebih sederhana dan mudah dimengerti.
- i. Standarisasi sistem kontrol lebih mudah diterapkan.
- j. Pemrograman yang ampuh dan disimpan didalam memori.
- k. Aplikasi yang universal karena suatu program ditentukan oleh fungsi yang tersedia.

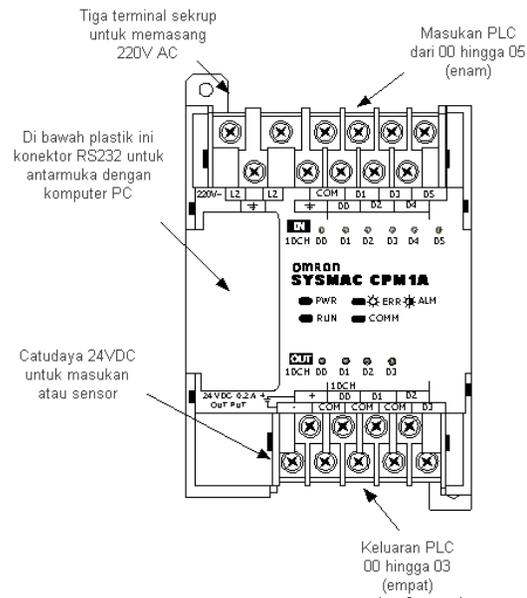
- l. Commissioning dan troubleshooting lebih mudah dengan menggunakan fungsi yang tersedia.
- m. Programnya dapat menggunakan teks dan grafik.
- n. Dapat menerima kondisi lingkungan yang berat.
- o. Produksi yang relatif besar.

Tiap-tiap PLC pada dasarnya merupakan sebuah mikrokontroler (CPU-nya PLC bisa berupa mikrokontroler maupun mikroprosesor) yang dilengkapi dengan peripheral yang dapat berupa masukan digital, keluaran digital atau relai. Perangkat lunak programnya sama sekali berbeda dengan bahasa komputer seperti pascal, basis C dan lain-lain. Programnya menggunakan apa yang dinamakan sebagai diagram tangga atau ladder diagram.

PLC (Programmable Logic Control) CPM1A dan CPM2A merupakan PLC produk dari OMRON, perbedaan mendasar antara CPM1A dan CPM2A adalah fungsi dan jumlah terminal masukan dan keluarannya, CPM1A 10 memiliki 6 masukan (10-15) dan 4 keluaran (00-03) total 10 jalur keluaran atau masukan, sedangkan CPM2A 20 memiliki 12 masukan dan 8 keluaran (total 20 jalur masukan atau keluaran). Pada gambar 2.1 dan 2.2 (pada halaman 12) ditunjukkan gambar Omron CPM1A 10 keluaran atau masukan (10 I/O), sedangkan gambar 3 ditunjukkan gambar Omron CPM2A (20 I/O).

Tiga terminal sekrup untuk memasang 220V AC Masukan PLC dari 00 hingga 05 (enam). Di bawah plastik ini konektor RS232 untuk

antarmuka dengan komputer PC, Catudaya 24VDC untuk masukan atau sensor



Gambar 2.1. Omron CPM1A  
Sumber (Putra Afgianto Eko, 2004:21)



Gambar 2.2. Bentuk fisik Omron CPM1A  
Sumber (Putra Afgianto Eko, 2004:21)

## 2. Bagian-bagian PLC

PLC sesungguhnya merupakan sistem mikrokontroler khusus untuk industri, artinya seperangkat perangkat lunak dan keras yang di adaptasi untuk keperluan aplikasi dalam dunia industri. Elemen-elemen sebuah PLC terdiri atas :

### a. Central Processing Unit (CPU)

Adalah otak dalam PLC, merupakan tempat mengolah program sehingga sistem kontrol yang telah di desain akan bekerja seperti yang telah- diprogramkan. CPU PLC Omron sangat bervariasi macamnya tergantung pada masing-masing tipe PLC-nya. CPU ini juga menangani komunikasi dengan piranti eksternal, interkoneksi antar bagian-bagian internal PLC, eksekusi program, manajemen memori, mengawasi atau mengamati masukan dan memberikan sinyal ke keluaran (sesuai dengan proses atau program yang dijalankan). Kontroler PLC memiliki suatu rutin kompleks yang digunakan untuk memeriksa memori agar dapat dipastikan memori PLC tidak rusak yang ditandai dengan lampu indikator pada badan PLC.

### b. Terminal masukan (Power Supply)

Adalah terminal untuk memberi tegangan dari power supply ke CPU (100 sampai 240 VAC atau 24 VDC). Modul ini berupa switching power supply. Suatu sistem kontrol yang saling berhubungan satu dengan yang lain dan menggunakan banyak PLC.

Terdiri dari 16 word, LR00 hingga LR15 atau 256 bit, LR00.00 hingga LR15.15, untuk CPM1A/CPM2A. (Abimantra,B:2005)

c. Terminal Pertanahan Fungsional (Functional Earth Terminal).

Adalah terminal pertanahan yang harus diketanahkan jika menggunakan tegangan sumber AC.

d. Terminal keluaran Power Supply

Sebuah CPM 1A/2A dengan sumber tegangan AC dilengkapi dengan keluaran 24 VDC untuk mensuplai keluaran.

e. Terminal masukan (Terminal Input)

Adalah terminal yang menghubungkan ke rangkaian masukan.

f. Terminal keluaran (Terminal Output)

Adalah terminal yang menghubungkan ke rangkaian keluaran.

g. Indikator PC

Indikator yang memperlihatkan atau menampilkan status operasi atau mode dari PC.

h. Terminal pertanahan pengaman (Protective Out Terminal)

Adalah terminal pengaman pertanahan untuk mengurangi resiko kejutan listrik.

i. Indikator masukan (Indikator Input).

Menyala saat terminal masukan ON.

j. Indikator keluaran (Indikator Output)

Menyala saat terminal keluaran ON.

#### k. Memori PLC

##### 1) IR (Internal Relay)

Bagian memori ini digunakan untuk menyimpan status keluaran dan masukan PLC. Untuk CPM1A/CPM2A, masing-masing bit IR000 berhubungan langsung dengan terminal masukan, misal IR000.00 (atau 000.00 saja) berhubungan langsung dengan masukan ke-1 dan IR 000.05 (atau 000.05).

Daerah IR terbagi atas tiga macam area, yaitu area masukan, area keluaran dan area kerja. Untuk mengakses memori ini cukup dengan angkanya saja, 000 untuk masukan, 010 untuk keluaran dan 200 untuk memori kerjanya. (Abimantra,B:2005)

##### 2) SR (Special Relay)

Special relay adalah relai yang mempunyai fungsi-fungsi khusus seperti untuk pencacah, interupsi dan status flags (misalnya pada intruksi penjumlahan terdapat kelebihan digit pada hasilnya (carry flag), kontrol bit PLC, informasi kondisi PLC, dan sistem clock (pulsa 1 detik; 0,2 detik dan sebagainya).

##### 3) HR (Holding Relay)

Holding Relay digunakan untuk mempertahankan kondisi kerja rangkaian PLC yang sedang dioperasikan apabila terjadi gangguan pada sumber tegangan dan akan menyimpan kondisi kerja PLC walaupun sudah dimatikan. Untuk CPM1A/CPM2A daerah ini terdiri dari 20 word, HR00 hingga HR19 atau 320 bit.

HR000.00 hingga HR19 dapat digunakan bebas didalam program sebagaimana bit-bit kerja (works bit).

4) TR (Temporary Relay)

Berfungsi untuk penyimpanan sementara kondisi logika program pada ladder diagram yang mempunyai titik percabangan khusus terdapat 8 bit, TR00 hingga TR07, baik untuk CPM1A/CPM2A

5) DM (Data Memory)

Berfungsi untuk penyimpanan data-data program karena isi DM tidak akan hilang (reset) walaupun sumber tegangan PLC mati.

l. Peripheral port

Penghubung antara CPU dengan PC atau peralatan peripheral lainnya, yaitu dengan menggunakan kabel data RS 232C adaptor atau RS422.

m. Exspanssion I/O

Penghubung CPU ke exspanssion I/O unit untuk menambah 12 masukan dan 8 keluaran.

n. Programming console (PC)

PC berfungsi untuk memasukkan perintah atau program secara berurutan.

Adapun bagian-bagian dan program console adalah :

1) LCD display

Menampilkan program atau perintah yang dimasukkan ke dalam PLC.

2) Mode Pilihan

Memilih mode operasi pada PLC yaitu mode RUN, mode PROGRAM dan mode MON (Monitor).

a) RUN.

Digunakan untuk mengoperasikan program tanpa dapat mengubah nilai setting yang dapat diubah pada posisi mode MON.

b) MONITOR (MON)

Digunakan untuk memonitor kerja program yang telah dibuat.

c) PROGRAM

Digunakan untuk membuat program atau membuat modifikasi atau perbaikan program sebelumnya

3) Tombol-tombol instruksi (Instruction Keys)

Adalah tombol-tombol untuk memasukkan perintah kontak yang akan digunakan.

4) Tombol - tombol operasi (Operation Keys)

Adalah tombol-tombol untuk memasukkan perintah relai yang akan dipergunakan.

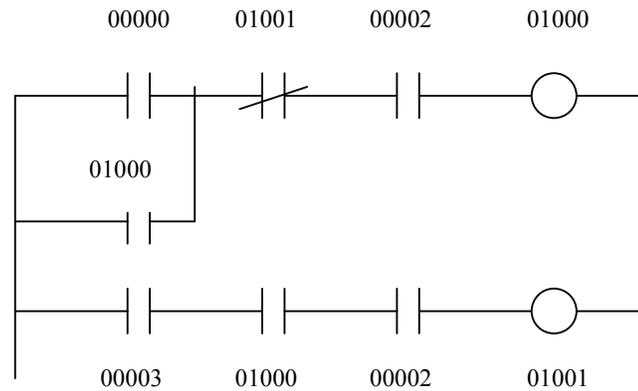
### 5) Tombol-tombol nomor (Numeric Keys)

Adalah tombol-tombol untuk memasukkan nomor-nomor kontak relai dan nilai pewaktu ataupun counter (0-9).

### o. Pemrograman PLC (Programmable Logic Control)

#### 1) Diagram Tangga (ladder diagram) dasar

Menurut Putra Afgianto Eko (2004:57), sebuah diagram tangga atau ladder diagram terdiri dari sebuah garis menurun ke bawah pada sisi kiri dengan garis-garis bercabang ke kanan. Garis yang ada sebelah kiri di sebut palang bus (bus bar), sedangkan garis-garis bercabang (The Branching Lines) adalah baris instruksi atau anak tangga. Sepanjang garis instruksi ditempatkan berbagai macam kondisi yang terhubung ke instruksi lain di sisi kanan. Kombinasi logika dari kondisi-kondisi tersebut menyatakan kapan dan bagaimana instruksi yang ada di sisi kanan tersebut dikerjakan. Contoh diagram tangga ditunjukkan pada gambar 2.3. Sepanjang garis instruksi bisa bercabang-cabang lagi kemudian bergabung lagi. Garis-garis pasangan vertikal (seperti lambang kapasitor) itulah yang disebut kondisi. Angka-angka yang terdapat pada masing-masing kondisi merupakan bit operan instruksi. Status bit yang berkaitan dengan masing-masing kondisi tersebut yang menentukan kondisi eksekusi dari instruksi berikutnya.



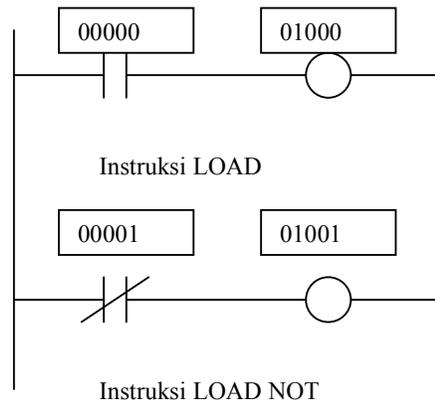
Gambar 2.3 Contoh Ladder Diagram

## 2) Instruksi-instruksi tangga (ladder instruction)

Instruksi tangga atau ladder instruction adalah instruksi-instruksi yang terkait dengan kondisi-kondisi di dalam diagram tangga. Instruksi-instruksi tangga, baik yang independent maupun kombinasi atau gabungan dengan blok instruksi berikut atau sebelumnya, akan membentuk kondisi eksekusi (Putra Afgianto Eko 2004:62).

### a. LOAD (LD) dan LOAD NOT (LDNOT)

Kondisi pertama yang mengawali sembarang blok logika di dalam diagram tangga. Masing-masing instruksi ini membutuhkan satu baris kode mnemonik dan kondisi eksekusinya, seperti ditunjukkan pada gambar 2.4.

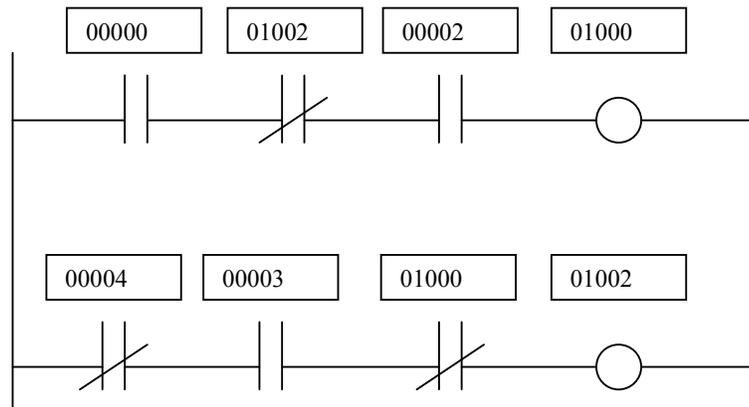


Gambar 2.4. Contoh instruksi LD dan LD NOT

b. AND dan AND NOT

Jika terdapat dua atau lebih kondisi yang dihubungkan secara seri pada garis instruksi yang sama, maka kondisi yang pertama menggunakan instruksi LD atau LD NOT dan sisanya menggunakan instruksi AND atau AND NOT.

Instruksi AND dapat dibayangkan akan menghasilkan ON jika kedua kondisi yang terhubung dalam kondisi ON semua, jika ada salah satu atau kedua-duanya dalam kondisi OFF maka instruksi AND akan lalu menghasilkan OFF.



Gambar 2.5. Contoh instruksi AND dan AND NOT

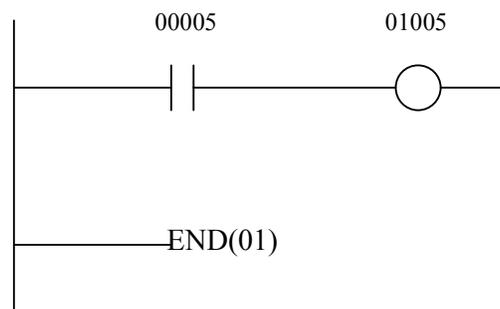
c. OR dan OR NOT

Jika dua atau lebih kondisi dihubungkan secara paralel, artinya dalam garis instruksi yang berbeda kemudian bergabung lagi dalam satu garis instruksi yang sama, maka kondisi pertama terkait dengan instruksi LD atau LD NOT dan sisanya berkaitan dengan instruksi OR atau OR NOT. Gambar 7 ditunjukkan tiga buah kondisi yang berkaitan dengan LD NOT, OR NOT, dan OR. Sekali lagi masing-masing intruksi ini membutuhkan satu baris kode mnemonik.

d. END

Instruksi terakhir yang harus dituliskan atau digambarkan dalam diagram tangga adalah instruksi END. PLC akan mengerjakan semua instruksi dalam program dari awal (baris pertama) hingga ditemui instruksi END yang pertama,

sebelum kembali lagi mengerjakan instruksi dari awal lagi, artinya instruksi-instruksi yang ada di bawah atau setelah instruksi END diabaikan. Jika suatu diagram tangga atau program PLC tidak dilengkapi instruksi END, maka program tidak dapat dijalankan.



Gambar 2.6. Contoh intruksi END

### 3) Kode Mnemonik

Menurut Putra Afgianto Eko (2004:60), diagram tangga tidak dapat langsung dikirim ke PLC menggunakan konsol pemrograman (Programming Console). Untuk mengirimkan diagram tangga menggunakan konsol pemrograman maka harus dilakukan konversi diagram tangga ke kode-kode mnemonic (perangkat lunak Syswin khusus Omron PLC Sysmac) dapat melakukan hal ini dengan otomatis. Kode mnemonic menyediakan informasi yang sama persis dengan diagram tangga hanya dalam bentuk yang langsung bisa diketikkan ke PLC yang bersangkutan

(melalui konsol pemrograman). Contoh penyimpanan kode mnemonik ditunjukkan pada tabel 2.1.

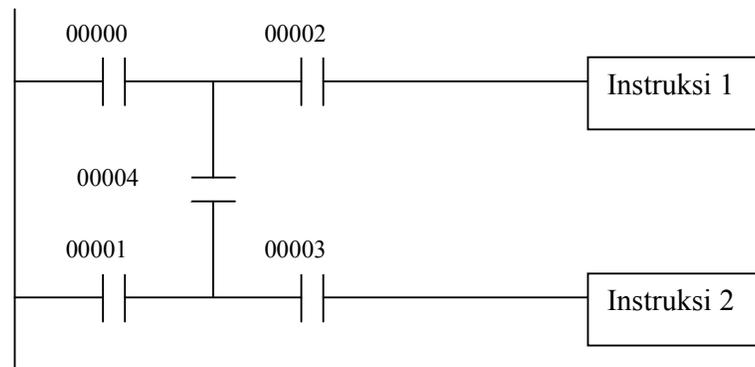
Tabel 2.1. Contoh penyimpanan kode mnemonik

Alamat	Instruksi	Data
00000	LD	000.00
00001	AND	000.01
00002	OR	010.00
00003	AND NOT	000.03
00004	AND NOT	010.01
00005	AND NOT	010.02
00006	OUT	010.00

#### 4) Eksekusi Program

Saat eksekusi program dijalankan, unit CPU didalam PLC akan men-scan program dari atas ke bawah, memeriksa semua kondisi dan mengerjakan semua intruksi terkait ke arah bawah. Dengan demikian penting untuk menempatkan instruksi-instruksi sesuai urutan yang seharusnya, sehingga program bisa bekerja atau berjalan sesuai dengan yang dikehendaki. Dan CPU selalu mengerjakan instruksi dari kiri ke kanan sebelum kembali lagi ke titik cabang kemudian mengerjakan pada garis instruksi berikutnya dan seterusnya.

Jumlah kondisi yang digunakan baik secara seri ataupun paralel tidak terbatas selama tidak melampaui kapasitas memori dari PLC. Dengan demikian gunakan sebanyak mungkin kondisi sesuai dengan kebutuhan pemrograman PLC, serumit mungkin. Tetapi ada satu hal yang tidak boleh dilakukan yaitu menulis kondisi secara vertikal, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 2.7. Pemrograman yang salah

### C. Generator Set

Generator dapat kita analogikan menjadi penggabungan dua buah rangkaian besar alat yang terdiri dari rangkaian Generator sebagai pembangkit tegangan dan Mesin Diesel sebagai pemutar

#### 1. Generator

Prinsip kerja Generator adalah berdasarkan hukum Faraday, yaitu bila satu konduktor memotong garis gaya magnet., maka pada konduktor tersebut. akan timbul gaya gerak listrik (g.g.l.) induksi. Dalam

bentuk sederhana hal ini dapat dilakukan dengan menggerakkan sepotong kawat dalam suatu medan magnet.

Gaya gerak listrik atau tegangan listrik yang dihasilkan akan berlangsung selama ada gerakan antara konduktor dan medan magnet dan tegangan ini akan menimbulkan arus listrik apabila ujung-ujung konduktor / kawat dihubungkan pada suatu rangkaian listrik tertutup, misalnya lampu atau beban tahanan

- **Konstruksi Dasar Generator.**

Suatu generator pada dasarnya terdiri atas lilitan kawat (konduktor) yang berbentuk kumparan-kumparan, yaitu kumparan medan dan kumparan jangkar. Kumparan medan adalah kumparan yang menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar adalah kumparan menghasilkan tegangan induksi.

Pada generator yang kecil, sebagai penghasil magnet biasanya digunakan magnet tetap (permanent magnet) Sebagai mesin berputar (rotating machine) , generator terbagi dalam dua bagian besar yaitu rotor dan stator. Rotor adalah bagian mesin yang berputar dan stator adalah bagian mesin yang diam.

Kumparan medan atau kumparan jangkar dapat digunakan sebagai stator maupun rotor. Biasanya untuk generator besar dan berkecepatan tinggi (turbo-alternator) kumparan medan ada pada rotor dan kumparan jangkarnya pada stator, sedang pada generator arus

searah menggunakan komutator, biasanya kumparan medannya pada stator dan kumparan jangkar pada rotor.

## **2. Mesin Diesel**

Pada tahun 1892 seseorang bangsa Jerman bernama Rudolf Diesel, merencanakan motor bakar jenis baru yang tidak memerlukan busi untuk menyalakan bahan bakar. Motor tersebut direncanakan dengan mempergunakan perbandingan kompresi yang tinggi, disamping itu bukan menggunakan campuran udara dan bensin melainkan hanya udara segar saja yang dihisap masuk ke dalam silinder pada langkah hisap. Maka dengan mempergunakan perbandingan kompresi yang tinggi dapat diperoleh temperatur udara yang tinggi pada akhir langkah kompresi sehingga pada saat demikian disemprotkan bahan bakar berupa minyak solar atau minyak diesel ke dalam ruang bakar, dan bahan bakar tersebut segera menyala/terbakar tanpa memerlukan loncatan api dari busi sebagaimana pada motor bensin umumnya.

Pada motor diesel, komponen yang terdapat padanya berbeda banyak dengan motor bensin, dimana sistem pembakaran bahan bakar solarnya tidak memerlukan aliran listrik, tetapi baterai dipakai juga dalam motor diesel yang berguna untuk menjalankan motor starter guna menjalankan pertama kali (awal perputaran) dari mesin..

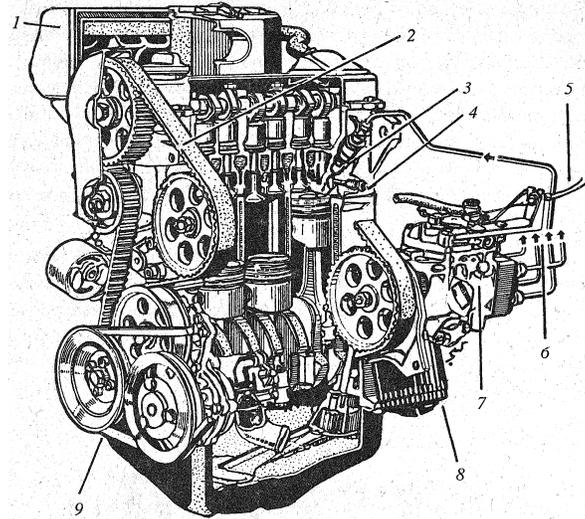
Berbeda dengan sistem pada motor bensin, maka motor diesel terdapat komponen sebagai berikut :

- a. Pengabut/nosel/injector/injeksi.
- b. Pompa bahan bakar Bosch.
- c. Governor atau pengatur bahan bakar

Pada motor diesel tidak digunakan arus listrik sebagai komponen utama, baterai atau aki yang terdapat pada motor diesel hanya berfungsi untuk menggerakkan motor starter saja.

Perbedaan pokok antara mesin diesel dan motor bensin dalam penggunaan bahan bakar dan cara pemberian bahan bakar serta cara pembakarannya. Pada motor bensin campuran udara dan bensin dimasukkan ke dalam silinder dan dibakar dengan bantuan percikan api dari busi. Pada motor diesel yang dihisap hanya udara saja dan dikompresikan sampai tekanan dan temperatur naik. Bahan baker diinjeksikan atau dikabutkan ke dalam silinder mendekati akhir langkah kompresi melalui pengabut (noser) dari pompa injeksi dan bahan baker terbakar dengan sendirinya, maka perbandingan kompresi harus berada antara 15-22 dan tekanan kompresi antara 26—40kg/cm<sup>2</sup>.

Bila waktu pembakaran tertunda sangat panjang atau jumlah penguapan selama ini terlalu banyak, jumlah campuran bahan bakar yang terbakar sekaligus pada periode perambatan api terlalu banyak, mengakibatkan penambahan tekanan yang berlebihan dalam silinder dan ini ditandai dengan getaran dan suara, hal ini disebut detonasi pada motor. Penampang mesin diesel dapat dilihat dalam gambar 2.10 pada halaman 32.



**MESIN DIESEL 4 SILINDER**

**Keterangan gambar:**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Saringan udara  | 6. Saluran bahan bakar ke kepala silinder     |
| 2. Sabuk bergigi penggerak poros kam dan pompa injeksi bahan bakar | 7. Pompa injeksi bahan bakar                  |
| 3. Pengabut/nosel bahan bakar                                      | 8. Saringan minyak                            |
| 4. Busi pijar  | 9. Sabuk V penggerak pompa air dan alternator |
| 5. Kabel percepatan  |   |

Gambar 2.8. Mesin Diesel

Sumber, Daryanto (2004:15)



Gambar 2.9. Mesin Genset

Sumber, Observasi

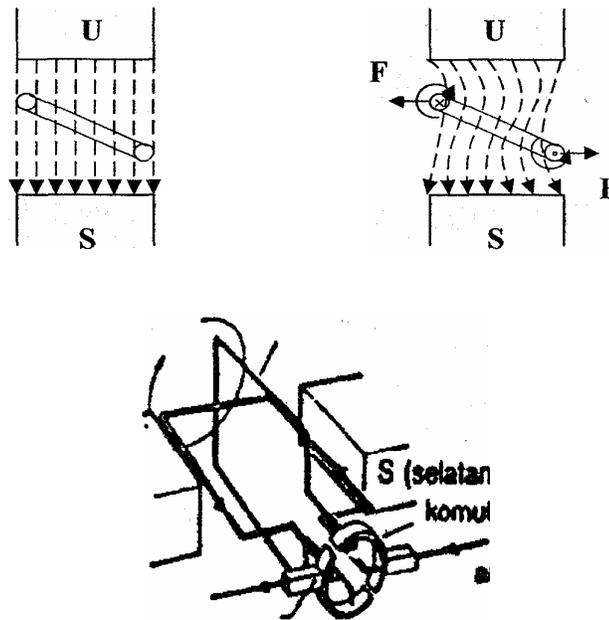
Pelaksanaan peimbakaran pada motor penyalaan sebagaimana pada motor diesel dilakukan dengan cara menyemprotkan bahan bakar ke dalam udara yang telah bertekanan dan bertemperatur tinggi sehingga terbakar sendiri. Bahan bakar disemprotkan dalam bentuk kabut oleh sebuah penyemprot/pengabut atau nosel, makin tinggi perbandingan kompresi makin hemat kerja motor, jadi makin menguntungkan.

#### **D. Motor Listrik Arus Searah**

Motor listrik arus searah adalah sebuah mesin yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanis. Motor tersebut dapat dipakai untuk memberikan putaran guna menggerakkan sebuah konstruksi dari sebuah alat atau mesin. Motor-motor listrik arus searah yang dipakai dalam simulasi pengontrol genset adalah adalah motor Wiper (pengelap kaca mobil). Motor wiper tersebut membutuhkan sumber tegangan 12 Volt DC dengan putaran 80 rpm. Putaran motor wiper sangat kecil atau sedikit, tetapi memiliki torsi yang besar. Torsi yang di hasilkan oleh motor wiper adalah 2 kg.

Prinsip kerja motor DC berdasarkan percobaan Lorentz yang menyatakan “sebatang konduktor yang berarus listrik berada didalam medan magnet, maka pada konduktor tersebut akan terbentuk suatu gaya”. Gaya yang terbentuk dikenal dengan sebutan gaya Lorentz. Adapun untuk arah gaya tersebut digunakan kaidah tangan kiri Flemming atau kaidah telapak tangan kiri Faraday. Kaidah tangan kiri Flemming yaitu ibu jari, jari telunjuk dan jari tengah yang saling tegak lurus menunjukkan masing-masing arah gaya, fluks

magnet dan arus listrik. Kaidah telapak tangan kiri Faraday yaitu jika ada garis gaya magnet yang menembus telapak tangan, arah arus searah dengan jari-jari tangan maka akan timbul gaya yang searah dengan ibu jari. Motor arus searah mempunyai magnet permanent yang berfungsi memberikan medan magnet tetap. Rotor motor arus searah terdiri dari kumparan yang dililitkan pada inti besi dan dirangkaikan dengan sebuah komutator (Sumanto dalam Suryanto, Harits: 2005).



Gambar 2.10. Arah gaya pada dua konduktor dan prinsip motor DC.

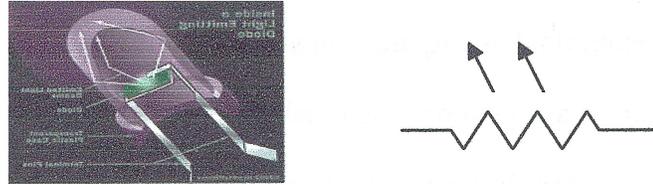
Gambar diatas menunjukkan bahwa garis-garis magnet yang di dalamnya terdapat sebuah besi yang dialiri arus listrik searah dapat menghasilkan putaran. Dengan kemudahan dan faktor keamanan yang cukup baik sebab

itulah motor listrik arus searah digunakan sebagai salah satu komponen yang ikut mendukung bekerjanya simulasi starter genset berbasis PLC ini.

#### **E. LED**

LED adalah semikonduktor khusus yang dirancang untuk memancarkan cahaya apabila dialiri arus. Bila dioda diberi pategangan maju, elektron-elektron bebas akan jatuh kedalam lubang-lubang (hole) disekitar persambungan. Ketika meluruh dari tingkat energi lebih tinggi ke tingkat energi lebih rendah elektron-elektron bebas tersebut akan mengeluarkan energi dalam bentuk radiasi. Pada dioda penyearah, energi ini keluar dalam bentuk panas. Tetapi pada dioda pemancar cahaya (Light Emitting Diode disingkat LED), energi ini memancarkan sebagai cahaya. LED ini telah dapat menggantikan lampu-lampu pijar dalam beberapa pemakaian karena tegangannya yang rendah, umumnya yang panjang, dan dari mati ke hidup dan sebaliknya berlangsung cepat.

Dioda biasanya terbuat dari bahan silicon, yaitu bahan buram yang menghalangi pengeluaran cahaya. Sedangkan LED terbuat dari unsur-unsur seperti gallium, arsen, dan fosfor, warna LED diantaranya adalah merah, hijau, kuning, biru, jingga, atau bening. Penurunan tegangan LED adalah dari 1,5 V sampai 2,5 untuk arusnya diantara 10 dan 150 mA (Suryanto, H. 2006).

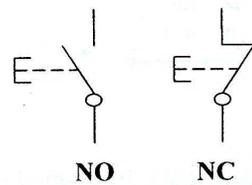


Gambar 2.11. Simbol dan bentuk fisik LED

LED sering kali digunakan untuk mengetahui bekerja atau tidaknya suatu alat atau mesin karena memiliki keandalan yang tinggi atau tahan lama. Berbeda dengan lampu-lampu lainnya yang cenderung digunakan untuk penerangan dan memiliki ketahanan yang lebih rendah dari pada LED.

#### F. Sakelar Tekan

Sakelar tombol tekan adalah suatu jenis peralatan kontrol -yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan rangkaian listrik. Saklar tombol tekan dioperasikan secara manual dengan cara menekan tombolnya. Menurut kedudukan kontak-kontaknya tombol tekan dapat dibagi menjadi dua yaitu: Normally Open (NO) dan Normally Close (NC). Kontak NO kedudukan kontakanya dalam keadaan terbuka sebelum tombol dioperasikan/ditekan. Apabila kontak NO tersebut dioperasikan/ditekan maka kedudukan kontakanya akan berubah menjadi NC (tertutup), begitu juga sebaliknya untuk kontak NC dan ketika tombol dilepas maka kedudukan kontakanya akan kembali keposisi semula (Suryanto,H. 2006).



Gambar 2.12. Simbol saklar tekan NO dan NC

Ada dua macam versi yang berbeda dari sakelar tombol. Yang pertama yaitu sakelar tombol yang tidak mengunci dan sakelar tombol yang mengunci. Penggunaan atau pengoprasian sakelar tombol tidak mengunci adalah, apabila tombol tersebut ditekan maka ia akan kembali keposisi semula. Artinya dalam posisi normal sakelar tersebut NO bila ditekan menjadi NC dan bila tidak ditekan menjadi NO lagi. Berbeda dengan sakelar tombol mengunci yang apabila tombol tersebut telah ditekan maka akan selalu mengontak dan belum akan lepas apabila sakelar OFF-nya belum ditekan. Artinya, dalam keadaan normal NO ditekan menjadi NC dan dilepas akan tetap NC (mengunci).

### G. Relay

Relay adalah sebuah alat elektromagnetik yang dapat menghubungkan titik kontak (contact point) sewaktu alat ini mendapatkan sumber arus listrik. Relay terdiri dari kumparan, inti besi lunak dan pelat titik kontak. Prinsip kerja relay adalah jika pada kumparannya dilewati arus listrik maka inti besi menjadi magnet yang menarik pelat dan titik kontak, sehingga titik kontak tersebut saling terhubung, dan bila kumparan tidak dilewati arus listrik maka titik

kontak akan terputus. Relay dapat dipergunakan dalam suatu rangkaian elektronika.

Suatu relay secara umum terdapat dua kontak relay yaitu NO (normally open) dan NC (normally close). Kontak NO yaitu kontak yang dalam keadaan normal pada posisi membuka artinya saat kumparan tidak dilewati arus listrik titik kontak terbuka. Sebaliknya, kontak NC yaitu kontak yang dalam keadaan normal pada posisi tertutup artinya saat kumparan tidak dilewati arus listrik titik kontak tertutup (Frank D. Petruzella dalam Suryanto, Harits : 2005).



Gambar 2.13. Simbol dan bentuk fisik relay

Relay terdapat dua macam yaitu: relay yang bekerja dengan arus bolak-balik dan relay yang bekerja dengan arus searah. Relay juga memiliki tegangan input yang berbeda-beda dan kontak-kontak yang memiliki kegunaan yang berbeda, tergantung dari kebutuhan yang diinginkan. Relay yang digunakan dalam rangkaian ini adalah relay yang memiliki kaki 8, yaitu 2 untuk tegangan input, NO, NC tegangan plus (+) dan NO, NC tegangan min (-). Kedua relay ini bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan dari ladder diagram.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Proses Pembuatan**

##### **1. Perancangan Simulasi**

Perancangan simulasi ini digunakan untuk menggambarkan perangkat logika mesin genset yang disesuaikan seperti kondisi yang sebenarnya..Sedangkan pengertian dari Simulasi adalah suatu peniruan sesuatu yang nyata, keadaan sekelilingnya (*state of affairs*), atau proses. Aksi melakukan simulasi sesuatu secara umum mewakili suatu karakteristik kunci atau kelakuan dari sistem-sistem fisik atau abstrak. Dalam perancangan simulasi mesin genset ini, ada hal-hal yang perlu dipersiapkan untuk mempermudah pembuatannya, diantaranya :

- a. Menggambar secara detil setiap alur logika yang ada pada mesin genset yang sebenarnya.
- b. Merancang alur rangkaian yang akan digunakan sebagai rangkaian yang bergerak, juga meletakkan komponen yang terpasang dalam simulasi
- c. Menghitung dan mengatur besaran sumber tegangan yang akan dipakai untuk mensuplai motor yang digunakan menjalankan simulasi

## 2. Alat dan bahan

Tabel 3.1 Daftar Alat

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| a. Tang kombinasi | f. Gergaji besi |
| b. Tang cucut     | g. Cutter       |
| c. Tang potong    | h. Gunting      |
| d. Solder         | i. Palu         |
| e. Gergaji kayu   | j. Multimete    |

Daftar bahan yang akan digunakan :

Tabel 3.1 Daftar Bahan

No	Nama Bahan	Identifikasi bahan	Jumlah
1	PLC CPM 1 A	20 CDR	1 unit
2	Motor DC	12 volt	1 unit
3	Limit switch	1 A 100 Volt	1 buah
4	Led	1 A 24 Volt	4 buah
6	Kabel	Rambut	2 meter
7	Sakelar on / off	2 A 240 V	1 buah
8	Triplek	3 mm	1 m <sup>2</sup>
9	Paku	1 cm	½ ons
10	Trafo	220 volt/ 3 A	1 unit
11	PCB	5 x 10 cm	1 buah
12	Kayu rangka	2 x 3 cm	2 batang

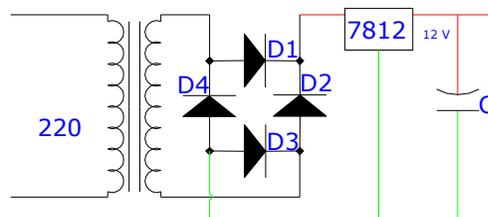
### 3. Rancang bangun



Gambar 3.1 Rancang Bangun Simulasi Logika Genset

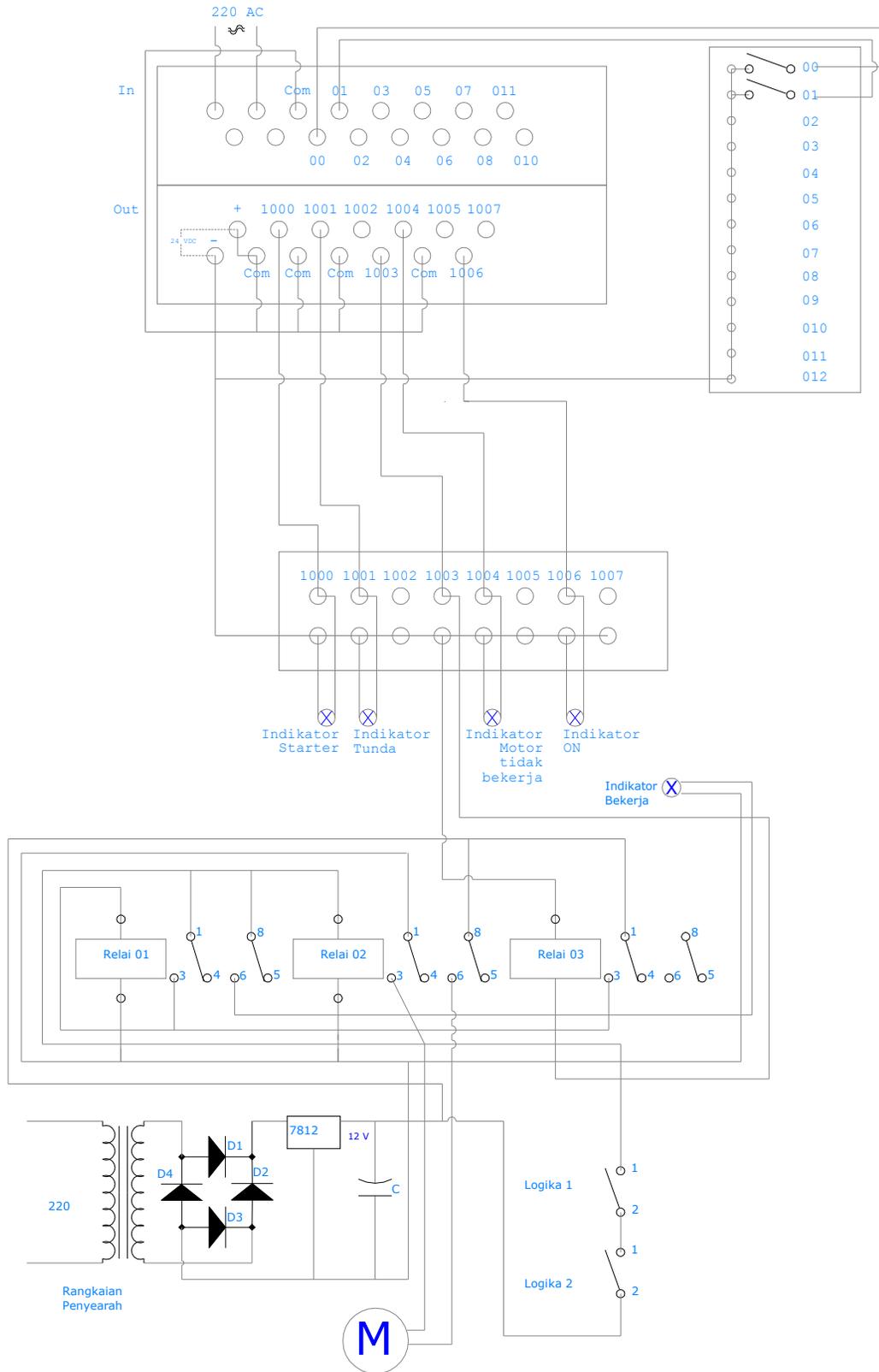
Gambar diatas merupakan gambar keseluruhan dari simulasi starter genset berbasis PLC.

### 4. Rangkaian Catu Daya



Gambar 3.2 Rangkaian Catu Daya

Catu daya yang digunakan adalah (input) 12 volt, digunakan untuk mensuplay tegangan pada motor simulasi



Gambar 3.3 Rangkaian Simulasi Sistem Otomasi Generator Set

Gambar 3.3 merupakan rangkaian keseluruhan yang digunakan untuk digunakan menjalankan simulasi otomasi generator berbasis PLC. Perintah-perintah masukan seperti ON, OFF, Reset dan Limit Switch dihubungkan pada PLC. Perintah-perintah ini digunakan sebagai operating manual yang nantinya didesain menjadi sebuah rangkaian menggunakan ladder diagram dalam computer . Perintah yang berupa ladder diagram difungsikan sebagai penghubung antara perintah input dan perintah output pada PLC.

Output PLC dihubungkan pada relay yang digunakan untuk menjalankan motor listrik 12 volt. Output ini juga digunakan untuk mengoperasikan indikator ON, OFF, Reset

## 5. Software

### 1. Daftar Input

Tabel 3.2 Daftar Input

No	Input	Keterangan
1	000.01	Saklar on
2	000.02	Saklar off
3	000.03	Logika genset bekerja

## 2. Daftar Output

Tabel 3.3 Daftar Output

No	Output	Keterangan
1	10.00	Indikator Starter
2	10.01	Indikator Tunda / Led
3	10.02	Indikator Sistem Siap
4	10.03	Motor
5	10.04	Buzzer
6	10.06	Indikator Off

## 3. Daftar Mnemonic

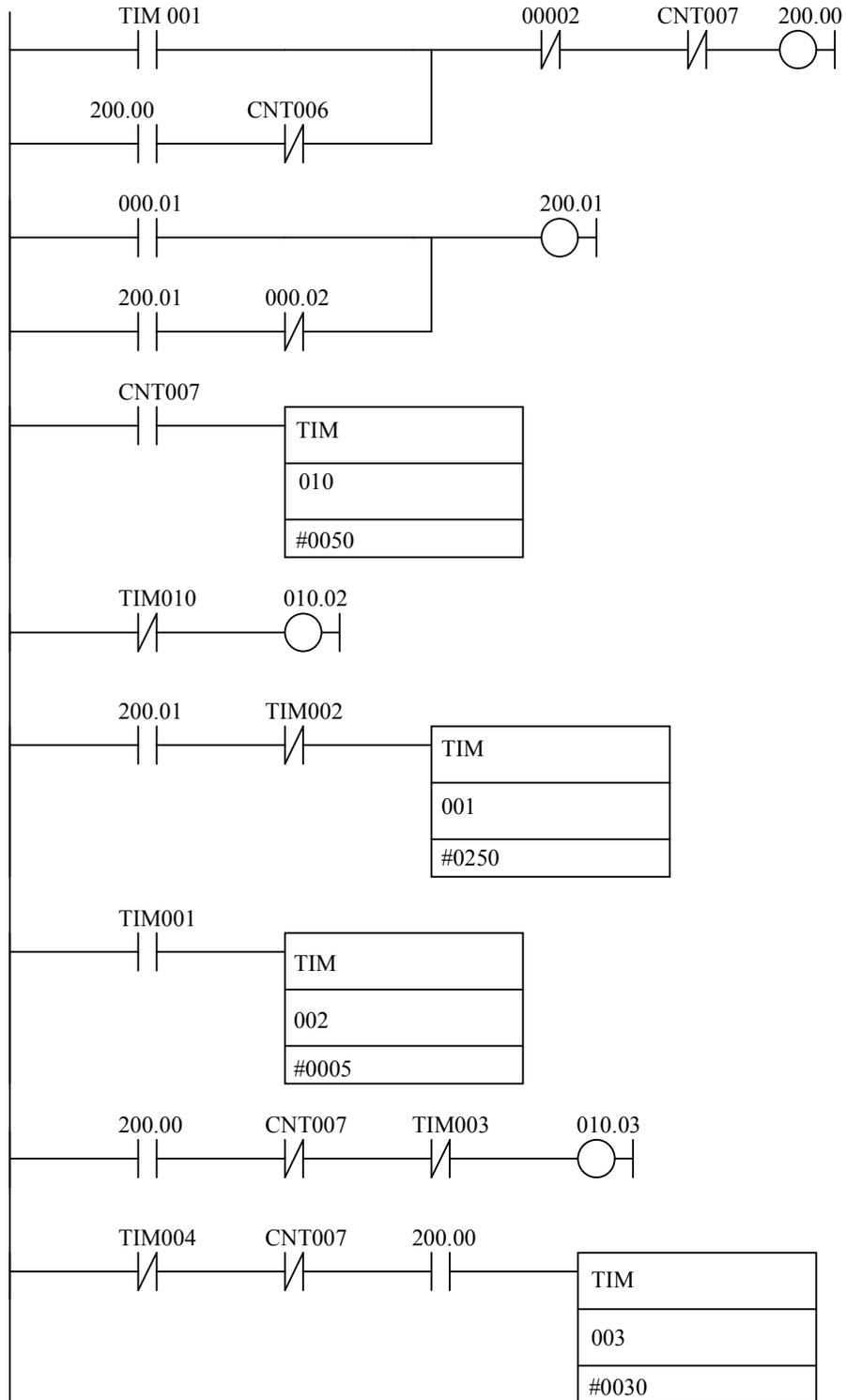
Tabel 3.4 Daftar Mnemonic

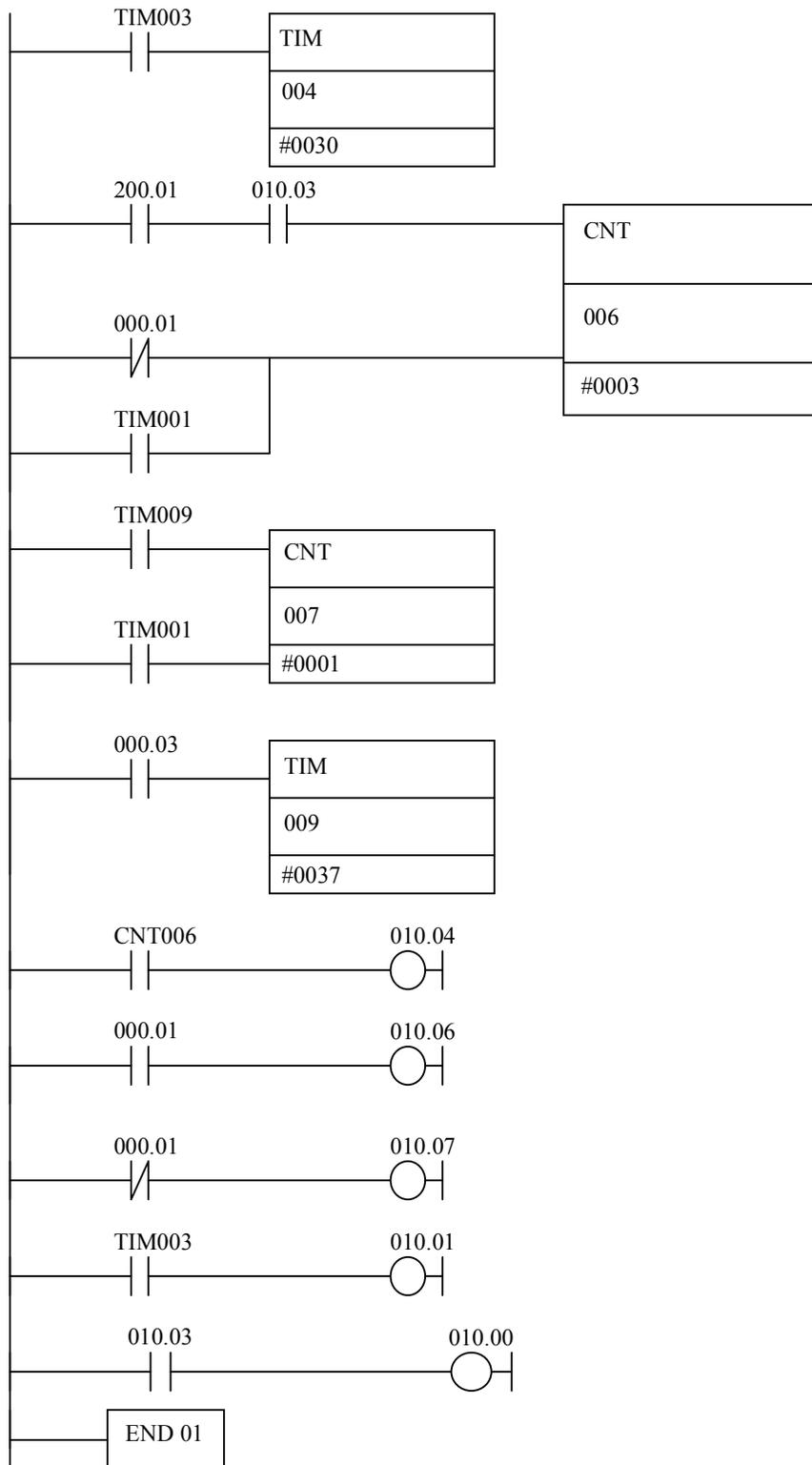
No	Simbol	Alamat
1	LD	TIM 001
2	OR	200.00
3	AND NOT	CNT006
4	AND NOT	000.02
5	AND NOT	CNT 007
6	OUT	200.00
7	LD	000.01
8	OR	200.01
9	AND NOT	000.02

10	OUT	200.01
11	LD	CNT 007
12	TIM 010	#0050
13	LD NOT	TIM 010
14	OUT	010.02
15	LD	200.01
16	AND NOT	TIM002
17	TIM 001	#0250
18	LD	TIM 001
19	TIM 002	#0005
20	LD	200.00
21	AND NOT	CNT 007
22	AND NOT	TIM 003
23	OUT	010.03
24	LD NOT	TIM 004
25	AND NOT	CNT 007
26	AND	200.00
27	TIM 003	#0030
28	LD	TIM003
29	TIM 004	#0030
30	LD	200.01
31	AND	010.03

32	LD NOT	000.01
33	OR	TIM 001
34	CNT 006	#0003
35	LD	TIM 009
36	LD	TIM 001
37	CNT 007	#0001
38	LD	000.03
39	TIM 009	#0037
40	LD	CNT 006
41	OUT	010.04
42	LD	000.01
43	OUT	010.06
44	LD NOT	000.01
45	OUT	010.07
46	LD	TIM 003
47	OUT	010.01
48	LD	010.03
49	OUT	010.00
50	END	( 001 )

## 4. Ladder Diagram





Gambar 3.4 Ladder Diagram Simulasi Otomasi Generator Set

## 6. Pembuatan

- a) Pembuatan program PLC, meliputi :
  - a. Menentukan jumlah masukan dan keluaran
  - b. Pembuatan diagram ladder
  - c. Menentukan daftar alamat program mnemonic
  - d. Memasukkan dan mencoba program ke PLC
- b) Merancang alat simulasi
  - a. Membuat gambar rencana bentuk alat
  - b. Menentukan ukuran alat simulasi
  - c. Menentukan letak motor dan limit switch
  - d. Menentukan posisi terminal input
  - e. Membeli bahan yang telah diperhitungkan
  - f. Mengecek bahan yang telah dibeli dan memastikan berfungsi dengan baik
  - g. Mempersiapkan alat dan bahan sebelum memulai pekerjaan
  - h. Merangkai bahan-bahan yang telah dipersiapkan
  - i. Mengecet alat ketika sudah terangkai dengan benar
  - j. Pengecekan alat simulasi yang telah dibuat
  - k. Menguji alat simulasi
  - l. Membuat laporan hasil pengujian.

## **B. Pengujian**

### **1. Pengecekan Alat dan Bahan Uji**

Sebelum melakukan pengujian alat simulasi Penstarter Genset, alangkah baiknya melakukan pengecekan terlebih dahulu baik dari hardware ataupun software. Pengecekan hard ware dan software ini perlu dilakukan karena menghindari kesalahan yang fatal pada mesin. Disamping itu kita juga harus memastikan semua komponen yang telah terpasang berfungsi dengan baik dan berjalan dengan semestinya sehingga dalam pengambilan kesimpulan atau analisis alat mendapatkan hasil yang maksimal.

Pengecekan yang dilakukan adalah :

- a) Pengecekan sumber tegangan input yang digunakan untuk catu daya, 220 Volt
- b) Pengecekan output pada catu daya, 12 Volt
- c) Pengecekan sumber tegangan input pada PLC, 220 Volt
- d) Pengecekan output pada PLC, 24 volt
- e) Pengecekan pada motor yang digunakan untuk menjalankan simulasi
- f) Pengecekan Limit Switch, apakah dapat membaca putaran motor

### **2. Cara Kerja**

Cara kerja dari alat simulasi ini adalah sebagai berikut :

Alat simulasi dianalogikan sebagai sebuah mesin genset, dengan mengacu kepada logika-logika yang ada pada mesin genset yang meliputi

persyaratan minimal untuk menghidupkan mesin yaitu kondisi bahan bakar dan kondisi mesin diesel. Dalam alat simulasi, kedua logika ini diterapkan pada dua buah saklar yang masing-masing akan menghasilkan nilai 1 atau on jika kondisi logika terpenuhi dan akan menjadi 0 atau off jika logika tidak terpenuhi.

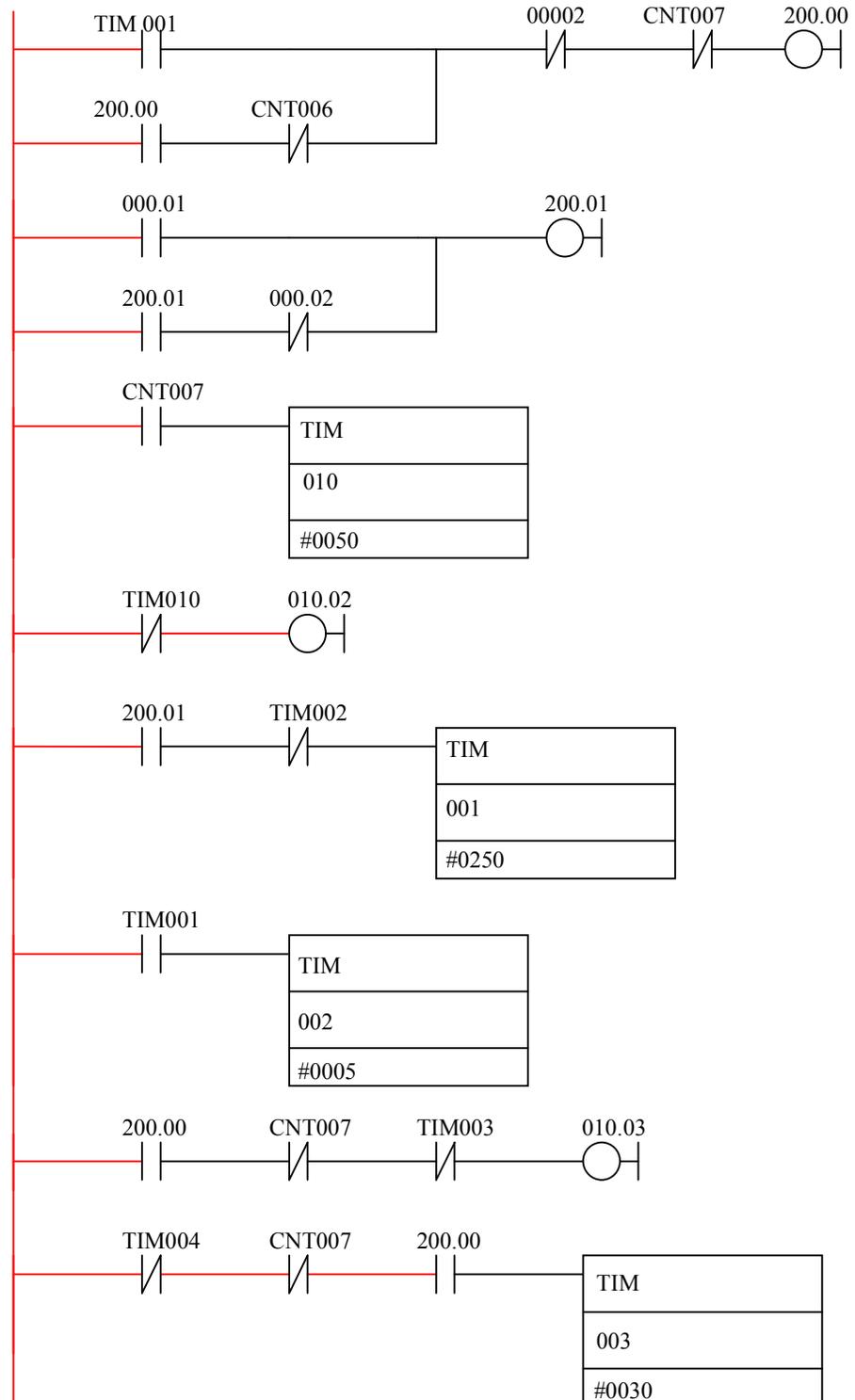
Program PLC atau software-nya dibuat dengan berdasarkan pada kondisi mesin gagal bekerja

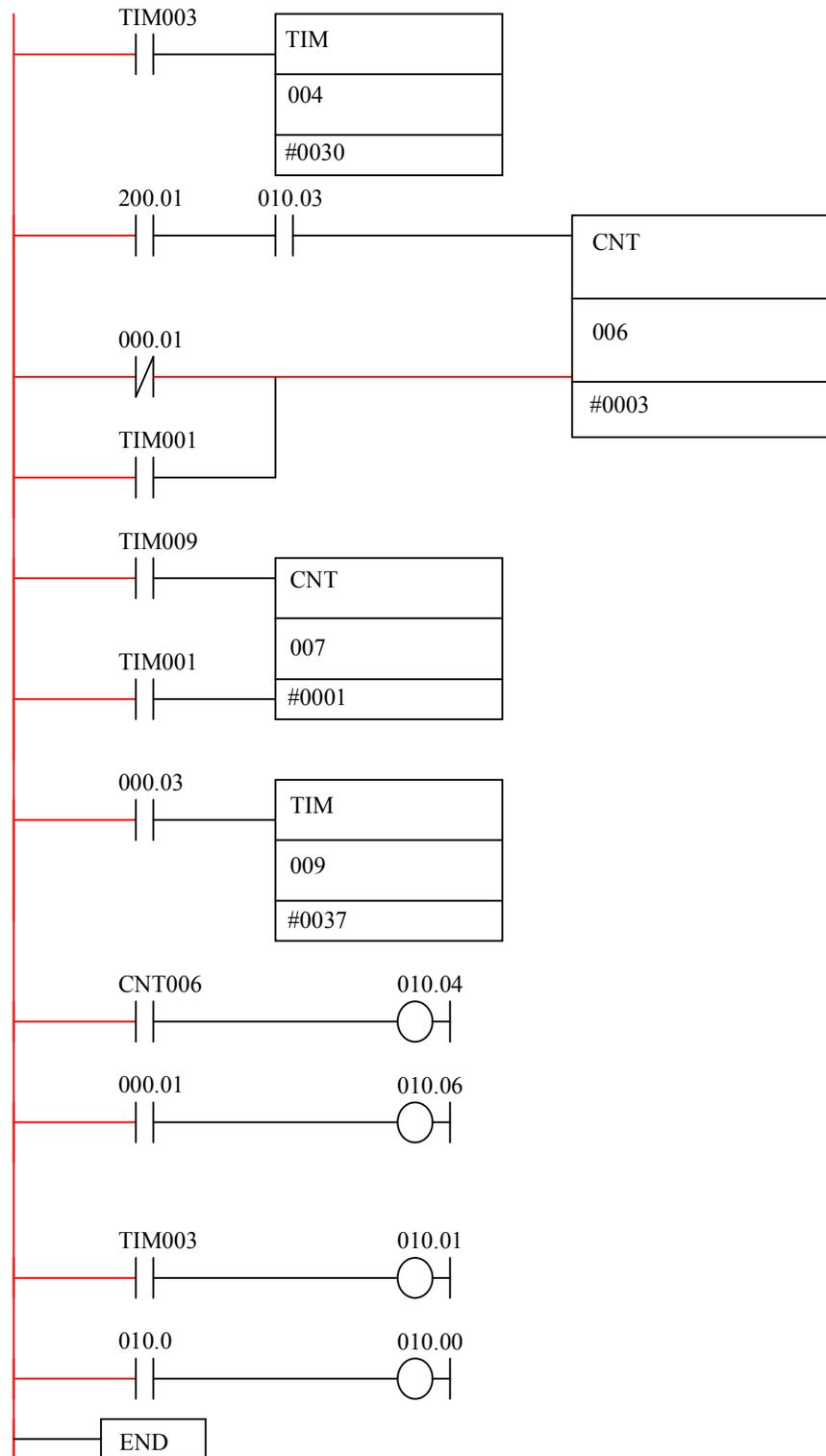
Urutan proses kerja adalah sebagai berikut :

- a) Saklar on ditekan, yang bekerja pertama adalah timer yang akan menghitung mundur selama 25 detik, setelah itu akan mengaktifkan relai yang akan mengalirkan arus ke motor yang dianalogikan sebagai sebuah genset. Penstarteran akan dialokasikan waktu 3 detik
- b) Ketika genset gagal beroperasi pada 3 detik penstarteran itu maka PLC akan menghentikan penstarteran dengan delay waktu 3 detik. Kemudian PLC akan mencoba menstarter kembali dengan pola yang sama.
- c) Jika yang kedua, mesin genset masih gagal bekerja maka akan diulang proses yang ketiga dengan pola yang sama juga.
- d) Jika pada proses yang ketiga tetap gagal, maka PLC akan mengaktifkan Buzzer atau alarm sebagai sinyal bahwa keseluruhan system membutuhkan penanganan lebih lanjut.

### 3. Hasil Pengujian

#### Keadaan Sebelum Beroperasi

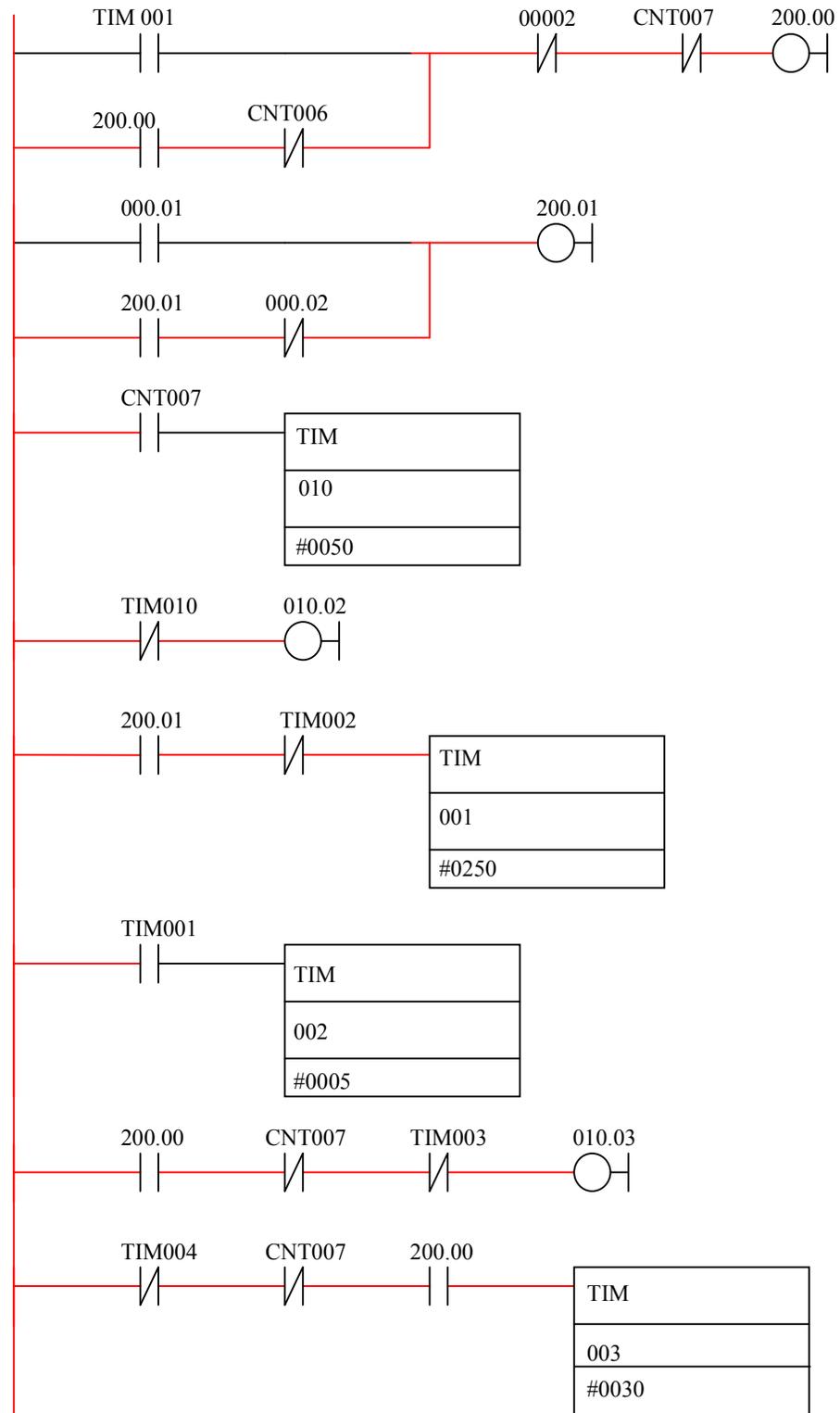


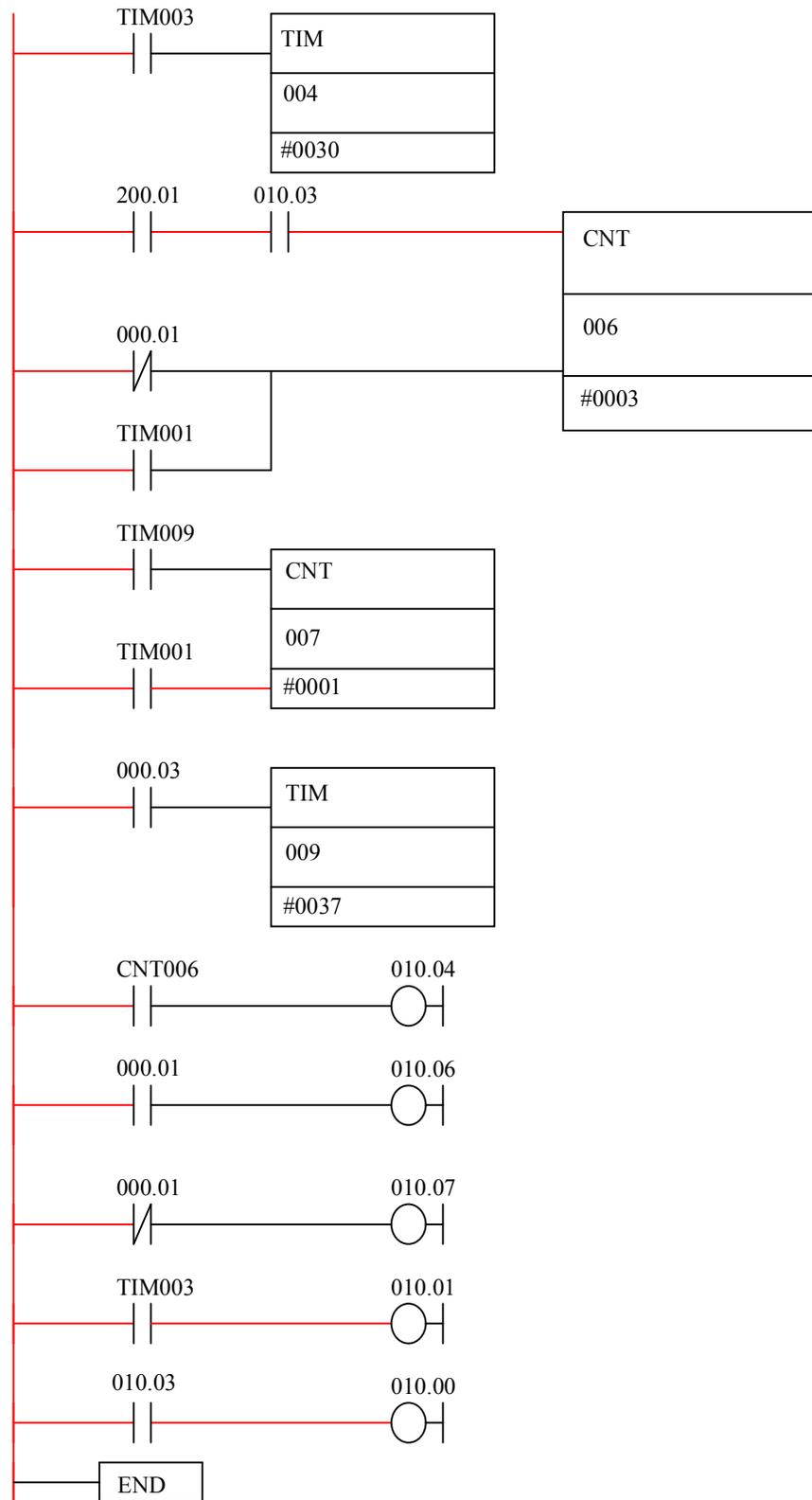


Gambar 3.5 Ladder Diagram Sebelum Bekerja

Gambar ladder diagram diatas dapat dilihat bahwa keadaan simulasi belum bekerja, semua output akan mati kecuali 10.07 sebagai LED On pada simulasi. Dalam kondisi ini, simulasi dalam keadaan stanby, dilihat pada output Led 10.07 dalam kondisi menyala. Begitu juga pada alamat 000.01 pada CNT 006 terhubung agar supaya dapat mereset counter, sehingga counter tidak menghitung.

### Kedaaan Sesudah Beroperasi





Dalam keadaan ini, alamat 200.01 sebagai relay bantu akan On dan terkunci sehingga akan mengaktifkan TIM 001 yang akan menghitung mundur 25 detik. Setelah mencapai limit maka akan memicu TIM 001 pada busbar pertama dan menghidupkan relay Bantu 200.00. Ketika relay Bantu 200.00 hidup, saat itu juga akan menghidupkan motor. Pada saat motor hidup, TIM 003 akan terpicu sehingga akan menghitung mundur dan akan meng-off kan motor ketika mencapai titik limit. Bersamaan dengan terpicunya titik limit TIM 003 maka alamat TIM003 akan mengalirkan arus menuju TIM004 sehingga TIM 004 bisa bekerja. Fungsi dari TIM004 disini adalah sebagai peng-reset TIM003. Dengan beroperasinya motor, CNT006 akan berfungsi menghitung mundur. Ketika alamat 10.03 atau motor hidup maka LED dengan alamat 10.00 akan hidup juga. Pada akhir proses, buzzer dengan alamat 10.04 akan berbunyi ketika CNT006 terpicu (setelah mencapai titik limit).

#### Hasil Analisis

Hasil percobaan terhadap software yang diaplikasikan pada simulasi didapatkan hasil :

- a) Setelah tombol on ditekan, akan terjadi waktu tunggu selama 25 detik sebelum penstarteran
- b) Setelah waktu tunggu 25 detik terpenuhi, maka system akan mencoba menstarter genset

- c) System akan mengulang sebanyak 3 kali penstarteran untuk memastikan bahwa ada permasalahan yang harus diselesaikan pada genset maupun system yang lain secara keseluruhan
- d) Jika dalam 3 kali genset tidak mampu bekerja, maka buzzer akan memberi sinyal mengenai kegagalan generator

### **C. Pembahasan**

Dari berbagai macam permasalahan atau troubleshooting pada mesin generator yang berbasis pada mesin bakar, secara umum adalah pada sirkulasi zat cair yang berfungsi diantaranya sebagai bahan bakar dan pelumas.

Kestabilan system motor bakar sangat dipengaruhi oleh pelumas karena didalam motor bakar banyak menggunakan komponen yang bergerak dan cenderung bergesekan. Sebagai solusi untuk kelancaran system sirkulasi generator adalah dengan jalan merawatnya dengan memanasi pada rentang waktu tertentu. Dengan dipanasinya mesin pada waktu yang terjadwal akan membantu keandalan sebuah system generator.

Dengan pertimbangan inilah penulis mencoba membangun sebuah system atau software yang dapat digunakan untuk memanasi mesin genset pada waktu yang telah ditentukan. Pada konsep awal, penulis merencanakan membangun software untuk kepentingan public dengan rentang waktu terjadwal untuk genset akan hidup dan memanasi setiap 24 jam sekali. Namun sesuai dengan perkembangan, bahwa aplikasi software ini akan diaplikasikan pada alat simulasi yang tentunya membutuhkan lebih sedikit waktu, maka

penulis hanya menggunakan satu alamat timer saja. Dalam hal ini penulis menggunakan PLC Omron CPM 1A dengan waktu setiap alamat timer maksimal selama 999,9 detik atau 16,6 menit. Dalam simulasi ini penulis memberikan seting waktu Selama 25 detik.

Merunut hasil percobaan diatas, software sudah bisa dikatakan berhasil diterapkan pada simulasi, namun akan terjadi kekurangan yang cukup signifikan apabila diterapkan untuk pemakaian publik, disebabkan pemakaian untuk publik membutuhkan keleluasaan dalam penerapan setting waktu sesuai dengan bidang aplikasinya. Permasalahan atau kelemahan yang timbul dari software pengotomasian dengan CPM 1 A ini adalah terbatasnya kemampuan pengembangan perangkat lunak oleh penulis untuk mengakomodasi timer. Penggunaan satu alamat internal timer yang hanya mampu sebanyak 16,6 menit tentunya akan sangat jauh dari konsep awal yang diharapkan akan juga bisa diterapkan pada aplikasi untuk publik. Namun sebagai penerapan pada simulasi, software sudah sesuai dengan konsep simulasi.

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **A. SIMPULAN**

Berdasarkan dari hasil pengujian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Tujuan awal dari konsep pembuatan alat terpenuhi dengan terwujudnya sebuah simulasi
2. Unjuk kerja belum maksimal karena keterbatasan kemampuan pengembangan perangkat lunak terutama pada timer.

#### **B. SARAN**

Solusi yang harus dilakukan supaya unjuk kerja software menjadi lebih maksimal adalah menambah jumlah internal timer pada PLC dengan cara menyambung atau menambahkan counter pada program agar mampu mengulang proses timing yang sudah ada.

Kelemahan yang terdapat dalam software simulasi pengotomasian generator set ini kiranya menjadi sebuah pemikiran bagi pembaca khususnya mahasiswa dalam mencari ide baru agar software yang dihasilkan ini dapat lebih dikembangkan sehingga dapat bekerja maksimal dan dapat dipergunakan untuk menunjang pengembangan teknologi dimasa yang akan datang.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Daryanto. 2004. *Motor Diesel Pada Mobil*. CV.Yrama Widya : Bandung
- Hutajulu, Jisman. 1997. *Pelatihan Operator Genset*. Dep.Kes. RI Direktorat Jenderal Pelayanan Medik : Jakarta
- Mantra, Brata Abi. 2006. *Simulasi Pintu Garasi Mobil Otomatis Berbasis PLC (Programmable Logic Controller)*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro UNNES
- Permana, Danu. 1997. *Merawat dan Memperbaiki Mobil Diesel*. Puspa Swara : Jakarta
- Putra, Agfianto Eko. 2004. *PLC: Konsep, Pemrograman dan Aplikasi*. Gava Media : Yogyakarta.
- Rusmadi, Dedi. 2000. *Digital dan Rangkaian*. Pionir Jaya : Bandung
- Suryanto, Harits. 2006. *Simulasi Mesin Pencetak Batu Bata Berbasis PLC* .Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro UNNES
- Tim Penulis Modul PLC. 2004. *PLC : Programmable Logic Controller*. BLKI : Semarang
- Tim Penulis. 1997. *Omroni, Pengenalan PLC (Programmable Logic Controller)*. PT. Mandala Adhiperkasa Sejati : Semarang
- Tim penulis. 1997. *Omron*. Omron Indonesia rep. office: Jakarta

<http://www.wikipedia.org>

# LAMPIRAN