

**DIKTAT KULIAH
SISTEM KOMPUTER
(PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS)**

Untuk Kalangan Sendiri



**DISUSUN OLEH :
DADAN RAMDAN, MENG., MSC.**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
OKTOBER 2006**

KATA SAMBUTAN

Alhamdulillah puji syukur penulis sampaikan kepada Allah swt yang telah memberikan petunjuk, kesehatan dan kemampuan sehingga buku ajar ini dapat diselesaikan dengan baik.

Buku ajar ini merupakan upaya untuk memberikan kontribusi kepada peningkatan pengetahuan mahasiswa yang mengambil mata kuliah system computer.

Penulis sangat berharap jika buku ajar ini dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa pada khususnya dan masyarakat yang memerlukannya, karena sampai saat ini masih jarang diperoleh buku yang membahas secara khusus tentang Smart Relay padahal penggunaan Smart Relay saat ini sangat luas.

Namun demikian penulis juga berharap adanya masukan dan saran-saran untuk kesempurnaan buku ajar ini dari pembaca yang budiman dan saya ucapkan banyak terima kasih.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kepada kelancaran penyelesaian buku ajar ini terutama kepada Subdis Pendidikan Tinggi Dinas Pendidikan Provinsi Sumatera Utara yang telah memberikan bantuan dana untuk penyusunan buku ajar ini.

Medan, Desember 2006

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis sampaikan hanya untuk Allah swt. Dzat yang maha pencipta yang telah memberikan petunjuk sehingga penulis dapat menyelesaikan diktat kuliah sederhana ini.

Tujuan dibuatnya diktat ini adalah untuk membantu mahasiswa didalam memahami tentang Smart Relay dan pemanfaatannya di dunia industri.

Diktat ini lebih diutamakan untuk mahasiswa yang mengambil mata kuliah Sistem Komputer pada semester V di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Terlebih lagi untuk mereka yang pengetahuan dasar logikanya masih kurang.

Diktat ini diawali dengan teori dasar sistem kendali, kemudian diikuti dengan gerbang logika sebelum dijelaskan tentang Smart Relay secara lengkap.

Penulis sangat mengharapkan kepada setiap pembaca untuk selalu mencari referensi terbaru, karena perkembangan Smart Relay ini sangat pesat. Sehingga pada saatnya nanti akan dirasakan kelebihan dan manfaat dari Smart Relay itu sendiri jika diiringi dengan perhatian yang lebih banyak.

Diktat ini ditulis dalam waktu yang sempit, sehingga masih dirasakan banyaknya kekurangan dan ketidak-sempurnaan. Untuk itu penulis akan berusaha memperbaikinya pada waktu yang akan datang dengan masukan dan saran dari para pembaca.

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA SAMBUTAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I. Pendahuluan	1
BAB II. Sistem Kendali	2
2.1 Teori Dasar Sistem Kendali	2
2.1.1 Masukan dan Keluaran	2
2.1.2 Pengelompokan Sistem Kendali.....	3
2.2 Landasan Sistem Logika	3
2.2.1 Gerbang OR	4
2.2.2 Gerbang AND	5
2.2.3 Gerbang NOT	5
2.2.4 Gerbang NAND	6
2.2.5 Gerbang NOR	7
BAB III. Pengenalan Smart Relay	8
3.1 Definisi dan Sejarah Smart Relay	8
3.2 Tinjauan Umum Smart Relay	9
3.3 Perkembangan Smart Relay.....	10
3.4 Prinsip Dasar Smart Relay	11
3.5 Hal-hal yang dapat dilakukan Smart Relay	12
3.6 Petunjuk Pemilihan Smart Relay	13
3.7 Kelebihan dan Kekurangan Smart Relay.....	13
3.8 Keseluruhan Sistem Smart Relay	14
3.8.1 Central Processing Unit.....	15
3.8.2 Memori	15
3.8.3 Input-Output	16
3.8.3.1 Input (Masukan-masukan) Smart Relay.....	16
3.8.3.1 Output (Keluaran) Smart Relay.....	17

3.8.4 Programming Console.....	17
BAB IV Operasi Logika	19
4.1 Logika AND.....	19
4.2 Logika OR.....	20
4.3 Logika NAND (Not AND)	22
4.4 Logika NOR (Not OR)	22
4.5 Logika XOR (Exclusive OR).....	23
2.6 Logika XNOR (Exclusive NOR)	25
2.7 Gabungan Antara Beberapa Gerbang	26
BAB V Diagram Kontrol dan Diagram Tangga (Ladder).....	27
5.1 Diagram Garis Tunggal (one line diagram)	27
5.2 Diagram Pengawatan.....	28
5.3 Diagram Ladder	28
BAB VI Fungsi Pewaktu dan Pencacah	31
6.1 Pewaktu (Timer).....	31
6.2 Pencacah (Counter)	31
BAB VII Instruksi Program	33
7.1 LOAD & LOAD NOT	33
7.2 AND & AND NOT	33
7.3 OR & OR NOT	33
7.4 AND LOAD & OR LOAD	34
7.5 OUT	35
7.6 TIMER	35
7.7 COUNTER	36
7.8 IL & ILC	37
7.9 END	38
BAB VIII Instruksi Diagram Ladder	39
8.1 Cara Pembuatan Diagram Ladder	39
8.2 Kode Mnemonic	40
BAB IX Prosedur Penggunaan Smart Relay	41
9.1 Mengecek Kebenaran Koneksi Komponen	41



9.2 Pemograman	41
9.3 Penulisan Program	41
BAB X Contoh Penggunaan Smart Relay.....	43
BAB XI Latihan dengan Simulasi Smart Relay Zelio-Soft.....	44
DAFTAR PUSTAKA	44
Indeks	45

I. PENDAHULUAN

Pada awal-awal penggunaan sistem kontrol, alat-alat yang digunakan adalah relay, timer, dan sebagainya. Sistem ini disebut sistem konvensional. Kemajuan ilmu pengetahuan yang pesat membuat banyak alat-alat baru yang lebih canggih dan mempermudah dalam penyelesaian suatu masalah serta dapat mengefisienkan kebutuhan dari suatu industri, salah satunya adalah Smart Relay (Programmable Logic Controller).

Smart Relay (Programmable Logic Controller) adalah merupakan kontrol mikroprosesor serba guna yang khusus dirancang untuk dapat memenuhi kebutuhan di lingkungan industri yang memerlukan pengontrolan. Selain itu juga dapat memberikan kestabilan, keakuratan, dan peralihan yang halus dari suatu proses industri.

Berdasarkan hal di atas, penulis merasa penting untuk membahas lebih dalam mengenai Smart Relay (Programmable Logic Controller) khususnya Smart Relay jenis terbaru, sehingga dapat menggambarkan secara luas dan benar mengenai manfaat dan keuntungan yang didapat dengan penggunaan Smart Relay jenis ini.

II SISTEM KENDALI

2.1 Teori Dasar Sistem Kendali

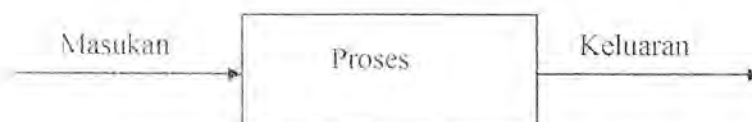
Suatu sistem kendali adalah hubungan timbal balik antara komponen-komponen yang membentuk suatu konfigurasi sistem yang memberikan sesuatu hasil yang kita kehendaki. Hasil ini dinamakan dengan tanggapan atau respon. Tujuan utama dari sistem kendali adalah mendapatkan optimalisasi dimana hal ini dapat diperoleh berdasarkan fungsi daripada sistem kendali itu sendiri, yaitu pengukuran (measurement), membandingkan (comparison), penghitungan (computation) dan perbaikan (correction).

Ditinjau dari segi peralatan, sistem kendali terdiri dari berbagai susunan komponen fisis yang digunakan untuk mengarahkan / menggerakkan aliran energi ke suatu mesin atau proses agar dapat menghasilkan suatu keluaran yang diinginkan.

2.1.1. Masukan dan Keluaran

Suatu sistem yang sederhana adalah suatu alat yang memungkinkan manusia atau operator mengatur energi yang masuk ke mesin atau suatu proses sedemikian rupa sehingga mesin atau proses tersebut bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

Dengan demikian pada suatu sistem kontrol harus ada sesuatu yang diatur atau dikendalikan. Dalam bidang teknik sesuatu itu adalah suatu sistem yang merupakan sekumpulan peralatan mekanis, listrik dan lain sebagainya. Sistem fisis yang diatur itu disebut Plant, sedangkan besaran fisis yang dihasilkan disebut keluaran. Variabel atau besaran yang memberikan suatu aksi pendorong, penguat dan yang mempengaruhi terhadap suatu plant disebut dengan masukan. Hal ini dapat digambarkan dengan diagram blok di bawah ini :



Gambar 2.1 Diagram blok hubungan antara masukan dan keluaran

2.1.2. Pengelompokan Sistem Kendali

Secara umum sistem kendali dapat dikelompokkan sebagai berikut:

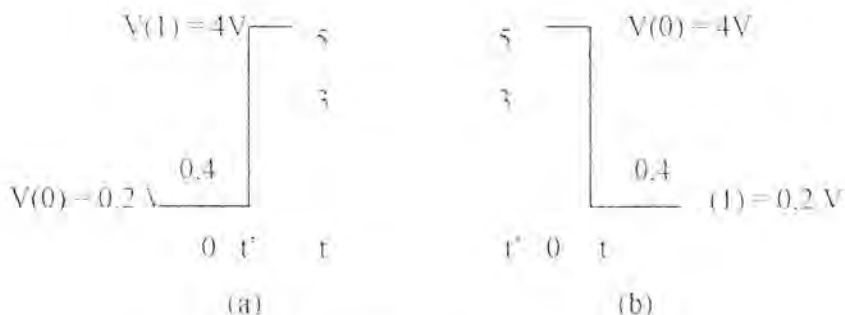
- a) Dengan operator manual atau otomatis
- b) Loop terbuka dan loop tertutup
- c) Kontinu (analog) dan diskontinu (digital)
- d) Servo dan Regulator
- e) Menurut sumber penggeraknya seperti : Elektrik, pneumatic (udara/angin), hidrolik (cairan) dan mekanis.

Diantara kelima jenis kelompok di atas, bagian e) dan kombinasi-nya lebih banyak digunakan dalam industri maupun aplikasi teknis lainnya. Hal ini disebabkan beberapa kelebihan yang diberikan yaitu pemakaian daya yang lebih kecil, kemampuan untuk pengendalian jarak jauh, dan responnya lebih cepat disamping itu dimensi peralatannya dapat dibuat lebih kecil.

Smart Relay (Programmable Logic Controller) termasuk pengontrolan elektrik.

2.2 Landasan Sistem Logika

Dalam sistem logika arus searah merupakan satu keadaan dari dua tingkat tegangan seperti Gambar. 2.2.(a) tegangan yang lebih positif merupakan tingkat 1, sedangkan lainnya merupakan tingkat 0, sistem dikatakan mempunyai logika positif arus searah. Dalam hal sebaliknya, sistem logika negatif arus searah seperti Gambar. 2.2.(b) adalah dimana keadaan tegangan yang lebih negatif sebagai tingkat 1 dan yang lebih positif sebagai tingkat 0.



Gambar 2.2 Defenisi Logika (a) Positif dan (b) Negatif Transisi dari keadaan satu ke keadaan yang lain terjadi pada $t = t'$

Dalam suatu sistem dinamis atau sistem logika, diketahui dari ada atau tidaknya pulsa. Angka 1 menunjukkan adanya pulsa positif dalam sistem dinamis logika positif, pulsa negatif dinyatakan oleh 1 dalam sistem logika negatif. Dalam kedua sistem, angka 0 pada masukan dan keluaran tertentu pada saat yang diketahui menunjukkan tidak adanya pulsa pada saat tertentu.

2.2.1. Gerbang OR

Suatu gerbang OR mempunyai dua masukan atau lebih dan satu keluaran tunggal dan bekerja sesuai definisi berikut: keluaran dari suatu OR akan dalam keadaan 1, kalau salah satu atau kedua masukan dalam keadaan 1. Masukan suatu rangkaian logika diberi tanda A,B,.....N dan keluarannya diberi tanda Y.



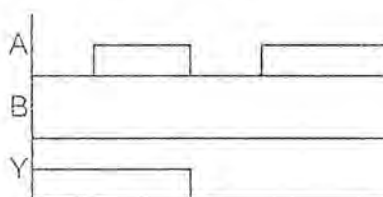
$$Y = A + B + \dots + N$$

Gambar 2.3 Simbol Gerbang OR

Persamaan di atas dibaca : "Y sama dengan A atau B atau..... atau N" sebagai ganti operasi logika dalam kata-kata maka pengganti lain memberikan tabel kebenaran yang berisi tabulasi semua kemungkinan harga masukan dan keluaran yang bersangkutan.

Tabel 2.1 Kebenaran Gerbang OR 2 masukan

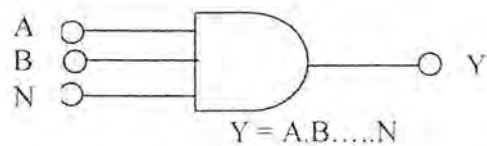
Masukan		Keluaran
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Gambar 2.4 Timing diagram gerbang OR

2.2.2 Gerbang AND

Suatu gerbang AND mempunyai dua masukan atau lebih dan satu keluaran tunggal, operasinya sesuai dengan definisi berikut : "keluaran dari suatu AND berada dalam keadaan 1 kalau dan hanya kalau semua masukan mempunyai kedudukan 1"

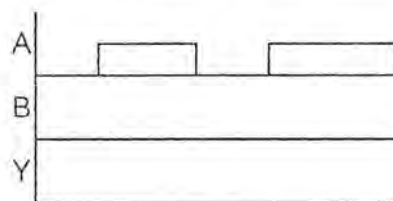


Gambar 2.5 Simbol Gerbang AND

Persamaan di atas dapat dibaca : "Y sama dengan A dan B dan.....N tanda (.) atau tanda (x) diletakkan diantara simbol tersebut untuk menunjukkan operasi AND", dapat dibuktikan bahwa tabel kebenaran dua masukan sesuai dengan definisi untuk operasi AND.

Tabel 2.2 Kebenaran Gerbang AND 2 masukan

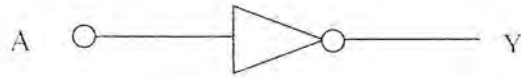
Masukan		Keluaran
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Gambar 2.6 Timing diagram gerbang AND

2.2.3 Gerbang NOT

Rangkaian NOT mempunyai satu masukan dan satu keluaran dan membentuk operasi penolakan logika sesuai dengan definisi berikut: "keluaran dari suatu rangkaian NOT mempunyai kedudukan 1 kalau dan hanya kalau masukannya tidak berada dalam keadaan 1".

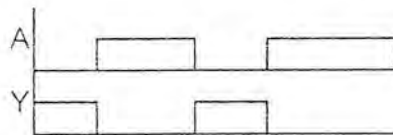


Gambar 2.7 Simbol Gerbang NOT

Persamaan di atas dapat dibaca : " Y sama dengan bukan (NOT) A" atau "Y merupakan komplemen A".

Tabel 2.3 Kebenaran Gerbang NOT

Masukan	Keluaran
A	Y
0	1
1	0

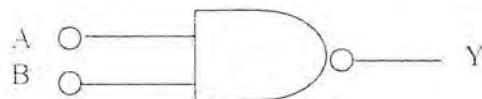


Gambar 2.8 Timing diagram gerbang NOT



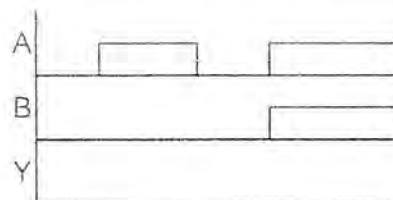
2.2.4 Gerbang NAND

AND yang dibalik dinamakan dengan gerbang NOT-AND atau gerbang NAND, gerbang NAND dapat dilaksanakan dengan menempatkan rangkaian NOT setelah AND.



$$Y = \overline{A B}$$

Gambar 2.9 Simbol Gerbang NAND



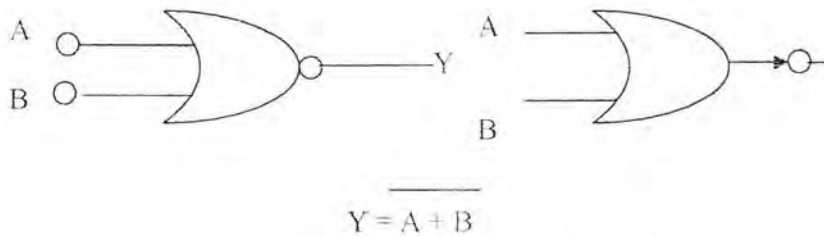
Gambar 2.10 Timing diagram gerbang NAND

Tabel 2.4 Kebenaran Gerbang NAND

Masukan		Keluaran
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2.2.5 Gerbang NOR

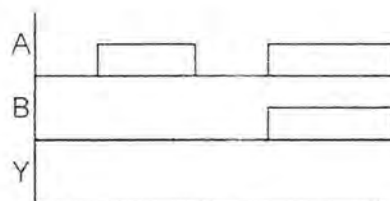
NOR merupakan gerbang OR yang dibalik (NOT-OR) seperti pada NAND, NOR juga dapat dilaksanakan dengan menempatkan rangkaian NOT setelah OR.



Gambar 2.11 Gerbang NOR

Tabel 2.5 Kebenaran Gerbang NOR

Masukan		Keluaran
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Gambar 2.12 Timing diagram gerbang NOR

III. Pengenalan Programmable Logic Controller (Smart Relay)

3.1 Definisi dan sejarah Smart Relay

Kemajuan teknologi yang berkembang pesat dewasa ini, mengakibatkan industri sebagai produsen/penghasil barang menggunakan cara-cara otomatisasi untuk meningkatkan jumlah hasil barang yang diproduksinya secara efektif dan efisien. Salah satu peralatan kontrol otomatis yang saat ini banyak digunakan adalah Smart Relay (Programmable Logic Controller).

Smart Relay yaitu kendali logika terprogram yang merupakan suatu piranti elektronik yang dirancang untuk dapat beroperasi secara digital dengan menggunakan memori sebagai media penyimpanan instruksi-instruksi internal untuk menjalankan fungsi-fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses, fungsi pewaktu, fungsi aritmetika, dan fungsi yang lainnya dengan cara memprogramnya.

Program-program dibuat, kemudian dimasukkan ke dalam Smart Relay melalui Programming Console. Pembuatan program dapat digunakan komputer sehingga dapat mempercepat hasil pekerjaan. Fungsi lain pada Smart Relay dapat digunakan untuk memonitor jalannya proses pengendalian yang sedang berlangsung, sehingga dapat dengan mudah dikenali urutan kerja (work sequence) proses pengendalian yang terjadi pada saat itu.

Smart Relay pertama kali digunakan sekitar pada tahun 1960-an untuk menggantikan peralatan konvensional yang begitu banyak. Perkembangan Smart Relay saat ini terus mengalami perkembangan sehingga bentuk dan ukurannya semakin kecil. Saat ini terdapat Smart Relay yang dapat dimasukkan ke dalam saku karena bentuk dan ukurannya sangat kecil, dan dalam perkembangannya, dimasa yang akan datang akan diperkenalkan Smart Relay dengan bentuk dan ukuran sebesar kotak rokok.

Pada tahun 1980-an harga Smart Relay masih terhitung mahal, namun saat ini dapat dengan mudah ditemukan dengan harga yang relatif murah. Beberapa perusahaan komputer dan elektronik menjadikan Smart Relay menjadi produk terbesar yang terjual saat ini. Pertumbuhan pemasangan Smart Relay mencapai jumlah 80 juta dolar di tahun 1978 dan 1 milyar dolar pertahun hingga tahun 2000 dan angka ini terus berkembang, mengingat

penggunaan yang semakin luas, terutama untuk proses pengontrolan di industri, pada alat-alat kedokteran, alat-alat rumah tangga dan lain sebagainya.

Pabrik pembuat Smart Relay mendesain sedemikian rupa sehingga pengguna dapat dengan mudah menguasai fungsi-fungsi dan logika-logika hanya dalam beberapa jam saja. Fungsi-fungsi dasar yang banyak digunakan antara lain : kontak-kontak logika, pewaktu (timer), pencacah (counter), dan sebagainya. Bagi yang mempunyai latar belakang logika-logika digital akan dengan mudah menguasainya dalam beberapa jam saja, berlainan halnya dengan orang yang tidak memiliki latar belakang ini akan memakan waktu agak lama untuk menguasai fungsi dan logika-logika kendali Smart Relay.

Seperti halnya komputer, Smart Relay juga mempunyai kelengkapan yaitu CPU (Central Processing Unit), memori (RAM, ROM), Programming Console, dan modul I/O (Input/Output).

3.2 Tinjauan Umum Smart Relay

Smart Relay (Programmable Logic Controller) adalah merupakan kontrol mikroprosesor serbaguna yang khusus dirancang untuk dapat beroperasi di lingkungan industri yang cukup berat dan kasar. Sebuah Smart Relay (Programmable Logic Controller) bekerja dengan cara menerima data dari peralatan-peralatan input yang berupa saklar-saklar, tombol-tombol, sensor-sensor dan lain sebagainya. Kemudian oleh Smart Relay dibentuk menjadi keputusan-keputusan yang bersifat logika dan selanjutnya disimpan dalam suatu program ingatan.

Dengan adanya perubahan dari kondisi input yang diolah oleh Smart Relay selanjutnya perintah-perintah ini akan ditransfer oleh Smart Relay ke outputnya dan kemudian dapat digunakan untuk menggerakkan alur suatu proses produksi.

Defenisi Programmable Logic Controller menurut NEMA (*National Electrical Manufacture Association*) adalah suatu alat elektronika digital yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dari fungsi tertentu, seperti : Logika, urutan waktu, waktu pencacah dan aritmatika untuk mengendalikan mesin atau proses. Tetapi definisi ini terus berkembang sesuai dengan perkembangan Smart Relay itu sendiri yang

sangat erat hubungannya dengan perkembangan pemrosesan mikro karena kemampuannya untuk operasi aritmatika, membandingkan data, memecahkan persamaan matematika bahkan mengolah kata. Kini Smart Relay (Programmable Logic Controller) mampu berkomunikasi dengan operator, peralatan lain maupun dengan komputer dalam melakukan pengendalian secara terdistribusi.

3.3 Perkembangan Smart Relay

Persaingan Industri dewasa ini semakin meningkat, efisiensi produksi umumnya dianggap sebagai kunci sukses. Efisiensi produksi meliputi area yang luas seperti :

1. Kecepatan, peralatan produksi dan line produksi dapat di set untuk membuat suatu produk
2. Menurunkan biaya material dan upah kerja dari suatu produk
3. Meningkatkan kualitas dan menurunkan *reject* (barang rusak)
4. Meminimalkan *down time* dari mesin produksi
5. Biaya peralatan produksi yang murah

Dilihat dari hal di atas maka Programmable Logic Controller (Smart Relay) sangat memenuhi semua kebutuhan di atas dan merupakan salah satu kunci dalam meningkatkan efisiensi produksi dalam industri.

Secara tradisional, otomatisasi hanya diterapkan untuk suatu tipe produksi dengan volume yang tinggi. Tetapi kebutuhan kini menuntut otomatisasi dari bermacam-macam produk dalam jumlah yang sedang, sebagaimana untuk mencapai produktivitas keseluruhan yang lebih tinggi dan memerlukan investasi minimum dalam pabrik dan peralatan.

Sebelum adanya Programable Logic Controller, sudah banyak peralatan kontrol sekuensial, seperti cam shaft dan drum. Ketika relay muncul, panel kontrol dengan relay menjadi kontrol sekuens yang utama. Ketika transistor muncul, solid state relay diterapkan pada bidang dimana relay elektromagnetik tidak cocok diterapkan seperti untuk kontrol dengan kecepatan tinggi.

Sekarang sistem kontrol sudah meluas sampai keseluruhan pabrik dan sistem kontrol total dikombinasikan dengan kontrol dengan feedback, pemrosesan data dan sistem monitor terpusat.

Sistem kontrol logika yang konvensional tidak dapat melakukan hal-hal tersebut dan Programmable Logic Controller diperlukan untuk itu. Perbandingan antara Wired Logic dengan Programmable Logic Controller ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1 Perbandingan Wired Logic dengan Smart Relay

HAL	WIRED LOGIC	SMART RELAY
Skala kontrol	Kecil dan sedang	Sedang dan besar
Mengubah/penambahan pada spesifikasi	Sulit	Mudah
Perawatan	Sulit	Mudah
Ketahanan Uji	Tergantung desain dan manufaktur	Sangat tinggi
Efisiensi dari segi ekonomi	Keuntungan pada operasi skala kecil	Keuntungan pada operasi skala kecil, sedang dan besar.

3.4 Prinsip Dasar Smart Relay

Pada bagian tulisan ini akan diperkenalkan tentang pengontrol logic yang dapat dikontrol atau sering juga disebut pengontrol yang dapat diprogram (PC), yaitu pengganti berbasis mikroprosesor dan dapat dianggap sebagai sebuah komputer yang dirancang untuk pengendalian tertentu.

Smart Relay adalah sebuah sistem kontrol elektronik yang berbasis komputer mikro. Smart Relay dirancang untuk menggantikan rangkaian logika yang merupakan urutan kejadian suatu sistem yang dikontrol. Smart Relay bekerja dengan langkah-langkah pengalamanan masukan yang berasal dari elemen elektro mekanikal seperti tombol tekan, limit switch, dan lain-lain. Perubahan keadaan masukan ini akan dievaluasi sesuai dengan urutan-urutan logika yang merupakan urutan kerja sistem yang telah diprogram dan disimpan dalam memory. Hasil evaluasi ini akan menghasilkan sinyal output yang mengaktifkan kontaktor, relay, kontrol motor, selenoid valve, dan sebagainya. Smart Relay dapat dengan mudah dipelajari walaupun pengetahuan komputer relatif kurang. Adapun hal utama dalam pemakaian Smart Relay ini adalah untuk mengetahui cara kerja sistem yang terdiri dari urutan kerja sistem tersebut yang dapat menentukan bagian input dan output eksternal, yang mengirim sinyal dan menerima sinyal dari perangkat pemograman. Setelah mengetahui urutan kerja sistem dan bagian input-

output eksternal maka urutan kerja tersebut dapat diprogram dan disimpan dalam Smart Relay yang terdapat dalam perangkat pemograman. Cara dan teknik pemograman tergantung pada pabrik pembuat sistem Smart Relay yang digunakan, namun tidak jauh beda prinsip dasarnya.

3.5 Hal-hal yang dapat dilakukan oleh Smart Relay dan Keuntungannya

Smart Relay (Programmable Logic Controller) dapat melaksanakan fungsi-fungsi program sesuai dengan tipe-tipe yang diinginkannya yaitu :

1. Kontrol Berurutan / sekuens berupa :
 - a. Kontrol Logic Relay
 - b. Timer (waktu) dan counter (perhitungan)
 - c. Kontrol Mesin Auto/Semi Auto/manual
2. Kontrol Kompleks / Proses
 - a. Operasi aritmatik seperti menjumlah, mengurangi, mengali dan sebagainya,
 - b. Penanganan Informasi
 - c. Kontrol Analog : Kontrol yang dapat merubah kondisi analog ke kondisi digital, misalnya dalam hal memonitor perubahan kondisi tekanan, aliran temperatur, dan lain sebagainya.
 - d. Kontrol PID (Proportional Integral Derivation)
3. Kontrol Supervisi / Pengawasan
 - a. Proses monitoring dengan alarm
 - b. Memonitor dan mendiagnosa kesalahan jaringan komunikasi antar proses industri
 - c. Hubungan dengan komputer, printer dan display lainnya
 - d. Networking otomatisasi pabrik

Smart Relay mempunyai kemampuan untuk tetap dapat bekerja pada lingkungan industri, yang berat dan kasar, disamping itu bagi industri yang menggunakan Smart Relay dapat pula mengharapkan kelebihan dari pemakaian Smart Relay Keuntungan pemakaian Smart Relay adalah sebagai berikut :

1. Implementasi proyek lebih singkat
2. Modifikasi lebih mudah tanpa tambahan biaya

3. Biaya proyek dapat dikalkulasi dengan tepat
4. Perawatan mudah dan indikator input-output mempercepat dan mempermudah proses kesalahan
5. Keandalannya tinggi
6. Ukurannya kecil sehingga tidak memerlukan tempat yang luas
7. memory dapat diprogram sehingga mudah untuk merubah atau merancang program yang lain
8. Sistem pengawatan dapat dikurangi hingga 80% dibanding panel kontrol konvensional.

3.6 Petunjuk Pemilihan Smart Relay

Dalam hal pemilihan Smart Relay yang harus diperhatikan adalah:

1. Input
 - a). Jumlah Input
 - b). Tipe Input
2. Output
 - a). Jumlah Output
 - b). Tipe Output
3. Memori
 - a) RAM
 - b) EPROM
 - c).EEPROM
4. Peripheral
 - a). Programming Console
 - b). LSS-Ladder Support Software
 - c). PROM Writer
 - d). GPC – Graphic Programming Console
 - e). FIT – Factory Intelligent Terminal

3.7 Kelebihan dan Kekurangan Smart Relay

Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh Smart Relay dibandingkan dengan kontrol relay konvensional, yaitu :

1. Fleksibel (keluwesan)
2. Deteksi dan koreksi kesalahan lebih mudah
3. Harga relatif murah
4. Pengamatan visual
5. Kecepatan operasi
6. Implementasi proyek lebih singkat

7. Lebih sederhana dan mudah dalam penggunaannya, memodifikasi lebih mudah tanpa tambahan biaya
8. Dokumentasi mudah

Kekurangan yang dimiliki Smart Relay adalah :

1. Teknologi baru, sehingga dibutuhkan waktu untuk mengubah sistem konvensional yang telah ada.
2. Keadaan lingkungan. Untuk proses seperti pada lingkungan panas yang tinggi, vibrasi yang tinggi penggunaannya kurang cocok, karena dapat merusak Smart Relay.

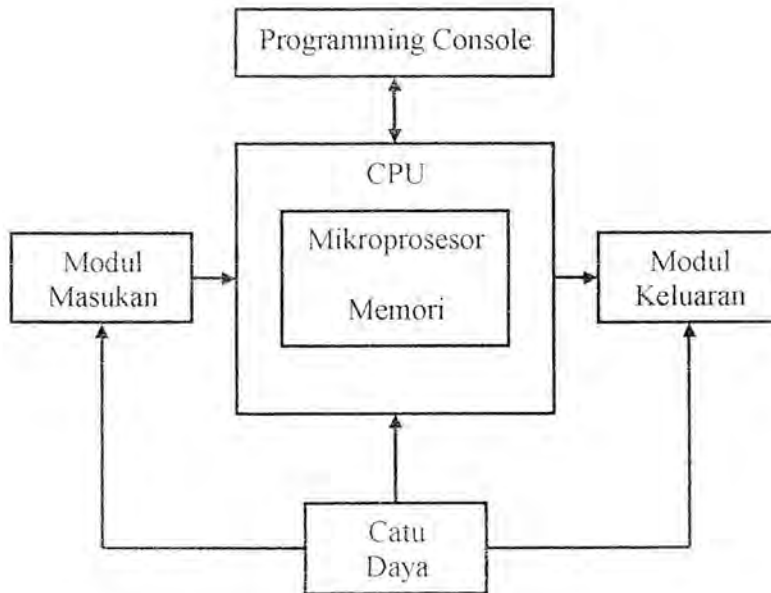
3.8 Keseluruhan Sistem Smart Relay

Dalam system Smart Relay ini terdapat 4 komponen utama, keempat komponen utama tersebut adalah :

1. Central Processing Unit (CPU), merupakan otak dari Smart Relay yang terdiri dari 3 bagian, yaitu :
 - a. Mikroprosesor sebagai pemroses semua instruksi yang diberikan ke Smart Relay
 - b. Memori sebagai tempat menyimpan data
 - c. Catu Daya sebagai sumber tegangan
2. Programming Console untuk berkomunikasi dengan Smart Relay
3. Input/Output Modul merupakan bagian untuk dihubungkan dengan masukan sensor dan keluaran untuk actuator atau indicator alat
4. Rak dan chasis

Secara blok diagram, hubungan bagian utama dari Smart Relay dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.

Hubungan bagian-bagian pada Gambar 3.1 dalam Smart Relay adalah sinyal input yang diterima dari sistem akan direkam dalam memori, yang kemudian akan diproses dalam CPU sesuai dengan program kerja yang telah diprogram sebelumnya, selanjutnya akan menghasilkan sinyal output yang akan mengaktifkan relay, kontaktor, dan sebagainya.



Gambar 3.1 Hubungan bagian utama dari Smart Relay

3.8.1 Central Processing Unit (CPU)

CPU adalah inti dari sistem Smart Relay, yang melakukan pengontrolan dan pengawasan atas seluruh operasional Smart Relay, termasuk dalam tugasnya melakukan kerja sesuai dengan program kerja yang telah disimpan dalam memory, begitu juga dengan transfer informasi data melalui internal Bus antara CPU, memory dan input-output.

Selama proses, CPU akan menghasilkan sinyal kontrol untuk memindahkan data ke I/O port atau sebaliknya, melakukan fungsi aritmatika dan logika yang mendeteksi sinyal dari luar CPU.

3.8.2 Memory

Memory di Smart Relay terdiri atas ROM/RAM atau EPROM/EEPROM. Memory ini dipakai untuk menyimpan program dan data kendali. Program aplikasi dan file data disimpan di RAM. RAM juga dipakai sebagai *buffer* transmisi data antara memory dan piranti lainnya.

Program aplikasi disimpan di user RAM, memory ini disusun untuk menyimpan program aplikasi berdasarkan nomor file.

Data disimpan di RAM internal, memory disusun untuk menempatkan data dalam suatu urutan logika berdasarkan tipe data. Sistem langsung membentuk satu file untuk tiap tipe data dan penambahan file untuk tiap tipe data tergantung program aplikasi.

Selain untuk menyimpan program kerja, memory pada Smart Relay juga diperlukan antara lain untuk :

- a) Menyimpan data dan status input/ouput (interfacing information)
- b) Menyimpan data dan informasi untuk fungsi-fungsi internal (timer, counter, relay, dan lain-lain).

Smart Relay ukuran kecil umumnya memiliki kapasitas memory yang tidak besar dan sudah tetap, berkisar antara 300 hingga 1000 instruksi sedangkan untuk Smart Relay skala besar, unit memory selalu dapat dikembangkan antara 1K hingga 68 K. Pengembangan memory ini umumnya dilakukan dengan menambah memory card.

3.8.3 Input-Output

Smart Relay dalam sistemnya bekerja dengan informasi data yang dinyatakan dalam bentuk tegangan listrik. Input-output bekerja sebagai antar muka (inter face) antara kedua bentuk dan skala besaran tersebut. Dengan adanya input-output ini memungkinkan nstrument di lapangan dapat dihubungkan dengan Smart Relay. Untuk I/O Smart Relay umumnya menggunakan opto isolator yang terdiri dari LED dan phototransistor yang memungkinkan informasi dapat ditransfer dengan daya rendah dan cepat.

Masing-masing input-output memiliki alamat tersendiri. Alamat ini digunakan oleh prosessor untuk mengidentifikasi masukan dan keluaran, misalnya : saklar, motor, katub, dan lain-lain ke dalam monitor.

3.8.3.1 Input (Masukan-masukan) Smart Relay

Keadaan saklar pada diagram ladder terpengaruh pada 2(dua) hal yaitu saklar eksternal dan saklar internal. Pada saklar internal kontak-kontak dipengaruhi oleh relay internal yang terdapat pada Smart Relay dan kontak-kontak tersebut menjadi saklar NO atau NC dari relay tersebut. Sedangkan pada saklar eksternal dipengaruhi oleh saklar-saklar eksternal yang dipasang

melalui modul masukan Smart Relay. Berbagai macam saklar eksternal, diantaranya dalam bentuk saklar atau berupa sensor.

3.8.3.2 Output (Keluaran) Smart Relay

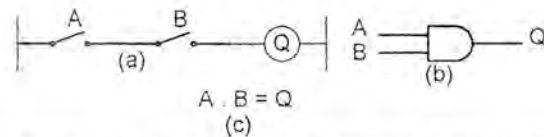
Kontak-kontak pada diagram ladder di atas akan mempengaruhi keluaran internal dan keluaran eksternal. Untuk keluaran internal dapat berwujud relay internal, timer (pewaktu), counter (pencacah) dan lain sebagainya. Untuk keluaran eksternal dapat berupa keluaran atau piranti yang ingin dikendalikan dengan menggunakan Smart Relay. Misalnya motor, selenoida, lampu dan lain sebagainya. Keluaran-keluaran tersebut dihubungkan ke Smart Relay melalui modul Smart Relay.



IV. Operasi Logika

Pada sistem digital dikenal beberapa tipe dasar gerbang logika. Gerbang merupakan suatu rangkaian dengan satu atau beberapa masukan yang akan menghasilkan satu buah keluaran bila diberi masukan. Pada dasarnya gerbang-gerbang logika tersebut bisa dianalogikan sebagai suatu saklar. Saklar mempunyai dua keadaan yaitu ON (terhubung) atau OFF (terputus). Pada sistem digital dikenal dengan keadaan tinggi "1" untuk keadaan ON atau keadaan rendah "0" untuk keadaan OFF.

4.1 Logika AND



Gambar 4.1 (a) 2 saklar yang terhubung seri (b) simbol gerbang fungsi AND
(c) fungsi Boolean dari gerbang AND

Untuk menganalisa gerbang AND dengan 2 buah masukan maka terdapat 4 (empat) kemungkinan dengan menganalisa yang ada pada masukan-masukannya :

- Kemungkinan pertama, masukan $A=0$ dan $B=0$. Dengan kata lain tidak ada masukan, maka keluarannya $Q=0$.
- Kemungkinan kedua, masukan $A=1$ dan $B=0$. Terdapat masukan hanya di A dan tidak ada masukan pada B, maka keluarannya $Q=0$.
- Kemungkinan ketiga, masukan $A=0$ dan $B=1$. Terdapat masukan hanya di B dan tidak ada masukan pada A, maka keluarannya $Q=0$.
- Kemungkinan keempat, masukan $A=1$ dan $B=1$. Terdapat masukan pada A dan B, maka keluarannya $Q=1$.

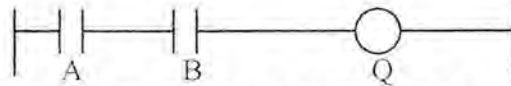
Bentuk keluaran dengan masukan pada A dan B dapat dituliskan seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Tabel kebenaran logika AND dengan 2 buah masukan

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa keluaran AND akan selalu 0 kecuali jika semua masukannya bernilai 1. Masukan pada gerbang AND dapat lebih dari dua buah masukan.

Bila gerbang logika AND di atas dituliskan sebagai suatu susunan diagram ladder (tangga) maka akan membentuk suatu susunan seperti pada Gambar 4.2.

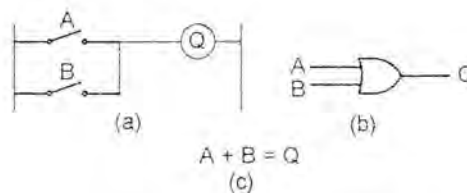


Gambar 4.2 Diagram ladder (tangga) untuk gerbang AND

Dari susunan di atas dapat dilihat, keluaran Q akan aktif bila kontak A dan kontak B terhubung, namun bila hanya salah satu kontak yang terhubung maka keluaran Q tidak akan aktif.

4.2 Logika OR

Gerbang logika OR dianalogikan seperti susunan beberapa buah saklar yang terhubung secara paralel. Susunan saklar ini akan memberika suatu keluaran Q jika satu atau lebih saklar tersebut terhubung. Susunan dua buah saklar yang terhubung secara paralel dan simbol gerbang logika OR ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 (a) 2 saklar yang terhubung paralel (b) simbol gerbang fungsi OR (c) fungsi Boolean dari OR.

Untuk menganalisa gerbang AND dengan 2 buah masukan maka terdapat 4 (empat) kemungkinan dengan menganalisa yang ada pada masukan-masukannya :

- a) Kemungkinan pertama, masukan A=0 dan B=0. Dengan kata lain tidak ada masukan, maka keluarannya Q=0.

- b) Kemungkinan kedua, masukan A=1 dan B=0. Terdapat masukan hanya di A dan tidak ada masukan pada B, maka keluarannya Q=1.
- c) Kemungkinan ketiga, masukan A=0 dan B=1. Terdapat masukan hanya di B dan tidak ada masukan pada A, maka keluarannya Q=1.
- d) Kemungkinan keempat, masukan A=1 dan B=1. Terdapat masukan pada A dan B, maka keluarannya Q=1.

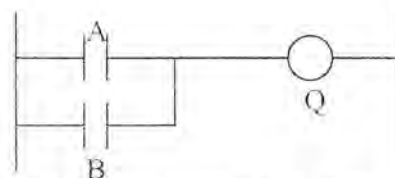
Bentuk keluaran dengan masukan pada A dan B dapat dituliskan seperti pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Tabel kebenaran gerbang OR dengan 2 buah masukan

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Dari Tabel 4.2 terlihat bahwa keluaran OR akan selalu bernilai 1 kecuali jika semua masukannya bernilai 0. Masukan pada gerbang OR dapat lebih dari dua buah masukan.

Bila gerbang logika OR di atas dituliskan sebagai suatu susunan diagram ladder (tangga) maka akan membentuk suatu susunan seperti pada Gambar 4.4.

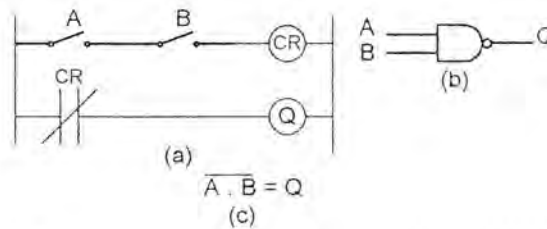


Gambar 4.4 Diagram Ladder untuk penggambaran susunan saklar paralel

Pada Gambar 4.4 di atas terlihat keluaran Q akan aktif jika saklar A atau saklar B terhubung. Dengan demikian dapat dinyatakan, pada gerbang logika OR merupakan gerbang salah satu, dimana keluaran akan terjadi bilamana salah satu atau semua masukan ada.

4.3 Logika NAND (Not AND)

Logika NAND merupakan kebalikan dari logika AND. Logika NAND merupakan penggabungan antara logika AND dengan NOT, yang berarti keluaran gerbang logika AND yang dibalik. Gambar 4.5 menggambarkan gerbang logika NAND.



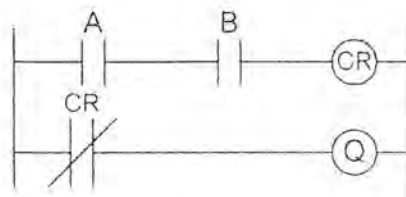
Gambar 4.5 (a) Susunan saklar membentuk fungsi NAND (b) Lambang gerbang NAND (c) fungsi Boolean dari NAND

Keluaran pada gerbang logika NAND terlihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Tabel kebenaran logika NAND

A	B	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Jika tabel kebenaran logika NAND di atas dituliskan ke dalam diagram ladder (tangga) maka akan terbentuk susunan seperti pada Gambar 4.6.

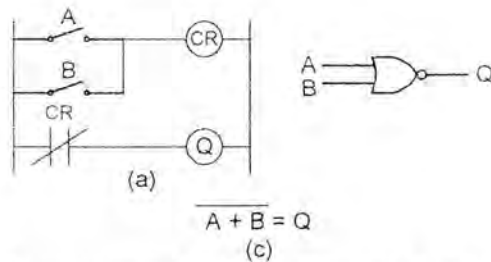


Gambar 2.6 Diagram ladder untuk logika NAND

4.4 Logika NOR (Not OR)

Logika NOR merupakan kebalikan dari logika OR. Logika NOR merupakan penggabungan antara logika OR dengan NOT, yang berarti

keluaran gerbang logika OR yang dibalik. Gambar 2.7 menggambarkan gerbang logika NOR.



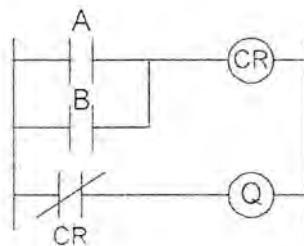
Gambar 4.7 (a) Susunan saklar membentuk fungsi NOR (b) Lambang gerbang NOR (c) fungsi Boolean dari NOR

Keluaran pada gerbang logika NOR terlihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Tabel kebenaran logika NOR

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

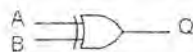
Jika tabel kebenaran logika NOR di atas dituliskan dalam diagram ladder (tangga) maka akan terbentuk susunan seperti Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Diagram ladder untuk logika NOR

4.5 Logika XOR (Exclusive OR)

Gerbang dan simbol fungsi XOR ditunjukkan pada Gambar 2.9 di bawah ini.



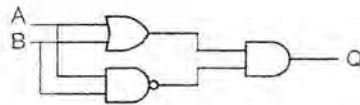
Gambar 4.9 Gerbang dan simbol fungsi XOR

Hasil dari keluaran untuk logika ini dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Tabel kebenaran logika XOR

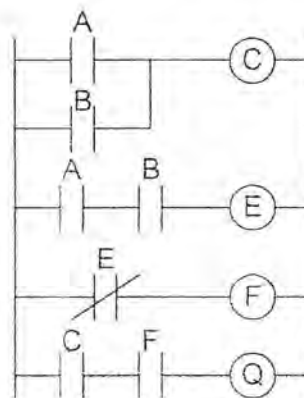
A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Gerbang XOR tersusun dari gerbang AND, NOT, dan OR yang tersusun menjadi susunan sebagai berikut.



Gambar 4.10 Susunan gerbang yang memberikan bentuk keluaran gerbang XOR

Dari gambar 4.10 dapat diubah ke dalam bentuk diagram ladder seperti pada Gambar 4.11 berikut ini.



Gambar 4.11 Diagram ladder yang membentuk gerbang XOR

Dari diagram ladder di atas terlihat bahwa masukkan A dan B di OR-kan sehingga menghasilkan keluaran di C. Selain di OR-kan, masukkan A dan B juga di AND-kan untuk mengaktifkan relay keluaran E dan di NOT-kan untuk keluaran F. Untuk hasil akhirnya kontak yang berhubungan dengan relay C dan F di AND-kan untuk mengendalikan keluaran Q.

4.6 Logika XNOR (Exclusive NOR)

Logika ini merupakan kebalikan dari logika XOR, jika pada XOR masukan yang sama bernilai 0 dan yang berbeda bernilai 1, maka pada logika ini masukan yang sama bernilai 1 dan yang berbeda bernilai 0. Untuk lambang gerbangnya ditunjukkan pada Gambar 4.12 berikut ini.



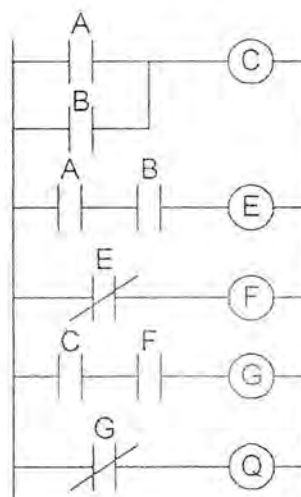
Gambar 4.12 Lambang gerbang XNOR

Gerbang ini juga bisa digunakan sebagai pembanding dari dua buah masukan, apakah nilainya sama atau tidak. Untuk hasil keluaran dari gerbang terlihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Tabel kebenaran logika XNOR

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

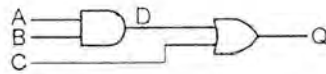
Bila Tabel 4.6 diterapkan dalam bentuk diagram ladder, maka bentuknya dapat dilihat seperti Gambar 4.13 di bawah ini.



Gambar 4.13 Diagram ladder untuk logika XNOR

4.7 Gabungan antara beberapa gerbang

Dua masukan dimasukkan ke gerbang AND kemudian keluaran dari AND ini di OR-kan dengan satu masukan yang lainnya. Gambar 4.14 menggambarkan hal yang dimaksud.



Gambar 4.14 Gambar gerbang gabungan AND dengan OR

Dari Gambar 4.14 akan diperoleh hasil keluaran sesuai dengan masukan seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Tabel kebenaran Gambar 4.14

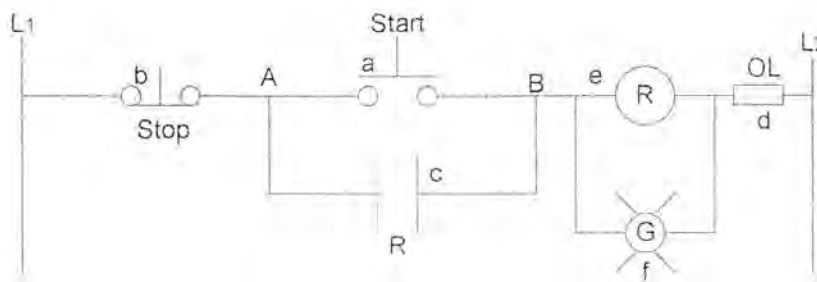
A	B	C	D	Q
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

V. Diagram Kontrol dan Diagram Tangga (Ladder)

Dua macam gambar yang banyak ditampilkan dalam pengarsipan sistem pengendalian/pengontrolan, yaitu gambar diagram garis tunggal (one line diagram) dan diagram pengawatan (diagram lengkap).

5.1 Diagram Garis Tunggal (one line diagram)

Diagram ini menggambarkan cara kerja suatu sistem pengendalian/pengontrolan. Penggambaran diagram garis tunggal lebih sederhana karena hanya mewakili urutan kerja dari suatu pengendalian. Nama lain gambar diagram garis tunggal adalah diagram kontrol. Gambar 5.1 diberikan contoh gambar diagram garis tunggal.



Keterangan gambar :

- Tombol start (on)
- Tombol stop (off)
- Normally open
- Peralatan pengaman
- Relay
- Lampu tanda
- L1 dan L2 sumber tegangan

Gambar 5.1 Contoh gambar diagram pengawatan tunggal

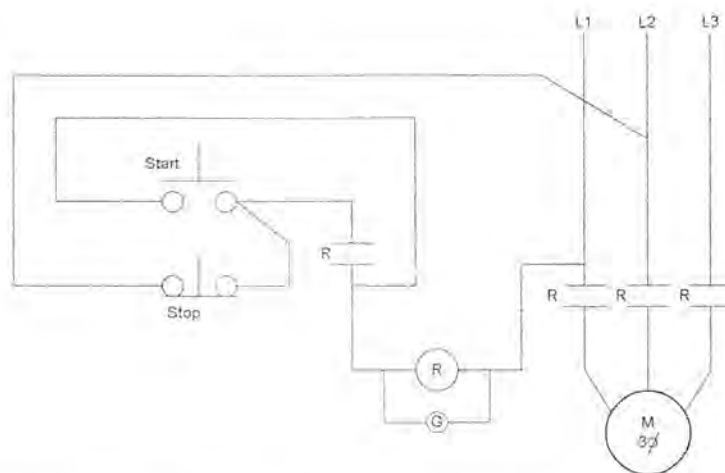
Prinsip kerja rangkaian Gambar 5.1 yaitu ketika tombol start ditekan maka akan mengenergis relay R dan selanjutnya relay R akan mengaktifkan kontak-kontak NO (normally open) nya. Kontak normally open (NO) berubah menjadi normally closed (NC). Kontak NO merupakan kontak dalam keadaan normal (tidak bekerja) terbuka, kondisi ini dipenuhi saat koil R tidak terenergis dan akan berubah menjadi normally closed (NC) atau terhubung saat koil relay R terenergis, sehingga ketika tombol start dilepas lampu G dan relay R tetap akan terenergis, dikarenakan tombol start dipasang kontrol dengan kontak NO yang mengakibatkan titik A dan B tetap terhubung sehingga aliran

arus tetap mengalir dari L1 ke L2 yang ditandai dengan nyalanya lampu G. Tombol stop digunakan untuk mematikan rangkaian kontrol tersebut.

Pembuatan ontro pengendalian/pengontrolan biasanya yang terlebih dahulu dibuat adalah diagram ontro. Hal ini dimaksudkan agar saat dicobakan bila terjadi kesalahan dapat dengan mudah dapat dicari dan diperbaiki.

5.2 Diagram Pengawatan/Diagram Lengkap (Completely Diagram)

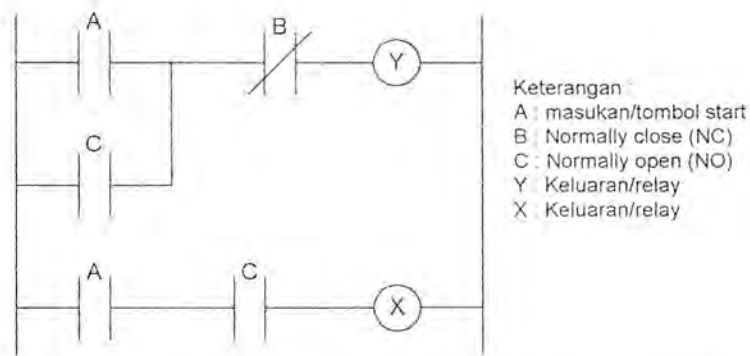
Merupakan diagram sesungguhnya yang ada dalam rangkaian pengendalian/pe- ngontrolan. Pada gambar diagram pengawatan terlihat agak rumit, dikarenakan harus menjelaskan secara detail hubungan yang ada dalam ystem pengendalian/pengontrol-an. Diagram pengawatan pada Gambar 5.2 di bawah akan mengakibatkan motor tiga fasa berputar setelah relay R terenergize. Motor akan tetap bekerja sampai tombol stop ditekan.



Gambar 5.2 Rangkaian diagram pengawatan untuk Gambar 3.1

5.3 Diagram Ladder (Diagram Tangga)

Pada Smart Relay diagram kontrol dinamakan dengan diagram ladder (tangga). Dinamakan diagram tangga dikarenakan bentuknya menyerupai tangga (bersusun seperti tangga), seperti kita berjalan menuruni tangga mulai tangga atas dan perlahan ke bawah. Gambar 5.3 di bawah ini menggambarkan bentuk dari diagram ladder (tangga).



Gambar 5.3 Diagram Ladder (tangga) Smart Relay

Pada Gambar 5.3 sebuah diagram ladder tersusun dari beberapa simbol-simbol kontak A, B, C dengan keluaran Y dan X. Pada penggambaran diagram tangga dikenal simbol-simbol yang hampir sama dengan relay-relay mekanik, yaitu :

- Saklar Normally Open (NO), saklar ini menandakan keadaan saklar yang normalnya pada posisi OFF atau terbuka, dan akan ON atau terhubung bila relay telah terenergis.



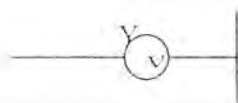
Gambar 5.4 Simbol NO

- Saklar Normally Close (NC), saklar ini menandakan keadaan saklar yang normalnya pada keadaan ON atau tertutup, jadi jika saklar tersebut diaktifkan akan menjadi OFF atau terbuka.



Gambar 5.5 Simbol NC

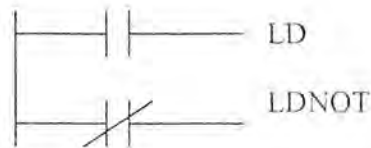
- Keluaran. Keluaran dapat berupa relay yang akan mengaktifkan kontak-kontak NO dan NC.



Gambar 5.6 Keluaran Relay Y

Prinsip kerja Gambar 5.3 adalah keluaran Y akan bekerja bilamana saklar A atau C telah terhubung, dan keluaran X akan bekerja bilamana saklar A dan C telah terhubung. Keluaran Y akan OFF jika B telah berubah jadi NO. Dalam hubungannya dengan masukan dan keluaran di atas beberapa instruksi dasar Smart Relay yang banyak digunakan dalam penyusunan diagram ladder, yaitu :

a. Instruksi LD dan LDNOT



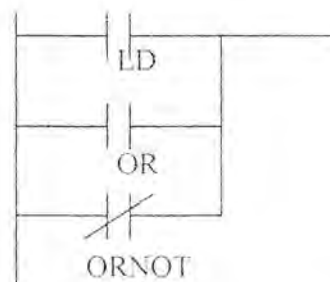
Gambar 5.7 Diagram ladder instruksi LD dan LDNOT

b. Instruksi AND dan ANDNOT



Gambar 5.8 Diagram ladder instruksi AND dan ANDNOT

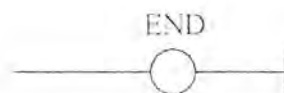
c. Instruksi OR dan ORNOT



Gambar 5.9 Diagram ladder instruksi OR dan ORNOT

d. Instruksi END

Instruksi ini digunakan untuk menandakan akhir dari suatu program.



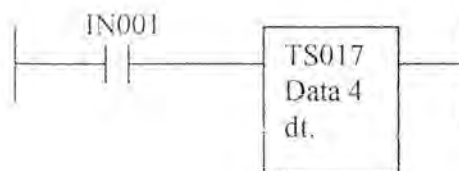
Gambar 5.10 Diagram ladder instruksi END

VI. Fungsi Pewaktu dan Pencacah

6.1 Pewaktu (Timer)

Pada proses pengendalian atau pengontrolan dengan menggunakan relay konvensional, penundaan suatu proses dengan menggunakan relay tunda waktu. Sedangkan pada Smart Relay juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan penundaan suatu proses. Fungsi pewaktu sederhana yang banyak digunakan pada Smart Relay adalah penundaan waktu on (on-delay) atau penundaan waktu off (off-delay). Fungsi pewaktu dalam Smart Relay ini dapat diatur sesuai dengan format program kendali yang dibuat. Selain itu pewaktu Smart Relay menggunakan teknologi solid-state sehingga mempunyai kecermatan dan kecepatan yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi yang digunakan pada relay konvensional.

Fungsi pewaktu digunakan dengan satu buah masukan seperti terlihat pada Gambar 6.1. Setelah IN001 diaktifkan maka pewaktu TS017 akan menghitung hingga 4 detik, setelah tercapai 4 detik keluaran akan ON. Ketika masukan tak terhubung selama interval pewaktuan misalnya pada detik ke-3, timer akan direset menjadi 0.



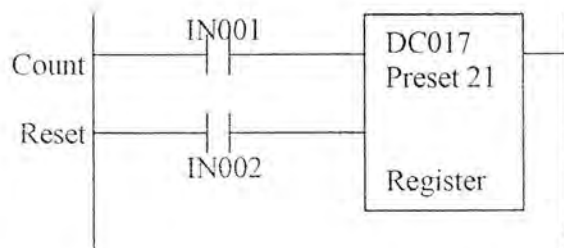
Gambar 6.1 Fungsi pewaktu dengan satu masukan

6.2 Pencacah (Counter)

Pengoperasian instruksi pencacah sama dengan instruksi timer pada Smart Relay. Perbedaannya adalah, instruksi timer akan secara kontinu menghitung naik nilai akumulatifnya pada sebuah rata-rata yang ditentukan oleh time-base. Pada pencacah bisa menghitung turun maupun menghitung naik.

Fungsi dasar pencacah Smart Relay adalah sebagai pencacah naik maupun pencacah turun. Penghitungan cacahan fungsi pencacah tergantung pada nilai yang dimasukkan dalam fungsi tersebut. Untuk pencacah naik (up-counter), pencacahan dimulai dari 0 dan kemudian ditambah 1 pada masing-masing pulsa ON dari masukan pencacah. Ketika nilai setingnya telah

tercapai, maka keluaran akan terenergize. Pengaktifan masukan reset akan mengakibatkan pencacah akan kembali ke nilai awal yaitu 0 dan juga akan mereset keluaran pencacah. Pada pengoperasian pencacah turun (down-counter) sama dengan pencacah naik dimana pencacahan dimulai dari nilai setingnya dan ketika telah mencapai nilai 0 maka akan mengaktifkan keluaran pencacah.

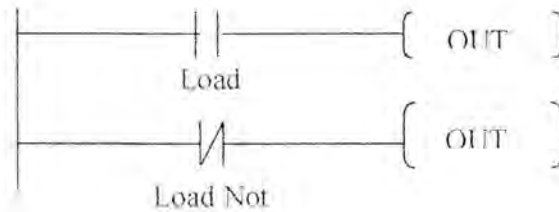


Gambar 6.2 Fungsi pencacah dengan dua masukan

VII. Instruksi Program

7.1 LOAD & LOAD NOT

Load yang dapat disingkat dengan LD adalah instruksi yang digunakan untuk memulai program baris atau blok pada rangkaian logic yang dimulai dengan kontak NO (Normaly Open), sedangkan LOAD NOT yang disingkat dengan LD NOT merupakan instruksi yang melambangkan kontak NC (Normaly Closed).



Gambar 7.1 Instruksi LD & LD NOT

Dilihat dari Gambar 7.1 di atas, kondisi untuk LOAD (LD) pada posisi NO sehingga untuk kondisi ini outputnya akan "OFF" dan akan "ON" jika instruksinya menjadi NC, sedangkan untuk LOAD NOT (LD NOT) merupakan kebalikan dari LOAD.

7.2 AND & AND NOT

Instruksi AND & AND NOT digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih kontak input/output secara seri dan dalam pemograman instruksi ini dibuat setelah instruksi dari LD/LD NOT.

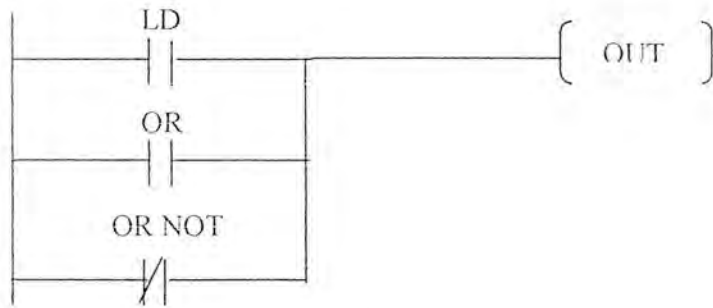


Gambar 7.2 Instruksi AND & AND NOT

Output dari rangkaian di atas akan "ON" atau bernilai "1" jika instruksi dari LD & AND juga bernilai "1" dan outputnya akan "OFF" jika salah satu dari instruksi tersebut bernilai "0".

7.3 OR & OR NOT

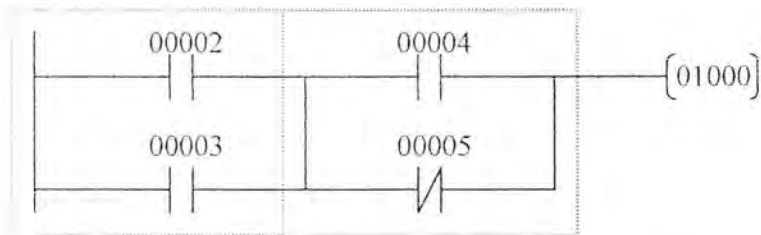
Instruksi OR & OR NOT digunakan untuk menghubungkan dua atau lebih kontak input/output secara paralel.



Gambar 7.3 Instruksi OR & OR NOT

7.4 AND LOAD & OR LOAD

And Load merupakan instruksi program dari SMART RELAY untuk menghubungkan dua blok dalam rangkaian seri, dapat dilihat pada rangkaian dibawah ini :

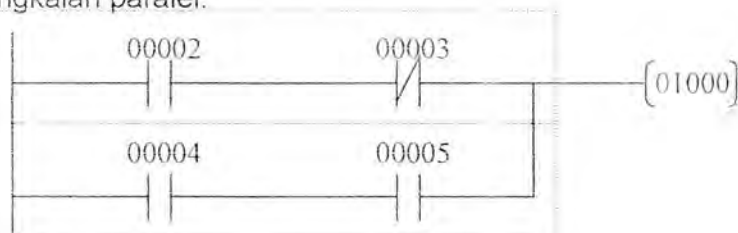


Gambar 7.4 Instruksi AND LOAD

Tabel 7.1 Kode Mnemonic AND LOAD

Address	Instruksi	Data
00000	LD	00002
00001	OR	00003
00002	LD	00004
00003	OR NOT	00005
00004	AND LD	-
00005	OUT	01000

Sedangkan OR LOAD digunakan untuk menghubungkan dua blok dalam rangkaian paralel.

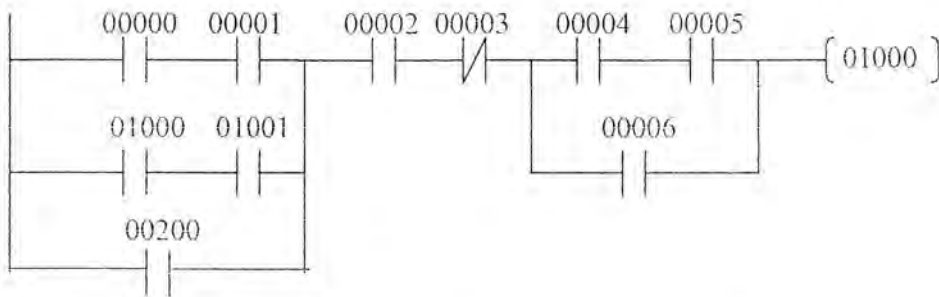


Gambar 7.5 Instruksi OR LOAD

Tabel 7.2 Kode Mnemonic OR LOAD

Address	Instruksi	Data
00000	LD	00002
00001	AND NOT	00003
00002	LD	00004
00003	AND	00005
00004	OR LD	-
00005	OUT	01000

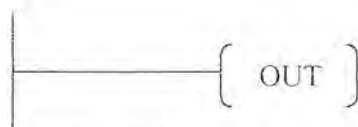
Sedangkan jika dalam rangkaian terdapat kedua dari instruksi di atas maka untuk mengorganisasikan kode pada rangkaian gabungan adalah seperti contoh berikut :



Gambar 7.6 Gabungan AND LOAD & OR LOAD

7.5 OUT

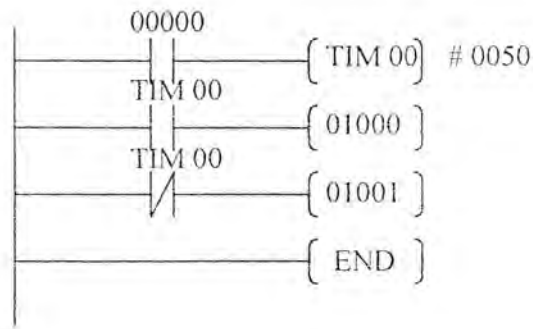
Instruksi ini digunakan untuk mengontrol status dari program yang dirancang sesuai dengan kondisi eksekusi. Dengan instruksi OUT, program tersebut akan menyala selama eksekusi tersebut ON, dan akan OFF selama eksekusi dalam keadaan OFF.



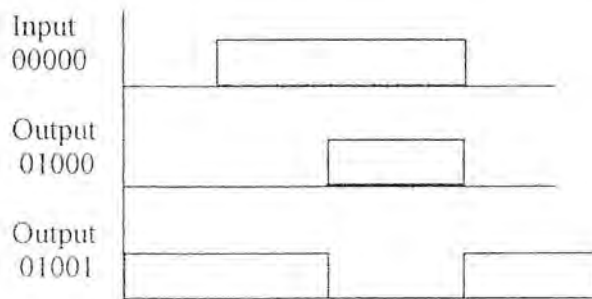
Gambar 7.7 Simbol OUT

7.6 TIMER

Instruksi Timer yang disingkat dengan TIM digunakan pada program Smart Relay sebagai timer atau pencacah ON Delay pada rangkaian relai. TIM adalah instruksi timer yang membutuhkan angka timer dan nilai set (SV) antara 0000 sampai dengan 9999 (0 sampai dengan 999,9 dtk).

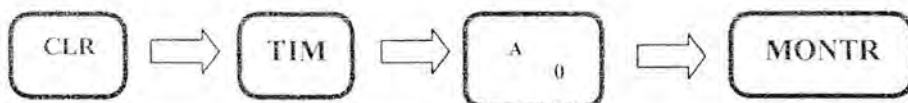


Gambar 7.8 Diagram Ladder TIM

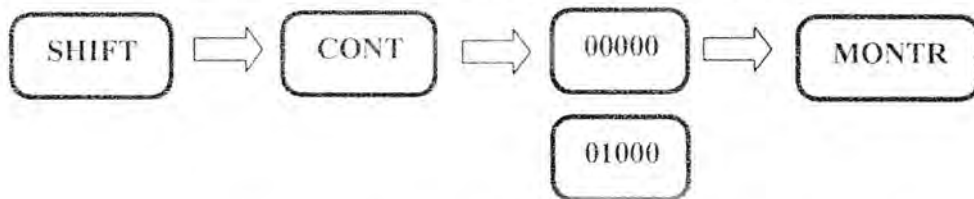


Gambar 7.9 Timing Diagram sebuah kontrol TIMER

Present value dari pewaktu dapat dimonitor dari programing console dengan menekan



Status Input dan Output dapat dimonitor dengan menekan :

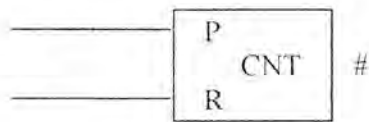


Gambar 7.10 Present Value dan status Input/Output Timer

7.7 COUNTER

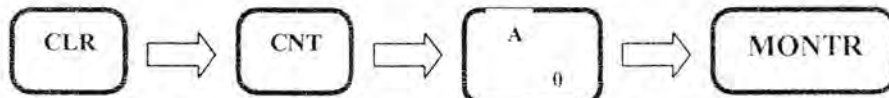
Counter (CNT) adalah instruksi dari program Smart Relay untuk sebuah counter penurunan yang diset awal. Penurunan satu hitungan setiap kali saat sebuah sinyal berubah dari OFF ke ON. Counter harus diprogram

dengan input hitung, input reset, angka counter dan nilai set (SV). Nilai set ini antara 0000 sampai dengan 9999.

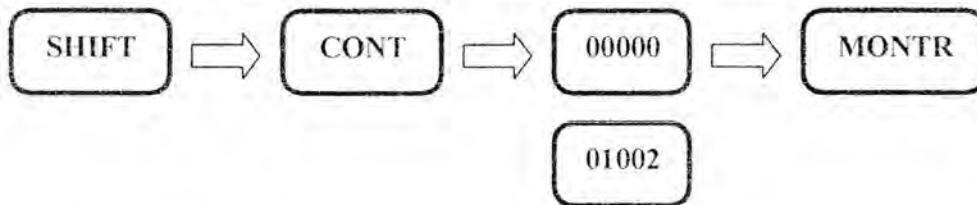


Gambar 7.11 Simbol Counter

Nilai terbaru counter dapat dimonitor dari programming console dengan menekan



Status Input dan Output juga dapat dimonitor dengan menekan :



Gambar 7.12 Present Value dan status Input/Output Counter

7.9 END

END adalah program Smart Relay yang merupakan instruksi akhir dari semua program. Instruksi ini harus ada pada setiap rangkaian ladder, posisinya terletak diakhir dari rangkaian jika instruksi ini tidak dibuat maka program yang telah dibuat tidak akan dapat beroperasi karena Smart Relay masih menunggu instruksi/program yang lain untuk ditambahkan.



Gambar 7.15 Simbol END

VIII. Instruksi Diagram Ladder

Ladder diagram (bagian tangga) adalah suatu metoda yang digunakan untuk menggambarkan hubungan logika pada sebuah sistem yang berisikan relay, saklar, kontak relay, timer, indikator lampu, dan lain-lain.

Ladder diagram merupakan kumpulan instruksi yang terkombinasi untuk membangun program aplikasi yang mengkomunikasikan kendali suatu rangkaian listrik ke Smart Relay. Metode ladder ini membuat pemecahan masalah menjadi mudah.

8.1 Cara Pembuatan Diagram Ladder

Adapun aturan yang sering dipakai dalam pembuatan diagram ladder adalah sebagai berikut :

- a). Aliran daya selalu berasal dari kiri ke kanan
- a) Tidak ada output koil dari relay yang dihubungkan langsung dengan rel sebelah kiri.
- b) Tidak boleh menempatkan sakelar atau kontak di sebelah kanan output
- c) Setiap jaringan (ring) hanya memiliki satu output koil
- d) Setiap output koil harus diidentifikasi pada nomor yang berbeda agar CPU tidak salah dalam menempatkan alamatnya

Ladder diagram tersebut dapat diset instruksinya dengan menggunakan instruksi-instruksi pada Smart Relay dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Rangkaian harus dibagi ke beberapa node (titik simpul)
- b. Instruksi-instruksi menjelaskan hubungan logika diantara bagian-bagian tersebut yang diterangkan dari sebelah kiri ke kanan
- c. Instruksi-instruksi yang telah dibuat dapat diprogram dengan pemrograman yang bersangkutan.

Instruksi-instruksi yang dipakai dengan program perangkat lunak ladder adalah:

- a. Logika
- b. Timer dan pencacah
- c. Aritmetika dan gerakan

- d. Perbandingan
- e. File
- f. Kendali program
- g. Alih data
- h. Struktur file data

Instruksi-instruksi pada logika yang menyediakan fungsi-fungsi serupa dengan logika relay hardwired, menyediakan kemampuan untuk memeriksa status On/OFF dari alamat-alamat bit spesifik dalam memori dan mengendalikan keadaan bit-bit internal dan keluaran eksternal. Tiap instruksi menyatakan satu bit data yang terletak dalam lokasi memori yang spesifik. Keadaan bit data ini ditentukan oleh masukan sumber yang berhubungan.

8.2 Kode Mnemonic

Diagram Ladder tidak dapat dijadikan langsung sebagai input pada PC melalui Programming Console, tetapi harus dikonversikan dari diagram ladder ke kode Mnemonic. Kode Mnemonic memiliki informasi yang sama dengan diagram ladder tetapi melalui kode mnemonic programnya dapat langsung diketik di PC dan program yang dimasukkan akan disimpan dalam memori dengan bentuk Mnemonic.

Kode Mnemonic memudahkan seseorang dalam melakukan atau memasukkan program ke memori Smart Relay. Di dalam Mnemonic terdapat pembagian-pembagian kolom diantaranya : kolom untuk Address (alamat), kolom Instruksi (perintah) dan kolom untuk Operands (data).

IX. Prosedur Penggunaan Smart Relay

9.1 Mengecek Kebenaran Koneksi Komponen

Dalam program Smart Relay mengecek kebenaran dari koneksi komponen dapat dilakukan baik itu melalui komponen inputnya juga melalui outputnya.

- a) Komponen INPUT (sensor, Switch) ke Smart Relay
ON / OFF komponen secara manual, indikator INPUT harus mengikuti ON / OFF dari komponen tersebut.
- b) Komponen OUTPUT (solenoid, lampu tanda) ke Smart Relay
FORCE SET / RESET dari Smart Relay, OUTPUT harus ON / OFF sesuai dengan perintah SET / RESET.

9.2 Pemograman

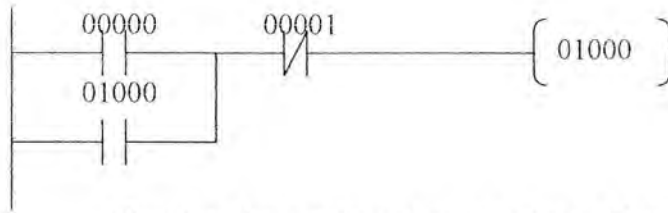
Pemograman pada Smart Relay adalah suatu metode yang digunakan untuk memasukkan program dan data kedalam memori Smart Relay. Smart Relay dapat diprogram dengan beberapa cara sesuai dengan pabrik pembuatan Smart Relay tersebut. Secara umum terdapat dua cara pemograman yaitu :

- a. Rancangan rangkaian konvensional diubah menjadi diagram ladder dan selanjutnya diagram ladder tersebut dapat langsung diprogramkan ke Smart Relay.
- b. Dengan membuat kode Mnemonic yang sesuai dengan diagram ladder. Semua pemograman pada Smart Relay dapat dilakukan dengan menggunakan PC (Programming Console).

9.3 Penulisan Program

Untuk memasukkan program ke dalam memori Smart Relay, dilaksanakan pada mode PROGRAM. Penulisan program dilakukan dengan menekan instruksi yang berupa kode Mnemonic dan tombol-tombol angka untuk memasukkan data. Setiap kali instruksi program dan data dimasukkan, maka harus diikuti dengan menekan tombol WRITE.

Berikut contoh pengoperasian dan penulisan program.



Gambar 9.1 Ladder Kontrol sebuah Motor

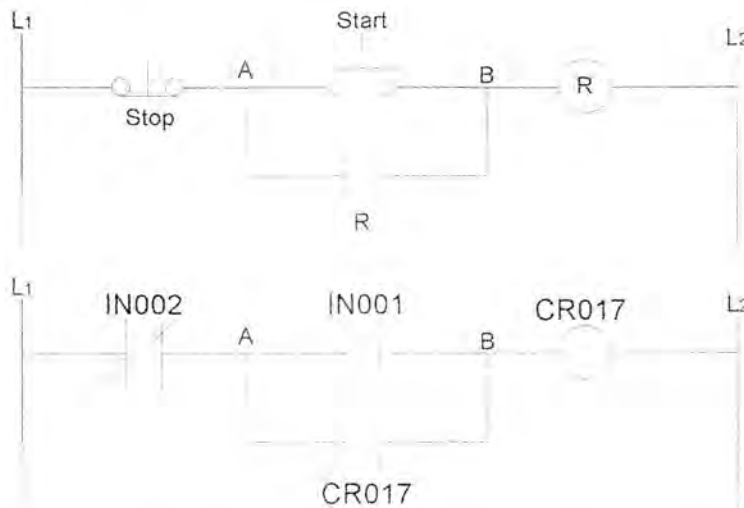
Tabel 9.1 Kode Mnemonic Kontrol Motor

Address	Instruksi	Data
00000	LD	00000
00001	OR	01000
00002	AND NOT	00001
00003	OUT	01000
00004	END	

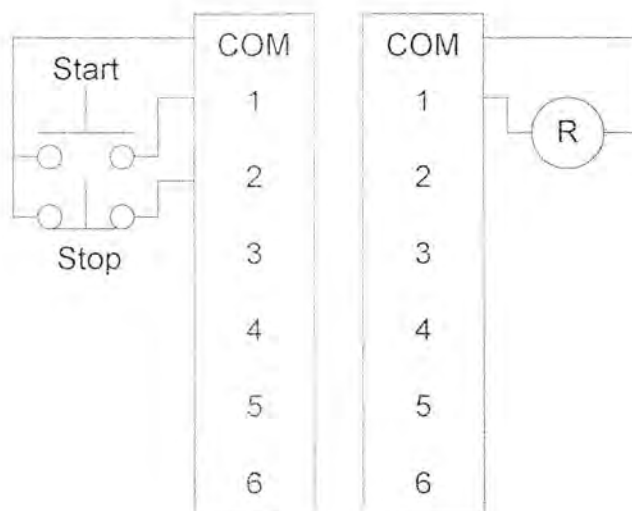
X. Contoh Penggunaan Smart Relay

Contoh 1. Rangkaian Start-Stop Seal

Ketika tombol start ditekan, koil akan ter-energis. Ketika tombol dilepaskan kembali ke posisi awal, koil akan tetap ter-energis, terkunci oleh kontak penahan (seal contact) yang dihubungkan secara parallel dengan tombol start (berupa saklar push button ON). Kontak penahan menutup bila koil keluaran tetap pada kondisi ON. Jika tombol stop ditekan, koil tidak ter-energis sehingga menjadi OFF. Jika power kontrol tidak ter-energis, maka koil akan OFF juga.



Gambar 5.1 Diagram Logika Relay dan Diagram Ladder



Gambar 5.2 Diagram Penyambungan

XI. Latihan dengan Simulasi Smart Relay Zelio-Soft Simulation

Smart Relay merupakan relay yang kerjanya menyerupai Smart Relay karena telah dilengkapi dengan komponen-komponen yang terdapat pada Smart Relay. Namun Smart Relay tidak dapat digabungkan dengan Smart Relay sejenis seperti Smart Relay ketika diperlukan jumlah input dan output yang banyak.

Namun demikian Smart Relay dapat dianggap layak untuk dijadikan pengendali sebagaimana layaknya Smart Relay. Apalagi dipelajari oleh seorang pemula akan diperoleh kemudahan-kemudahan karena programming console dan layarnya menyatu dalam satu kesatuan dengan Smart Relay, sehingga tidak diperlukan Personal Computer (PC) untuk memprogramnya.

Kelebihan yang lain adalah Smart Relay buatan Telemechanics ini telah dilengkapi dengan program simulasi dengan merek Zelio-Soft Simulation yang dapat digunakan untuk mempelajari Smart Relay lebih mendalam, karena kita dapat dengan mudah menyusun program dan langsung dapat dicoba hasilnya sehingga jika terdapat kesalahan akan segera dilakukan perbaikan sesuai dengan keinginan.

Latihan menggunakan Zelio-Soft Simulation akan dibimbing melalui buku panduan khusus secara tersendiri dan sekaligus akan dipraktikkan dengan menggunakan Modul Simulator sebagai pembanding hasil simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. L.A. Bryan, E.A Bryan, **Programmable Controllers, Theory and Implementation**, Second Edition, Atlanta, Chicago, 1999.
2. John W. Webb, Ronald A. Reis, **Programmable Logic Contrillers, Priciples and Applications**, Prentice Hall, Columbus, Ohio, 1999.
3. TJAHJONO, ANANG ; "**SMART RELAY (Programmable Logic Controller)**", Penerbit ITS
4. JACOB MILLMAN, SUTANTO ; "**Micro Elektronika Sistem Digital & Rangkaian Analog**", Penerbit Erlangga 1993
5. FRANK D. PETRUZELLA ; "**Elektronik Industri**", Penerbit Andi Yogyakarta 1999
6. OMRON, 1996 ; "**Training Manual Omron Indonesia Representative Office SMART RELAY (Programmable Logic Controller)**", Penerbit Omron 1996

Indeks

- actuator, 16
- analog, 3, 14
- AND, 5, 6, 7, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 33, 36, 37, 38, 45
- aritmetika, 9
- arus searah**, 3
- buffer*, 17
- cam shaft, 12
- Catu Daya, 16
- chasis, 16
- CNT, 40
- comparison, 2
- computation, 2
- correction, 2
- CPU, 10, 16, 17, 42
- diagram ladder, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 41, 43, 44
- digital, 3, 9, 10, 11, 14, 20
- dimensi, 3
- dinamis, 4
- down time*, 11
- drum, 12
- EEPROM, 15, 17
- efektif, 9
- efisien, 9
- efisiensi, 11
- eksternal, 13, 19, 42
- Elektrik, 3
- elektris, 2
- elektro mekanikal, 13
- elektromagnetik, 12
- elektronik, 9, 13
- END, 33, 39, 41, 45
- energi, 2
- EPROM, 15, 17
- feedback, 12
- file, 17, 18, 42
- fisis, 2
- FIT, 15
- gerbang, 4, 5, 6, 7, 8, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
- GPC, 15
- hidrolik, 3
- I/O, 10, 17, 18
- indicator, 16
- indikator, 14, 41, 43
- industri, 1, 3, 8, 10, 11, 14
- interfacing, 18
- internal, 9, 17, 18, 19, 42
- keluaran, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 34, 42, 46
- kendali, 2, 3, 9, 10, 17, 34, 41
- komputer, 9, 10, 11, 13, 14
- kontrol, 1, 2, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 29, 31, 39, 46
- konvensional, 1, 9, 12, 14, 15, 33, 44
- LD, 32, 33, 36, 37, 38, 45
- LD NOT, 36
- LED, 18
- limit switch, 13
- logika**, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 41, 42
- logika negatif**, 4
- logika positif**, 4
- loop, 3
- LSS, 15
- manual, 3, 13, 43
- masukan, 3, 20, 21, 23
- measurement, 2
- mekanis, 2, 3
- memori, 9, 10, 11, 16, 42, 43, 44
- memory card, 18
- mesin, 2, 11
- mikroprosesor, 1, 10, 12
- Mnemonic, 37, 38, 42, 43, 44, 45
- monitor, 12, 19
- motor, 13, 19, 30
- NAND, 7, 8, 23, 24
- NC, 19, 30, 32, 36
- NO, 19, 30, 32, 36
- NOR, 7, 8, 24, 25, 27
- NOT, 6, 7, 8, 24, 25, 26, 27, 35, 36, 37, 38, 45
- OFF, 20, 32, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 46
- off-delay, 33
- ON, 20, 32, 34, 36, 38, 39, 40, 43, 44, 46
- on-delay, 33
- one line diagram, 29
- operator, 2, 3, 11
- opto isolator, 18
- OR, 4, 5, 8, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 33, 37, 38, 45
- otomatik, 3

otomatisasi, 8, 11, 14
OUT, 37, 38, 39, 45
pabrik, 12, 13, 14, 44
panel, 12, 14
pencacah, 9, 10, 11, 19, 34, 35, 39,
42
pewaktu, 9, 10, 19, 33, 34, 39
phototransistor, 18
PID, 14
piranti, 9, 17, 19
Plant, 2
pneumatic, 3
PROM, 15
processor, 19
pulsa, 4, 34
Rak, 16
RAM, 10, 15, 17, 18
Regulator, 3
reject, 11
relay, 1, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 27, 30,
31, 32, 33, 41, 42, 47
respon, 2
ROM, 10, 17
saklar, 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25,
32, 41, 46
sekuensial, 12
selenoid valve, 13
selenoida, 19
sensor, 10, 16, 19, 43
Servo, 3
Smart Relay, 1, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13,
14, 15, 16, 17, 18, 19, 31, 32, 33, 34,
39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47
solid state, 12
solid-state, 34
SV, 39, 40
tabel kebenaran, 5, 6, 24, 25
tabulasi, 5
tegangan, 3, 16, 18, 30
TIM, 39
timer, 1, 10, 18, 19, 34, 39, 41
tombol tekan, 13
transistor, 12
vibrasi, 16
work sequence, 9
XNOR, 27, 28
XOR, 25, 26, 27