BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengenalan PLC

Definisi *Programmable Logic Controller* (PLC) menurut *National Electrical Manufactures Association* (NEMA) adalah suatu alat elektronika digital yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dari suatu fungsi tertentu seperti logika, sekuensial, pewaktu dan aritmatika untuk mengendalikan suatu proses. Dengan pengertian lain PLC adalah suatu alat kendali elektronika yang dapat diprogram dengan menggunakan fungsi logika.

Sebelum otomatisasi industri berkembang, proses produksi menggunakan mesin-mesin yang dikendalikan secara langsung oleh para pekerja atau operator. Seiring dengan perkembangan waktu sistem kendali kemudian berkembang dengan menggantikan sebagian tugas atau bahkan seluruh tugas kendali dengan menggunakan sejumlah elemen mekanik atau listrik yang dihubungkan sedemikian sehingga membentuk sistem kendali yang berfungsi permanen (*hardware control*), sistem kendali tersebut kemudian disebut dengan sistem kendali konvensional. Pada sistem kendali konvensional kompleksitas sambungan antara elemen pembentuk sistem kendali sangat tergantung pada kompleksitas suatu proses. Pada sistem kendali konvensional, modifikasi sambungan dan

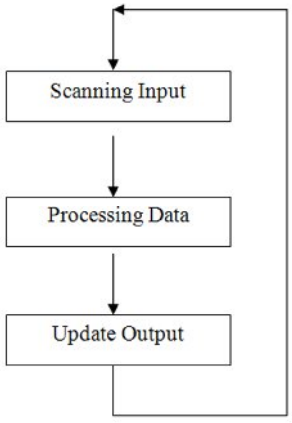
konfigurasi elemen maupun pelacakan gangguan (*trouble shooting*) pada kegagalan sistem sangat sulit dilakukan.

Pekembangan komponen mikro elektronika, terutama yang bersifat dapat diprogram menghasilkan suatu sistem kendali elektronika yang sangat fleksibel. Alat kendali yang dapat diprogram tersebut salah satunya adalah sistem kendali berbasis logika relay yang kemudian disebut PLC (*Programmable Logic Controller*).

Operasi PLC dalam pengendalian sistem terdiri dari tiga tahap yaitu :

1. Pembacaan kondisi input (*Scaning Input*)
2. Pemrosesan kondisi input sesuai dengan program yang ada di memori
3. Meng-*update* kondisi output untuk menggerakkan peralatan-peralatan beban

Secara sederhana proses operasi PLC diatas dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.1 Proses Operasi PLC

Urutan proses operasi tersebut akan dilakukan secara berulang. Satu urutan proses lengkap disebut dengan satu waktu operasi (*Time Cycle*).

2.1.1 Fungsi PLC

Fungsi PLC dalam sebuah sistem kendali antara lain adalah sebagai berikut :

A. Kontrol Sekuensial
    a. Pengganti *relay control logic* konvensional.
    b. Pewaktu.
    c. Pencacah.
B. Kontrol Cerdas (canggih)
    a. Operasi Aritmatika.
    b. Penanganan informasi.
    c. *Control analog* (suhu, tekanan, aliran, dan lain-lain.).
    d. PID (*proporsional integerator derivative*).
    e. Fungsi *Logic.*
C. Kontrol Pengawasan
    a. Proses *monitoring* dan *alert system.*
    b. Jaringan kerja otomatisasi proses industri.

2.1.2 Keuntungan Penggunaan PLC

Beberapa keuntungan penggunaan PLC dalam sistem kendali dibandingkan dengan suatu sistem kendali konvensional, antara lain :

A. Instalasi sistem kendali
   a. Dengan PLC
      1. Perawatan relatif sedikit.
      2. Mudah dalam pengoperasian.
      3. Mudah dalam perawatan.
      4. Mudah dalam pelacakan gangguan.
      5. Konsumsi daya listrik relatif rendah.
      6. Modifikasi sistem lebih sederhana.
   b. Kendali Konvensional
      1. Perawatan relatif komplek.
      2. Komplek dalam pengoperasian.
      3. Mahal dalam perawatan.
      4. Pelacakan kesalahan sistem relatif sulit.
      5. Konsumsi daya listrik relatif tinggi.
      6. Modifikasi sistem membutuhkan waktu yang lama.

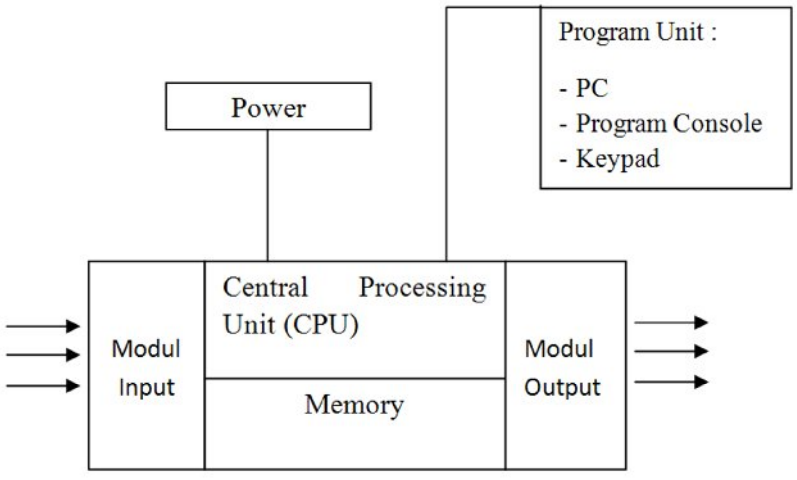
B. Keuntungan dari penggunaan PLC dalam otomasi, antara lain :
   a. Waktu implementasi dapat dipersingkat.
   b. Modifikasi sistem lebih mudah.
   c. Proses operasi kendali dapat diubah dengan memodifikasi program, perubahan dan penambahan operasi dapat dilakukan pada *software*.
   d. Aplikasi kontrol yang luas.

e. Indikator kerja input dan output dengan cepat dan mudah dapat segera diketahui.
f. Keandalan tinggi.
g. Perangkat kontroler standar industri.

2.1.3 Arsitektur PLC

Bagian utama PLC yaitu *Central Processing Unit* (CPU), Memory dan Modul input/output serta port komunikasi untuk keperluan pemrograman yang dapat dilakukan dengan menggunakan alat (*programming unit*). Pada beberapa jenis PLC untuk keperluan pemrograman juga disediakan *keypad* dan *screen*. Selain itu untuk keperluan operasinya PLC juga memiliki sumber catu daya (*power supply*) yang akan mengubah tegangan AC menjadi tegangan yang sesuai dengan yang dibutuhkan oleh komponen PLC.

Bagian-bagian PLC tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.2 Bagian-bagian Utama PLC

2.1.3.1 Central Processor Unit

Central Processor Unit (CPU) mengatur dan mengawasi seluruh operasi PLC sehingga respon PLC terhadap sistem yang dikontrol sangat tergantung pada kecepatan CPU. PLC yang mampu melakukan operasi komplek pada kecepatan tinggi pada umumnya mempunyai CPU yang dibentuk dari mikroprosessor berkemampuan tinggi.

2.1.3.2 Memory

Memory PLC terdiri dari memory sistem operasi dan memory data. Memory sistem operasi adalah memory tempat menyimpan program yang mengendalikan operasi PLC. Memory data adalah memory untuk lokasi penempatan program yang dibuat dan berfungsi sebagai *buffer* sementara atas kondisi input/output dan status fungsi-fungsi internal PLC. Ada beberapa macam tipe memori yang digunakan dalam PLC antara lain :

a. *Random Acces Memory* (RAM)

   Random Acces Memory (RAM) adalah memory internal CPU, dimana isinya dapat dimodifikasi dengan cepat dan secara berulang-ulang. RAM sering juga disebut *real-write* memory karena data secara konstan dapat ditulis ke dalam memory atau dapat di baca dari memory.

b. *Read Only Memory* (ROM)

Informasi yang ada didalam *Read Only Memory* (ROM) hanya dapat dibaca saja. Informasi atau program dimasukkan kedalam ROM oleh pabrik pembuat untuk keperluan operasi PLC antara lain untuk keperluan CPU dan untuk keperluan pemrograman PLC.

2.1.3.3 Unit Input/Output (I/O)

Unit input/output merupakan sistem mikro elektronika. Unit input PLC terdiri dari unit yang mampu mempresentasikan dua level sinyal 0 dan 1 (input level logika) atau mempresentasikan sejumlah level sinyal secara linier (level sinyal analog). Unit output yang umumnya digunakan untuk menggerakkan *actuator* berfungsi sebagai saklar ON/OFF (output level logika) atau sebagai penggerak yang level outputnya dapat diatur dalam jangkauan (*range*) dan langkah (*step*) tertentu (*output level analog*).

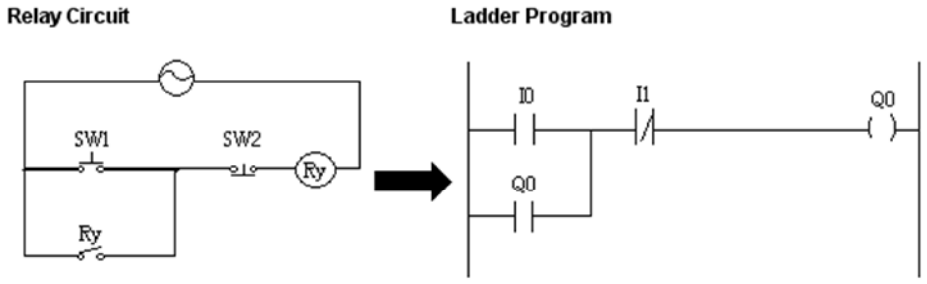
Modul input akan mengirimkan parameter dan statusnya ke memory untuk dapat diproses oleh CPU sesuai dengan parameter operasi program, hasilnya akan dikirimkan kembali ke memory untuk mengupdate status output sesuai dengan parameter atau status yang diperoleh dari CPU.

Jumlah input/output yang diidentifikasikan pada suatu PLC umumnya bukan merupakan jumlah unit input/output yang terpasang, tetapi jumlah unit input/output maksimum yang dapat ditangani oleh CPU. Unit input/output umumnya dirancang modular agar penggunanya dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem kendali.

2.1.4 Bahasa Pemrograman PLC (*Ladder Diagram*)

Ladder Diagram menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam diagram ladder terdapat dua buah garis vertical dimana garis vertikal sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positip catu daya dan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber tegangan negatip catu daya.

Program ladder ditulis menggunakan bentuk *pictorial* atau simbol yang secara umum mirip dengan rangkaian kontrol relay. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti *normally open contact, normally closed contact, timer, counter, sequencer* dan lain-lain ditampilkan seperti dalam bentuk *pictorial*.



Gambar 2.3 *Ladder Diagram* pada *Software ZEN Programmer* untuk Pemrograman PLC OMRON

2.2 PLC OMRON

2.2.1 Jenis PLC OMRON

OMRON sebagai perusahaan besar memproduksi berbagai macam peralatan, salah satunya memproduksi PLC. OMRON mengeluarkan beberapa jenis PLC diantaranya adalah :

a. ZEN
b. Sysmac
c. CPM 1A

Dalam perancangan dan pembahasan laporan ini, PLC yang digunakan adalah PLC OMRON *type* ZEN

2.2.2 ZEN

ZEN Programmable Relay merupakan produk PLC lain dari *OMRON*, sebagaimana ditunjukan pada gambar 2.4 merupakan kontroler kecil yang menyediakan 10 saluran *input/output (I/O)* yang dapat diprogram (terdiri dari 6 masukan dan 4 keluaran). Alat ini jauh lebih murah dibandingkan seri CPM1 maupun CPM2



Gambar 2.4 *ZEN Programmable Relay*

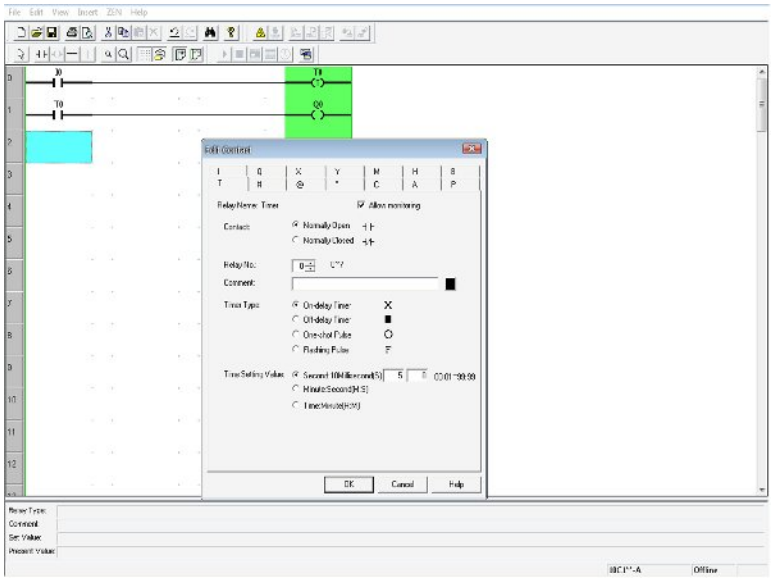
Dalam kesempatan ini penulis menggunakan *ZEN type LCD*, yang dilengkapi dengan *LCD* dan tombol-tombol operasi.*Zen Programmable Relay* berukuran kecil dan ringan, untuk tipe 10 I/O ukurannya 90 x 70 x 56 mm dan dapat dipasang dimana saja.

2.2.3 Fitur-fitur ZEN

1. Mudah diprogram, perangkat ZEN ini lebih mudah pengoperasianya dibanding *type* CPM1.Terdapat 4 macam jenis keluaran yang dapat diatur dengan mudah, meliputi : operasi normal, operasi *SET*, operasi *RESET* dan operasi *TOGGLE* atau *ALTERNATE*.
2. Antisipasi kerusakan catu daya, ZEN memiliki bit-bit penyimpan dan penyimpan pewaktu untuk antisipasi kerusakan catu daya. Bit-bit ini akan menyimpan sebelum terjadi kerusakan.
3. Pewaktu yang komplek yang mudah diatur, terdapat 16 pewaktu yang mendukung 4 macam operasi yaitu
    a. Tundaan *ON*.
    b. Tundaan *OFF*.
    c. Pulsa tunggal.
    d. Pulsa kedip (*ON-OFF* bergantian).

    Serta 3 jangkauan pengaturan pewaktu yaitu:
    a. 0,01 hingga 99,99 detik.
    b. 1 detik hingga 99 menit 59 detik.
    c. 1 menit hingga 99 jam 59 menit.

4. Pencacah naik/turun dan komparator, selain memiliki pewaktu, *ZEN* juga di lengkapi dengan 16 pencacah atau conter yang bisa diprogram naik maupun turun.
5. Operasi pewaktu bergantung musim dan hari, *Unit* CPU dalam ZEN juga memiliki fungsi kalender dan jam yang terdiri dari 16 pewaktu mingguan dan 16 pewaktu kalender. Pengontrolan musiman dimungkinkan dengan kombinasi pewaktu mingguan dan kalender tersebut. Cocok untuk pengontrolan penyemprotan taman atau kebun.
6. Masukan analog langsung. *Unit* CPU dengan catu daya DC memiliki 2 masukan analog langsung (tegangan 0 hingga 10 volt) dan 4 komparator analog.
7. Pembuatan diagram tangga menggunakan perangkat lunak, selain bisa diprogram secara langsung, juga dapat diprogram dengan perangkat lunak *ZEN Suport Software,* sebagaimana contoh tampilannya ditunjukan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Perangkat Lunak ZEN

ZEN Suport Software dapat digunakan untuk mengsimulasikan ZEN dan memonitor program tangga secara langsung, sehingga dapat langsung diamati cara kerja program tangga yang terkait.

2.2.4 Area Memory

a. Bit-bit I/O, Work dan Penyimpan Internal (*Internal Holding*).

Bit-bit keluaran/masukan atau I/O, kerja (*Work*) dan penyimpan internal (*Internal Holding*) berikut dengan keterangan atau penjelasan fungsi-fungsingya ditunjuk pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Alokasi Bit-bit I/O, Ekspansi, Kerja dan Penyimpan Internal

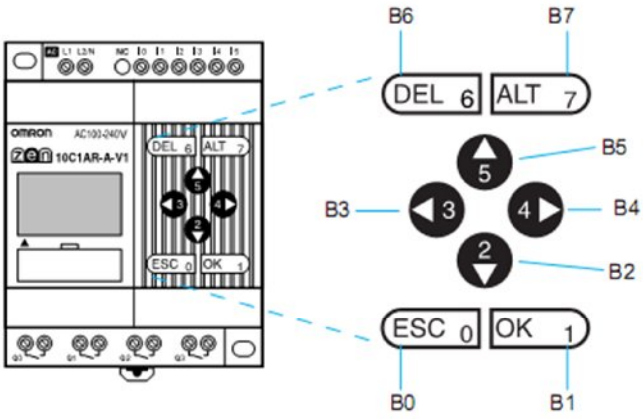
<table>
<tr><th>Nama</th><th>Tipe</th><th>Alamat bit</th><th>Jumlah bit</th><th colspan="2">Fungsi</th><th>Program tangga</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Bit masukan</td><td rowspan="2">I</td><td>0 - 5</td><td>6</td><td>Unit CPU dengan 10 I/O</td><td rowspan="2">Menyatakan status ON/OFF piranti masukan yang terhubung dengan terminal Masukan CPU</td><td rowspan="3">Masukan NO/NC</td></tr>
<tr><td>0 - B</td><td>12</td><td>Unit CPU dengan 20 I/O</td></tr>
<tr><td>Bit masukan unit ekspansi I/O</td><td>X</td><td>0 - B</td><td>12</td><td colspan="2">Menyatakan ON/OFF piranti masukan yang terhubung dengan terminal masukan unit ekspansi</td></tr>
<tr><td>Saklar tekan</td><td>B</td><td>0 – 7</td><td>8</td><td colspan="2">Akan ON jika tombol-tombol operasional ditekan selama RUN. Hanya dapat digunakan untuk CPU tipe LCD</td><td></td></tr>
<tr><td>Bit komparator analog</td><td>A</td><td>0 – 3</td><td>4</td><td colspan="2">Keluaran dari hasil perbandingan masukan analog. Hanya dapat digunakan dengan model catu daya 24 VDC</td><td>Masukan NO/NC</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Bit komparator</td><td>P</td><td>0 – F</td><td>16</td><td colspan="2">Membandingkan nilai saat ini pewaktu (T), penyimpanan pewaktu (#) dan pencacah (C) dan keluaran hasilnya</td><td rowspan="6">Masukan NO/NC</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Bit keluaran</td><td rowspan="2">Q</td><td>0 – 3</td><td>4</td><td>Unit CPU dengan 10 I/O</td><td rowspan="2">Mengeluarkan status ON/OFF dari bit keluaran ke piranti keluaran yang terhubung dengan unti CPU</td></tr>
<tr><td>0 – F</td><td>8</td><td>Unit CPU dengan 20 I/O</td></tr>
<tr><td>Bit keluaran unit ekspansi</td><td>Y</td><td>0 – B</td><td>12</td><td colspan="2">Mengeluarkan status ON/OFF dari bit keluaran ke piranti keluaran yang terhubung dengan unit ekspansi</td></tr>
<tr><td>Bit kerja</td><td>M</td><td>0 – F</td><td>16</td><td colspan="2">Hanya sebagai bit penyimpan ON/OFF dalam program</td></tr>
<tr><td>Bit penyimpan (Holding Bit)</td><td>H</td><td>0 – F</td><td>16</td><td colspan="2">Sama seperti bit kerja hanya saja bit penyimpan ini akan menjaga status ON/OFF walaupun catu daya dimatikan</td></tr>
</table>

Keterangan: NO (*Normally Open*)

NC (*Normally Close*)

Untuk saklar tekan (*pushbutton* atau simbol B) mengikuti aturan yang ditunjukan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Tombol Tekan Pada ZEN

Tombol operasional (seperti *DEL*, *ALT* dan seterusnya) dapat digunakan untuk operasional ZEN, tidak perduli apakah tombol-tombol yang bersangkutan digunakan sebagai tombol tekan (B) atau tidak, dengan kata lain, saat suatu tombol operasional, misalnya *DEL* ditekan (untuk opersional penghapusan) maka tombol tekan B6 juga *ON*. Bit-bit keluaran tersebut mencakup bit-bit keluaran terminal *ZEN* (Q), bit-bit keluaran terminal ekspansi ZEN (Y), bit-bit kerja (M) dan bitbit tahan (H), penggambarannya pada diagram tangga baik pada perangkat lunak ZEN *Support Software* maupun tampilan LCD

b. Pewaktu dan Pencacah

Pada ZEN *Programmable Relay* terdapat 2 macam pewaktu, yaitu pewaktu (*timer)* dan pewaktu tahan (*Holding Timer)* dengan perbedaan sebagai berikut:

a. Pewaktu : nilai pewaktu saat ini akan di-reset saat pewaktu diubah dari mode *RUN* ke mode *STOP* atau catu daya ZEN dimatikan. Terdapat 4 macam operasional pewaktu jenis ini, yaitu: tundaan ON (X), tundaan *OFF*(%), pulsa tunggal (O) dan kedipan (F).

b. Pewaktu tahan : nilai pewaktu saat ini akan disimpan walaupun terjadi pengubahan mode *RUN* menjadi *STOP* atau catu daya dimatikan. Pewaktu akan dilanjutkan kembali jika masukan pemicu *ON*, selain itu status *ON* pada bit pewaktu tahan ini akan disimpan jika waktu yang dikehendaki sudah selesai. Bit peaktu tahan ini hanya bias beroperasi dengan fungsi tundaan *ON* saja.

c. Pencacah : terdapat 16 pencacah yang dapat digunakan dalam mode naik (*increment*) maupun turun (*decrement*). Nilai saat ini dari pencacah akan disimpan jika mode ZEN diubah atau catu daya dimatikan. Bit pencacah akan *ON* jika nilai cacah sudah melampaui yang ditentukan (nilai saat ini e" nilai yang ditentukan). Nilai pencacah kembali ke 0 dan bit pewaktu akan *OFF* jika direset, sebagaimana bit-bit pewaktu, pewaktu tahan dan pencacah.

c. Bit-bit Penampilan.

Suatu pesan yang dibuat oleh pengguna, jam, nilai pewaktu atau pencacah saat ini atau nilai kenversi analog dapat ditampilkan pada layar *LCD*, jika digunakan fungsi tampilan (D) dan jika sigunakan lebih dari satu, maka satu layar dapat menampilkan beberapa data atau pesan sekaligus.

2.2.5 Langkah Pembuatan Program PLC OMRON ZEN

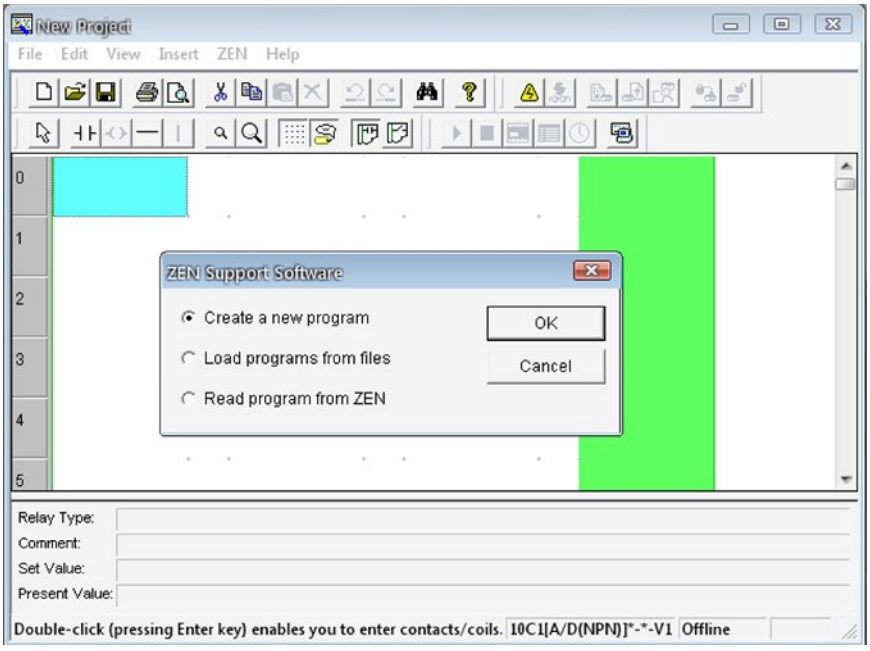
PLC OMRON ZEN yang digunakan dalam "PENGONTROLAN ELEVATOR BERBASIS PLC OMRON ZEN" ini menggunakan bahasa pemrograman LLD (*Ladder Logic Diagram*)**.**

Untuk membuat program tersebut penulis menggunakan ZEN *Support Software* yang dapat berjalan pada sistem operasi windows. Software tersebut digunakan penulis karena selain bias berjalan dalam sistem operasi windows juga bias melakukan simulasi jalannya program yang telah dibuat secara langsung pada komputer tanpa harus terkoneksi dengan modul PLC. Hal tersebut dirasakan sangat menguntungkan karena kesalahan program dapat diketahui dengan lebih awal.

Langkah pembuatan program dengan ZEN *Support Software* tersebut adalah sebagai berikut :

A. Menjalankan Aplikasi ZEN *Support Software*

Dari sistem operasi jalankan Aplikasi ZEN *Support Software* dan terlihat tampilan antar muka aplikasi seperti gambar dibawah.



Gambar 2.7 Tampilan antar muka Aplikasi ZEN *Support Software*

B. Menggunakan Fungsi-fungsi Program dalam aplikasi ZEN *Support Software*

Fungsi program tersebut adalah :

a. Fungsi Ladder

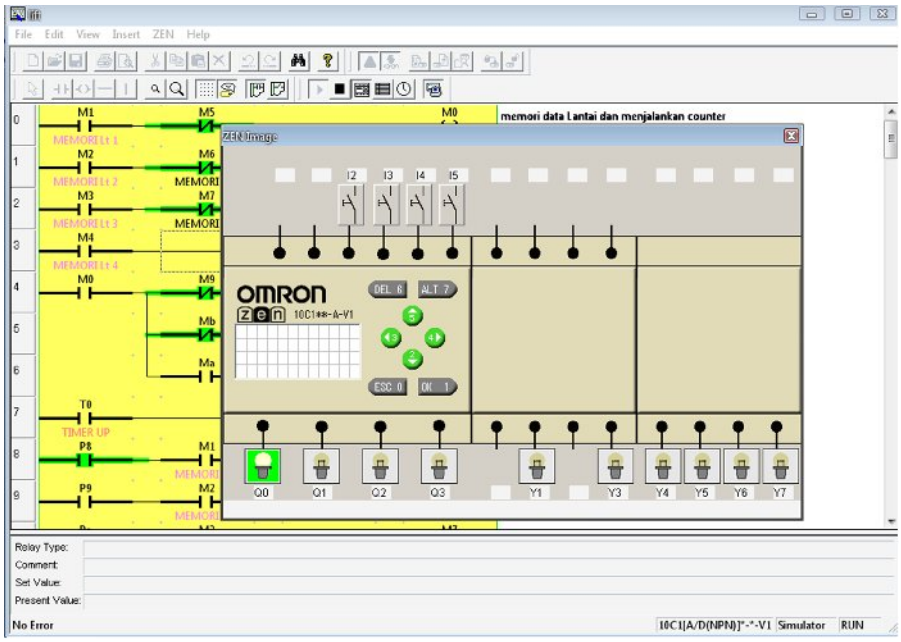
Fungsi Ladder berisi alamat input dan output yang biasa digunakan Fungsi Ladder terdiri dari I0 s/d I5, Q0 s/d Q3, X0 s/d Xb, Y0 s/d Yb, M0 s/d Mf, T0 s/d Tf, C0 s/d Cf, P0 s/d Pf

b. Fungsi Simulator

Fungsi Simulator berisi pilihan fungsi untuk *RUN*, *STOP*, *ZEN Image Display*, *Present Value List Display*, *Clock Display*, *Start/Stop Simulator*

C. Mensimulasikan Program

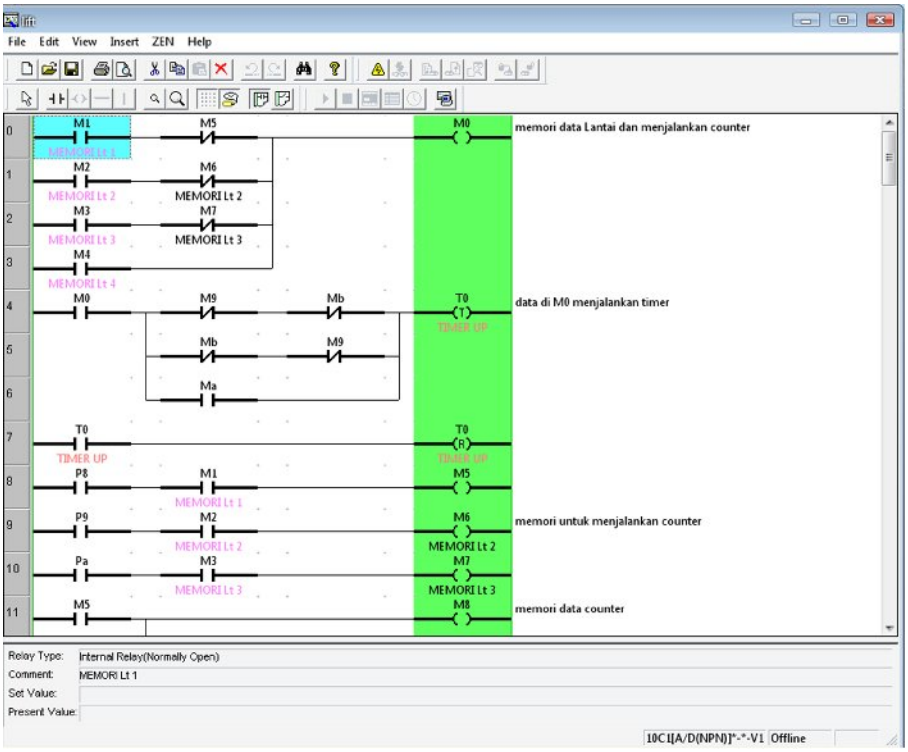
Salah satu fasilitas yang ada dalam aplikasi ini adalah fasilitas untuk mensimulasikan program yang telah dibuat secara langsung pada komputer tanpa harus terhubung terlebih dahulu dengan PLC, hal ini sangat membantu untuk melihat jalannya program dan sekaligus mengetahui kesalahan pada program secara lebih dini meskipun tidak tersedia hardware PLC.



Gambar 2.8 Tampilan Aplikasi ZEN *Support Software* pada saat dilakukan Simulasi Program

D. Overview Program

Overview program digunakan untuk melihat program yang telah dibuat secara keseluruhan dalam bentuk grafis dan dapat digunakan dalam melakukan pengecekan lokasi kesalahan program maupun untuk kepentingan dokumentasi.



Gambar 2.9 Tampilan Aplikasi ZEN *Support Software*

pada saat Overview Program

E. Upload Program

Setelah program selesai dibuat dan di uji dengan menggunakan software, selanjutnya program akan dimasukkan (ditransfer) kedalam modul PLC. Proses pengisian program ke modul PLC OMRON ZEN dapat dilakukan dengan cara melakukan Upload program dari PC ke Modul PLC ZEN dengan menggunakan kabel data 9-pin D-sub Serial Port Connectors.

2.3 Lintasan Kereta Api

Dalam sistem lintasan kereta api ada empat komponen utama yang berguna untuk mengendalikan arus lalulintas perkeretaapian. Beberapa komponen tersebut adalah :

a. Rel
b. Mesin Penggerak Rel (*Wesel*)
c. Lampu Sinyal
d. Kontrol Sistem

Keempat komponen utama tersebuta memiliki fungsi yang sangat penting, satu dari keempat itu mengalami kerusakan maka akan berakibat sangat berbahaya dalam menjamin keselamatan para penumpang.

2.3.1 Rel

Jika kendaraan lain memiliki sistem kemudi untuk mengendaliakan arah tujuan yang akan dilalui sedangkan kereta api tidak memiliki kemudi untuk mengendalikannya, kereta api hanya mengandalkan rel untuk bergerak ke kanan, ke kiri atau lurus. Untuk itu dibutuhkan suatu alat pembantu untuk mengendalikan laju kereta agar selalu ada di jalur yang benar untuk itu dibutuhkan rel untuk mengendalikannya. Rel merupakan dua batang besi baja kaku yang sama panjang dipasang pada bantalan sebagai dasar landasan. Rel-rel tersebut diikat pada bantalan dengan menggunakan paku rel atau sekrup penambat. Jenis penambat yang digunakan bergantung kepada jenis bantalan yang digunakan. Puku ulir atau paku penambat digunakan pada bantalan kayu, sedangkan selrup penambat

digunakan untuk bantalan beton atau semen. Rel biasanya dipasang di atas badan jalan yang dilapis dengan batu kericak atau dikenal sebagai Balast. Balast berfungsi pada rel kereta api untuk meredam getaran dan lenturan rel akibat beratnya kereta api. Untuk menyeberangi jembatan, digunakan bantalan kayu yang lebih elastis ketimbang bantalan beton.



Gambar 2.10 Rel

2.3.2 Mesin Penggerak Rel (*Wesel*)

Wesel adalah konstruksi rel kereta api yang bercabang (bersimpangan) tempat memindahkan jurusan jalan kereta api. Wesel terdiri dari sepasang rel yang ujungnya diruncingkan sehingga dapat melancarkan perpindahan kereta api dari jalur yang satu ke jalur yang lain dengan menggeser bagian rel yang runcing. Kereta api berjalan mengikuti rel, sehingga kalau relnya digeser maka kereta api juga mengikutinya. Untuk memindahkan rel, digunakan wesel yang digerakkan secara manual ataupun dengan menggunakan motor listrik.

Lidah wesel adalah bagian yang menentukan arah gerak roda. Sepasang lidah dihubungkan dengan sebuah batang besi sehingga gerak sepasang lidah tersebut bersama-sama. Jika lidah menempel pada rel kiri maka pada rel kanan lidah akan memberi celah untuk roda lewat. Demikian juga sebaliknya.

Bagian lain dari wesel, yaitu hati wesel merupakan bagian tetap yang tidak bisa digerakkan dan dibiarkan mempunyai celah agar flens roda dapat melewatinya. Bagian ini terkena hentakan roda akibat adanya celah yang disediakan bagi flens roda. Karena itu hati wesel biasanya dibuat dari baja (mangan steel) agar bertahan lama. Bagian ujung dari hati wesel dibuat lebih rendah 8 mm dari permukaan rel dan hanya menyangga bagian sisi dari flens roda. Bidang jalan roda menginjak rel sayap tanpa menyentuh ujung hati wesel. Seteleh roda berada pada bagian hati wesel yang mempunyai lebar sekitar 70 mm barulah beban roda kembali ditopang oleh hati wesel.



Gambar 2.11 Mesin penggerak rel (*Wesel*)

2.3.3 Lampu Sinyal

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

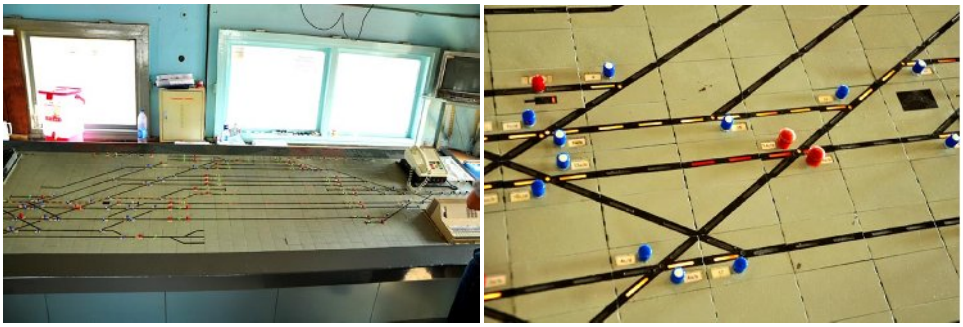


Gambar 2.12 Lampu Sinyal

2.3.4 Track Circuit

Track Circuit atau meja pelayanan adalah merupakan tempat di mana petugas PPKA mengatur sistem jalus perjalanan kereta api serta mengatur juga

persinyalannya. track circuit hanya berupa meja besar yang di atasnya terdapat tombol-tombol panel untuk menggerakan wesel-wesel. Dari track circuit terpantau semua keadaan-keadaan yang terjadi di lapangan. Kondisi wesel serta ada atau tidak adanya kereta bisa terpantau dari sini



Gambar 2.13 Track circuit

Track circuit terbentuk oleh bagian jalan kereta api, yang dibuat hampir mirip dengan kondisi di lapangan. Segala perlengkapan yang menunjang keamana kereta api terdapat pada track circuit. Pada indikator rel di track circuit dinyatan dengan dua warna garis, yakni garis berwarna merah dan garis berwarna kuning. Garis berwarna merah menandakan ada kereta yang sedang melintas pada rel tersebut atau ada kereta yang sedang berada diam pada rel, sedangkan warna kuning pada menyatakan tidak ada kereta yang melintas atau berada pada rel tersebut. Ini disebabkan karena rel di aliri oleh arus listrik guna mengetahui ada atau tidaknya kereta di jalur tersebut. Arah pergerakan wesel pun dapat terlihat dengan di tandainya lampu yang menyala menandakan kemana arah mesel itu mengarah.

2.3.5 Kontol Sistem

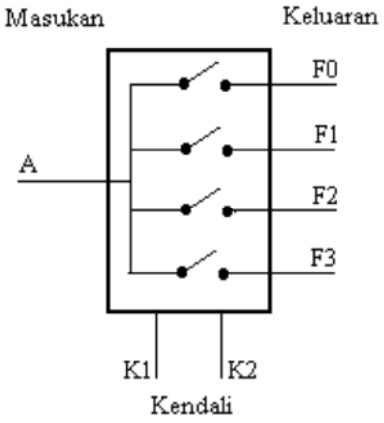
Untuk mengendalikan semua komponen-komponen tersebut dibutuhkan sebuah suatu alat kontrol sistem yang dapat mengatur semua komponen-komponen utama tersebut. Dalam sistem kontrol perkeretaapian di Indonesia sistem kontrol yang digunakan adalah Siemens DRS 60. Pada prinsipnya DRS 60 ini adalah suatu alat kontrol yang masih berupa relay-relay besar. Alat ini dibuat di Jerman pada tahun 1960an, alat ini digunakan di Indonesia pada tahun 1970an tapi baru beroperasi pada tahun 1971. Hanya dua daerah saja yang masih menggunakan alat ini, hanya stasiun Bandung dan stasiun Solo. Ini meruapakan sistem penngontrol pertama yang digunakan dalam sistem perkeretaapian di Indonesia. DRS 60 tidak hanya mengatur sinyal saja tapi juga mengatur seluruh sistem perkeretaapian.



Gambar 2.14 Siemens DRS60

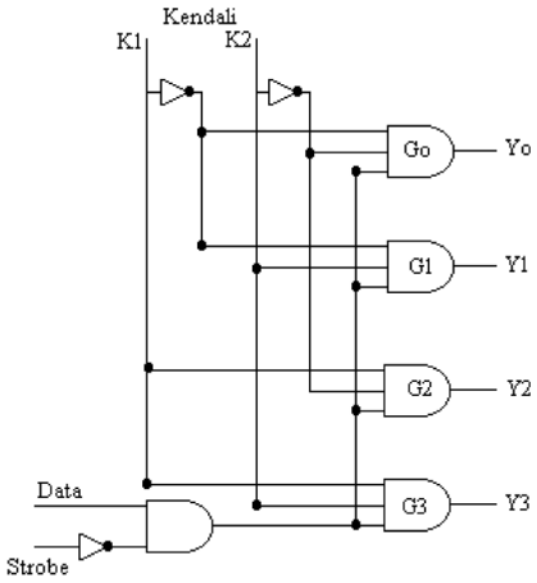
2.4 Demultiplekser

Demultiplekser adalah suatu rangkaian elektronik yang mampu menyalurkan sinyal dari suatu saluran ke salah satu dari banyak saluran keluaran. Pemilihan keluaran ini dilakukan melalui masukan penyeleksi. Secara bagan kerja Demultiplekser tersebut ditunjukkan oleh gambar



Gambar 2.15 Rangkaian Dasar Demultiplekser

Cara Demultiplekser melewatkan sinyal tidak selamanya seperti yang diuraikan diatas. Ada kalanya sebuah demultiplekser hanya mengaktifkan satu dari sekian saluran keluaran, yang kebanyakan aktif rendah. Dalam hal ini demultiplekser hanya memiliki fasilitas "n" kendali masukan untuk memilih satu dari 2n saluran keluaran.



Gambar 2.16 Rangkaian Logika Demultipekser 1 ke 4

2.5 Flowchart

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urut-urutan prosedur dari suatu program. Flowchart menolong analis dan programmer untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. Flowchart biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah yang perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut.

Bila seorang analis dan programmer akan membuat flowchart, ada beberapa petunjuk yang harus diperhatikan, seperti :

a. Flowchart digambarkan dari halaman atas ke bawah dan dari kiri ke kanan.
b. Aktivitas yang digambarkan harus didefinisikan secara hati-hati dan definisi ini harus dapat dimengerti oleh pembacanya.
c. Kapan aktivitas dimulai dan berakhir harus ditentukan secara jelas.
d. Setiap langkah dari aktivitas harus diuraikan dengan menggunakan deskripsi kata kerja, misalkan MENGHITUNG PAJAK PENJUALAN.
e. Setiap langkah dari aktivitas harus berada pada urutan yang benar.
f. Lingkup dan range dari aktifitas yang sedang digambarkan harus ditelusuri dengan hati-hati. Percabangan-percabangan yang memotong aktivitas yang sedang digambarkan tidak perlu digambarkan pada flowchart yang sama. Simbol konektor harus digunakan dan percabangannya diletakan pada halaman yang terpisah atau hilangkan seluruhnya bila percabangannya tidak berkaitan dengan sistem.
g. Gunakan simbol-simbol flowchart yang standar.

Flowchart terbagi atas lima jenis, yaitu :

a. Flowchart Sistem (*System Flowchart*)
b. Flowchart Paperwork / Flowchart Dokumen (*Document Flowchart*)
c. Flowchart Skematik (*Schematic Flowchart*)
d. Flowchart Program (*Program Flowchart*)
e. Flowchart Proses (*Process Flowchart*)