

Suhendar

Desain & Simulasi **PENGATURAN PENGGERAK LISTRIK** *menggunakan PLC & JSL*



Suhendar

Desain & Simulasi
PENGATURAN
PENGERAK LISTRIK
MENGGUNAKAN PLC DAN JSL



UNTIRTA PRESS
Menebar Ilmu Menembus Waktu



**DESAIN & SIMULASI PENGATURAN PENGGERAK LISTRIK
MENGUNAKAN PLC DAN JSL**

© Suhendar

All right reserved

Hak cipta dilindungi Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari penulis/penerbit.

Cetakan Pertama:

November 2016

Editor:

Maman Fathurrohman

Desain Sampul & Tata Letak:

Desma Yuliadi Saputra

Desain & Simulasi Pengaturan Penggerak Listrik

Menggunakan PLC dan JSL/Suhendar

Untirta Press

xxiv+236 hlm.: 16 x 24 cm

Diterbitkan atas Kerja sama

Untirta Press dengan LP3M Untirta

Jl. Raya Jakarta, Km. 4, Telp. (0254) 280330 Ext 111 Serang

E-mail: penerbit@up.untirta.ac.id

Website: <http://www.up.untirta.ac.id>

ISBN 978-602-1013-73-1

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT atas hidayah dan kekuatan yang diberikan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Bahan/Buku Ajar berjudul *Desain & Simulasi Pengaturan Penggerak Listrik Menggunakan PLC dan JSL*. Tanpa karunia berupa petunjuk, kekuatan, dan kesehatan yang diberikan oleh Allah SWT, niscaya penulis tidak akan mampu melakukan penelitian dan pengujian di laboratorium guna menyusun dan menuntaskan buku/bahan ajar ini.

Buku/bahan ajar ini lebih spesifik bertujuan untuk melengkapi kebutuhan literatur pada **beberapa matakuliah**, yaitu **matakuliah Pengautran Penggerak Listrik** dan *Programmable Logic Controller (PLC)* di Jurusan Teknik Elektro, matakuliah **Otomasi Proses Industri** di Teknik Industri, dan **matakuliah Sistem Otomasi** di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) Banten. Buku/bahan ajar ini ditulis berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pengujian-pengujian di laboratorium. Konsep dasar tentang pengaturan yang disajikan dalam buku ini akan memberikan pemahaman kepada para pengguna. Demikian juga dengan materi ajar tentang peralatan input, peralatan kendali seperti PLC dan peralatan output yang disajikan dalam buku ini, secara utuh akan meningkatkan pemahaman dan keterampilan para pembaca. **Buku/bahan ajar ini**

dilengkapi dengan simulasi menggunakan PLC dan program Jaringan Saraf Listrik (JSL) yang mudah dan sederhana. Alat bantu simulasi dapat dimanfaatkan para mahasiswa untuk melakukan uji coba di luar kampus atau di luar laboratorium.

Para mahasiswa dan dosen dapat menggunakan buku/bahan ajar ini sebagai pelengkap referensi lain dalam beberapa matakuliah yang bersesuaian. Sedangkan para pembaca, pengguna umum atau praktisi dapat menggunakannya sebagai bahan untuk meningkatkan pemahaman secara teori dan konsep penggunaan peralatan kendali penggerak industri berupa motor-motor listrik atau peralatan output lainnya.

Sebelum mempelajari materi ajar yang ada dalam buku ini, mahasiswa terlebih dahulu harus mengerti konsep dasar teknik dan rangkaian listrik, rangkaian logika serta sensor dan transduser. Pendekatan yang digunakan dalam buku ini adalah teoritis dan praktis. Pendekatan teoritis dikembangkan guna memberikan pemahaman dasar kepada para pembaca tentang konsep dasar kendali dan otomasi proses. Bagaimana melakukan desain rangkaian kendali, peralatan input dan output apa saja yang cocok untuk digunakan. Konsep dasar dan pemahaman gerbang logika harus diperkuat oleh para pembaca agar pemahaman berbagai macam rangkaian kendali dapat didesain dengan mudah. Oleh karena itu, para pengguna buku ini akan dengan mudah memahami bagaimana cara merancang dan mengembangkan pengaturan penggerak listrik menggunakan PLC dan JSL sebagai kontrolernya dan motor listrik sebagai output penggerak utama yang diaturinya.

Pendekatan teori dan praktis buku/bahan ajar ini disajikan dalam **16 Bab**. Empat bab pertama, yaitu Bab 1 sampai dengan Bab 4 menyajikan konsep dasar kendali dan peralatan input yang umum digunakan. Bab 5 membahas tentang Dasar-dasar Gerbang Logika, disajikan dengan tujuan memberikan pemahaman dasar logika untuk mengembangkan lebih lanjut desain pengaturan menggunakan PLC. Lima bab berikutnya memberikan pemahaman dasar tentang cara merancang pengaturan menggunakan PLC termasuk bagaimana melakukan pengawatan dan koneksi antara perangkat lunak dengan perangkat keras PLC. Pem-

bahasan PLC dalam buku ini digunakan untuk mendesain kendali motor listrik induksi 3 fasa yang meliputi operasi rangkaian dasar, rangkaian kendali dari beberapa tempat, rangkaian kendali berurutan, rangkaian kendali berurutan bergantian, rangkaian kendali membalik arah putaran motor, rangkaian kendali pengasutan (*star/delta*) dan beberapa aplikasi internal rele (pewaktu) dan *counter* PLC dalam rangkaian tersebut. Sedangkan akhir buku ini membahas tentang penggunaan perangkat lunak (SYSWIN) dan **Jaringan Saraf Listrik sebagai alat bantu simulasi**.

Jika para mahasiswa tidak memiliki perangkat lunak PLC yang harus terhubung dengan perangkat kerasnya, maka dalam buku ini disajikan perangkat lunak Jaringan Saraf Listrik (JSL) sebagai alat untuk membantu mendesain sekaligus mensimulasikan rangkaian pengaturan penggerak listrik. Sedangkan untuk mengulang teoritis dan konsep yang dipelajari pada setiap bab, pertanyaan ulangan dan soal-soal yang disajikan pada setiap akhir bab harus dikerjakan guna memperdalam pemahaman dan keterampilan para pembaca.

Akhirnya pada kesempatan ini, penulis menghaturkan terima kasih kepada semua pihak yang telah turut serta menuntaskan penyusunannya. Teman-teman Dosen Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Banten, Tim LP3M Untirta, terima kasih atas kesempatan dan dukungannya. Para mahasiswa Herwin, Yossy Nana, dan Fajar Maulana terima kasih atas bantuannya dalam proses penelitian dan ujicoba laboratorium. Kepada Susrini istriku tersayang dan anak-anakku tercinta: Nazhmi, Naufal, Naila, Sultan, dan si Bungsu yang baru lahir pada 8 Agustus 2016 Puri Indah Sholihah yang dengan sabar senantiasa mendorong dan menyemangati Abi untuk menyelesaikan buku/bahan ajar ini. Semoga semua pihak yang telah memberikan kesempatan, bantuan, dukungan, dan do'anya dibalas oleh Allah SWT dengan pahala Surga-Nya, Amin.

Serang, Agustus 2016

Penulis

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin kita panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, khususnya kepada penulis bahan ajar ini sampai dapat menuntaskannya. Bahan/Buku Ajar berjudul *Desain & Simulasi Pengaturan Penggerak Listrik Menggunakan PLC dan JSL*. Karunia yang diberikan oleh Alloh SWT telah mampu menjadikan penulis dapat melakukan penelitian dan pengujian di laboratorium sehingga buku/bahan ajar ini tuntas disusun.

Tidak banyak dosen atau peneliti yang dapat menindaklanjuti hasil penelitiannya **ditulis dalam bentuk Buku/bahan ajar**. Namun salah satu dosen telah dapat meneliti dan melakukan ujicoba laboratorium sehingga menghasilkan buku/bahan ajar. **Buku/bahan ajar** yang telah selesai disusun oleh penulis, **sangat erat kaitannya dengan matakuliah Pengaturan Penggerak Listrik yng ditawarkan kepada Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro (JTE) Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**. Matakuliah ini harus dikontrak oleh mahasiswa semester ke-6.

Selain itu, lebih spesifik **buku/bahan ajar ini juga bertujuan** untuk melengkapi kebutuhan literatur pada beberapa matakuliah lainnya di JTE, diantaranya matakuliah *Programmable Logic Controller (PLC)*.

Bahkan di Jurusan Teknik Industri akan dibutuhkan pada matakuliah Otomasi Proses Industri dan matakuliah Sistem Otomasi di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) Banten. Konsep dasar tentang pengaturan yang disajikan penulis dalam buku ini akan memberikan pemahaman kepada para pengguna. Demikian juga dengan materi ajar tentang peralatan input, peralatan kendali seperti PLC dan peralatan output yang disajikan dalam buku ini, secara utuh akan meningkatkan pemahaman dan keterampilan para pembaca. Hal lain yang menarik dari Buku/bahan ajar yang penulis susun adalah penggunaan program Jaringan Saraf Listrik (JSL) yang dapat dengan mudah dan sederhana membantu mendesain dan mensimulasikan pengaturan penggerak listrik.

Dengan demikian, adanya Buku/Bahan ajar Pengaturan Penggerak Listrik sangat bermanfaat dan menjadi salah satu referensi mahasiswa yang mengambil matakuliah tersebut.

Akhirnya, kami atas nama lembaga mengucapkan terima kasih khususnya kepada Penulis dan kepada semua pihak, kolega dosen, dan Untirta yang telah memberikan kesempatan penulis untuk terus berkiprah dan mengembangkan keilmuannya dalam menyusun buku/bahan ajar. Semoga buku/bahan ajar ini bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin

Cilegon, Agustus 2016

Ketua Jurusan Teknik Elektro

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
BAB 1 PENGANTAR KENDALI PROSES	1
1.1 Pengertian Kendali Proses	2
1.2 Manfaat Kendali Proses	3
1.4 Pemakaian Sistem Kendali	9
1.5 Elemen Sistem Kendali Dalam Praktek	10
1.6 Sistem Kendali Konvensional	11
PERTANYAAN DAN SOAL	13
BAB 2 INSTRUMEN KENDALI PROSES	15
2.1 Kontaktor dan Prinsip Kerjanya	17
2.2 Sistem Peredaman Getaran Dan Sistem Penguncian	21
2.3 Struktur Kontaktor	25
2.4 Rangkaian Dasar Kontaktor	29
2.5 Pengujian Kontaktor	31
PERTANYAAN DAN SOAL	33

BAB 3 RELE KENDALI & RELE PROTEKSI	35
3.1 Rele Kendali	36
3.2 Rele Proteksi	39
PERTANYAAN DAN SOAL	44
BAB 4 JENIS-JENIS SAKLAR KENDALI	45
4.1 Cam Switch	46
4.2 Saklar Tekan	48
4.3 Saklar Kontrol Zat Cair, Gas, Temperatur	49
PERTANYAAN DAN SOAL	53
BAB 5 DASAR-DASAR GERBANG LOGIKA	55
5.1 Gerbang AND	57
5.2 Gerbang OR	58
5.3 Gerbang NOT (Inverter)	59
5.4 Gerbang NAND	60
5.5 Gerbang NOR	61
5.6 Gerbang XOR (Exclusive OR)	62
5.7 Gerbang XNOR	63
5.8 Gabungan Gerbang AND dan OR	64
5.9 Gabungan Gerbang AND, NAND, OR dan NOR	65
5.10 Gabungan Gerbang XOR, AND dan NOR	66
PERTANYAAN DAN SOAL	67
BAB 6 KENDALI & OTOMASI PROSES BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)	69
6.1 Latar Belakang Penggunaan PLC	70
6.2 Struktur Dasar Dan Peralatan Pelengkap PLC	71
6.3 Keuntungan Dan Kekurangan Penggunaan PLC	73
6.4 Sistem Operasi Dasar PLC	76
6.5 Disain dan Sistematika PLC	79
6.6 Perkembangan Aplikasi PLC di Industri	80
PERTANYAAN DAN SOAL	82

BAB 7 KONFIGURASI SISTEM PLC	83
7.1 Power Supply Unit	85
7.2 Central Processing Unit (CPU)	85
7.3 Input/Output Unit	89
7.4.1 IR (Internal Relay)	93
7.4.2 SR (Special Relay)	94
7.5 Peripheral	96
PERTANYAAN DAN SOAL	98
BAB 8 SISTEM PENGAWATAN PLC	99
8.1 Sistem Antarmuka PLC	100
8.2 Sink Dan Source PLC	102
8.3 Sistem Hardware PLC	104
8.4 Pengawatan Input PLC	105
8.5 Pengawatan Output PLC	106
PERTANYAAN DAN SOAL	107
BAB 9 INSTRUKSI DASAR PEMROGRAMAN PLC	109
9.1 Sistem Ladder Diagram Dan Statement List	110
9.2 Instruksi Dasar Pemrograman	113
9.3 Instruksi Titik Bercabang	123
9.4 Interlock IL (02) & Interlock Clear ILC (03)	124
9.5 Instruksi JUMP & JUMP END	125
9.6 Instruksi KEEP (11)	126
9.7 Timer (TIM) dan Counter (CNT)	127
9.8 Shift Register	128
PERTANYAAN DAN SOAL	130
BAB 10 DESAIN KENDALI & OTOMASI BERBASIS WINDOWS	131
10.1 Pemrograman Berbasis SYSWIN	132
10.2 Pemrograman Berbasis Jaringan Saraf Listrik	139
PERTANYAAN DAN SOAL	146

BAB 11 RANGKAIAN DASAR KENDALI PROSES	147
11.1 Jenis-Jenis Rangkaian	148
11.2 Rangkaian Kontrol Sistem Dua Kawat dan Tiga Kawat	150
11.3 Kontrol Manual dan Otomatik	152
11.4 Kontrol dari Banyak Tempat.	153
PERTANYAAN DAN SOAL	154
BAB 12 DESAIN KENDALI PENGGERAK ELEKTRIK BERBASIS WINDOWS	155
12.1 Peralatan Dan Rangkaian Kendali	156
12.2 Kendali Penggerak Elektrik dari Satu Tempat	162
12.3 Kendali Penggerak Elektrik dari Banyak Tempat	164
12.4 Desain Rangkaian Kendali Menggunakan PLC	164
12.5 Instalasi dan Koneksi Hardware PLC	169
PERTANYAAN DAN SOAL	172
BAB 13 DESAIN KENDALI PENGGERAK ELEKTRIK SECARA BERURUTAN	173
13.1 Rangkaian Berurutan (Step By Step)	174
13.2 Rangkaian Berurutan Dengan Interlocking (On ke Off dan Off ke On)	178
13.3 Rangkaian Berurutan Bergantian	182
PERTANYAAN DAN SOAL	186
BAB 14 DESAIN KENDALI MEMBALIK PUTARAN & STARTING MOTOR LISTRIK	187
14.1 Rangkaian Kendali Membalik Putaran Motor Listrik	188
14.2 Rangkaian Kendali Starting Motor Listrik	192
14.3 Desain Kendali Ladder Diagram pada SYSWIN	197
14.4 Koneksi dan Instalasi Pada PLC	198
PERTANYAAN DAN SOAL	199

BAB 15 KENDALI & OTOMASI BERBASIS TIMER & COUNTER	201
15.1 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian	202
15.2 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Membalik Putaran	205
15.3 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Start/Delta	208
15.4 Penggunaan Counter dalam Pengendali Motor Listrik	213
15.5 Penggunaan Counter dalam Rangkaian Berurutan (Step By Step)	214
PERTANYAAN DAN SOAL	216
BAB 16 DESAIN KENDALI & OTOMASI BERBASIS JARINGAN SARAF LISTRIK	217
16.1 Simulasi Rangkaian Kendali Motor Menggunakan Jaringan Saraf Listrik	218
16.2 Rangkaian Berurutan Dengan Interlocking (On ke Off dan Off ke On)	221
16.3 Rangkaian Berurutan Bergantian	222
16.4 Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa	224
16.5 Rangkaian Start/Delta Motor Listrik 3 Fasa	226
16.6 Penggunaan Timer Dalam Rangkaian Berurutan Bergantian	228
16.7 Penggunaan Timer Dalam Rangkaian Membalik Putaran	229
PERTANYAAN DAN SOAL	231
DAFTAR PUSTAKA	233
BIODATA PENULIS	235

DAFTAR GAMBAR

1.1 Pengendalian temperatur campuran air melalui keran	5
1.2 Sistem kendali jaringan (loop) terbuka: T = temperatur oven, R = elemen pemanas, S = selector switch [1]	8
1.3 Blok diagram sistem kendali lup tertutup [1]	8
1.4 Blok diagram sistem kendali lup terbuka [1]	9
1.5 Contoh pengendalian daya listrik melalui panel daya	9
1.6 Elmen-elemen sistem kendali dalam praktek [2]	11
2.1 Konstruksi dasar kontraktor [3]	18
2.2 Irisan kontaktor [3]	19
2.3 Lambang Kontaktor	20
2.4 Lambang kontaktor dengan kontak bantu sebagai kontak “delay” [3]	20
2.5 Penampang inti kutub kontaktor dengan kutub bayangan [3]	22
2.6 Grafik fluks utama dan fluks kutub bayangan serta grafik tarikan fluks utama dan fluks kutub bayangan [3]	23
2.7 Kontaktor sistem pengunci elektro magnet [3]	24
2.8 Rangkaian operasi kontaktor sistem pengunci elektro magnet	24
2.9 Kontaktor struktur bersambung (Link structure) [3]	26

2.10 Grafik perbandingan getaran terhadap panel kedudukan kontaktor antara jenis - jenis plunyer horizontal dengan link structure [3]	26
2.11 Konstruksi kontaktor tipe plunyer horizontal [3]	27
2.12 konstruksi kontaktor tipe “Link structure” [3]	27
2.13 Kontaktor tipe ASEAEG 20 [3]	28
2.14 Rangkaian dasar operasi kontaktor	29
2.15. Gambaran rangkaian kontrol kontaktor	31
3.1 Saklar waktu “Motor driven time Rele” [4]	37
3.2 Saklar waktu “Motor driven time Rele” [4]	38
3.3 Saklar waktu “Phematic time Rele” [4]	38
3.4 Thermal over Load Rele [4]	40
3.5 Lambang Thermal over load Rele	41
3.6 Rangkaian pengujian thermal over load Rele	42
4.1 Cam Switch dan lambangnya: [4] a. Cam Switch, b. Lambang Cam Switch	47
4.2 Pemakaian Cam Switch untuk mengasut motor dengan metoda Y/ L [4]	47
4.3 Saklar tekan (Pushbutton) dan Lambang saklar tekan tunggal	48
4.4 Lambang/Symbol Saklar Kontrol Tekan	49
4.5 Saklar apung (Float switch) [4]	50
4.6 Saklar kontrol aliran (Flow switch) [5]	51
4.7 Saklar limit (Limit swirtch) dan lambangnya [5]	52
5.1 Gerbang logika AND, 2 input dan 3 input	57
5.2 Ilustrasi gerbang AND dengan tiga input (saklar)	57
5.3 Gerbang logika OR, 2 input dan 3 input	58
5.4 Ilustrasi gerbang logika OR dengan tiga input	58
5.5 Gerbang logika NOT	59
5.6 Ilustrasi gerbang logika NOT/Inverter	59
5.7 Gerbang Logika NAND, 2 input dan 3 input	60
5.8 Ilustrasi gerbang logika NAND	60
5.9 Gerbang logika NOR, Input dan 3 input	61

5.10	Ilustrasi gerbang logika NOR	62
5.11	Gerbang logika XOR dua input	62
5.12	Kombinasi gerbang logika pembentuk gerbang XOR	63
5.13	Gerbang Logika XNOR	63
5.14	Gabungan gerbang AND dan OR	64
5.15	Gabungan gerbang logika AND, NAND, OR dan NOR	65
5.16	Gabungan gerbang XOR, AND, NOR	66
6.1	Contoh Model PLC Omron CPM 1-A [6]	71
6.2	Struktur Dasar PLC	72
6.3	PLC Devices	73
6.5	Contoh Program Menggunakan Ladder Diagram	76
6.6	Contoh Program Menggunakan Function Chart	77
6.7	Contoh Proses Pembacaan Program PLC	78
6.8	Alur Pembacaan Program PLC	78
7.1	Sistem Komponen PLC	84
7.2	Antarmuka Input [6]	90
7.3	Antarmuka Output [6]	90
8.1	Struktur PLC Dalam Bentuk Diagram	100
8.2	Antarmuka Input [7]	101
8.3	Antarmuka Output [7]	102
8.4	Sink dan Source Input PLC [6]	103
8.5	Sink Output PLC [6]	104
8.6	Source Output PLC [6]	104
8.7	Blok Diagram Sistem Hardware PLC	105
8.8	Sistem Input/Output PLC CPM 1A [6]	105
8.9	Pengawatan Input PLC [6]	106
8.10	Pengawatan Output Dengan Beban Lampu [6]	106
10.1	Koneksi PC dengan PLC melalui RS-232 Adapter (Omron Asia Pacific PTE, LTD) [6]	133
10.2	Sistem Konfigurasi RS-232 Adapter (Omron Asia Pacific PTE, LTD) [6]	133
10.3	Tampilan antarmuka proses instalasi SYSWIN	134
10.4	Menu SYSWIN untuk memulai menjalankan SYSWIN	134

10.5	Menu Tampilan Pada Saat SYSWIN Mulai Dijalankan	135
10.6	Menu SYSWIN untuk memulai menjalankan SYSWIN	136
10.7	Rancangan Program (Ladder) untuk diinputkan ke dalam SYSWIN	136
10.8	Implementasi Program (Ladder) pada SYSWIN	137
10.9	Menu Perintah untuk Menambahkan Network baru	138
10.10	Proses Seting pada Saat Down Loading Program dari PC ke PLC	139
10.11	Proses Uploding Program dari PLC ke PC	139
10.12	Menu Editor Saraf Listrik	140
10.13	Menu File	141
10.14	Menu Konfigurasi I/O	141
10.15	Menu Jalan	142
10.16	Menu Input Manual	142
10.17	Menu Status Counter	143
10.18	Menu Status Semua	143
10.19	Rangkaian Seri	145
10.20	Rangkaian Paralel	145
11.1	Rangkaian kontrol motor untuk operasi (ON) dan stop (Off)	150
11.2	Rangkaian kontrol sistem tiga kawat	151
11.3	Rangkaian kontrol manual dan Automatik dengan sistem dua kawat	152
11.4	Rangkaian kontro dari banyak tempat, saklar ON dan OFF masing-masing dipasang pada satu panel	153
12.1	Fisik Thermal Over Load Rele & Kontaktor	158
12.2	Fisik Kontaktor Magnet, Push Button, Rele, TDR & TOR	158
12.3	Konstruksi & Rangkaian dalam Push Button	159
12.4	Fisik Double Push Button	159
12.5	Rangkaian Dalam Time Delay Rele (TDR)	160
12.6	Fisik Motor Listrik Induksi & Rele	160
12.7	a. Rangkaian Kendali	161
12.8	b. Rangkaian Utama	161

12.9 Rangkaian Pengawatan Kendali Motor Listrik Induksi 3 Fasa	162
12.10 Pengendalian Sistem Dua Kawat Menggunakan Switch	163
12.11 Pengendalian Sistem Tiga Kawat	163
12.12 Rangkaian Pengendalian Motor Listrik dari 3 Tempat	164
12.13 Ladder Diagram Pengendali Motor Listrik 3 Fasa dari Satu Tempat	165
12.14 Windows SYSWIN	166
12.15 Ladder Diagram Rangkaian Kendali pada Windows SYSWIN	166
12.16 Project Setup PLC pada SYSWIN	167
12.17 Setup PLC pada SYSWIN	167
12.18 Koneksi SYSWIN dengan Hardware PLC	168
12.19 Ladder Diagram Pengendali 4 Motor Listrik 3 Fasa dari Tiga Tempat	168
12.20 Ladder Diagram Kendali Motor dari beberapa Tempat pada Windows SYSWIN	169
12.21 Instalasi Pengendali Motor Listrik 3 Fasa dari Satu Tempat Melalui PLC	170
12.22 Rangkaian Kendali Pengendalian Motor Listrik Induksi Tiga Fasa	171
12.23 Instalasi Pengendali 4 Motor Listrik 3 Fasa dari Tiga Tempat Melalui PLC	171
13.1 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan	175
13.2 Ladder Diagram Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan	175
13.3 Desain Kendali Penggerak 3 buah Motor Listrik Secara Berurutan pada Windows SYSWIN	177
13.4 Instalasi Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan	178
13.5 Rangkaian Kendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan dengan Interlocking	179

13.6	Ladder Diagram Kendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan dengan Interlocking	180
13.7	Ladder Diagram Kendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan dengan Interlocking pada Windows SYSWIN	181
13.8	Instalasi Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan Sistem Interlocking	182
13.9	Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan Bergantian	183
13.10	Ladder Diagram Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan Bergantian	183
13.11	Desain Ladder Diagram Kendali Berurutan bergantian pada Perangkat SYSWIN	185
13.12	Instalasi Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan Bergantian	186
14.1	Rangkaian Kendali Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa	189
14.2	Ladder Diagram Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa	190
14.3	Desain Kendali Membalik Putaran Motor Listrik	191
14.4	Instalasi Pengendalian Starting Motor Listrik 3 Fasa	192
14.5	Rangkaian Star/Delta Motor Listrik Menggunakan 2 Kontaktor	194
14.6	Rangkaian Start/Delta Motor Listrik Menggunakan 3 Kontaktor	194
14.7	Ladder Diagram Pengendali Star/Delta gambar 14.5a	195
14.8	Ladder Diagram Pengendali Star/Delta gambar 14.6a	196
14.9	Desain Kendali Starting Motor Menggunakan 2 dan 3 Kontaktor	197
14.10	Instalasi Pengendali Star/Delta Motor Listrik 3 Fasa	198
15.1	Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian	203
15.2	Ladder Diagram Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian	204

15.3	Desain Kendali Berurutan Bergantian pada SYSWIN Windows	205
15.4	Membalik Arah Putaran Motor Listrik Menggunakan Timer	206
15.5	Ladder Diagram Membalik Arah Putaran Menggunakan Timer	206
15.6	Desain Kendali Membalik Putaran Motor Dilengkapi Timer	207
15.7	Penggunaan Timer dalam Rangkaian Star/Delta dengan 2 Kontaktor	209
15.8	Ladder Diagram Penggunaan Timer dalam Rangkaian Star/Delta	209
15.9	Penggunaan Timer dalam Rangkaian Star/Delta dengan 3 Kontaktor	210
15.10	Ladder Diagram Penggunaan Timer dalam Rangkaian Star/Delta dari gambar 15.7	210
15.11	Desain Kendali Operasi Starting Motor 2 Kontaktor Pada SYSWIN	212
15.12	Desain Kendali Operasi Starting Motor 3 Kontaktor Pada SYSWIN	212
15.13	Ladder Diagram Penggunaan Counter Rangkaian Pengendali Dasar	213
15.14	Desain Kendali Penggunaan Counter pada SYSWIN	214
15.15	Ladder Diagram Penggunaan Counter Kendali Berurutan Bergantian	215
15.16	Desain Penggunaan Counter dalam Rangkaian Berurutan	216
16.1	Rangkaian Pengendalian Motor Listrik dari 3 Tempat	219
16.2	Rangkaian Pengendalian Motor Listrik dari 3 Tempat Menggunakan Saraf Listrik	219
16.3	Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Berurutan	220
16.4	Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan Menggunakan Saraf Listrik [9]	220

16.5	Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan dengan Interlocking	221
16.6	Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan Menggunakan Saraf Listrik [9]	222
16.7	Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Berurutan Bergantian	223
16.8	Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Berurutan Bergantian Menggunakan Saraf Listrik [9]	223
16.9	Rangkaian Kontrol Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa	224
16.10	Rangkaian Kontrol Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa Menggunakan Saraf Listrik [9]	225
16.11	Rangkaian Star/Delta Motor Listrik 2 Kontaktor	227
16.12	Rangkaian Star/Delta Motor Listrik* 2 Kontaktor Menggunakan Saraf Listrik [9]	227
16.13	Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian	228
16.14	Penggunaan Timer Dalam Rangkaian Berurutan Bergantian Menggunakan Saraf Listrik [9]	229
16.15	Membalik Arah Putaran Motor Listrik Menggunakan Timer	230
16.16	Membalik Arah Putaran Motor Listrik Menggunakan Timer dalam Saraf Listrik [9]	230

DAFTAR TABEL

5.1 Tabel kebenaran gerbang AND dengan dua input	57
5.2 Tabel kebenaran gerbang OR dengan dua input	59
5.3 Tabel kebenaran gerbang logika NOT	60
5.4 Tabel kebenaran gerbang logika NAND dengan 2 input	61
5.5 Tabel kebenaran gerbang NOR dengan dua input	62
5.6 Tabel kebenaran gerbang XOR dengan dua input	63
5.7 Tabel kebenaran gerbang XNOR dengan dua input	64
5.8 Tabel kebenaran gabungan gerbang AND dan OR	65
5.9 Tabel kebenaran gabungan gerbang AND, NAND, Or dan NOR	65
5.10 Tabel kebenaran gabungan gerbang AND dan OR	66
6.1 Statement List (Mnemonic)	78
7.1 Alokasi Input/Output (I/O) Terminal (seperti PLC Merk Omron)	92
7.2 Alokasi Input/Output (I/O) Terminal PLC Merk IDEC IZUMI	92
7.3 Model Standar CPUs	96
7.4. Ekspansi I/O Unit	96
7.5 Komunikasi Adapter	97

7.6	Peralatan Peripheral	97
8.1	Spesifikasi Umum Peralatan Output PLC	102
8.2	Simbol-Symbol Terminal Input PLC	103
9.1	Statement List (Mnemonic)	113
9.2	Sistem Mnemonic PLC	113
10.1	Kode Instruksi, Data, dan Pengalamatan Program Ladder	137
10.2	Jenis dan Jumlah Komponen Aplikasi Saraf Listrik [8]	144
12.1	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 12.14	165
12.2	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 12.20	169
13.1	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 13.2	176
13.2	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 13.5	180
14.1	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 14.2	190
14.2	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 14.5a	195
14.3	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 14.6a	196
15.1	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 15.2	204
15.2	Sistem Mnemonic Pengendali pada Gambar 15.4	207
15.3	Sistem Mnemonic Pengendali pada Gambar 16.6	211
15.4	Sistem Mnemonic Pengendali pada Gambar 15.8	211
15.3	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 15.9	213
15.4	Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 15.10	215

PENGANTAR KENDALI PROSES

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 1.1 Pengertian Kendali Proses
- 1.2 Manfaat Kendali Proses
- 1.3 Pengelompokkan Kendali Proses
- 1.4 Pemakaian Kendali Proses
- 1.5 Elemen-Elemen Sistem Kendali
- 1.6 Kendali Konvensional

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

- Pengamatan lapangan
- Survey
- Check List ketersediaan alat di laboratorium

PENGANTAR KENDALI PROSES

Setelah mempelajari bab ini, para mahasiswa diharapkan mampu:

- 1) Mengerti konsep dasar kendali proses
 - 2) Menjelaskan kembali manfaat kendali proses
 - 3) Membedakan pengelompokan kendali proses
 - 4) Menjelaskan kembali perbedaan penggunaan kendali proses
 - 5) Menyebutkan elemen-elemen system kendali termasuk kendali konvensional.
-
-

1.1 Pengertian Kendali Proses

Kegiatan kendali atau pengontrolan dalam industri selalu berkembang dengan pembuatan barang-barang atau hasil produksi yang lebih banyak menggunakan mesin-mesin yang bekerja secara otomatis. Bersamaan dengan berkembangnya industri ini adalah kebutuhan dan fleksibilitas yang lebih besar dalam rangkaian pengontrolan. Pengontrolan berarti mengatur mengalirnya energi sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Semua proses di industri memerlukan pengaturan, seperti halnya pengaturan terhadap:

1. Mengalirnya energi listrik dalam suatu sistem tenaga
2. Panas dalam suatu proses kimia
3. Lintasan peluru kendali,
4. Semuanya yang memerlukan pengaturan yang tepat dan andal

Umumnya alat-alat atau mesin-mesin produksi di industri digerakan oleh motor-motor listrik. Motor listrik membutuhkan daya untuk bekerja. Perlengkapan kontrol akan mengatur, bilamana, dimana dan akan mensupply beberapa buah motor. Pada mulanya pengontrolan motor-motor listrik menggunakan saklar-saklar yang dilayani oleh tangan atau secara manual, untuk mengoperasikan atau memberhentikan motor-

motor. Satu-satunya alat pengaman yang digunakan adalah sekering (fuse) biasa. Tentu saja pengaturan secara manual ini kurang andal dan tidak fleksibel.

1.2 Manfaat Kendali Proses

Dalam suatu proses produksi di industri sering dibutuhkan adanya besaran-besaran yang memerlukan kondisi atau persyaratan khusus yang dapat memperlancar tercapainya target proses produksi tersebut. Persyaratan khusus ini meliputi ketelitian yang tinggi, nilai yang konstan untuk selang waktu tertentu, nilai yang bervariasi dalam suatu rangkaian tertentu, perbandingan yang tetap antara dua variabel/besaran atau adanya suatu besaran sebagai fungsi dari besaran lainnya.

Semua permasalahan di atas tidak cukup dilakukan hanya dengan melakukan pengukuran saja, tetapi memerlukan suatu cara pengendalian sehingga syarat-syarat tersebut dapat terpenuhi. Dengan alasan seperti ini maka diperkenalkan suatu bentuk konsep pengendalian yang disebut dengan sistem pengendalian, sistem kendali, teknik pengontrolan, teknik pengaturan atau sistem kontrol. Sistem kendali ini ada yang bersifat manual dan otomatis atau lebih dikenal dengan istilah sistem kontrol otomatis.

Untuk mencapai tujuan tersebut, pada umumnya kita membutuhkan peralatan atau instrumentasi, sehingga instrumentasi dan kendali merupakan bidang ilmu yang saling menunjang, terutama dalam syarat-syarat khusus seperti dijelaskan di atas. Dapat kita perhatikan misalnya alat pemutus dan penghubung arus yang dipasang pada instalasi listrik di rumah-rumah, yang dikenal dengan nama sekering (fuse) atau sekering sejenis dari logam (bimetal) yang disebut dengan circuit breaker (CB).

Jika terhadap sekering atau CB tersebut dialirkan beban arus yang melebihi kapasitas atau kemampuan sekering tersebut maka sakelar penghubungnya dengan otomatis akan turun ke bawah, yang berarti akan memutuskan hubungan arus dari PLN ke rumah dan sebagai akibatnya semua peralatan listrik, lampu dan sebagainya dalam keadaan padam atau off. Circuit breaker ini bekerja berdasarkan banyaknya panas

yang dialirkan ke dalamnya yang ditimbulkan oleh listrik yang dialirkannya. Jika arus yang dialirkan terlalu besar (melebihi kapasitasnya) maka sakelar akan terbuka dan arus akan terputus. Kapasitas ini dinyatakan dalam ampere. Berdasarkan peristiwa ini dapat kita amati bahwa sebenarnya yang terjadi adalah pengukuran terhadap aliran, membandingkan terhadap kapasitas maksimum, setelah itu melakukan koreksi yaitu dengan cara pemutusan arus. Kejadian ini merupakan suatu contoh di mana proses pengendalian yang terjadi dapat berlangsung secara otomatis.

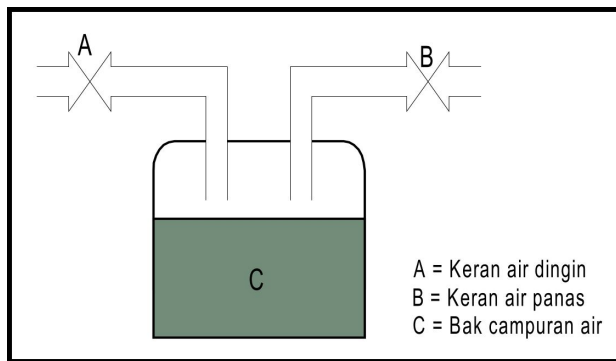
Hal lain yang terjadi dalam kehidupan kita sehari-hari yang dapat dijadikan contoh adalah sewaktu kita mengendarai mobil atau motor. Kecepatan yang diperbolehkan bagi suatu laju kendaraan pada suatu jalan misalnya 60 km/jam, maka kita harus selalu menjaga agar kecepatan kendaraan yang kita kemudikan di jalan tersebut tidak melebihi batas kecepatan yang telah ditentukan. Sebagai alat pencatat/pengukur kecepatan digunakan speedometer yang terdapat pada kendaraan sedangkan sebagai referensi adalah batas kecepatan 60 km/jam yang terpampang dibahu jalan. Sebagai pembanding adalah si pengendara sendiri. Dengan mengamati kecepatan yang dicatat oleh speedometer dan membandingkan serta mengubahnya di bawah kecepatan 60 km/jam jika terjadi penyimpangan, berarti kita telah melakukan pengendalian terhadap kecepatan lajunya kendaraan (mobil/motor) yang kita tumpangi tersebut. Karena pengendalian ini langsung dilakukan oleh manusia maka disebut pengendalian secara manual. Masih banyak contoh lain yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pengendalian level (tinggi) cairan dalam tanki, pengendalian suara radio/TV, pengendalian kecepatan kipas angin sampai pengendalian alat-alat berat (tangga listrik, escalator, alat pengangkat barang) bahkan pengendalian pesawat ruang angkasa dan lain-lain.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang fungsi dan pentingnya suatu sistem pengendalian, di bawah ini dapat kita analisis suatu ilustrasi atau gambaran contoh lain, misalnya:

Campuran air dingin dan air panas dalam suatu bak mandi dikehendaki campuran temperatur tertentu, maka kita dapat mengatur

aliran air panas dan aliran air dingin dengan mengalirkannya melalui pipa yang masing-masing dilengkapi dengan keran sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1.1.

Jika campuran dalam bak tersebut diperlukan untuk mandi, kita cukup mencelupkan jari tangan ke dalam bak dengan merasakan sendiri panas campuran tersebut. Kekurangan atau kelebihan panas dapat kita sesuaikan dengan mengatur keran A dan keran B. Sedangkan jika kita ingin mengetahui dengan lebih pasti berapa suhu campuran air tersebut, perlu dicelupkan termometer ke dalam bak tersebut. Dalam hal ini kita telah melakukan pengukuran.



Gambar 1.1 Pengendalian temperatur campuran air melalui keran

Dari sistem pengendalian di atas timbul permasalahan lain sebagai berikut:

1. Jika campuran air tersebut tidak hanya diperlukan untuk mandi, tetapi untuk keperluan khusus dengan nilai temperatur yang lebih tepat
2. Jika bak dan alat-alat kendali aliran berada di tempat yang berjauhan
3. Jika aliran air cukup besar yang tidak dapat dikendalikan oleh keran
4. Jika yang dikendalikan bukan hanya temperatur
5. Jika diinginkan campuran yang konstan atau bervariasi
6. Jika variabel-variabel yang dikendalikan dalam jumlah yang banyak

Dengan mengamati kondisi seperti itu, kita perlu memberikan analisa berikut:

1. Untuk pemakaian yang lebih khusus diperlukan pemakaian instrumen-instrumen pengukur temperatur seperti termokopel, termowell, resistance bulb, dan lain-lain dengan dilengkapi alat penunjuk (indicator).
2. Tenaga manusia sebagai operator untuk mengatur aliran keran masih dapat digunakan walaupun untuk tempat yang saling berjauhan masih terdapat beberapa kesulitan seperti:
 - a. Akan selalu terjadi keterlambatan waktu antara pemberian perintah terhadap pelaksanaan pengaturan keran
 - b. Adanya kelemahan ketelitian dan kemampuan operator untuk melakukan pekerjaan dalam jumlah yang banyak
 - c. Penempatan tenaga operator yang masih cukup sulit terutama ditempat-tempat yang sukar dicapai dan tidak dapat dilihat

Pokok permasalahan di atas adalah ketepatan (presisi) untuk keadaan-keadaan tertentu seperti diinginkan nilai variabel yang tetap, pengoperasian yang simultan atau nilai variabel dengan toleransi yang cukup kecil. Dengan melihat kondisi seperti inilah kita membutuhkan konsep pengendalian yang dapat dilakukan secara otomatis sehingga pengendalian-pengendalian harga variabel dapat dilakukan dengan lebih teliti dan tepat. Hal ini sangat penting terutama pada industri-industri yang konsumtif dengan mutu produksi serta produktivitas yang tinggi.

1.3 Pengelompokan Sistem Kendali

Secara sederhana dapat dikatakan bahwa pengertian sistem kendali adalah suatu proses pengaturan/pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (range) tertentu. Dalam istilah lain disebut juga teknik pengetauran, sistem pengendalian atau sistem pengontrolan. Ditinjau dari segi peralatan dan instrumen yang digunakan, sistem kendali terdiri dari berbagai susunan komponen fisik yang

digunakan untuk mengarahkan aliran energi ke suatu mesin atau proses agar dapat menghasilkan prestasi yang diinginkan.

Tujuan utama dari suatu sistem kendali adalah untuk mendapatkan optimasi, dalam hal ini dapat diperoleh berdasarkan fungsi dari sistem kendali itu sendiri, yaitu pengukuran (*measurement*), membandingkan (*comparison*), encatatan dan perhitungan (*computation*) dan perbaikan (*correction*).

Secara umum sistem kendali dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Dengan bantuan operator (*manual*) dan otomatis
- b. Sistem jaringan tertutup (*closed loop*) dan jaringan terbuka (*Open loop*)
- c. Kontinu (*analog*) dan diskontinu (*diskrit* atau *digital*)
- d. Servo dan regulator
- e. Menurut sumber penggerak: elektrik, pneumatik (udara, angin) hidrolik (cairan) dan mekanis

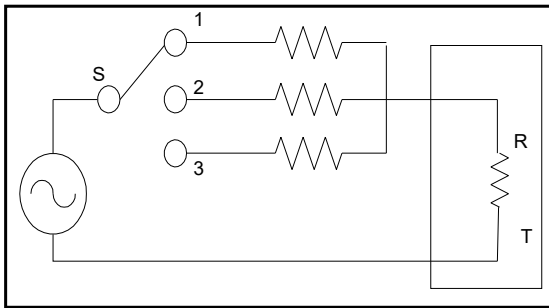
Di antara keempat jenis pengelompokan tersebut, kelompok (e) pengontrolan secara elektrik dan pneumatik atau kombinasinya lebih banyak ditemukan dalam industri maupun aplikasi lainnya. Hal ini disebabkan beberapa kelebihan yang diberikannya yaitu pemakaian daya yang lebih kecil, kemampuan untuk melakukan pengendalian jarak jauh, lebih mudah diperoleh dan responnya lebih cepat. Selain dimensi peralatannya yang dapat dibuat lebih kecil dan lebih sederhana.

Pengendalian secara manual adalah sistem pengendalian yang dapat dilakukan oleh manusia yang bertindak sebagai operator, sedangkan pengendalian secara otomatis adalah sistem pengendalian yang dilakukan oleh mesin-mesin/peralatan yang bekerja secara otomatis dengan operasi di bawah pengawasan manusia.

Pengendalian secara manual seperti penyetelan suara radio, televisi, pengaturan cahaya, pengaturan aliran air melalui keran, pengendalian kecepatan kendaraan dan lain-lain. Sedangkan pengendalian secara otomatis banyak ditemui dalam proses industri, pengendalian pesawat, pembangkit tenaga listrik dan lain-lain. Sebagai contoh pengendalian aliran, temperatur dan tekanan dengan menggunakan katup pengatur,

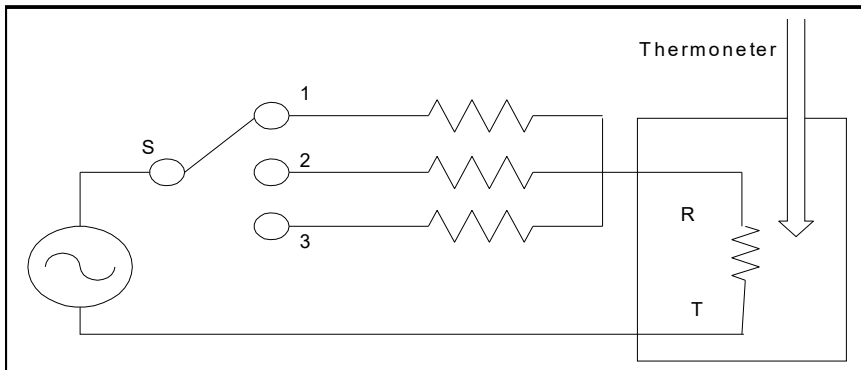
pengendalian suhu ruangan oleh thermostat, engendalian daya listrik oleh relay, circuit breaker dan lain-lain.

Sistem kendali jaringan terbuka adalah sistem kendali yang dilakukan di mana suatu output tidak memberikan efek terhadap besaran input sehingga variabel yang dikendalikan tidak dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan. Secara jelas dapat dilihat pada contoh gambar 1.2 untuk mengendalikan panas pada pen secara elektris melalui elemen pemanas (hater).

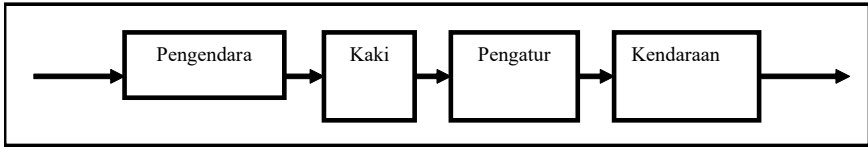


Gambar 1.2 Sistem kendali jaringan (*loop*) terbuka:
 T = temperatur oven,
 R = elemen pemanas,
 S = selector switch [1]

Dengan sistem seperti ini berarti banyaknya panas yang dihasilkan dari sumber listrik ke dalam tanur diatur dengan memindahkan sakelar ke posisi 1, 2 dan 3 sehingga temperatur tanur akan tergantung pada posisi sakelar (s) dan banyaknya panas yang hilang pada dinding-dinding oven tanpa adanya indicator yang memberikan informasi berapa suhu yang terjadi di dalam tanur tersebut.

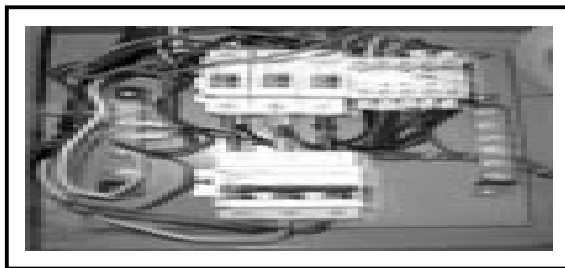


Gambar 1.3 Blok diagram sistem kendali lup tertutup [1]



Gambar 1.4 Blok diagram sistem kendali lup terbuka [1]

Kendali jaringan tertutup adalah sistem pengendalian dimana besaran output dapat memberikan efek terhadap besaran input sehingga besaran yang dikontrol dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan melalui suatu alat pencatat (*indicator*). Secara blok diagram, perbedaan antara jaringan tertutup dan terbuka dapat dilihat pada gambar blok diagram pengendalian kecepatan sepedar motor oleh seorang pengemudi, gambar 1.4. Sedangkan sistem kendali kontinu, biasanya menerapkan sistem PID, sementara sistem kendali diskrit dilakukan oleh komponen-komponen diskrit seperti: relay, termostat, level, saklar On-Off, selector switch, floating dan sebagainya.



Gambar 1.5 Contoh pengendalian daya listrik melalui panel daya

1.4 Pemakaian Sistem Kendali

Penggunaan sistem kendali dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari dalam pemakaian langsung ataupun tidak langsung. Pemanfaatannya dapat dikelompokkan kedalam jenis pemakaian untuk:

- a. Pengendalian proses meliputi pengendalian temperatur, tekanan, tinggi permukaan cairan viskositas dan lain-lain. Misalnya pada industri kimia, makanan, tekstil, pengilangan minyak dan lain-lain.
- b. Pembangkitan tenaga listrik (pengendalian distribusi tenaga listrik).

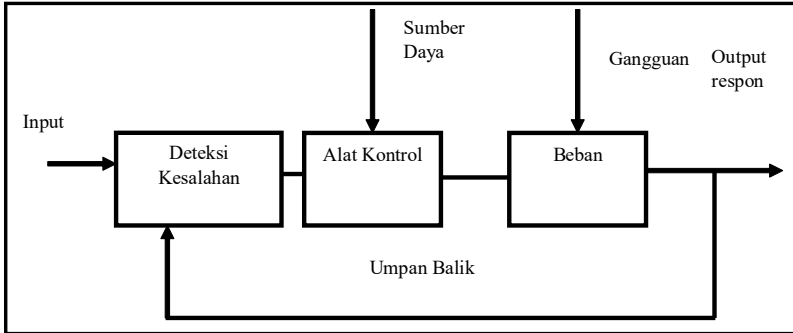
- c. Pengendalian numeric (numerical control, N/C), seperti pengendalian suatu proses operasi yang membutuhkan ketelitian tinggi, misalnya proses pengeboran, pembuatan lobang, tekstil, pengelasan dan lain-lain
- d. Pengendalian transportasi seperti elevator, escalator, pesawat terbang, kereta api, conveyor, pengendalian kapal laut dan servomekanis, dan
- e. Pengendalian bidang non teknis seperti ekonomi, sosiologi dan biologi

1.5 Elemen Sistem Kendali Dalam Praktek

Suatu sistem kendali dibentuk oleh beberapa unit yang disebut dengan elemen sistem berupa beberapa komponen. Secara umum, elemen sistem dari sebuah sistem kendali terdiri dari:

- a. Elemen masukan (reference input element), berfungsi untuk mengubah besaran yang dikontrol menjadi sinyal masukan acuan bagi sistem kendali tersebut
- b. Elemen pengendali (controller), berfungsi untuk memproses kesalahan (error) yang terjadi dan setelah kesalahan tersebut dilewatkan melalui elemen pengendali maka akan dihasilkan sinyal yang berfungsi sebagai pengontrol proses
- c. Elemen sistem (Proses), berupa proses mekanis, elektris, hidraulis, pneumatis ataupun kombinasi dari beberapa elemen tersebut
- d. Elemen umpan balik (feedback element), yaitu bagian sistem yang mengukur output yang dikontrol dan kemudian mengubahnya menjadi sinyal umpan balik Elemen/jalur maju (Forward gain), bagian dai sistem kendali tanpa umpan balik

Pada umumnya, konfigurasi dari elemen-elemen sistem kendali tersebut dalam pemakaian sehari-hari dapat ditunjukkan pada blok diagram di bawah ini.



Gambar 1.6 Elmen-elemen sistem kendali dalam praktek [2]

Dari blok diagram di atas:

- 1) Beban berupa sistem fisik yang akan dikendalikan (mekanis, listrik, termis, hidraulis atau pneumatis)
- 2) Controller merupakan peralatan/rangkaian untuk mengendalikan beban (sistem), biasanya dapat digabung dengan pengut
- 3) Respon adalah output yang diperoleh dari alat pencatat
- 4) Elemen umpan balik menunjukkan atau mengembalikan hasil pencatatan ke detector sehingga bisa dibandingkan terhadap harga yang diinginkan (distel)
- 5) Error detector adalah suatu alat pendeteksi kesalahan yang menunjukkan selisih antara input dan respons melalui umpan balik

1.6 Sistem Kendali Konvensional

Proses pengendalian dalam industri selalu berkembang seiring dengan semakin meningkatnya jumlah produksi barang yang harus dihasilkan. Mesin-mesin yang digunakan untuk melakukan proses produksi atau produktivitas di industri, pada umumnya digerakkan oleh motor-motor listrik

Pada awalnya proses pengontrolan mesin-mesin industri yang digerakkan oleh motor-motor listrik kebanyakan menggunakan saklar-saklar biasa yang dioperasikan secara langsung oleh tangan manusia dengan proses yang masih manual. Namun proses pengendalian secara

manual ini kurang handal dan tidak fleksibel. Sehingga secara bertahap para ahli dan praktisi industri secara terus menerus melakukan percobaan dan penelitian dalam rangka menciptakan suatu sistem yang dapat melakukan proses produksi yang lebih efisien, praktis dan otomatis.

Tahap pertama pengendalian proses secara manual (penggunaan saklar-saklar biasa) sudah mulai ditinggalkan dan menggantikannya dengan kontaktor atau saklar elektromagnetik atau relay. Alat ini dapat dioperasikan hanya dengan daya listrik yang relatif rendah untuk mengoperasikan kumparan kerja dari kontaktor atau relay tersebut.

Beberapa keuntungan menggunakan kontaktor sebagai alat pengendali, di antaranya:

- a. Dapat dioperasikan untuk pengendalian dari jarak jauh
- b. Dapat dioperasikan untuk pengendalian secara otomatis
- c. Dapat mengamankan peralatan atau operator jika tegangan sumber hilang atau datang secara tiba-tiba (*no voltage release*)
- d. Dapat dioperasikan dengan mudah (*touch operation*)

Pemakaian kontaktor dilengkapi komponen lainnya, seperti *push button*, *time delay relay*, *thermal overload relay* dan alat-alat ukur dapat dirakit dan ditempatkan pada suatu panel atau lemari bagi yang terdistribusi.

Dalam perkembangannya, kendali motor listrik selalu dihadapkan pada hal yang mutakhir dengan alat-alat kontrol yang lebih modern dengan sistem mekanis, elektris, hidraulis atau kombinasi dari itu. Bahkan pada saat ini, sistem pengendalian proses di industri sudah banyak menggunakan piranti-piranti elektronik yang dapat diprogram melalui komputer atau sejenisnya seperti penggunaan mikrokontroler dan *Programmable Logic Controller* (PLC).

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 1.1 Jelaskan yang dimaksud dengan kendali proses
- 1.2 Sebutkan manfaat dari sistem kendali
- 1.3 Sebutkan beberapa pengelompokan system kendali
- 1.4 Jelaskan dimana saja system kendali digunakan
- 1.5 Sebutkan beberapa elemen yang dibutuhkan dalam sistem kendali
- 1.6 Jelaskan perbedaan kendali konvensional dan jenis kendali lainnya

Soal-Soal:

- 1.7 Gambarkan diagram pemainan sistem kendali proses yang ada di rumah
- 1.8 Gambarkan diagram pemakaian sistem kendali jaringan terbuka dan jaringan tertutup yang ada di rumah
- 1.9 Tuliskan beberapa elemen yang digunakan dalam sistem kendali proses pada nomor 1.7 dan 1.8 di atas

INSTRUMEN KENDALI PROSES

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 2.1 Prinsip Kerja Kontaktor
- 2.2 Sistem Peredaman Getaran dan Sistem Pengungsi
- 2.3 Konstruksi Dasar Kontaktor
- 2.4 Rangkaian dasar Kontaktor
- 2.5 Mempraktekkan Sistem Pengujian Kontaktor

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan dan Pengukuran peralatan kendali

INSTRUMEN KENDALI PROSES

Setelah mempelajari bab ini, para mahasiswa diharapkan mampu:

- 1) Mengerti prinsip kerja kontaktor
 - 2) Mengerti dan dapat menjelaskan kembali prinsip kerja sistem peredaman getaran dan sistem penguncis
 - 3) Mengerti konstruksi dasar kontaktor
 - 4) Menggambarkan rangkaian dasar kontaktor
 - 5) Mengerti dan mempraktekan cara melakukan pengujian kontaktor
-

Pada saat ini pengontrolan secara manual telah diganti menggunakan kontaktor atau saklar elektro magnetik dan rele. Alat ini dioperasikan hanya dengan daya listrik yang relatif rendah untuk arus penguatan (operating coil) kontaktor atau rele yang bersangkutan, selagi kontak-kontak utama melayani arus beban (motor). Jadi kontaktor-kontaktor dan rele berfungsi sebagai penguat daya (Power Amplifier).

Beberapa keuntungan menggunakan kontaktor sebagai alat pengontrol, di antaranya adalah:

- a. Pengontrolan jarak jauh (Remote Control).
Kontaktorkan dapat dioperasikan dari jarak jauh untuk mengoperasikan (ON) dan menghentikan (OFF) motor-motor. Saklar ON atau OFF dapat ditempatkan dititik kontrol., sedangkan kontaktor didekat tempatkan di titik kontrol kontaktor cukup menggunakan kabel berdiameter kecil.
- b. Pengontrolan otomatis
Kontaktorkan dapat beroperasi secara otomatis dengan bantuan saklar-saklar kemudi, seperti termistor, limit swich, float swich, flow swich, dan saklar kemudi lainnya. Disamping itu kontaktorkan dapat

memutus rangkaian dengan segera bila terjadi gangguan (pengaman thermal over load rele).

- c. Pengaman peralatan atau operator bila tegangan sumber hilang dan datang lagi secara tiba-tiba (no voltage release).

Ada kalanya saat mengoperasikan mesin-mesin atau motor, tegangan hilang datang lagi, maka mesin segera beroperasi lagi, hal ini sangat membahayakan operator. Tetapi bila menggunakan kontaktor, hal tersebut di atas dapat diatasi, karena kontaktor beroperasi lagi setelah saklar ON ditekan.

- d. Pengoperasian secara enteng

Kontaktor dapat dioperasikan secara enteng atau dengan sentuhan ringan, dan dengan frekwuensi kerja tinggi walaupun arus beban yang dilayani sangat besar.

Alat-alat komponen kontrol biasanya dirakit pada suatu panel atau lemari, yang disebut panel atau lemari kontrol. Kita ketahui bahwa kontaktor dan rele diproduksi oleh beberapa pabrik atau terdiri dari beberapa merek, tetapi pada dasarnya mempunyai cara kerja yang sama. Untuk unit-unit pengontrolan khusus dapat dirancang dengan bantuan pabrik (katalog) yang bersangkutan.

Pada buku ini diuraikan secara rinci prinsip kerja beberapa komponen kontrol, dan contoh rangkaian kontrol dasar dan rangkaian-rangkaian kontrol yang lazim digunakan di industri. Dalam pengembangannya, kontrol motor listrik ini selalu dihadapkan pada hal yang mutakhir dengan alat-alat kontrol mekanik "Solid State", dengan demikian memerlukan jasa piranti - piranti elektronik untuk pengontrolan dan dapat pula diprogram melalui komputer.

2.1 Kontaktor dan Prinsip Kerjanya

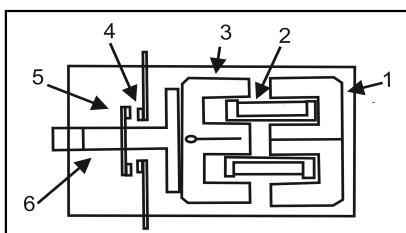
Kontaktor adalah sejenis saklar atau kontak yang bekerja dengan bantuan daya magnet listrik dan mampu melayani arus beban listrik yang relatif besar. umumnya digunakan sebagai saklar kontrol motor-motor listrik dan alat-alat listrik lainnya.

Kontaktor dapat dioperasikan secara manual dengan sentuhan ringan melalui saklar tekan (pushbutton) atau dioperasikan secara otomatis oleh rele-rele. Saklar ini mampu beroperasi menghubungkan dan memutuskan rangkaian listrik 1.000-3.000 kali per jam. Tegangan nominalnya pada rangkaian arus bolak-balik adalah 110 volt, 220 volt, 540 volt, dan pada rangkaian arus searah beroperasi pada tegangan lebih rendah.

Kontaktor pada dasarnya terdiri dari unit elektromagnetik, unit kontak dan kotak pelindung.

a. Unit elektromagnetik

Unit elektromagnetik berfungsi untuk menggerakkan unit kontak agar dapat menghubungkan dan memutuskan. unit ini terdiri dari inti dan kumparan operasi (operating coil), inti terdiri dari inti tetap dan inti bergerak (jangkar). Kumparan operasi dipasang pada inti tetap untuk membangkitkan medan magnet listrik. Bila kumparan mendapat tegangan listrik, maka fluks yang dihasilkan kumparan mengalir dalam inti sehingga dapat menarik jangkar dan menggerakkan unit kontak yang terpasang pada jangkar tersebut. Perhatikan gambar 1. Jangkar tertari sesuai arah panah, bila tegangan kumparan dilepas, maka daya medan magnet hilang dan jangkar kembali pada posisi semula (normal) karena dorongan pegas. Dengan sendirinya unit kontak juga kembali pada posisi normal baik menghubungkan atau memutuskan.



Gambar 2.1 Konstruksi dasar kontraktor [3]

Keterangan:

- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| 1. Inti tetap | 2. Kumparan operasi |
| 3. Inti bergerak (jangkar) | 4. Kontak tetap |
| 5. Kontak bergerak | 6. Pegas |

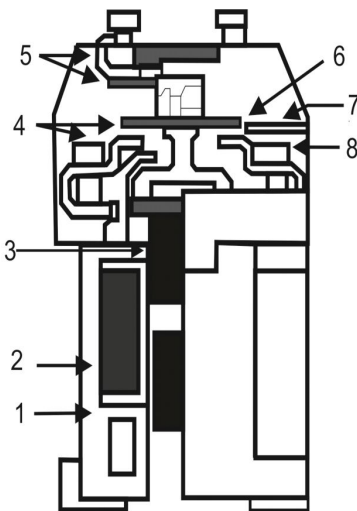
b. Unit kontak

Unit kontak terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama berfungsi untuk melayani arus beban yang terdiri dari beberapa kontak terbuka (*normally-open*) yang diistilahkan dengan “NO” dan beberapa kontak tertutup (*normally - clouse*) yang diistilahkan dengan “NC”. Biasanya kontak utama terdiri dari tiga kontak terbuka (melayani arus tiga fasa) atau terdiri dari tiga kontak terbuka (NO) dan tiga kontak tertutup (NC). Kontak bantu, berfungsi hanya melayani arus kontrol saja yang nilainya relatif kecil. Karena iti elemen kontaknya mempunyai ukuran relatif kecil bila dibandingkan dengan ukuran elemen kontak utama.

Arus kontrol misalnya arus satu kumparan operasi atau arusa untuk mengoperasikan rele-rele lainnya. Suatu kontaktor umumnya mempunyai satu montak bantu NO atau satu kontak NO dan satu kontak NC, atau lebih banyak tergantung dari model dan kegunaan suatu kontraktor.

c. Kontak pelindung

Kontak pelindung terbuat dari bahan-bahan yang bersifat isolator dan berfungsi sebagai pelindung unit elektro magnet dan unit kontak yang dibuat sedemikian rupa, kokoh dan rapi serta praktis dalam pemakaian. Di samping itu sangat diperhatikan pula keamanan bagi konsumen.



Pada gambar 2.2 dapat dilihat gambar irisan suatu kontaktor. kontaktor berdaya besar biasanya dilengkapi dengan alat peredam bunga api pada kontak utama dengan bagian-bagiannya seperti diterangkan di bawah ini.

Gambar 2.2

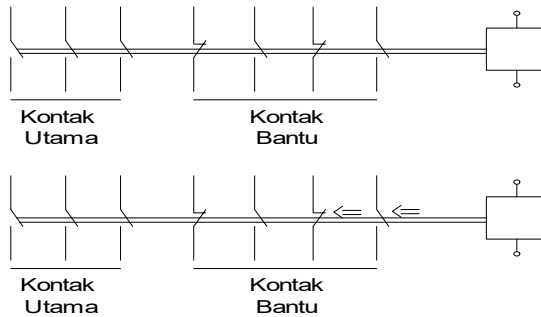
Irisan kontaktor [3]

Keterangan gambar 2.2

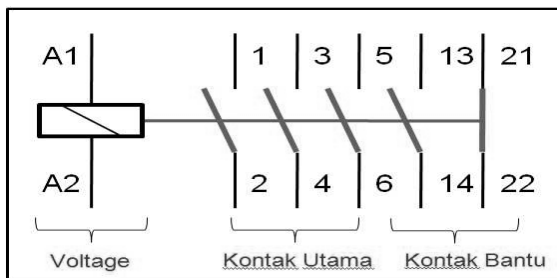
- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. Inti magnet tetap | 5. Unit kontak bantu NC |
| 2. Kumparan operasi | 6. Kontak bergerak |
| 3. Jangkar | 7. Bagian peredam bunga api |
| 4. Kontak utama NO | 8. Kontak tetap |

d. Lambang kontaktor

Dalam pemakaian ada beberapa lambang kita jumpai, salah satu diantaranya seperti pada gambar 4. kumparan operasinya digambarkan persegi empat dan kontak-kontaknya digambar seperti lambang saklar engsel atau saklar lepas. Lambang kontaktor lainnya, kumparan operasinya digambarkan bentuk lingkaran, bentuk lambang kumparan atau lambang resistor. Sedangkan kontak-kontaknya digambarkan seperti lambang kapasitor.



Gambar 2.3 Lambang Kontaktor



Gambar 2.4 Lambang kontaktor dengan kontak bantu sebagai kontak “delay” [3]

Keterangan gambar 2.3 dan gambar 2.4:

- 1) Kontak 1 dan 2, kontak berpermukaan luas. Kontak 1 memutus terlambat dari kondisi normal, dan kontak 2 menghubungkan terdahulu dari kondisi normal.
- 2) Kontak 3, 4, 5 dan 6 adalah kontak delay atau kontak yang beroperasi terutama dari kontak normal.
- 3) Kontak 3 dan 4, operasinya tertunda setelah kontaktor menutup. dan kontak 5 dan 6 operasinya tertunda setelah kontaktor melepas.

2.2 Sistem Peredaman Getaran Dan Sistem Penguncian

Kontaktor dan saklar elektromagnetik lainnya yang digunakan dalam rangkaian arus bolak-balik akan mengalami getaran karena setiap satu periode gelombang arus bolak-balik yang membangkitkan medan magnet pada inti besi kontaktor mengalami dua kali nol, sehingga saat arus nol maka medan magnet yang dibangkitkan juga nol dan akibatnya jangkar melepas bersama kontak dan akan terhubung kembali bila arus naik lagi. Demikian seterusnya kontaktor akan bergetar sesuai dengan frekuensi arus. Getaran tersebut dapat menimbulkan bunyi yang tidak enak dan juga dapat merusak bagian kontak akibat percikan bunga api.

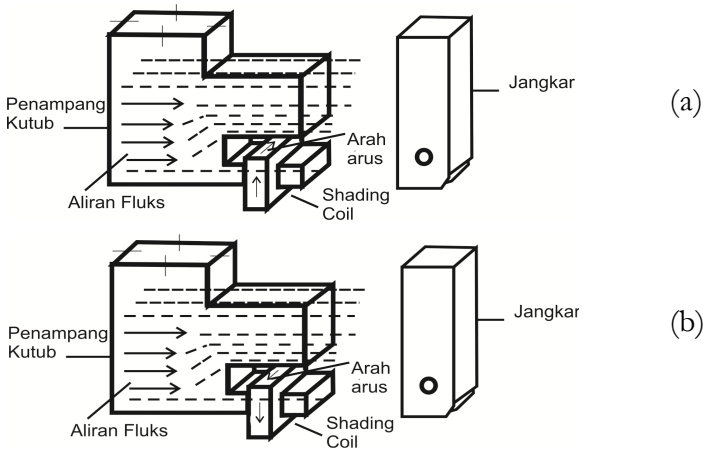
Pada dasarnya ada dua cara peredam getaran yaitu menggunakan kumparan kutub bayangan (Shaded coil) dan atau menggunakan sistem pengunci elektromagnet. Prinsip masing-masing sistem diuraikan berikut,

a. Sistem kumparan kutub bayangan

Prinsip peredaman getaran kontaktor dengan sistem kumparan kutub bayangan dapat dijelaskan dengan memperhatikan gambar 2.5. kumparan kutub bayangan berupa satu lilitan yang dihubungkan singkat atau berbentuk cincin terbuat dari bahan pengantar (tembaga). Kumparan tersebut dipasang pada ujung-ujung inti kutub kontak kontaktor sedemikian rupa, dan bila kumparan utama diberi tegangan maka arus naik dari nol sampai maksimal dan pada inti terbangkit fluks magnet yang arahnya dari kiri ke kanan. Sebagian fluks tersebut memotong kumparan kutub bayangan (cincin tembaga), sehingga pada kumparan

kutub bayangan terbangkit tegangan induksi dan arusnya mengalir searah putaran jarum jam. Arus pada kumparan kutub bayangan tersebut akan membangkitkan fluks pula yang arahnya melawan fluks utama, akibatnya fluks utama cenderung mengalir pada inti diluar kumparan kutub bayangan, seperti terlihat pada gambar 2.5a.

Selanjutnya pada saat sumber arus turun dari nilai maksimum menuju nol, maka sebagian fluks utama dari kiri kekanan tetap memotong pada kumparan kutub bayangan. Akibatnya pada kumparan tersebut juga terbangkit tegangan induksi yang arah arusnya melawan arah putaran jarum jam, dan arus tersebut akan membangkitkan fluks utama pada kumparan kutub bayangan yang arahnya searah fluks utama. Akibatnya pada fluks utama cenderung mengalir pada inti kumparan kutub bayangan, atau dengan kata lain nilai fluks lebih besar dari inti kutub bayangan daripada sisi inti lainnya seperti terlihat pada gambar 2.5b.

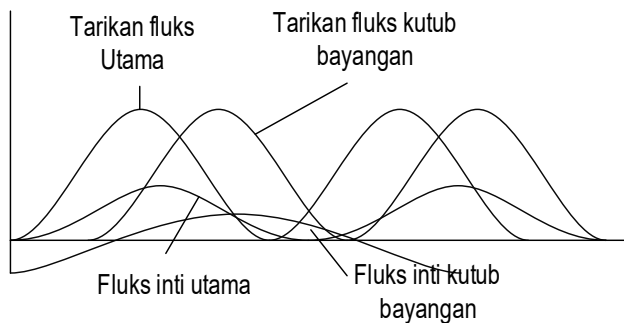


Gambar 2.5 Penampang inti kutub kontaktor dengan kutub bayangan [3]

- Arus pada kumparan kutub bayangan searah jarum jam, maka fluks pada inti utama lebih besar
- Arus pada kumparan kutub bayangan melawan arah jarum jam, maka fluks pada inti utama berkurang dan cenderung mengalir pada inti kumparan kutub bayangan (shading coil).

Nilai fluks kumparan kutub bayangan dan fluks utama pada inti sisi lain dapat digambarkan seperti gambar 2.6. Dikutip dari “ Walter N Alerich, Motor Control”. Gambar memperlihatkan bahwa fluks kumparan kutub bayangan ± 90 dari fluks utama pada inti sisi lain, sehingga nilai rata - rata fluks lebih besar dari nol. Karena itu maka jangkar tetap ditarik oleh inti magnet tetap dan tidak tetap ditarik oleh inti magnet tetap akan bergetar walaupun tegangan sumber bervariasi pada frekuensi 50 Hz atau 60 Hz.

Pada gambar juga diperlihatkan grafik daya tarik fluks kumparan kutub bayangan dan fluks utama, dan dapat diartikan bahwa daya tarik elektromagnet konstan selama kontaktor beroperasi.



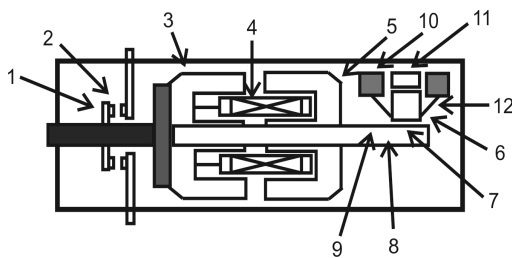
Gambar 2.6 Grafik fluks utama dan fluks kutub bayangan serta grafik tarikan fluks utama dan fluks kutub bayangan [3]

b. Sistem Pengunci Elektro Magnet

Pada sistem ini kontaktor dilengkapi dengan satu unit elektro magnet lagi seperti pada gambar 2.7. Unit magnet tersebut juga berfungsi sebagai pengunci yang terdiri dari kumparan mini, inti tetap dan jangkar atau batang plunyer. unit elektromagnet ini ditempatkan pada bagian ujung sumbu jangkar kontaktor yang dilengkapi lubang pengunci.

Cara pengoperasian kontaktor ini dapat dilihat pada gambar 2.7a. bila saklar ON ditekan maka kumparan utama mendapat arus jangkar tertarik arah panah A. Kontak kontaktor (NC) terbuka dan kontak NO terhubung, sehingga kumparan mini mendapat arus dan plunyer

terdorong ke arah panah B. Bagian ujung batang plunyer masuk lubang pengunci dan kontaktor terkunci, dan tetap beroperasi walaupun kumparan utama tidak mendapat arus lagi. Untuk melepaskan kontaktor perhatikan gambar 2.7b. Rangkaian operasi kontaktor pada posisi melepas dengan cara menekan saklar OFF. Bila saklar OFF ditekan, maka arus kumparan mini terputus dan daya magnetnya hilang. Batang plunyer tertarik kembali pada posisi normal (sesuai arah panah D), dan karena tarikan pegas maka sumbu jangkar terlepas dan tertarik (sesuai arah panah C) kembali ke posisi normal karena tarikan pegas. Jadi kontaktor kembali pada posisi normal. Kontaktor jenis mini sangat aman dalam pemakaian dan dapat melayani arus beban besar.

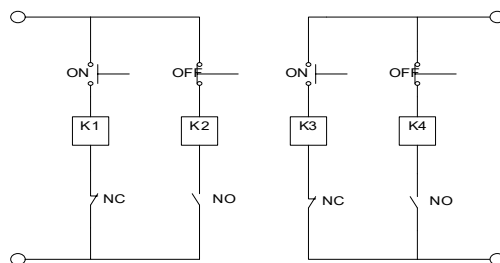


Gambar 2.7 Kontaktor sistem pengunci elektro magnet [3]

Keterangan:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. Kontak bergerak | 2. Kontak tetap |
| 3. Jangkar | 4. komparan operasi |
| 5. Inti tetap | 6. Batang plunyer |
| 7. Titik a | 8. Sumbu jangkar |
| 9. Lubang kunci | 10. Kumparan pengunci |
| 11. Inti tetap pengunci | 12. Pegas |

- a. Rangkaian operasi kondisi membuka;
- b. Rangkaian operasi kondisi menutup



Gambar 2.8 Rangkaian operasi kontaktor sistem pengungsi elektro magnet

Keterangan:

K1 adalah kumparan operasi kontaktor

K2 adalah kumparan pengunci

ON adalah saklar tekan penghubung

OFF adalah saklar tekan pemutus

NC dan NO adalah saklar bantu kontaktor

Untuk mengoperasikan saklar sistem pengunci elektro magnet perhatikan gambar 2.8a. Bila saklar ON ditekan maka K1 dapat arus dan kontaktor beroperasi, kontak NC memutus dan kontak NO menghubungkan (seperti gambar 2.8b.). Karena NO menghubungkan maka kumparan pengunci K2 dapat arus dan beroperasi menggerakkan batang plunyer dan masuk pada lubang pengunci, dan kontaktor terkunci. Selama kontaktor beroperasi K1 tidak memakai arus. Kontaktor dapat dilepas dengan menekan saklar OFF.

2.3 Struktur Kontaktor

Kontaktor ditinjau dari segi strukturnya dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu jenis plunyer horizontal (horizontal plunyer) dan jenis struktur bersambung (*Link structure*).

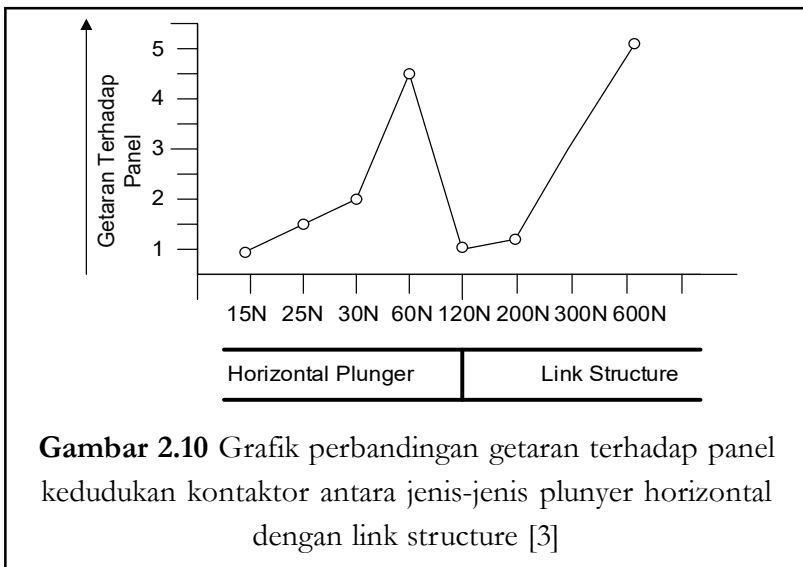
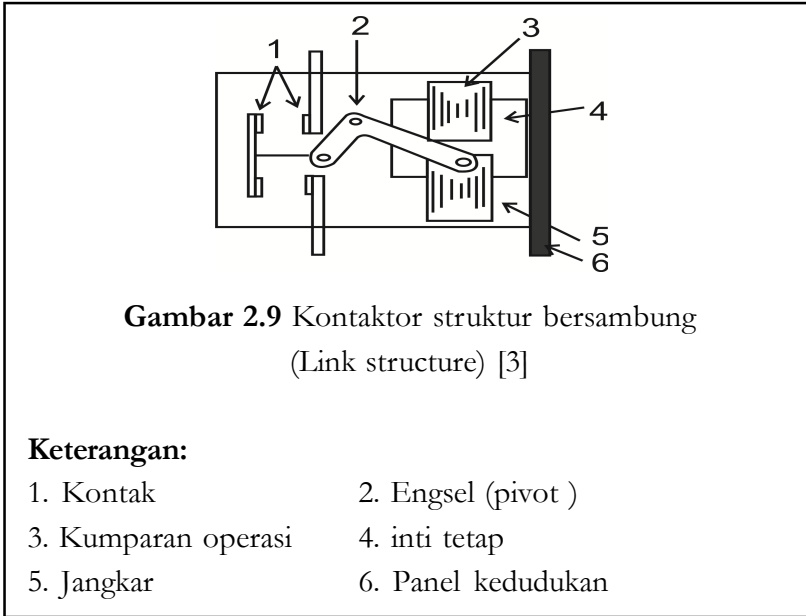
a. Plunyer horizontal

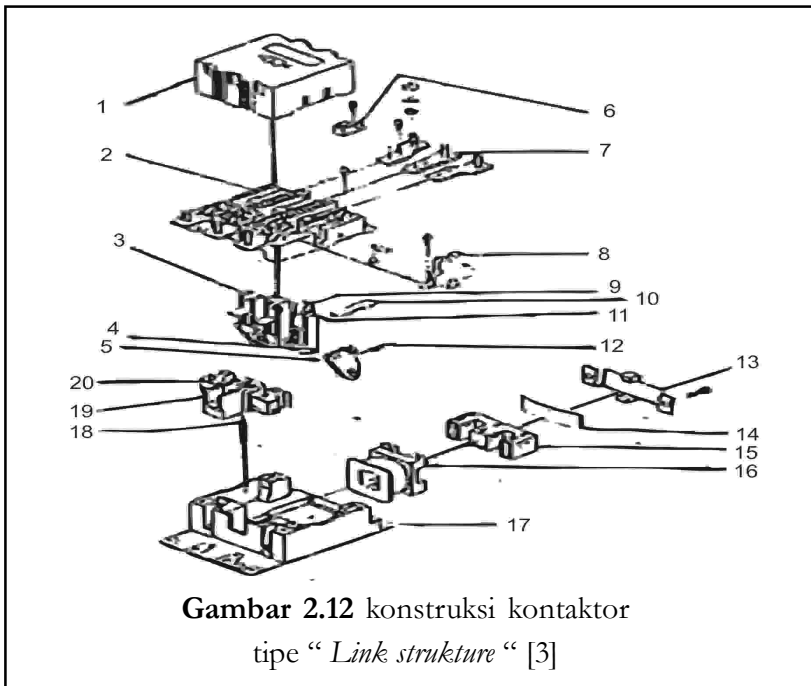
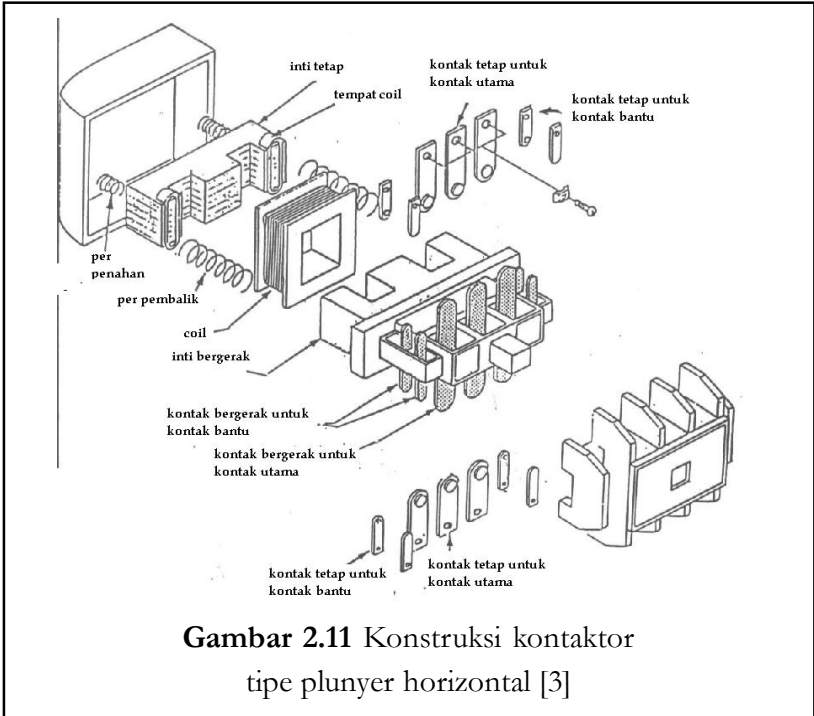
Kontaktor jenis struktur horizontal seperti gambar 2.9. Arah gerakan jangkar dan kontak horizontal (sesuai arah panah, kekanan) dan konstruksinya lebih sederhana dari jenis struktur bersambung.

b. Struktur bersambung (*Link Structure*)

Koontaktor jenis struktur bersambung seperti gambar 2.9. Arah gerakan jangkar vertikal dan arah gerakkan kontak horizontal, jangkar dan kontak disambung oleh sebuah lengan-lengan berbentuk siku. Pada bagian sudut siku ditahan oleh engsel (pivot). Bila kumparan diberi arus, maka jangkar tertarik kearah vertikal (sesuai arah panah) dan kontak tertarik arah horizontal (kekanan sesuai arah panah). Keuntungan kon-

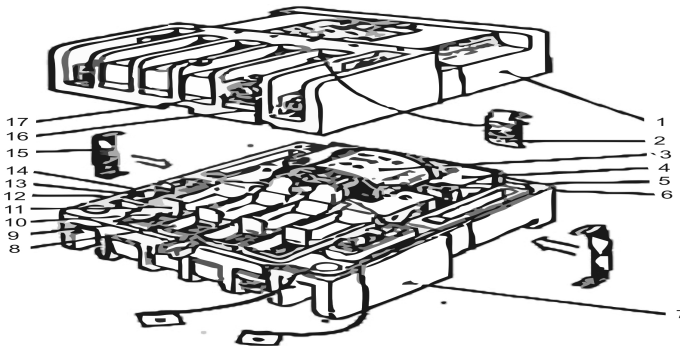
taktor jenis ini adalah, getaran terhadap panel kedudukannya sangat kecil dibandingkan jenis plunyer horizontal dan konstruksinya kokoh dan ringan. Pada gambar 11. dapat dilihat grafik getaran terhadap panel kedudukan antara kontaktor plunyer horizontal dengan kontaktor struktur bersambung.





Keterangan gambar 2.12

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Kontak pelindung atas | 11. Pegas kontak |
| 2. Bagian pelindung | 12. Pegas pendorong |
| 3. Plat penahan | 13. Plat penahan |
| 4. Batang engsel | 14. Pegas bilah |
| 5. Tuas penghubung | 15. Inti tetap |
| 6. Kontak tetap | 16. Kumaran operasi1 |
| 7. Terminal | 17. kotak pelindung bawah |
| 8. Blok kontak bantu | 18. Poros pen |
| 9. Dudukan pegas | 19. Kotak penuntun |
| 10. Kontak bergerak | 20. Inti bergerak (Jangkar) |



Gambar 2.13 Kontaktor tipe ASEAEG 20 [3]

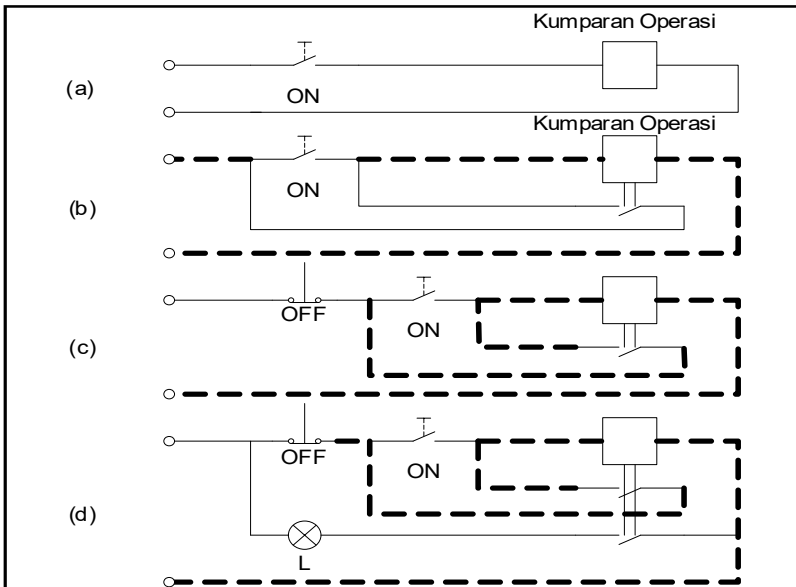
Keterangan gambar 2.13:

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. Kotak pelindung atas | 10. Dudukan pegas |
| 2. Kotak utama (tetap) | 11. kontak utama, bergerak |
| 3. Kumaran operasi | 12. Kontak bantu bergerak |
| 4. Inti | 13. Pegas |
| 5. Lilitan shaded | 14. Dudukan pegas |
| 6. Pegas pelepas | 15. Klem pengunci |
| 7. kotak pelindung bawah | 16. kontak bantu tetap |
| 8. Penuntun kontak | 17. Terminal |
| 9. Pegas | |

2.4 Rangkaian Dasar Kontaktor

a. Rangkaian operasi kontaktor

Kontaktor dapat dioperasikan dengan saklar tekan NO untuk operasi (ON) dan saklar tekan NC untuk stop (OFF) dan masing masing saklar saling dihubung seri dengan kumparan operasi kontaktor. Agar kontaktor tetap beroperasi saat saklar ON dilepas, maka kontaktor perlu dikunci dengan kontak bantu NO yang dipasang paralel dengan saklar tekan ON.



Gambar 2.14 Rangkaian dasar operasi kontaktor

- Rangkaian operasi dengan saklar tekan NO, start (ON)
- Rangkaian operasi dilengkapi saklar pengunci
- Rangkaian operasi dilengkapi saklar tekan NO, untuk stop
- Rangkaian operasi dilengkapi lampu tanda

Untuk lebih jelasnya pengoperasian kontaktor, perhatikan gambar 2.14 di atas. Pada gambar 2.14a. Kontaktor hany dilayani oleh saklar tekan NO untuk operasi (ON), dan bila saklar On ditekan, maka kumparan operasi dapat arus dan kontaktor beroperasi. bila saklar ON di-

lepas, maka kontaktor juga melepas. Agar kontaktor tetap beroperasi, maka kontaktor perlu dikunci dengan kontak bantu NO kontaktor tersebut yang dihubungkan paralel dengan saklar tekan ON. Dengan demikian fungsi saklar tekan ON digantikan dengan saklar bantu NO tersebut, seperti rangkaian pada gambar 2.14b. Pada gambar 15c. rangkaian dilengkapi dengan sebuah saklar tekan NC untuk melepas kontaktor. Bila saklar tekan NC (OFF) ditekan, maka arus kumparan terputus dan kontaktor lepas.

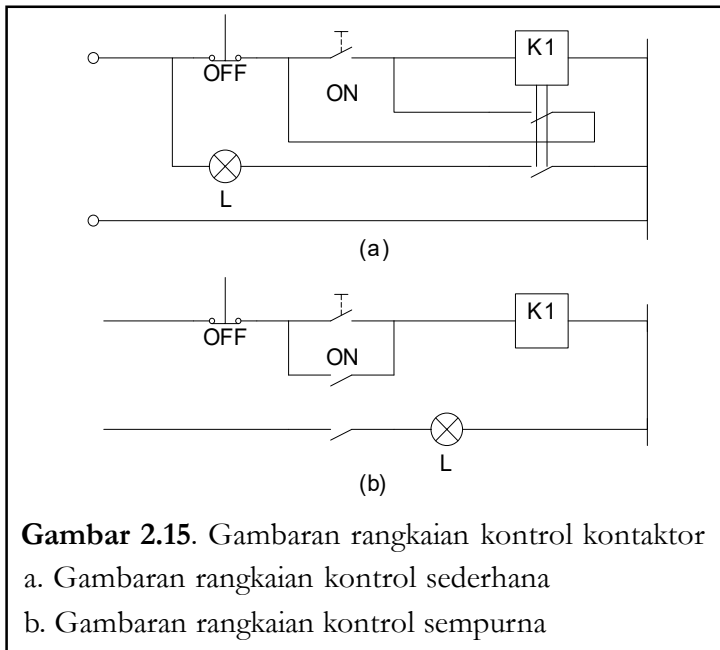
Pada gambar 2.14d. Rangkaian dilengkapi dengan sebuah lampu tanda untuk mengetahui bahwa kontaktor sedang beroperasi. Biasanya lampu tanda (L) tersebut dilayani dengan kontak bantu NO untuk tanda beroperasi dan dengan kontak NC untuk tanda belum beroperasi. Lampu tanda beroperasi biasanya digunakan lampu warna hijau dan tanda belum beroperasi dipakai lampu warna merah atau bervariasi dengan warna lain.

b. Gambar rangkaian kontrol kontaktor

Menggambarkan suatu rangkaian kontrol kontaktor atau rangkaian kontrol motor listrik memerlukan cara dan teknik tertentu. Rangkaian kontrol kontaktor secara sederhana dapat dibuat seperti gambar 2.15. Yang dibuat berdasarkan gambar 2.14d. Mula-mula dibuat garis lurus vertikal samping kiri dan kanan, yang menggambarkan jaringan sumber tegangan R dan S, dan seterusnya gambarkan saklar OFF, saklar ON, Kumparan operasi dan seterusnya dan kalau ada saklar rele lainnya dan terakhir dihubungkan pada garis jaringan S. Langkah selanjutnya gambarkan saklar pengunci dan rangkaian lampu tanda. Seperti gambar 2.15a.

Gambar rangkaian kontrol pada gambar 2.15a. dapat disempurnakan lagi seperti gambar 2.15b. Pada gambar 2.15b. dapat dilihat bahwa: Kontak-kontak bantu kontaktor tidak digambarkan dekat kumparan operasi, tetapi digambarkan dekat dengan saklar dan kontak-kontak lainnya. Masing-masing kontak diberi tanda atau nomor sesuai dengan kontaktornya. Seperti pada gambar 2.15b. kontak pengunci digambarkan langsung paralel dengan saklar ON dan diberi tanda K1, dan demikian

juga dengan saklar bantu yang digunakan untuk lampu tanda. Menggambar-
 barkan rangkaian kontrol ini dapat juga dimulai dari sisi atas ke sisi bawah
 agar mudah menyambunginya bila menggunakan banyak kontaktor.



2.5 Pengujian Kontaktor

Pengujian yang dimaksudkan disini adalah pengujian tegangan operasi dan tegangan melepas kontaktor untuk tegangan arus - bolak balik dan tegangan arus searah. Dari hasil pengujian dapat diketahui efektivitas dan kemandirian kerja suatu kontaktor. Tegangan operasi dan tegangan melepas suatu kontaktor pada tegangan arus bolak balikan jauh berbeda dengan tegangan arus searah.

Cara pengujian dapat dilakukan seperti uraian berikut:

Pengujian kontaktor ditujukan untuk mengetahui konektivitas dan tegangan kerja kontaktor. Rangkaian pengujian dilakukan seperti pada gambar 2.15 di atas, sedangkan alat dan langkah-langkah pengujian dijelaskan pada dua tahapan berikut.

a. Alat dan bahan pengujian

1. Satu buah kontaktor
2. Satu buah Slide regulator, 0 - 350 volt
3. Satu buah volt meter ac/dc, 0 - 300 volt
4. Satu buah power suply dc 0 - 250 volt

b. Langkah pengujian

1. Rangkailah alat dan bahan pengujian seperti gambar 2.16. dan slide regulator diatur padategangan minimal nol volt
2. Beri rangkaian pengujian tegangan sumber, dan naikan tegangan slide regulator perlahan-lahan sampai kontaktor beroperasi, tegangan operasi.....volt.
3. Selanjutnya turunkan tegangan slide regulator perlahan-lahan sampai kontaktor melepas, dan catat tegangan saat kontaktor melepas. Tegangan melepasvolt
4. Ganti slide regulator dengan power suply dc dan lakukan percobaan selanjutnya seperti langkah poin 2 dan 3. Catat tegangan operasi kontaktor pada tegangan dc, tegangan operasivolt dan tegangan melepas volt
5. Selesai pengujian atau percobaan lepaskan tegangan sumber dari rangkaian dan kembalikan alat dan bahan ketempatnya

Kontaktor dapat dioperasikan pada tegangan arus bolak balik dan arus searah. Pada tegangan arus bolak balik dan arus searah. Pada tegangan arusa bolak balik kontaktor beroperasi antara (85–110) tegangan nominal dan melepas pada 50% - 60% tegangan nominal. Pada tegangan arus searah kontaktor beroperasi pada tegangan yang sama dengan tegangan operasi arus bolak balik dan melepas pada 20%-30% tegangan nominal.

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 2.1 Jelaskan prinsip kerja kontaktor
- 2.2 Bagaimana sistem peredaman dan penguncian pada kontaktor
- 2.3 Jelaskan konstruksi dasar kontaktor
- 2.4 Gambarkan tentang rangkaian dasar kontaktor
- 2.5 Jelaskan bagaimana cara melakukan pengujian kontaktor
- 2.6 Ujilah konektivitas dan tegangan kerja beberapa kontaktor yang ada di laboratorium

Soal-Soal:

- 2.7 Cari dan gambarkan pemakaian kontaktor sebagai instrument kendali
- 2.8 Buat rangkaian sederhana sebuah sistem kendali menggunakan kontaktor
- 2.9 Jelaskan bagaimana menguji kontaktor menggunakan instrument pengukuran

RELE KENDALI & RELE PROTEKSI

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 3.1 Rele Kendali
- 3.2 Cara Kerja Rele Kendali
- 3.3 Rele Proteksi
- 3.4 Cara Kerja Rele Proteksi

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan alat ukur
- Menyediakan hardware jenis-jenis Rele

RELE KENDALI & RELE PROTEKSI

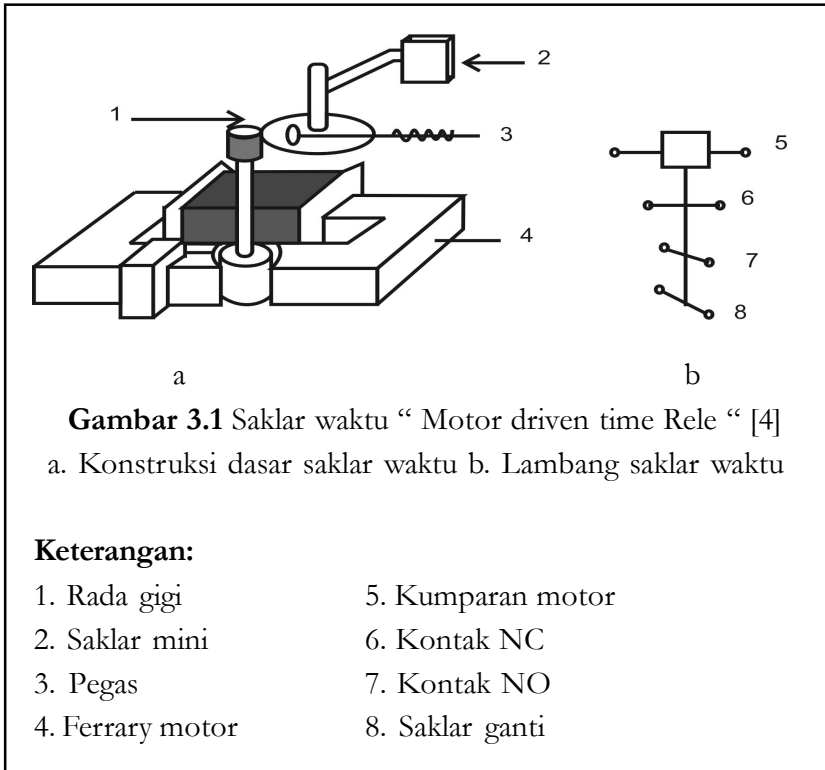
Setelah mempelajari bab ini, para mahasiswa diharapkan mampu:

- 1) Mengetahui jenis rele kendali
 - 2) Menjelaskan kembali cara kerja rele kendali
 - 3) Mengetahui jenis rele proteksi
 - 4) Menjelaskan kembali cara kerja rele proteksi
-

Rele adalah peralatan kendali yang banyak sekali pemakaiannya dan berfungsi antara lain sebagai pengawas, peoperasi dan pemberi tanda. Rele adalah sejenis kontak atau saklar seperti halnya kontaktor yang bekerja dengan bantuan daya magnet listrik atau dengan daya bentuk lain. Rele dapat menghubungkan suatu rangkaian kendali dengan rangkaian-rangkaian kendali lainnya. Rele mempunyai dua buah kumparan untuk tujuan tertentu Satu tegangan Rele tergantung dari kebutuhan dan sumber daya, misalnya 24 volt arus searah, 115 volt dan 220 volt arus bolak balik dan sebagainya. Rele terdiri dua jenis, yaitu Rele Kendali dan Rele proteksi

3.1 Rele Kendali

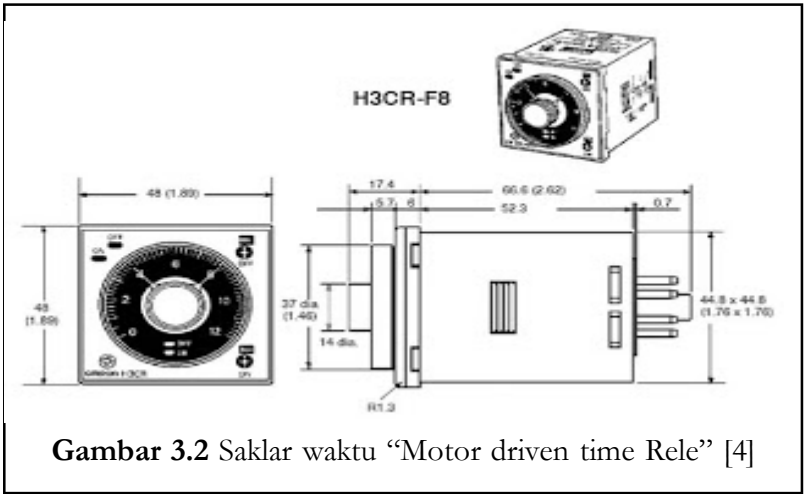
Rele Kendali, ada dua jenis yaitu kontak Kendali dan kontak waktu (time Rele). Kontak Kendali pada dasarnya mempunyai konstruksi dan prinsip dasar yang sama dengan kontaktor dan unit kontakanya terdiri dari beberapa kontak terbuka dan kontak terbuka dan beberapa kontak tertutup serta kontak ganti. Konstruksi dasar kontak Kendali dan lambangnya seperti pada gambar 3.1.



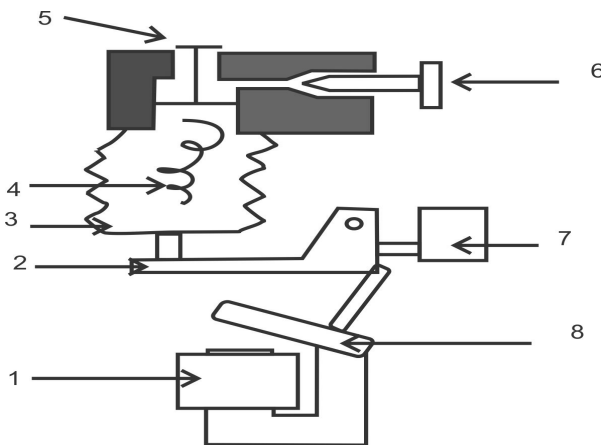
Kontak waktu adalah saklar yang dapat bekerja sesuai dengan waktu yang diinginkan dan jenisnya antara lain adalah “ Kotor driven time Rele” dan “Phematic time Rele”

Saklar waktu jenis ini terdiri dari motor ferrary, roda - roda gigi dan saklar mini. Motor ferrary adalah sejenis motor arus bolak balik satu fasa (shaded pole) berkecepatan konstan, dan kecepatan putaran motor tersebut dipindahkan ke roda-roda gigi melalui poros motor. Roda-roda gigi berfungsi untuk menurunkan kecepatan putaran motor pada nilai tertentu sesuai dengan pengaturan waktu suatu saklar waktu. Poros roda gigi dihubungkan pada tuas yang berfungsi untuk mengoperasikan saklar mini, yang akan memberikan arus pada saklar magnet mini yang terpasang didalam saklar waktu tersebut. Pengaturan waktu dapat dilakukan dengan menggeser lebih jarak tuas poros roda gigi, semakin jauh diatur jaraknya, maka semakin lama waktu terpakai untuk

menyentuh saklar mkini pada posisi normal. Gambar 20. adalah rangkaian saklar waktu “ Motor driven time Rele “ terminal 2-7 adalah terminal sumber tegangan dan terminal 5-8 adalah kontak NC dan 6-8 kontak NO. SM adalah motor ferrary dan 1L adalah lampu indikator. *Clutchcoil* adalah kumparan saklar magnet untuk mengaktifkan kontak saat “setting” saklar waktu habis.



Pneumatic time Rele adalah suatu jenis saklar waktu bekerja berdasarkan tekanan udara dan terdiri dari unit mekanik magnet listrik, unit peniup dan unit kontak. Konstruksinya seperti gambar 3.3.



Gambar 3.3 Saklar waktu “Pneumatic time Rele” [4]

Keterangan:

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1. Kumbaran operasi | 5. Ketup buang |
| 2. Tuas pendorong | 6. Sekrup pengatur |
| 3. Karet membran)Bellows) | 7. Kontak |
| 4. Pegas | 8. Jangkar |

Bila kumbaran uni mekanik mendapat satu tegangan listrik maka jangkar akan tertarik dan mendorong unit peniup)bellows) melalui tuasnya, dan udara yang berada didalam unit peniup tertekan keluar melalui katup buang (*Non-return valve*). Kemudian udara dimasukkan kembali pada alat peniup melaluisekrup pengatur, semakin besar udara masuk diatur melalui sekrup tersebut semakin cepat unit peniup penuh dan kembali ke posisi normal untuk mengoperasikan kontak. Jadi sekrup pengatur berfungsi mengatur waktu kerja kontak. Pada umumnya time Rele atau kontak waktu mempunyai pengaturan waktu dalam detik, menit atau jam.

3.2 Rele Proteksi

Rele proteksi berfungsi sebagai alat pengaman suatu rangkaian listrik terhadap gangguan akibat perubahan nilai besaran listrik. Bila suatu rangkaian mengalami gangguan maka Rele proteksi akan memutuskan rangkaian tersebut dari sumber tegangan listrik. Rele proteksi mempunyai beberapa kontak terbuka dan kontak tertutup. Namun demikian, konstruksi Rele proteksi pada dasarnya sama dengan kontak Kendali dan jenis-jenisnya antara lain adalah Rele thermal, Rele arus lebih, Rele tegangan kurang dan Rele tegangan lebih.

3.2.1 Thermal Over Load Rele

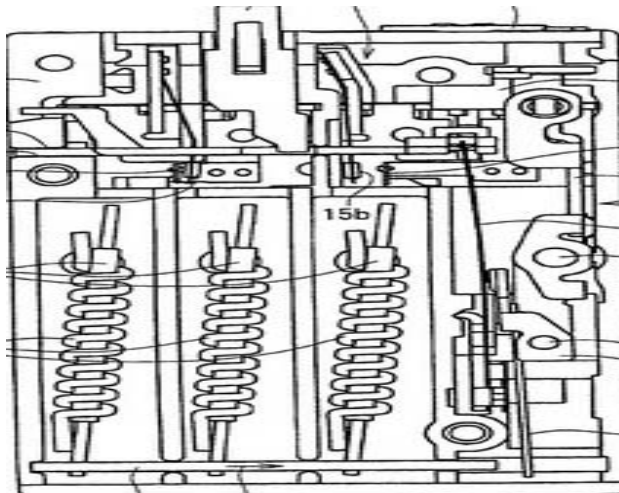
Salah satu jenis Rele thermal adalah Thermal Over Load Rele yaitu sejenis saklar atau kontak yang bekerja berdasarkan perubahan suhu yang berfungsi untuk pengaman motor-motor listrik dari gangguan beban arus lebih. Konstruksinya seperti pada gambar 3.6. *Thermal overload Rele* terdiri dari unit perasa suhu, unit kontak dan alat pengatur kemampuan kerja Rele tersebut.

1) Unit Perasa suhu

Terbuat dari plat dwi logam yang dililit dengan kawat elemen pemanas. Plat dwi logam terdiri dari dua jenis logam yang berbeda muai panjangnya dan saling didempetkan. Bila plat dwi-logam mengalami suhu di atas suhu ruang maka plat tersebut akan melengkung karena perbedaan muai panjangnya, seolah-olah yang satu menarik dan yang lainnya menahan. Daya lengkung plat dwi logam itulah yang digunakan untuk mengoperasikan unit kontak. Semakin besar arus beban lebih melalui kawat elemen pemanas, semakin cepat plat bi-metal melengkung untuk mengoperasikan unit kontak.

2) Unit kontak terdiri dari kontak utama dan kontak sinyal

Kontak utama akan memutuskan apabila terjadi gangguan arus beban lebih atau pada saat plat dwi logam melengkung, maka arus dari sumber terputus dan beban atau motor terhindar dari gangguan. Kontak utama membutuhkan waktu untuk kembali pada posisi normal, karena plat bi-metal juga membutuhkan waktu untuk melurus kembali dan mempercepat kembalinya, dapat dilakukan dengan cara menekan tuas "reset". Selanjutnya beban atau notor listrik dapat dioperasikan lagi setelah gangguan diperbaiki.



Gambar 3.4 Thermal over Load Relé [4]

3) Alat Pengatur Kemampuan Kerja Rele

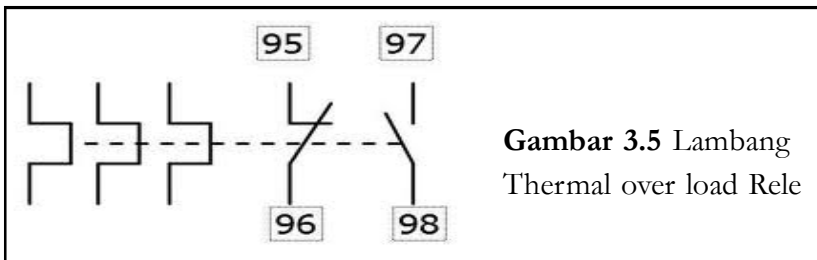
Adalah berupa tombol pengatur (setting knob) yang merupakan suatu tuas untuk mengatur jarak plat bimetal atau dwilogam dengan elemen kontak. Jarak tersebut telah ditentukan skalanya berdasarkan kemampuan kerja yang diinginkan.

Jika pengaturan arus dibuat lebih besar, berarti membuat jarak antara plat dwilogam dengan elemen kontak lebih besar atau menekan plat dwilogam sampai lengkung, maka untuk mengoperasikan kontak plat dwilogam membutuhkan arus yang lebih besar untuk mendapatkan suhu yang lebih besar agar plat dwilogam lebih lengkung. Sebaliknya pengaturan arus minimal berarti jarak antara plat dwilogam dengan elemen kontak kecil, maka dengan sedikit arus, sedikit panas dan sedikit lengkungan plat dwilogam telah dapat mengoperasikan kontak.

Batas pengaturan arus kerja minimum berbanding 1:1,6. Dan berdasarkan standar Teknik Listrik German dan Swedia menetapkan limit fungsi suatu thermal over load Rele adalah:

1. Pengaturan arus 1,05 kali, dapat berfungsi sebelum dua jam
2. Pengaturan arus 1,2 kali, dapat berfungsi setelah dua jam.
3. Pengaturan arus 1,5 kali, dapat berfungsi setelah dua menit

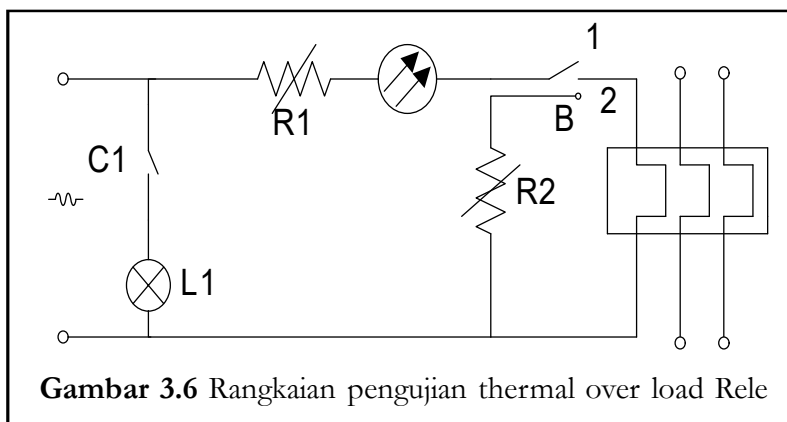
Bila Rele bekerja maka kontak utama menutup dan kontak sinyal membuka, kontak tersebut akan kembali pada posisi normal secara otomatis setelah beberapa saat temperatur dwilogam turun normal pada suhu ruang, biasanya membutuhkan waktu kira - kira satu menit. Posisi kontak Rele dapat juga dikembalikan lebih cepat secara manual dengan menggunakan tuas “resetting pin”. Karakteristik kerja Rele seperti pada gambar 3.6b. dan lambangnya seperti gambar 3.7.



4) Pengujian Thermal Over Load Relé

Suatu thermal perlu diuji kemampuan kerjanya sehingga dapat diketahui karakteristik thermal itu untuk dibandingkan dengan karakteristik standar thermal tersebut. Pengujian Thermal dapat dilakukan seperti uraian berikut:

a. Rangkaian pengujian thermal over load Relé (batas arus 0,6 - 1 Ampere)



Gambar 3.6 Rangkaian pengujian thermal over load Relé

b. Langkah pengujian:

1. Sumber arus bolak - balik yang dapat diatur, slide regulator/ power pack TF 123.
2. Tahana geser tiga fasa)TB 40) - R1
3. Tahanan geser / Reostat)TV 200 / 5) - R2
4. Amperemeter, 0 - 6 Amper
5. Saklar ganti, TO 31
6. Push button panel TM 61
7. Thermal Over load Relé TM 124 / 0,6 - 1 A.

c. Langkah percobaan

1. Rakitlah alat - alat percobaan seperti gambar 25. dan pengujian dilakukan pada salah satu plat dwilogam

2. Atur tombol pengatur arus thermal 1 Amper dan tahanan geser R1 diatur pada arus nominal (nilai tahanan maksimum) saklar S1 atir pada posisi O
3. Beri rangkaian percobaan tegangan arus bolak - balik melallui saklarnya (220 V) dan saklar S1 atur pada posisi. Atur arus 1 Amper dengan mengatur Ri.
4. Atur saklar S1 pada posisi 2, dan R2 dibuat nilainya = 5 Ohm sehingga arusnya 1 Amper. Jadi arus yang melalui R1 sama dengan R2 dan sama dengan pengaturan arus thermal
5. Selanjutnya naikkan pelan-pelan arus menjadi 4 Amper dengan mengatur R1
6. Pindahkan saklar S1 pada posisi 1 dan hitung waktu yang dibutuhkan thermal beroperasi dan catat. Cek arus tetap 4 Amper kemudian pindahkan S1 pada posisi 2 dan tekan “tripping contact” untuk mengembalikan thermal ke posisi normal.
7. Sebelum melanjutkan pengukuran pada nilai arus berikutnya, dwi logam harus pada kondisi suhu rendah atau gunakan plat dwilogam fasa lainnya.
8. Lanjutkan percobaan dengan mengatur arus 3 Amper dengan mengatur R1 dan kemusian atur S1 pada posisi 1 dan hitung waktu thermal beroperasi. Kemudian atur saklar S1 pada posisi 2 dan lepaskan sumber tegangan. Tekan tombol “tripping contact”.

3.2.2 Rele tegangan rendah (Under voltage Rele)

Suatu industri yang menggunakan mesin-mesin listrik, perlu menyediakan peralatan pengaman untuk mencegah motor agar tidak langsung beroperasi setelah tegangan terputur sesaat dan datang lagi. Hal ini perlu diperhatikan agar tidak merusak motor atau peralatan dan mencederai operator yang sedang bertugas.

Gangguan seperti diatas dapat diamankan dengan rangkaian kontaktor (Kendali tiga kawat). gangguan lain adalah berupa tegangan turun sesaat pada lokasi tertentu atau tegangan turun secara drastis selama beberapa detik. Gangguan seperti ini tidak dapat diatasi dengan

rangkaian Kendali tiga kawat karena setiap terjadi gangguan, motor harus dioperasikan lagi secara manual (menggunakan saklar ON) dan hal ini sangat merugikan bagi waktu produksi serta kerugian secara materi.

Masalah gangguan seperti diatas dapat diatasi menggunakan “Rele tegangan rendah dengan penundaan waktu. bila Rele ini digunakan maka kontaktor akan tetap mendapat daya selama pengaturan “Time delay” walaupun tegangan turun sesaat. Bila tegangan turun melebihi pengaturan “Time delay” maka kontaktor akan melepas maka harus dioperasikan dengan saklar ON.

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 3.1 Jelaskan perbedaan antara rele kendali dengan rele proteksi
- 3.2 Jelaskan kembali cara kerja rele kendali
- 3.3 Jelaskan kembali cara kerja rele proteksi

Soal-Soal:

- 3.4 Sebutkan tempat-tempat untuk mengimplementasikan jenis rele kendali dan rele proteksi
- 3.5 Gambarkan rangkaian dasar sistem kendali menggunakan rele kendali
- 3.6 Gambarkan rangkaian dasar sistem kendali menggunakan rele proteksi

JENIS-JENIS SAKLAR KENDALI

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 4.1 Camswitch
- 4.2 Cara Kerja Cam Switch
- 4.3 Saklar Tekan
- 4.4 Cara Kerja Saklar Tekan
- 4.5 Saklar Kendali Zat Cair dan Permeratur
- 4.6 Cara Kerja Saklar Kendali Zat Cair dan Permeratur

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

- Praktek dan Pengukuran jenis-jenis Saklar Kendali

JENIS-JENIS SAKLAR KENDALI

Setelah mempelajari bab ini, para mahasiswa diharapkan mampu:

- 1) Mengetahui jenis Camswitch
 - 2) Menjelaskan kembali cara kerja Camswitch
 - 3) Mengetahui jenis Saklar Tekan
 - 4) Menjelaskan kembali cara kerja Saklar Tekan
 - 5) Mengetahui jenis saklar kendali zat cair dan temperatur
 - 6) Menjelaskan kembali cara kerja saklar kendali zat cair dan temperatur
-
-

4.1 Cam Switch

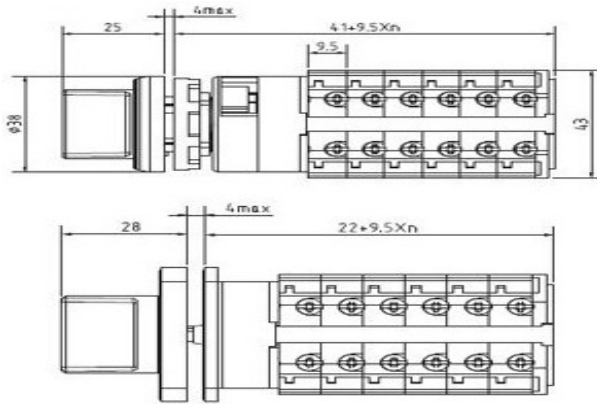
Cam Switch adalah suatu saklar untuk mengoperasikan motor induksi pada sistem pengasutan segi tiga bintang yang dioperasikan secara manual dan tidak dapat langsung dioperasikan secara otomatis. Saklar ini hanya digunakan untuk melayani motor-motor berdaya kecil. Pada saat pengoperasian motor, posisi bintang sangat singkat waktunya tetapi telah cukup menurunkan arus mula atau arus asut motor.

Pemakaian Cam Switch selalu berurutan secara bintang dan kemudian segi tiga nol kumparan motor terhubung bintang tidak terhubung. Pengaman motor dapat digunakan relay beban lebih jenis *Thermal Over Load Relay* dan Cam Switch harus dioperasikan dengan saklar magnet pada rangkaian utama. Bila terjadi gangguan beban lebih maka relay akan memutuskan arus ke saklar magnet pada rangkaian ini dapat juga berfungsi sebagai relay pengaman tegangan rendah. Untuk mengetahui prinsip kerja Cam Switch perhatikan gambar 4.1 dan untuk kita perlu dibayangkan bahwa bila knob saklar diputar maka simbol Cam bergerak. Bila knob diputar pada posisi bintang (Y) maka kontak

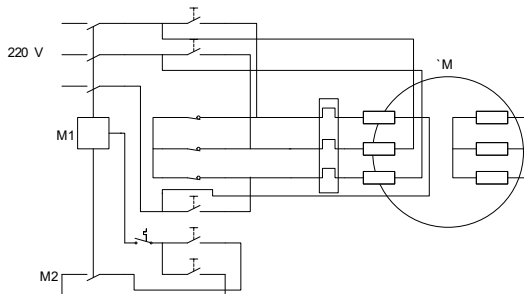
menutup (ditekan bubungan) dan bila knob diputar pasda posisi segi tiga (L) kontak akan membuka (tidak ada hubungan).

Cam Switch terdiri dari beberapa kontak dan pada kontak lainnya ada yang disimbulkan dengan garis putus-putus yang berarti bila knob pada posisi segi tiga, maka kontak selalu tertutup saat knob mencapai posisi nol (0) dan sebaliknya, maka kontak terbuka pada saat knob mendekati bintang. Hal ini berfungsi sebagai pengaman agar motor dioperasikan pada awalnya dimulai dengan hubungan bintang (posisi bintang).

Kontak-kontak Cam Switch dioperasikan secara serentak oleh knop dan kontaknya dapat diatur posisinya sesuai dengan fungsi yang diinginkan, salah satu rangkaian pemakaiannya, dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Cam Switch dan lambangnya: [4]
a. Cam Switch, b. Lambang Cam Switch



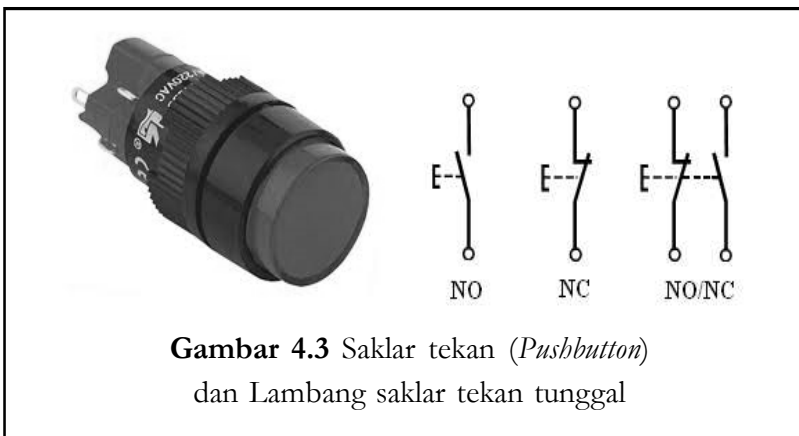
Gambar 4.2 Pemakaian Cam Switch untuk mengasut motor dengan metoda Y/ L [4]

4.2 Saklar Tekan

Saklar tekan (*Push button*) banyak digunakan pada rangkaian kontrol motor sebagai saklar manual untuk mengoperasikan rangkaian, sebagai penghubung atau pemutus. Saklar ini terdiri dari unit kontak dan tombol tekan yang dihubungkan secara mekanis. Unit kontak ada yang pemutus, penghubung dan kontak pengganti (*Change over type*).

Ada dua jenis saklar tekan yaitu jenis terkunci dan tidak terkunci. Jenis saklar terkunci, kontakannya akan tetap terbuka atau terhubung setelah tombol ditekan. Kontak akan kembali pada posisi normal bila tombol ditekan kembali. Jenis saklar tidak terkunci, kontakannya akan terbuka atau terhubung saat tombol ditekan saja dan setelah tekanan dilepas maka kontak kembali segera pada posisi normal atau posisi semula. Jadi kontak bekerja secara sementara. Saklar tekan tidak terkunci ini pada umumnya digunakan sebagai saklar penghubung (ON) dan saklar pemutus (OFF) dalam rangkaian kontrol. Bagian dari saklar tekan seperti terdapat pada gambar 4.3 dan lambangnya pada gambar 4.3c. dan 4.3d.

Ditinjau dari jumlah kontakannya, saklar tekan terdiri dari dua jenis, yaitu saklar tekan tunggal dan saklar tekan ganda. Saklar tekan ganda mempunyai kontak NO dan kontak NC. Kontak tunggal mempunyai satu kontak NO saja atau kontak NC saja.



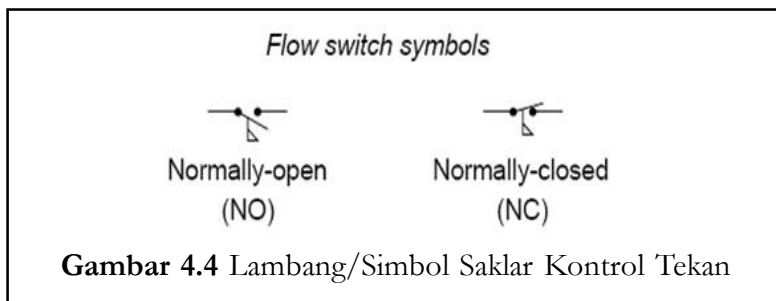
Gambar 4.3 Saklar tekan (*Pushbutton*) dan Lambang saklar tekan tunggal

4.3 Saklar Kontrol Zat Cair, Gas, Temperatur

4.3.1 Saklar Kontrol Tekan (*Pressure Switches*)

Beberapa industri membutuhkan alat kontrol tekanan zat cair atau gas, alat tersebut adalah saklar kontrol tekanan. Saklar ini akan menghubungkan atau memutuskan, bila terjadi perubahan tekanan dari nilai nominal, baik lebih atau lebih rendah. Alat perasa tekanan pada saklar ini biasanya digunakan membran metal (*metal bellows actuated*), atau menggunakan sistem torak dan dari alat ini dihubungkan dengan tuas pada unit kontak, sehingga dapat mengaktifkan kontak bila terjadi perubahan tekanan dari nominal. Saklar kontrol tekanan mempunyai kontak NO dan NC yang dalam pemakaiannya dihubungkan pada rangkaian kontrol motor. Sensitivitas saklar tersebut dapat diatur dengan cara mengatur tekanan pegas terhadap kontak melalui tombol yang telah tersedia pada saklar tersebut.

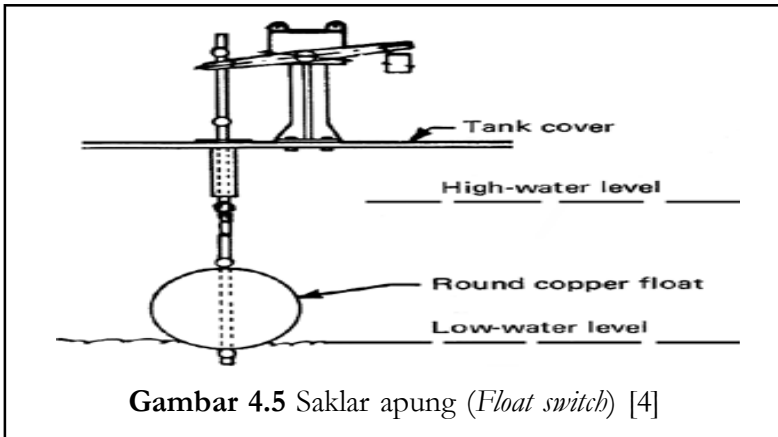
Saklar kontrol tekanan biasanya digunakan untuk mengontrol mesin-mesin tool yang menggunakan sistem hidrolis, tekanan minyak pelumas, motor penggerak pompa dan kompresor udara. Konstruksi saklar kontrol tekanan seperti gambar 4.4.



4.3.2 Saklar Apung (*Float Switches*)

Saklar apung dirancang dapat beroperasi secara otomatis dan digunakan untuk mengontrol motor pompa arus bolak balik atau arus searah. Saklar apung terdiri dari unit kontak, dan alat apung yang biasanya terbuat dari bola plastik. Alat apung dihubungkan dengan tuas berupa batang atau dengan rantai pada unit kontak. Saklar ini cocok

digunakan untuk mengontrol motor pompa mengisi zat cair pada suatu tangki atau bak, yang dipasang pada bagian atas tangki atau bak, dan bila tangki penuh alat apung terangkat keatas dan mengaktifkan kontak untuk memutus rangkaian motor.



Bila zat cair dalam tangki berkurang, maka alat apung turun dan mengaktifkan kontak untuk mengoperasikan motor. Jadi zat cair dalam tangki tetap penuh dan konstan. konstruksinya pada gambar 4.5 di atas. Saklar kontrol aliran atau float switch kebanyakan digunakan pada industri kimia dan perminyakan.

4.3.3 Saklar Kontrol Aliran (*Flow Switch*)

Suatu industri biasanya membutuhkan alat kontrol aliran zat cair, udara dan gas.

Saklar kontrol aliran terdiri dari unit kontak (NO dan NC) dan alat perasa aliran berupa dayung atau “padle” yang ditempatkan dalam sambungan pipa bentuk T. Dayung akan mendapat tekanan dari aliran zat cair yang dapat mengaktifkan kontak untuk mengoperasikan rangkaian kontrol motor atau untuk menyalakan lampu indikator . Konstruksinya pada gambar 4.6.



4.3.4 Saklar Limit

Saklar limit diperlukan dalam operasi mesin-mesin secara otomatis untuk mengontrol nilai ukuran, kekuatan tenaga dan daya pukulan. Saklar limit dirancang sedemikian rupa agar dapat memberikan ketelitian yang akurat. Umumnya operasi saklar ini dimulai sejak mesin beroperasi atau peralatan bergerak sampai batas yang diinginkan dan mengaktifkan kontak (NO dan NC) melalui tuas yang dihubungkan pada saklar tersebut. Saklar batas berfungsi sebagai kemudi dalam rangkaian kontrol motor untuk ON dan OFF atau membalik arah putaran motor.

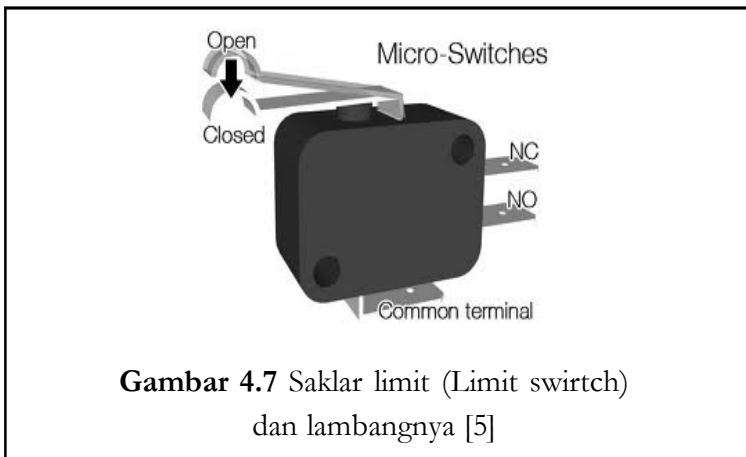
4.3.5 Saklar Temperatur (*Temperature Switches*)

Saklar temperatur adalah alat kontrol perubahan temperatur. Saklar ini bekerja secara otomatis bila terjadi perubahan nilai temperatur melebihi nilai nominal atau nilai yang diinginkan. Saklar temperatur terdiri dari unit kontak (NO dan NC) dan unit perasa temperatur atau suhu.

Alat-alat kontrol temperatur atau saklar temperatur dinamakan juga “Thermostat” dan terdiri dari tiga jenis, yaitu thermostat dwi-logam, thermostat batang dan thermostat zat cair. Thermostat dwi-logam mempunyai alat perasa bahan dwi-logam yang akan membengkok bila mendapat temperatur lebih. Gaya bengkok tersebutlah yang digunakan untuk mengaktifkan kontak dan dwi-logam akan lurus kembali bila temperatur turun normal kembali. Pada thermostat batang alat perasa suhunya adalah batang logam yang dimasukan pada sebuah pipa harus

mempunyai beda nilai muai panjang yang berbeda dan perbedaan nilai muai panjang tersebut yang digunakan untuk mengaktifkan kontak.

Thermostat zat cair mempunyai alat perasa sejenis zat cair yang dapat memuai atau bertambah volumenya bila mendapat temperatur lebih, dan pertambahan volume inilah yang digunakan untuk mengaktifkan kontak. Biasanya digunakan air raksa yang ditempatkan dalam pipa kapiler. Saklar temperatur digunakan untuk mengontrol alat-alat pemanas, blower, fan katup elektromagnetik, pompa, alat-alat pendingin dan per-alatan lainnya. Konstruksinya seperti gambar 4.7 Sensitifitas dari saklar kontrol temperatur dapat diatur dengan cara mengatur kerapatan kontak.



PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 4.1 Sebutkan jenis-jenis saklar kendali
- 4.2 Jelaskan fungsi penggunaan Cam Switch
- 4.3 Jelaskan fungsi penggunaan saklar tekan
- 4.4 Sebutkan 2 jenis saklar tekan
- 4.5 Jelaskan fungsi penggunaan saklar kendali zat cair, gas, dan temperatur
- 4.6 Sebutkan jenis-jenis saklar zat cair, gas, dan temperatur

Soal-Soal:

- 4.7 Jelaskan penerapan jenis saklar kendali dalam praktik sehari-hari
- 4.8 Gambarkan rangkaian pemakaian cam switch dalam sebuah rangkaian kendali sederhana
- 4.9 Gambarkan rangkaian pemakaian saklar limit dalam sebuah rangkaian kendali sederhana
- 4.10 Gambarkan rangkaian pemakaian saklar kendali aliran dalam sebuah rangkaian kendali sederhana

DASAR-DASAR GERBANG LOGIKA

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 5.1 Gerbang Logika AND
- 5.2 Gerbang Logika OR
- 5.3 Gerbang Logika NOT
- 5.4 Gerbang Logika NAND
- 5.5 Gerbang Logika NOR
- Gerbang Logika X-OR

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

- Test membuat table kebenaran dari Gerbang Logika
- Praktek menggambarakan rangkaian equivalen gerbang logika

DASAR-DASAR GERBANG LOGIKA

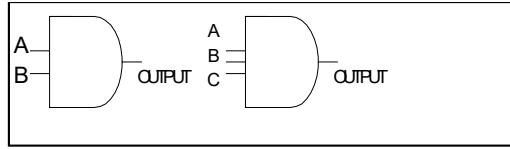
Setelah mempelajari bab ini, para mahasiswa diharapkan mampu:

- 1) Memahami dan mengerti gerbang logika AND dan penggunaannya
 - 2) Memahami dan mengerti gerbang logika OR dan penggunaannya
 - 3) Memahami dan mengerti gerbang logika NOT dan penggunaannya
 - 4) Memahami dan mengerti gerbang logika NAND dan penggunaannya
 - 5) Memahami dan mengerti gerbang logika NOR dan penggunaannya
 - 6) Memahami dan mengerti gerbang logika X-OR dan penggunaannya
-
-

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan salah satu peralatan yang memanfaatkan teknologi digital, karena PLC dapat melakukan proses kerjanya menggunakan sinyal-sinyal digital dan diproses dengan cara-cara atau aturan-aturan elektronika digital. Di samping itu, struktur dan karakteristik serta cara kerja PLC mirip dengan cara kerja sebuah saklar yang menerapkan system digital dengan dua keadaan yaitu On (terhubung) dan Off (terputus) atau dalam system digital lebih di kenal dengan keadaan tinggi “1” untuk keadaan On dan keadaan rendah “0” untuk Off.

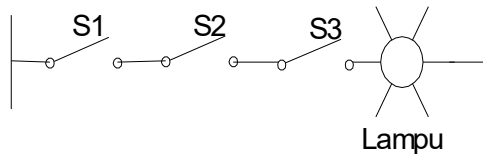
Oleh karena itu, ada baiknya mempelajari terlebih dahulu dasar-dasar gerbang logika untuk membantu dalam memahami rangkaian atau pemrograman yang dilakukan melalui PLC.

5.1 Gerbang AND



Gambar 5.1 Gerbang logika AND, 2 input dan 3 input

Gerbang logika AND adalah suatu gerbang yang sekurang-kurangnya mempunyai dua input atau lebih dan hanya satu buah output. Output yang dihasilkan oleh gerbang AND akan bernilai (berlogika) 1 (tinggi) jika dan hanya jika semua inputnya berlogika 1 (tinggi). Gerbang ini dapat diilustrasikan dengan saklar-saklar yang dipasang seri untuk menghidupkan lampu, seperti gambar 5.2.



Gambar 5.2 Ilustrasi gerbang AND dengan tiga input (saklar)

Dari ilustrasi di atas, lampu dapat menyala jika dan hanya jika ketiga saklar tersebut dalam kondisi On (1), jika salah satu saja saklar dalam keadaan terbuka (Off) maka lampu dalam keadaan padam.

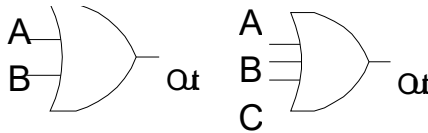
Kondisi tersebut dapat dirangkum dalam suatu tabel kebenaran dari gerbang AND yang menunjukkan bahwa A (input), B (input) dan Y (output), seperti tabel 5.1.

Tabel 5.1 Tabel kebenaran gerbang AND dengan dua input

Input A	Input B	Output (Y)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

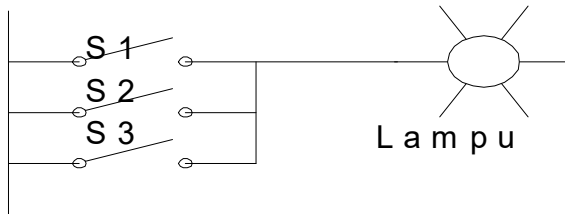
Secara umum untuk gerbang yang mempunyai n buah input akan mempunyai 2^n kombinasi input yang mungkin, sehingga dari contoh pada tabel di atas mempunyai 4 kombinasi input dari dua input (2^2). Secara Boolean gerbang logika AND dengan dua input dapat dinotasikan sebagai : $Y = A.B$

5.2 Gerbang OR



Gambar 5.3 Gerbang logika OR, 2 input dan 3 input

Gerbang logika OR ialah suatu gerbang yang mempunyai dua input atau lebih dan hanya mempunyai satu buah output. Gerbang ini akan menghasilkan output berlogika nol (low) jika dan hanya jika seluruh inputnya berlogika nol (rendah). Rangkaian dua saklar atau lebih yang dipasang secara paralel untuk menghidupkan lampu dengan satu sumber adalah contoh ilustrasi dari gerbang logika OR, seperti gambar 5.4.



Gambar 5.4 Ilustrasi gerbang logika OR dengan tiga input

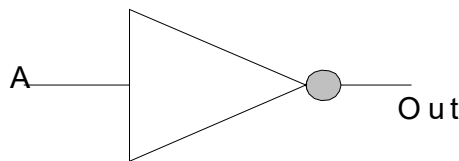
Dari gambar di atas lampu dapat dihidupkan dengan hanya satu atau dua atau semua saklar di-onkan. Lampu akan tetap padam jika semua saklar dalam keadaan terbuka (off). Kemungkinan kombinasi dari beberapa input gerbang logika OR dapat dilihat pada tabel kebenaran 5.2.

Tabel 5.2 Tabel kebenaran gerbang OR dengan dua input

Input A	Input B	Output (Y)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

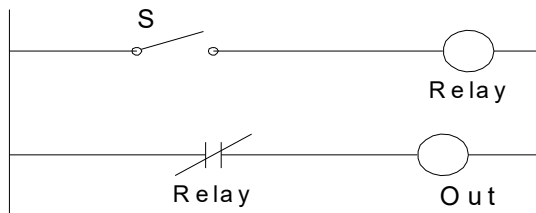
Secara Boolean, gerbang logika OR dengan dua input dinotasikan sebagai : $Y = A + B$

5.3 Gerbang NOT (Inverter)



Gambar 5.5 Gerbang logika NOT

Gerbang logika NOT/Inverter hanya mempunyai satu buah input dan satu buah output. Kondisi outputnya selalu berlawanan dengan kondisi inputnya. Jika inputnya berlogika satu (tinggi) maka kondisi outputnya berlogika nol (rendah), demikian pula sebaliknya. Gerbang logika ini dapat diilustrasikan melalui gambar 5.6.



Gambar 5.6 Ilustrasi gerbang logika NOT/Inverter

Dari ilustrasi di atas terlihat bahwa jika saklar dalam kondisi terhubung (on) maka arus listrik tidak melewati lampu sehingga dalam kondisi padam (off). Jika saklar dalam keadaan terbuka (off) maka

lampu akan menyala (on) karena terhubung dengan kutub positif sumber. Kombinasi input yang menghasilkan output dari gerbang ini dapat dilihat pada tabel kebenaran 5.3.

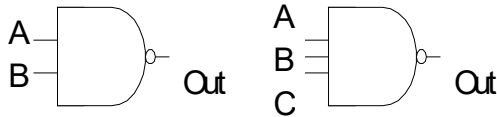
Tabel 5.3

Tabel kebenaran gerbang logika NOT

Input A	Output (Y)
0	1
1	0

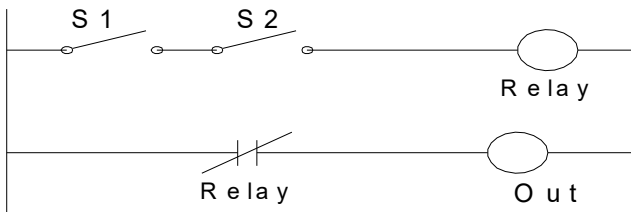
Secara Boolean, gerbang logika NOT dengan satu input dinotasikan sebagai : $Y = \bar{A}$

5.4 Gerbang NAND



Gambar 5.7 Gerbang Logika NAND, 2 input dan 3 input

Gerbang logika NAND (NOT AND) mirip dengan gerbang logika AND, hanya pada outputnya diberikan inverter. Gerbang ini disebut juga gerbang universal karena dapat juga digunakan untuk membuat gerbang-gerbang logika lainnya. Ilustrasi dari gerbang logika ini dapat dilihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Ilustrasi gerbang logika NAND

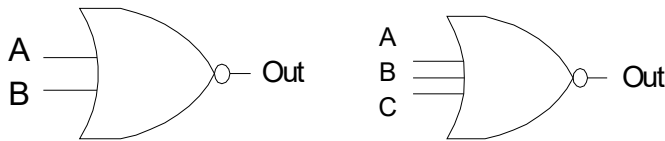
Berdasarkan ilustrasi di atas, jika kedua saklar sebagai input dalam kondisi terhubung (on) maka relay akan mendapat tegangan (on). Pada saat relay bertegangan (on) maka lampu berada dalam kondisi padam (off) karena terputus arusnya dari sumber melalui kontak Normally Close (NC) relay. Jika satu atau kedua saklar dalam keadaan terbuka (off) maka lampu akan mendapat tegangan melalui kontak NC relay yang sedang dalam keadaan off. Kombinasi input dari gerbang ini dapat dilihat pada tabel kebenaran 5.4.

Tabel 5.4 Tabel kebenaran gerbang logika NAND dengan 2 input

Input A	Input B	Output (Y)
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

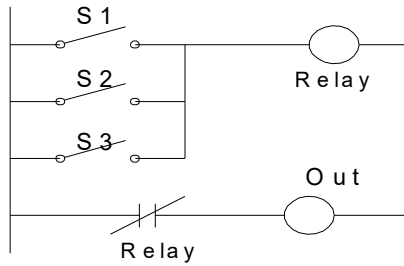
Secara Boolean, gerbang logika NAND dengan dua input dinotasikan sebagai: $Y = \bar{A} \cdot \bar{B}$

5.5 Gerbang NOR



Gambar 5.9 Gerbang logika NOR, Input dan 3 input

Gerbang NOR (NOT OR) mempunyai sifat yang sama dengan gerbang logika OR, hanya diberi inverter pada output-nya. Gerbang ini akan menghasilkan output berlogika satu (tinggi) jika dan hanya jika seluruh inputnya berlogika nol (rendah). ilustrasi dari gerbang logika ini dapat dilihat pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Ilustrasi gerbang logika NOR

Dari ilustrasi di atas dapat dilihat bahwa jika salah satu saklar atau semua saklar sebagai input dihubungkan (on) maka lampu tidak akan menyala karena arusnya terputus oleh kontak NC dari relay yang sedang dalam keadaan on. Jika semua saklar dalam keadaan terbuka (off) maka lampu akan menyala (on) karena terhubung langsung dengan sumber tegangan melalui kontak NC relay (kum[aran relay dalam keadaan tidak bertegangan/off).

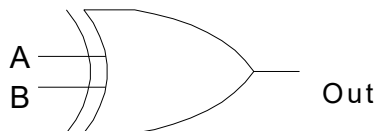
Kombinasi dari beberapa input dari gerbang ini dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Tabel kebenaran gerbang NOR dengan dua input

Input A	Input B	Output (Y)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Secara Boolean dinotasikan sebagai : $Y = \bar{A} + \bar{B}$

5.6 Gerbang XOR (Exclusive OR)



Gambar 5.11 Gerbang logika XOR dua input

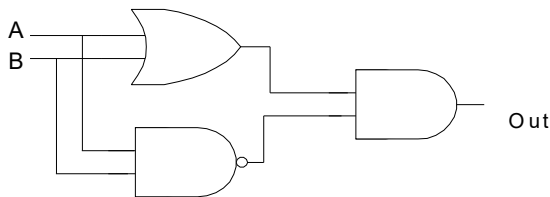
Gerbang logika XOR akan menghasilkan output yang berlogika 1 (tinggi) jika logika 1 (tinggi) pada inputnya berjumlah ganjil. Sifat yang dimiliki oleh gerbang ini dapat dimanfaatkan sebagai indikator kesamaan (comparator) dengan dua input yang dapat membandingkan dua buah sinyal, jika ada perbedaan jumlah input yang berlogika 1 (tinggi) ganjil maka akan memberikan output tinggi sehingga dapat dipakai sebagai indikator.

Karakteristik output dari kombinasi dua input gerbang ini dapat dipahami melalui tabel kebenaran 5.6.

Tabel. 5.6 Tabel kebenaran gerbang XOR dengan dua input

Input A	Input B	Output (Y)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

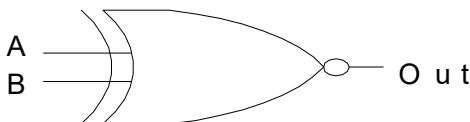
Gerbang XOR dapat juga dibentuk dari beberapa gerbang yang lain seperti gerbang AND, NOT dan OR seperti pada gambar 5.12.



Gambar 5.12 Kombinasi gerbang logika pembentuk gerbang XOR

Secara Boolean, gerban XOR dinotasikan sebagai: $Y = A \oplus B$

5.7 Gerbang XNOR



Gambar 5.13
Gerbang Logika XNOR

Gerbang XNOR kebalikan dari gerbang XOR karena jika pada gerbang XOR dengan input yang sama berlogika nol dan input yang berbeda berlogika satu, maka pada gerbang XNOR input yang sam berlogika satu dan input yang berbeda berlogika nol. Selain itu gerbang XNOR dapat digunakan sebagai pembandingan (comparator) dengan dua inputan sebagaimana gerbang XOR. Keluara yang dihasilkan oleh gerbang ini dapat dilihat pada tabel kebenaran 5.7.

Tabel. 5.7

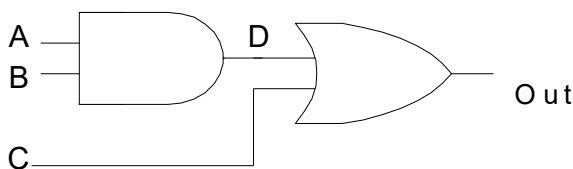
Tabel kebenaran gerbang XNOR dengan dua input

Input A	Input B	Output (Y)
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	1

Secara Boolean, gerbang ini dapat dinotasikan sebagai:

$$Y = \bar{A} \oplus \bar{B}$$

5.8 Gabungan Gerbang AND dan OR



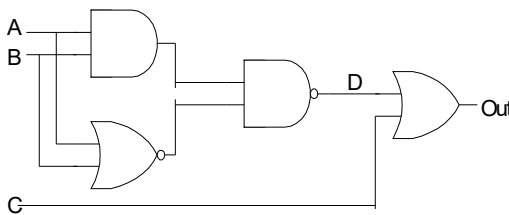
Gambar 5.14 Gabungan gerbang AND dan OR

Dua input yang dimasukkan ke gerbang AND akan menghasilkan output dari AND yang di-OR-kan dengan satu masukan lainnya secara langsung menghasilkan seperti gambar di atas, sehingga tabel kebenarannya dapat dilihat pada table 5.8.

Tabel 5.8 Tabel kebenaran gabungan gerbang AND dan OR

Input A	Input B	Input C	Input D	Output (Y)
1	1	1	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1
0	0	0	0	0

5.9 Gabungan Gerbang AND, NAND, OR dan NOR



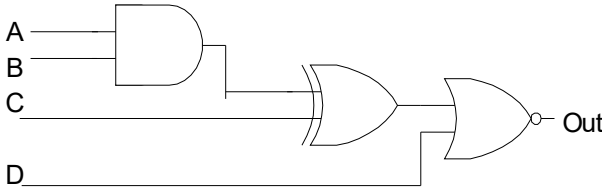
Gambar 5.15 Gabungan gerbang logika AND, NAND, OR dan NOR

Kombinasi dua input dimasukkan ke gerbang AND dan gerbang NOR. Output AND dan NOR kemudian di-NAND-kan kemudian hasilnya di-OR-kan dengan satu masukan lainnya secara langsung. Output yang dihasilkan oleh gabungan beberapa gerbang ini menghasilkan tabel kebenaran seperti pada table 5.9.

Tabel 5.9 Tabel kebenaran gabungan gerbang AND, NAND, Or dan NOR

Input A	Input B	Input C	Input D	Output (Y)
0	0	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	1	0	1

5.10 Gabungan Gerbang XOR, AND dan NOR



Gambar 5.16 Gabungan gerbang XOR, AND, NOR

Kombinasi dua input yang dimasukkan ke gerbang AND menghasilkan output yang di-XOR-kan dengan masukkan tambahan menghasilkan keluaran yang di-NOR-kan dengan input lainnya. Kombinasi dari gerbang ini menghasilkan output dengan tabel kebenaran seperti pada table 5.10.

Tabel 5.10

Tabel kebenaran gabungan gerbang AND dan OR

Input A	Input B	Input C	Input D	Output (Y)
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 5.1 Sebutkan gerbang logika dasar
- 5.2 Sebutkan gerbang-gerbang apa saja yang merupakan gerbang logika kombinasi dari gerbang logika dasar
- 5.3 Jelaskan perbedaan gerbang logika AND, OR, dan NOT
- 5.4 Jelaskan perbedaan gerbang logika NAND dan NOR
- 5.5 Jelaskan keistimewaan gerbang logika XOR

Soal-Soal:

- 5.6 Buatlah tabel kebenaran dari gerbang logika dasar yang memiliki 3 input
- 5.7 Buatlah tabel kebenaran dari gerbang logika AND 2 input yang di rangkaian parallel dengan gerbang logika OR 2 input
- 5.8 Buatlah tabel kebenaran dari gerbang logika AND 2 input yang diserikan dengan gerbang logika OR 2 input
- 5.9 Buatlah diagram Boolean dari soal nomor 5.7 dan 5.8

BAB 6

KENDALI & OTOMASI PROSES BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 6.1 Latar Belakang Penggunaan PLC
- 6.2 Struktur Dasar dan Peralatan Pelengkap PLC
- 6.3 Keuntungan dan Kekurangan Penggunaan PLC
- 6.4 Sistem Operasi Dasar PLC
- 6.5 Disain dan Sistematika PLC Perkembangan Aplikasi PLC di Industri

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

- Check List spesifikasi PLC di Laboratorium

KENDALI DAN OTOMASI PROSES BERBASIS PLC

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) *Mengetahui* latar belakang penggunaan PLC
 - 2) Menjelaskan kembali tentang struktur dasar dan peralatan pelengkap PLC
 - 3) Mengetahui beberapa keuntungan dan kekurangan penggunaan PLC
 - 4) Mengerti konsep dasar sistem operasi dasar PLC
 - 5) Menggambarkan kembali desain rangkaian dan sistematika PLC
 - 6) Mengerti dan mengetahui perkembangan aplikasi PLC di industri
-

6.1 Latar Belakang Penggunaan PLC

Pada tahun 1968, para ahli di divisi General Motors Corporation's Hydramatic menghendaki bahwa sistem-sistem kendali yang digunakan hendaknya lebih fleksibel dan memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Sistemnya harus modern yang bersifat solid state
- b. Fleksibilitas komputer
- c. Mampu menangani kondisi-kondisi industri yang sulit
- d. Pemograman yang mudah sederhana dan mudah
- e. Kemudahan dalam maintenance oleh para engineer dan teknisi
- f. Kemampuan untuk dapat digunakan kembali dalam aplikasi lain di masa datang

Dengan kemajuan teknologi, penggunaan *Programmable Logic Control* (PLC) yang hampir sama majunya dengan komputer-komputer canggih diharapkan dapat mempunyai beberapa kelebihan-kelebihan lain, di antaranya :

- 1) PLC yang sederhana dapat mengendalikan berbagai situasi industri dari hanya satu gerakan, pekerjaan tingkat repetisi tinggi hingga aplikasi-aplikasi yang melibatkan manipulasi kompleks
- 2) Program-program dapat dimodifikasi dengan cepat untuk menerima kondisi yang baru sehingga tidak ada lagi pemasangan ulang kabel dan dapat menekan biaya
- 3) Setelah program selesai ditulis dan diuji maka dapat didesain dengan mudah ke sejumlah PLC lainnya
- 4) Mempunyai kecepatan waktu respon
- 5) Tersedianya counter dan timer sehingga kendali dapat disesuaikan dengan cepat dan akurat dengan sedikit mengedit program yang telah ada
- 6) Dimungkinkan antar muka (interface) khusus dapat diakses seperti display seven segmen, thumbwheels, input/output analog dan fasilitas penghitungan dengan kecepatan yang tinggi
- 7) Memungkinkan pemantauan grafis suatu sistem pengendalian, dan lain-lainnya



Gambar 6.1 Contoh Model PLC Omron CPM 1-A [6]

6.2 Struktur Dasar dan Peralatan Pelengkap PLC

6.2.1 Struktur Dasar PLC

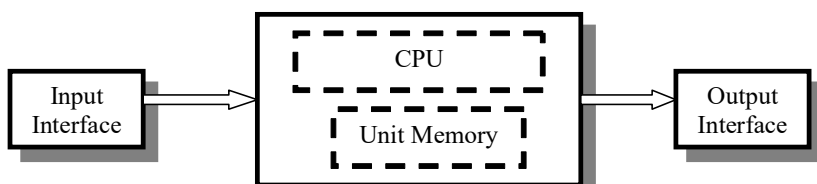
Pada umumnya semua tipe, jenis, dan merk PLC dapat dibayangkan sebagai sebuah personal komputer konvensional karena konfigurasi

internal yang ada pada PLC mirip dengan konfigurasi yang dimiliki oleh sebuah personal komputer. Akan tetapi dalam hal khusus PLC dirancang untuk pembuatan kontrol panel listrik. Secara khusus, PLC dirancang untuk menangani suatu sistem kontrol otomatis pada mesin-mesin industri atau aplikasi lain di industri seperti kontrol lampu lalu lintas, air mancur, sistem bagasi lapangan terbang, penyiraman lapangan golf otomatis dan lainnya.

Secara garis besar struktur dasar PLC dapat dibagi menjadi empat kelompok komponen utama yang terdiri dari antarmuka input, antarmuka output, Unit pemrosesan (*Central Processing Unit/CPU*) dan unit memori. Dalam CPU sebuah PLC dapat diibaratkan sebagai kumpulan ribuan relay walaupun kenyataannya bukan berarti terdapat ribuan relay berskala kecil.

PLC berisi rangkaian elektronika digital yang berfungsi sebagai contact Normally Open (NO) dan contact Normally Close (NC) relay. Satu nomor kontak NO dan NC pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua jenis instruksi dasar PLC kecuali instruksi output. Instruksi output sebuah PLC tidak dapat dilakukan untuk nomor kontak yang sama.

Secara detail, berikut akan dijelaskan tentang konfigurasi dari sebuah PLC.

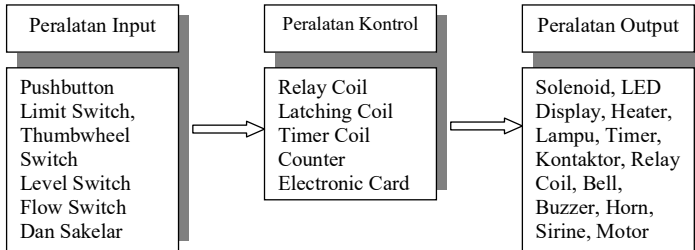


Gambar 6.2 Struktur Dasar PLC

6.2.2 Peralatan Input, Controller dan Output PLC

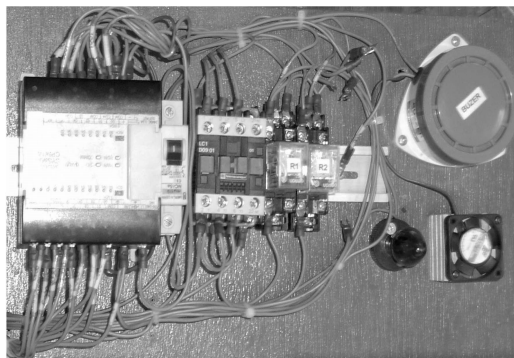
Peralatan input (input devices) yang banyak digunakan sebagai sinyal interface sebuah PLC dapat berupa saklar-saklar atau sensor-sensor. Diantara sekian banyak peralatan input yang dipakai diantaranya pushbutton, limit switch, thumbwheel switch, level switch, flow switch

dan sakelar tekan lainnya. Yang termasuk peralatan kontrol (*controller devices*) terdapat di dalam PLC itu sendiri dan dapat diprogram ulang sesuai dengan sistem kontrol yang kita inginkan. Peralatan controller yang dimiliki oleh sebuah PLC dapat berupa internal relay (*relay coil*), *latching coil*, *timer coil*, *counter*, *electronic card*, dan lain-lain.



Gambar 6.3 PLC Devices

Sedangkan yang termasuk ke dalam peralatan output yang berfungsi sebagai keluaran atau piranti yang dikendalikan melalui PLC, dapat berupa output devices seperti motor, solenoid, LED display, heater, lampu, timer, kontaktor, relay coil, bell, buzzer, horn, sirine, motor listrik dan lain sebagainya. Hubungan antar ketiga peralatan kontrol sebuah PLC di atas dapat digambarkan melalui gambar 6.3.



Gambar 6.4 Instalasi PLC dengan Peralatan Input/Output

6.3 Keuntungan Dan Kekurangan Penggunaan PLC

Sebagai salah satu alat kontrol yang dapat diprogram, PLC mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan alat kontrol konvensional.

nal. Perbedaan dan kelebihan PLC dibanding dengan sistem konvensional, terletak pada hal berikut ini.

6.3.1 Sifat Sistem PLC

Sistem PLC memiliki beberapa sifat penting, di antaranya:

- 1) Sistem wiring relatif sedikit
- 2) Spare partnya mudah didapat
- 3) Sistem maintenance lebih mudah dan sederhana
- 4) Pelacakan sistem, kesalahan sistem lebih sederhana
- 5) Hanya memerlukan daya yang rendah
- 6) Dokumentasi gambar sistem lebih sederhana dan mudah dimengerti
- 7) Sistem dapat dimodifikasi secara lebih mudah dan sederhana

6.3.2 Panel Kontrol Sistem Konvensional:

- 1) Sistem wiringnya lebih kompleks
- 2) Spare partnya relatif sulit didapat
- 3) Maintenance membutuhkan waktu lebih lama
- 4) Pelacakan kesalahan sistem yang terjadi sangat kompleks
- 5) Daya yang dibutuhkan relatif besar
- 6) Dokumentasi gambar sistem lebih banyak
- 7) Modifikasi sistem membutuhkan waktu yang banyak

Di samping mempunyai perbedaan dengan sistem kontrol konvensional, secara spesifik PLC memiliki beberapa kelebihan di antaranya:

a. **Fleksibel dalam Penggunaan**

Satu buah PLC dapat melayani lebih dari satu buah mesin atau output yang harus dikendalikan.

b. **Sistem Deteksi dan Koreksi Lebih Mudah**

Kesalahan dalam menginput program ke dalam sebuah PLC sebagai sebuah sistem kontrol dapat dengan mudah dan cepat dikoreksi untuk diprogram ulang dan dikoreksi dengan mudah melalui ladder diagramnya.

c. Harga Relatif Murah

Karena sifat PLC yang dapat dihubungkan dengan banyak peralatan input dan output untuk berbagai macam tujuan pengendalian maka PLC lebih murah harganya jika disbanding dengan alat kontrol konvensional. Hal ini terutama jika dibutuhkan pengembangan dalam suatu sistem pengendalian di industri.

d. Proses Pengamatan Secara Visual

Program yang telah diinput melalui PLC dapat dimonitoring melalui layar monitor pada saat PLC sedang dioperasikan sehingga dapat dilakukan perubahan atau pengembangan program secara cepat dan sederhana.

e. Kecepatan Dalam Operasi

PLC dapat mengaktifkan beberapa fungsi logika hanya dalam waktu beberapa mili detik sehingga dapat bekerja atau beroperasi dengan lebih cepat.

f. Implementasi Proyek

Implementasi lebih cepat, lebih sederhana dan mudah dalam penggunaan serta mudah dalam melakukan modifikasi tanpa harus menambah biaya

g. Dokumentasi Lebih Mudah

Program yang telah diinput melalui PLC dengan mudah dapat disimpan dan dicetak jika dibutuhkan dengan pencarian yang lebih cepat.

Di samping PLC dapat memberikan banyak keuntungan sebagaimana dijelaskan di atas jika dibandingkan dengan sistem kendali konvensional, PLC juga masih memiliki beberapa kelemahan dan kekurangan dalam hal:

- a. Teknologinya baru sehingga dibutuhkan waktu untuk mengubah dan menggantikan sistem yang telah ada, dalam hal ini sistem yang masih bersifat konvensional
- b. Penggunaan PLC tergantung pada lingkungan, karena PLC memiliki beberapa sifat yang peka terhadap lingkungan di sekitarnya di mana PLC diletakkan.

6.4 Sistem Operasi Dasar PLC

6.4.1 Sistem Penulisan Program PLC

Pemrograman adalah penulisan serangkaian perintah yang memberikan instruksi pada PLC untuk melaksanakan tugas yang telah ditentukan.

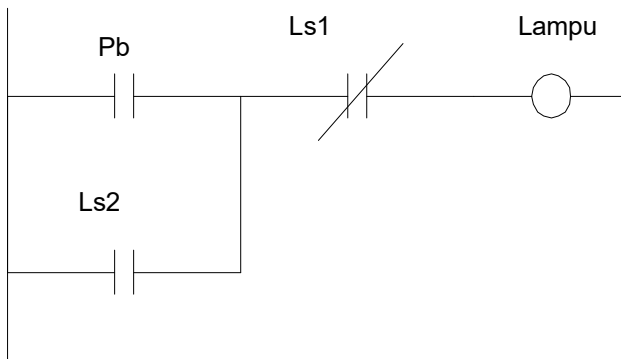
Sistem pemrograman sebuah PLC terdiri dari beberapa format seperti:

- Ladder Diagram
- Function Chart
- Statement List

6.4.1.1 Ladder Diagram

Penulisan dengan cara ladder diagram ini paling banyak digunakan pada sistem kontrol menggunakan relay-relay atau pada sistem kontrol yang menggunakan PLC, sehingga pada PLC penulisan ladder diagram ini merupakan pengembangan dari penulisan dan penggambaran rangkaian dalam sistem kontrol relay elektronik. Penulisan dengan ladder diagram bertujuan untuk menampilkan urutan-urutan kerja dari sinyal-sinyal listrik. Melalui diagram ini dapat diperlihatkan hubungan antar peralatan aktif atau tidak aktif (hidup atau mati) sesuai dengan urutan yang ditentukan.

Contoh penulisan program menggunakan ladder diagram seperti gambar 6.5 berikut.

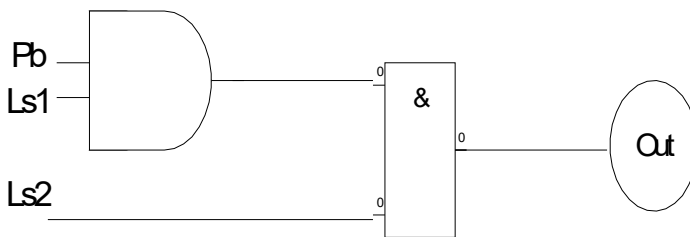


Gambar 6.5 Contoh Program Menggunakan Ladder Diagram

6.4.1.2 Function Chart

Penulisan program menggunakan function chart memiliki persamaan dengan ladder diagram, yaitu kedua cara ini sama-sama digambarkan dalam bentuk grafik. Penggambaran atau penulisan program dengan cara ini biasanya dilakukan untuk sistem program scanning dan untuk menggambarkan sistem program sekuensial. Cara ini juga dapat digunakan sebagai flow chart.

Simbol yang dapat digunakan dalam sistem function chart berupa simbol-simbol gerbang logika seperti gambar 6.6.



Gambar 6.6 Contoh Program Menggunakan Function Chart

6.4.1.3 Statement List

Pada statement list baris instruksi diberi nomor secara berurutan dan beraturan untuk setiap instruksinya. Instruksi penulisan program dengan cara ini dapat menggunakan singkatan-singkatan yang diambil dari huruf depan setiap intruksi tersebut. Penulisan singkatan dalam program statement list ini berbeda-beda sesuai dengan jenis dan merk PLC yang digunakan.

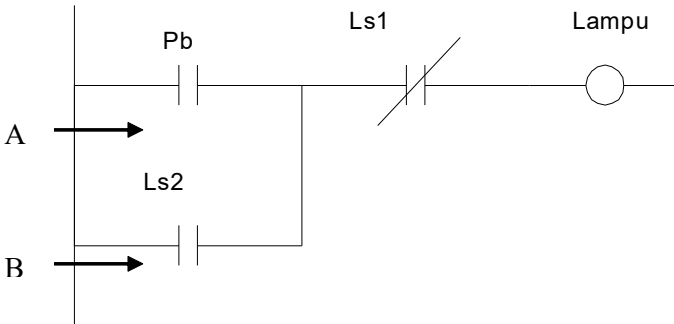
Selain singkatan yang dapat dituliskan, melalui statement list dapat dituliskan juga alamat instruksi, instruksinya sendiri, operand atau maksud dari intruksi tersebut. Dalam istilah lain, penulisan cara ini disebut juga dengan istilah Mnemonic. Di bawah ini diberikan contoh penulisan program PLC melalui statement list (Mnemonic) untuk PLC merk Omron berdasarkan ladder diagram pada gambar 6.6.

Tabel 6.1 Statement List (Mnemonic)

Alamat	Singkatan Instruksi		Instruksi	
	Sistem Relay	Sistem PLC	Sistem Relay	Sistem PLC
0000	PB	LD	Push Button	Load
0001	LS1	OR	Limit Switch 1	OR
0002	LS2	AND NOT	Limit Switch 2	AND NOT
0003	Lp	Lp	Output (Lampu)	Output (Lampu)

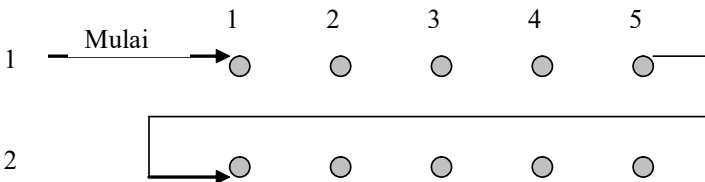
6.4.2 Sistem Pembacaan Program

Proses pembacaan sebuah program PLC dapat berlangsung dalam dua cara yaitu sistem pembacaan dari kiri ke kanan pada tiap-tiap garis kemudian dilanjutkan dari garis atas ke garis berikutnya di bawah. Sistem pembacaan seperti ini dapat dilihat pada gambar 6.7 berikut.



Gambar 6.7 Contoh Proses Pembacaan Program PLC

Dari gambar 6.7 di atas, alur pembacaan programnya dapat dilihat pada gambar 6.8 berikut.



Gambar 6.8 Alur Pembacaan Program PLC

6.4.3 Trik Memilih PLC

Dengan semakin banyaknya diproduksi berbagai merk, jenis dan tipe PLC yang digunakan di berbagai industry, maka sebagai konsumen hendaknya memiliki pengetahuan tentang sifat-sifat dan faktor-faktor serta karakteristik yang dimiliki oleh tiap merk PLC. Pengetahuan terhadap PLC tersebut meliputi faktor ekonomis dan faktor teknis. Secara ekonomis kita harus mengetahui apakah PLC yang akan kita gunakan tersebut memiliki manfaat bila sistem yang ada beroperasi dengan dilengkapi PLC? Faktor ekonomis berikutnya adalah menyangkut harga keseluruhan, apakah dengan memanfaatkan PLC biaya perawatan, biaya instalasi dan biaya training untuk operasi sistem lebih murah dan akan lebih baik? Selain itu, secara teknis hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan PLC meliputi:

- 1) Banyaknya input (masukkan) dan tipe input yang dimiliki PLC
- 2) Jumlah output (keluaran) dan tipe output yang dimiliki PLC
- 3) Jenis memori yang dimiliki PLC (RAM, EPROM, EEPROM)
- 4) Peralatan peripheralnya, apakah PLC dilengkapi dengan Handheld Programming Console, Leader Support Software (LSS) dan PROM writer.

6.5 Disain dan Sistematika PLC

Sebelum kita benar-benar menggunakan PLC dalam aplikasi sistem kontrol, diharapkan kita dapat mengerti serta memahami benar urutan-urutan cara kita mendesain suatu sistem kendali menggunakan PLC. Sistematika mendesain suatu sistem PLC, meliputi:

- 1) Memahami dan mengerti urutan kerja dari suatu sistem
- 2) Urutan kerja dibuat dalam bentuk flowchart
- 3) Menginventarisasi semua peralatan input dan output terhadap I/O points dari PLC
- 4) Membuat ladder diagram
- 5) Membuat dan memeriksa program sesuai dengan urutan kerjanya
- 6) Memulai memprogram melalui PLC dengan menggunakan console atau software

- 7) Mensimulasikan program yang telah kita buat dengan menggunakan training kit yang disesuaikan dengan yang diharapkan
- 8) Membuat instalasi semua input dan output melalui PLC untuk instalasi yang sesungguhnya
- 9) memastikan bahwa instalasinya sudah benar sebelum kita ujicobakan dengan rangkaian yang sebenarnya
- 10) Dokumentasi gambar sistem secara sistematis sehingga mudah dimengerti dan mudah dipelajari oleh siapa saja

6.6 Perkembangan Aplikasi PLC di Industri

Pada saat ini penggunaan PLC sebagai alat yang digunakan untuk mengendalikan sistem produksi di industri semakin terus berkembang. Pemanfaatan PLC ini tidak terbatas pada proses produksi di industri manufacturing, tetapi PLC dapat juga digunakan dalam industri pertanian, pertambangan, kelautan, bidang kesehatan, bahkan bidang pendidikan sebagai sarana dan proses pembelajaran mahasiswa sebelum terjun langsung mengaplikasikan sistem PLC.

Pemakaian PLC dalam suatu proses produksi dapat kita lihat dalam beberapa proses berikut ini.

1. Sistem Pump Station Control

Dalam sistem ini PLC digunakan untuk memonitor tekanan fluida, kecepatan alir volume, tinggi air waduk, dan lain-lain. Dalam aplikasi ini, PLC digunakan secara bersama dengan sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) sehingga lebih praktis.

2. Sistem Roling Mills

Dalam sistem ini, PLC digunakan sebagai pengendali tekanan, tegangan tinggi dan kecepatan roling mill sehingga tercapai kualitas yang baik dan bentuk akhir sesuai dengan yang direncanakan.

3. Sistem Injection Molding

Dalam hal ini, PLC digunakan sebagai kendali dari molding machine berupa molding plastik, die dan temperatur udara sehingga dapat mencegah terjadinya cacat serta dapat mengendalikan waktu siklus menjadi lebih pendek.

4. Otomatis Gudang

Dalam sistem ini, PLC bertindak sebagai pengendali sistem penyimpanan dan pengambilan secara otomatis, pencarian, pencetakan dan kendali level inventaris secara actual.

5. Fasilitas Uji Jalur Produksi

PLC digunakan pada jalur produksi mobil untuk menguji rakitan pada saat dipasang pada mobil seperti pengujian karburator, pengujian power steering, deteksi kebocoran kaca depan (*windscreen*) dan lain-lain.

6. Aplikasi Lain

Sistem kendaraan pengumpul limbah, sistem konveyor, pengolahan air limbah, lampu merah lalulintas, robot kontrol, pabrik semen, pabrik sepatu, kontrol lift, pabrik makanan, pabrik rokok, pabrik keramik, pabrik bensin, pabrik kaleng makanan, mesin sablon, pabrik kaca, pabrik beton dan lain sebagainya.

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 6.1 Jelaskan alasan penggunaan PLC sebagai perangkat kendali di industri
- 6.2 Sebutkan bagian dari struktur dasar PLC
- 6.3 Sebutkan bagian-bagian yang termasuk ke dalam peralatan input, controller, dan peralatan output PLC
- 6.4 Jelaskan keuntungan dan kelemahan penggunaan PLC
- 6.5 Bagaimana sistem operasi dasar bagi setiap PLC
- 6.6 Jelaskan perbedaan sistem operasi berbasis ladder diagram dengan sistem mnemonic

Soal-Soal:

- 6.7 Jelaskan Bagaimana perkembangan penggunaan PLC di industri
- 6.8 Buatlah ladder diagram sederhana untuk proses kendali dua buah output yang bekerja secara berurutan

KONFIGURASI SISTEM PLC

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 7.1 Power Supply Unit
- 7.2 Central Processing Unit
- 7.3 Input/Output Unit
- 7.4 Data dan Memory PLC
- 7.5 Peripheral Sistem

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

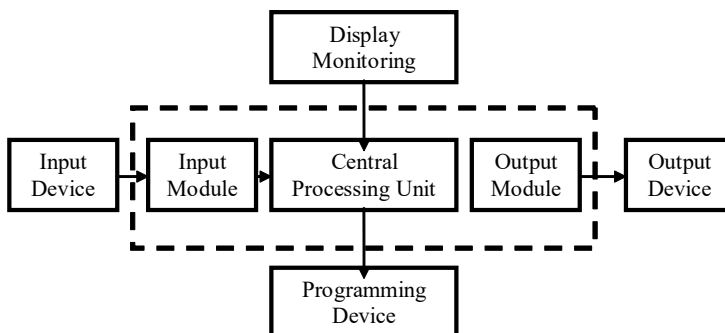
- Menyediakan Hardware PLC

KONFIGURASI SISTEM PLC

Setelah mengikuti perkuliahan dan mempelajari bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Mengetahui dan menjelaskan kembali fungsi Power Supply Unit PLC
- 2) Mengetahui kembali bagian-bagian dan fungsi Central Processing Unit
- 3) Menjelaskan kembali bagian dan fungsi input dan output PLC
- 4) Mengingat kembali jumlah data dan memori yang dapat ditampilkan oleh PLC
- 5) Mengetahui jenis-jenis peripheral system PLC

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang teknik kendali, dapat direalisasikan dengan mudah menggunakan PLC. Secara umum, apapun jenis, tipe, dan merk PLC, komponen-komponen PLC yang diperlukan untuk sistem kendali diantaranya berupa Central Controller Unit (CCU) yang disebut dengan istilah Central Processing Unit (CPU) yang terdiri dari Prosesor, Memori dan Power Supply serta bagian Input/Output (I/O) Structure dan Program Device.



Gambar 7.1 Sistem Komponen PLC

7.1 Power Supply Unit

Unit PLC tidak akan bekerja jika tidak diberi energi. Energi yang digunakan untuk menghidupkan PLC dapat berupa sumber AC 120 volt atau 240 volt dan dapat juga ditentukan sumber arus DC 5 volt sampai dengan 30 volt. Untuk menghidupkan PLC, pemakai tinggal menyambungkan bagian input energi dengan tegangan dan arus listrik yang sesuai.

Selain menyediakan tegangan listrik, power supply juga dapat memonitor dan memberikan sinyal kepada CCU apabila terjadi suatu kesalahan. Dengan kata lain, power supply selain sebagai pemberi daya berfungsi juga sebagai proteksi komponen sistem. Perlu diperhatikan bahwa kemampuan power supply jangan dihubungkan dengan sumber arus yang melebihi kapasitasnya karena akan mengakibatkan operasi PLC yang tidak stabil. Power supply yang baik idealnya dirancang untuk mengamankan terjadinya fluktuasi kondisi daya. Tetapi sebuah power supply belum tentu dapat mengkompensasi kondisi ketidakstabilan tegangan yang terjadi ini, disebabkan oleh Jauhnya lokasi sumber energi, Sistem sambungan yang tidak baik, dan dekat dengan peralatan berat.

Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan adanya suatu alat yang dapat menstabilkan tegangan sebelum digunakan. Alat yang biasa dipakai adalah Constant Voltage Transformer atau lebih dikenal dengan nama stabilizer. Dan untuk mengatasi masalah lain yang akan mempengaruhi jalannya program pada PLC, maka sebaiknya PLC dilengkapi atau dijauhkan dengan peralatan lain yang dapat menimbulkan efek elektromagnetik.

7.2 Central Processing Unit (CPU)

7.2.1 Prosesor

Biasanya PLC menggunakan chip microprocessor sebagai intinya dan sekaligus merupakan otaknya dari PLC. Gerakkan actuator yang diperintah oleh inti ini dalam bentuk program yang diolah oleh microprocessor. Jenis microprocessor yang umum digunakan adalah: Z80, 6800, 8086, 6502, 68000, 80286, 80386 ataupun 80486 serta yang lainnya sampai generasi intel Pentium.

7.2.2 Memory

Karakteristik terpenting dari PLC adalah kemudahan pemakai dalam menggantikan program dengan mudah dan cepat. Tujuan ini dapat dicapai dengan membuat karakteristik PLC dilengkapi dengan sistem memori. Sistem memori ini dimaksudkan untuk menyimpan data-data urutan instruksi ataupun program yang dapat dieksekusi oleh prosesor sesuai dengan perintah yang telah diberikan dalam program. Sistem memori PLC terdiri dari dua virtual memori, meliputi *executive memory* dan *application memory*.

7.2.2.1 Executive Memory

Memory ini tersusun dari sekumpulan program-program permanen yang dianggap sebagai bagian dari PLC. Program permanen ini mengarahkan atau menjalankan aktifitas seluruh sistem, seperti eksekusi program, komunikasi peralatan dan lain-lain. Dengan kata lain executive memory adalah bagian memori yang dapat menyimpan instruksi-instruksi software, seperti instruksi internal relay, block transfer, instruksi matematik dan lain-lain. Daerah memori ini tidak dapat diakses oleh pemakai.

7.2.2.2 Application Memory

Sistem ini berguna untuk menyimpan dan tempat menampung instruksi-instruksi program yang diinput oleh pemakai. Memori ini terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi dan penggunaan yang khusus.

7.2.3 Jenis-jenis Memory

Jenis memori yang biasa digunakan dalam sistem industri di antaranya CORE, RAM, ROM, PROM, EPROM, UV PROM, EEPROM, EAPROM dan Bubble memory.

Hampir semua jenis PLC menggunakan memori jenis RAM (Random Access Memory). RAM ini bekerja cepat dan memungkinkan untuk diprogram ulang. RAM termasuk jenis memori yang mudah dihapus atau mudah hilang/lenyap, terutama jika sumber energi putus/hilang

maka semua data yang tersimpan dalam memory ini akan hilang juga. Data yang tersimpan dalam meory ini akan tetap bertahan jika ada suatu tambahan energi misalnya baterai sebagai back up bila energi utamanya hilang atau putus secara mendadak. Namun demikian baterai yang berfungsi sebagai back up tersebut tetap harus dalam kondisi standby (eberenergi penuh).

Untuk mengatasi kelemahan yang dimiliki oleh memory jenis RAM maka beberapa jenis PLC menambah memory dengan jenis PROM (Programmable Read Only Memory). Jenis memory ini dapat menyimpan data secara permanen walaupun sumber energi sudah terputus (Off). Untuk mengatasi kekurangan yang dimiliki oleh jenis memory PROM yaitu tidak bisa diprogram ulang dan hanya dapat dipakai sekali saja maka beberapa jenis PLC saat ini banyak dilengkapi dengan memory jenis EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) yang memungkinkan dapat melakukan pemrograman secara berulang kali, misalnya dengan cara menyinarinya menggunakan sinar ultra violet (UVPROM) atau dengan aliran listrik (EEPROM) atau dengan mengalirinya dengan arus listrik (EAPROM).

Jenis memory lain yang biasa digunakan adalah ROM (Read Only Memory). Memory ini tidak dapat diisi ulang oleh pemakai. Memory ini digunakan untuk menyimpan sistem operasi yang dapat menterjemahkan kontrol program pemakai ke CCU. PLC jenis baru banyak menggunakan memory jenis CORE. Biasanya memory ini digunakan jika kapasitas memory yang dibutuhkan cukup besar. Sedangkan memory yang saat ini masih dalam tahap pengembangan adalah memory jenis Bubble. Kelebihan memory ini mempunyai kapasitas yang besar, kerja yang cepat dan mudah dalam prosesnya, tetapi harganya cukup mahal.

Secara singkat, di bawah ini dijelaskan fungsi dan perbedaan dari masing-masing jenis memory yang biasa digunakan dalam sebuah CPU PLC selain ROM dan RAM, di antaranya:

- a. Memory jenis PROM (Programmable Read Only Memory, dalam memory ini user hanya dapat menyimpan program satu kali saja
- b. Memory jenis EPROM (Erasable Programmable Read Only

Memory), yaitu PROM yang dapat dihapus dengan cara menyinari-nya menggunakan sinar ultraviolet dalam waktu hanya beberapa menit. Memory jenis ini disebut juga memory UVROM

- c. Memory jenis EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), program yang dibuat dan disimpan dalam memory ini dengan sangat cepat dan mudah dapat direset atau dihapus
- d. Memory jenis NOVRAM (Nonvolatile Random Access Memory), yaitu memory kombinasi antara EEPROM dan RAM. Ketika catu daya berkurang maka memory pada RAM dapat disimpan pada EEPROM sebelum hilang dan dapat dibaca kembali setelah catu dayanya kembali normal

Ditinjau dari sub bagian memory yang terdapat dalam PLC maka memory-memory PLC terdiri dari beberapa sub bagian memory, di antaranya:

- 1) Executive Memory
Memory ini merupakan kumpulan program-program yang disimpan secara permanen. Program yang terdapat dalam memory ini digunakan untuk melakukan aktifitas sistem, seperti eksekusi program dan komunikasi peralatan penunjang.
- 2) Scratch Pad
Berfungsi sebagai tempat penyimpanan data sementara yang dimanfaatkan oleh CCU untuk menyimpan kelompok-kelompok kecil program dalam proses eksekusi program.
- 3) Data Tabel
Daerah ini menyimpan setiap data berupa bagian dari program kontrol, seperti timer, counter dan konstanta atau variabel yang digunakan dalam program kontrol.
- 4) User Program
Daerah ini disediakan untuk instruksi-instruksi program yang diberikan oleh pemakai. Semua program kontrol disimpan dalam sistem ini.

7.3 Input/Output Unit

Input/output unit adalah struktur masukan dan keluaran yang terdapat dalam PLC dan menyebabkan PLC tersebut dapat bekerja atau menjalankan intruksi programnya. Sebagaimana fungsinya PLC sebagai pengontrol suatu proses operasi mesin maka struktur input/output merupakan perantara atau bagian yang menghubungkan antara bagian kontrol seperti sakelar, motor starter, katup-katup dan sebagainya dengan CCU-nya. Sinyal yang diolah oleh CCU merupakan sinyal elektrik bertegangan rendah berkisar 5 volt DC. Sedangkan sinyal dari elemen kontrol dapat berupa arus DC atau arus AC yang bertegangan sampai dengan 240 volt.

Sinyal input/ouput yang bisa diterima oleh PLC terdiri dari dua macam sinyal yaitu sinyal analog dan sinyal digital (binary). Sinyal binary adalah sinyal yang mempunyai kondisi hidup “1” dan mati “0”. Sinyal ini merupakan sinyal yang paling umum digunakan dalam sistem PLC. Sedangkan sinyal analog adalah sinyal yang dapat berubah-ubah setiap saat, misalnya berupa arus atau keadaan tegangan listrik pada saat-saat tertentu. Untuk kebanyakan PLC saat ini, penggunaan sinyal analog harus diterjemahkan terlebih dahulu menjadi sinyal binary menggunakan modul input analog.

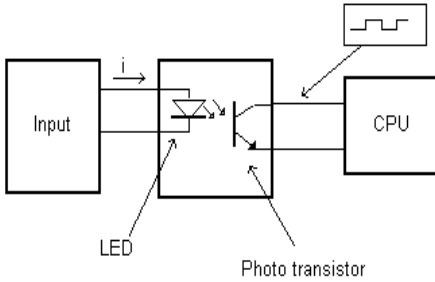
7.3.1 Input Analog

Sebelum peralatan modul input dihubungkan dengan modul input analog, terlebih dahulu peralatan ini harus dihubungkan dengan sebuah transduser atau transmiter yang berfungsi sebagai pengubah sinyal analog yang berasal dari peralatan input ke dalam bentuk sinyal analog arus DC.

Terjadinya perubahan sinyal ini akan membandingkan antara variabel yang diukur dengan tegangan yang diterima oleh modul. Tegangan atau arus yang diterima oleh modul akan diubah ke dalam bentuk sinyal binary. Perubahan bentuk sinyal ini dilakukan oleh suatu alat yang dinamakan Analog to Digital Converter.

Besarnya sinyal tegangan yang masuk dibagi ke dalam beberapa bagian atau devisi yang dinamakan count atau hitungan sistem digital.

Perubahan hitungan digital terkecil yang mampu dibentuk disebut dengan istilah resolusi. Contoh resolusi ADC 12 bit, ini berarti sinyal inputnya dapat dibagi ke dalam 12 bit. Nilai ini didapatkan berdasarkan perhitungan 2 pangkat 12 atau dengan sistem bilangan desimal yang berkisar antara 0 sampai dengan angka 4095 .

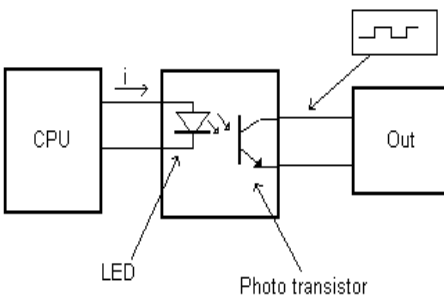


Gambar 7.2
Antarmuka Input [6]

7.3.2 Output Analog

Modul ini digunakan untuk mengontrol peralatan yang menerima sinyal tegangan/ arus kontinu (analog). Sebagaimana input analog, modul output analog dihubungkan dengan alat pengontrol melalui transduser atau transmitter. Transmitter ini yang berfungsi untuk memperbesar atau memperkecil serta mengubah sinyal output yang berupa binary ke dalam bentuk sinyal yang dapat diterima oleh peralatan output.

Perbedaan antara modul input dan modul output terletak pada jenis konverter yang digunakannya. Kalau modul input menggunakan A/D konverter, sedangkan modul output menggunakan D/A konverter atau DAC. Besaran analog output yang dihasilkan akan sebanding dengan besaran numeric yang diterimanya. Jadi selain menghitung atau menangkap sinyal, DAC akan menghasilkan sinyal analog yang besarnya sebanding dengan arus/tegangan minimum dan maksimum.



Gambar 7.3
Antarmuka Output [6]

Di samping input dan output berupa analog, input dan output yang dihubungkan dengan PLC dapat juga berupa input/output digital. Spesifikasi input/output analog dan digital yang dapat dihubungkan dengan PLC dapat berupa:

- 1) Input Digital: Input point digital
DC 24 volt input
DC 5 volt input/TTL input
AC/DC 24 volt input
AC 1001 volt input
AC 220 volt input
- 2) Output Digital: Output point digital, Relay output
AC 110 volt output (solid state)
AC 220 volt output (solid state)
DC 24 volt output (PNP & NPN Type)
DC 24 volt dynamic output
- 3) Analog Input: Input point linier
0 – 10 volt DC
-10 volt DC - +10 volt DC
4 – 20 mA DC
- 4) Analog Output: Output point linier
0 – 10 volt DC
-10 volt DC - +10 volt DC
4 – 20 mA DC

Beberapa jenis dan merk PLC mempunyai jumlah dan alokasi input dan output unit terminal yang berbeda-beda. Misalnya kita dapat melihat dan membandingkan banyaknya alokasi input dan output unit terminal yang dimiliki oleh PLC merk Omron dan PLC merk IDEC Izumi pada tabel 7.1 berikut.

Tabel 7.1
Alokasi Input/Output (I/O) Terminal
(seperti PLC Merk Omron)

Terminal I/O Pada CPU	Terminal CPU		Terminal I/O Expansi		Catu Daya
	Input	Ouput	Input	Output	
10	6 points 0000 s/d 0005 12	4 points 1000 s/d 1003	8 points 0100 s/d 1107	12 points 0100 s/d 0111	AC DC
	20	8 point 1000 s/d 1007	12 point 0100 s/d 0111	8 point 1100 s/d 1107	AC DC
30	18 points 0000 s/d 0011 0100 s/d 0105	12 points 1000 s/d 1007 1100 s/d 1103	12 points 0200 s/d 0211	8 points 1200 s/d 1207	AC DC

Tabel 7.2
Alokasi Input/Output (I/O) Terminal PLC Merk IDEC IZUMI

Terminal I/O Pada CPU	Terminal CPU		Terminal Internal Relay Output	Catu Daya
	Input	Ouput	Output	
24	16 points 0 – 7 & 10 – 17 10 – 17 & 110 - 117	8 points 200 s/d 207	400 – 450 M0 – M50	AC DC
	32	16 points 0 – 7 & 10 – 17 10 – 17 & 110 - 117	16 points 200 – 207 210 – 217 Q0 – Q7 Q10 – Q17	400 – 499 M0 – M99

7.4 Data dan Memory PLC

Di dalam PLC terdapat aturan dan tata cara penulisan memory PLC, meliputi:

- 1) Word atau channel yang terdiri dari 16 bit, ditulis XXX
- 2) Bit atau contact yang terdiri dari 1 bit, ditulis XXXXXX
- 3) Dua angka terakhir (digaris bawah) menunjukkan nomor contact dan sisa angka di depan menunjukkan nomor channel. Sedangkan memory PLC terdiri atas:

7.4.1 IR (Internal Relay)

Internal relay mempunyai pembagian fungsi seperti IR input, IR output dan IR work area untuk pengolahan data pada program IR input dan output adalah IR yang berhubungan dengan terminal input dan output pada PLC. Sedangkan IR work area tidak dihubungkan ke terminal PLC, tetapi terletak pada internal memory PLC dan berfungsi untuk pengolahan logika program (manipulasi program).

Selain itu terdapat juga IR yang difungsikan untuk SYSMAC BUS Area, Spesial I/O unit area, optical I/O unit area dan Group 2 high density I/O unit area, dengan fungsi masing-masing sebagai berikut:

- 1) SYSMAC BUS Area berfungsi untuk komunikasi data PLC antara CPU PLC dan I/O unit PLC dengan hanya menggunakan dua kabel saja yaitu RS 485 dengan jarak maksimum 200 meter.
- 2) Spesial I/O unit area merupakan IR yang digunakan oleh spesial I/O unit PLC, contoh: analog input, analog output dan lain-lain yang berfungsi untuk menyimpan dan mengolah datanya.
- 3) Optical I/O area berupa IR yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data dari optical I/O unit PLC
- 4) Group 2 high density I/O unit area berupa IR yang berfungsi untuk menyimpan dan mengolah data dari high density I/O unit group 2.

7.4.2 SR (Special Relay)

Relay yang mempunyai fungsi khusus seperti untuk flags, misalnya pada instruksi penjumlahan terdapat kelebihan digit pada hasilnya (Carry Flag), kontrol bit PLC, informasi kondisi PLC dan sistem clock (pulsa 1 detik, 0,2 detik dan lain-lain).

7.4.3 AR (Auxiliary Relay)

Terdiri dari flags dan bit dengan tujuan-tujuan khusus dan dapat menunjukkan PLC yang disebabkan oleh kegagalan sumber tegangan, kondisi spesial I/O, kondisi I/O unit, kondisi CPU PLC, kondisi memory PLC dan lain-lain.

7.4.4 HR (Holding Relay)

Berfungsi untuk menyimpan data (bit-bit penting) karena tidak akan hilang walaupun sumber tegangan PLC telah terputus (off).

7.4.5 LR (Link Relay)

Digunakan untuk data link pada PLC link sistem. Artinya berfungsi untuk tukar menukar informasi antar dua PLC atau lebih dalam suatu sistem kontrol yang saling berhubungan satu dengan lainnya dan menggunakan banyak PLC (minimum 2 PLC).

7.4.6 TR (Temporary Relay)

Berfungsi untuk menyimpan sementara kondisi logika program yang terdapat pada ladder diagram yang mempunyai titik percabangan khusus.

7.4.7 TC (Timer/Counter)

Timer digunakan untuk mendefinisikan sistem waktu tunda (time delay) sedangkan counter digunakan sebagai penghitung. Timer dalam suatu PLC mempunyai orde 100 ms dan ada juga yang mempunyai orde 10 ms seperti TIMH (15). Untuk TIM 000 sampai dengan TIM 015 dapat dioperasikan secara interrupt untuk mendapatkan waktu yang lebih presisi.

7.4.8 DM (Data Memory)

Data memory berfungsi untuk menyimpan data-data program, karena isis DM tidak akan hilang (reset) walaupun sumber tegangan PLC telah off. Ada beberapa macam DM, diantaranya :

- 1) DM Read/Write: DM ini dapat dihapus dan ditulis oleh program yang kita buat, jadi sangat berguna untuk manipulasi data program
- 2) DM Spesial I/O Unit: DM ini berfungsi untuk menyimpan dan mengolah hasil dari spesial I/O unit, mengatur dan mendefinisikan sistem kerja spesial I/O unit.
- 3) DM History Log: DM ini dapat menyimpan informasi-informasi penting pada saat PLC terjadi kegagalan sistem operasionalnya. Pesan-pesan kesalahan yang terjadi dalam sistem PLC dapat disimpan berupa kode-kode angka tertentu.
- 4) DM Link Test Area: DM ini berfungsi untuk menyimpan informasi-informasi yang menunjukkan status dari sistem link PLC.
- 5) DM Setup: Berfungsi untuk setup kondisi default (kondisi kerja saat PLC aktif). Pada DM inilah kemampuan kerja dari suatu PLC didefinisikan terlebih dahulu sebelum PLC tersebut diprogram dan dioperasikan pada suatu sistem kontrol dan setupnya disesuaikan dengan sistem kontrol yang diinginkan atau yang bersangkutan.

7.4.9 UM (Upper Memory)

Memory ini berfungsi untuk menyimpan dan menjalankan program kita (user program) yang mempunyai kapasitas tergantung pada masing-masing tipe PLC yang dipakai. Semua memory (selain DM dan UM) dapat berfungsi sebagai sebuah relay yang mempunyai koil, kontak NO dan kontak NC. Begitu juga timer dan counter dapat berfungsi sama seperti timer dan counter pada umumnya yang mempunyai kontak NO dan kontak NC. Sedangkan DM tidak mempunyai contact, tetapi hanya berupa channel/word saja. DM dapat difungsikan untuk menyimpan data-data penting yang tidak boleh hilang pada saat power telah off atau berfungsi untuk memanipulasi program yang kita buat. Selain itu memory yang mempunyai sifat dapat menyimpan data program jika listrik mati adalah DM dan HR sedangkan yang lain akan kembali reset (hilang/terhapus).

7.5 Peripheral

Bagian ini merupakan salah satu bagian dari sistem peralatan yang dibutuhkan oleh PLC untuk melakukan penginputan sebuah program yang akan diproses oleh PLC tersebut. Peralatan peripheral yang banyak digunakan dalam sistem pemrograman sebuah PLC dapat berupa:

- 1) Handheld Programming Console
- 2) SSS (Sysmate Support Software)
- 3) PROM Writer
- 4) GPC (Graphic Programming Console)
- 5) FIT (Factory Intelegent Terminal)

Adapun model standar sistem komponen beserta peralatan peripheral dari PLC merk Omron dapat dilihat dari tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 7.3 Model Standar CPUs

Keterangan	Point Input	Point Output	Catu daya	Nomor Model
CPU dengan 10 I/O point	6 points	4 points	100 – 240 VAC, 50/60 Hz	CPM1–10CDR-A
			24 VDC	CPM1–10CDR-D
Cpu dengan 20 I/O point	12 points	8 points	100 – 240 VAC, 50/60 Hz	CPM1-20CDR-A
			24 VDC	CPM1-20CDR-D
CPU dengan 30 I/O point	18 points	12 points	100 – 240 VAC, 50/60 Hz	CPM1-30CDR-A
			24 VDC	CPM1-30CDR-D

Tabel 7.4. Ekspansi I/O Unit

Keterangan	Point Input	Point Output	Nomor Model
Ekspansi I/O Unit dengan 20 I/O point	12 point	8 point	CPM1 – 20EDR

Tabel 7.5 Komunikasi Adapter

Keterangan	Point Output	Nomor Model
Adapter RS – 232C	Mengubah komunikasi data antara terminal peripheral dengan peralatan RS–232C	CPM1 – CIF01
Adapater RS - 422	Mengubah komunikasi data antara terminal peripheral dengan peralatan RS - 422	CPM1 – CIF11

Tabel 7.6 Peralatan Peripheral

Nama	Nomor Model	Spesifikasi
Programming Console	CQM-PRO01-E	Kabel penyambung 2 m Hand-Held, dgn backlight;
	C20H-PRO27-E	dgn kabel penghubung c200H-CN222 atau C200H-CN422
SYSWIN	SYSWIN-E-V31	3.5”, HD kompatibel dengan IBM PC/AT (Windows)
		Dari IBM PC/AT atau kompatibel ke peripheral port
Kabel Penghubung	C200H-CN222	Dari C200H programming console ke peripheral port (2 m)
	C200H-CN422	Dari C200H programming console ke peripheral port (4 m)

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 7.1 Sebutkan bagian-bagian komponen dalam sistem PLC
- 7.2 Sebutkan bagian-bagian dari Central Processing Unit
- 7.3 Jelaskan perbedaan penggunaan jenis memory pada sistem PLC
- 7.4 Jelaskan perbedaan input analog dan input digital
- 7.5 Sebutkan jenis-jenis Peripheral sistem PLC

SISTEM PENGAWATAN PLC

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 8.1 Sistem Antarmuka PLC
- 8.2 Sink and Source PLC
- 8.3 Sistem Hardware PLC
- 8.4 Pengawatan Input PLC
- 8.5 Pengawatan Output PLC

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan Hardware PLC

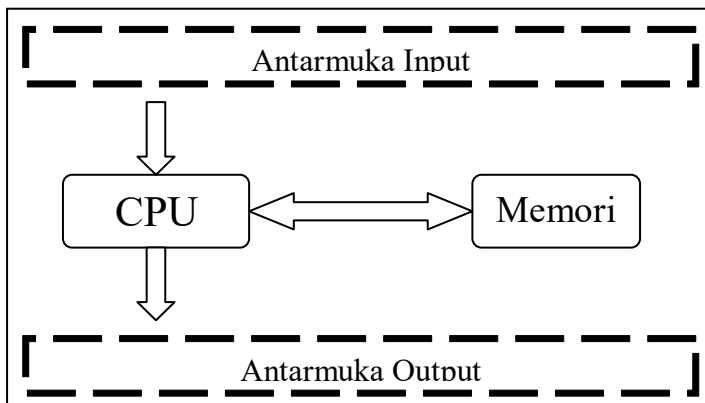
SISTEM PENGAWATAN PLC

Setelah mengikuti dan mempelajari isi bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Mengetahui dan mengerti system antarmuka PLC
 - 2) Menjelaskan kembali jenis dan fungsi Sink dan Source PLC
 - 3) Menyebutkan kembali jenis-jenis hardware PLC
 - 4) Merangkai sistem pengawatan input PLC
 - 5) Merangkai sistem pengawatan output PLC
-
-

8.1 Sistem Antarmuka PLC

Sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa struktur dasar PLC terbagi ke dalam empat jenis komponen utama yaitu antarmuka (interface) input, antarmuka output, processing unit (CPU) dan unit memori. Arus informasi dalam PLC akan mengikuti jalur yang sederhana sebagaimana ditunjukkan pada gambar 8.1.



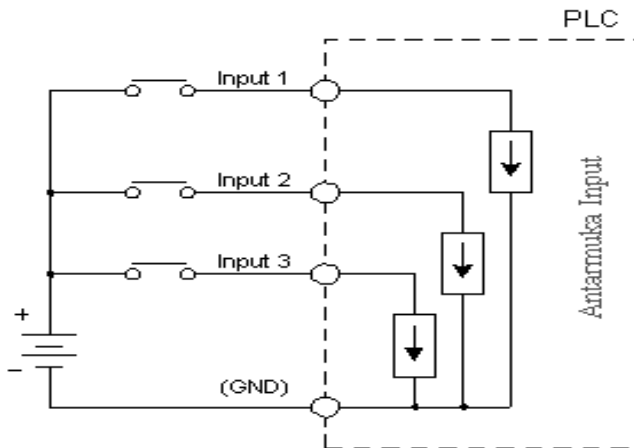
Gambar 8.1 Struktur PLC Dalam Bentuk Diagram

Berdasarkan gambar di atas maka alur kerja dari PLC adalah:

- 1) CPU akan membaca unit memori
- 2) Memeriksa status antarmuka
- 3) Memperbarui status CPU
- 4) Memerperbarui status antaramuka output

8.1.1 Antarmuka Input

Dalam sistem ini, semua sinyal input dikumpulkan. Sinyal-sinyal input biasanya berupa tegangan dengan kapasitas 24 volt DC atau 110 volt DC. Unit PLC yang sesuai harus dipilih agar dapat bekerja sesuai dengan tegangan input yang akan digunakan. Dalam gambar di atas menerangkan bahwa antarmuka input mengakses CPU secara langsung. Untuk melindungi CPU dari tegangan dan arus tinggi yang berbahaya, maka terminal-terminal input diisolasi dengan metode opto-isolation di mana tidak ada tegangan yang ditransmisi dari terminal-terminal input menuju CPU tetapi hanya berupa pulsa-pulsa optis (cahaya). Metode ini digunakan oleh sebagaian besar PLC.



Gambar 8.2 Antarmuka Input [7]

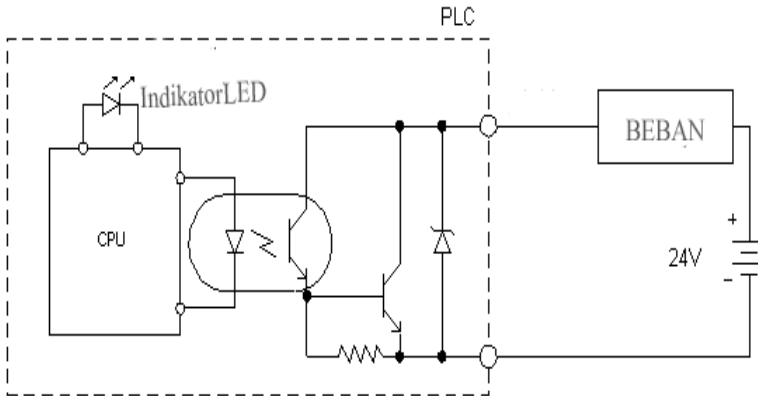
8.1.2 Antarmuka Output

Jenis sinyal output tergantung dari metode switching outputnya, seperti dijelaskan pada tabel 8.1 berikut.

Tabel 8.1 Spesifikasi Umum Peralatan Output PLC

Type Switch	Tegangan Operasi	Waktu Switching
Relay	250 V AC / 30 V DC	10 ms
Transistor	5 V sampai 30 V DC	0.2 ms
Triac (SSR)	85 V sampai 242 V AC	ON : 1 ms / OFF : 10 ms

CPU secara langsung dihubungkan pada antarmuka output. Tegangan balik yang akan membahayakan dan merusak CPU harus dapat dicegah dengan cara memberika isolasi antara CPU dengan antarmuka output-nya. Salah satu cara untuk mengantisipasinya adalah dengan cara memilih PLC yang cocok dengan tegangan output yang digunakan. Unit transistor ataupun triac diharapkan dapat menggunakan Opto-isolation. Di samping itu unit rele harus memiliki isolasi terpasang secara built-in, yaitu tegangan yang dapat diubah dengan cara menggerakkan coil dengan azas kerja mekanis.



Gambar 8.3 Antarmuka Output [7]

8.2 Sink Dan Source PLC

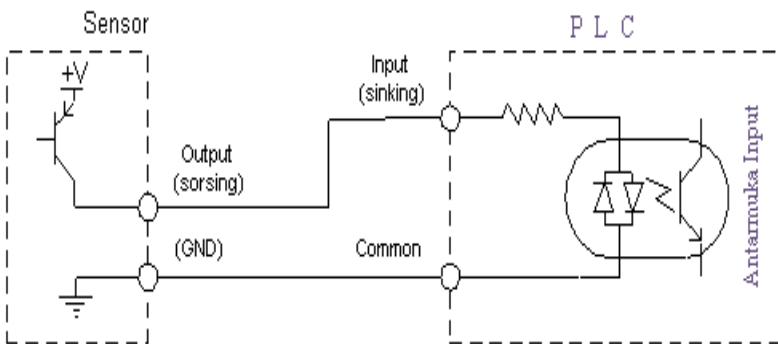
Sink dan Source merupakan istilah yang digunakan untuk menjelaskan tentang kutub positif dan kutub negatif yang menghubungkan antara sumber tegangan (suplai daya) dengan beban (ouput). Sebagian besar PLC memungkinkan pemakai memilih untuk melakukan pemasangan saklar pada posisi sink atau source pada bagian inputnya.

Biasanya, produsen PLC menyediakan terminal khusus pada bagian inputnya untuk keperluan tersebut. Pada terminal ini, suplai sink (negatif) atau source (positif) dihubungkan. Sementara kawat suplai lainnya dihubungkan dengan peralatan input eksternal tertentu yang dihubungkan dengan PLC.

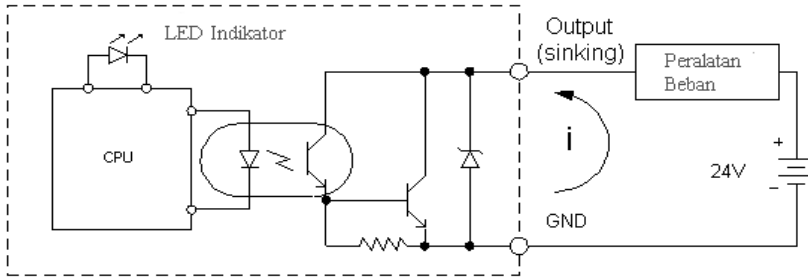
Beberapa jenis PLC tidak memiliki bentuk input yang dapat dipilih sehingga inputnya hanya dapat digunakan sebagai input negatif atau positif saja. Maka jika menemui jenis PLC seperti ini, cara pemasangannya harus memperhatikan konfigurasi dari PLC tersebut. Untuk membedakan antara sink dan source yang terdapat pada PLC, pada umumnya digunakan simbol-simbol yang berbeda untuk mengidentifikasi terminal-terminal sebagaimana dijelaskan pada tabel di bawah ini.

Tabel 8.2 Simbol-Simbol Terminal Input PLC

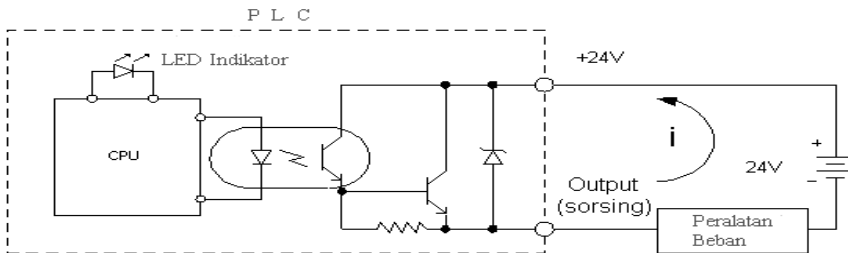
Type Terminal	Simbol	Contoh tegangan yang dihubungkan bila menggunakan 24 V DC
Fixed positive common	+ COM + V	24 V DC
Fixed negative common	- COM - V	0 V
Selectable common	S/S	24 V DC atau 0 V DC



Gambar 8.4 Sink dan Source Input PLC [6]



Gambar 8.5 Sink Output PLC [6]



Gambar 8.6 Source Output PLC [6]

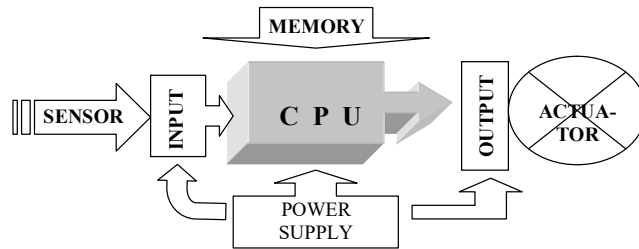
Pemasangan saklar output PLC hampir sama dengan pemasangan saklar input PLC jika menggunakan relay, karena relay menggunakan isolasi mekanis yang memungkinkan segala macam tipe tegangan diubah (voltage free contacts/kontak bebas tegangan). Jika menggunakan triac, sink/source tidak digunakan karena triac mengubah tegangan CA yang polaritasnya dapat saling dipertukarkan. Jika menggunakan transistor, sangat penting untuk menentukan penggunaan sink/sourcenya, karena transistor dirancang secara khusus untuk beroperasi dengan tegangan negatif atau tegangan positifnya saja.

8.3 Sistem Hardware PLC

Bagian-bagian dalam sistem komponen PLC merupakan sistem hardware dari PLC tersebut. Sistem ini dapat berupa : Module Power Suplai yang berfungsi sebagai sumber daya untuk memberikan catu daya dan dapat menjalankan proses dalam module CPU, module input dan module output. Module CPU, berfungsi sebagai pusat kendali untuk

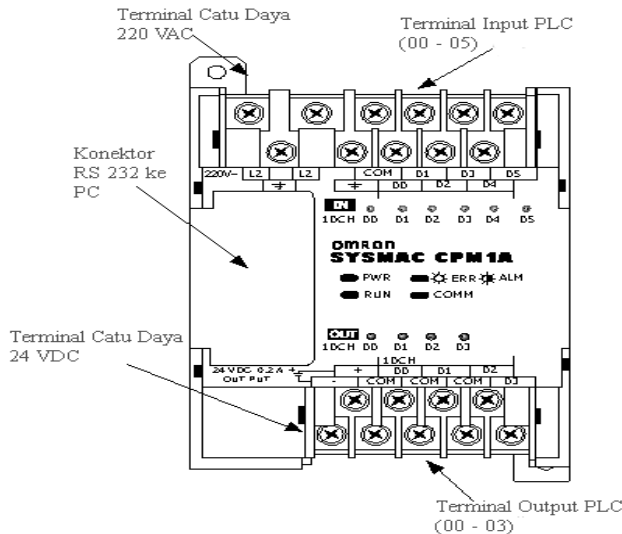
memproses semua data (data processing) berupa logic, timer, counter, arithmetic, sistem konversi dan lain-lain yang ada dalam PLC dan setiap langkah proses atau datanya akan disimpan dalam bentuk memory. Module input, berupa tempat untuk merubah data yang berbentuk sinyal listrik menjadi data digital agar dapat diolah dalam sistem CPU. Module ini disebut juga sebagai interface antara sensor dan CPU sebagaimana telah dijelaskan pada point 8.1 di atas.

Begitu juga dengan module output yang berupa tempat untuk mengubah data yang berbentuk sinyal digital sebagai hasil proses di CPU menjadi besaran listrik.

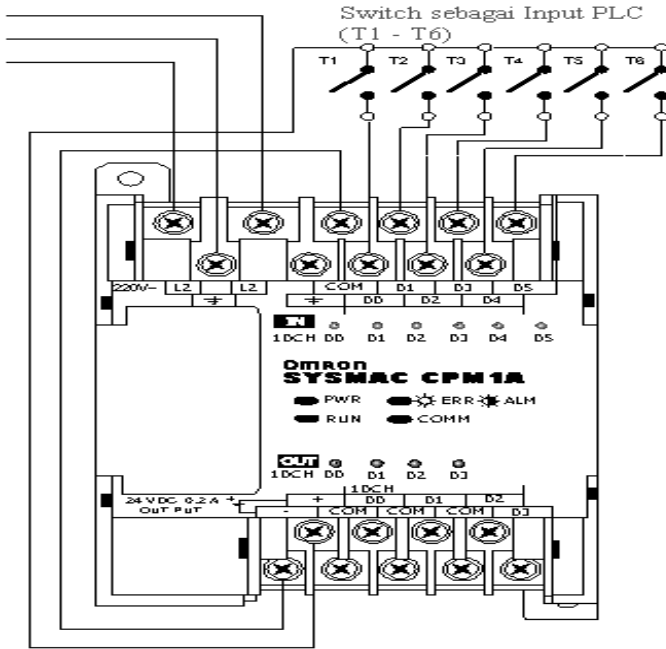


Gambar 8.7 Blok Diagram Sistem Hardware PLC

8.4 Pengawatan Input PLC

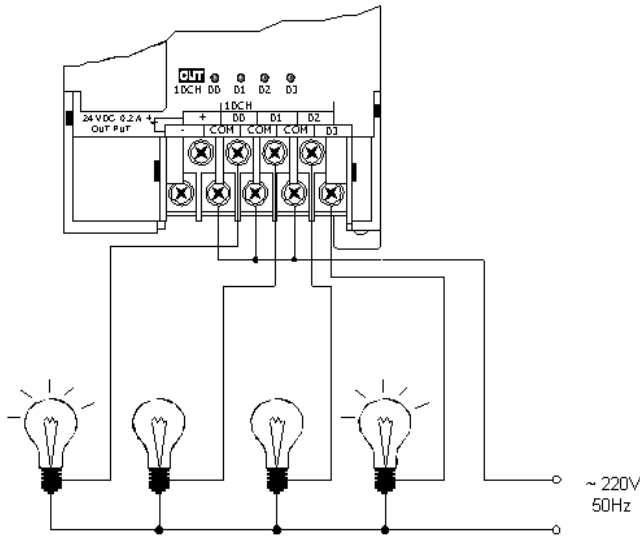


Gambar 8.8 Sistem Input/Output PLC CPM 1A [6]



Gambar 8.9 Pengawatan Input PLC [6]

8.5 Pengawatan Output PLC



Gambar 8.10 Pengawatan Output Dengan Beban Lampu [6]

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 8.1 Jelaskan alur kerja PLC dalam bentuk struktur
- 8.2 Jelaskan yang dimaksud dengan antarmuka input dan output pada PLC
- 8.3 Jelaskan yang dimaksud dengan Sink dan Source system PLC
- 8.4 Jelaskan beberapa bagian hardware dari system PL
- 8.5 Perlengkapan apa saja yang dapat dihubungkan melalui pengawatan input dan output pada PLC

INSTRUKSI DASAR PEMROGRAMAN PLC

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 9.1 Sistem Ladder Diagram dan Statement List
- 9.2 Instruksi Dasar Pemrograman
- 9.3 Instruksi Bercabang
- 9.4 Sistem Interlock
- 9.5 Instruksi JUMP & JUMP END
- 9.6 Instruksi KEEP
- 9.7 Penggunaan TIMER dan COUNTER
- 9.8 Instruksi SHIFT REGISTER

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan Hardware PLC
- Test menggambar Ladder Diagram PLC

INSTRUKSI DASAR PEMROGRAMAN PLC

Setelah mengikuti dan mempelajari isi materi bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Mengetahui dan membedakan penggunaan ladder diagram dan statement list dalam mendesain program pada PLC
 - 2) Mengerti dan membuat rangkaian sederhana menggunakan instruksi dasar PLC
 - 3) Membuat rangkaian instruksi bercabang
 - 4) Membuat rangkaian system interlock
 - 5) Membuat rangkaian JUMP dan JUMP END
 - 6) Membuat rangkaian untuk aplikasi instruksi KEEP
 - 7) Membuat rangkaian untuk aplikasi Timer, Counter, dan Shift Register
-

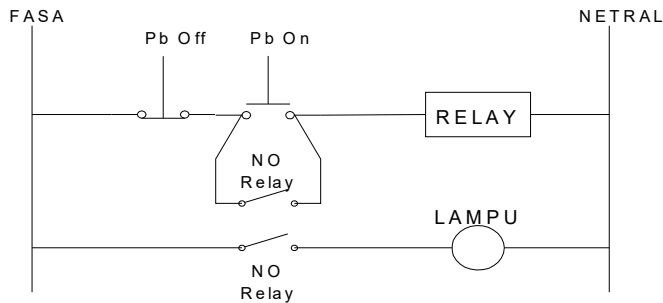
Programmable Logic Controller (PLC) mempunyai struktur sangat spesifik dengan cara kerja ditentukan oleh sinyal-sinyal elektrik yang ada pada Centra Processing Unit (CPU). Proses ini dapat dilakukan dengan cara menginput program melalui suatu alat yang dinamakan programmer yang dilengkapi dengan piranti lunak (software). Pada prinsipnya input dan penulisan program dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan cara penulisan melalui ladder diagram, function chart atau statement list. Namun cara ini akan dapat dilakukan dengan terlebih dahulu mengenal instruksi-instruksi dasar yang khusus digunakan dalam memprogram PLC.

9.1 Sistem Ladder Diagram Dan Statement List

Ladder diagram atau diagram tangga dibentuk dan dibatasi oleh

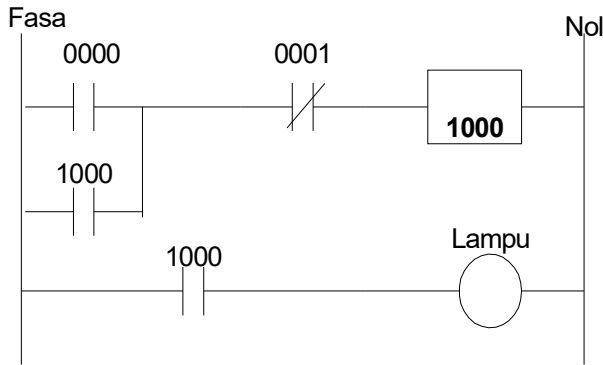
dua garis vertikal. Garis vertikal di sebelah kiri biasanya digunakan untuk sisi masukan dan selalau dihubungkan dengan kutub positif (fasa sumber arus/tegangan) sedangkan garis vertikal bagian kanan digunakan untuk output dan dihubungkan dengan kutub negatif sumber. Penulisan dengan cara ladder diagram ini paling banyak digunakan pada sistem kontrol menggunakan rele-rele atau pada sistem kontrol yang menggunakan PLC, sehingga pada PLC penulisan ladder diagram ini merupakan pengembangan dari penulisan dan penggambaran rangkaian dalam sistem kontrol rele elektronik.

Penulisan dengan ladder diagram bertujuan untuk menampilkan urutan-urutan kerja dari sinyal-sinyal listrik. Melalui diagram ini dapat diperlihatkan hubungan antar peralatan aktif atau tidak aktif (hidup atau mati) sesuai dengan urutan yang ditentukan. Penggambaran rangkaian kontrol dengan ladder diagram untuk kontrol rele elektronik dan rangkaian kontrol menggunakan PLC, dijelaskan melalui gambar 9.1 berikut.



Gambar 9.1 Ladder Diagram Sistem Rele (Listrik)

Cara menuliskan program pada PLC dengan menggunakan ladder diagram, bagian kontak-kontaknya ditulis dengan menggunakan symbol-simbol Normally Open (NO), Normally Close (NC) dan symbol keluaran (Output). Untuk fungsi gerbang logika AND, cukup menghubungkan secara seri kedua komponen yang terkait. Sedangkan untuk gerban logika OR dihubungkan secara parallel dari kedua komponen yang terkait. Ladder diagram pada gambar 9.1, pada system PLC dapat digambarkan seperti gambar 9.2 berikut.



Gambar 9.2 Ladder Diagram Pada Sistem PLC

Penulisan program pada ladder diagram dapat dibuat secara grafik sedangkan penulisan program melalui statement list dilakukan melalui penulisan secara verbal yang dibuat berdasarkan baris intruksi individual sehingga memungkinkan untuk menuliskan komentar pada setiap baris instruksi dan bisa menunjukkan dengan pasti input (masukkan) mana yang dikehendaki. Pada statement list baris instruksi diberi nomor secara berurutan dan beraturan untuk setiap instruksinya. Instruksi penulisan program dengan cara ini dapat menggunakan singkatan-singkatan yang diambil dari huruf depan setiap intruksi tersebut. Penulisan singkatan dalam program statement list ini berbeda-beda sesuai dengan jenis dan merk PLC yang digunakan.

Selain singkatan yang dapat dituliskan, melalui statement list dapat dituliskan juga alamat instruksi, instruksinya sendiri, operand atau maksud dari intruksi tersebut. Dalam istilah lain, penulisan cara ini disebut juga dengan istilah Mnemonic.

Di bawah ini diberikan contoh penulisan program PLC melalui statement list (Mnemonic) untuk PLC merk Omron berdasarkan gambar ladder diagram pada gambar 9.2 sebelumnya.

Tabel 9.1 Statement List (Mnemonic)

Alamat	Singkatan Instruksi		Instruksi	
	Sistem Rele	Sistem PLC	Sistem Rele	Sistem PLC
0000	Pb Off	LD	Push Button Off	Load
0001	Pb On	OR	Push Button On	OR
0002	NO Rele	AND NOT	NO	AND NOT
0003	Rele	Internal Rele	Output (Rele)	Internal rele
0004	Lampu	Lampu	Output Lampu	Lampu

Contoh instruksi-instruksi selanjutnya dalam menuliskan program PLC menggunakan system mnemonic berdasarkan gambar 9.2 di atas dapat dilakukan seperti tabel 9.2.

Tabel 9.2 Sistem Mnemonic PLC

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Switch On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0001	Switch Off
0003	Out	1000	Output (Internal Rele)
0004	LD	1000	Interlock Input
0005	Out	1001	Output (Lampu)

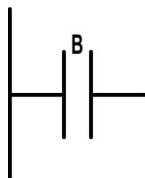
Alamat-alamat di atas dituliskan sesuai dengan urutan ladder sedangkan operand dituliskan berdasarkan operand data dari tiap-tiap instruksi. Operand data yang dimiliki setiap instruksi berbeda-beda tergantung jenis instruksinya, sebagaimana akan dijelaskan di bawah ini.

9.2 Instruksi Dasar Pemrograman

9.2.1 Instruksi LOD (LD)

Instruksi LOD dimulai dengan barisan logic yang dapat diteruskan menjadi ladder diagram baris. Instruksi LOD digunakan setiap kali baris baru dimulai.

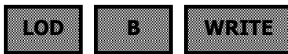
- 1) Diagram Ladder (rele circuit)



- 2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	B

- 3) Key Operasi



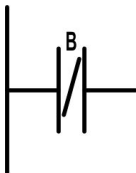
- 4) Operand data area

B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR, TR

9.2.2 Instruksi LOAD NOT (LD NOT)

Adalah: Sebuah instruksi yang digunakan untuk memulai program dari sebuah instruksi atau bagian dari deret tersebut (*ring of section of ring*). Dan logikanya seperti contact NC rele.

- 1) Diagram Ladder (rele circuit)



- 2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD NOT	B

- 3) Key Operasi



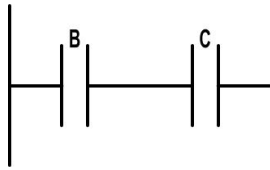
- 4) Operan data area

B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR,

9.2.3 Instruksi AND

Adalah: Sebuah instruksi logika yang digunakan untuk sebuah rangkaian bersifat “seri”. Logika contactnya adalah NO rele.

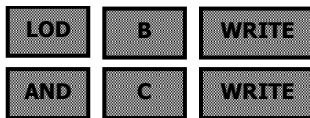
- 1) Diagram Ladder (rele circuit)



- 2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	B
0001	AND	C

- 3) Key Operasi



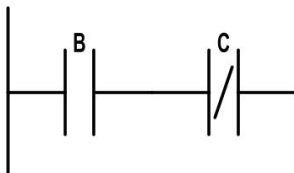
- 4) Operand data area

B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR,

9.2.4 Instruksi AND NOT

Adalah: Sebuah instruksi logika yang dipergunakan untuk sebuah rangkaian bersifat “seri”. Logika contactnya adalah NC rele.

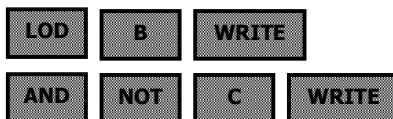
- 1) Diagram Ladder (rele circuit)



- 2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	B
0001	AND NOT	C

- 3) Key Operasi



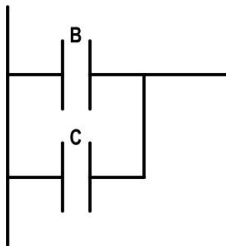
- 4) Operan data area

B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR,

9.2.5 Instruksi OR

Adalah: Sebuah instruksi logika yang digunakan untuk memprogram rangkaian bersifat “paralel”. Logika contactnya adalah NO rele.

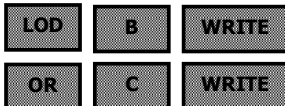
- 1) Diagram Ladder (rele circuit)



- 2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	B
0001	OR	C

- 3) Key Operasi



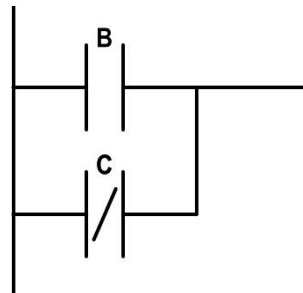
- 4) Operand data area

B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR,

9.2.6 Instruksi OR NOT

Adalah: Sebuah instruksi logika yang digunakan untuk memprogram rangkaian bersifat kontak “paralel”. Logika contactnya adalah NC rele.

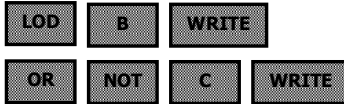
- 1) Diagram Ladder (rele circuit)



2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	B
0001	OR NOT	C

3) Key Operasi



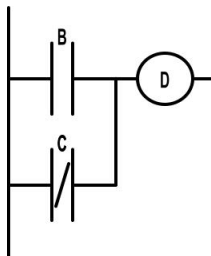
4) Operand data area

B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR,

9.2.7 Instruksi OUT

Adalah: Sebuah instruksi yang digunakan untuk mengakhiri sebuah baris (anak tangga) dan tanda pengalamatan output. Logikanya seperti contact NO rele.

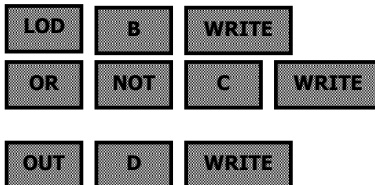
1) Diagram Ladder (rele circuit)



2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	B
0001	OR NOT	C
0002	OUT	D

3) Key Operasi



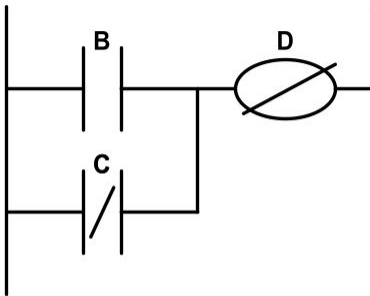
- 4) Operan data area

B : Bit
IR,HR, LR, TR

9.2.8 Instruksi OUT NOT

Adalah: Sebuah instruksi yang digunakan untuk mengakhiri sebuah baris (anak tangga) dan tanda pengalamatan output. Logikanya seperti contact NC rele.

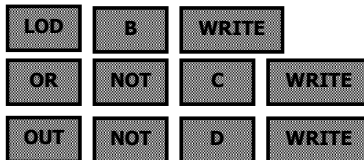
- 1) Diagram Ladder (rele circuit)



- 2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	B
0001	OR NOT	C
0002	OUT NOT	D

- 3) Key Operasi



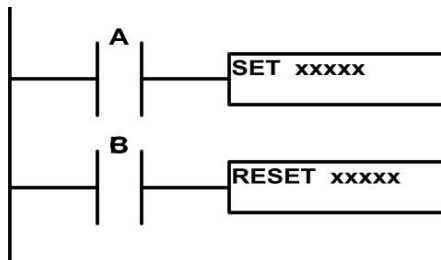
- 4) Operand data area

B : Bit
IR, HR, LR, TR

9.2.9 Instruksi SET dan RESET

Adalah: Sebuah instruksi yang digunakan untuk mengaktifkan kondisi latching dan juga untuk mematikan mereset.

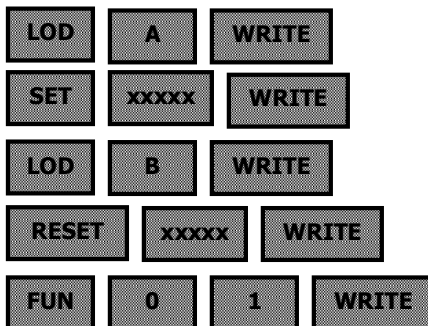
- 1) Diagram Ladder (rele circuit)



- 2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	A
0001	SET	xxxxx
0002	LOD	B
0003	RESET	xxxxx
0004	END (01)	

- 3) Key Operasi



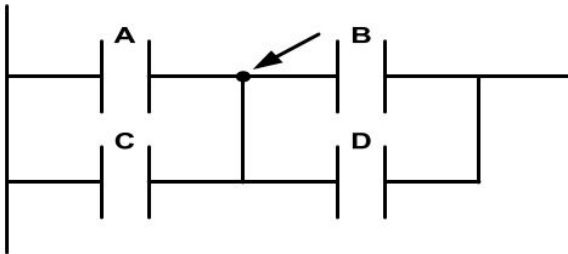
- 4) Operand data area

B : Bit
IR, HR, LR, TR

9.2.10 Instruksi AND LOD

Adalah: Instruksi yang dipergunakan untuk menghubungkan rangkaian awal dengan perintah LOD yang dipasang secara “Seri”.

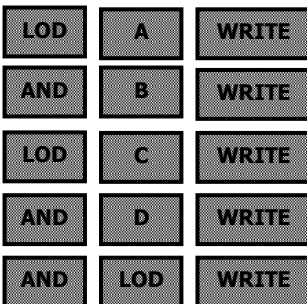
1) Contoh 1: Diagram Ladder



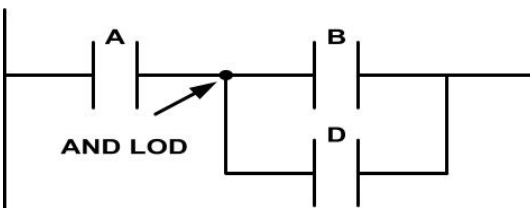
2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	A
0001	AND	B
0002	LOD	C
0003	AND	D
0004	AND LOD	

3) Key Operasi



4) Contoh 2: Diagram Ladder



5) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	A
0001	LOD	B
0002	OR	D
0003	AND LOD	

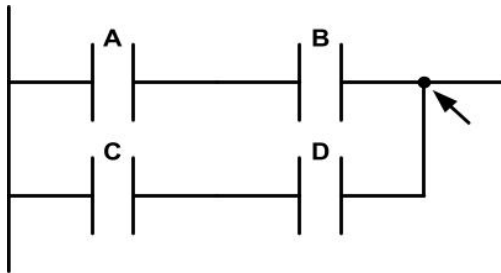
6) Key Operasi

LOD	A	WRITE
LOD	B	WRITE
OR	D	WRITE
AND	LOD	WRITE

9.2.11 Instruksi OR LOD

Adalah: Instruksi yang dipergunakan untuk menghubungkan rangkaian awal dengan perintah LOD yang dipasang secara "Paralel".

1) Contoh 1: Diagram Ladder



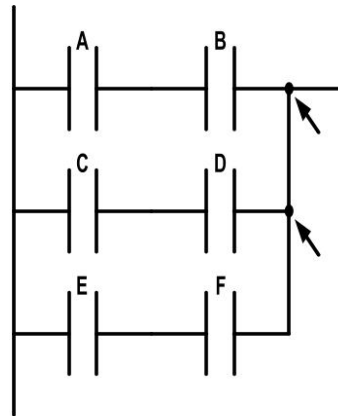
2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	A
0001	AND	B
0002	LOD	C
0003	AND	D
0004	OR LOD	

3) Key Operasi

LOD	A	WRITE
AND	B	WRITE
LOD	C	WRITE
AND	D	WRITE
OR	LOD	WRITE

4) Contoh 2: Diagram Ladder



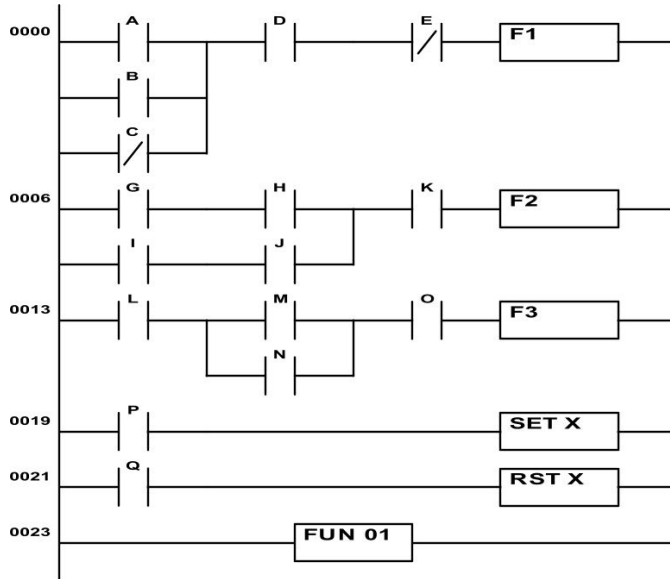
5) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	A
0001	AND	B
0002	LOD	C
0003	AND	D
0004	OR LOD	
0005	LOD	E
0006	AND	F
0007	OR LOD	

6) Key Operasi

LOD	A	WRITE
AND	B	WRITE
LOD	C	WRITE
AND	D	WRITE
OR	LOD	WRITE
LOD	E	WRITE
AND	F	WRITE
OR	LOD	WRITE

7) Contoh Program Ladder



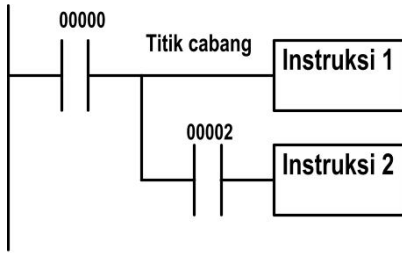
8) List Program

Alamat	Instruction	Data	Alamat	Instruction	Data
0000	LOD	A	0012	OUT	F2
0001	OR	B	0013	LOD	L
0002	OR NOT	C	0014	LOD	M
0003	AND	D	0015	OR	N
0004	AND NOT	E	0016	AND	O
0005	OUT	F1	0017	AND LOD	
0006	LOD	G	0018	OUT	F3
0007	AND	H	0019	LOD	P
0008	LOD	I	0020	SET	X
0009	AND	J	0021	LOD	Q
0010	AND	K	0022	RST	X
0011	OR LOD		0023	END (01)	

9.3 Instruksi Titik Bercabang

- 1) Digunakan pada pemrograman yang cukup kompleks, yang banyak titik percabangan.
- 2) Titik percabangan tersebut dengan menggunakan “TR bit”
- 3) Dalam PLC OMRON TR bit berjumlah 8 buah, yaitu “TR bit 0 s/d TR bit 7”

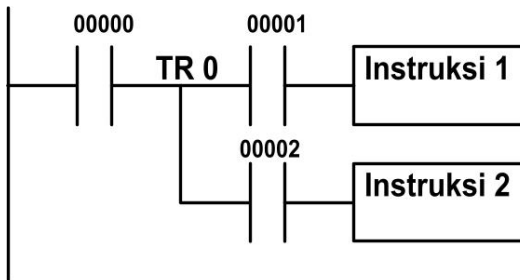
1) Contoh 1: Diagram Ladder



2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	00000
0001	Intruksi 1	
0002	AND	00002
0003	Instruksi 2	

3) Contoh 2: Diagram Ladder



4) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	00000
0001	OUT	TR 0
0002	AND	00001
0003	Intruksi 1	
0004	LOD	TR 0
0005	AND	00002
0006	Instruksi 2	

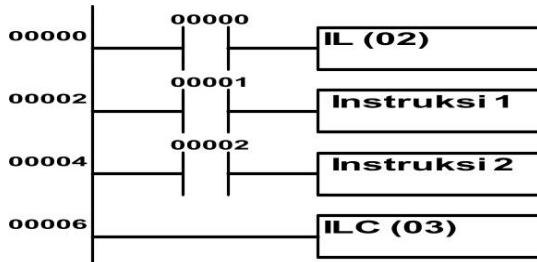
9.4 Interlock IL (02) & Interlock Clear ILC (03)

- 1) IL (02) dan ILC (03) merupakan satu pasang instruksi.
- 2) Jika ada instruksi interlocks, maka harus ada penutupnya, yaitu ILC.

- 3) Ladder diagram yang berada dalam wilayah antara instruksi IL (02) dan ILC (03), tidak akan bekerja jika IL (02) belum bekerja

Instruksi ini bisa menggantikan ladder diagram yang ada titik percabangannya.

- 1) Contoh 1: Diagram Ladder



- 2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	00000
0001	IL (02)	
0002	LOD	00001
0003	Intruksi 1	
0004	LOD	00002
0005	Instruksi 2	
0006	ILC (03)	

9.5 Instruksi JUMP & JUMP END

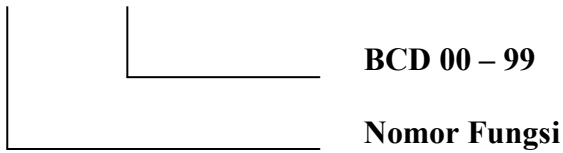
JMP (04) XX

JME (05) XX

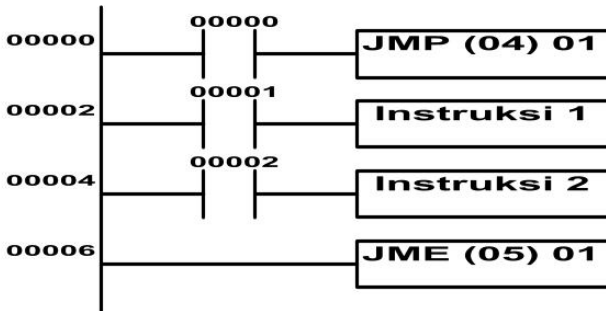
- 1) Instruksi ini mirip dengan instruksi IL (02) dan ILC (03).
- 2) Bedanya jika logika pada instruksi JMP (04) sudah OFF, kondisi yang berada diantara instruksi JMP (04) dan JME (05) yang mempunyai logic "1" (ON), maka akan tetap ON, walaupun kondisi logic inputnya sudah OFF.
- 3) Instruksi JMP (04) bisa dilakukan berulang-ulang dengan nomor BCD (Binary Code Decimal) yang sama dan satu nomor BCD untuk JME (05).

Keterangan :

JMP (04) XX



1) Contoh Diagram Ladder

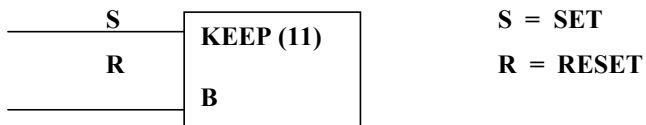


2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	00000
0001	JMP (04)	01
0002	LOD	00001
0003	Intruksi 1	
0004	LOD	00002
0005	Instruksi 2	
0006	JME (05)	01

9.6 Instruksi KEEP (11)

- Simbol ladder diagram:

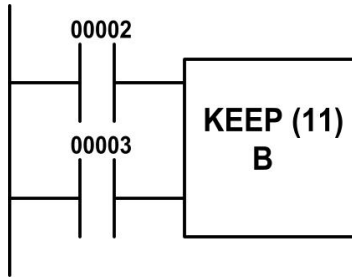


- Operandnya:

- Instruksi ini berfungsi untuk mempertahankan kondisi output untuk tetap ON walaupun input sudah OFF.

- Logika input diumpankan ke input SET dan untuk memmatikannya dihubungkan ke input RESET.

1) Contoh Diagram Ladder

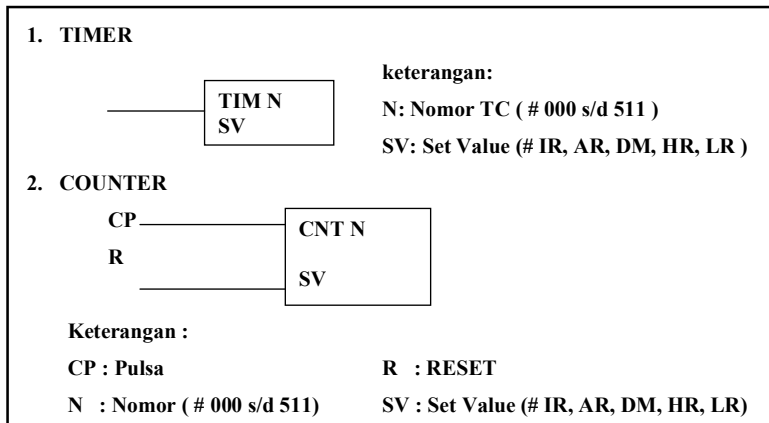


2) List Program

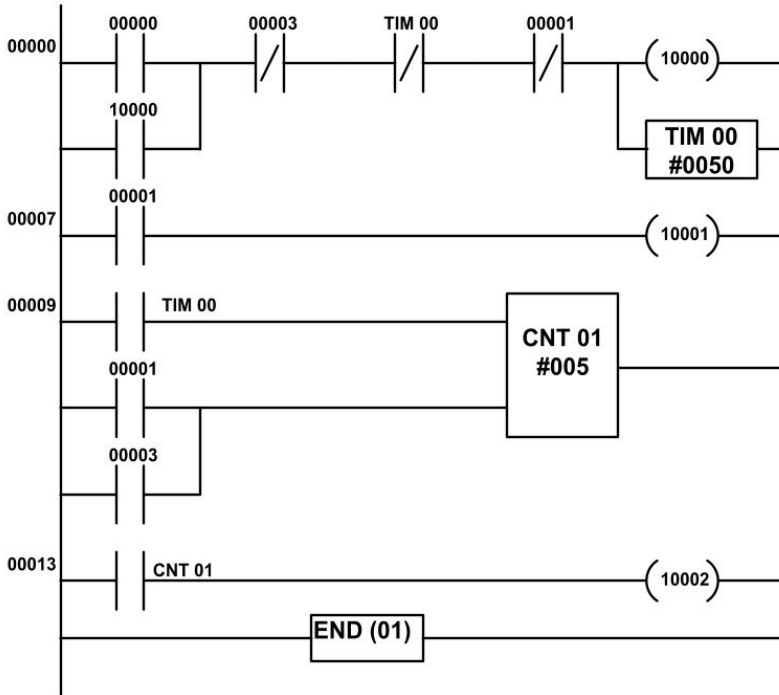
Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	00002
0001	LOD	00003
0002	KEEP (11)	BIT

9.7 Timer (TIM) dan Counter (CNT)

- 1) Timer dan Counter pada PLC tersedia sejumlah 512 buah yang bernomor TC 000 sampai TC 511 (tergantung tipe PLC). Dalam satu program tidak ada nomor sama.
- 2) Setting Value (SV) mempunyai batas antara 0000 s/d 9999 dalam bentuk BCD dan dalam ordo 100 ms
- 3) Symbol Ladder Diagram:

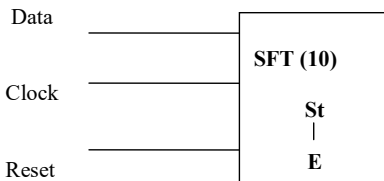


Contoh Program (Ladder Diagram)



9.8 Shift Register

- 1) Instruksi berfungsi untuk menggeser data dari bit yang paling rendah tingkatnya ke bit yang paling tinggi.
- 2) Data input akan mulai digeser pada saat transisi naik dari clock input.
- 3) Symbol Diagram Ladder

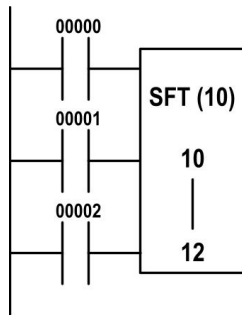


Keterangan :

ST: Alamat Awal (IR, AR, HR, LR)

E: Alamat Akhir (IR, AR, HR, LR)

1) Contoh Diagram Ladder



2) List Program

Alamat	Kata Instruksi	Data
0000	LOD	00000
0001	LOD	00001
0002	LOD	00002
0003	SFR (10)	10
		12

PERTANYAAN DAN SOAL

Soal-Soal:

- 9.1 Buatlah program sederhana dalam bentuk ladder diagram yang merupakan gabungan beberapa instruksi dasar untuk satu output
- 9.2 Buatlah program sederhana dalam bentuk ladder diagram yang merupakan gabungan beberapa instruksi dasar untuk dua output
- 9.3 Buatlah program dalam bentuk ladder diagram yang menerapkan instruksi dan penggunaan Timer, Counter, dan Shift Register

**DESAIN KENDALI
& OTOMASI
BERBASIS WINDOWS**

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 10.1 Pemrograman Berbasis SYSWIN
- 10.2 Pemrograman Berbasis Jaringan Saraf Listrik
 - 10.2.1 Proses Instalasi Jaringan Saraf Listrik
 - 10.2.2 Menu Editor Jaringan Saraf Listrik
 - 10.2.3 Komponen Aplikasi Saraf Listrik
 - 10.2.4 Desain Programan Rangkaian Kendali Dasar Pada JSL

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan Software PLC dan JSL

**DESAIN KENDALI & OTOMASI
BERBASIS WINDOWS**

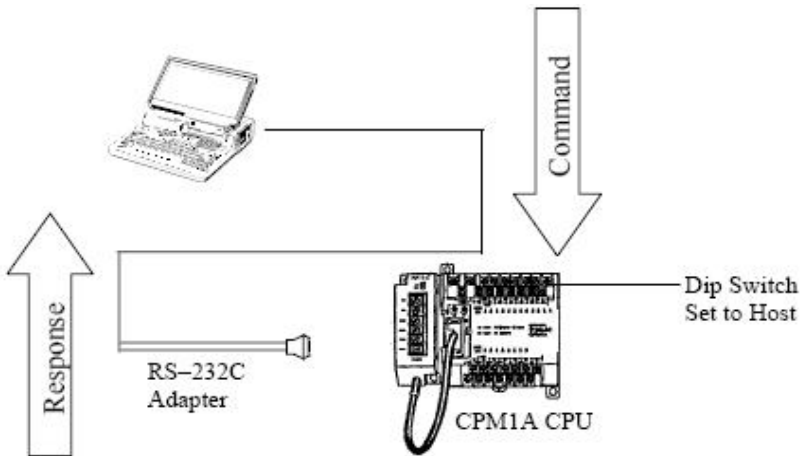
Setelah mempelajari isi bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Mengerti dan terampil menggunakan pemrograman berbasis SYSWIN untuk mendesain rangkaian kendali dalam bentuk ladder diagram PLC
 - 2) Mengerti dan terampil mendesain rangkaian kendali untuk disimulasikan menggunakan perangkat lunak Jaringan Saraf Listrik
-

10.1 Pemrograman Berbasis SYSWIN

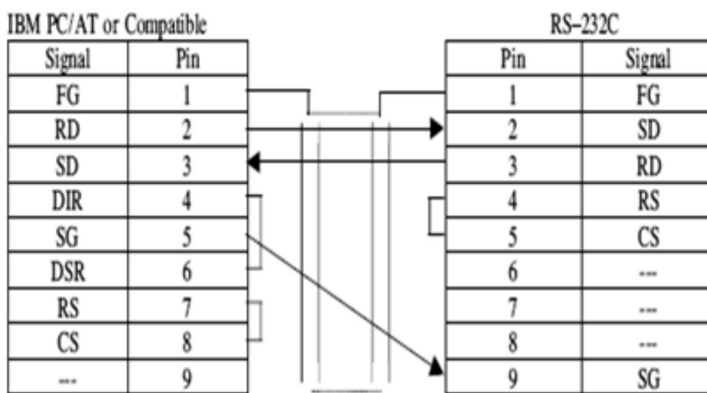
SYSWIN adalah sebuah perangkat lunak untuk menuliskan program berbasis *ladder* yang memberikan kemudahan kepada pengguna dalam mendesain program kendali menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC). SYSWIN ditulis dan digunakan dalam buku ini sesuai dengan contoh-contoh program aplikasi yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian dan ujicoba yang dilakukan di laboratorium. PLC yang digunakan untuk melakukan ujicoba lab dan penelitian adalah PLC CPM1A series yang dikeluarkan oleh *Omron Corporation*.

PLC omron seri CPM1A ini dapat dihubungkan dengan computer (SYSWIN) menggunakan kabel RS232. Ujung kabel RS232 dihubungkan dengan Personal Computer (PC) melalui serial port menggunakan konektor yang umum disebut dengan DB9, sementara ujung yang lain dihubungkan dengan RS232 terhadap adapter yang ada pada CPU PLC. Cara menghubungkan PC dengan PLC menggunakan kabel dan konektor RS232, dapat dilihat pada gambar 10.1.



Gambar 10.1 Koneksi PC dengan PLC melalui RS-232 Adapter (Omron Asia Pacific PTE, LTD) [6]

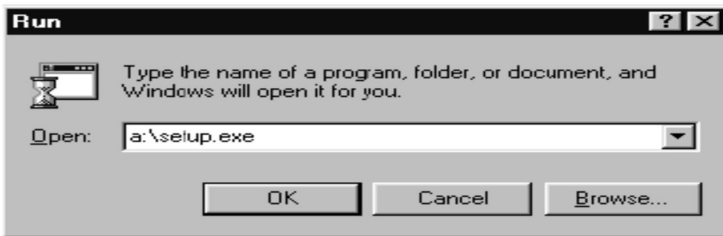
Jika kita mendesain atau merangkai sendiri konektor RS-232 dari komponen terpisah yang kita beli, maka harus memperhatikan konfigurasi dalam system koneksinya. Hal ini disebabkan bahwa adapter RS-232 yang dapat dibeli langsung dan tinggal menggunakannya, sering tidak cocok atau tidak kompatibel dengan PLC yang harus dihubungkan. Oleh karena itu sebaiknya memperhatikan system konfigurasi yang benar seperti dapat dilihat pada gambar 10.2 di halaman berikut.



Gambar 10.2 Sistem Konfigurasi RS-232 Adapter (Omron Asia Pacific PTE, LTD) [6]

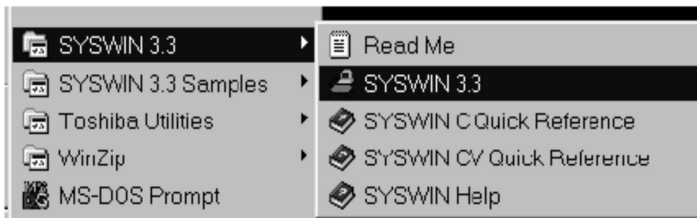
10.1.1 Proses Instalasi SYSWIN

Buku ini dilengkapi dengan perangkat lunak tak berbayar dari PLC Omron. Perangkat lunak ini dapat membantu untuk melakukan desain pengembangan model kendali dan otomasi. Perangkat ini terlebih dahulu harus diinstal dan terhubung dengan perangkat keras PLC. Proses instalasi perangkat lunak ini dapat dengan mudah dilakukan sebagaimana melakukan proses-proses instalasi perangkat lunak lainnya. Tahapan-tahapan proses instalasi dapat diperjelas seperti pada gambar 10.3.



Gambar 10.3 Tampilan antarmuka proses instalasi SYSWIN

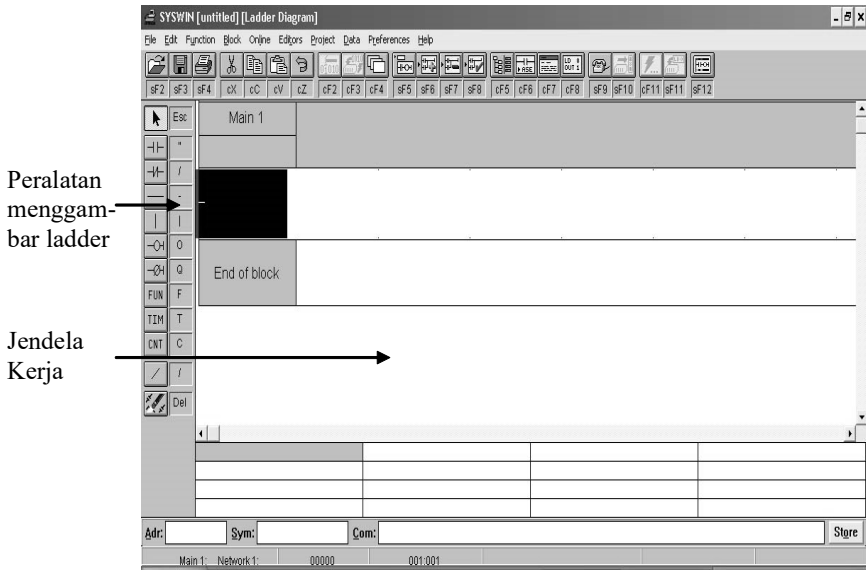
Pada saat perangkat lunak SYSWIN sudah terinstal, pada menu start program akan muncul menu SYSWIN. Fasilitas ini dapat membantu untuk menampilkan jendela SYSWIN tempat mendesain diagram tangga dari setiap model kendali dan otomasi proses yang akan diimplementasikan seperti ditunjukkan pada gambar 10.4



Gambar 10.4 Menu SYSWIN untuk memulai menjalankan SYSWIN

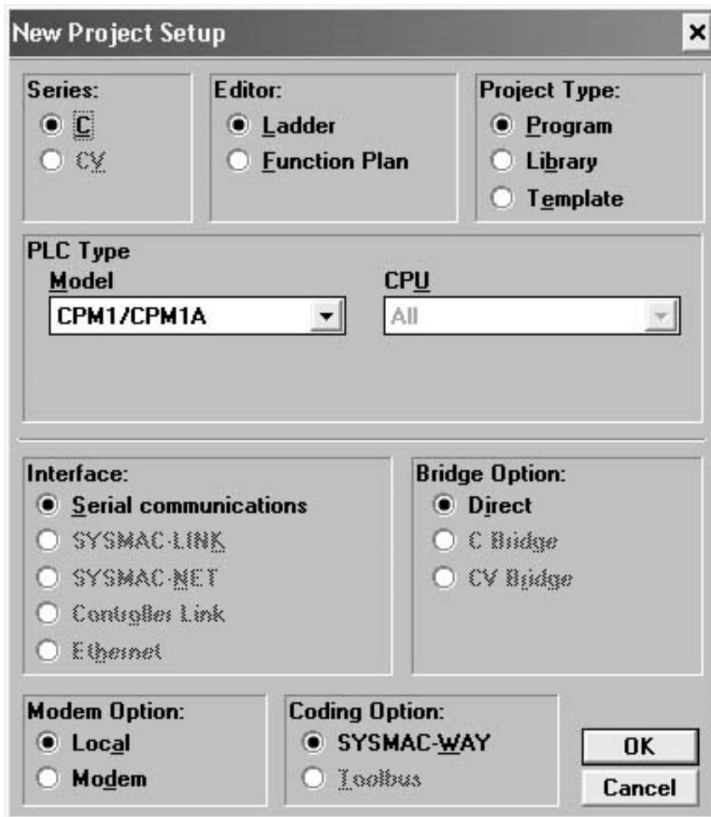
10.1.2 Pemrograman CPM1A Menggunakan SYSWIN

Pada saat SYSWIN sudah dijalankan seperti langkah pada gambar 10.5, dengan mengklik menu File (New) maka akan muncul menu tampilan seperti gambar 10.6.



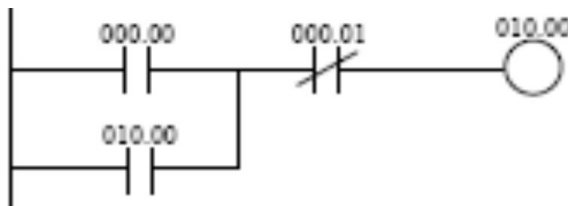
Gambar 10.5 Menu Tampilan Pada Saat SYSWIN Mulai Dijalankan

Hal yang perlu diperhatikan dari tampilan itu adalah seting tampilan dasar. Tampilan setup proyek ini berlaku untuk jenis perangkat hardware PLC jenis CPM series, yaitu series (C), Editor (Ladder), Project Type (Program), PLC Type (CPM series), Interface (Serial communication) Bridge Option (Direct), Modem Option (Local), dan Coding Optionnya (SYSMAC Way). Jika tidak dalam kondisi seperti itu, maka harus diseting seperti ditampilkan pada gambar 10.6.



Gambar 10.6 Menu SYSWIN untuk memulai menjalankan SYSWIN

Rancangan program dapat diimplementasikan dalam menu seperti ditampilkan pada gambar 10.5. Sebagai contoh, pada gambar 10.7 diberikan contoh program sederhana dalam bentuk ladder yang bertujuan untuk menyalakan satu buah output.

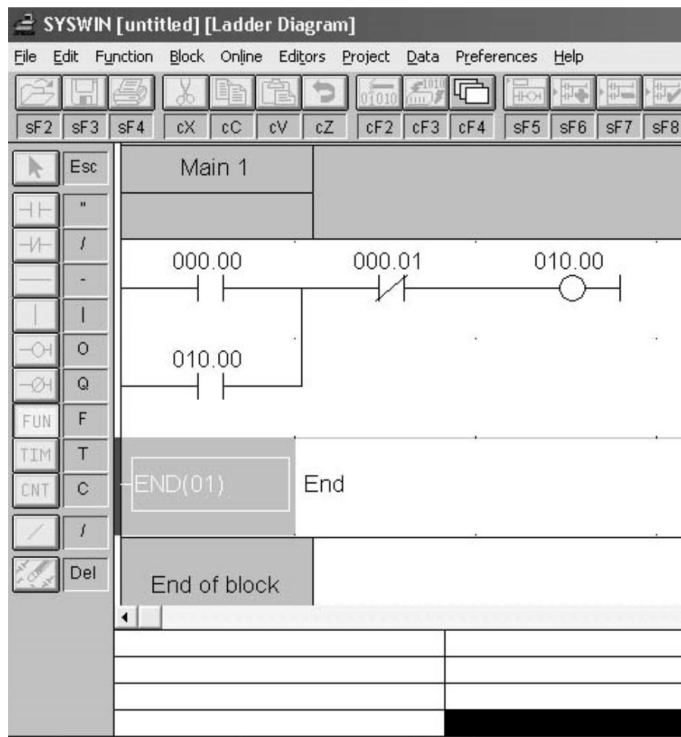


Gambar 10.7 Rancangan Program (Ladder) untuk diinputkan ke dalam SYSWIN

Tabel 10.1 Kode Instruksi, Data, dan Pengalamatan Program Ladder

Pengalamatan	Kode Instruksi	Data
00000	LD	
00001	OR	000.00
00002	AND NOT	010.00
00003	OUT	000.01
00004	END	010.00

Contoh program di atas dapat diimplementasikan kedalam perangkat lunak SYSWIN, sehingga tampil model ladder seperti gambar 10.8.



Gambar 10.8 Implementasi Program (Ladder) pada SYSWIN

Ladder diagram pada gambar 10.7 dapat dituliskan pada lembar/jendela kerja SYSWIN seperti ditunjukkan oleh anak panah pada gambar 10.7 dengan menarik satu per satu fungsi ladder yang diberi kode dan alamat seperti tercatum dalam table 10.1. Untuk menambahkan jaringan

atau baris baru sebuah program, seperti untuk menggambarkan fungsi END (01) maka dapat dilakukan dengan cara mengklik menu Blok pada jendela SYSWIN kemudian klik menu Insert Network akan muncul menu seperti gambar 10.9. Jika penambahan yang harus dituliskan di bawah ladder yang sudah digambarkan, maka pilih atau klik *Below Current Network*. Jendela kerja SYSWIN akan bertambah lebar dan menciptakan ruang kosong untuk menggambarkan baris ladder yang baru.

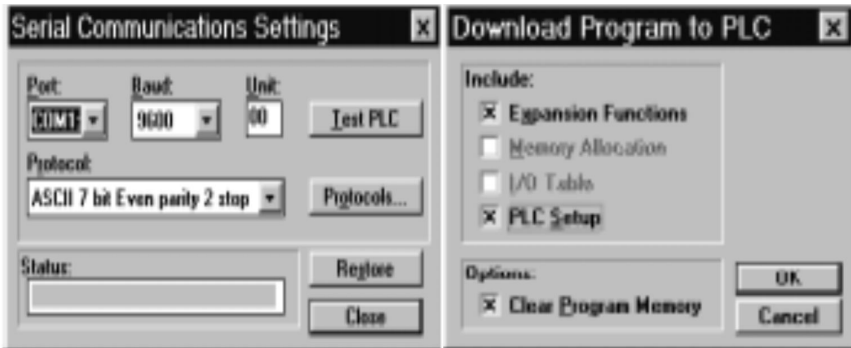


Gambar 10.9 Menu Perintah untuk Menambahkan Network baru

Dengan cara yang sama, semua program ladder diakhiri menuliskan/menarik dan menggambarkan fungsi (END 01) sebagai tanda mengakhiri sebuah program.

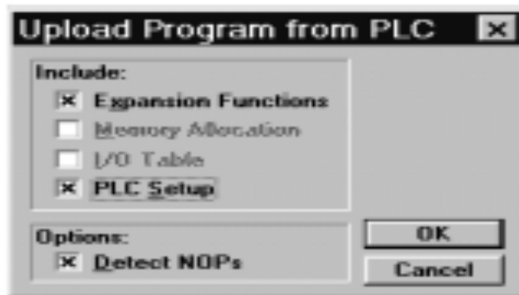
10.1.3 Proses Transfer Program (*Download*) dan Upload PLC

Setelah program berhasil dibuat pada jendela kerja SYSWIN, langkah selanjutnya adalah menyimpan program tersebut. Proses penyimpanan program sama dengan proses menyimpan data pada aplikasi-aplikasi lain yang biasa dilakukan. Tuliskan nama file dan folder sebagai tempat untuk menyimpan program. Langkah selanjutnya adalah melakukan transfer program ke perangkat keras PLC melalui koneksi kabel RS-232. Sebelum melakukan down loading program ke PLC dengan cara mengklik menu communication yang ada di bawah menu project pada toolbar SYSWIN, perhatikan beberapa point penting seperti ditunjukkan pada gambar 10.10 berikut.



Gambar 10.10 Proses Seting Pada Saat Down Loading Program Dari PC Ke PLC

Hal yang sama dapat kita lakukan untuk proses uploading program yang sudah tersimpan dalam hardware PLC ke PC. Klik pilihan NOPs (No Operation) seperti ditunjukkan gambar 10.11.



Gambar 10.11
Proses Uploding Program dari PLC ke PC

10.2 Pemrograman Berbasis Jaringan Saraf Listrik

10.2.1 Proses Instalasi Jaringan Saraf Listrik

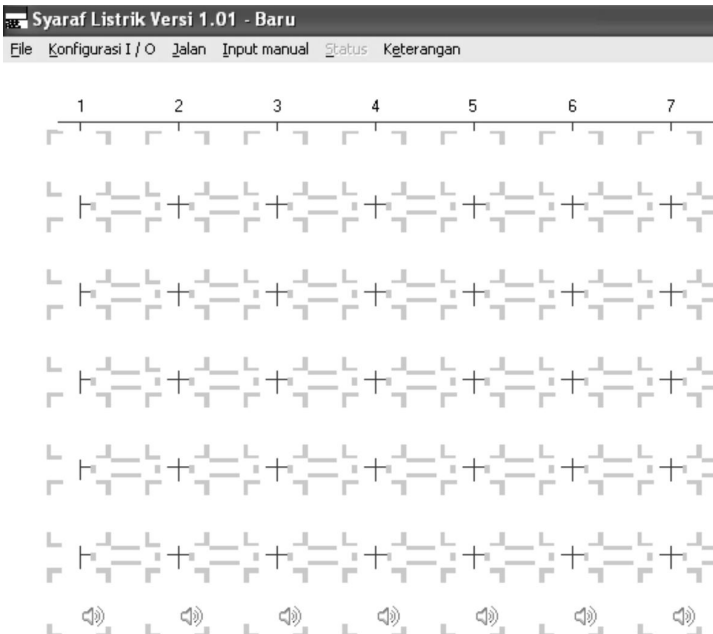
Aplikasi ini dibuat pada personal komputer (PC), sehingga dalam penggunaan langsung tidak dibutuhkan peralatan, komponen elektronik, atau hardware lainnya sebagaimana ketika melakukan praktek dan mendesain sistem kendali berbasis mikrokontroler atau *programmable logic controller*. Pemrograman jaringan saraf listrik ini dapat membantu memvisualisasikan fungsi kerja rangkaian kontrol listrik melalui simulasi

dalam komputer dan harus mengembangkan program/listing programnya terlebih dahulu [8]. Aplikasi ini dapat dijadikan alternatif untuk memperkenalkan cara kerja rangkaian kontrol listrik dengan sangat sederhana tanpa harus melakukan praktek langsung menggunakan *hardware*.

Program aplikasi saraf listrik menampilkan simulasi rangkaian kontrol proses industri dengan cara memasang gambar-gambar komponen/peralatan listrik pada menu editor kemudian melakukan beberapa setting peralatan tambahan yang disediakan sebelum menjalankannya.

10.2.2 Menu Editor Jaringan Saraf Listrik

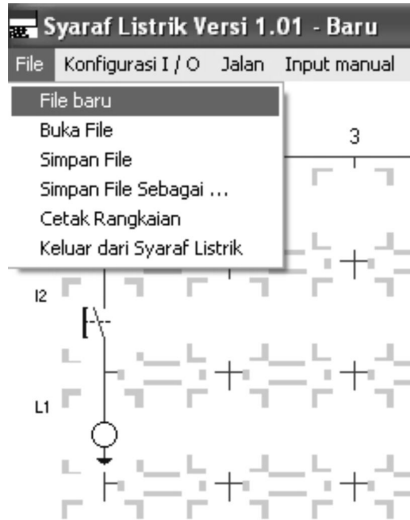
Menu ini berfungsi sebagai tempat untuk membuat rangkaian dengan cara memilih dan menempatkan komponen yang dibutuhkan seperti yang disediakan di dalamnya. Klik kiri untuk memilih posisi, maka area persegi empat akan berubah dari warna biru menjadi warna pink. Selanjutnya klik tombol kanan mouse untuk memilih komponen yang akan ditempatkan pada area persegi empat berwarna pink tersebut.



Gambar 10.12 Menu Editor Saraf Listrik

1) Menu File

Menu ini berfungsi untuk membuat file rancangan baru, membuka file rancangan, menyimpan, mencetak dan menetapkan pilihan untuk ke luar dari program aplikasi syaraf listrik.



Gambar 10.13 Menu File

2) Menu Konfigurasi Input/Output (I/O)

Menu ini berfungsi sebagai fasilitas untuk melakukan setting keyboard atau konfigurasi LPT1 atau LPT2, jika diinginkan bahwa aplikasi saraf listrik ini akan diintegrasikan dengan peralatan tambahan (*hardware*).



Gambar 10.14 Menu Konfigurasi I/O

3) Menu Jalan (Running Program)

Rancangan rangkaian kontrol listrik yang dibuat dapat dijalankan atau diujicobakan dengan cara mengklik menu Jalan. Untuk men-onkannya dilakukan dengan cara memberikan input melalui keyboard atau LPT sesuai dengan sistem konfigurasi yang dilakukan sejak awal.



Gambar 10.15 Menu Jalan

4) Menu Input Manual

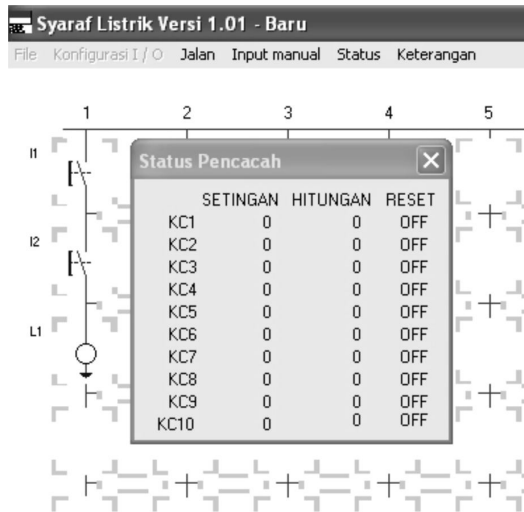
Pada saat konfigurasi I/O dipilih/dilakukan melalui LPT rangkaian tidak dapat dijalankan dengan cara memberikan input terhadap keyboard melainkan hanya melalui input luar yaitu melalui setingan pada LPT. Kondisi input dilakukan dengan cara mengklik check box yang diinginkan seperti dalam tampilan gambar 10.16.



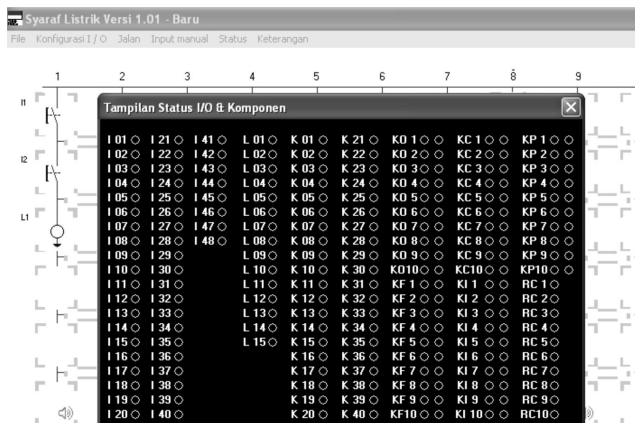
Gambar 10.16 Menu Input Manual

5) Menu Status

Menu ini berfungsi sebagai fasilitas untuk melihat status input dan output ketika program sedang dijalankan atau sedang disimulasikan. Menu ini menyediakan pilihan counter (pencacah) atau semua. Status counter secara detail dapat dilihat dengan cara mengkliknya, sedangkan jika menu semua diklik maka pada layar monitor akan muncul form tampilan status I/O & komponen seperti ditampilkan dalam gambar 10.17.



Gambar 10.17 Menu Status Counter



Gambar 10.18 Menu Status Semua

10.2.3 Komponen Aplikasi Saraf Listrik

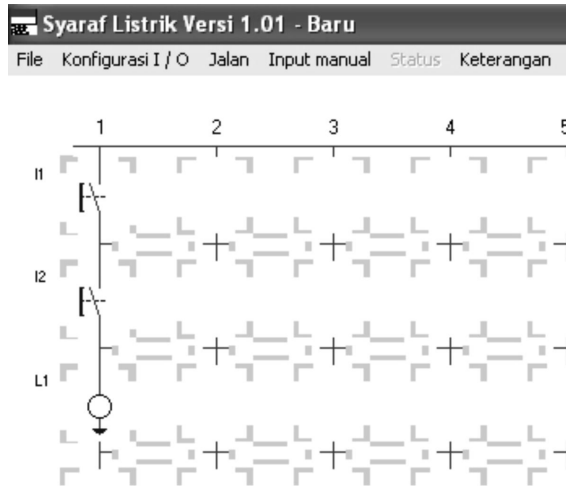
Pemilihan dan pemakaian komponen aplikasi yang disediakan oleh program jaringan saraf listrik, tidak jauh berbeda dengan apa yang disediakan oleh PLC. Secara visual, penggunaan komponen aplikasi dalam jaringan saraf listrik akan lebih memudahkan para penggunanya, termasuk mahasiswa yang akan mengujicobakan rangkaian kendali. Komponen aplikasi saraf listrik dibagikan ke dalam dua bagian, yaitu komponen input dan komponen output. Saklar NO/NC dan kontak NO/NC termasuk dalam kelompok komponen input, sedangkan lampu, kontaktor, kontak delay ON/OFF, speaker termasuk dalam kelompok komponen output. Secara ringkas, jenis, jumlah, dan kode komponen aplikasi dalam saraf listrik dituliskan dalam tabel 10.2.

Tabel 10.2 Jenis dan Jumlah Komponen Aplikasi Saraf Listrik [8]

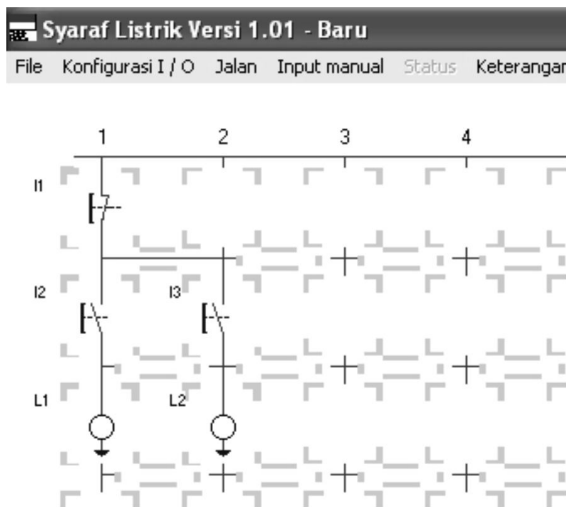
Nama Komponen	Jumlah	Kode	Komponen Pendukung	Keterangan
Saklar Input	24	I1 s.d. I24	Saklar NO/NC	
Kontaktor	40	K1 s.d. K40	Kontak NO/NC	
Kontaktor On Delay	10	KO1 s.d. KO10	Kontak Not/NCt	
Kontaktor Off Delay	10	KF1 s.d. KF10	Kontak Not/NCt	
Kontaktor Out Pulsa	10	KP1 s.d. KP10	Kontak Not/NCt	
Kontaktor Impulse	10	KI1 s.d. KI10	Kontak Not/NCt	
Kontaktor Pencacah	10	KC1 s.d. KC10	Kontak Not/NCt	
Kontaktor Reset Pencacah	10	KR1 s.d. KR10	Kontak NO/NC	
Jumper Tegak & Datar			Tidak ada	Komponen pasif
Speaker	32	Spk1 s.d. Spk32	Tidak ada	
Lampu	15	L1 s.d. L15	Tidak ada	L1-L5 Kuning L6-L10 Merah L11-L15 Hijau

10.2.4 Desain Program Rangkaian Kendali Dasar Pada Jaringan Saraf Listrik

Input dan output di dalam rangkaian kontrol listrik dapat di rangkaian dengan cara seri dan paralel. Dua atau lebih komponen listrik dapat dinyatakan dipasang secara seri apabila semua dipasang secara berurutan, seperti gambar 10.19 dan 10.20 berikut.



Gambar 10.19 Rangkaian Seri



Gambar 10.20 Rangkaian Paralel

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 10.1 Jelaskan perangkat lunak apa saja yang dapat digunakan untuk mendesain rangkaian kendali seperti yang dibahas pada bab ini
- 10.2 Perangkat apa saja yang dibutuhkan untuk melakukan koneksi antara Koneksi PC dengan PLC
- 10.3 Jelaskan nama rangkaian kendali yang dapat digambar melalui perangkat lunak SYSWIN
- 10.4 Jelaskan perbedaan antara perangkat lunak SYSWIN dengan Jaringan Saraf Listrik
- 10.5 Jelaskan mana yang lebih mudah penggunaannya antara perangkat lunak SYSWIN dengan Jaringan Saraf Listrik

Soal-soal:

- 10.6 Gambarkan rangkaian kendali sistem dua kawat (*Ladder Diagram*) untuk dua buah output berupa motor
- 10.7 Gambarkan rangkaian kendali (*Ladder Diagram*) dari banyak tempat (4 tempat yang berbeda)
- 10.8 Gambarkan rangkaian pengawatan dari nomor 11.5 dan gambar rangkaian kendali pada Jaringan Saraf Listrik

RANGKAIAN DASAR KENDALI PROSES

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 11.1 Jenis-Jenis Rangkaian
- 11.2 Rangkaian Kendali Sistem Dua dan Tiga Kawat
- 11.3 Kendali manual dan otomatis
- 11.4 Kendali dari banyak tempat

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Mengerjakan Soal
- Praktikum

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan Hardware PLC

RANGKAIAN DASAR KENDALI PROSES

Setelah mengikuti perkuliahan dan mempelajari isi bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Mengetahui, mengerti, dan mengujicobakan jenis-jenis rangkaian dalam praktikum
 - 2) Menggambar dan mempraktekan rangkaian kendali sederhana untuk sistem dua dan tiga kawat
 - 3) Menjelaskan perbedaan antara rangkaian kendali manual dan otomatis
 - 4) Membuat rangkaian lain dan mengujicobakannya rangkaian kendali dari beberapa tempat dalam bentuk simulasi menggunakan perangkat lunak Jaringan Saraf Listrik
-
-

11.1 Jenis-Jenis Rangkaian

Suatu rangkaian kontrol motor listrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga sesuai dengan tujuannya dan sistem pengaman yang andal. Membuat rancangan rangkaian kontrol motor listrik dapat dilakukan dengan mempedomani tiga rangkaian dasar seperti uraian berikut:

1. Rangkaian utama (Main circuit)

Rangkaian utama adalah gambaran rangkaian beban dan rangkaian kontak-kontak utama kontaktor serta kontak-kontak breaker, dan komponen-komponen pengaman yang dihubungkan pada arus beban. Sebagai contoh, perhatikan gambar 11.1a. Gambar 11.1a adalah rangkaian utama suatu rangkaian rangkaian kontrol motor listrik.

2. Rangkaian kontrol (Control circuit)

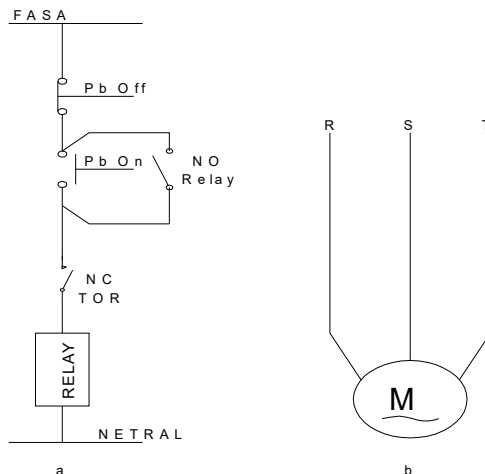
Rangkaian kontrol adalah rangkaian pengatur operasi kontaktor

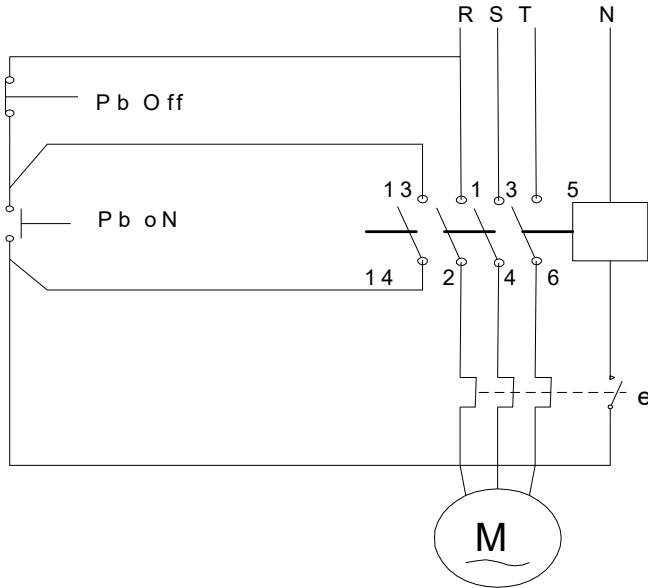
dan relay-relay pengaturan arus pengoperasian kumparan operasi kontaktor dan kumparan pengaktif relay-relay melalui kontak-kontak bantu dan kontak-kontak relay. Di samping itu juga penempatan rangkaian lampu tanda atau lampu lampu indikator.

Rangkaian kontrol gambar untuk seperti pada gambar 11.1b. Pada gambar dapat diprhatikan bahwa kontak Off untuk memberhentikan adalah saklar tekan NC, dan kontak ON untuk beroperasi adalah saklar tekan NO, masing-masing dihubung seri pula dengan kumparan operasi kontaktor (K) dan kontak thermal over load relay (e/kontak NC). Sedangkan kontak K adalah kontak pengunci yaitu kontak bantu (NO) kontaktor yang bersangkutan diparalel dengan kontak ON. Rangkaian kontrol tersebut diberi tegangan sesuai denngan tegangan kerja kumparan operasi kon-tractor dan demkikian pula untuk relay-relay serta lampu-lampu indikator.

3. Rangkaian pengawatan (Wairing circuit)

Rangkaian pengawatan adalah gabungan rangkaian utama dan rangkaian kontrol, dengan kata lain rangkaian pengawatan adalah rangkaian lengkap dari rangkaian kontrol motor. Perhatikan gambar 11.1c. Rangkaian pengawatan diperlukan untuk perakitan suatu rangkaian kontrol. biasanya dirakit pada suatu panel atau lemari yang dibuat sedemikian rupa dan memenuhi standard.





c

Gambar 11.1 Rangkaian kontrol motor untuk operasi (ON) dan stop (Off)

- a) Rangkaian utama
- b) Rangkaian kontrol
- c) Rangkaian pengawatan.

11.2 Rangkaian Kontrol Sistem Dua Kawat dan Tiga Kawat

1. Sistem dua kawat

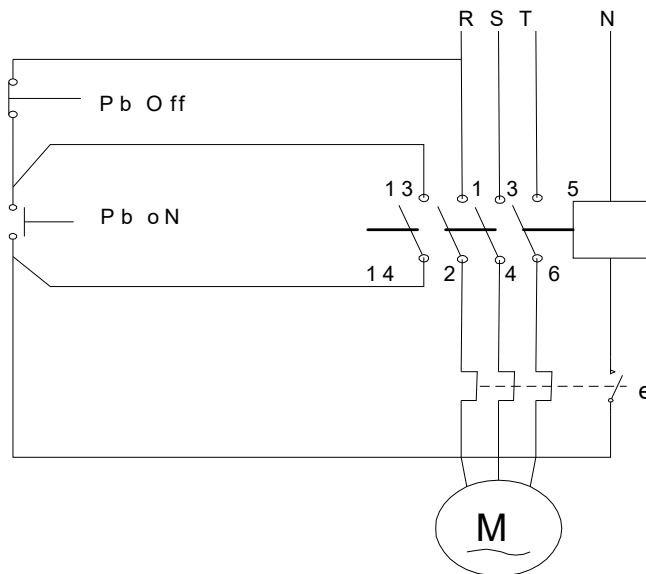
Sebagaimana diketahui bahwa salah satu keuntungan penggunaan kontaktor adalah dapat dioperasikan dari jarak jauh, maka pada sistem dua kawat maksudnya adalah, dari titik kontrol ke titik beban yang jaraknya berjauhan hanya dihubungkan dengan dua kawat. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 11.2. Titik kontrol bisa saja berupa saklar manual (Toggle Switch), Pressure switch, Float switch, thermostat dan lain sejenisnya. Kontak - kontak saklar tersebut boleh saja kontak NO atau NC.

Bila kontak diaktifkan, maka kumparan operasi kontaktor mendapat tegangan dan kontak-kontak utamanya akan menghubungkan

dan mengoperasikan motor. Pada rangkaian kontrol sistem dua kawat ini mempunyai kelemahan yaitu, bila tegangannya (tegangan sumber) jatuh atau terhenti, dan bila tegangan ada lagi, maka motor langsung beroperasi. hal ini dapat membahayakan bagi operator lain dan kerugian terhadap bahan yang sedang dikerjakan.

2. Sistem tiga kawat

Rangkaian kontrol sistem tiga kawat paling umum digunakan untuk kontrol motor. Perhatikan gambar 11.2 . Titik kontrolnya berupa saklar tekan NO dan saklar tekan NC yang dipasang pada satu tempat, dan akan mempunyai tiga kawatpenguhubung terhadap titik beban. Pada rangkaian ini, bila terjadi tegangan jatuh atau berhenti tiba - tiba maka motor juga berhenti dan bila tegangan datang lagi, motor akan tetap diam. Dan beroperasi lagi setelah saklar ON ditekan. motor dapat dihentikan kapan perlu dengan menekan saklar OFF. motor juga berhenti secara otomatis bila terjadi gangguan arus beban lebih, kontak “thermal over load relay” akan memutus arus “ kumparan operasi “ kontaktor dan motor akan berhenti.

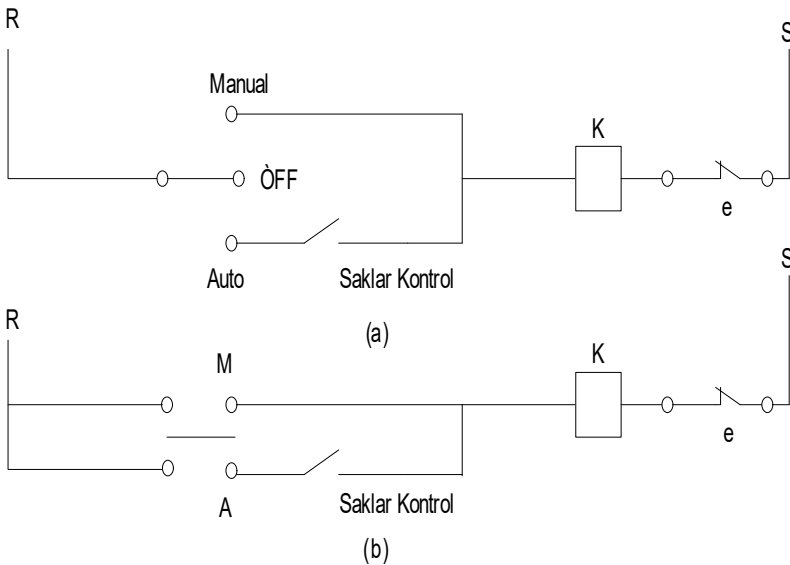


Gambar 11.2 Rangkaian kontrol sistem tiga kawat

11.3 Kontrol Manual dan Otomatik

Suatu industri adakalanya membutuhkan pengontrolan secara manual dan otomatis. Untuk tujuan kontrol ini diperlukan sebuah saklar manual untuk memilih fungsi kontrol yang diinginkan. Saklar tersebut boleh ditempatkan secara terpisah dari unit rangkaian kontrol motor. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 11.3

Pada gambar 11.3a. memperlihatkan salah satu saklar model pemilih fungsi kontrol motor (Standar Duty). Pada posisi manual, kumparan operasi kontaktor (K) langsung mendapat arus dan motor beroperasi kontinyu. Pada posisi Off, arus terputus dan motor berhenti. Pada posisi auto, motor akan beroperasi bila peralatan kontrol sistem dua kawat aktif (kontak NO menutup). Peralatan kontrol sistem dua kawat seperti pressure switch, limit switch, termostat, dan sejenisnya. Gambar 11.3b adalah rangkaian manual dan otomatis dengan saklar dengan model “heavy duty”.

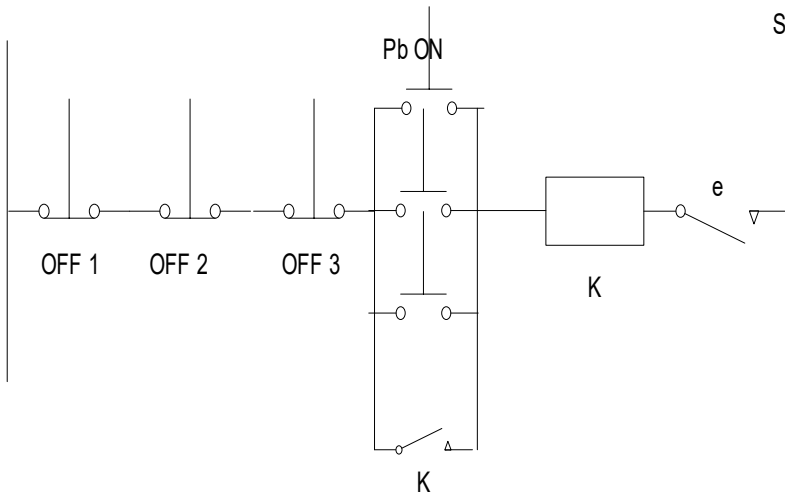


Gambar 11.3 Rangkaian kontrol manual dan Automatik dengan sistem dua kawat.

- a) Menggunakan saklar “Standard duty”
- b) Menggunakan saklar “Heavy duty”

11.4 Kontrol dari Banyak Tempat.

Suatu industri adakalanya membutuhkan pelayanan motor dari beberapa tempat, misalnya untuk mengoperasikan lift, hois (alat angkat), conveyer dan perlengkapan pengalengan minuman atau makanan. Untuk kontrol dari beberapa tempat diperlukan Saklar tekan NC dan NO. Saklar NC dan OFF dihubungkan seri dengan saklar NO untuk On dihubung paralel. Perhatikan gambar 11.4.



Gambar 11.4 Rangkaian kontrol dari banyak tempat, saklar ON dan OFF masing-masing dipasang pada satu panel.

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 11.1 Jelaskan perbedaan antara rangkaian kendali, rangkaian utama, dan rangkaian pengawatan
- 11.2 Jelaskan yang dimaksud dengan rangkaian kendali sistem dua kawat dan sistem tiga kawat
- 11.3 Jelaskan yang dimaksud dengan kendali manual dan otomatis
- 11.4 Jelaskan kembali yang dimaksud dengan rangkaian kendali dari banyak tempat

Soal-soal:

- 11.5 Gambarkan rangkaian kendali sistem dua kawat untuk dua buah output berupa motor
- 11.6 Gambarkan rangkaian kendali dari banyak tempat (4 tempat yang berbeda)
- 11.7 Gambarkan rangkaian pengawatan dari nomor 11.5 dan gambar rangkaian kendali 11.6

DESAIN KENDALI PENGGERAK ELEKTRIK BERBASIS WINDOWS

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 12.1 Peralatan dan Rangkaian Kendali
- 12.2 Kendali Penggerak Elektrik dari Satu Tempat
- 12.3 Kendali Penggerak Elektrik dari Banyak Tempat
- 12.4 Desain Rangkaian Kendali Menggunakan PLC
- 12.5 Instalasi dan Koneksi Hardware PLC

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Mengerjakan Soal

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan Hardware dan Peralatan Input/Output PLC

**DESAIN KENDALI PENGGERAK ELEKTRIK
BERBASIS WINDOWS**

Setelah mengikuti dan mempelajari isi materi bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Mengetahu jenis peralatan yang dapat digunakan pada suatu rangkaian kendali
 - 2) Membuat rangkaian berbeda untuk meningkatkan pemahaman dalam mendesain rangkaian kendali penggerak elektrik dari satu tempat
 - 3) Membuat rangkaian berbeda untuk meningkatkan pemahaman dalam mendesain rangkaian kendali penggerak elektrik dari beberapa tempat berbeda
 - 4) Terampil mendesain rangkaian kendali menggunakan PLC
 - 5) Melakukan pengawatan dan koneksi antara perangkat lunak dengan perangkat keras PLC
-
-

12.1 Peralatan Dan Rangkaian Kendali**12.1.1 Peralatan Kendali**

Motor listrik induksi 3 fasa yang sering digunakan di industri-industri banyak diaplikasikan untuk berbagai macam keperluan dalam suatu proses produksi. Banyaknya aplikasi dari motor listrik jenis ini menuntut pemilihan sistem kendali yang tepat, cepat dan efisien. Sistem pengendalian motor listrik induksi 3 fasa dapat dilakukan secara manual (cara konvensional), semi otomatis atau otomatis.

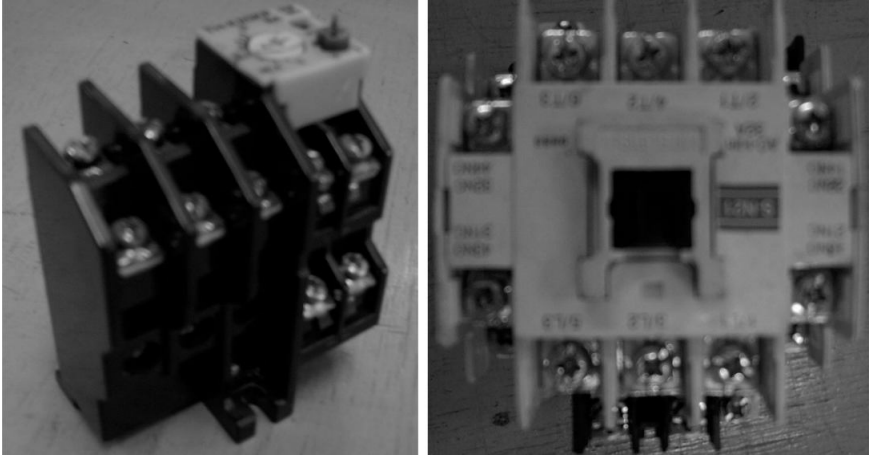
Ketiga cara pengendalian motor-motor induksi di atas membutuhkan peralatan kendali yang cocok sesuai dengan jenis dan spesifikasi serta tujuan digunakannya motor tersebut. Peralatan kendali yang

banyak digunakan diantaranya kontaktor magnet, rele, thermal over-load rele, time delay rele, limit switch, proximity switch, pneumatic, cam switch, programmable logic control, mikroKendaliler, dan lain-lain. Sedangkan peralatan Bantu lainnya dapat digunakan push button, switch dan sebagainya.

Kontaktor adalah sejenis saklar atau kontak yang bekerja dengan bantuan daya magnet listrik dan mampu melayani arus beban listrik yang relatif besar. umumnya digunakan sebagai saklar Kendali motor - motor listrik dan alat-alat listrik lainnya.

Kontaktor dapat dioperasikan secara manual dengan sentuhan ringan melalui saklar tekan (push button) atau dioperasikan secara otomatis oleh rele-rele. Saklar ini mampu beroperasi menghubungkan dan memutus rangkaian listrik 1000-3000 kali perjam. Tegangan nominalnya pada rangkaian arus bolak-balik adalah 110 volt, 220 volt, dan 540 volt, dan pada rangkaian arus searah beroperasi pada tegangan lebih rendah.

Kontaktor dapat dioperasikan dengan saklar tekan NO untuk operasi (ON) dan saklar tekan NC untuk stop (OFF) dan masing masing saklar saling dihubung seri dengan kumparan operasi kontaktor. Agar kontaktor tetap beroperasi saat saklar ON dilepas, maka kontaktor perlu dikunci dengan kontak bantu NO yang dipasang paralel dengan saklar tekan ON. Dalam penggunaan kontaktor magnet perlu diperhatikan jenis arus dan besarnya tegangan serta kemampuan daya hantar arus kontaktor tersebut. Bagian-bagian terpenting dari kontaktor magnet adalah kontak utama (main contact) dan kontak Bantu (auxiliary contact). Kontak utama diberi notasi angka 1, 3, 5 untuk disambung dengan daya (line) dan notasi angka 2, 4 dan 6 untuk disambung dengan beban. Kontak Bantu NO diberi notasi dua angka berakhiran angka 3 dan 4 seperti 13-14, 33-44 dst. Sedangkan kontak Bantu NC diberi notasi dua angka berakhiran angka 1 dan 2 seperti 21-22, 31-32 dst. Sebagai pengaman, kontaktor magnet biasanya dilengkapi dengan rele beban lebih (over load rele). Di bawah ini dijelaskan melalui gambar tentang berbagai macam peralatan Kendali yang digunakan dalam sistem konvensional atau dalam sistem PLC.

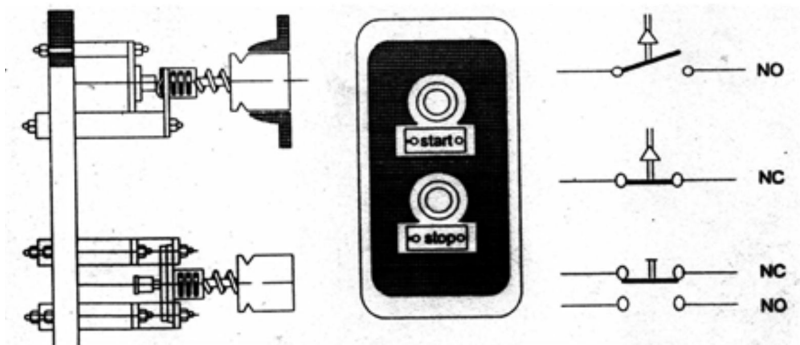


Gambar 12.1 Fisik Thermal Over Load Rele & Kontaktor



Gambar 12.2 Fisik Kontaktor Magnet, Push Button, Rele, TDR & TOR

Untuk mengontrol kontaktor magnet harus dilengkapi tombol-tombol tekan (push button), yaitu push button Normally Open (NO) dan push button Normally Close (NC). Konstruksi dari push button ini bermacam-macam, ada yang jenis tunggal On dan Off dibuat secara terpisah dan ada yang satu set On/Off serta push button ganda dalam satu kotak ada On dan ada Off-nya.

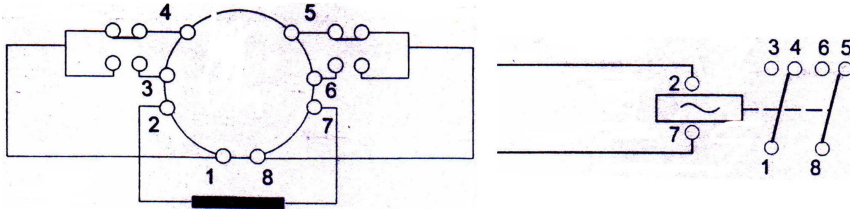


Gambar. 12.3 Konstruksi & Rangkaian Dalam Push Button

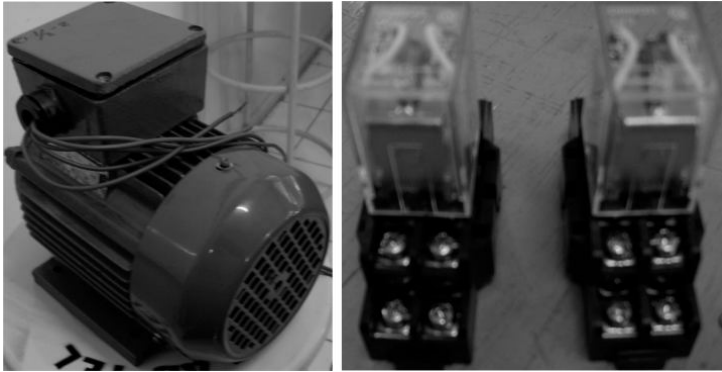


Gambar 12.4 Fisik Double Push Button

Rele adalah peralatan Kendali yang banyak sekali pemakaiannya dan berfungsi antara lain sebagai pengawas (supervision), peoperasi dan pemberi tanda (signaling). Rele adalah sejenis kontak atau saklar seperti halnya kontaktor yang bekerja dengan bantuan daya magnet listrik atau dengan daya bentuk lain. Rele dapat menghubungkan suatu rangkaian Kendali atau menghubungkan suatu rangkaian-rangkaian Kendali lainnya. Adakalanya suatu rele mempunyai dua buah kumparan untuk tujuan tertentu. Satu tegangan rele tergantung dari kebutuhan dan sumber daya, misalnya 24 volt arus searah, 115 volt dan 220 volt arus bolak balik dan sebagainya. Rele terdiri dua jenis, yaitu rele Kendali dan rele proteksi. Salah satu jenis rele thermal adalah Thermal Over Load Rele yaitu sejenis saklar atau kontak yang bekerja berdasarkan perubahan suhu yang berfungsi untuk pengaman motor-motor listrik dari gangguan arus lebih.



Gambar 12.5 Rangkaian Dalam Time Delay Rele (TDR)



Gambar 12.6 Fisik Motor Listrik Induksi & Rele

Setelah kita mengetahui untuk apa motor listrik itu digunakan dalam suatu proses produksi, maka langkah berikutnya adalah menentukan rancangan rangkaian Kendali dari motor tersebut. Sebagai bahan dasar dalam pembuatan rancangan pengendalian motor, kita harus membuat tiga rangkaian dasar yang dapat dijadikan sebagai pedoman dalam memudahkan pekerjaan. Ketiga rangkaian dasar tersebut adalah rangkaian utama (main circuit), rangkaian Kendali (control circuit) dan rangkaian pengawatan (wiring circuit). Ketiga rangkaian dasar ini dibutuhkan pada saat kita merancang sistem kendali secara manual (konvensional) ataupun otomatis.

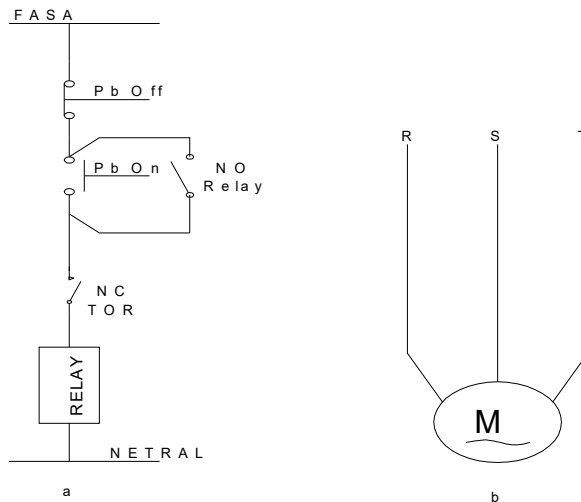
12.1.2 Rangkaian Utama (Main Circuit)

Rangkaian ini merupakan gambaran rangkaian beban dan rangkaian kontak-kontak utama dari kontaktor (jika menggunakan kontaktor magnet), kontak-kontak dari circuit breaker (CB) serta komponen-

komponen pengaman yang dihubungkan pada beban. Gambar 12.7 di bawah memberikan contoh rangkaian utama dari motor listrik induksi 3 fasa yang dihubungkan melalui pengaman (CB 3 fasa), pengaman Thermal Overload Rele (TOR) serta sumber listrik 3 fasa (R-S-T).

12.1.3 Rangkaian Kendali (Control Circuit)

Rangkaian ini berupa rangkaian pengatur operasi kontaktor dan rele-rele atau pengaturan arus pengoperasian kumparan operasi kontaktor dan kumparan pengaktif rele-rele melalui kontak-kontak bantu dan kontak-kontak rele yang dilengkapi dengan lampu-lampu tanda (indicator lamp). Gambar 12.7 di bawah adalah contoh dari rangkaian Kendali konvensional. Pada gambar tersebut, push button Normally Closes (NC) berfungsi sebagai switch off rangkaian, push button Normally Open (NO) berfungsi sebagai switch on rangkaian yang disertai dengan kumparan operasi dari kontaktor magnet (K) dan kontak NC TOR dengan catu daya 1 fasa (R-S atau R-T atau S-T atau R-N), sedangkan kontak NO kontaktor magnet (K1) dihubungkan parallel dengan push button NO yang berfungsi sebagai pengunci switch on tersebut.

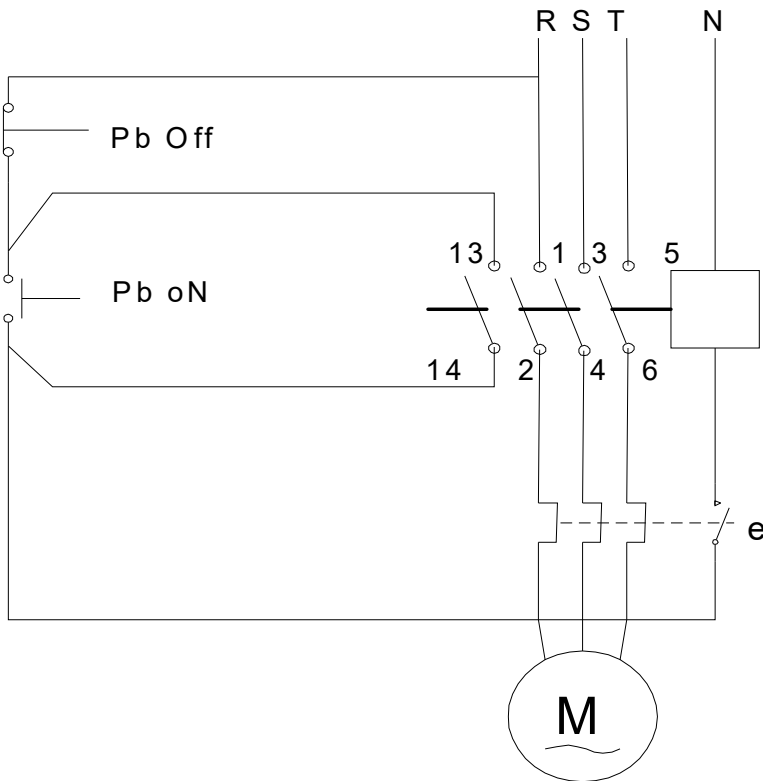


Gambar 12.7 a. Rangkaian Kendali

Gambar 12.8 b. Rangkaian Utama

12.1.4 Rangkaian Pengawatan (Wiring Circuit)

Rangkaian ini berupa gabungan rangkaian utama dengan rangkaian Kendali (rangkain lengkap sistem kendali). Rangkaian ini dirakit dalam suatu panel Kendali atau lemari Kendali yang dibuat sesuai dengan standar. Gambar 12.9 di bawah adalah contoh dari rangkaian pengawatan yang menggabungkan rangkaian utama (gambar 12.8) dengan rangkaian Kendali (gambar 12.7) untuk mengendalikan satu buah motor listrik induksi 3 fasa.

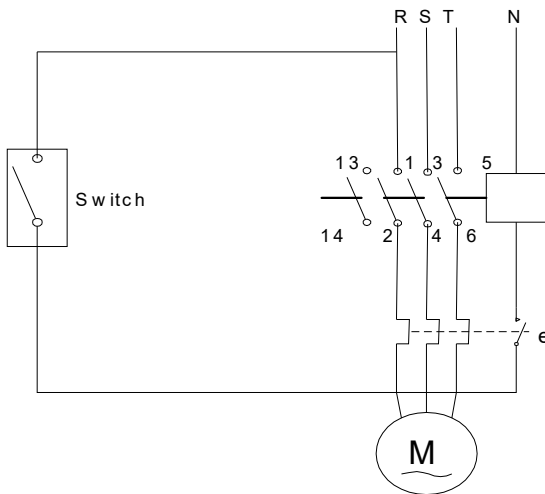


Gambar 12.9 Rangkaian Pengawatan Kendali Motor Listrik Induksi 3 Fasa

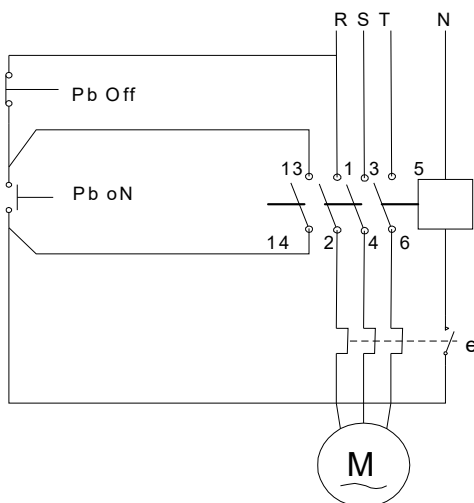
12.2 Kendali Penggerak Elektrik dari Satu Tempat

Untuk mengendalikan satu buah motor listrik 3 fasa dapat dilakukan secara manual dan otomatis dari satu atau beberapa tempat yang

berbeda dan berjauhan. Pengendalian secara manual sistem dua kawat dapat digunakan peralatan kendali berupa toggle switch, pressure switch, float switch, thermostat dan sebagainya. Peralatan kendali tersebut digunakan untuk mengaktifkan atau menghubungkan arus listrik ke kumparan rele atau kumparan kontaktor magnet. Sedangkan pengendalian manual sistem tiga kawat digunakan push button NO dan NC yang digunakan untuk mengaktifkan dan mematikan bekerjanya kumparan rele atau kumparan kontaktor magnet. Contoh gambarnya dapat dilihat pada gambar 12.11 dan gambar 12.11.



Gambar 12.10
Pengendalian Sistem
Dua Kawat
Menggunakan Switch

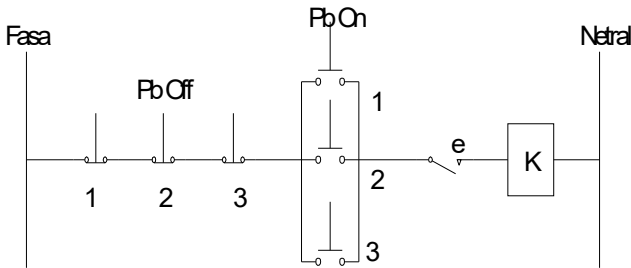


Gambar 12.11
Pengendalian Sistem
Tiga Kawat

12.3 Kendali Penggerak Elektrik dari Banyak Tempat

Sistem kendali satu atau beberapa buah motor listrik 3 fasa dapat dilakukan dari satu atau beberapa tempat yang berbeda dan berjauhan. Sistem kendali seperti ini banyak digunakan di industri untuk pelayanan dan pengoperasian motor lift, hoist, conveyor, mesin produksi sistem pengalengan minuman dan makanan dan sebagainya.

Untuk mengendalikan satu buah motor listrik 3 fasa dari beberapa tempat dibutuhkan lebih dari satu buah push button NO yang dihubungkan seri dan push button NC yang dihubungkan paralel, seperti pada gambar 12.13 di bawah.



Gambar 12.12 Rangkaian Pengendalian Motor Listrik Dari 3 Tempat

12.4 Desain Rangkaian Kendali Menggunakan PLC

Programmable Logic Control (PLC) sebagaimana telah dijelaskan sifat dan karakteristiknya pada bab-bab terdahulu, dapat digunakan sebagai alat Kendali yang dapat diprogram, bekerja secara otomatis, efektif dan efisien.

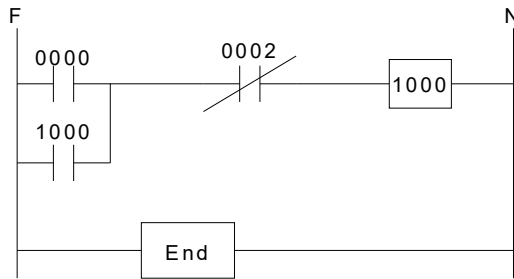
Sistem hardware atau peralatan Kendali sebagaimana yang digunakan dalam rangkaian konvensional yang berdiri sendiri, dapat diwakili hanya dengan menggunakan satu buah PLC dengan settingan sebagaimana yang dibutuhkan (mudah diprogram). Peralatan yang sekaligus ada dan dapat diprogram melalui PLC, diantaranya : Timer, internal rele, counter dan lain sebagainya.

Untuk menggantikan sistem pengendalian motor-motor listrik dari sistem konvensional oleh sistem PLC, sangat mudah untuk dilakukan.

Kemudahan ini mencakup pemrograman dan pemasangan atau instalasinya. Selain itu, dengan menggunakan satu buah PLC dapat mengontrol beberapa macam plant yang berbeda dengan program yang mudah dimanipulasi.

12.4.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

Perancangan sistem pengendalian menggunakan PLC dapat dilakukan dengan mengacu kepada tiga bentuk rangkaian dasar yang meliputi pembuatan rangkaian diagram tangga (ladder diagram), statement list (tabel mnemonic) untuk membantu memudahkan dalam pemrograman serta pekerjaan pemasangan (instalasi sistem hardware), terutama instalasi ke beban atau plant-plant yang akan diKendali PLC. Di bawah ini diberikan contoh sederhana gambar rangkaian sistem kendali motor listrik 3 fasa dari satu dan beberapa tempat menggunakan PLC sebagaimana pada sistem konvensional yang terdapat pada gambar 12.7 sampai dengan 12.13 di atas.



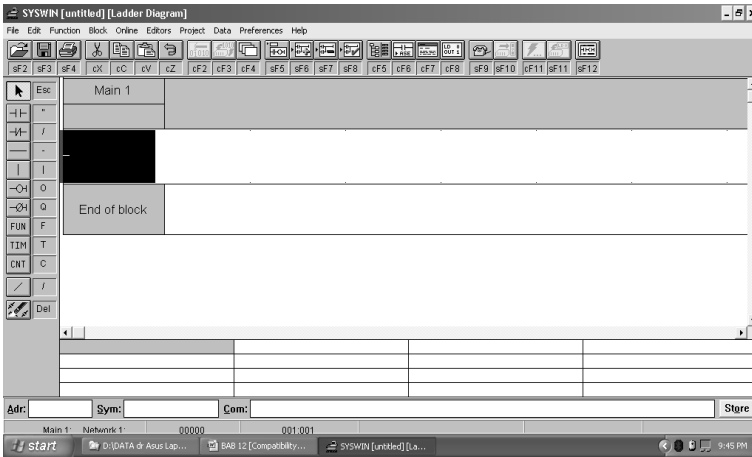
Gambar 12.13 Ladder Diagram Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Dari Satu Tempat

Tabel 12.1 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 12.14

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Switch On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0002	Switch Off
0003	Out	1000	Output
0004	End		Akhiri Program

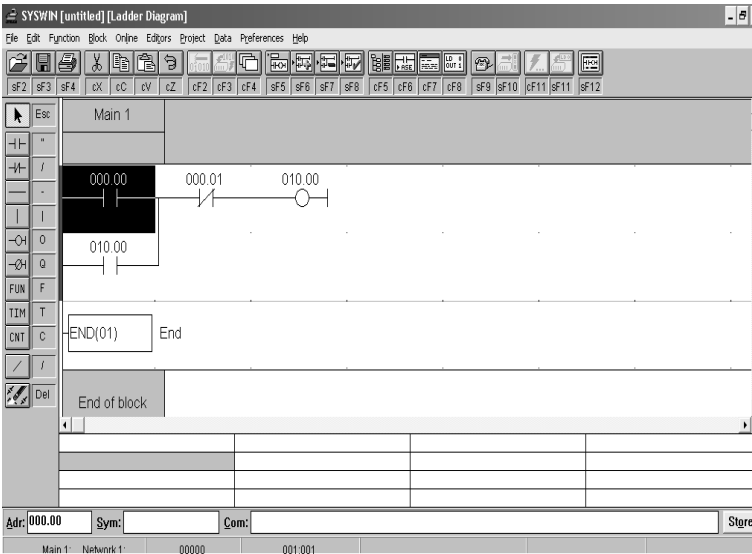
Berdasarkan tabel 12.1 sistem mnemonic, maka kita dapat melakukan langkah-langkah pemrograman melalui PLC sebagai berikut:

1) **Buka Program SYSWIN sehingga tampil seperti gambar berikut**



Gambar 12.14 Windows SYSWIN

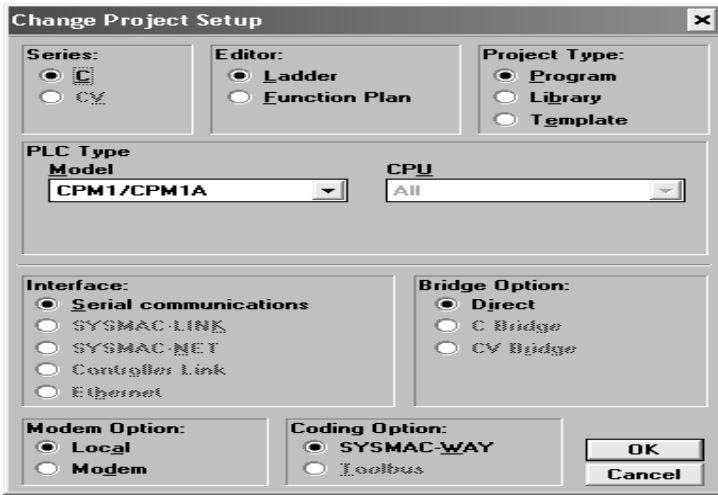
2) **Buat Ladder Diagram pada SYSWIN sehingga tampil seperti gambar berikut**



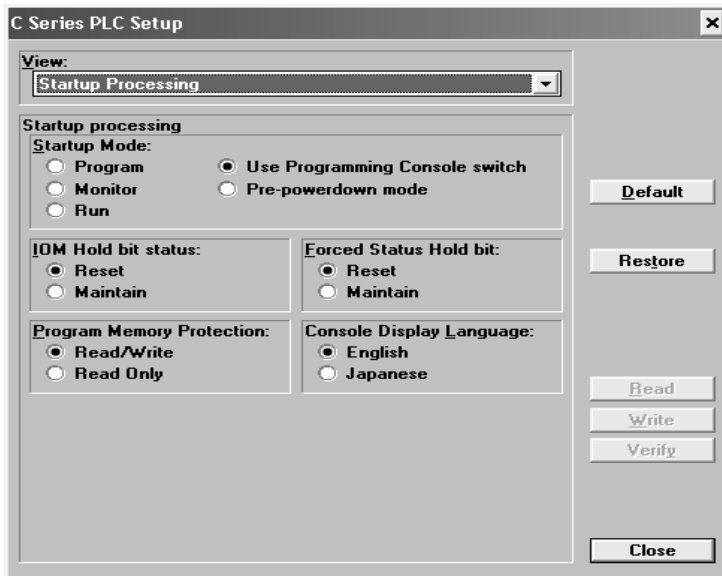
Gambar 12.15 Ladder Diagram Rangkaian Kendali pada Windows SYSWIN

3) Lakukan koneksi antara Ladder diagram pada SYSWIN dengan hardware PLC sehingga tampil seperti gambar berikut

Klik menu Project pada Toolbar kemudian klik Project setup di bawah menu tersebut. Lakukan setting seperti yang tergambar pada gambar 12.16 di bawah ini.



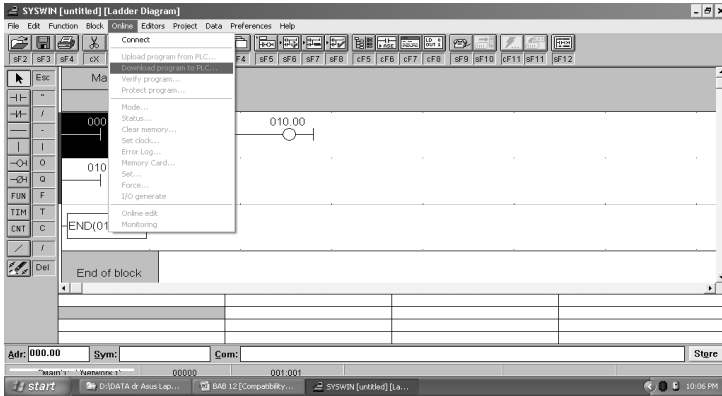
Gambar 12.16 Project Setup PLC pada SYSWIN



Gambar 12.17 Setup PLC pada SYSWIN

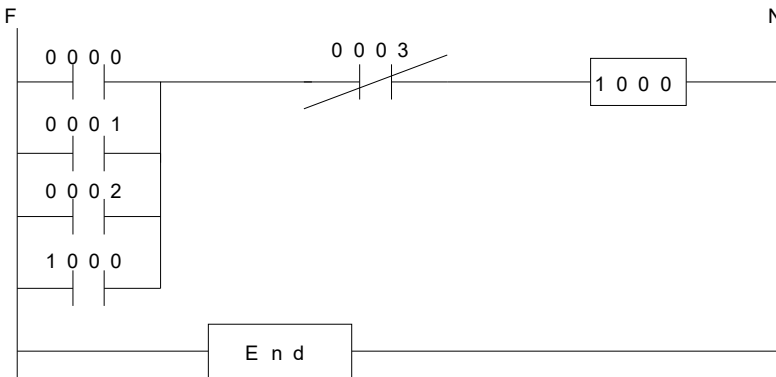
4) Menghubungkan SYSWIN dengan Hardware PLC

Untuk melakukan langkah menghubungkan program ladder yang sudah didesain pada perangkat lunak SYSWIN, maka berikutnya adalah menghubungkan SYSWIN dengan hardware PLC. Cara yang bias dilakukan adalah dengan mengklik menu Online pada Toolbar kemudian klik Connect, sehingga akan tampil gambar 12.19.



Gambar 12.18 Koneksi SYSWIN dengan Hardware PLC

Demikian juga untuk rangkaian kendali motor listrik yang dapat dioperasikan dari beberapa tempat seperti gambar 12.19 di bawah ini, dilakukan dengan cara dan langkah-langkah yang sama seperti 4 langkah di atas sebelumnya.

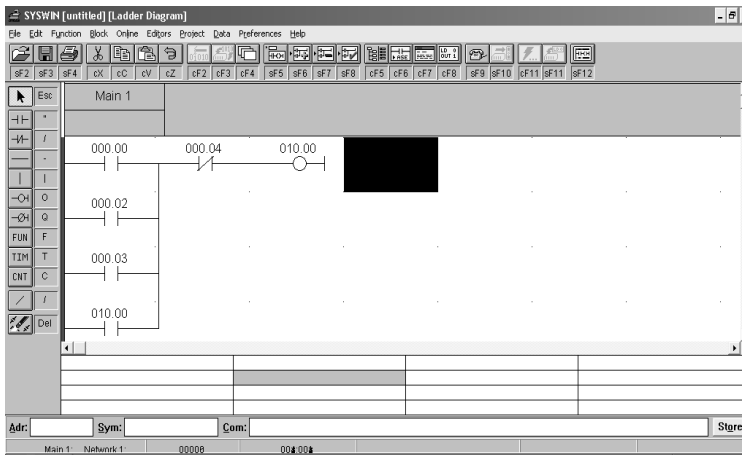


Gambar 12.19 Ladder Diagram Pengendali 4 Motor Listrik 3 Fasa Dari Tiga Tempat

Tabel 12.2 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 12.20

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Switch On
0001	OR	0001	Switch On
0002	OR	0002	Switch On
0003	OR	1000	Interlock
0004	AND NOT	0003	Switch Off
0005	Out	1000	Output
0006	End		Akhiri Program

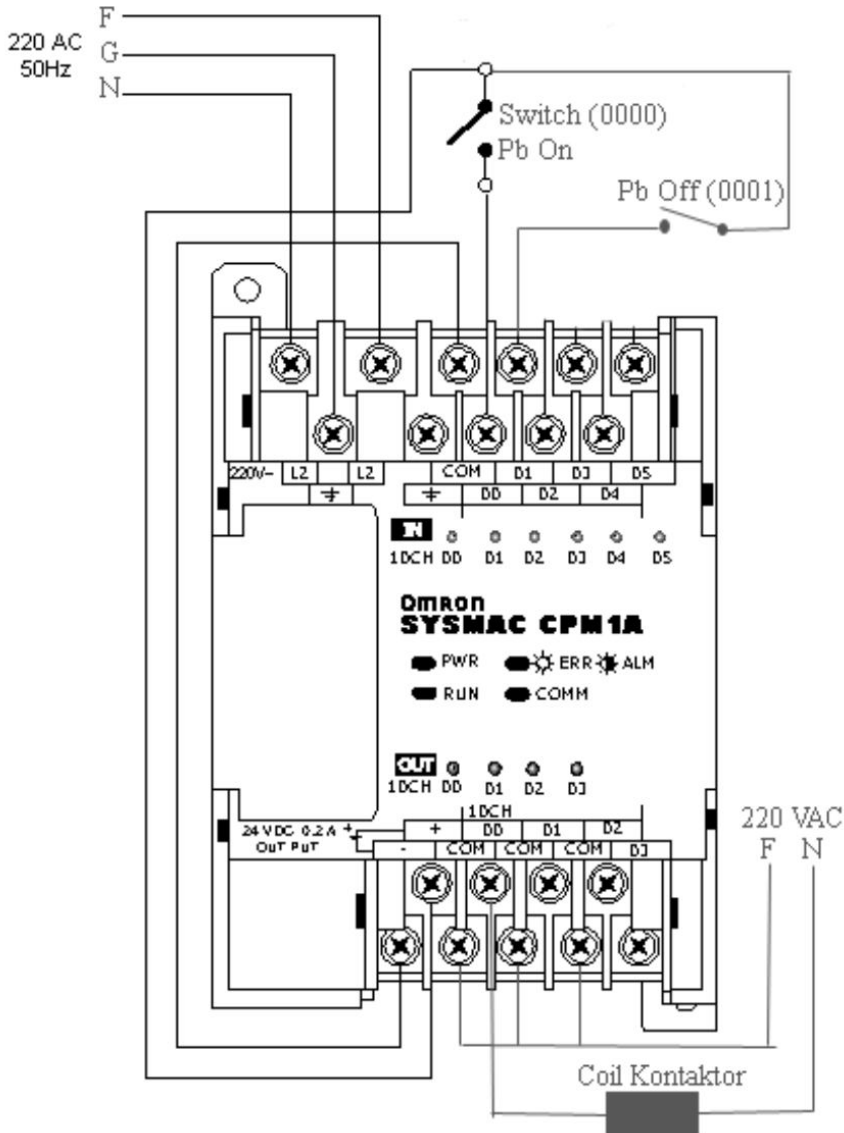
Pada windows SYSWIN, klik menu File yang terdapat do toolbar kemudian klik menu New Project. Buatlah desain ladder diagram rangkaian kendali motor listrik dari beberapa tempat seperti pada gambar 12.20 di atas.



Gambar 12.20 Ladder Diagram Kendali Motor dari beberapa Tempat pada Windows SYSWIN

12.5 Instalasi dan Koneksi Hardware PLC

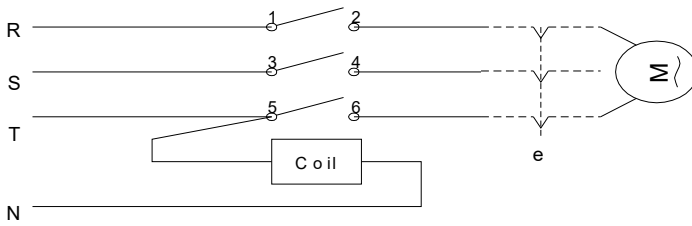
Berdasarkan gambar 12.14 dan 12.20 maka program yang telah diinput melalui PLC dapat diujicobakan dengan cara membuat rangkaian pengawatan atau instalasi melalui sistem hardware PLC (melalui trainer kitnya) seperti gambar 12.22 di halaman berikut.



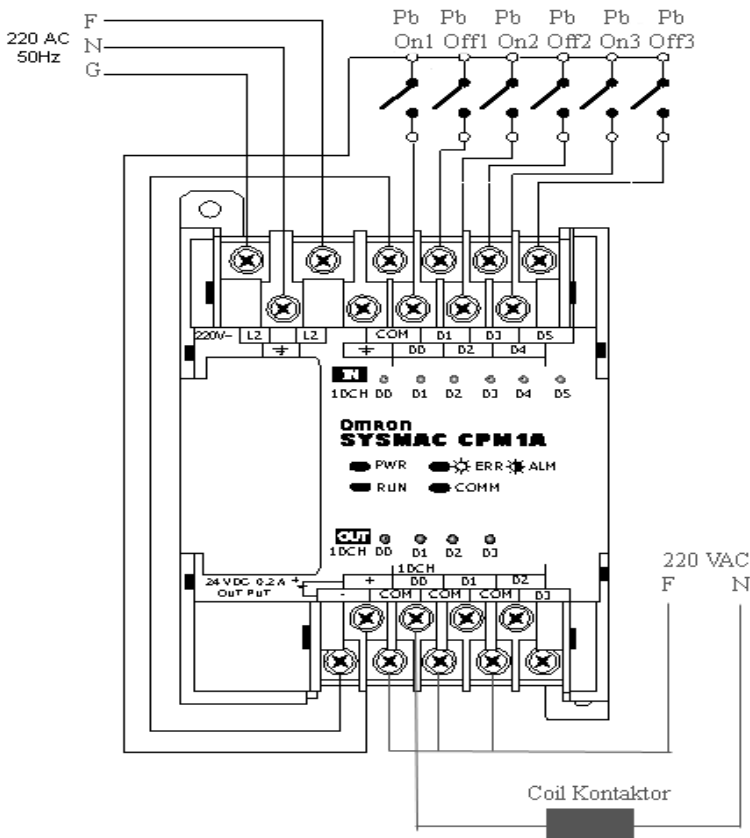
Gambar 12.21 Instalasi Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Dari Satu Tempat Melalui PLC

Output (Keluaran) dari PLC (00) seperti gambar 12.9 dihubungkan dengan kumparan (coil) dari kontaktor, sehingga dengan menekan switch Pb On (0000) akan mengaktifkan kontaktor dan dengan menekan switch Pb Off (0001) akan mematikan kontaktor. Rangkaian

pengawatan kontaktor yang akan dihubungkan dengan motor terdapat pada gambar 12.23 di bawah.



Gambar 12.22 Rangkaian Kendali Pengendalian Motor Listrik Induksi Tiga Fasa



Gambar 12.23 Instalasi Pengendali 4 Motor Listrik 3 Fasa Dari Tiga Tempat Melalui PLC

Berdasarkan gambar 12.23 di atas, Kontaktor yang dihubungkan dengan motor listrik 3 fasa dapat dikendalikan dari switch yang berbeda dan dari tempat yang berbeda pula, sehingga jika diinginkan motor beroperasi maka cukup dengan menekan switch (Pb On1, Pb On2 atau Pb On3) dan untuk memamatkannya bisa dari mana saja dengan menekan switch (Pb Off1, Pb Off2 atau Pb Off3) kapan dan di mana saja.

PERTANYAAN DAN SOAL

Soal-soal:

12.1 Ujicobakan rangkaian kendali dua buah motor listrik yang dapat dikendalikan dari empat tempat yang berbeda menggunakan perangkat lunak SYSWIN yang terhubung dengan hardware PLC

DESAIN KENDALI PENGGERAK ELEKTRIK SECARA BERURUTAN

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 13.1 Rangkaian Berurutan (Step by Step)
- 13.2 Rangkaian Berurutan Interlocking
(On ke Off dan Off ke On)
- 13.3 Rangkaian Berurutan Bergantian
- 13.4 Koneksi Sistem dengan PLC

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Diskusi
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Praktikum

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan Software PLC

DESAIN KENDALI PENGGERAK ELEKTRIK BERURUTAN

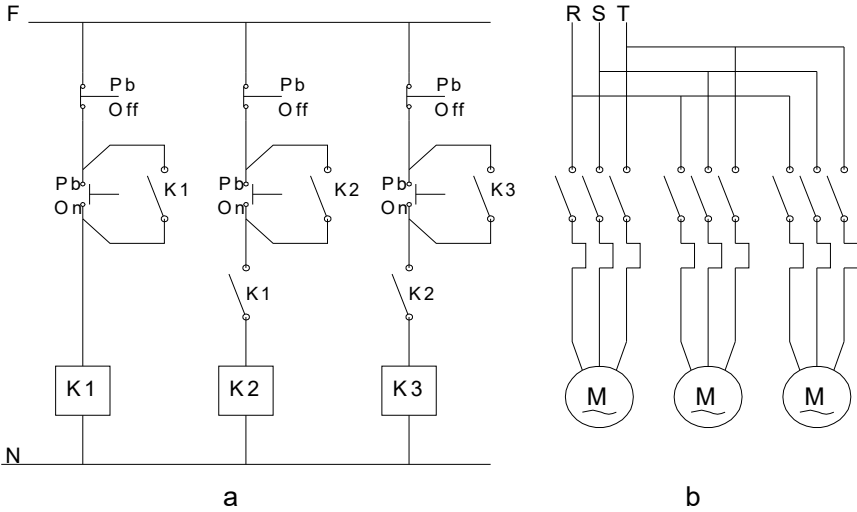
Setelah mempelajari materi bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Membuat rangkaian berurutan lima buah output motor listrik
- 2) Membuat rangkaian berurutan interlocking lima buah output motor listrik
- 3) Membuat rangkaian berurutan bergantian lima buah output motor listrik
- 4) Melakukan pengawatan pada system perangkat keras PLC dan menghubungkannya dengan perangkat lunak PLC

13.1 Rangkaian Berurutan (Step By Step)

13.1.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

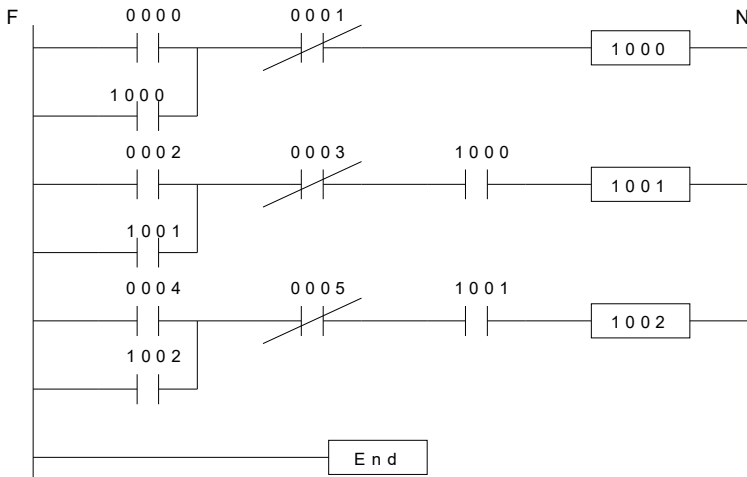
Yang dimaksud dengan rangkaian berurutan (step by step) adalah cara pengoperasian dan pengendalian motor-motor listrik 3 fasa (dua atau lebih motor listrik) dengan menggunakan sistem on-nya secara bertahap serta tidak saling mendahului dan pada tahap operasi motor akhir, seluruh motor dapat bekerja secara bersama-sama. Contoh sistem pengendalian seperti ini, di antaranya: Jika ada tiga motor yang akan dikendalikan secara berurutan maka motor 1 harus dapat dihidupkan terlebih dahulu dari motor 2 dan motor 3, setelah motor 1 on, motor 2 baru dapat di-onkan dan setelah motor 2 on, motor 3 baru dapat di-onkan.



Gambar 13.1 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan

a. Rangkaian Kontrol Konvensional; b. Rangkaian Tenaga

Rangkaian seperti di atas dapat dirancang menggunakan sistem relay atau kontaktor magnet (sistem konvensional) dan juga secara otomatis diprogram melalui PLC.



Gambar 13.2 Ladder Diagram Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan

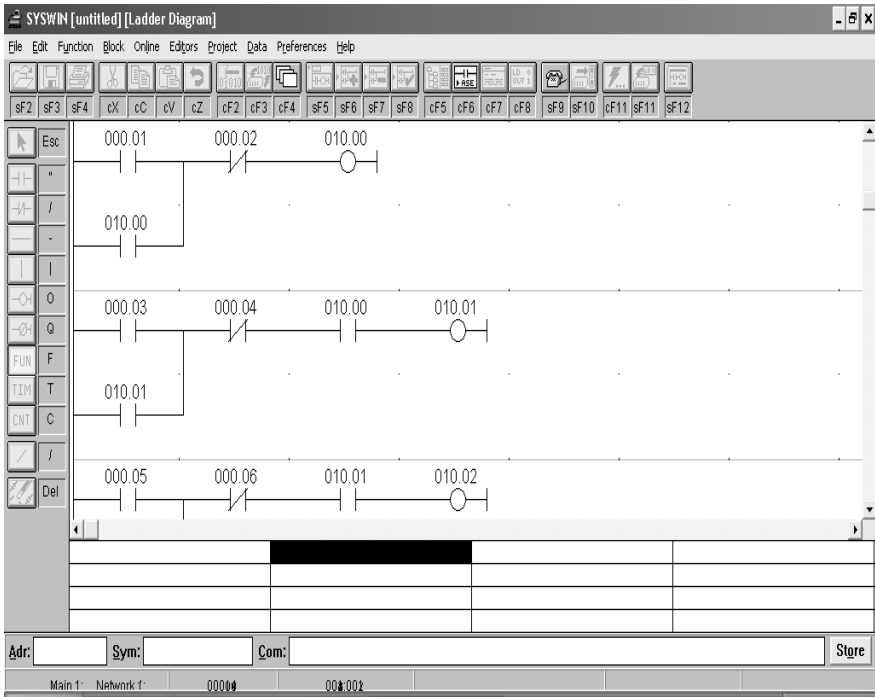
Tabel 13.1 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 13.2

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Pb On 1
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0001	Pb Off 1
0003	Out	1000	Output 1
0004	LD	0002	Pb On 2
0005	OR	1001	Interlock
0006	AND NOT	0003	Pb Off 2
0007	AND	1000	Interlock
0008	OUT	1001	Output 2
0009	LD	0004	Pb On 3
0010	OR	1002	Interlock
0011	AND NOT	0005	Pb Off 3
0012	AND	1001	Interlock
0013	OUT	1002	Output 3
0014	End	FUN (01)	Akhiri Program

Berdasarkan gambar 13.1 dan gambar 13.2, cara kerja dari rangkaian tersebut adalah bahwa sistem on ketiga motor tersebut saling ketergantungan satu sama lainnya. Motor 1 harus dapat di-onkan terlebih dahulu agar motor 2 dan motor 3 dapat di-onkan. Motor 2 harus dapat di-onkan terlebih dahulu agar motor 3 dapat di-onkan. Jika motor 1 di-offkan maka semua motor-motor yang lainnya secara otomatis akan off.

13.1.2 Desain Ladder Diagram Pada Perangkat SYSWIN

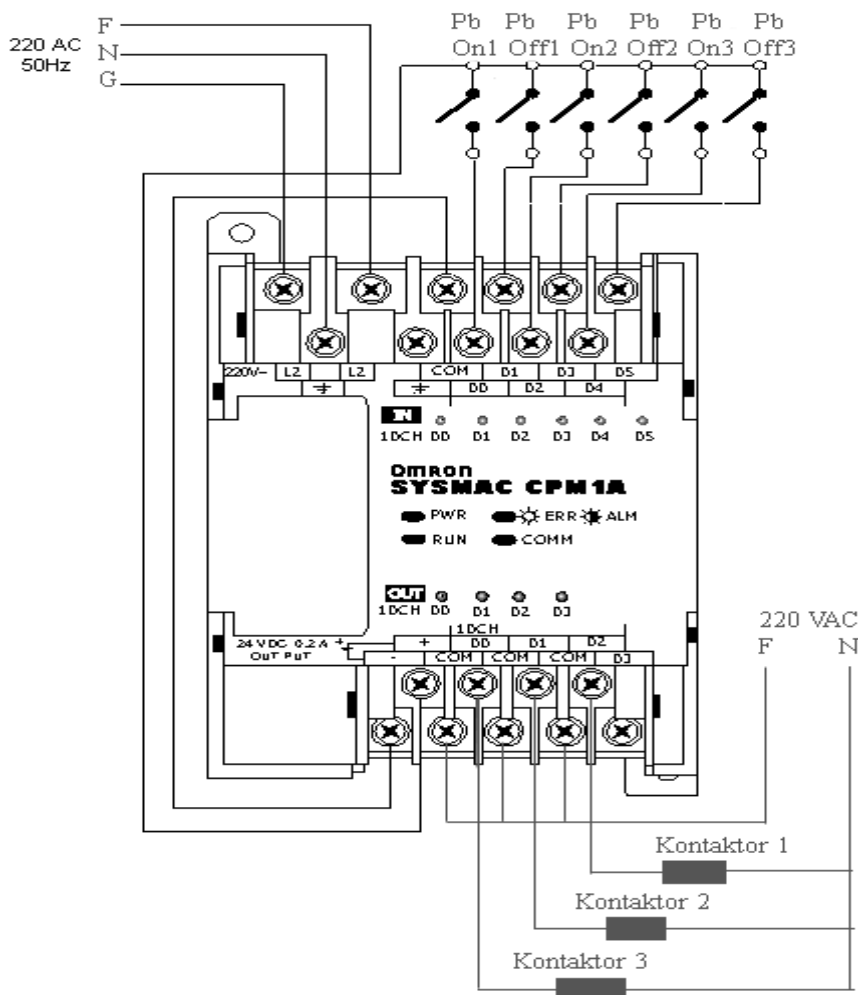
Desain ladder diagram pengendali motor listrik 3 fasa secara berurutan seperti pada gambar 13.2 dapat dilakukan pada perangkat SYSWIN. Langkah-langkah mendesain sama dengan yang terdapat pada Bab 12 sebelumnya. Hal yang sama juga dapat dilakukan untuk menghubungkan antara perangkat lunak SYSWIN dengan hardware PLC-nya. Gambar 13.2 di atas didesain pada SYSWIN sehingga akan muncul gambar 13.3 berikut.



Gambar 13.3 Desain Kendali Penggerak 3 buah Motor Listrik Secara Berurutan pada Windows SYSWIN

13.1.3 Instalasi Sistem Pada PLC

Berdasarkan gambar 9.2 maka program yang telah diinput melalui PLC dapat diujicobakan dengan cara membuat rangkaian pengawatan atau instalasi melalui sistem hardware PLC (melalui trainer kitnya) seperti gambar 13.4 berikut.



Gambar 13.4 Instalasi Pengendali Motor Listrik
3 Fasa Secara Berurutan

13.2 Rangkaian Berurutan Dengan Interlocking

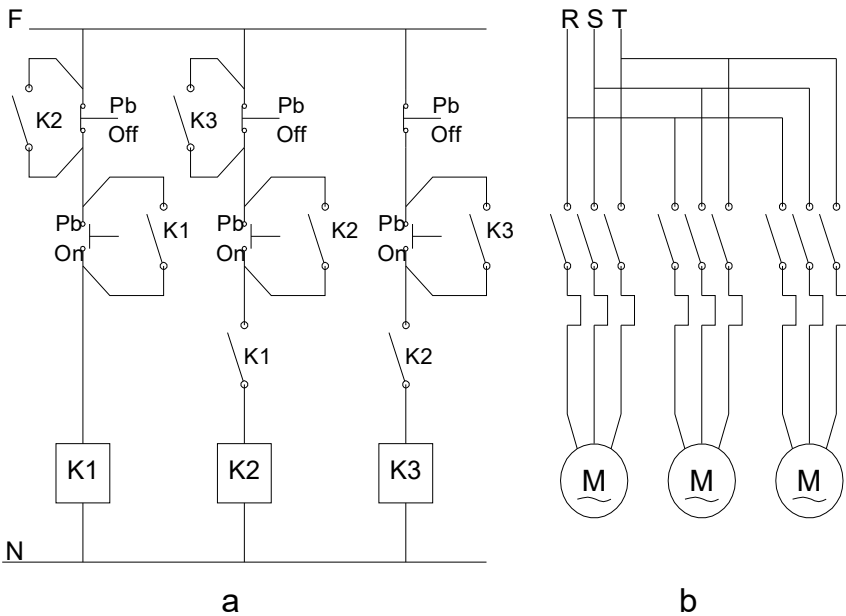
(On ke Off dan Off ke On)

13.2.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

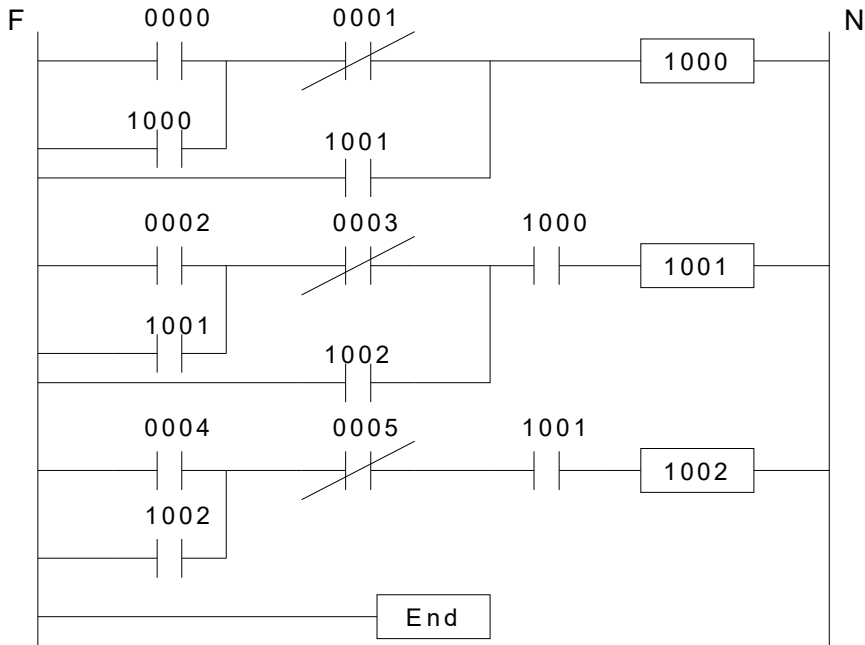
Yang dimaksud rangkaian berurutan dengan interlocking adalah operasi beberapa motor listrik secara bertahap, mulai dari operasi on motor pertama, kemudian motor kedua, kemudian motor ke tiga dan

seterusnya, tetapi untuk mematikan (sistem off) motor dapat dilakukan dengan menekan tombol off yang berfungsi untuk menghentikan masing-masing motor dimulai dari off ketiga.

Rangkaian ini berbeda dengan rangkaian berurutan pada gambar 9.1 di atas yang sistem off-nya bisa secara terpusat yaitu melalui Pb Off 1. Namun jika Pb Off 3 ditekan yang mati hanya motor ketiga saja. Pada rangkaian berurutan ini, untuk menghidupkan motor diawali dengan menghidupkan terlebih dahulu motor pertama kemudian kedua dan terakhir motor ketiga, sedangkan untuk memamatkannya diawali dari motor ketiga kemudian kedua dan terakhir motor pertama.



Gambar 13.5 Rangkaian Kendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan Dengan Interlocking
 a. Rangkaian Kontrol Konvensional;
 b. Rangkaian Tenaga Konvensional



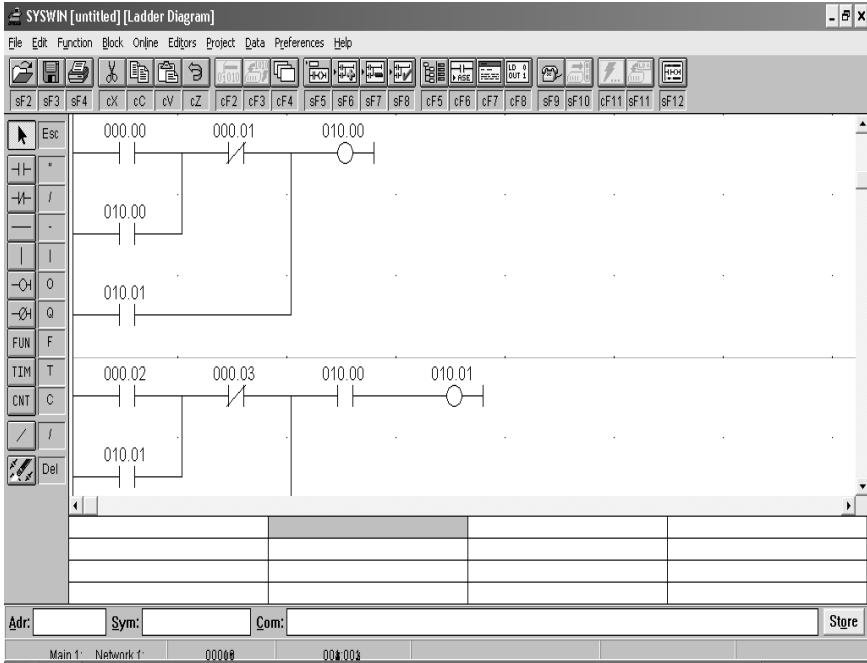
Gambar 13.6 Ladder Diagram Kendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan Dengan Interlocking

Tabel 13.2 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 13.5

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Pb On 1
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0001	Pb Off 1
0003	OR	1001	Interlock Off
0004	Out	1000	Output 1
0005	LD	0002	Pb On 2
0006	OR	1001	Interlock
0007	AND NOT	0003	Pb Off 2
0008	OR	1002	Interlock Off
0009	AND	1000	Interlock
0010	OUT	1001	Output 2
0011	LD	0004	Pb On 3
0012	OR	1002	Interlock
0013	AND NOT	0005	Pb Off 3
0014	AND	1001	Interlock
0015	OUT	1002	Output 3
0016	End	FUN (01)	Akhiri Program

13.2.2 Desain Ladder Diagram Pada Perangkat SYSWIN

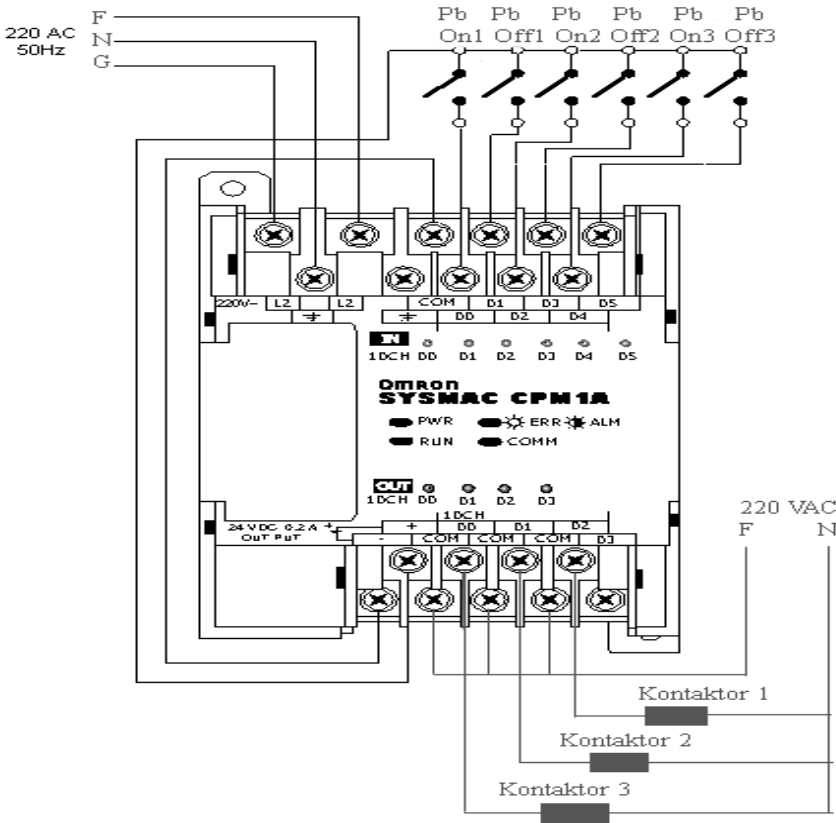
Langkah-langkah mendesain dan menghubungkan program ladder pada SYSWIN dengan hardware PLC dapat dilakukan sama seperti yang telah di bahas pada bab 12. Impelemntasi gambar 13.5a dan gambar 13.6 dapat dilihat pada gambar 13.7.



Gambar 13.7 Ladder Diagram Kendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan Dengan Interlocking pada Windows SYSWIN

13.2.3 Instalasi Sistem Pada PLC

Berdasarkan gambar 9.5 maka program yang telah diinput melalui PLC dapat diujicobakan dengan cara membuat rangkaian pengawatan atau instalasi melalui sistem hardware PLC (melalui trainer kitnya) seperti gambar di bawah berikut.



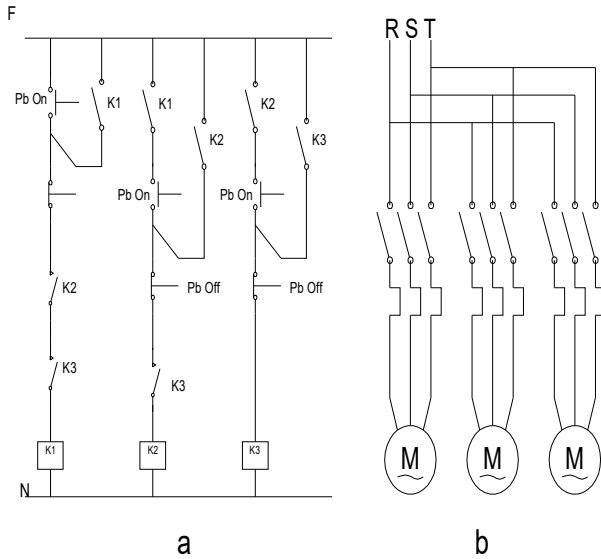
Gambar 13.8 Instalasi Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan Sistem Interlocking

13.3 Rangkaian Berurutan Bergantian

13.3.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

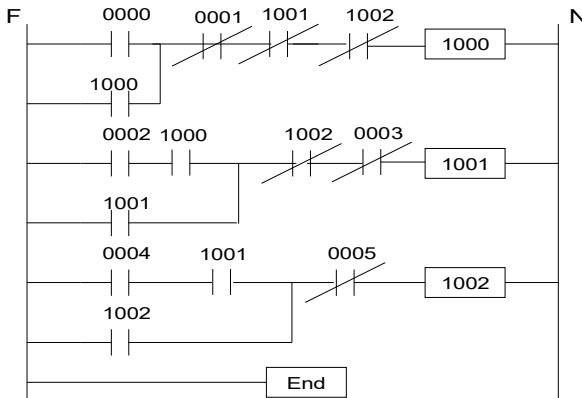
Yang dimaksud dengan rangkaian berurutan bergantian adalah sistem pengendalian beberapa motor listrik secara bertahap tetapi sistem on-nya bergantian secara otomatis. Jika motor pertama dihidupkan baru motor kedua dapat dihidupkan, setelah motor kedua hidup baru motor ketiga dapat dihidupkan dan seterusnya, tetapi pada saat motor kedua dihidupkan maka secara otomatis motor pertama mati (off) dan ketika motor ketiga dihidupkan maka secara otomatis motor kedua

mati (off). Dengan kata lain menghidupkan motor kedua sekaligus dapat mematikan motor pertama, menghidupkan motor ketiga sekaligus mematikan motor kedua.



Gambar 13.9 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan Bergantian
 a. Rangkaian Kontrol Konvensional
 b. Rangkaian Tenaga Konvensional

Maksud Pb On/Off pada rangkaian kontrol di atas adalah satu set push button yang mempunyai fungsi ganda sebagai push button on dan sebagai push button off.



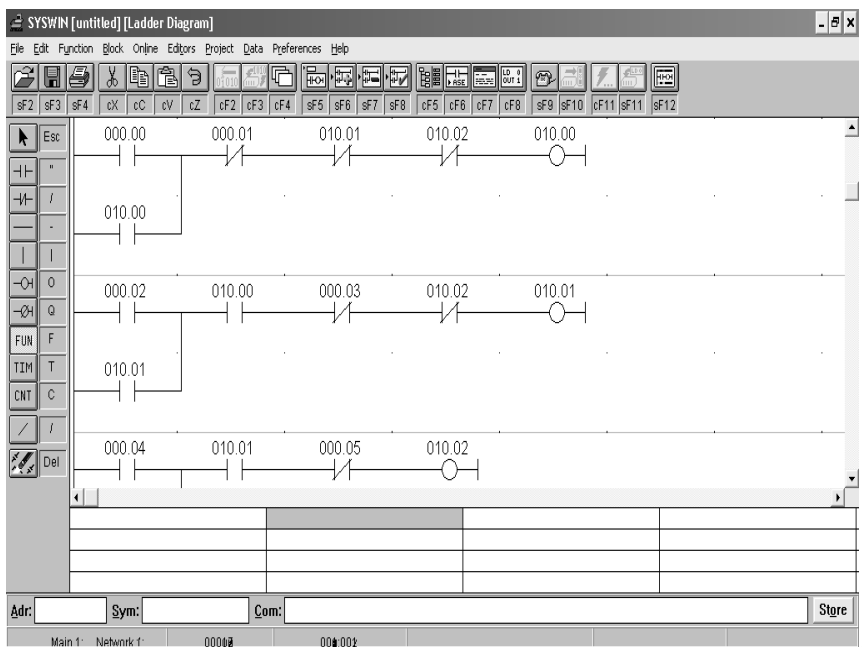
Gambar 13.10
 Ladder Diagram Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan Bergantian

Tabel 13.3 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 13.8

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Pb On 1
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0001	Pb Off 1
0003	AND NOT	1001	Interlock
0004	AND NOT	1002	Interlock
0005	Out	1000	Output 1
0006	LD	0002	Pb On 2
0007	AND	1000	Interlock On
0008	OR	1001	Interlock
0009	AND NOT	0003	Pb Off 2
0010	AND NOT	1002	Interlock
0011	OUT	1001	Output 2
0012	LD	0004	Pb On 3
0013	AND	1001	Interlock On
0014	OR	1002	Interlock
0015	AND NOT	0005	Pb Off 2
0016	OUT	1002	Output 2
0017	FUN 01	01	Akhiri Program

13.3.2 Desain Ladder Diagram Kendali Berurutan bergantian Pada Perangkat SYSWIN

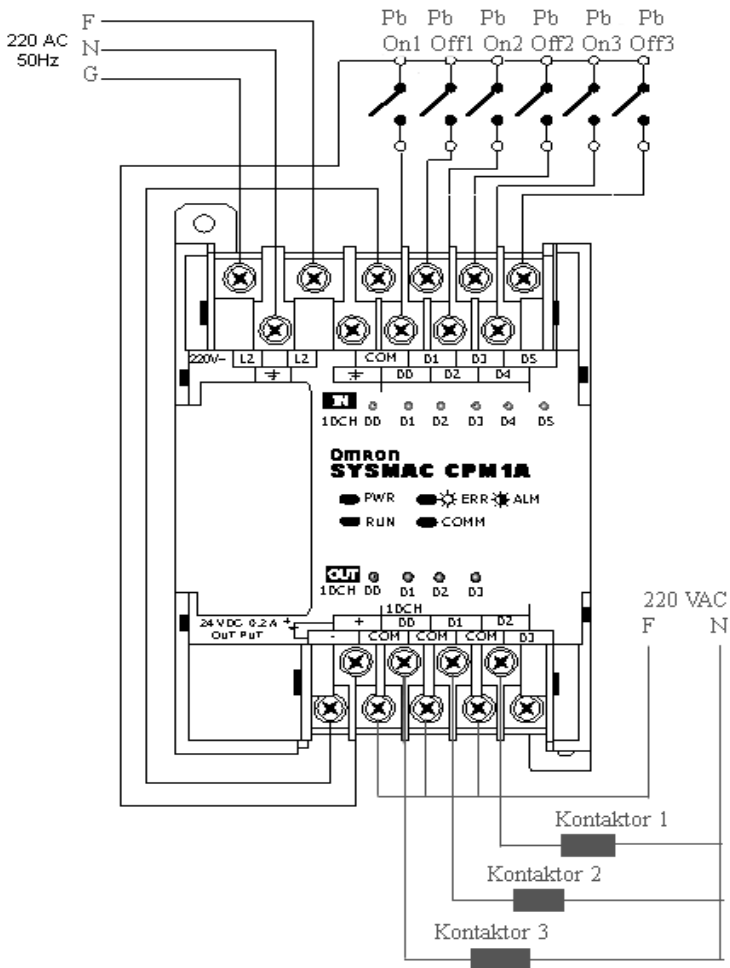
Langkah-langkah mendesain dan menghubungkan rangkaian kendali beberapa motor listrik secara berurutan dan bergantian sebagaimana didesain dalam bentuk program ladder pada SYSWIN dengan hardware PLC dapat dilakukan sama seperti yang telah di bahas pada bab 12. Impelemntasi gambar 13.10 dapat dilihat pada gambar 13.11 berikut.



Gambar 13.11 Desain Ladder Diagram Kendali Berurutan bergantian Pada Perangkat SYSWIN

13.3.3 Instalasi Sistem PLC

Berdasarkan gambar 9.8 maka program yang telah diinput melalui PLC dapat diujicobakan dengan cara membuat rangkaian pengawatan atau instalasi melalui sistem hardware PLC (melalui trainer kitnya) seperti gambar 13.12 berikut.



Gambar 13.12 Instalasi Pengendali Motor Listrik 3 Fasa Secara Berurutan Bergantian

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 13.1 Jelaskan kembali cara kerja rangkaian berurutan
- 13.2 Jelaskan kembali cara kerja rangkaian berurutan step by step
- 13.3 Jelaskan kembali cara kerja rangkaian berurutan bergantian

DESAIN KENDALI MEMBALIK PUTARAN & STARTING MOTOR LISTRIK

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 14.1 Rangkaian Kendali Membalik Putaran Motor Listrik
 - 14.1.1 Desain Kendali Ladder Diagram pada SYSWIN
 - 14.1.2 Koneksi dan Instalasi Pada PLC
- 14.2 Rangkaian Kendali Starting Motor Listrik
 - 14.2.1 Desain Kendali Ladder Diagram pada SYSWIN
 - 14.2.3 Koneksi dan Instalasi Pada PLC

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Mengerjakan Soal
- Praktikum

Dukungan Pembelajaran:

- Menyediakan Software PLC

**DESAIN KENDALI MEMBALIK PUTARAN &
STARTING MOTOR LISTRIK**

Setelah membaca dan mempelajari isi bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Menggambarkan kembali rangkaian kendali untuk mem-balik arah putaran motor listrik
 - 2) Menggambar desain ladder diagram pada SYSWIN untuk kendali membalik arah putaran motor listrik
 - 3) Melakukan koneksi antara perangkat lunak SYSWIN dengan perangkat lunak PLC
-
-

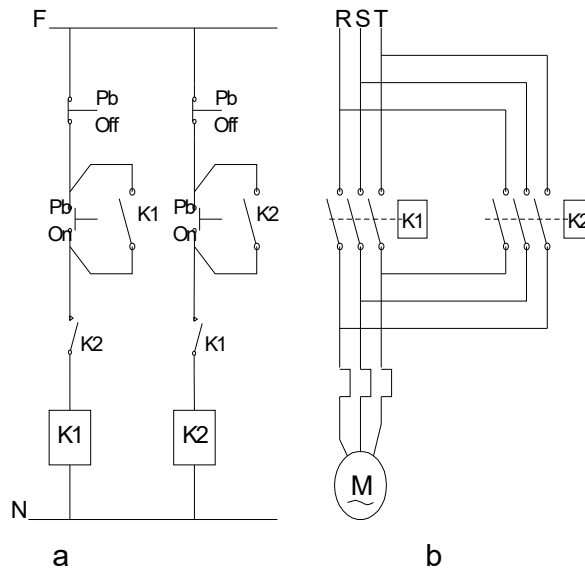
14.1 Rangkaian Kendali Membalik Putaran Motor Listrik

Cara lain kita memperlakukan atau mengendalikan motor-motor listrik sesuai dengan kebutuhan di industri atau dalam bidang rekayasa adalah membuat rangkaian untuk mengendalikan agar motor listrik dapat dibalik putarannya (putaran maju dan putaran mundur). Membalik putaran motor-motor listrik dapat kita temui dalam system kendali lift, pesawat angkat (crane), belt conveyor, escalator dan sebagainya.

Membalik motor listrik tiga fasa lebih mudah dilakukan dibanding dengan membalik putaran motor listrik satu fasa. Cukup dengan menukar salah satu penghantar fasa dengan salah satu fasa yang lainnya (Fasa R dengan S, fasa R dengan T atau fasa S dengan T) maka putaran motor listrik akan berubah. Walaupun cara ini mudah untuk dilakukan, namun dalam pelaksanaannya harus menggunakan metode yang tepat dengan peralatan yang digunakan harus cukup memadai, karena motor-motor listrik tiga fasa banyak digunakan untuk tegangan-tegangan dan beban-beban yang tinggi.

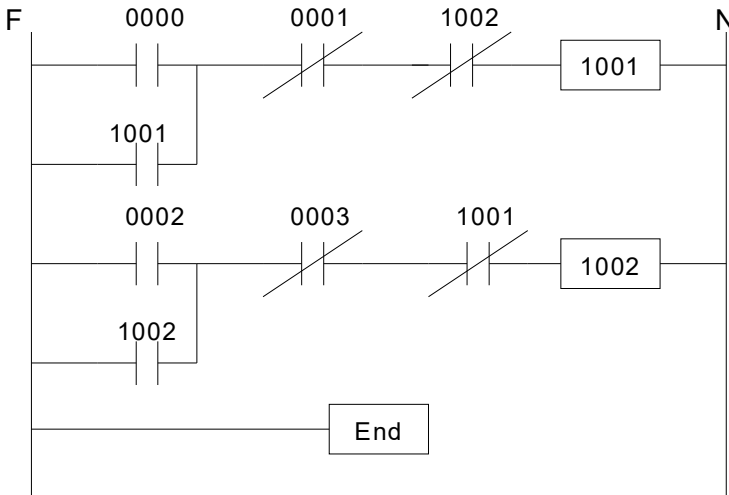
Dalam prakteknya, kita membutuhkan dua buah relay atau kontaktor magnet untuk membalik putaran satu buah motor listrik tiga fasa. Masing-masing kontaktor tersebut akan beroperasi secara bergantian, kontaktor pertama untuk operasi forward (maju) dan kontaktor kedua untuk operasi reverse (mundur). Karena tegangan dan beban yang tinggi pada saat motor sedang beroperasi maka perpindahan putaran dari arah maju ke arah mundur atau sebaliknya tidak boleh langsung dilakukan, tetapi harus ada timing (jeda waktu) agar tidak merusak bagian lilitan dari motor. Untuk mengantisipasi kelemahan ini dapat ditambahkan sebuah Time Delay Relay (TDR) yang dapat disetting waktunya.

Operasi On dari rangkaian dasar membalik putaran motor listrik tiga fasa dapat dilakukan dari arah mana saja, boleh arah forward atau pun dari arah reverse. Hal ini dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan dan aplikasi di lapangan. Rangkaian dasarnya dapat dilihat seperti gambar 14.1 berikut.



Gambar 14.1 Rangkaian Kendali Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa

- a. Rangkaian Kendali Konvensional
- b. Rangkaian Tenaga Konvensional



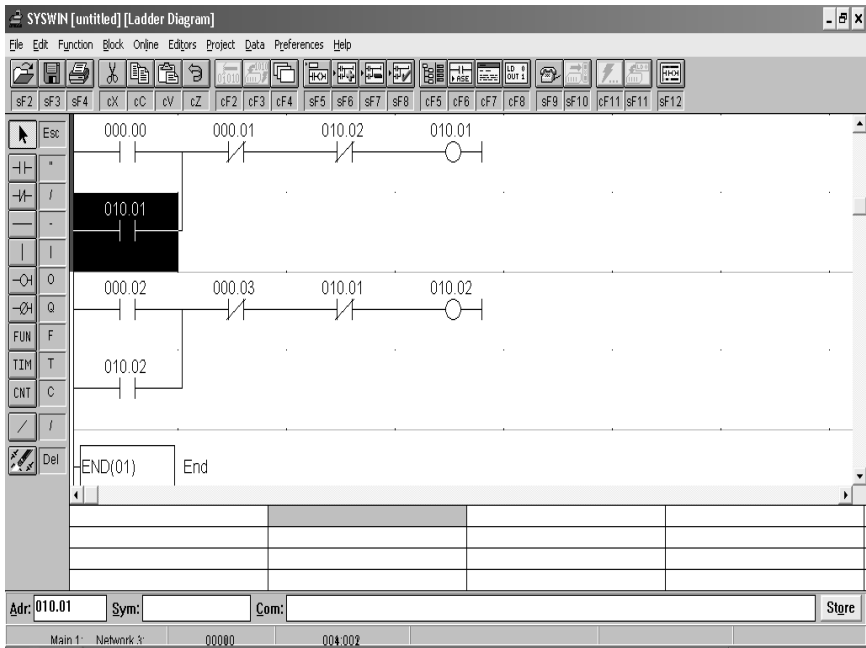
Gambar 14.2 Ladder Diagram Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa

Tabel 14.1 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 14.2

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Switch On
0001	OR	1001	Interlock
0002	AND NOT	0001	Switch Off
0003	AND NOT	1002	Interlock
0004	Out	1001	Output
0005	LD	0002	Switch On
0006	OR	1002	Interlock
0007	AND NOT	0003	Switch Off
0008	AND NOT	1001	Switch Off
0009	Out	1002	Output (Mis. Lampu)
0010	FUN 01	01	Akhiri Program

14.1.1 Desain Kendali Ladder Diagram pada SYSWIN

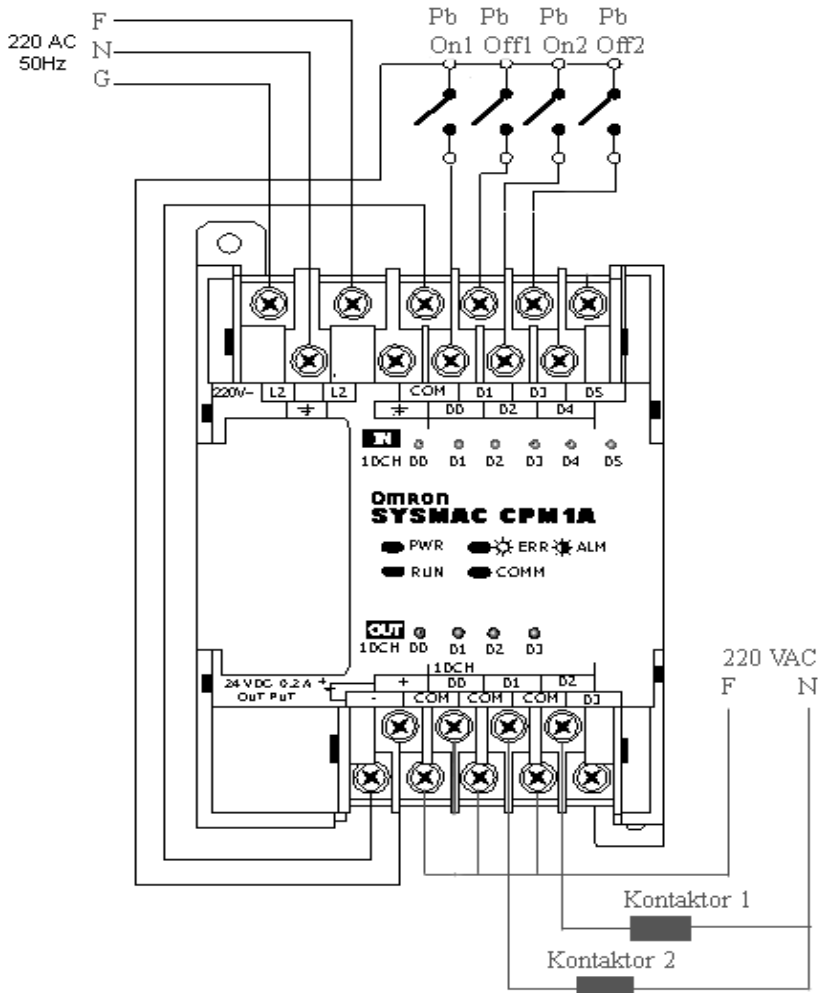
Ladder diagram membalik arah putaran motor listrik 3 fasa sebagaimana diilustrasikan pada gambar 14.2, dapat diimplementasikan melalui perangkat lunak SYSWIN seperti tampilan berikut ini.



Gambar 14.3 Desain Kendali
Membalik Putaran Motor Listrik

14.1.2 Koneksi dan Instalasi Sistem PLC

Berdasarkan gambar 14.3 dan 14.1b maka program yang telah di-input melalui PLC dapat diujicobakan dengan cara membuat rangkaian pengawatan atau instalasi melalui sistem hardware PLC (melalui trainer kitnya) seperti gambar di bawah ini.



Gambar 14.4 Instalasi Pengendalian Starting Motor Listrik 3 Fasa

14.2 Rangkaian Kendali Starting Motor Listrik

Motor listrik induksi tiga fasa yang mempunyai kapasitas daya minimal 4 kW sampai dengan 6 kW harus diasut pada saat motor tersebut mulai dijalankan (distart). Salah satu cara untuk mengasut motor listrik induksi tiga fasa yaitu dengan system saklar bintang/segitiga (Star/Delta). Pengasutan motor dengan metode ini dapat dilakukan

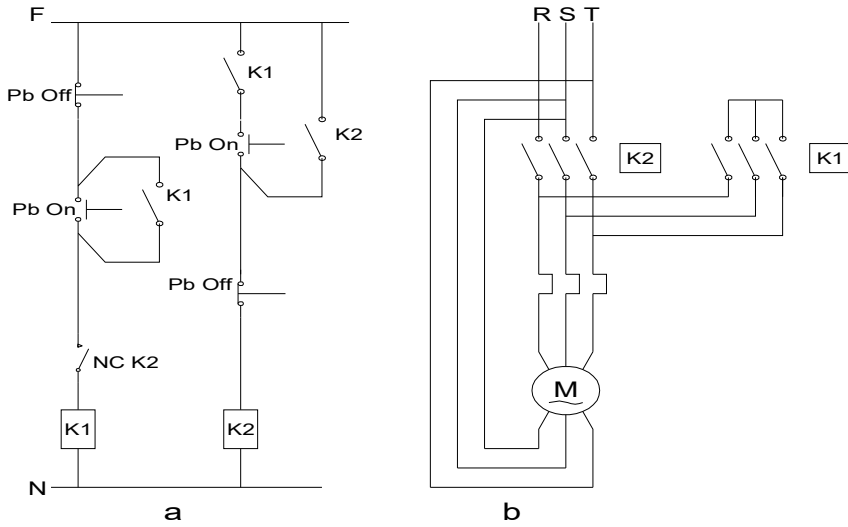
secara manual menggunakan saklat TPDT atau Cam Switch atau secara otomatis menggunakan bantuan kontaktor magnet. Pada awal pengoperasiannya, motor dihubungkan bintang dan beberapa detik kemudian motor dihubungkan segitiga untuk operasi nominal (running). Kapasitas tegangan motor pada saat beroperasi bintang sebesar $1/\sqrt{3}$ kali tegangan jaringan atau tegangan antar fasa dan membangkitkan $1/3$ torsi dari nilai torsi hubungan segitiga, arus asutnya turun menjadi $1/3$ -nya. Sehingga selama periode pengasutan, tegangan diturunkan sampai 58%-nya.

14.2.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

Pengendalian untuk mengasut motor listrik secara bintang segitiga dapat dilakukan dengan menggunakan dua atau tiga buah kontaktor sebagai kendalinya. Jika digunakan dua buah kontaktor magnet maka masing-masing kontaktor (K1 dan K2) akan bekerja dalam rangkaian yang berbeda. Kontaktor kedua akan bekerja terlebih dahulu yang mengendalikan motor dalam operasi bintang sedangkan selang beberapa detik setelah penurunan arus asut (kira-kira 2 sampai dengan 5 detik), kontaktor kedua mulai beroperasi nominal dalam rangkaian segitiga. Jika digunakan tiga buah kontaktor magnet maka kontaktor (K1 dan K3) akan bekerja bersamaan untuk mengoperasikan motor dalam rangkaian bintang dan setelah arus asutnya mengalami penurunan baru kontaktor K2 dan K1 yang akan bekerja untuk mengendalikan motor operasi segitiga.

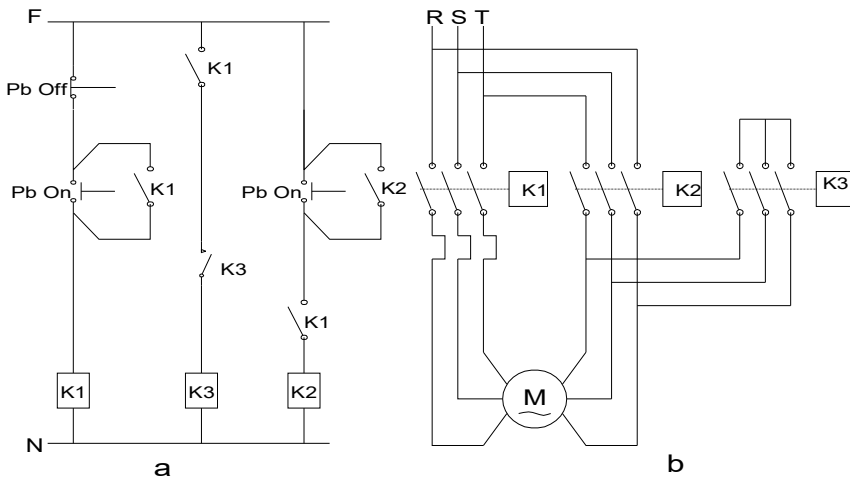
Kedua cara penggunaan dua atau tiga buah kontaktor magnet perlu diperhatikan bahwa pada saat motor sedang beroperasi dalam rangkaian bintang, maka kontaktor K1 jika menggunakan dua buah kontaktor dan K2 jika menggunakan tiga buah kontaktor tidak boleh dapat dihidupkan sampai arus asutnya mengalami penurunan dalam waktu yang telah ditentukan. Untuk mengantisipasi keadaan tersebut dapat dibuat rangkaian pengendali yang saling mengunci (interlocking).

Di bawah ini digambarkan dengan jelas perbedaan rangkaian pengendali bintang-segitiga antara yang menggunakan dua buah kontaktor dengan yang menggunakan tiga buah kontaktor.



Gambar 14.5 Rangkaian Star/Delta Motor Listrik Menggunakan 2 Kontaktor

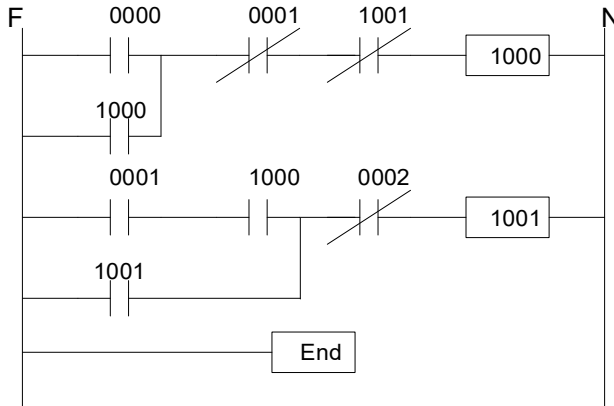
a. Rangkaian Kendali Konvensional; b. Rangkaian Tenaga



Gambar 14.6 Rangkaian Start/Delta Motor Listrik Menggunakan 3 Kontaktor

a. Rangkaian Kendali; b. Rangkaian Tenaga

Pada gambar 14.6a, proses pemindahan operasi dari bintang ke segitiga dengan cara menekan double push button sehingga dengan menekannya akan mematikan operasi kontaktor K1 dan sekaligus menghidupkan kontaktor K2. Sedangkan pada gambar 14b proses pemindahan operasi dari bintang ke segitiga dilakukan dengan cara menekan double push button yang berfungsi untuk mematikan K3 dan sekaligus menghidupkan K2 dalam operasi segitiga.

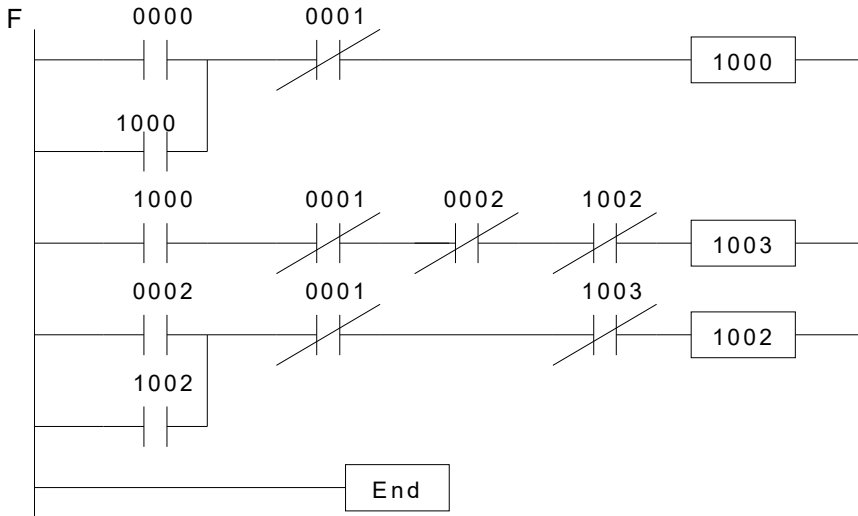


Gambar 14.7 Ladder Diagram Pengendali Star/Delta Gambar 14.5a

Tabel 14.2 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 14.5a

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Switch On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0001	Switch Off
0003	AND NOT	1001	interlock
0004	Out	1000	Output
0005	LD	0001	Switch On
0006	OR	1001	Interlock
0007	AND NOT	0002	Switch Off
0008	AND NOT	1000	interlock
0009	Out	1001	Output
0010	FUN 01	01	Akhiri Program

Jika menggunakan 3 buah kontaktor, maka rangkaian control didesain seperti gambar 14.8 berikut.



Gambar 14.8 Ladder Diagram Pengendali Star/
Delta Gambar 14.6a

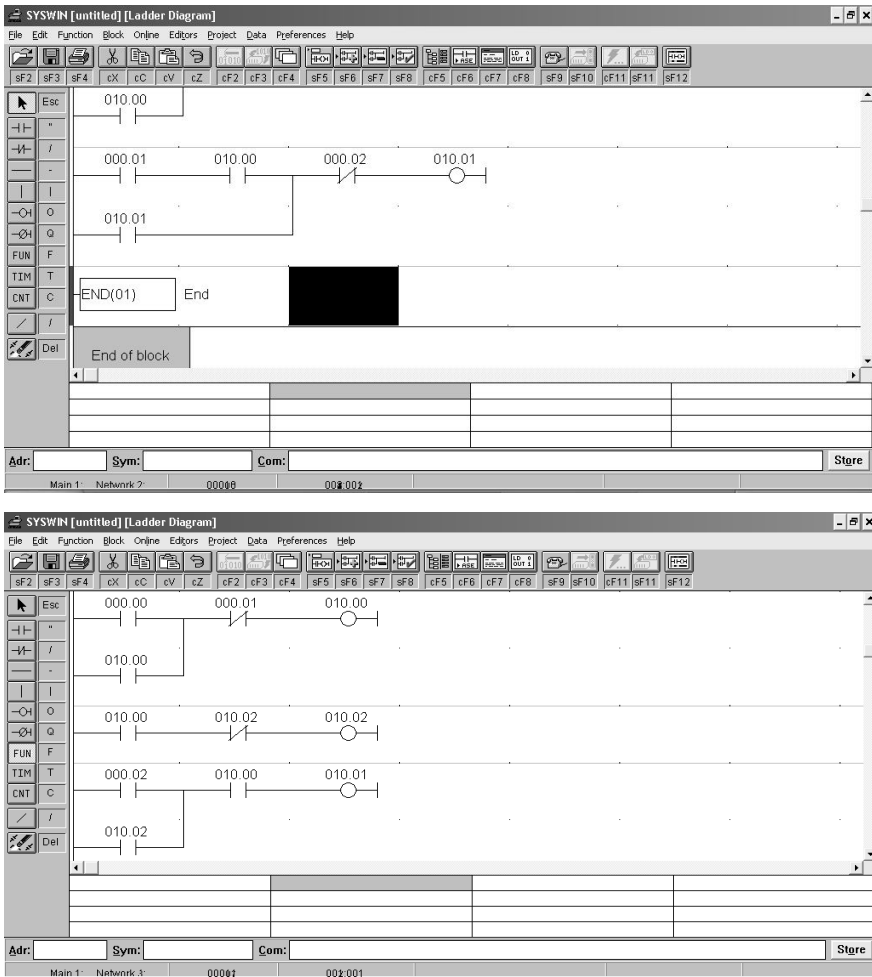
Tabel 14.3 Sistem Mnemonic Pengendali
Pada Gambar 14.6a

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Switch On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0001	Switch Off
0003	Out	1000	Output
0004	LD	1000	Switch On
0005	AND NOT	0001	Switch Off
0006	AND NOT	0002	Switch Off
0007	AND NOT	1002	Interlock
0008	Out	1003	Output
0009	LD	0002	Switch On
0010	OR	1002	Interlock
0011	AND NOT	0001	Switch Off
0012	AND NOT	1003	Interlock
0013	Out	1002	Output
0014	FUN 01	01	Akhiri Program

Selain kedua cara sebelumnya di atas, dapat juga digunakan TDR untuk mengatur waktu pemindahan (operasi) dari bintang ke segitiga sebagaimana akan dibahas pada bab selanjutnya.

14.3 Desain Kendali Ladder Diagram pada SYSWIN

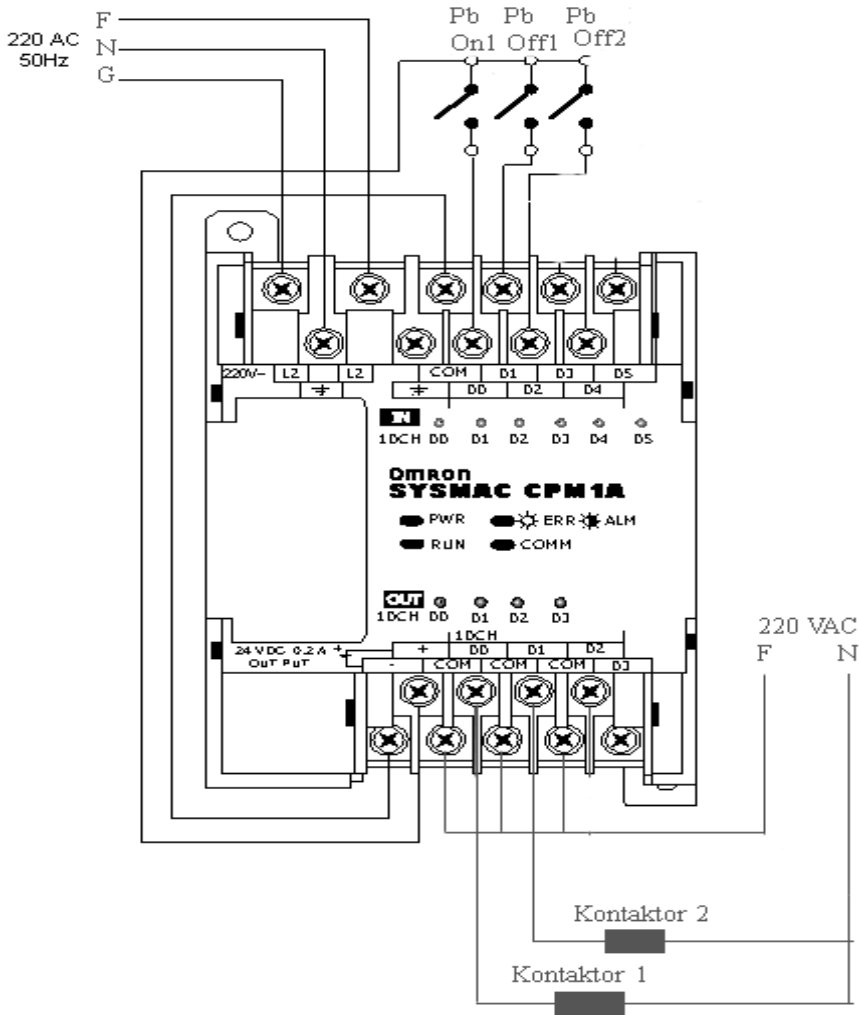
Ladder diagram starting motor listrik 3 fasa sebagaimana diilustrasikan pada gambar 14.7 dan gambar 14.8, dapat diimplementasikan melalui perangkat lunak SYSWIN seperti tampilan berikut ini.



Gambar 14.9 Desain Kendali Starting Motor Menggunakan 2 dan 3 Kontaktor

14.4 Koneksi dan Instalasi Pada PLC

Berdasarkan gambar 11.2 maka program yang telah diinput melalui PLC dapat diujicobakan dengan cara membuat rangkaian pengawatan atau instalasi melalui system hardware PLC (melalui trainer kitnya) seperti gambar di bawah ini.



Gambar 14.10 Instalasi Pengendali Star/
Delta Motor Listrik 3 Fasa

PERTANYAAN DAN SOAL

Pertanyaan Ulangan:

- 14.1 Jelaskan kembali prinsip kerja yang harus dipenuhi untuk mengendalikan putaran motor listrik tiga fasa
- 14.2 Jelaskan bagaimana rangkaian kendali starting motor digunakan
- 14.3 Jelaskan prinsip kerja rangkaian kendali starting motor listrik 3 fasa menggunakan 2 dengan 3 kontaktor

KENDALI & OTOMASI BERBASIS TIMER & COUNTER

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 15.1 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian
- 15.2 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Membalik Putaran
- 15.3 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Start/Delta
- 15.4 Penggunaan Counter dalam Pengendali Motor Listrik
- 15.5 Penggunaan Counter dalam Rangkaian Berurutan
(*Step By Step*)

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Bertanya
- Menjawab pertanyaan ulangan
- Praktikum

KENDALI & OTOMASI BERBASIS TIMER & COUNTER

Setelah membaca dan mempelajari bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Membuat dan mengujicobakan rangkaian kendali yang menggunakan timer dalam rangkaian berurutan bergantian
 - 2) Membuat dan mempraktekan rangkaian penggunaan timer dalam rangkaian kendali membalik putaran motor listrik tiga fasa
 - 3) Membuat dan mengujicobakan rangkaian penggunaan timer dalam rangkaian kendali starting motor listrik tiga fasa
 - 4) Membuat dan mempraktekan rangkaian kendali yang mengaplikasikan counter
 - 5) Membuat dan mengujicobakan rangkaian penggunaan counter pada kendali berurutan beberapa output motor listrik
 - 6) Mempraktekan seluruh rangkaian kendali dari no. 1 sampai dengan nomor 5 dan mensimulasikannya menggunakan perangkat lunak Jaringan saraf Listrik
-
-

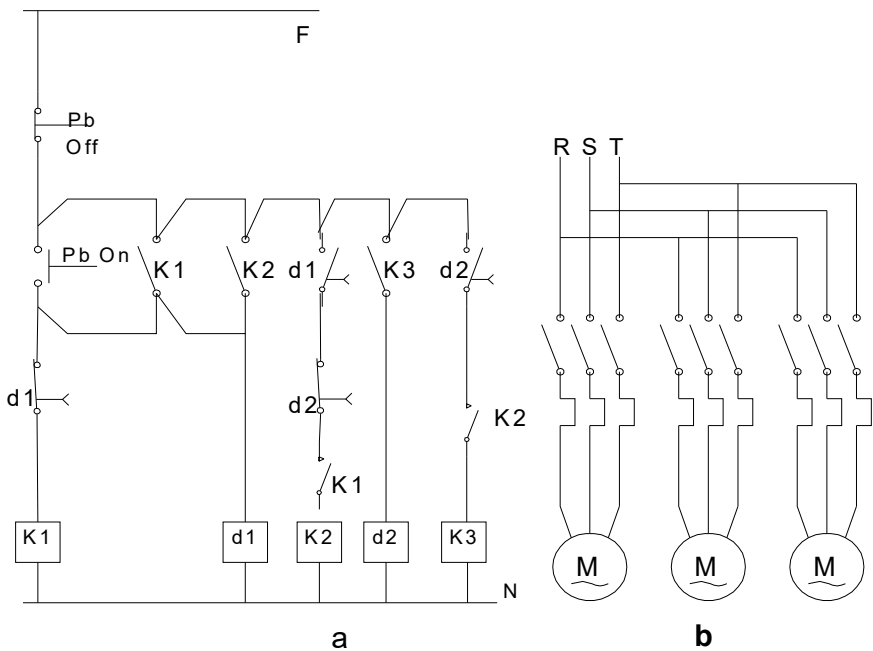
15.1 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian

Jika kita membutuhkan pengaturan waktu yang dapat disetting secara otomatis maka peralatan yang digunakan berupa sebuah Time Delay relay (TDR). TDR ini bekerja secara delay on atau delay off, tergantung bagaimana cara kita menghubungkan pin-pinnya dengan rangkaian input dan dengan rangkaian output. Aplikasi penggunaan TDR ini diantaranya dalam system kendali motor listrik secara berurut-

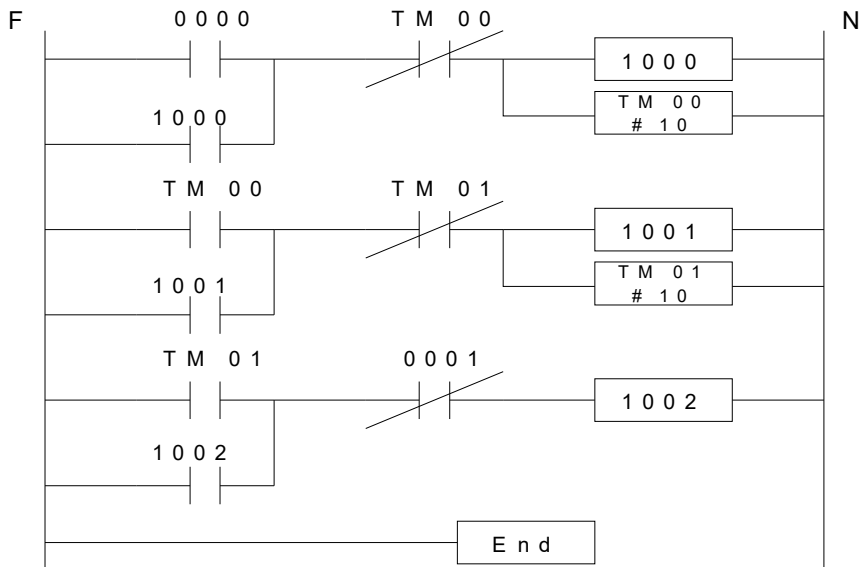
an bergantian. Pada saat kita akan menghidupkan motor kedua dan sekaligus mematikan motor pertama, maka terjadi selang waktu beberapa detik atau menit sesuai dengan waktu yang kita setting sebelum motor pertama itu benar-benar berhenti (off). Hal ini dapat juga dilakukan ketika kita menghidupkan motor ke-3 sekaligus mematikan motor ke-2.

15.1.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

Rangkaian dasar seperti gambar di atas dapat kita buat dengan menggunakan rangkaian konvensional ataupun rangkaian yang dapat diprogram melalui PLC. Dalam PLC ini kita dapat mensetting waktu dari timer berapa dan kapan saja tanpa harus merubah system instalasi hardwarenya sebagaimana yang dilakukan secara konvensional.



Gambar 15.1 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian
 a. Rangkaian Kontrol Konvensional; b. Rangkaian Tenaga



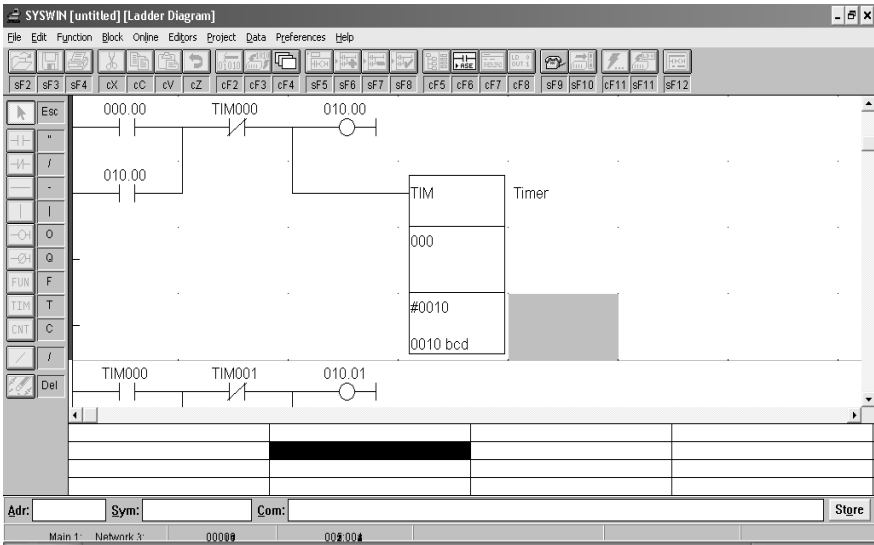
Gambar 15.2 Ladder Diagram Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian

Tabel 15.1 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 15.2

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Push Button On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	TM 00	Delay
0003	Out	TM 00	Output
0004	Out	1000	Output
0005	LD	TM 00	Push Button On
0006	OR	1001	Interlock
0007	AND NOT	TM 01	Delay
0008	Out	1000	Output
0009	Out	1000	Output
0010	LD	TM 01	Push Button On
0011	OR	1002	Interlock
0012	AND NOT	0001	Push Button Off
0013	Out	1002	Output
0014	FUN 01	01	Akhiri Program

15.1.2 Implementasi Ladder Diagram pada Perangkat Lunak SYSWIN

Rangkaian berurutan menggunakan timer untuk mengendalikan motor listrik secara berurutan dengan mudah dapat diimplementasikan menggunakan perangkat lunak SYSWIN. Demikian juga proses menghubungkannya hardware PLC. Langkah-langkah mendesain rangkaian tersebut sama dengan yang sudah dijelaskan pada bab 12.



Gambar 15.3 Desain Kendali Berurutan Bergantian pada SYSWIN Windows

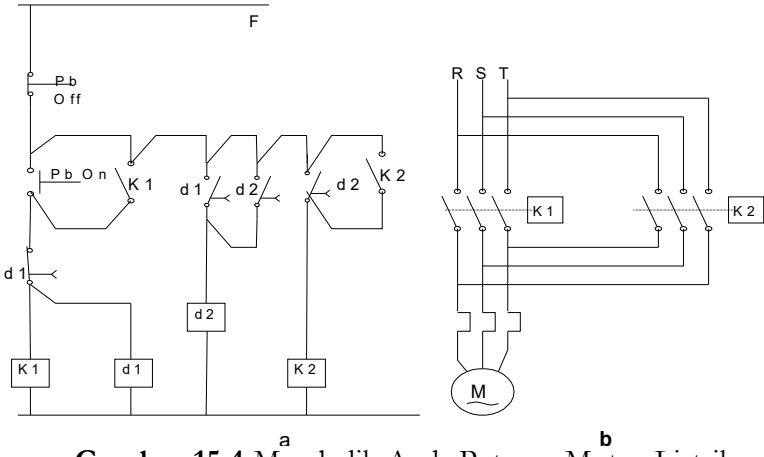
15.2 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Membalik Putaran

15.2.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

Timer juga dapat diterapkan dalam system pengendalian arah putaran motor listrik tiga fasa. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi agar tidak terjadi kerusakan pada lilitan motor sebagai akibat dari operasi mendadak dari putaran dengan arah yang berlawanan. Hal ini lebih tepat dilakukan terutama jika motor listrik tiga fasa beroperasi dalam kapasitas tegangan dengan beban yang tinggi.

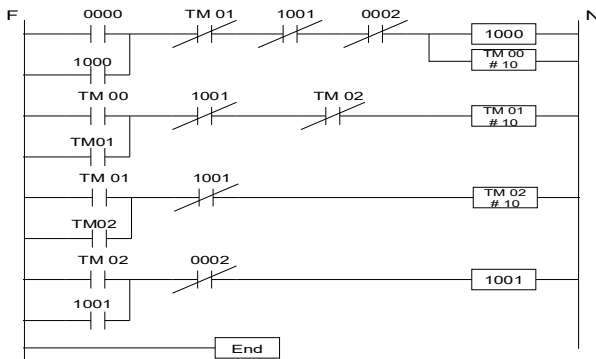
Dalam membalik arah putaran, perpindahan operasi dari arah maju (forward) ke putaran mundur Reverse) tidak boleh dilakukan secara langsung atau mendadak tetapi harus ada selang waktu beberapa detik

atau beberapa menit. Seperti pada rangkaian kontrol konvensional, motor listrik tiga fasa akan beroperasi forward dikendalikan oleh kontaktor K1, setelah beberapa detik atau beberapa menit sesuai dengan waktu yang kita setting melalui TDR, motor akan berhenti sejenak secara otomatis sampai beberapa waktu kemudian motor akan beroperasi kembali dengan arah putaran yang berbeda dengan waktu pengendalian dilakukan oleh TDR kedua. Jadi dalam hal ini dibutuhkan 2 TDR untuk mengendalikan putaran motor listrik dengan arah putar yang berbeda yaitu forward dan reverse. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 15.4.



Gambar 15.4 Membalik Arah Putaran Motor Listrik Menggunakan Timer

a. Rangkaian Kontrol Konvensional; b. Rangkaian Tenaga



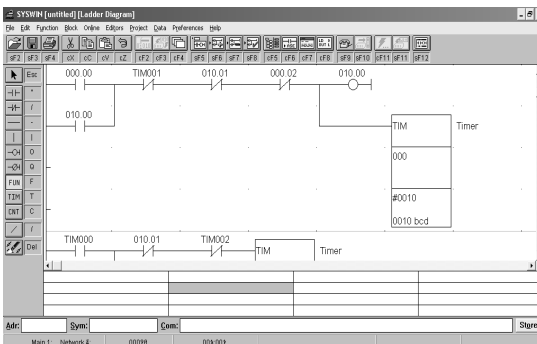
Gambar 15.5
Ladder Diagram Membalik Arah Putaran Menggunakan Timer

Tabel 15.2 Sistem Mnemonic Pengendali pada Gambar 15.4

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Push Button On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	TM 01	Delay Off
0003	AND NOT	1001	Interlock
0004	AND NOT	0002	Push Button Off
0005	Out	1000	Output
0006	Out	TM 00 # 10	Output
0007	LD	TM 00	Push Button On
0008	OR	TM 01	Interlock
0009	AND NOT	1001	Interlock
0010	AND NOT	TM 02	Interlock
0011	Out	TM 01 #10	Output
0012	LD	TM 01	Push Button On
0013	OR	TM 02	Interlock
0014	AND NOT	1001	Interlock
0015	Out	TM 02 # 10	Output
0016	LD	TM 02	Push Button On
0017	OR	1001	Interlock
0018	AND NOT	0002	Push Button Off
0019	OUT	1001	Output
0020	FUN 01	01	Akhiri Program

15.2.2 Implementasi Ladder Diagram pada Perangkat Lunak SYSWIN

Timer juga dapat digunakan untuk melengkapi rangkaian kendali membalik putaran motor listrik. Dalam rangkaian ini, timer disetting beberapa detik untuk secara otomatis memindahkan operasi motor listrik berputar *Forward* berganti menjadi berputar *Reverse*. Desain dan implementasi rangkaian tersebut pada perangkat SYSWIN, dijelaskan



pada gambar 15.6 berikut ini.

Gambar 15.6 Desain Kendali Membalik Putaran Motor Dilengkapi Timer

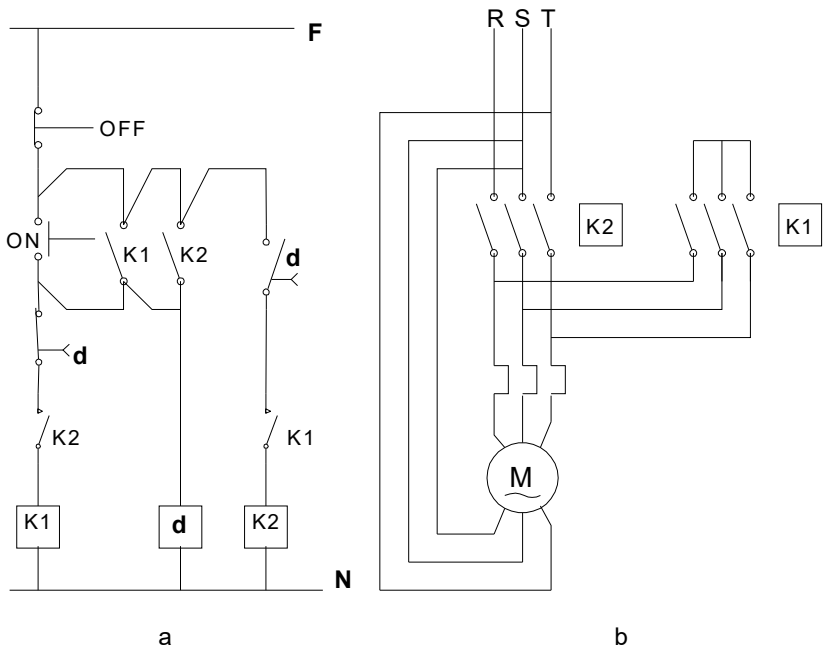
15.3 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Start/Delta

Proses perpindahan operasi motor listrik dari operasi star ke operasi delta (*running*), dapat juga disetting waktunya dengan menggunakan TDR atau diprogram melalui PLC. Pada dasarnya instalasi dasar pada *hardware*-nya sama dengan yang ditunjukkan pada gambar 15.1 bab 15 terdahulu, hanya pada rangkaian kontrolnya ditambahkan dengan menggunakan TDR. Sebagaimana gambar 16.5 di bawah, ketika push button On ditekan maka kontaktor K1 akan bekerja untuk mengoperasikan motor listrik dalam rangkaian star (*bintang*), beberapa detik kemudian sesuai dengan waktu yang disetting pada TDR, kontak d (*relay*) yang diserikan dengan kontaktor K1 akan membuka dan menyebabkan kontaktor K2 bekerja yang dihidupkan secara otomatis oleh kontak relay d (*diserikan*) dengan kontaktor K2, sehingga motor akan beroperasi dalam rangkaian delta (*running*).

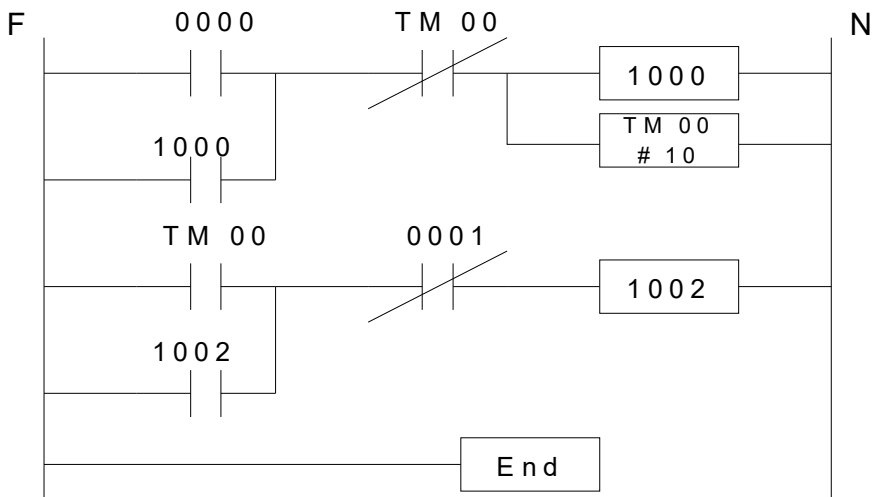
15.3.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

Dengan menggunakan PLC, TDR dapat digantikan dengan internal relay yang dimiliki oleh PLC, sehingga fungsi-fungsi yang dilakukan oleh TDR akan digantikan secara mudah dengan memprogramnya melalui PLC. Adapun cara kerja antara sistem konvensional dengan sistem PLC hampir sama, hanya peralatan yang digunakan cara mengerjakannya yang berbeda. Cara di atas dapat dilakukan dengan menggunakan dua buah kontaktor untuk mengoperasikan motornya.

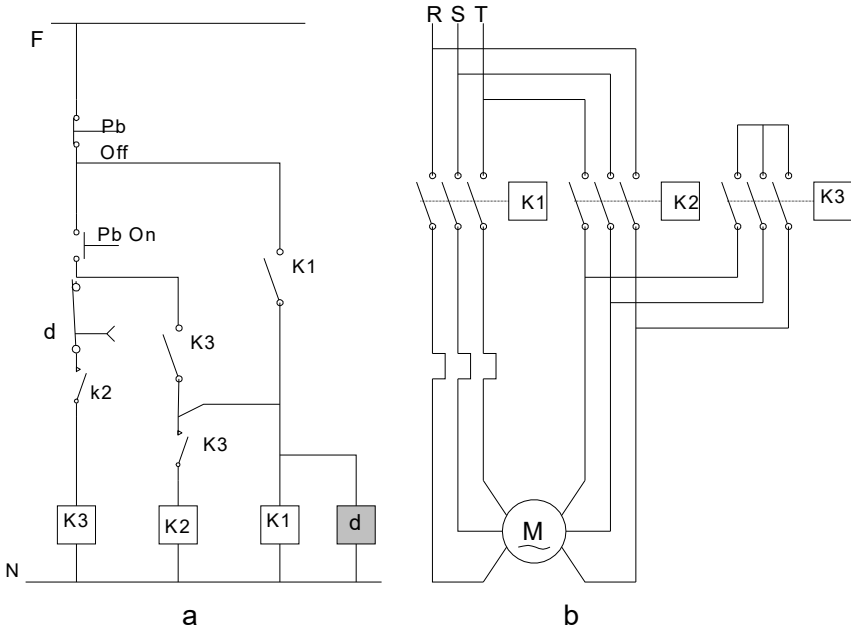
Untuk mengendalikan motor listrik induksi dalam operasi star/delta dapat juga dilakukan dengan menggunakan tiga buah kontaktor yang dilengkapi dengan TDR seperti pada gambar 16.7 di bawah ini.



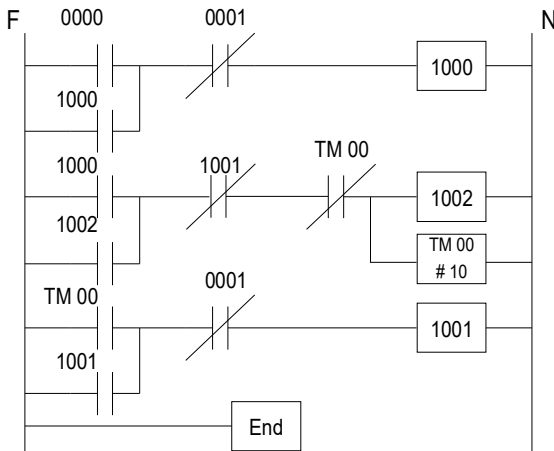
Gambar 15.7 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Star/Delta Dengan 2 Kontaktor
 a. Rangkaian Kontrol Konvensional; b. Rangkaian Tenaga



Gambar 15.8 Ladder Diagram Penggunaan Timer dalam Rangkaian Star/Delta



Gambar 15.9 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Star/Delta dengan 3 Kontaktor
 a. Rangkaian Kontrol Konvensional
 b. Rangkaian Tenaga Konvensional



Gambar 15.10 Ladder Diagram Penggunaan Timer dalam Rangkaian Star/Delta dari Gambar 15.7

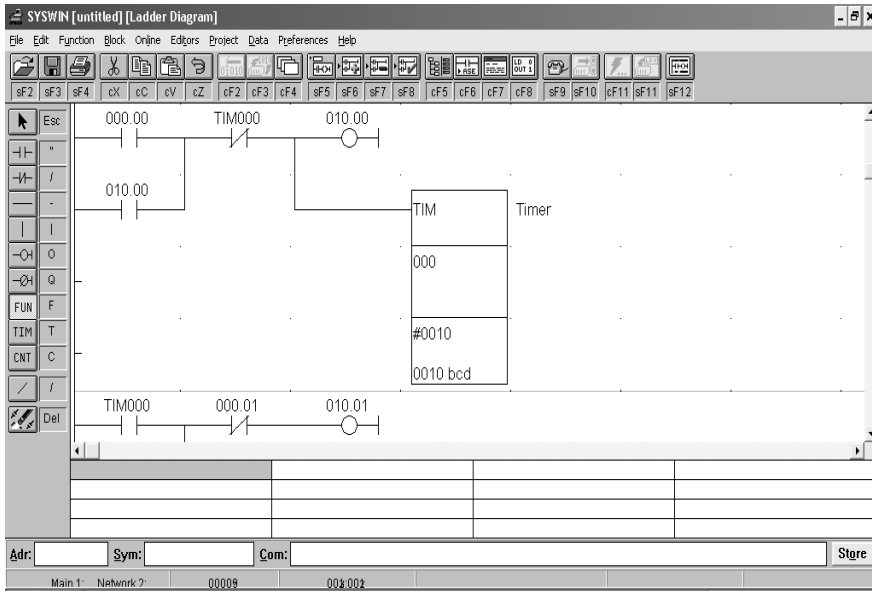
Tabel 15.3 Sistem Mnemonic Pengendali pada Gambar 16.6

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Push Button On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	TM 00	Push Button Off
0003	Out	1000	Output
0004	Out	TM 00 # 10	Output
0005	LD	TM 00	Push Button On
0006	OR	1001	Interlock
0007	AND NOT	0001	Push Button Off
0008	Out	1001	Output
0009	FUN 01	01	Akhiri Program

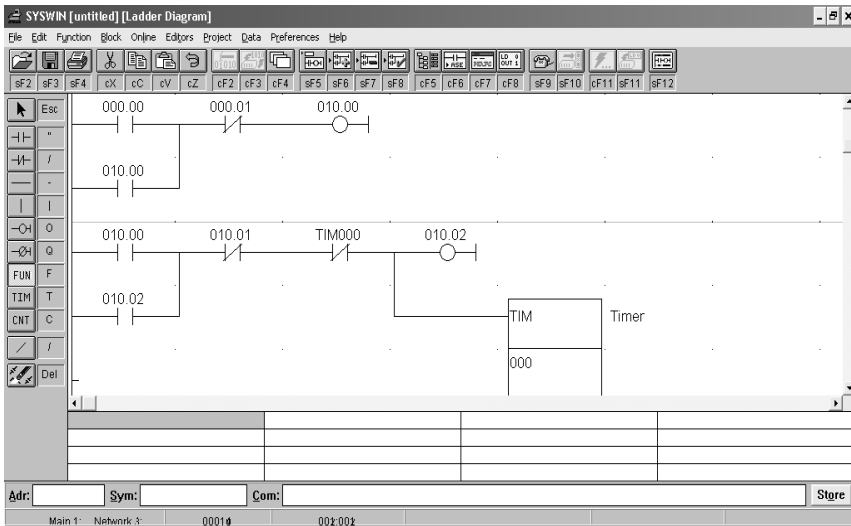
Tabel 15.4 Sistem Mnemonic Pengendali pada Gambar 15.8

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Push Button On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0001	Push Button Off
0003	Out	1000	Output
0004	LD	1000	Push Button On
0005	OR	1002	Interlock
0006	AND NOT	1001	Interlock
0007	AND NOT	TM 00	Push Button Off
0008	Out	1002	Output
0009	Out	TM 00 # 10	Output
0010	LD	TM 00	Push Button On
0011	OR	1001	Interlock
0012	AND NOT	0001	Push Button Off
0013	Out	1001	Output
0014	FUN 01	01	Akhiri Program

Langkah-langkah yang sama dapat dilakukan sebagaimana dijelaskan pada bab 12 sebelumnya bahwa desain kendali dilengkapi penggunaan timer dapat dilakukan pada perangkat lunak SYSWIN.



Gambar 15.11 Desain Kendali Operasi Starting Motor 2 Kontaktor Pada SYSWIN

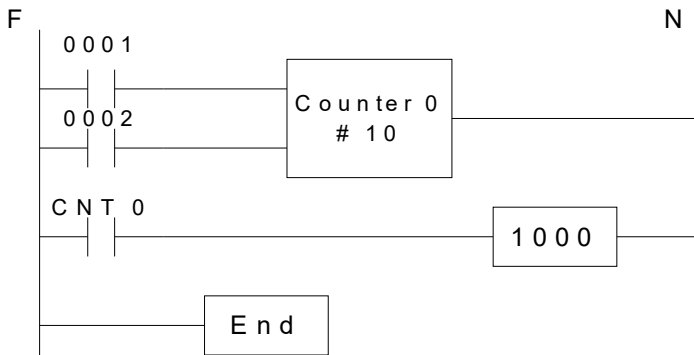


Gambar 15.12 Desain Kendali Operasi Starting Motor 3 Kontaktor Pada SYSWIN

15.4 Penggunaan Counter dalam Pengendali Motor Listrik

15.4.1 Penggunaan Counter dalam Rangkaian Pengendali Dasar

Rangkaian dasar dari counter yang telah diprogram dalam PLC dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam system pengendalian motor-motor listrik induksi. Contoh sederhana dari penggunaan counter pada bab ini akan diaplikasikan untuk mengendalikan satu buah motor listrik seperti pada gambar 16.9 di bawah ini.



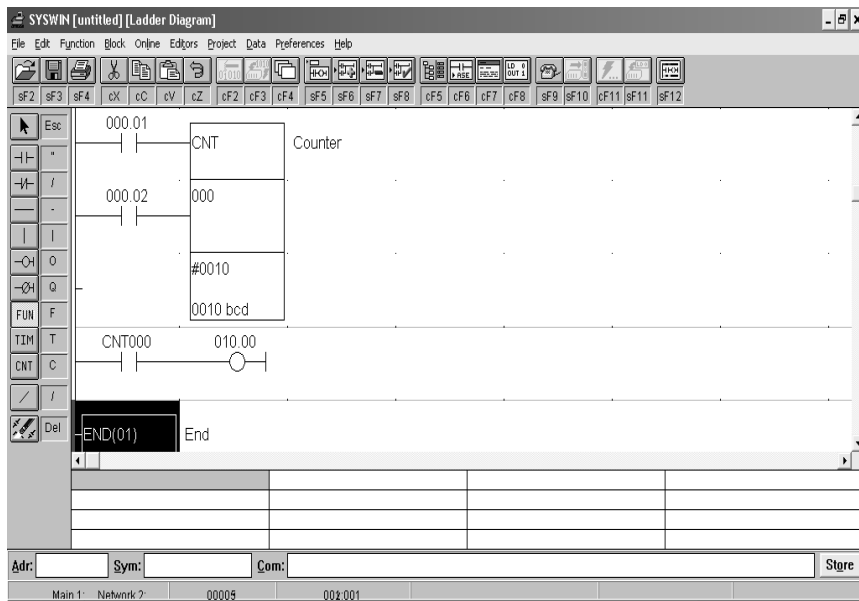
Gambar 15.13 Ladder Diagram Penggunaan Counter Rangkaian Pengendali Dasar

Cara kerja rangkaian dari gambar 12.9 di atas adalah, ketika kita menekan push button 0001 pada trainer kit PLC sebanyak 10 kali sesuai banyaknya perhitungan counter yang diprogram maka motor listrik baru mulai beroperasi dan untuk mereset atau mematikan counter sekaligus mematikan motor listrik cukup dengan menekan tombol reset atau push button 0002 yang berfungsi sebagai reset (*Push Button Off*).

Tabel 15.3 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 15.9

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Push Button On
0001	LD	0001	Push Button Off (Reset)
0002	Out	Counter 00 # 10	Output
0003	LD	Counter 00	Push Button On
0004	Out	1000	Output
0005	FUN 01	01	Akhiri Program

Demikian juga halnya, penggunaan counter dapat melengkapi proses kendali pada berbagai macam aplikasi termasuk aplikasi-aplikasi yang sudah dibahas sebelumnya.

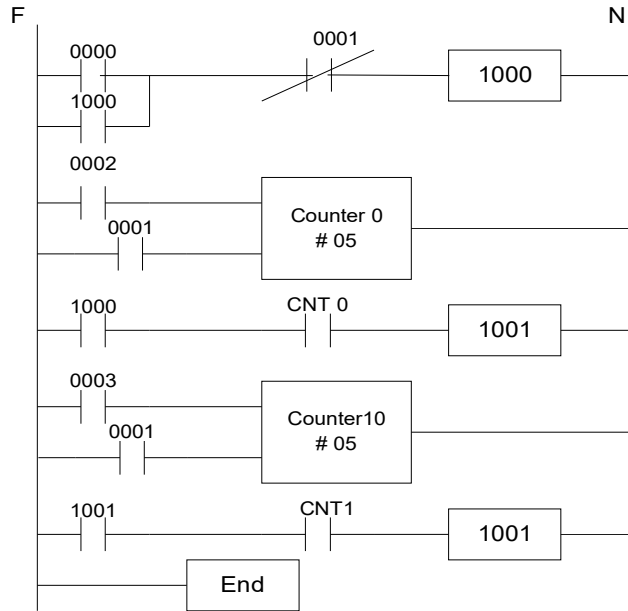


Gambar 15.14 Desain Kendali Penggunaan Counter pada SYSWIN

15.5 Penggunaan Counter dalam Rangkaian Berurutan (Step By Step)

15.5.1 Ladder Diagram & Statement List (Mnemonic)

Di bawah ini diberikan contoh penggunaan instruksi counter untuk mengendalikan operasi beberapa motor listrik tiga fasa secara berurutan (step by step). Cara kerja dari rangkaian pengendali melalui counter adalah jika terdapat tiga buah motor listrik yang akan dikendalikan secara berurutan (bertahap) maka ketika kita menekan tombol on untuk menghidupkan motor pertama maka motor kedua dan ketiga dapat dihidupkan sesuai dengan banyaknya perhitungan yang disetting melalui masing-masing counter. Rangkaian dasar pengendaliannya seperti gambar di bawah ini.

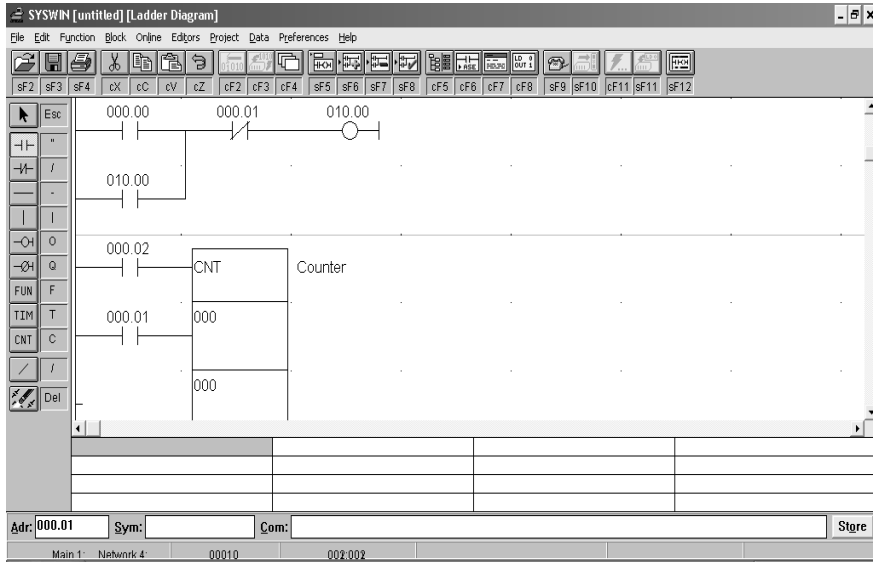


Gambar 15.15 Ladder Diagram Penggunaan Counter Kendali Berurutan Bergantian

Tabel 15.4 Sistem Mnemonic Pengendali Pada Gambar 15.10

Alamat	Instruksi	Operand	Fungsi
0000	LD	0000	Push Button On
0001	OR	1000	Interlock
0002	AND NOT	0001	Push Button Off
0003	Out	1000	Output
0004	LD	0002	Push Button On
0005	LD	0001	Push Button Off (Reset)
0006	Out	CNT0 # 05	Output
0007	LD	1000	Interlock
0008	AND	CNT 0	Push Button On
0009	Out	1001	Output
0010	LD	0003	Push Button On
0011	LD	0001	Push Button Off (Reset)
0012	Out	CNT 1 # 05	Output
0013	LD	1001	Interlock
0014	AND	CNT 1	Push Button On
0015	Out	1002	Output
0016	FUN 01	01	Akhiri Program

Implementasi dari ladder diagram penggunaan timer rangkaian berurutan bergantian sebagaimana terdapat pada gambar 15.14, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 15.16 Desain Penggunaan Counter dalam Rangkaian Berurutan

PERTANYAAN DAN SOAL

Soal-soal:

Rencanakan dan desainlah beberapa rangkaian kendali yang mengaplikasikan penggunaan beberapa timer dan counter, selain rangkaian kendali yang sudah dibahas sebelumnya!

BAB 16

DESAIN KENDALI & OTOMASI BERBASIS JARINGAN SARAF LISTRIK

DESAIN PEMBELAJARAN

Materi Ajar:

- 16.1 Simulasi Rangkaian Kendali Motor Menggunakan Jaringan Saraf Listrik
- 16.2 Rangkaian Berurutan dengan Interlocking (*On ke Off* dan *Off ke On*)
- 16.3 Rangkaian Berurutan Bergantian
- 16.4 Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa
- 16.5 Rangkaian Start/Delta Motor Listrik 3 Fasa
- 16.6 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Berurutan Bergantian
- 16.7 Penggunaan Timer dalam Rangkaian Membalik Putaran

Tugas/Kegiatan Pembelajaran:

- Mengerjakan Soal
- Praktikum
- Menyediakan software JSL

DESAIN KENDALI & OTOMASI BERBASIS JARINGAN SARAF LISTRIK (JSL)

Setelah mempelajari isi bab ini, diharapkan mahasiswa mampu:

- 1) Mendesain dan mensimulasikan rangkaian kendali motor listrik menggunakan JSL
 - 2) Mendesain dan mensimulasikan rangkaian kendali berurutan interlocking beberapa motor listrik menggunakan JSL
 - 3) Mendesain dan mensimulasikan rangkaian kendali berurutan bergantian beberapa motor listrik menggunakan JSL
 - 4) Mendesain dan mensimulasikan rangkaian membalik putaran motor listrik menggunakan JSL
 - 5) Mendesain dan mensimulasikan rangkaian kendali starting motor listrik tiga fasa menggunakan JSL
 - 6) Mendesain dan mensimulasikan penggunaan timer pada rangkaian kendali beberapa motor listrik menggunakan JSL
 - 7) Mendesain dan mensimulasikan penggunaan timer rangkaian kendali membalik putaran motor listrik menggunakan JSL
-
-

16.1 Simulasi Rangkaian Kendali Motor Menggunakan Jaringan Saraf Listrik

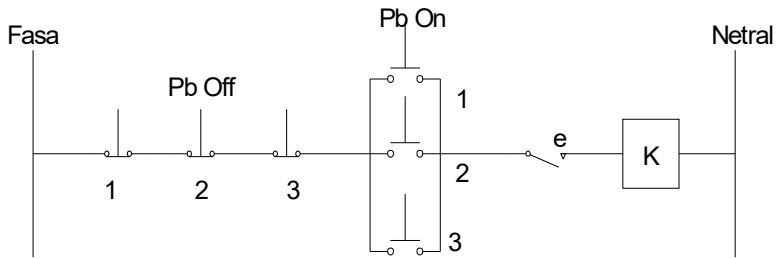
Untuk mengendalikan satu buah motor listrik 3 fasa dapat dilakukan secara manual dan otomatis dari satu atau beberapa tempat yang berbeda dan berjauhan. Pengendalian secara manual sistem dua kawat dapat digunakan peralatan kendali berupa toggle switch, pressure switch, float switch, thermostat dan sebagainya. Peralatan kendali tersebut digunakan untuk mengaktifkan atau menghubungkan arus listrik ke kumparan relay atau kumparan kontaktor magnet. Sedangkan pengendalian manual sistem tiga kawat digunakan push button NO dan

NC yang digunakan untuk mengaktifkan dan mematikan bekerjanya kumparan relay atau kumparan kontaktor magnet. Contoh gambarnya dapat dilihat pada gambar 16.1 dan gambar 16.2 di bawah.

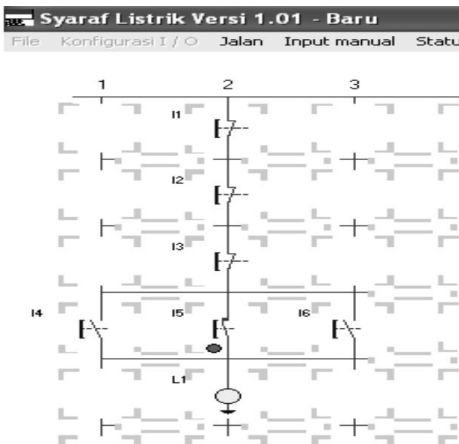
16.1.1 Pengendalian Motor Listrik 3 Fasa Dari Beberapa Tempat

Sistem kendali satu atau beberapa buah motor listrik 3 fasa dapat dilakukan dari satu atau beberapa tempat yang berbeda dan berjauhan. Sistem kendali seperti ini banyak digunakan di industri untuk pelayanan dan pengoperasian motor lift, hoist, conveyor, mesin produksi sistem pengalengan minuman dan makanan dan sebagainya.

Untuk mengendalikan satu buah motor listrik 3 fasa dari beberapa tempat dibutuhkan lebih dari satu buah push button NO yang saling dihubungkan seri dan push button NC yang saling dihubungkan paralel, seperti rangkaian kontrol pada gambar di bawah.



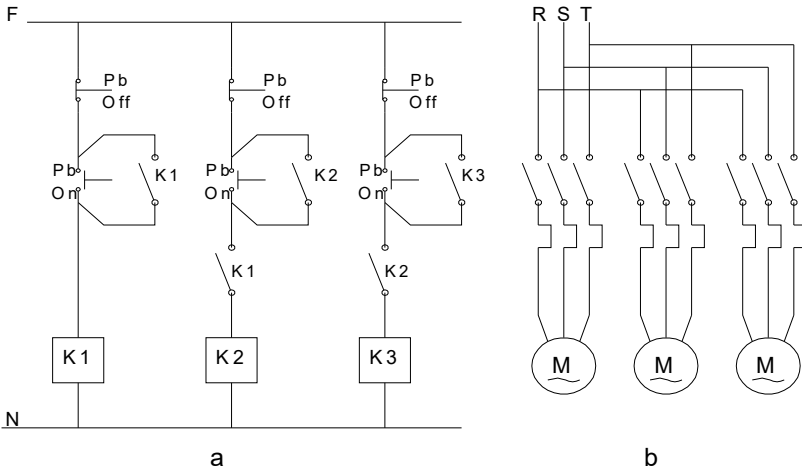
Gambar 16.1 Rangkaian Pengendalian Motor Listrik Dari 3 Tempat



Gambar 16.2 Rangkaian Pengendalian Motor Listrik Dari 3 Tempat Menggunakan Saraf Listrik

16.1.2 Rangkaian Berurutan (Step By Step)

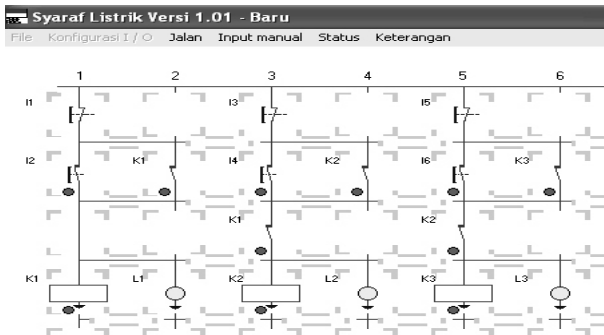
Yang dimaksud dengan rangkaian berurutan (step by step) adalah cara pengoperasian dan pengendalian motor-motor listrik 3 fasa (dua atau lebih motor listrik) dengan menggunakan sistem on-nya secara bertahap serta tidak saling mendahului dan pada tahap operasi motor akhir, seluruh motor bekerja secara bersama.



Gambar 16.3 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Berurutan

- a. Rangkaian Kontrol Konvensional
- b. Rangkaian Tenaga Konvensional

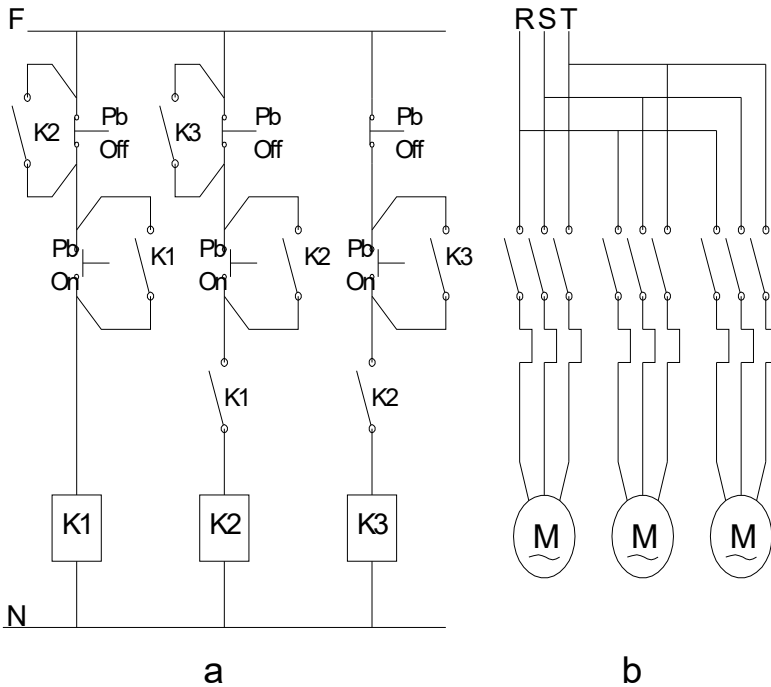
Rangkaian seperti di atas dapat dirancang dengan menggunakan sistem relay atau kontaktor magnet (sistem konvensional) dan secara otomatis diprogram melalui PLC.



Gambar 16.4 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan Menggunakan Syaraf Listrik [9]

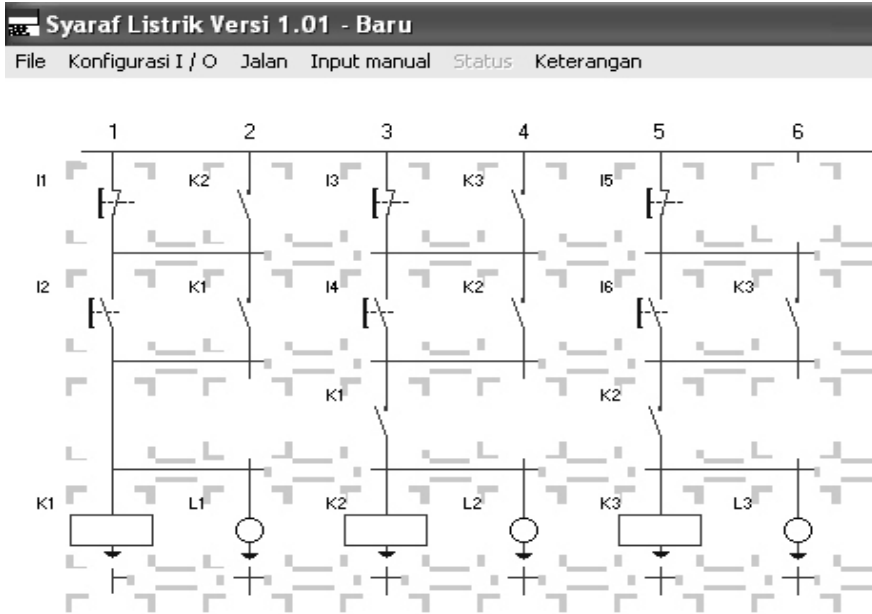
16.2 Rangkaian Berurutan Dengan Interlocking (On ke Off dan Off ke On)

Yang dimaksud rangkaian berurutan dengan interlocking adalah operasi beberapa motor listrik secara bertahap, mulai dari operasi on motor pertama, kemudian motor kedua, kemudian motor ke tiga dan seterusnya, tetapi untuk mematikan (sistem off) motor dapat dilakukan dengan menekan tombol off yang berfungsi untuk menghentikan masing-masing motor dimulai dari off ketiga. Rangkaian ini berbeda dengan rangkaian berurutan pada gambar 9.1 di atas yang sistem off-nya bisa secara terpusat yaitu melalui Pb Off 1. Namun jika Pb Off 3 ditekan yang mati hanya motor ketiga saja.



Gambar 16.5 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan Dengan Interlocking
a. Rangkaian Kontrol Konvensional
b. Rangkaian Tenaga Konvensional

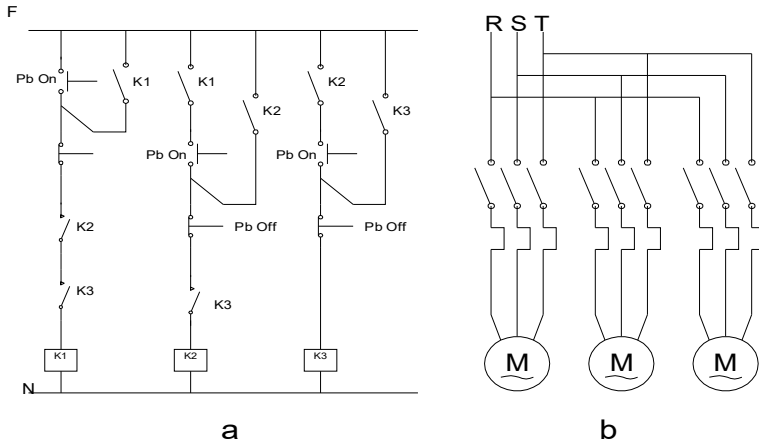
Pada rangkaian berurutan ini, untuk menghidupkan motor diawali dengan menghidupkan terlebih dahulu motor pertama kemudian kedua dan terakhir motor ketiga, sedangkan untuk memamatkannya diawali dari motor ketiga kemudian kedua dan terakhir motor pertama.



Gambar 16.6 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Secara Berurutan Menggunakan Saraf Listrik [9]

16.3 Rangkaian Berurutan Bergantian

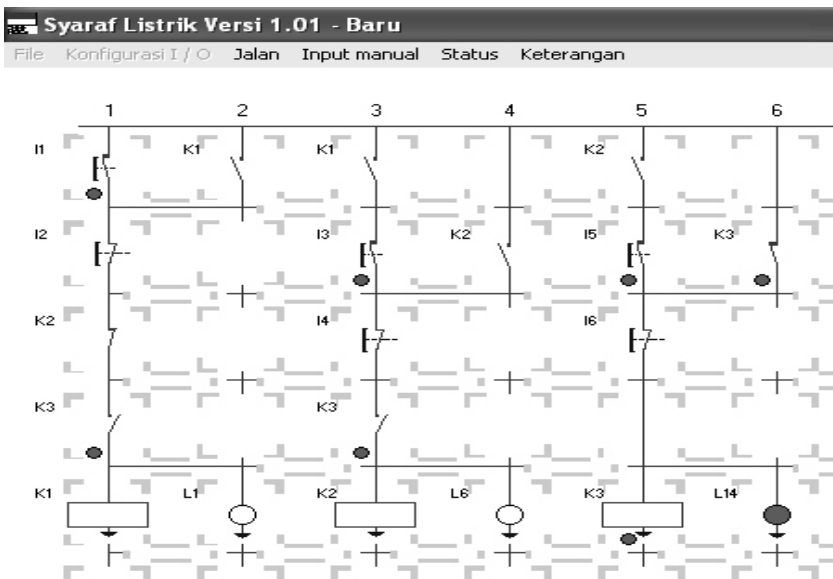
Yang dimaksud dengan rangkaian berurutan bergantian adalah sistem pengendalian beberapa motor listrik secara bertahap tetapi sistem on-nya bergantian secara otomatis. Jika motor pertama dihidupkan baru motor kedua dapat dihidupkan, setelah motor kedua hidup baru motor ketiga dapat dihidupkan dan seterusnya, tetapi pada saat motor kedua dihidupkan maka secara otomatis motor pertama mati (off) dan ketika motor ketiga dihidupkan maka secara otomatis motor kedua mati (off). Dengan kata lain menghidupkan motor kedua sekaligus dapat mematikan motor pertama, menghidupkan motor ketiga sekaligus mematikan motor kedua.



Gambar 16.7 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Berurutan Bergantian

a. Rangkaian Kontrol Konvensional; b. Tenaga

Maksud Pb On/Off pada rangkaian kontrol di atas adalah satu set push button yang mempunyai fungsi ganda sebagai push button on dan sebagai push button off.

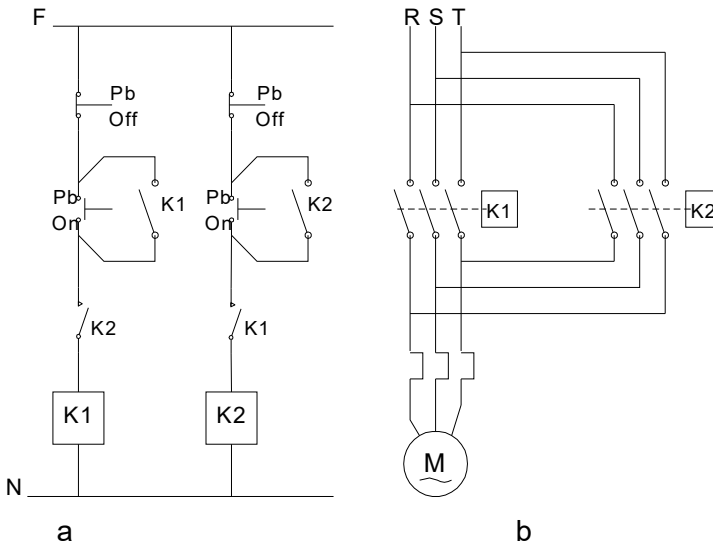


Gambar 16.8 Rangkaian Kontrol Pengendali 3 Motor Listrik Berurutan Bergantian Menggunakan Syaraf Listrik [9]

16.4 Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa

Cara lain kita memperlakukan atau mengendalikan motor-motor listrik sesuai dengan kebutuhan di industri atau dalam bidang rekayasa adalah membuat rangkaian untuk mengendalikan agar motor listrik dapat dibalik putarannya (putaran maju dan putaran mundur). Membalik putaran motor-motor listrik dapat kita temui dalam system kontrol lift, pesawat angkat (crane), belt conveyor, escalator dan sebagainya.

Membalik motor listrik tiga fasa lebih mudah dilakukan dibanding dengan membalik putaran motor listrik satu fasa. Cukup dengan menukar salah satu penghantar fasa dengan salah satu fasa yang lainnya (Fasa R dengan S, fasa R dengan T atau fasa S dengan T) maka putaran motor listrik akan berubah. Walaupun cara ini mudah untuk dilakukan, namun dalam pelaksanaannya harus menggunakan metode yang tepat dengan peralatan yang digunakan harus cukup memadai, karena motor-motor listrik tiga fasa banyak digunakan untuk tegangan-tegangan dan beban-beban yang tinggi.

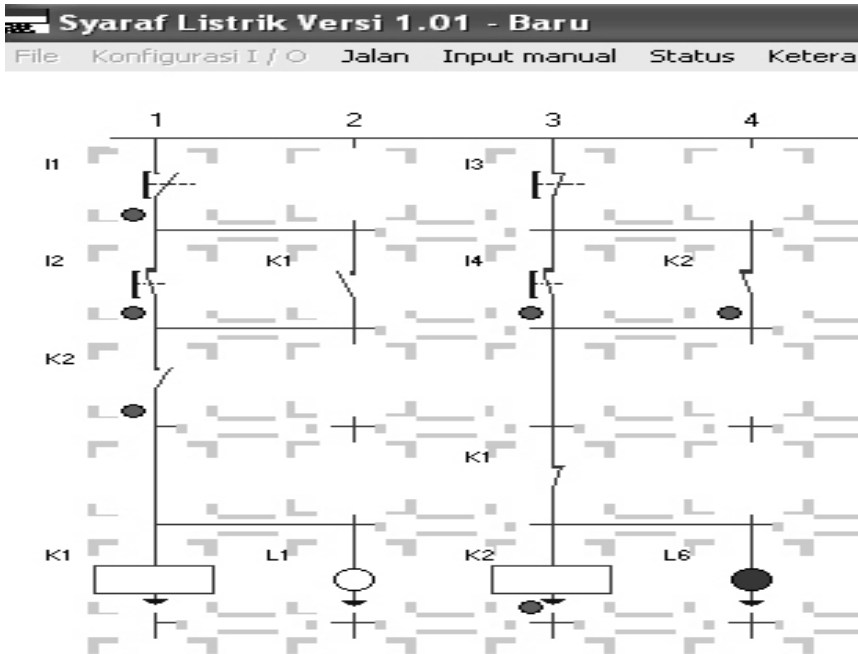


Gambar 16.9 Rangkaian Kontrol Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa

- a. Rangkaian Kontrol Konvensional
- b. Rangkaian Tenaga Konvensional

Dalam prakteknya, kita membutuhkan dua buah relay atau kontaktor magnet untuk membalik putaran satu buah motor listrik tiga fasa. Masing-masing kontaktor tersebut akan beroperasi secara bergantian, kontaktor pertama untuk operasi forward (maju) dan kontaktor kedua untuk operasi reverse (mundur). Karena tegangan dan beban yang tinggi pada saat motor sedang beroperasi maka perpindahan putaran dari arah maju ke arah mundur atau sebaliknya tidak boleh langsung dilakukan, tetapi harus ada timing (jeda waktu) agar tidak merusak bagian lilitan dari motor. Untuk mengantisipasi kelemahan ini dapat ditambahkan sebuah Time Delay Relay (TDR) yang dapat disetting waktunya.

Operasi On dari rangkaian dasar membalik putaran motor listrik tiga fasa dapat dilakukan dari arah mana saja, boleh arah forward ataupun dari arah reverse. Hal ini dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan dan aplikasi di lapangan. Rangkaian dasarnya dapat dilihat seperti gambar 16.9.



Gambar 16.10 Rangkaian Kontrol Membalik Putaran Motor Listrik 3 Fasa Menggunakan Saraf Listrik [9]

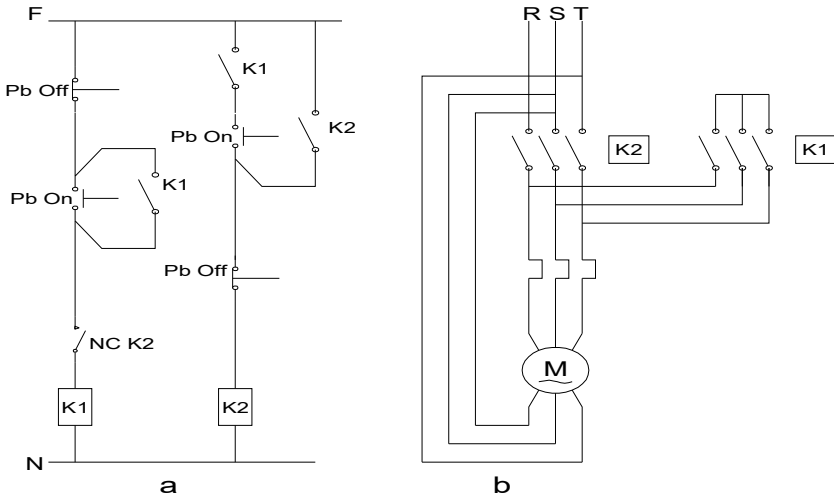
16.5 Rangkaian Start/Delta Motor Listrik 3 Fasa

Motor listrik induksi tiga fasa yang mempunyai kapasitas daya minimal 4 kW sampai dengan 6 kW harus diasut pada saat motor tersebut mulai dijalankan (distart). Salah satu cara untuk mengasut motor listrik induksi tiga fasa yaitu dengan system saklar bintang/segitiga (Star/Delta). Pengasutan motor dengan metode ini dapat dilakukan secara manual menggunakan saklat TPDT atau Cam Switch atau secara otomatis menggunakan bantuan kontaktor magnet. Pada awal pengorasiannya, motor dihubungkan bintang dan beberapa detik kemudian motor dihubungkan segitiga untuk operasi nominal (running). Kapasitas tegangan motor pada saat beroperasi bintang sebesar $1/\sqrt{3}$ kali tegangan jaringan atau tegangan antar fasa dan membangkitkan $1/3$ torsi dari nilai torsi hubungan segitiga, arus asutnya turun menjadi $1/3$ -nya. Sehingga selama periode pengasutan, tegangan diturunkan sampai 58%-nya.

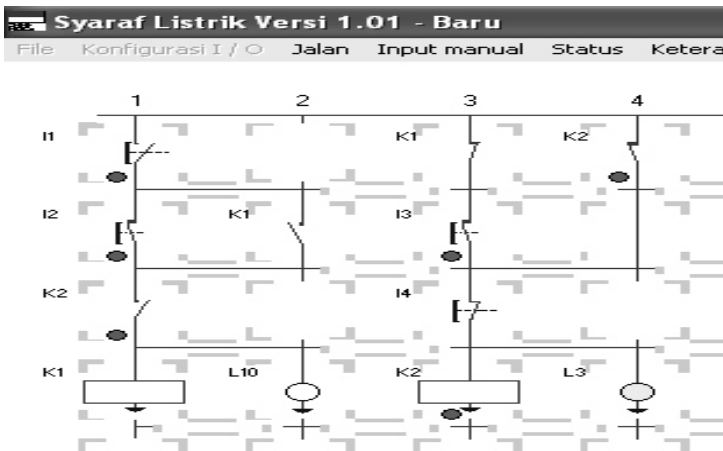
Pengendalian untuk mengasut motor listrik secara bintang segitiga dapat dilakukan dengan menggunakan dua atau tiga buah kontaktor sebagai kontrolnya. Jika digunakan dua buah kontaktor magnet maka masing-masing kontaktor (K1 dan K2) akan bekerja dalam rangkaian yang berbeda. Kontaktor kedua akan bekerja terlebih dahulu yang mengendalikan motor dalam operasi bintang sedangkan selang beberapa detik setelah penurunan arus asut (kira-kira 2 sampai dengan 5 detik), kontaktor kedua mulai beroperasi nominal (running) dalam rangkaian segitiga. Jika digunakan tiga buah kontaktor magnet maka kontaktor (K1 dan K3) akan bekerja bersamaan untuk mengoperasikan motor dalam rangkaian bintang dan setelah arus asutnya mengalami penurunan baru kontaktor K2 dan K1 yang akan bekerja untuk mengendalikan motor dalam operasi segitiga.

Kedua cara penggunaan dua atau tiga buah kontaktor magnet perlu diperhatikan bahwa pada saat motor sedang beroperasi dalam rangkaian bintang, maka kontaktor K1 jika menggunakan dua buah kontaktor dan K2 jika menggunakan tiga buah kontaktor tidak boleh dapat dihidupkan sampai arus asutnya mengalami penurunan dalam waktu yang telah ditentukan. Untuk mengantisipasi keadaan tersebut dapat

dibuat rangkaian pengendali yang saling mengunci (interlocking). Pada gambar 16.11 dengan jelas perbedaan rangkaian pengendali bintang-segitiga antara yang menggunakan dua buah kontaktor dengan yang menggunakan tiga buah kontaktor.



Gambar 16.11 Rangkaian Star/Delta Motor Listrik 2 Kontaktor
 a. Rangkaian Kontrol Konvensional
 b. Rangkaian Tenaga Konvensional

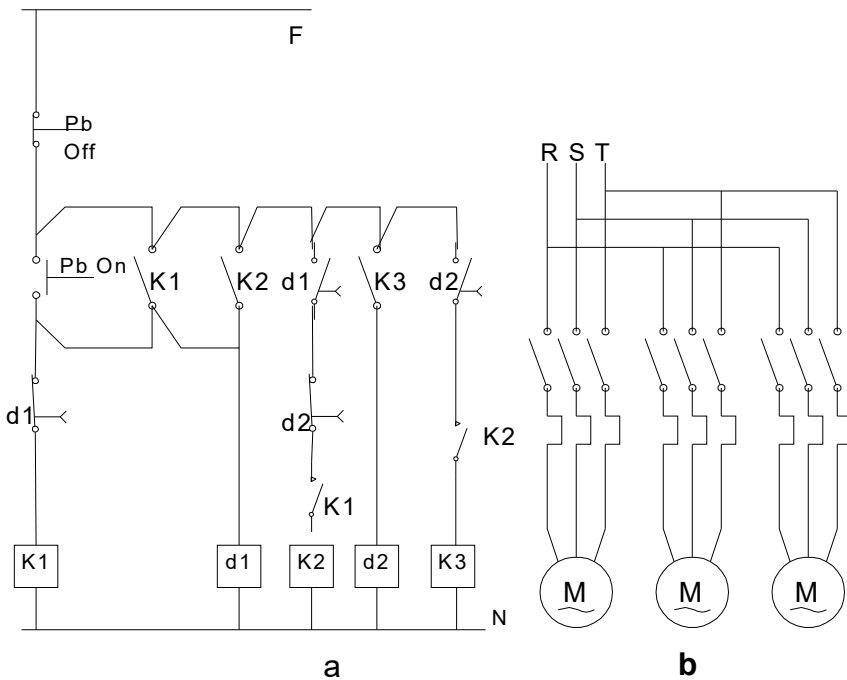


Gambar 16.12 Rangkaian Star/Delta Motor Listrik, 2 Kontaktor Menggunakan Saraf Listrik [9]

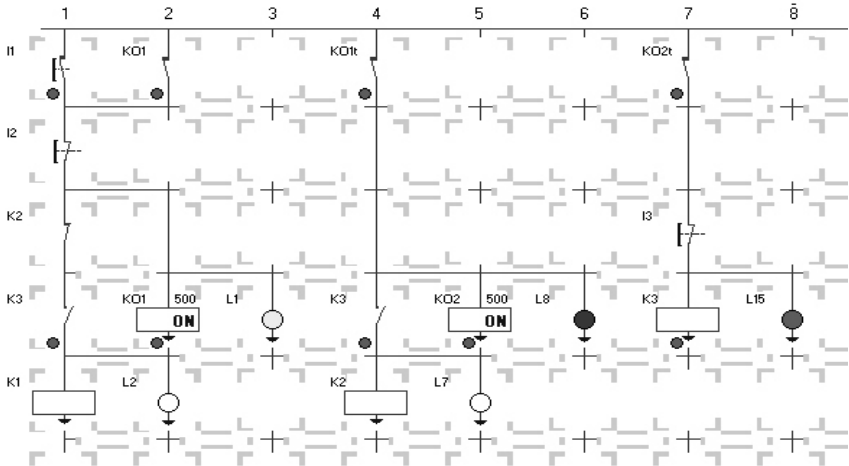
16.6 Penggunaan Timer Dalam Rangkaian Berurutan Bergantian

Jika kita membutuhkan pengaturan waktu yang dapat disetting secara otomatis maka peralatan yang digunakan berupa sebuah Time Delay relay (TDR). TDR ini bekerja secara delay on atau delay off, tergantung bagaimana cara kita menghubungkan pin-pinnya dengan rangkaian input dan dengan rangkaian output.

Aplikasi penggunaan TDR ini diantaranya dalam system kendali motor listrik secara berurutan bergantian. Pada saat kita akan menghidupkan motor kedua dan sekaligus mematikan motor pertama, maka terjadi selang waktu beberapa detik atau menit sesuai dengan waktu yang kita setting sebelum motor pertama itu benar-benar berhenti (off). Hal ini dapat juga dilakukan ketika kita menghidupkan motor ketiga dan sekaligus mematikan motor kedua.



Gambar 16.13 Penggunaan Timer
Dalam Rangkaian Berurutan Bergantian
a. Rangkaian Kontrol Konvensional
b. Rangkaian Tenaga Konvensional

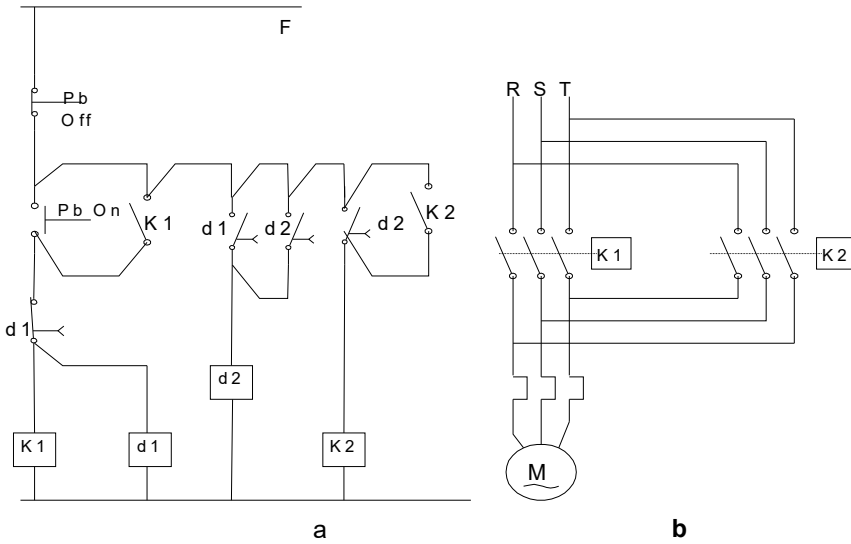


Gambar 16.14 Penggunaan Timer Dalam Rangkaian Berurutan Bergantian Menggunakan Saraf Listrik [9]

16.7 Penggunaan Timer Dalam Rangkaian Membalik Putaran

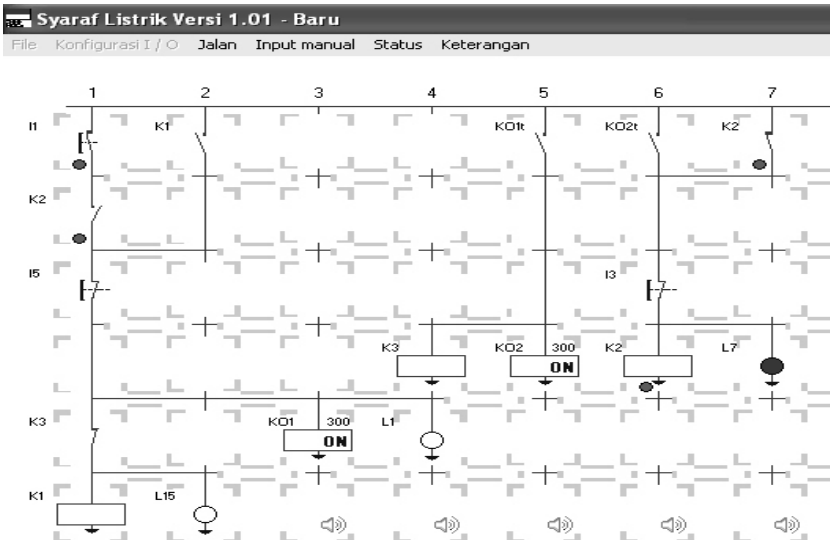
Timer juga dapat diterapkan dalam system pengendalian arah putaran motor listrik tiga fasa. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi agar tidak terjadi kerusakan pada lilitan motor sebagai akibat dari operasi mendadak dari putaran dengan arah yang berlawanan. Hal ini lebih tepat dilakukan terutama jika motor listrik tiga fasa beroperasi dalam kapasitas tegangan dengan beban yang tinggi.

Dalam membalik arah putaran, perpindahan operasi dari arah maju (forward) ke putaran mundur Reverse) tidak boleh dilakukan secara langsung atau mendadak tetapi harus ada selang waktu beberapa detik atau beberapa menit. Seperti pada rangkaian kontrol konvensional di bawah ini, motor listrik tiga fasa akan beroperasi forward (misalnya) dengan dikendalikan oleh kontaktor K1, setelah beberapa detik atau beberapa menit sesuai dengan waktu yang kita setting melalui TDR, motor akan berhenti sejenak secara otomatis sampai beberapa waktu kemudian motor akan beroperasi kembali dengan arah putaran yang berbeda dengan waktu pengendalian dilakukan oleh TDR kedua.



Gambar 16.15 Membalik Arah Putaran Motor Listrik Menggunakan Timer

- a. Rangkaian Kontrol Konvensional
- b. Rangkaian Tenaga Konvensional



Gambar 16.16 Membalik Arah Putaran Motor Listrik Menggunakan Timer Dalam Saraf Listrik [9]

PERTANYAAN DAN SOAL

Soal-soal:

16. 1 Jelaskan perbedaan antara perangkat lunak SYSWIN dengan Jaringan Saraf Listrik.
- 16.2 Buatlah rangkaian lain yang belum diimplementasikan menggunakan perangkat Jaringan saraf Listrik dari rangkaian-rangkain pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pakpahan, Sahat. (1994). *Kontrol Otomatik (Teori Dan Penerapan)*. Erlangga, Jakarta.
- [2] Link, Wolfgang, 2002, *Pengukuran, Pengendalian, dan Pengaturan dengan PC (Praktikum Otomasi dengan Pengaturan Numerik)*, Elex Media Komputindo, Jakarta
- [3] Yahya, Zakir. (1996). *Kontrol Motor Induksi*. FPTK IKIP Padang, Padang
- [4] **Suhendar**. (2010). *Sistem Penggerak Industri dan Penggunaan Motor-Motor Listrik*. Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) Banten.
- [5] Petruzela, Frank D. (2004). *Industrial Electronic*, Prentice-Hall. Inc.
- [6] Omron. (1999). *Omron User's Manual (position Control Unit For Sysmac C-Series)*. Omron Corporation.
- [7] AT, Sobirin & **Suhendar** (2005). *Modul Praktek Programmable Logic Control*. PT. Bukaka Teknik Utama, Bogor Jawa Barat
- [8] Muamar, Ahmad. (2004). *Sistem Kontrol I/O dan Kontrol Suara*, Andi Yogyakarta
- [9] Herwin, **Suhendar**, Rocky Alfan. (2013). *Rancang Bangun Teknik Antarmuka Jaringan Syaraf Listrik Dengan*

- Modul Praktikum Kendali Proses.*** Laporan Penelitian. Untirta. Banten
- [10] Maulana, Fadjar, Nana, Yossy & **Suhendar.** (2012). ***Desain Dan Aplikasi Program Berbasis Programmable Logic Controller Untuk Praktikum Sistem Kendali Proses.*** Laporan Praktek Lapangan Indsutri. Untirta Banten
- [11] Nurul Hidayat & **Suhendar.** (2012). ***Sistem Kontrol Industri (Kendali On-Off Valve Pada Tangki Distribusi Air).*** Laporan Praktek lapangan Industri. UNISMA Bekasi
- [12] AT, Sobirin & **Suhendar** (2003). ***Teori Dan Praktek Programmable Logic Control.*** PT. Bukaka Teknik Utama, Bogor Jawa Barat
- [13] Budiyanto, M & Wijaya, A. (2003). ***Pengenalan dasar-Dasar Programmable Logic Controller (Disertai Contoh Aplikasinya).*** Gava media, Yogyakarta.
- [14] Chapallaz, J.M, dkk. (1992). ***Manual On Induction Motor Used As Generator.*** GTZ, Germany
- [15] Factory Automation Division. (2002). ***Pengenalan Programmable Logic Control (Sysmac C-Series).*** PT. Mandala Sumber Rejeki, Yogyakarta
- [16] **Suhendar** & Anggoro. (2012). ***Rancang Bangun Perangkat Simulasi Berbasis Jaringan Saraf Listrik Sebagai Virtual Praktikum Sistem Kendali Proses.*** Laporan Penelitian Dosen Madya. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [17] Sumanto. (1996). ***Motor-Motor Listrik.*** Andi, Yogyakarta.
- [18] Alief Maulana, Imamul Muttakin. (2016). ***Optimaisasi Jaringan Saraf Listrik untuk Aplikasi Pengaturan Penggerak Listrik (Electrical Driver).*** Penelitian Dosen Pemula. Ristekdikti
- [19] Devia, **Suhendar**, Herudin. (2013). Rancang Bangun Laboratorium Virtual Untuk Analisis Karakteristik Motor-Motor Listrik. JTE Untirta Banten

BIODATA PENULIS



SUHENDAR berasal dari Desa Sukamaju Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut Jawa Barat. Sejak kecil Suhendar gemar berolah raga, membaca, belajar, dan mudah berteman. Semangat ini menjadikannya terus meraih Prestasi dan Ranking di kelas sejak SD, SMP, STM (Teknik Elektro), bahkan sampai menyelesaikan Studi S1 dari Pendidikan Teknik Elektro

IKIP Padang dan studi S2 dari Teknik Elektro UGM dengan Predikat Cumlaude. Dalam kurun waktu dari tahun 1999 s.d. 2002, Penulis memiliki pengalaman sebagai Guru di beberapa STM di Kota Garut, Kota Bekasi, dan di Jakarta Timur. Pengalaman bekerja sebagai *Engineering Staf*, pernah Penulis alami selama 6 bulan di PT. Amtek Sanwa Industri Indotaisei Cikampek Jawa Barat.

Cita-citanya ingin menjadi Dosen, mendorong Penulis untuk melamar dan menerima tawaran sebagai Dosen di Jurusan Teknik Elektro (JTE) Universitas Islam 45 (UNISMA) Bekasi Jawa Barat (2000-2008). Dalam kurun waktu tersebut, amanah sebagai struktural pernah dijabatnya mulai sebagai manajer Pemasaran Fakultas Teknik, Sekretaris, Ketua Jurusan, dan Dekan Fakultas Teknik di UNISMA Bekasi. Walaupun demikian, Penulis masih tetap dapat menunaikan

tugas utamanya sebagai Dosen yaitu melaksanakan Tridharma Perguruan Tinggi (Mengajar, Meneliti, dan Mengabdikan, bahkan Menulis Buku) sampai dengan saat ini. Buku pertama penulis diterbitkan oleh Graha Ilmu Yogyakarta pada Tahun 2005.

Gelar Magister Teknik (M.T.) diraih Penulis dari Jurusan Teknik Elektro (JTE) UGM Yogyakarta pada Oktober 2007. Modal pendidikan Pascasarjana ini mendorong Penulis untuk mendaftar dan lulus seleksi sebagai CPNS Dosen di JTE Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) Banten.

Selama menjadi Dosen dari Tahun 2000 sampai dengan saat ini, Penulis sering memanfaatkan beberapa tawaran hibah yang dikoor-dinasikan oleh kementerian untuk mendapatkan kesempatan pertama dari atas nama institusinya. Termasuk karya sederhana ini adalah buku ke-2 yang telah dipublikasikan oleh Penerbit dari 4 Judul Buku yang ditulisnya. Dua Buku lainnya masih dalam proses penyelesaian editing oleh Penerbit. Di penghujungnya sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro (Periode Tahun 2012-2016), Penulis meraih penghargaan sebagai Terbaik 1 Dosen Berprestasi UNTIRTA Banten Tahun 2016. Studi lanjut Doktoral (S3) bidang TVET (*Technical Vocational Education and Training/PTK*) di UNY Yogyakarta dipilih Penulis sesuai dengan proyeksi jangka panjang, *Road Map* Model Pembelajaran, pengembangan Kurikulum, dan revitalisasi Pendidikan Vokasional yang akomodatif terhadap perkembangan Teknologi era Globalisasi Pendidikan Abad 21.

Semoga Karya kecil berupa Bahan Ajar/Buku berbasis Riset UNTIRTA Tahun 2016 ini menjadi Kado berharga bagi Penulis untuk lebih memotivasi diri.

Desain & Simulasi **PENGATURAN PENGGERAK LISTRIK** *menggunakan PLC & JSL*

Buku ini lebih spesifik bertujuan untuk melengkapi kebutuhan literatur pada mata kuliah Pengaturan Penggerak Listrik, Programmable Logic Controller (PLC), dan Otomasi Proses Industri. Buku ini ditulis dan disusun berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pengujian-pengujian di laboratorium. Konsep dasar tentang pengaturan yang disajikan dalam buku ini akan memberikan pemahaman kepada para pengguna. Demikian juga dengan materi tentang peralatan input, peralatan kendali seperti PLC dan peralatan output yang disajikan dalam buku ini, secara utuh akan meningkatkan pemahaman dan keterampilan para pembaca.

Buku berjudul *Desain & Simulasi Pengaturan Penggerak Listrik Menggunakan PLC Dan JSL*, dilengkapi dengan simulasi berbantu software PLC Syswin 3.4 dan Jaringan Saraf Listrik (JSL) yang sederhana dan mudah dalam penggunaannya. Para mahasiswa lain dapat menggunakan buku ini sebagai pelengkap atau referensi lain yang bersesuaian. Sedangkan para pembaca, pengguna umum atau praktisi dapat menggunakannya sebagai bahan untuk meningkatkan pemahaman secara teori dan konsep penggunaan peralatan kendali penggerak industri berupa motor-motor listrik atau peralatan output lainnya.

Empat Bab pertama pada buku ini, menyajikan konsep dasar kendali dan peralatan input yang umum digunakan. Bab 5 membahas tentang Dasar-dasar Gerbang Logika. Sedangkan Lima Bab berikutnya memberikan pemahaman dasar tentang cara merancang pengaturan menggunakan PLC termasuk bagaimana melakukan pengawatan dan koneksi antara perangkat lunak dengan perangkat keras PLC. Akhir Bab dari buku ini membahas tentang penggunaan perangkat lunak (SYSWIN) dan JSL sebagai alat bantu simulasi.

Program Aplikasi JSL digunakan sebagai alat untuk membantu mendesain sekaligus mensimulasikan rangkaian pengaturan penggerak listrik. Guna memperdalam pemahaman dan keterampilan para pembaca lebih lanjut, para mahasiswa dapat menjawab dan menyelesaikan pertanyaan ulangan dan soal-soal latihan pada setiap akhir bab.



Jl. Raya Jakarta, Km. 4,
Telp. (0254) 280330 Ext 111 Serang
E-mail: penerbit@up.untirta.ac.id
Website: <http://www.up.untirta.ac.id>

