



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri

Pedagogik : Komunikasi Efektif dalam Proses Pembelajaran
Profesional : Perancangan Rangkaian Pneumatik dengan Kontrol PLC

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri

Penyusun :

Dr. Krismadinata, MT
UNP Padang
krisma@ft.unp.ac.id
082283366554

Reviewer :

Drs. Ta'ali, MT
UNP Padang
taalimt@gmail.com
08126775001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016





KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat PKB.

Jakarta, Maret 2016
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP. 19590801 198503 1002



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	5
E. Saran Cara Penggunaan Modul	5
Kegiatan Pembelajaran 1	7
KOMUNIKASI EFEKTIF	7
A. Tujuan	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	7
C. Uraian Materi.....	7
1. Definisi	7
2. Konsep Komunikasi.....	8
3. Proses belajar mengajar sebagai proses komunikasi	8
4. Komunikasi yang efektif untuk kelancaran proses pembelajaran	9
D. Aktivitas Pembelajaran	11
1. Aktivitas Pengantar.....	11
2. Aktivitas Menjawab Latihan	12
LEMBAR KERJA (LK01)	12
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	13
F. Rangkuman.....	13
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	13
Kegiatan Pembelajaran 2	15
KONTROL ELEKTRONIK MOTOR LISTRIK.....	15
A. Tujuan	15
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	15
C. Uraian Materi.....	15



1. Pengertian Kendali Motor Listrik	15
2. Motor-motor Listrik.....	17
3. Kontrol elektronik.....	28
4. Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Solid-State Relay	30
5. Aplikasi SSR.....	35
6. Aplikasi SCR sebagai Pengontrol Motor AC	36
7. Aplikasi Thyristor sebagai Pengontrol Motor DC.....	37
D. Aktivitas Pembelajaran	39
1. Aktivitas Pengantar.....	39
2. Aktivitas Praktikum	39
LEMBAR KERJA (LK02)	41
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	43
F. Rangkuman.....	43
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	44
Kegiatan Pembelajaran 3	45
PNEUMATIK DENGAN KONTROL RELAI	45
A. Tujuan	45
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	45
C. Uraian Materi.....	45
1. Pengertian Pneumatik	45
1. Aplikasi Penggunaan Pneumatik	46
2. Keuntungan Penggunaan Sistem Pneumatik.....	47
3. Kelemahan Penggunaan Sistem Pneumatik.....	48
4. Perbedaan Pneumatik dengan Hidrolik.....	49
5. Perbedaan Pneumatik dengan Elektro Pneumatik.....	50
D. Aktivitas Pembelajaran	63
1. Aktivitas Pengantar.....	63
2. Aktivitas Praktikum	64
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	65
F. Rangkuman.....	66
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	66
Kegiatan Pembelajaran 4	67



MENEMUKAN KESALAHAN SECARA SISTEMATIS PNEUMATIK DENGAN KONTROL PLC	67
A. Tujuan	67
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	67
C. Uraian Materi.....	67
1. Pemeliharaan PLC Pneumatik.....	67
2. Perbaikan PLC Pneumatik.....	69
3. Tip pelacakan kerusakan perangkat input/output.....	70
4. Melacak kesalahan bcd dan diagram logik	73
D. Aktivitas Pembelajaran	79
1. Aktivitas Pengantar.....	79
2. Aktivitas Menjawab Latihan	79
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	79
F. Rangkuman.....	79
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	80
Kegiatan Pembelajaran 5	81
RANGKAIAN PNEUMATIK DENGAN KONTROL PLC	81
A. Tujuan	81
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	81
C. Uraian Materi.....	81
1. Sistem Kontrol Pneumatik	81
2. Pengubahan Diagram Elektrik menjadi Diagram Ladder.....	83
3. Korelasi antara Diagram Ladder dan Diagram Pneumatik	84
4. Program PLC Untuk Pengendali Sistem Pneumatik	86
5. Mengoperasikan Sirkuit Pneumatik Dengan PLC	91
6. Mengoperasikan sirkuit pneumatik kendali PLC.	92
D. Aktivitas Pembelajaran	93
1. Aktivitas Pengantar.....	93
2. Aktivitas Praktikum	93
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	94
F. Rangkuman.....	94
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	95
Kegiatan Pembelajaran 6	96



MERANGKAI RANGKAIAN SEDERHANA DENGAN MIKROKONTROLER	96
A. Tujuan	96
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	96
C. Uraian Materi.....	96
1. Definisi mikrokontroler	96
2. Jenis-jenis Mikrokontroler	98
3. Mikrokontroler AVR ATmega 8535.....	99
4. Arsitektur Mikrokontroler AVR ATmega 8535	100
5. Rangkaian Sistem Minimum AVR ATmega 8535.....	107
6. Memprogram AVR ATmega 8535.....	108
D. Aktivitas Pembelajaran	114
1. Aktivitas Pengantar.....	114
2. Aktivitas Praktikum	114
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	114
F. Rangkuman.....	115
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	115
Kegiatan Pembelajaran 7	116
MENEMUKAN KESALAHAN SECARA SISTEMATIS PLC DALAM OTOMASI INDUSTRI.....	116
A. Tujuan	116
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	116
C. Uraian Materi.....	116
1. Macam-Macam Kesalahan Sistem Kendali PLC.....	116
2. Diagnosa dan penyelesaian Permasalahan Sistem PLC	125
3. Bagan Alir Lacak Kesalahan.....	126
D. Aktivitas Pembelajaran	128
1. Aktivitas Pengantar.....	128
2. Aktivitas Praktikum	128
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	129
F. Rangkuman.....	130
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	130
Kegiatan Pembelajaran 8	132



MENGANALISA SISTEM DAN KOMPONEN HMI	132
A. Tujuan	132
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	132
C. Uraian Materi.....	132
1. Definisi	132
2. Cara Kerja HMI.....	134
3. Langkah Pembuatan menggunakan Cx- Supervisor	136
D. Aktivitas Pembelajaran	141
1. Aktivitas Pengantar.....	141
2. Aktivitas Praktikum	141
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	141
F. Rangkuman.....	142
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	142
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS.....	143
A. Kegiatan Pembelajaran 1	143
B. Kegiatan Pembelajaran 2	143
C. Kegiatan Pembelajaran 3	144
D. Kegiatan Pembelajaran 4	146
E. Kegiatan Pembelajaran 5	148
F. Kegiatan Pembelajaran 6	148
G. Kegiatan Pembelajaran 7	150
H. Kegiatan Pembelajaran 8	151
EVALUASI	153
PENUTUP	157
DAFTAR PUSTAKA	158
GLOSARIUM	159



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2: Jenis-jenis motor listrik	18
Gambar 3: Motor DC	18
Gambar 4: Karakteristik Motor DC shunt	20
Gambar 5: <i>Motor Sinkron</i>	22
Gambar 6: Motor Induksi	23
Gambar 7: Contoh penampang melintang rumah motor	23
Gambar 8: Penampang kumparan jangkar	24
Gambar 9:(a) Rotor sangkar (b) Rotor sangkar susunan konduktor serong.....	25
Gambar 10: Konstruksi rotor belit	25
Gambar 11: Tahanan sebagai pengontrol putaran.....	25
Gambar 12: Tutup samping (<i>End Plate</i>).....	26
Gambar 13: Grafik Torque-Kecepatan Motor Induksi AC 3-Fase	28
Gambar 14 <i>Solid State Relay</i>	28
Gambar 15: Proses Kerja Solid-State Relay	30
Gambar 16: Rangkaian Internal <i>Solid State Relay</i>	32
Gambar 17: Daerah Pengaktifan sebuah SSR.....	33
Gambar 18: Rangkaian motor universal dikontrol dengan thyristor	36
Gambar 19:Rangkaian motor DC dikontrol oleh tegangan DC	38
Gambar 20: rangkaian pneumatik dan rangkaian elektro-pneumatik	51
Gambar 21: Rangkaian kelistrikan DC sederhana	52
Gambar 22: Saklar mekanis dan push button	53
Gambar 23: Limit switch	53
Gambar 24: Relai.....	54
Gambar 25: Solenoid.....	58
Gambar 26: Diagram Blok Kontrol	74
Gambar 27: Pelacakan Kerusakan Modul Input.....	75
Gambar 28: Pelacakan Modul Output Deskrit	78
Gambar 29: Sketsa Panel Kontrol.....	82
Gambar 30: a. Diagram rangkaian elektrik b. Diagram ladder	83
Gambar 31: a. Diagram rangkaian elektrik b. Diagram ladder	83
Gambar 32: a. Diagram rangkaian elektrik b. Diagram ladder.....	83



Gambar 33: a. Diagram rangkaian elektrik bentuk lain.....	83
.Gambar 34 Skema instalasi PLC dengan output pneumatik	84
Gambar 35: Diagram ladder untuk diagram rangkaian elektrik.....	85
Gambar 36. Diagram ladder dengan sirkuit latching (mengunci)	85
Gambar 37. Diagram ladder contoh soal 1.....	86
Gambar 38: Diagram Alir	87
Gambar 39: Diagram sirkuit pneumatik yang akan dikorelasikan	88
Gambar 40: Skema instalasi pemasangan.....	89
Gambar 41: Cara pemasangan input positif dengan sensor PNP	90
Gambar 42: Cara pemasangan input negatif dengan sensor NPN.....	90
Gambar 43: Cara pemasangan output coil dengan tegangan AC atau DC	91
Gambar 44: Cara pemasangan output positif jenis transistor	91
Gambar 45: Instalasi PLC Pneumatik contoh 2.....	93
Gambar 46: Arsitektur Mikrokontroler AVR ATmega 8535	101
Gambar 47: Peta memori ATmega 8535	102
Gambar 48: Bentuk fisik dan pin ATmega 8535.....	104
Gambar 49: Sistem minimum AVR ATmega 8535	107
Gambar 50: LED dan simbolnya	110
Gambar 51: Rangkaian untuk menyalakan LED	110
Gambar 52: Rangkaian sistem dan LED	111
Gambar 53. Contoh kesalahan program	120
Gambar 54: Bagan alir lacak kesalahan	126
Gambar 55: Pengecekan kesalahan fatal	127
Gambar 56. Pengecekan kesalahan non fatal	128
Gambar 57: Contoh tampilan monitoring HMI	133
Gambar 58. Kotak dialog change PLC.....	137
Gambar 59. Kotak dialog New Machine Edition Project	138
Gambar 60. Kotak dialog Save As	138
Gambar 61. Persetujuan membuat project baru	139
Gambar 62. Kotak dialog device setup	139
Gambar 63. Kotak dialog Add PLC	140



DAFTAR TABEL

Tabel 1: Perbedaan pneumatik dan elektro-pneumatik	51
Tabel 2: Perbandingan pneumatik dan elektro-pneumatik	51
Tabel 3: Jenis kesalahan	117
Tabel 4: Pesan kesalahan	122
Tabel 5: Pesan kesalahan fatal.....	123

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya.

Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.



Dengan modul ini diharapkan proses belajar mengajar akan menjadi program dan terencana untuk meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan pada siswa didik. Judul modul ini adalah modul diklat PKB Guru Teknik Otomasi Industri.

B. Tujuan

Tujuan dari modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran Teknik Otomasi Industri Kompetensi G ini adalah agar guru dapat:

1. menguasai Teknik komunikasi yang efektif dalam kelas
2. Membangun kontrol elektronik pada pengaturan motor listrik berdasarkan hasil rancangan.
3. Merawat rangkaian pneumatik dengan kontrol rele secara prosedural.
4. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O PLC pada rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC.
5. Mengkomisioning rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC berdasarkan hasil rakitan.
6. Memprogram mikrokontroler pada rangkaian digital sederhana.
7. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O digital dan analog PLC sebagai pengontrolan sistem otomasi industri.
8. Menganalisis sistem dan komponen HMI (Human Machine Interface).

C. Peta Kompetensi

Tujuan Program Keahlian Teknik Otomasi Industri secara umum mengacu pada isi Undang Undang Sistem Pendidikan Nasional (UU SPN) pasal 3 mengenai Tujuan Pendidikan Nasional dan penjelasan pasal 15 yang menyebutkan bahwa pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama untuk bekerja dalam bidang tertentu. Secara khusus tujuan Program Keahlian Teknik Otomasi Industri adalah membekali peserta didik dengan keterampilan, pengetahuan dan sikap agar kompeten:



Indikator Pencapaian Kompetensi Modul Diklat PKB Pasca UKG

Paket Keahlian : Teknik Otomasi Industri

Judul Modul : Modul Guru pembelajar Kompetensi G

Kompetensi Utama	Standar Kompetensi Guru		Indikator Esensial
	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Paket Keahlian	
Kompetensi Pedagogik	Berkomunikasi secara efektif, empatik, dan santun dengan peserta didik	Berkomunikasi secara efektif, empatik, dan santun dengan peserta didik dengan bahas yang khas dalam interaksi kegiatan/permainan yang mendidik yang terbangun secara siklikal dari (a) penyiapan kondisi psikologis peserta didik untuk ambil bagian dalam permainan melalui bujukan dan contoh, (b) ajakan kepada peserta didik untuk ambil bagian, (c) respons peserta didik terhadap ajakan guru, dan (d) reaksi guru terhadap respons peserta didik, dan seterusnya.	Komunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk mengajar peserta diklat, agar ambil bagian dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.
Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	Membangun kontrol elektronik pada pengaturan motor listrik	Membangun kontrol elektronik pada pengaturan motor listrik berdasarkan hasil rancangan
		Membangun rangkaian pnumatik dengan kontrol rele	Merawat rangkaian pnumatik dengan kontrol rele secara prosedural
		Mengevaluasi prosedur penggunaan I/O Programmable Logic Controller (PLC) pada rangkian pnumatik dengan kontrol PLC	Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan



			I/O PLC pada rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC.
		Membangun rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC	Mengkomisioning rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC berdasarkan hasil rakitan
		Membangun rangkaian digital sederhana dengan mikrokontroller	Memprogram mikrokontroller pada rangkaian digital sederhana
		Mengevaluasi prosedur penggunaan I/O digital dan analog PLC sebagai pengontrol sistem otomasi industri	Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O digital dan analog PLC sebagai pengontrol sistem otomasi industri
		Membangun sistem Human Machine Interface (HMI) pada plan proses sistem produksi dan manufaktur di industri dengan menggunakan SCADA	Menganalisis sistem dan komponen HMI



D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup bahasan dalam modul Diklat PKB Guru Teknik Otomasi Grade 7 ini meliputi :

1. Komunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk mengajar peserta didik, agar ambil bagian dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.
2. Model pembelajaran aktif
3. Membangun kontrol elektronik pada pengaturan motor listrik berdasarkan hasil rancangan
4. Merawat rangkaian pneumatik dengan kontrol rele secara procedural
5. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O PLC pada rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC.
6. Mengkomisioning rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC berdasarkan hasil rakitan
7. Memprogram mikrokontroler pada rangkaian digital sederhana
8. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O digital dan analog PLC sebagai pengontrol sistem otomasi industri.
9. Menganalisis sistem dan komponen HMI

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Modul ini terdiri dari delapan kegiatan belajar. Kegiatan belajar pertama akan menguraikan tentang Komunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk mengajar peserta didik, agar ambil bagian dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu sebagai materi pedagogik. Kegiatan belajar kedua akan dibahas mengenai membangun kontrol elektronik pada pengaturan motor listrik berdasarkan hasil rancangan. Pada kegiatan belajar ketiga akan dibahas mengenai merawat rangkaian pneumatik dengan kontrol rele secara procedural. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O PLC pada rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC akan disajikan dalam kegiatan belajar keempat sedangkan materi mengenai mengkomisioning rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC berdasarkan hasil rakitan akan disajikan dalam kegiatan belajar lima. Pada kegiatan belajar enam



akan dibahas mengenai memprogram mikrokontroller pada rangkaian digital sederhana, menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O digital dan analog PLC sebagai pengontrol sistem otomasi industri dibahas pada kegiatan pembelajaran tujuh sedangkan menganalisis sistem dan komponen HMI akan dibahas pada kegiatan pembelajaran delapan.

Anda dapat mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini, karena masing-masing saling berkaitan. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan uji keahaman berupa latihan/kasus/tugas. Uji keahaman dan uji kompetensi menjadi alat ukur tingkat penguasaan anda setelah mempelajari materi dalam modul ini. Jika anda belum menguasai 80% dari setiap kegiatan, maka anda dapat mengulangi untuk mempelajari materi yang tersedia dalam modul ini. Apabila anda masih mengalami kesulitan memahami materi yang ada dalam modul ini, silahkan diskusikan dengan rekan sejawat.

Anda dapat mempelajari keseluruhan modul ini dengan cara yang berurutan. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam modul ini, karena masing-masing saling berkaitan. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan uji keahaman berupa latihan/kasus/tugas. Uji keahaman dan uji kompetensi menjadi alat ukur tingkat penguasaan anda setelah mempelajari materi dalam modul ini. Jika anda belum menguasai 80% dari setiap kegiatan, maka anda dapat mengulangi untuk mempelajari materi yang tersedia dalam modul ini. Apabila anda masih mengalami kesulitan memahami materi yang ada dalam modul ini, silahkan diskusikan dengan rekan sejawat.



Kegiatan Pembelajaran 1

KOMUNIKASI EFEKTIF

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

- Memahami ciri komunikasi efektif.
- Menggunakan alat interaksi yang tepat.
- Menerapkan bahasa yang efektif dalam berkomunikasi
- Mengetahui teknik berkomunikasi yang efektif
- Menerapkan komunikasi efektif dalam pembelajaran teknik otomasi industri

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi kompetensi teknik komunikasi efektif ini yaitu:

1. Peserta diklat dapat berkomunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk mengajar peserta didik, agar ambil bagian dalam kegiatan pembelajaran teknik otomasi industri.
2. Peserta diklat dapat mengkomunikasikan materi yang terkait dengan teknik otomasi industri, dan penerima informasi memahaminya.

C. Uraian Materi

1. Definisi

Teknik komunikasi efektif merupakan cara komunikasi yang tepat sasaran. Artinya dalam hal penyampaian informasi antara pengirim dan penerima informasi memahami materi informasi yang sama terhadap informasi yang telah disampaikan. Hal ini sangat penting sebab apabila antara penerima memahami hal yang berbeda terhadap yang disampaikan pengirim informasi maka komunikasi tersebut tidak efektif. Komunikasi yang efektif sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran di kelas. Saat komunikasi guru sudah bersifat efektif maka siswa akan memahami materi pembelajaran secara tepat.



2. Konsep Komunikasi

Konsep komunikasi menurut John R. Wenburg, William W. Wilmoth dan Kenneth K Sereno dan Edward M Bodaken terbentuk menjadi 3 tipe: pertama, searah: pemahaman ini bermula dari pemahaman komunikasi yang berorientasi sumber yaitu semua kegiatan yang secara sengaja dilakukan seseorang untuk menyampaikan rangsangan untuk membangkitkan respon penerima.

Kedua, interaksi: pandangan ini menganggap komunikasi sebagai proses sebab-akibat, aksi-reaksi yang arahnya bergantian. Ketiga, transaksi: konsep ini tidak hanya membatasi unsur sengaja atau tidak sengaja, adanya respon teramati atau tidak teramati namun juga seluruh transaksi perilaku saat berlangsungnya komunikasi yang lebih cenderung pada komunikasi berorientasi penerima. Saat dosen memberi kuliah, komunikasi bukan saja berdasarkan fakta bahwa mahasiswa menafsirkan isi kuliah tetapi juga dosen menafsirkan perilaku anggukan atau kerutan kening mahasiswa.

Jadi, kalau dua orang terlibat dalam komunikasi, misalnya dalam bentuk percakapan, maka komunikasi akan terjadi atau berlangsung selama ada kesamaan makna mengenai apa yang diperbincangkan. Kesamaan bahasa yang dipergunakan dalam percakapan itu belum tentu menimbulkan kesamaan makna. Dengan lain perkataan, mengerti bahasanya saja belum tentu mengerti makna yang dibawa oleh bahasa itu. Jelas bahwa percakapan antara kedua orang tadi dapat dikatakan komunikatif apabila kedua-duanya, selain mengerti bahasa yang dipergunakan juga mengerti makna dari bahan yang diperbincangkan

3. Proses belajar mengajar sebagai proses komunikasi

Proses belajar mengajar dapat dikatakan proses komunikasi dimana terjadi proses penyampaian pesan tertentu dari sumber belajar (guru, instruktur, media pembelajaran dll) kepada penerima (peserta didik, murid) dengan tujuan agar pesan (berupa topik-topik pelajaran tertentu) dapat diterima (menjadi milik) oleh peserta didik/murid.

Guru hendaknya menyadari bahwa didalam kegiatan belajar dan pembelajaran, sesungguhnya ia sedang melaksanakan kegiatan komunikasi. Untuk itu guru



harus memilih dan menggunakan kata-kata yang berada dalam jangkauan/medan pengalaman murid-muridnya, agar dapat dimengerti dengan baik oleh mereka sehingga pesan pembelajaran yang disampaikan dapat diterima oleh murid dengan baik.

Kegiatan encoding dan decoding dalam proses pembelajaran. Encoding merupakan kegiatan yang berkaitan dengan pemilihan lambang-lambang yang akan digunakan dalam kegiatan komunikasi oleh komunikator (oleh guru dalam kegiatan pembelajaran). Sedangkan Decoding adalah kegiatan dalam komunikasi yang dilaksanakan oleh penerima pesan (audience, murid) dimana penerima berusaha menangkap makna pesan yang disampaikan melalui lambang-lambang oleh komunikator.

Agar penyampaian pesan pembelajaran mencapai “sharing” yang diinginkan maka dilakukan penyampaian dengan lebih konkret dan jelas, selain dengan memilih lambang verbal yang berada dalam medan pengalaman murid. Misalnya menggunakan alat peraga dan media pembelajaran seperti chart, diagram, grafik, gambar diam dll.

Media pembelajaran dapat digunakan dalam 2 macam cara dalam proses belajar mengajar:

- Sebagai alat peraga untuk menjelaskan materi pelajaran yang disampaikan kepada murid-murid.
- Pemanfaatan media pembelajaran sebagai saluran komunikasi berfungsi sebagai sarana untuk menyampaikan pesan pembelajaran terutama oleh media belajar mandiri seperti modul, Computer Based Instruction (CAI).

4. Komunikasi yang efektif untuk kelancaran proses pembelajaran

Terkait dengan proses pembelajaran, komunikasi dikatakan efektif jika pesan yang dalam hal ini adalah materi pelajaran dapat diterima dan dipahami, serta menimbulkan umpan balik yang positif oleh siswa. Komunikasi efektif dalam pembelajaran harus didukung dengan keterampilan komunikasi antar pribadi yang harus dimiliki oleh seorang guru.

Komunikasi antar pribadi merupakan komunikasi yang berlangsung secara informal antara dua orang individu. Komunikasi ini berlangsung dari hati ke hati, karena diantara keduanya terdapat hubungan saling mempercayai.



Komunikasi antar pribadi akan berlangsung efektif apabila pihak yang berkomunikasi menguasai keterampilan komunikasi antar pribadi.

Dalam kegiatan belajar mengajar, komunikasi antar pribadi merupakan suatu keharusan, agar terjadi hubungan yang harmonis antara pengajar dengan peserta belajar. Keefektifan komunikasi dalam kegiatan belajar mengajar ini sangat tergantung dari kedua belah pihak. Akan tetapi karena pengajar yang memegang kendali kelas, maka tanggung jawab terjadinya komunikasi dalam kelas yang sehat dan efektif terletak pada tangan pengajar. Keberhasilan pengajar dalam mengemban tanggung jawab tersebut dipengaruhi oleh keterampilannya dalam melakukan komunikasi ini.

Komunikasi dalam bentuk diskusi dalam proses belajar mengajar berlangsung amat efektif, hal ini disebabkan oleh dua hal:

- a. materi yang didiskusikan meningkatkan intelektualitas,
- b. komunikasi dalam diskusi bersifat intracommunication dan intercommunication.

Yang dimaksud dengan intracommunication atau intrakomunikasi adalah komunikasi yang terjadi pada diri seseorang. Ia berkomunikasi dengan dirinya sendiri sebagai persiapan untuk melakukan intercommunication dengan orang lain.

Untuk menyamakan makna antara guru/dosen dan siswa ada beberapa hal yang perlu mendapat perhatian:

1. Semua komponen dalam komunikasi pembelajaran diusahakan dalam kondisi ideal/baik:
 - a. pesan (message) harus jelas, sesuai dengan kurikulum, terstruktur secara jelas, menarik dan sesuai dengan tingkat intelegensi siswa.
 - b. Sumber/guru harus berkompetensi terhadap materi ajar, media yang digunakan, mampu menyandikan dengan jelas, mampu menyampaikan tanpa pembiasan dan menarik perhatian serta mampu membangkitkan motivasi diri dan siswa dalam proses interaksi dan transaksi komunikasi.
 - c. penerima/siswa harus dalam kondisi yang baik/sehat untuk tercapainya prasyarat pembelajaran yang baik.
 - d. lingkungan (setting) mampu mendukung penuh proses komunikasi misalnya pencahayaan, kenyamanan ruang dan sebagainya.



- e. materi/media software dalam kondisi baik/tidak rusak (sesuai dengan isi/pesan).
 - f. alat (device) tidak rusak sehingga tidak membiaskan arti (audiovisual). Media yang menarik (dapat dilihat dan didengar) akan memudahkan siswa dalam retensi dan pengingatan kembali pesan yang pernah didapat.
 - g. teknik/prosedur penggunaan semua komponen pembelajaran harus memiliki instruksi jelas dan terprogram dalam pengelolaan.
2. Proses encoding dan decoding tidak mengalami pembiasan arti/makna.
 3. Penganalogian harus dilakukan untuk membantu membangkitkan pengertian baru dengan pengertian lama yang pernah mereka dapat.
 4. Meminimalisasi tingkat gangguan (barrier/noise) dalam proses komunikasi mulai dari proses penyandian sumber (semantical), proses penyimbolan dalam software dan hardware (mechanical) dan proses penafsiran penerima (psychological).
 5. Feedback dan respons harus ditingkatkan intensitasnya untuk mengukur efektifitas dan efisiensi ketercapaian.
 6. Pengulangan (repetition) harus dilakukan secara kontinyu maupun progresif.
 7. Evaluasi proses dan hasil harus dilakukan untuk melihat kekurangan dan perbaikan.
 8. Aspek pendukung dalam komunikasi; fisik, psikologi, sosial dan waktu harus dibentuk dan diselaraskan dengan kondisi komunikasi yang sedang berlangsung agar tidak menghambat proses komunikasi pembelajaran.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada Latihan/Kasus/Tugas, bacalah uraian materi dan bahan-bahan bacaan yang mendukung materi ini dari berbagai sumber.



2. Aktivitas Menjawab Latihan

Jawablah soal-soal yang diberikan pada Lembaran Kegiatan (LK) 01 serta kerjakan soal-soal pada Latihan/Kasus/Tugas.

LEMBAR KERJA (LK01)

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Komunikasi Efektif? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

3. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Tugas 1
 - a. Buatlah tahapan yang dapat dilaksanakan dalam berkomunikasi yang efektif di kelas Anda!
2. Tes Formatif 1
 - a. Bagaimana membuat interaksi di kelas menjadi efektif?
 - b. Jelaskan tingkatan alat interaksi?
 - c. Efektif dalam berkomunikasi maksudnya?

F. Rangkuman

Teknik komunikasi efektif yaitu cara berkomunikasi dimana antara penerima dan pengirim informasi memiliki pemahaman yang sama terhadap informasi yang disampaikan tersebut. Alat interaksi dapat diklasifikasikan dalam tiga tingkat: tingkat pengalaman riil, tingkat pemahaman buatan, tingkat pengalaman verbal.

Untuk memmbiasakan komunikasi efektif memerlukan waktu dan latihan yang cukup lama. Namun hal itu akan terasa mudah apabila perubahan teknis/cara berkomunikasi mulai diperbaiki dari saat ini. Sehingga apa yang disampaikan dapat ditangkap dengan tepat oleh penerima. Hal ini akan berdampak pula dalam efektivitas pembelajaran di kelas.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban Latihan/kasus/Tugas yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar ini dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = $(\text{Jumlah jawaban benar} : \text{jumlah soal}) \times 100 \%$

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :



Baik sekali	=	90 – 100 %
Baik	=	80 – 89 %
Cukup	=	70 – 79 %
Kurang	=	0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar berikutnya. Ini artinya bagus. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar pada bagian ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 2

KONTROL ELEKTRONIK MOTOR LISTRIK

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Memahami arti kontrol elektronik dengan benar.
2. Menjelaskan macam-macam kontrol elektronik secara tepat.
3. Merangkai kontrol elektronik dengan PLC dengan tepat dan benar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta Diklat diharapkan mampu membangun kontrol elektronik pada pengaturan motor listrik berdasarkan hasil rancangan secara tepat dan benar.

C. Uraian Materi

1. Pengertian Kendali Motor Listrik

Perkembangan teknologi di bidang kontrol atau kendali motor listrik telah mencapai perkembangan yang sangat pesat. Dimulai dengan kontrol yang sangat sederhana dengan starter tangan lalu dikembangkan sistem kontrol dengan menggunakan sakelar megnet dan relai, dan selanjutnya disusul dengan perkembangan sistem kontrol dengan piranti elektronika. Perkembangan sistem kontrol dengan piranti elektronika juga telah mencapai perkembangan yang sangat maju. Dimulai dengan komponen-komponen seperti transistor, photo resistor, diac, triac, SCR rangkaian digital, microprocessor dan servo system. Kini sistem kontrol dapat dilaksanakan secara otomatis dan memungkinkan mengontrol mesin-mesin yang sangat kompleks yang disertai dengan efisiensi



dan efektifitas yang sangat tinggi dengan menggunakan sistem kontrol yang terprogram atau lebih dikenal dengan PLC (programmable logic control, (Oman Sumantri,1993)

Menurut Oman Sumantri (1993), pengontrolan diartikan sebagai pengaturan, pelayanan atau pengawasan terhadap bekerjanya motor listrik yang dipergunakan untuk menggerakkan mesin-mesin yang selanjutnya dapat melakukan proses pekerjaan sesuai dengan kegiatan menjalankan, menghentikan, mengerem, membalikkan putaran, mengatur kecepatan, mengatur waktu kerja, proteksi motor listrik dan perlengkapannya dan lain-lain. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan satu sistem pengontrolan yang merupakan kombinasi dari beberapa proses pengontrolan.

Tahapan mengoperasikan motor pada dasarnya dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

1. Mulai Jalan (starting)

Untuk motor yang dayanya kurang dari 4 KW, pengoperasian motor dapat disambung secara langsung (direct on line). Sedangkan untuk daya yang besar pengasutannya dengan pengendali awal motor (motor starter) yang bertujuan untuk meredam arus awal yang besarnya 5 sampai 7 kali arus nominal.

2. Berputar (running)

Beberapa saat setelah motor mulai jalan, arus yang mengalir secara bertahap segera menurun ke posisi arus nominal. Selanjutnya motor dapat dikendalikan sesuai kebutuhan, misalnya dengan pengaturan kecepatan, pembalikan arah perputaran, dan sebagainya.

3. Berhenti (stopping)

Tahap ini merupakan tahap akhir dari pengoperasian motor dengan cara memutuskan aliran arus listrik dari sumber tenaga listrik, yang prosesnya bisa dikendalikan sedemikian rupa (misalnya dengan pengereman / break), sehingga motor dapat berhenti sesuai dengan kebutuhan.

Jenis kendali motor ada 3 macam, yaitu :

1. Kendali Manual



Instalasi listrik tenaga pada awalnya menggunakan kendali motor konvensional secara manual. Untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik digunakan saklar manual mekanis, diantaranya adalah saklar togel (Toggle Switch). Saklar ini merupakan tipe saklar yang sangat sederhana yang banyak digunakan pada motor-motor berdaya kecil. Operator yang mengoperasikannya harus mengeluarkan tenaga otot yang kuat.

2. Kendali Semi Otomatis

Pada kendali semi otomatis, kerja operator sedikit ringan (tidak mengeluarkan tenaga besar), cukup dengan jari menekan tombol tekan start saat awal menggerakkan motor dan menekan tombol stop saat menghentikan putaran motor. Untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik menggunakan konduktor magnet, yang bisa dilengkapi rele pengaman arus lebih (Thermal Overload Relay) sebagai pengaman motor.

3. Kendali Otomatis

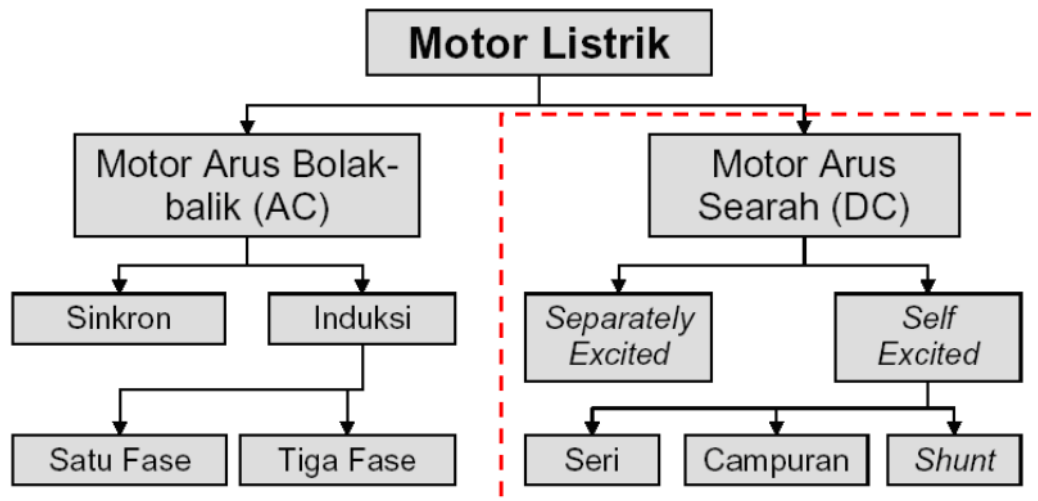
Dengan kendali otomatis, kerja operator semakin ringan, yaitu cukup memonitor kerja dari sistem, sehingga dapat menghemat energi fisiknya. Deskripsi kerja dari sistem kendali otomatis dibuat dengan suatu program dalam bentuk rangkaian konduktor magnet yang dikendalikan oleh sensor-sensor, sehingga motor dapat bekerja maupun berhenti secara otomatis.

2. Motor-motor Listrik

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, konveyor, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain. Selain di industri, motor listrik juga digunakan pada peralatan listrik rumah tangga (seperti: mixer, bor listrik, kipas angin). Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri, sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan/menyerap sekitar 70% beban listrik total di industri.



Gambar di bawah ini memperlihatkan motor listrik yang paling umum. Motor tersebut dikategorikan berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi, dan dijelaskan lebih lanjut dibawah ini.



Gambar 1: Jenis-jenis motor listrik

a. Motor DC

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

Motor DC yang memiliki tiga komponen utama :



Gambar 2: Motor DC

- **Kutub medan.**



Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. **Motor DC** memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

- **Dinamo.**

Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

- **Commutator.**

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Keuntungan Dari Motor DC

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk



penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC.

Perhitungan

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Gaya elektromagnetik: } E &= K\Phi N \\ \text{Torque: } T &= K\Phi I_a \end{aligned}$$

Dimana :

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (volt)

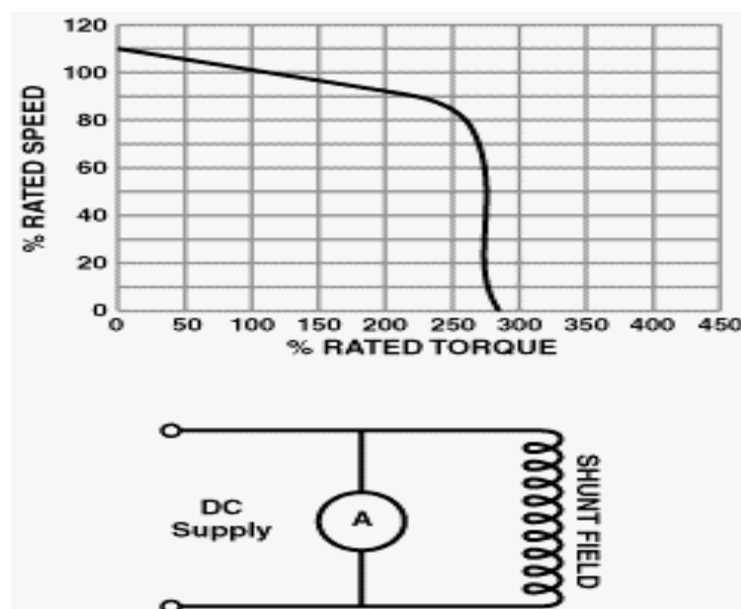
Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit) T = torque elektromagnetik

I_a = arus dinamo

K = konstanta persamaan

Karakteristik Motor DC Shunt



Gambar 3: Karakteristik Motor DC shunt



Berikut tentang kecepatan motor shunt (E.T.E., 1997): Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang, lihat Gambar diatas) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.

Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

b. Motor AC

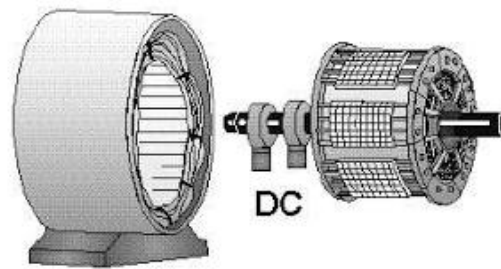
Motor arus bolak-balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua buah bagian dasar listrik: "stator" dan "rotor" seperti ditunjukkan dalam Gambar. Stator merupakan komponen listrik statis. Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor.

Keuntungan utama **motor DC** terhadap **motor AC** adalah bahwa kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kerugian ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi merupakan motor yang paling populer di industri karena kehandalannya dan lebih mudah perawatannya.

Motor induksi AC cukup murah (harganya setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC).

1. Motor Sinkron

Motor sinkron adalah **Motor AC**, bekerja pada kecepatan tetap pada sistim frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistim, sehingga sering digunakan pada sistim yang menggunakan banyak listrik.



Gambar 4: *Motor Sinkron*

Komponen utama Motor Sinkron :

Rotor. Perbedaan utama antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen atau arus DC-excited, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.

Stator. Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok.

Motor ini berputar pada kecepatan sinkron, yang diberikan oleh persamaan berikut (Parekh, 2003):

$$N_s = 120 f / P$$

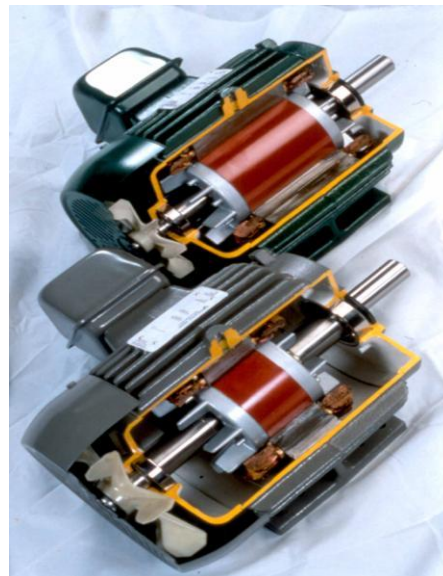
Dimana :

f = frekuensi dari pasokan frekuensi

P= jumlah kutub

2. Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC



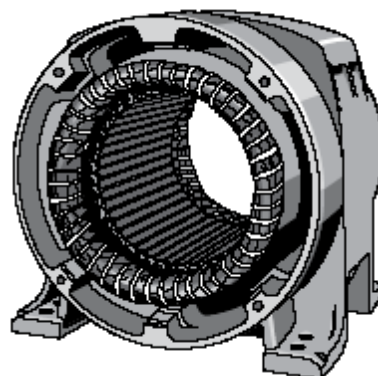
Gambar 5:. Motor Induksi

Pada dasarnya konstruksi motor induksi terdiri dari tiga bagian, yaitu stator, rotor dan tutup samping (*end plate*).

a. Stator, adalah bagian yang tidak bergerak atau bagian yang statis. Stator terdiri dari dua bagian yaitu: Rumah Motor atau Yoke dan Kumparan Jangkar

Rumah Motor atau Yoke

Melalui gambar di bawah ini dapat kita amati penampang melintang dari sebuah rumah motor:



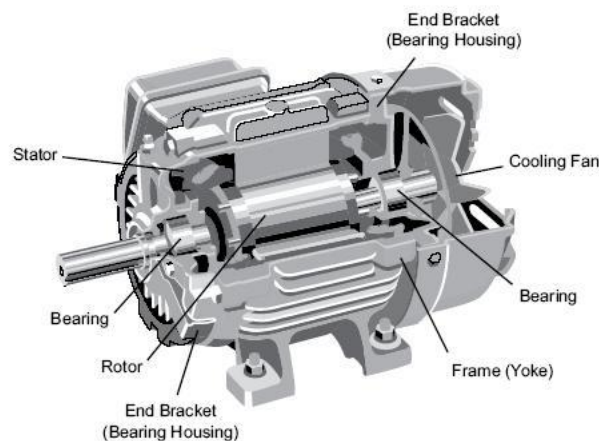
Gambar 6: Contoh penampang melintang rumah motor



Rumah motor (yoke) terbuat dari besi baja lunak yang berlapis-lapis dengan ketebalan 2-3 milimeter agar mengurangi terjadinya arus pusar (*eddy current*). Fungsi inti besi (*iron core*) untuk jalan arus magnet, dibuat dari bahan yang mempunyai hambatan magnet (*reluntance*) yang rendah. Di sekeliling bagian dalamnya dibuat alur-alur (slot), tempat meletakkan ketiga kumparan jangkar (kumparan *armature*).

Kumparan Jangkar (*armature winding*)

Melalui gambar di bawah ini dapat kita amati penampang dari sebuah kumparan jangkar.



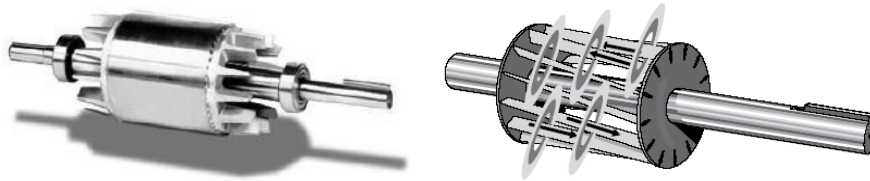
Gambar 7: Penampang kumparan jangkar

Kumparan armature adalah kumparan yang digunakan untuk mengubah arus listrik menjadi medan magnet putar (*rotating magnetic field*).

- b. **Rotor** adalah bagian motor yang bergerak, berguna untuk merubah daya listrik induksi menjadi daya mekanik (berupa putaran).

Rotor Sangkar (*Squirrel Cage*)

Melalui gambar di bawah ini dapat kita amati gambar penampang dari sebuah rotor sangkar :

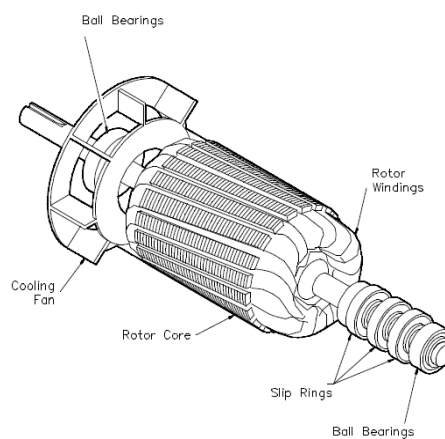


Gambar 8:(a) Rotor sangkar (b) Rotor sangkar susunan konduktor serong

Rotor Belitan

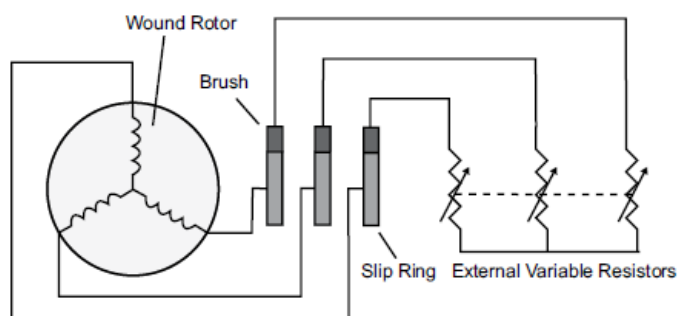
Rotor belit digunakan pada motor yang memerlukan pengontrolan kecepatan putaran untuk mendapatkan torsi starting yang tinggi.

Melalui gambar di bawah ini dapat kita amati penampang dari sebuah rotor belitan :



Gambar 9: Konstruksi rotor belit

Melalui gambar di bawah ini dapat kita amati skema dari tahanan sebagai pengontrolan kecepatan putaran sebuah rotor belit :

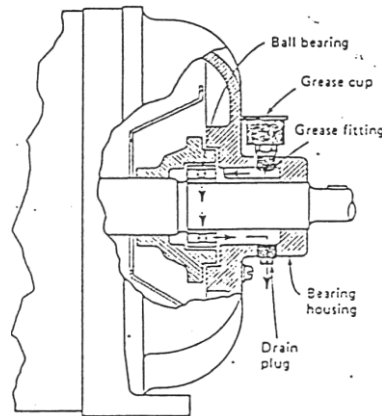


Gambar 10: Tahanan sebagai pengontrol putaran



c. Tutup samping (*End Plate*)

Melalui gambar di bawah ini dapat kita amati penampang dari tutup samping sebuah motor listrik :



Gambar 11: Tutup samping (*End Plate*)

Klasifikasi Motor Induksi

Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama (Parekh, 2003):

- Motor induksi satu fase. Motor ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti fan angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp.
- Motor induksi tiga fase. Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai); dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyor, jaringan listrik dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp.



Kecepatan Motor Induksi

Motor induksi bekerja sebagai berikut. Listrik dipasok ke stator yang akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar rotor. Arus rotor menghasilkan medan magnet kedua, yang berusaha untuk melawan medan magnet stator, yang menyebabkan rotor berputar.

Walaupun begitu, didalam prakteknya motor tidak pernah bekerja pada kecepatan sinkron namun pada “kecepatan dasar” yang lebih rendah. Terjadinya perbedaan antara dua kecepatan tersebut disebabkan adanya “slip/geseran” yang meningkat dengan meningkatnya beban. Slip hanya terjadi pada motor induksi. Untuk menghindari slip dapat dipasang sebuah cincin geser/ slip ring, dan motor tersebut dinamakan “motor cincin geser/ slip ring motor”.

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung persentase slip/geser(Parekh, 2003):

$$\% Slip = \frac{N_s - N_b}{N_s} \times 100$$

Dimana :

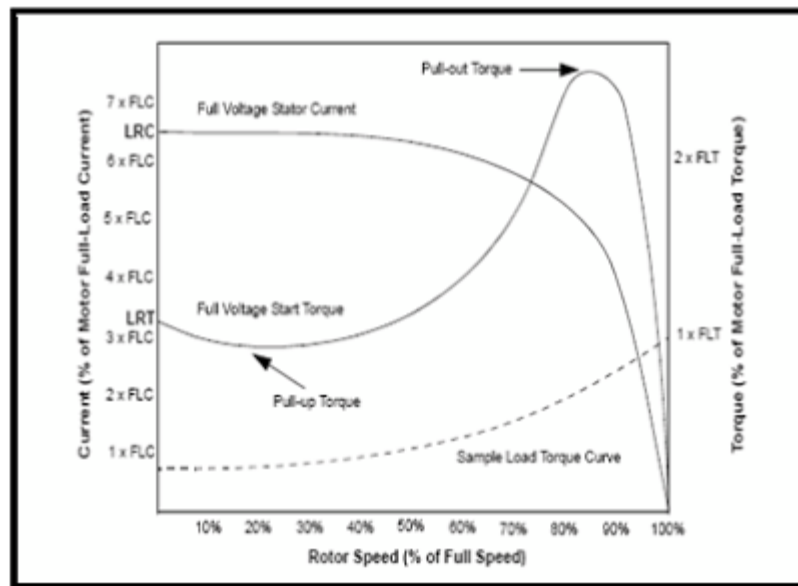
Ns = kecepatan sinkron dalam RPM

Nb = kecepatan dasar dalam RPM

Hubungan antara beban, kecepatan dan torque

Gambar dibawah ini menunjukkan grafik torque-kecepatan motor induksi AC tiga fase dengan arus yang sudah ditetapkan. Bila motor (Parekh, 2003):

- Mulai menyala ternyata terdapat arus nyala awal yang tinggi dan torque yang rendah (“pull-up torque”).
- Mencapai 80% kecepatan penuh, torque berada pada tingkat tertinggi (“pull-out torque”) dan arus mulai turun.
- Pada kecepatan penuh, atau kecepatan sinkron, arus torque dan stator turun ke nol.



Gambar 12: Grafik Torque-Kecepatan Motor Induksi AC 3-Fase
(Parekh, 2003)

3. Kontrol elektronik

Kontrol elektronik umumnya menggunakan relai elektronik yakni *Solid State Relay* (SSR), relai ini merupakan saklar elektronis yang tidak seperti relai elektromekanis, dimana SSR ini tidak berisi bagian yang bergerak.

Jenis SSR adalah foto-coupled SSR, transformer-coupled SSR, dan hibrida SSR. Sebuah foto-digabungkan SSR dan dikontrol oleh sinyal tegangan rendah yang terisolasi secara optik dari beban. Sinyal kontrol dalam foto yang biasanya digabungkan dengan SSR energi adalah sebuah LED yang mengaktifkan sebuah foto-dioda sensitif. Dioda berputar pada back-to-back thyristor, silikon penyearah terkendali, atau MOSFET transistor untuk mengaktifkan beban.



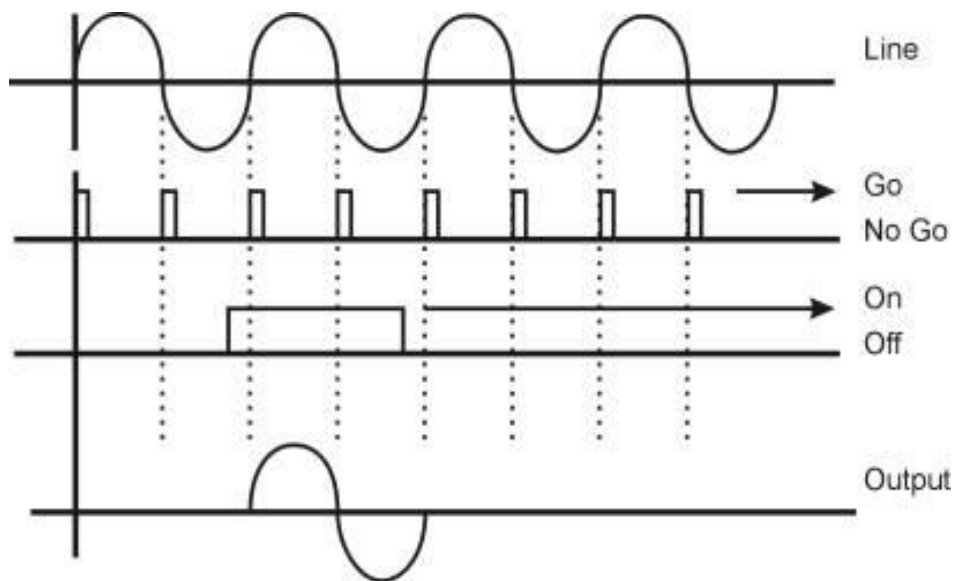
SSR Ditetapkan sebagaimana kontrol ON-OFF di mana arus beban dilakukan oleh satu atau lebih semikonduktor - misalnya, sebuah transistor daya, sebuah SCR, atau TRIAC. SCR dan TRIAC sering disebut “thyristors” sebuah istilah yang diperoleh dengan menggabungkan thyatron dan transistor, karena dipicu thyristor semikonduktor switch“.

Pada relai umumnya, SSR relatif rendah membutuhkan kontrol - sirkuit energi untuk beralih keadaan menjadi keluaran dari OFF ke AKTIF, atau sebaliknya. Karena energi kontrol ini sangat jauh lebih rendah daripada daya keluaran yang dikendalikan oleh relai pada beban penuh, "power gain" dalam SSR adalah substansial - sering banyak lebih tinggi daripada di estafet elektromagnetik yang sebanding. Dengan kata lain, sensitivitas dari SSR seringkali jauh lebih tinggi daripada sebuah EMR (Elektromekanik Relai) dari output yang sebanding rating. Solid State Relai (SSR) mampu melakukan banyak tugas yang sama sebagai relai elektromekanis (EMR). Perbedaan utama adalah bahwa SSR tidak memiliki bagian mekanik yang bergerak didalamnya. Pada dasarnya, ini adalah perangkat elektronik yang bergantung pada listrik, magnetik, dan optic semi konduktor dan sifat komponen listrik untuk mencapai isolasi dan fungsi switching Relay.



4. Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Solid-State Relay

Penggunaan solid state relay mempunyai beberapa keuntungan yang menyebabkan solid-state relay saat ini menarik untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi kontrol untuk beban AC daripada digunakannya relai mekanik (Electromechanical Relay, EMR), walaupun biaya sebuah solid-state relay lebih mahal daripada biaya sebuah relai mekanik biasa.



Gambar 14: Proses Kerja Solid-State Relay

Keuntungan solid-state relay :

1. Pada solid-state relay tidak terdapat bagian yang bergerak seperti halnya pada relai. Relai mempunyai sebuah bagian yang bergerak yang disebut kontaktor dan bagian ini tidak ada pada solid-state relay. Sehingga tidak mungkin terjadi „no contact” karena kontaktor tertutup debu bahkan karat.
2. Tidak terdapat „bounce”, karena tidak terdapat kontaktor yang bergerak maka pada solid-state relay tidak terjadi peristiwa „bounce” yaitu peristiwa terjadinya pantulan kontaktor pada saat terjadi perpindahan keadaan. Dengan kata lain dengan tidak adanya bounce maka tidak terjadi percikan bunga api pada saat kontaktor berubah keadaan.



3. Proses perpindahan dari kondisi „off“ ke kondisi „on“ atau sebaliknya sangat cepat hanya membutuhkan waktu sekitar 10us sehingga solid-state relay dapat dengan mudah dioperasikan bersama-sama dengan zero-crossing detektor. Dengan kata lain operasi kerja solid-state relay dapat disinkronkan dengan kondisi zero crossing detektor.
4. Solid-State relay kebal terhadap getaran dan guncangan. Tidak seperti relai mekanik biasa yang kontaktornya dapat dengan mudah berubah bila terkena guncangan/getaran yang cukup kuat pada body relai tersebut.
5. Tidak menghasilkan suara „klik“, seperti relai pada saat kontaktor berubah keadaan.
6. Kontaktor output pada solid-state relay secara otomatis „latch“ sehingga energi yang digunakan untuk aktivasi solid-state relay lebih sedikit jika dibandingkan dengan energi yang digunakan untuk aktivasi sebuah relai. Kondisi ON sebuah solid-state relay akan di-latch sampai solid-state relay mendapatkan tegangan sangat rendah, yaitu mendekati nol volt.
7. Solid-State relay sangat sensitif sehingga dapat dioperasikan langsung dengan menggunakan level tegangan CMOS bahkan level tegangan TTL. Rangkaian kontrolnya menjadi sangat sederhana karena tidak memerlukan level konverter.
8. Masih terdapat couple kapasitansi antara input dan output tetapi sangat kecil sehingga arus bocor antara input output sangat kecil. Kondisi diperlukan pada peralatan medical yang memerlukan isolasi yang sangat baik.

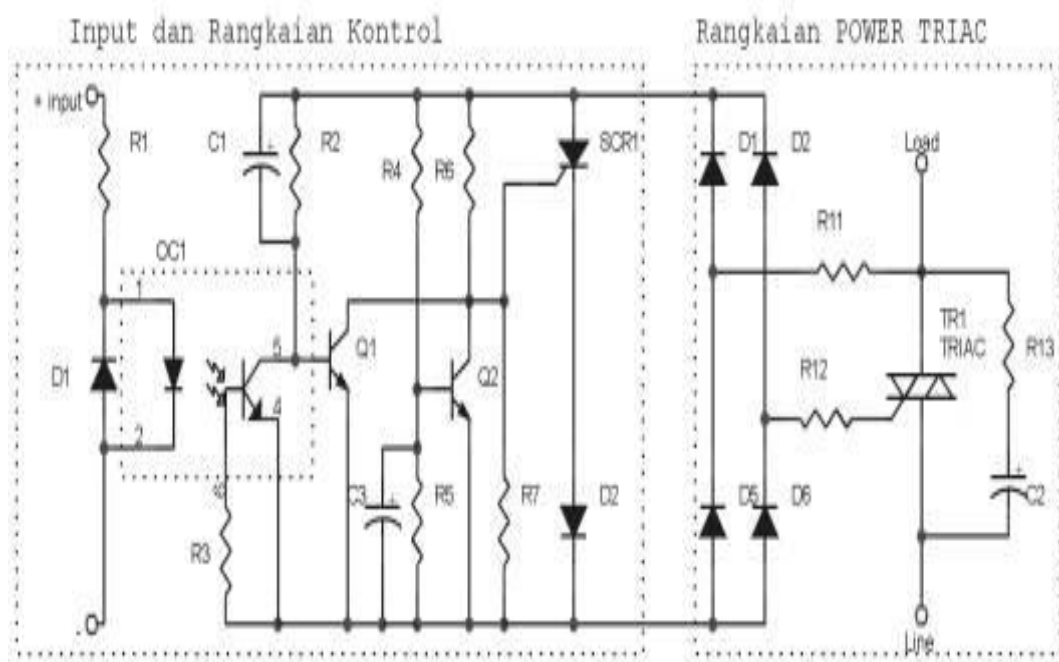
Keuntungan solid-state relay begitu baik sekali tetapi dibalik keuntungan tersebut terdapat kerugian penggunaan solid-state relay yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaannya.

Kerugian solid-state relay adalah sebagai berikut :

1. Resistansi Tegangan transien. Tegangan yang diatur/dikontrol oleh solid-state relay benar-benar tidak bersih. Dengan kata lain tidak murni tegangannya berupa sinyal sinus dengan tegangan peak to peak 380 vpp tetapi terdapat spike-spike yang dihasilkan oleh induksi motor atau peralatan listrik lainnya. Spike ini level tegangannya bervariasi jika terlalu besar maka dapat



- merusakkan solid-state relay tersebut. Selain itu sumber-sumber spike yang lain adalah sambaran petir, imbas dari selenoid valve dan lain sebagainya.
2. Tegangan drop. Karena solid-state relay dibangun dari bahan silikon maka terdapat tegangan jatuh antara tegangan input dan tegangan output. Tegangan jatuh tersebut kira-kira sebesar 1 volt. Tegangan jatuh ini menyebabkan adanya dissipasi daya yang besarnya tergantung dari besarnya arus yang lewat pada solid-state relay ini.
 3. Arus bocor-„Leakage current“. Pada saat solid-state relay ini dalam keadaan off atau keadaan open maka dalam kondisi yang idel seharusnya tidak ada arus yang mengalir melewati solid-state relay tetapi tidak demikian pada komponen yang sebenarnya. Besarnya arus bocor cukup besar untuk jika dibandingkan arus pada level TTL yaitu sekitar 10mA rms.
 4. Sukar dimplementasikan pada aplikasi multi fasa.
 5. Lebih mudah rusak jika terkena radiasi nuklir.



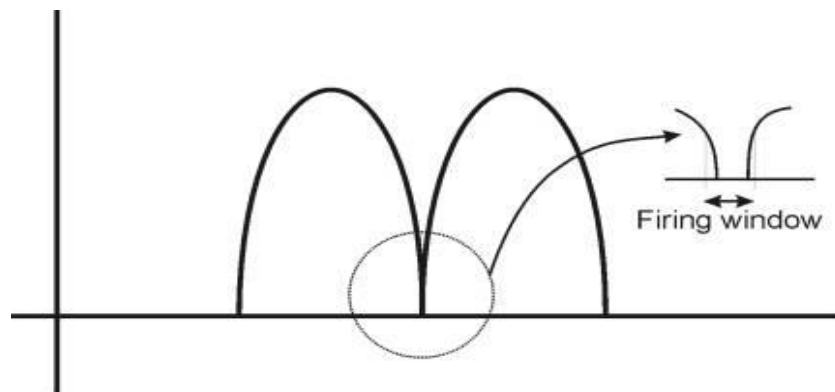
Gambar 15: Rangkaian Internal *Solid State Relay*

Pada *solid-state relay*, *switching* unit-nya biasanya menggunakan TRIAC sehingga solid-state relay ini dapat mengalirkan arus baik arus positif



maupun arus negatif. Walaupun demikian untuk mengontrol TRIAC ini digunakan SCR yang mempunyai karakteristik gate yang sangat sensitif. Kemudian untuk mengatur trigger pada SCR sendiri diatur dengan menggunakan rangkaian transistor. Rangkaian transistor ini menjadi penguat level tegangan yang didapat dari optocoupler. Penggunaan SCR untuk mengatur gate TRIAC karena gate SCR mempunyai karakteristik yang lebih sensitif daripada gate TRIAC.

Antara bagian input dan output dipisahkan dengan menggunakan optocoupler dan dengan sinyal yang kecil, cukup untuk menyalakan diode saja, maka cukup untuk menggerakkan sebuah beban AC yang besar melalui solid-state relay.



Gambar 16: Daerah Pengaktifan sebuah SSR

Rangkaian kontrol merupakan rangkaian kontrol biasa, seperti pada umumnya. Fungsi logika AND, pada blok diagram rangkaian internal SSR, dibangun dari dua buah transistor Q1 dan Q2 yang bekerja untuk menghasilkan logika inverted NOR. Q1 akan melakukan „clamps” jika optocoupler OC1 dalam keadaan off. Q2 akan melakukan „clamps” jika tegangan bagi antara R4 dan R5 cukup untuk mengaktifkan transistor Q2. Sehingga Q2 akan melakukan clamp pada SCR jika tegangan anode SCR lebih dari 5 volt.

Jika OC1 „ON” maka Q1 akan OFF sehingga Q1 tidak melakukan clamp pada SCR. SCR akan aktif jika Q2 juga dalam kondisi OFF. Kondisi ini terjadi pada saat terjadinya zero crossing. Penambahan kapasitor C2 bertujuan untuk menghindari kemungkinan SCR di trigger berulang-ulang. C1 berguna untuk menyediakan arus yang cukup untuk sumber tegangan sementara pada saat



terjadinya „firing“ pada gate SCR, selain itu C1 juga berfungsi untuk menghindari kondisi ditriggernya gate SCR berulang-ulang.

Penambahan C1 dan C2 akan menghindari trigger SCR pada saat tegangan anode SCR turun (down slope), kondisi ini memang tidak diharapkan. Komponen D2 akan memperbolehkan gate SCR di-reverse bias untuk menghasilkan kekebalan terhadap noise. D1 berfungsi untuk melindungi tegangan input yang berlebihan di atas rating tegangan optocoupler OC1. Komponen SCR yang digunakan, jika ingin membangun sebuah SSR sendiri, adalah SCR dengan tipe 2N5064, 2N6240.

TRIAC yang digunakan adalah 2N6343 dengan C11 sebesar 47nF dengan tegangan disesuaikan dengan rating tegangan aplikasi TRIAC dan diode yang mentrigger gate TRIAC ini harus 1N4004.

TRIAC merupakan komponen yang terdiri dari 2 buah SCR yang terpasang paralel tetapi terbalik. Kondisi ini menyebabkan timbulnya masalah pada beban induktif yaitu pada saat kondisi turn-off TRIAC. TRIAC harus mati pada saat setiap $\frac{1}{2}$ cycle yaitu pada saat tegangan jala-jala PLN mendekati nol volt. TRIAC harus melakukan bloking tegangan pada saat tegangan mulai mencapai 1-2 volt dalam keadaan tegangan inverse. Kejadian ini terjadi sekitar 30us pada rate frekuensi jala-jala 60Hz. Pada beban induktif TRIAC tidak sempat dalam kondisi benar-benar OFF untuk dapat ditrigger kembali. Kejadian ini akan menyebabkan TRIAC pada beban induktif tertentu akan menyebabkan TRIAC tidak dapat OFF dan kontrol tidak akan berfungsi untuk mengontrol TRIAC ini kecuali dengan jalan memutuskan aliran arus yang menuju terminal TRIAC ini secara manual.

Untuk menghindari kejadian seperti ini maka output sebuah solid-state relay harus ditambahkan sebuah rangkaian snubber jika solid-state relay ini digunakan untuk beban yang bersifat induktif.

Walaupun demikian dapat digunakan solid-state relay yang komponen output unitnya berupa SCR. SCR lebih mudah digunakan dalam mengontrol beban induktif, walaupun demikian untuk amannya sebuah sistem kontrol maka perlulah



dipertimbangkan untuk diberikannya sebuah rangkaian snubber pula untuk beban induktif.

Walaupun solid-state relay dengan SCR maupun TRAIC-nya yang membuat perlunya sedikit pertimbangan dalam pemberian rangkaian snubber pada beban induktif, solid-state relay secara umum lebih baik pada penggunaannya terutama untuk aplikasi yang membutuhkan isolasi antara input dan output yang baik. Memang harga bolehlah mahal tetapi untuk kualitas yang baik maka komponen ini bisa menjadi sebuah alternatif untuk menggantikan sebuah relay mekanik pada aplikasi-aplikasi tertentu.

5. Aplikasi SSR

Sejak dulu, SSR telah banyak digunakan selain EMR (Elektromekanik Relay) atau Kontaktor. SSR banyak digunakan dalam industri aplikasi kontrol proses, terutama control suhu, motor, solenoida, katup dan transformer. SSR digunakan secara luas.

Contoh Aplikasi SSR mencakup :

- Otomasi Industri
- Peralatan elektronik
- Peralatan industri
- Mesin kemasan
- Tooling mesin
- Peralatan Manufaktur
- Peralatan makan
- Sistem keamanan
- Industri pencahayaan
- Api dan sistem keamanan
- Dispensing mesin
- Peralatan produksi
- On-board power control
- Traffic control
- Sistem instrumentasi
- Mesin penjual



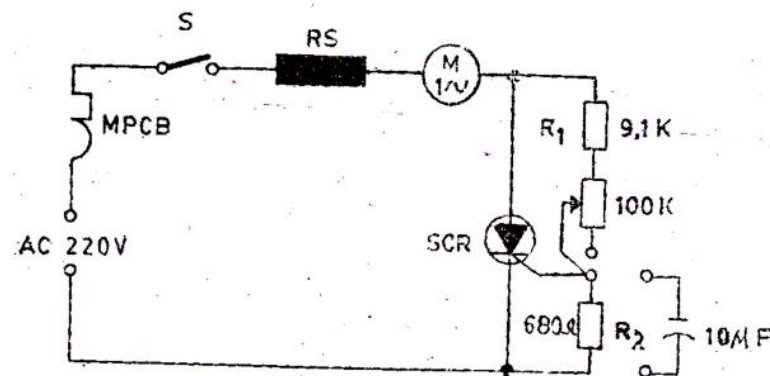
- Uji sistem
- Mesin kantor
- Peralatan medis
- Tampilan pencahayaan
- kontrol lift
- Metrologi peralatan
- Hiburan pencahayaan

6. Aplikasi SCR sebagai Pengontrol Motor AC

SCR biasa (Silicon Control Rectified) disebut Thyristor yang mempunyai arti penyearah yang dikemudi dengan bahan dasar silikon, Thyristor dapat digunakan sebagai pengatur daya dan saklar biasa yang mempunyai kelebihan atau keuntungan apabila dibandingkan dengan alat-alat mekanika biasa.

kelebihan thyristor adalah tidak ada kontak-kontak yang aus karena terbakar, tidak akan menimbulkan bunga api dan sedikit sekali membutuhkan komponen-komponen tambahan.

Apabila SCR digunakan untuk mengontrol sumber AC, selain dapat mengatur daya listrik yang diberikan kepada beban juga berfungsi sebagai penyearah. Motor AC dalam rangkaian ini tentu saja dapat dikontrol dengan thyristor, karena motor AC tersebut dirancang untuk dapat dioperasikan pada tegangan AC dan tegangan DC. Jenis motor seperti ini disebut motor universal.



Gambar 17: Rangkaian motor universal dikontrol dengan thyristor menggunakan tegangan AC



Motor AC dalam rangkaian ini tentu saja dapat dikontrol dengan SCR, karena motor AC tersebut dirancang untuk dapat dioperasikan pada tegangan AC dan tegangan DC. Jenis motor seperti ini disebut motor universal. Dalam prakteknya untuk lebih aman maka R untuk tegangan gate harus dibuat tetap agar tegangan maksimum antara gate dengan katoda tidak dilampaui.

Besarnya tegangan gate maksimum ($U_{g\text{maks}}$) dapat dihitung dengan rumus :

$$U_{g\text{ maks}} = U_s \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Selanjutnya bentuk arus beban dan arus gate

dengan menggunakan R dan C dapat dilihat pada gambar 18. Dengan menggunakan tahanan R sebagai penentu tegangan gate maksimum, maka daya yang dapat seluruhnya diserahkan kepada beban. Jika dalam gambar 18 tahanan R diganti dengan kapasitor C sebagai penentu tegangan gate, maka daya listrik tidak dapat diserahkan seluruhnya kepada motor karena adanya penundaan waktu pentriggeran untuk setiap setengah periode seperti ditunjukkan pada gambar 18. Dengan demikian maka penggunaan sistem arus gate yang berbeda akan menyebabkan kecepatan putaran motor yang berbeda pula.

7. Aplikasi Thyristor sebagai Pengontrol Motor DC

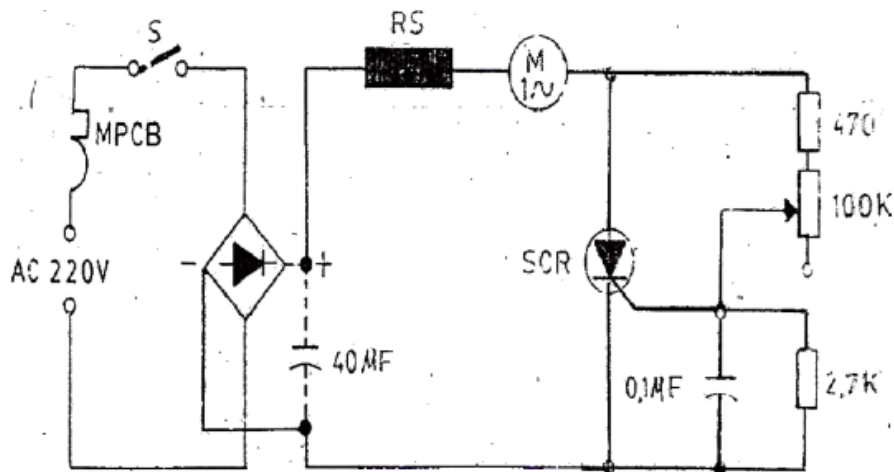
Seperti diketahui bahwa thyristor merupakan sakelar DC yang penutupan dan pembukaan kontak antara anoda (A) dan katoda (K) dilakukan dengan mengatur arus gate (I). Apabila arus gate (I_g) harganya di bawah arus holding current (I_h) maka kontak antara anoda dan katoda dari thyristor belum dapat melakukan penutupan atau kontakannya masih tetap membuka.

Dalam kondisi demikian maka tidak akan terjadi pengaliran arus dari anoda ke katoda (I_{a-k}) atau dengan kata lain thyristor tidak menghantarkan arus atau belum conduct sehingga motor DC belum berputar. Jika harga I_g lebih besar dari harga I_h , maka antara anoda dan katoda dari thyristor akan terjadi penutupan sehingga menjadi conduct, mengakibatkan motor berputar.

Disamping digunakan sebagai sakelar DC, thyristor juga digunakan sebagai pengatur daya yang diberikan pada beban. Pengaturan daya yang diberikan



pada motor dilakukan dengan mengatur besar kecilnya arus gate (I_g), sehingga putaran motor DC kecepatannya dapat diatur. Perhatikan gambar 19, disini rangkaian motor DC dikontrol oleh sumber tegangan DC gelombang penuh dengan menggunakan thyristor.



Gambar 18:Rangkaian motor DC dikontrol oleh tegangan DC gelombang penuh dengan thyristor

Berdasarkan gambar 19 dapat dilihat bahwa dengan tegangan DC gelombang penuh tanpa filter, maka SCR masih mengalami off maka arus pada setiap setengah gelombang turun ke bawah holding current (I_h). Karena itu untuk setengah gelombang berikutnya SCR tetap membutuhkan pentriggeran lagi atau triger tidak dapat dilepas.

Dengan dipasangnya kapasitor C paralel dengan R sebesar 2,7K pada rangkaian gate, akan menyebabkan timbulnya pergeseran fase sehingga pada setengah gelombang pertama akan terjadi penundaaan waktu dalam pentriggeran. Kalau R-nya makin besar maka waktu yang diperlukan mengisi C semakin cepat. Jika R-nya kecil maka waktu pengisian C makin lama dan bila pengisian C makin lama maka waktu untuk pentriggeran juga semakin lama.

Apabila rangkaian penyearah gelombang penuh terdapat dalam gambar 19 dipasang suatu filter C sebesar 40 F maka arus thyristor atau arus beban tidak akan pernah turun ke bawah holding current. Perhatikan gambar 18. Karena arus tidak turun ke bawah holding current (I_h), maka sekali ditrigger thyristor itu akan



conduct meskipun trigernya dilepas. Begitu pula kecepatan putaran motor sudah tidak dapat diatur lagi.

SCR dapat kembali off bila bebannya diturunkan terus sehingga arus beban turun ke bawah holding current atau sumber tegangannya di-off-kan dahulu.

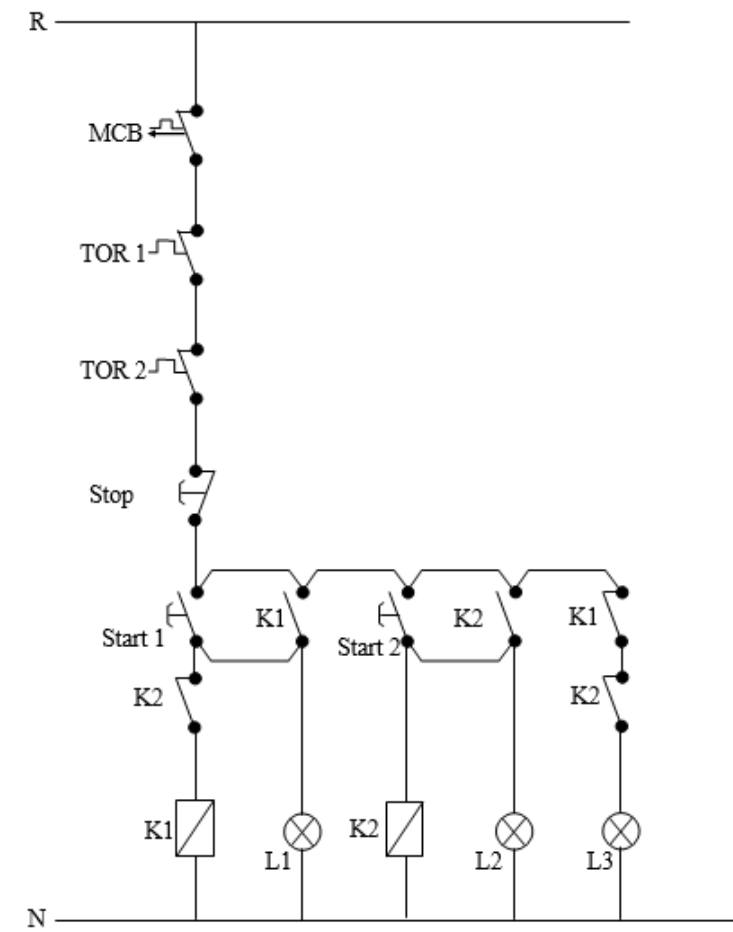
D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

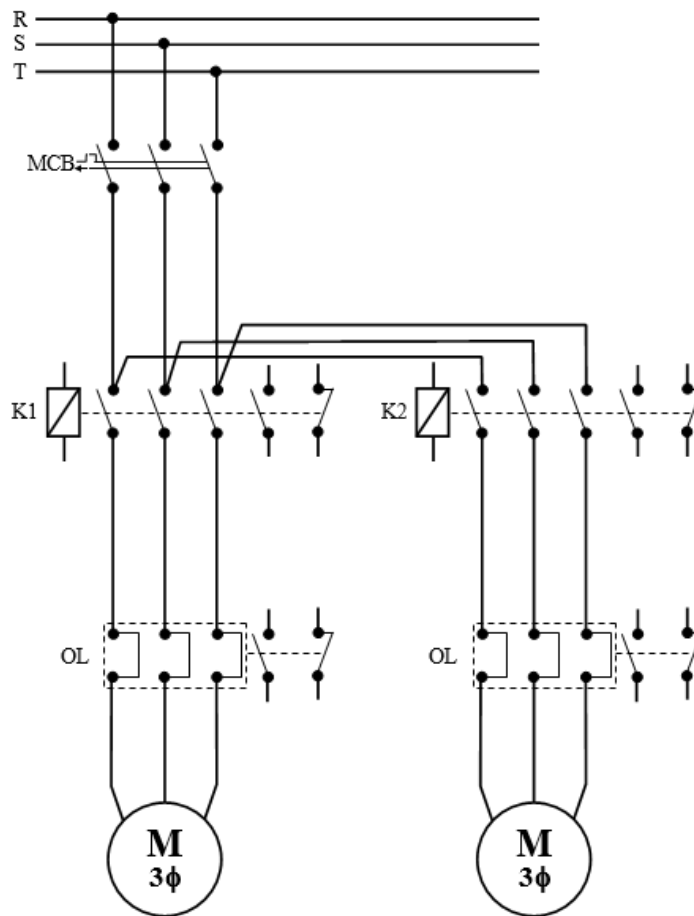
- a. Sebelum menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada Latihan/Kasus/Tugas, bacalah uraian materi dan bahan-bahan bacaan yang mendukung materi ini dari berbagai sumber.
- b. Jawablah soal-soal yang diberikan pada Lembaran Kegiatan (LK) 02

2. Aktivitas Praktikum

Rangkailah 2 motor induksi 3 fasa yang bekerja secara bergantian dimana rangkaian kontrol dan rangkaian dayanya sbb:



40



Langkah Kerja:

1. Menggambar rangkaian percobaan sebelum melakukan praktikum.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
3. Memeriksa semua peralatan dengan multimeter untuk memastikan peralatan dalam keadaan baik.
4. Merangkai rangkaian kontrol sesuai dengan gambar.
5. Merangkai rangkaian daya sesuai dengan gambar.
6. Merangkai rangkaian pengawatan sesuai dengan gambar.
7. Menyuplai rangkaian tersebut dengan suplai tegangan 3 fase.
8. Menganalisa hasil percobaan.
9. Mendiagnosa kerusakan rangkaian apabila terjadi kerusakan.

Sebutkan dan jelaskan alat dan komponen yang diperlukan untuk praktikum ini.

Analisa gangguan jika alat tidak bekerja sebagaimana mestinya.

LEMBAR KERJA (LK02)



1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Kontrol Elektronik Motor Listrik? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

3. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. hitung kecepatan putar motor induksi 3 fasa 4 poles/kutub jika motor dioperasikan dengan frekuensi 50 Hz.
2. Hitung slip motor jika diketahui kecepatan motor 1420 rpm. Dengan kecepatan sinkron yang sama dengan hasil diatas.
3. Hitung besarnya arus(ampere) motor dengan daya 1 kw dan tegangan 220V dengan faktor daya 0,88.
4. Hitung daya motor induksi 3 phasa yang memiliki arus 9,5 A dengan tegangan 380V dan faktor daya/ $\cos \phi$ 0,88.
5. Hitung daya output motor jika diketahui seperti data diatas dengan efisiensi motor 90 %
6. Dengan daya input motor 5 KW dan daya output 4,5 KW. Hitung efisiensi daya pada motor tersebut.
7. Hitung berapa torsi motor 10 HP. Dengan kecepatan 1500 rpm.

F. Rangkuman

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, konveyor, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain. Selain di industri, motor listrik juga digunakan pada peralatan listrik rumah tangga (seperti: mixer, bor listrik, kipas angin).

Penggunaan solid state relay mempunyai beberapa keuntungan yang menyebabkan solid-state relay saat ini menarik untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi kontrol untuk beban AC daripada digunakannya relay mekanik (Electromechanical Relay, EMR), walaupun biaya sebuah solid-state relay lebih mahal daripada biaya sebuah relay mekanik biasa.



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban Latihan/kasus/Tugas yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar ini dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = $(\text{Jumlah jawaban benar} : \text{jumlah soal}) \times 100 \%$

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 – 100 %
Baik	=	80 – 89 %
Cukup	=	70 – 79 %
Kurang	=	0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar berikutnya. Ini artinya bagus. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar pada bagian ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 3

PNEUMATIK DENGAN KONTROL RELAI

A. Tujuan

Setelah pembelajaran peserta diklat dapat:

1. Memahami prinsip kerja pneumatic dengan kontrol rele secara bebar
2. Merangkai pneumatic dengan control rele dengan tepat
3. Megidentifikasi beberapa jenis katup pneumatik secara baik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi rangkaian pneumatic dengan kontrol rele ini yaitu: Peserta diklat dapat merawat rangkaian pnumatik dengan kontrol rele secara prosedural

C. Uraian Materi

1. Pengertian Pneumatik

Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu 'pneuma' yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfer maupun tekanan di bawah 1 atmosfer (vacum). Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa). Jaman dahulu kebanyakan orang sering menggunakan udara bertekanan untuk berbagai keperluan yang masih terbatas, antara lain menambah tekanan udara ban mobil/motor, melepaskan ban mobil dari peleknya, membersihkan kotoran, dan sejenisnya. Sekarang, sistem pneumatik memiliki aplikasi yang luas karena udara pneumatik bersih dan mudah didapat. Banyak industri yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksi seperti industri makanan, industri obat-obatan, industri



pengepakan barang maupun industri yang lain. Belajar pneumatik sangat bermanfaat mengingat hampir semua industri sekarang memanfaatkan sistem pneumatik.

1. Aplikasi Penggunaan Pneumatik

Penggunaan udara bertekanan sebenarnya masih dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan proses produksi, misalnya untuk melakukan gerakan mekanik yang selama ini dilakukan oleh tenaga manusia, seperti menggeser, mendorong, mengangkat, menekan, dan lain sebagainya. Gerakan mekanik tersebut dapat dilakukan juga oleh komponen pneumatik, seperti silinder pneumatik, motor pneumatik, robot pneumatik translasi, rotasi maupun gabungan keduanya. Perpaduan dari gerakan mekanik oleh aktuator pneumatik dapat dipadu menjadi gerakan mekanik untuk keperluan proses produksi yang terus menerus (continue), dan flexibel.

Pemakaian pneumatik dibidang produksi telah mengalami kemajuan yang pesat, terutama pada proses perakitan (manufacturing), elektronika, obat-obatan, makanan, kimia dan lainnya. Pemilihan penggunaan udara bertekanan (pneumatik) sebagai sistim kontrol dalam proses otomasinya, karena pneumatik mempunyai beberapa keunggulan, antara lain: mudah diperoleh, bersih dari kotoran dan zat kimia yang merusak, mudah didistribusikan melalui saluran (selang) yang kecil, aman dari bahaya ledakan dan hubungan singkat, dapat dibebani lebih, tidak peka terhadap perubahan suhu dan sebagainya.

Udara yang digunakan dalam pneumatik sangat mudah didapat/diperoleh di sekitar kita. Udara dapat diperoleh dimana saja kita berada, serta tersedia dalam jumlah banyak. Selain itu udara yang terdapat di sekitar kita cenderung bersih dari kotoran dan zat kimia yang merugikan. Udara juga dapat dibebani lebih tanpa menimbulkan bahaya yang fatal. Karena tahan terhadap perubahan suhu, maka penumatik banyak digunakan pula pada industri pengolahan logam dan sejenisnya.



Secara umum udara yang dihisap oleh kompressor, akan disimpan dalam suatu tabung penampung. Sebelum digunakan udara dari kompressor diolah agar menjadi kering, dan mengandung sedikit pelumas. Setelah melalui regulator udara dapat digunakan menggerakkan katub penggerak (aktuator), baik berupa silinder/stang torak yang bergerak translasi, maupun motor pneumatik yang bergerak rotasi. Gerakan bolak balik (translasi), dan berputar (rotasi) pada aktuator selanjutnya digunakan untuk berbagai keperluan gerakan yang selama ini dilakukan oleh manusia atau peralatan lain.

2. Keuntungan Penggunaan Sistem Pneumatik

Penggunaan udara kempa dalam sistim pneumatik memiliki beberapa keuntungan antara lain dapat disebutkan berikut ini :

- a. Ketersediaan yang tak terbatas, udara tersedia di alam sekitar kita dalam jumlah yang tanpa batas sepanjang waktu dan tempat.
- b. Mudah disalurkan, udara mudah disalurkan/pindahkan dari satu tempat ke tempat lain melalui pipa yang kecil, panjang dan berliku.
- c. Fleksibilitas temperatur, udara dapat fleksibel digunakan pada berbagai temperatur yang diperlukan, melalui peralatan yang dirancang untuk keadaan tertentu, bahkan dalam kondisi yang agak ekstrem udara masih dapat bekerja.
- d. Aman, udara dapat dibebani lebih dengan aman selain itu tidak mudah terbakar dan tidak terjadi hubungan singkat (kotsleiting) atau meledak sehingga proteksi terhadap kedua hal ini cukup mudah, berbeda dengan sistim elektrik yang dapat menimbulkan kostleting hingga kebakaran.
- e. Bersih, udara yang ada di sekitar kita cenderung bersih tanpa zat kimia yang berbahaya dengan jumlah kandungan pelumas yang dapat diminimalkan sehingga sistem pneumatik aman digunakan untuk industri obat-obatan, makanan, dan minuman maupun tekstil
- f. Pemindahan daya dan Kecepatan sangat mudah diatur. udara dapat melaj dengan kecepatan yang dapat diatur dari rendah hingga tinggi atau sebaliknya. Bila Aktuator menggunakan silinder pneumatik, maka kecepatan torak dapat mencapai 3 m/s. Bagi motor pneumatik putarannya



dapat mencapai 30.000 rpm, sedangkan sistim motor turbin dapat mencapai 450.000 rpm.

- g. Dapat disimpan, udara dapat disimpan melalui tabung yang diberi pengaman terhadap kelebihan tekanan udara. Selain itu dapat dipasang pembatas tekanan atau pengaman sehingga sistim menjadi aman.
- h. Mudah dimanfaatkan, udara mudah dimanfaatkan baik secara langsung missal untuk membersihkan permukaan logam dan mesin-mesin, maupun tidak langsung, yaitu melalui peralatan pneumatik untuk menghasilkan gerakan tertentu.

3. Kelemahan Penggunaan Sistem Pneumatik

Selain memiliki kelebihan seperti di atas, pneumatik juga memiliki beberapa kelemahan antara lain:

- a. Memerlukan instalasi peralatan penghasil udara. Udara kempa harus dipersiapkan secara baik hingga memenuhi syarat. memenuhi kriteria tertentu, misalnya kering, bersih, serta mengandung pelumas yang diperlukan untuk peralatan pneumatik. Oleh karena itu sistem pneumatik memerlukan instalasi peralatan yang relatif mahal, seperti kompressor, penyaring udara, tabung pelumas, pengeering, regulator, dll.
- b. Mudah terjadi kebocoran, Salah satu sifat udara bertekanan adalah ingin selalu menempati ruang yang kosong dan tekanan udara susah dipertahankan dalam waktu bekerja. Oleh karena itu diperlukan seal agar udara tidak bocor. Kebocoran seal dapat menimbulkan kerugian energi. Peralatan pneumatik harus dilengkapi dengan peralatan kedap udara agar kebocoran pada sistim udara bertekanan dapat ditekan seminimal mungkin.
- c. Menimbulkan suara bising, Pneumatik menggunakan sistim terbuka, artinya udara yang telah digunakan akan dibuang ke luar sistim, udara yang keluar cukup keras dan berisik sehingga akan menimbulkan suara bising terutama pada saluran buang. Cara mengatasinya adalah dengan memasang peredam suara pada setiap saluran buangnya.



- d. Mudah Mengembun, Udara yang bertekanan mudah mengembun, sehingga sebelum memasuki sistem harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi

4. Perbedaan Pneumatik dengan Hidrolik

Hidrolik adalah suatu sistem yang memanfaatkan tekanan fluida sebagai power (sumber tenaga) pada sebuah mekanisme. Pada sistem hidrolik, tekanan fluida merupakan tenaga penggerak sistem.

Pada kebanyakan aplikasi, sistem hidrolik banyak digunakan seperti memindahkan beban yang berat, sebagai alat penekan dan pengangkat. Dalam industri banyak ditemui penggunaan sistem hidrolik pada alat-alat berat, seperti truk pengangkat (dump truck), mesin moulding, mesin press, forklift, crane, dan lain-lain.

Pada saat ini penggunaan sistem hidrolik sudah dilengkapi dengan berbagai peralatan kontrol yang menunjang pengendalian dan ketepatan (presisi) dalam penggunaannya.

Hidrolik adalah suatu sistem yang memanfaatkan tekanan fluida sebagai power (sumber tenaga) pada sebuah mekanisme. Karena itu, pada sistem hidrolik dibutuhkan power unit untuk membuat fluida bertekanan. Kemudian fluida tersebut dialirkan sesuai dengan kebutuhan atau mekanisme yang diinginkan.

Perbedaan antara sistem hidrolik dan pneumatik adalah sebagai berikut:

- a. Pada fluida kerja, sistem hidrolik menggunakan fluida cair bertekanan sedangkan pada pneumatik menggunakan fluida gas bertekanan
- b. Sistem pneumatik umumnya menggunakan tekanan 4 – 7 kgf/cm² dan menghasilkan output yang lebih kecil daripada sirkuit hidrolik, sehingga cocok untuk pekerjaan ringan
- c. Sifat compressibility (mampu tekan) dari sirkuit hidrolik lebih besar daripada sirkuit pneumatik
- d. Udara bertekanan memiliki resistansi (tahanan) kecil terhadap aliran dan dapat dijalankan dengan lebih tepat daripada tenaga hidrolik



- e. Sistem hidrolik sensitif terhadap kebocoran minyak, api dan kontaminasi. Sedangkan udara bertekanan tidak mempunyai masalah seperti itu jika sirkuitnya dirancang dengan baik
- f. Udara bertekanan dihasilkan oleh kompresor yang umumnya dimiliki oleh pabrik, tetapi sistem hidrolik membutuhkan pompa
- g. Batas temperatur yang mampu diterima oleh peralatan hidrolik 60 – 70°C, sedangkan untuk pneumatik dapat dijalankan hingga 180°C

Kelebihan dari sistem hidrolik adalah: Memiliki tekanan kerja yang relatif lebih besar daripada sistem pneumatik, sehingga cocok untuk pekerjaan-pekerjaan berat.

Kekurangan dari sistem hidrolik adalah:

- a. Fluida dari sirkuit yang tercemar oleh kotoran akan menyebabkan peralatan hidrolik menjadi lemah dan cepat rusak
- b. Konstruksinya yang rumit dengan biaya yang mahal, serta kesulitan dalam pemeliharaan dan operasi
- c. Fluida kerja tidak dapat bertahan pada temperatur operasi yang lebih tinggi

Komponen yang digunakan pada sistem hidrolik:

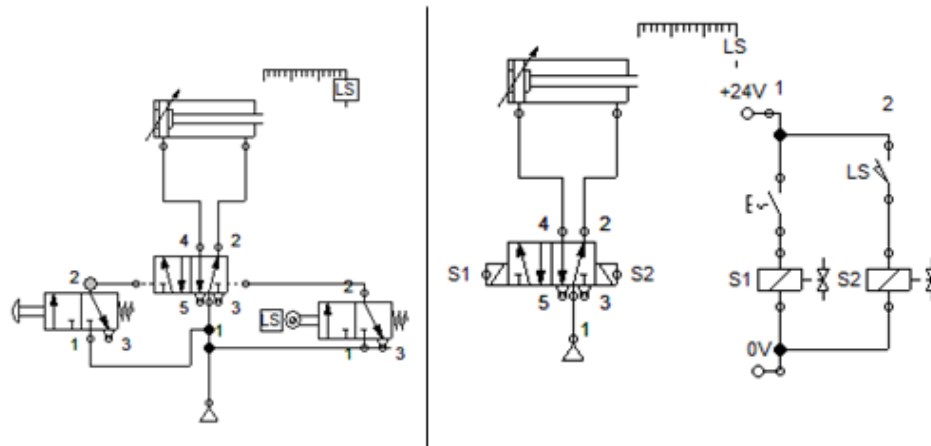
- a. Piston sebagai aktuator
- b. Pompa mengubah energi mekanis dari putaran poros menjadi energi fluida dan juga untuk menaikkan fluida kerja
- c. Tangki menstabilkan sirkulasi tekanan minyak yang dikeluarkan pompa, menyimpan fluida bertekanan, menghindari pressure drop apabila sejumlah besar minyak dipakai dalam waktu singkat
- d. Manometer (pressure gauge): mengukur tekanan kerja fluida pada saat piston melakukan langkah maju dan langkah mundur
- e. Hose.
- f. Hose Couplers (penyambung hose)

5. Perbedaan Pneumatik dengan Elektro Pneumatik

Elektro-pneumatik merupakan pengembangan dari pneumatik. Prinsip kerja elektro-pneumatik hampir sama dengan pneumatik. Pneumatik hanya



mengandalkan angin untuk pengendali, sedangkan elektro-pneumatik menggunakan listrik dc 24V atau ac 220V untuk mengendalikan kerja pneumatik. Berikut adalah gambaran rangkaian elektro-pneumatik dengan pneumatik:



Gambar 19: rangkaian pneumatik dan rangkaian elektro-pneumatik

Dari gambar diatas kita dapat membuat beberapa perbedaan. Berikut ini adalah tabel perbedaan pneumatik dengan elektro-pneumatik dari gambar 20.

Tabel 1: Perbedaan pneumatik dan elektro-pneumatik

PART	PNEUMATIK	ELEKTRO-PNEUMATIK
Actuating Device (output)	Cylinder	Cylinder
Processing element (processor signal)	Valve	Solenoid valve
Input elements (input signal)	Pneumatikal Limit Switch	Electrical limit switch
Energy Supply (source)	Compressor	Compressor, Voltage supply

Dengan adanya perbedaan dari pneumatik dan elektro-pneumatik, pasti ada pula keuntungan dan kekurangan dari pneumatik dan elektro-pneumatik. Adapun perbandingan pneumatik dengan elektro-pneumatik sebagai berikut:

Tabel 2: Perbandingan pneumatik dan elektro-pneumatik

PNEUMATIK	ELEKTRO-PNEUMATIK
Variasi rangkaian terbatas	Lebih banyak variasi rangkaian



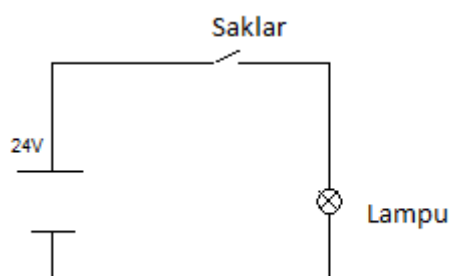
Tidak perlu menggunakan listrik	Memerlukan supply listrik
Butuh converter agar dapat dikendalikan oleh PLC dan mikroprosesor	Tidak butuh converter agar dapat dikendalikan melalui PLC dan mikroprosesor
Sistem kontrol sederhana	Sistem control lebih canggih

Elektropneumatik merupakan kelanjutan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas (*limit switch*) yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal tersebut akan dikirimkan ke kumparan dan akan menghasilkan medan elektromagnetik serta akan mengaktifkan/mengaktuasikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti silinder yang akan menjalankan sistem.

1. Sistem elektro-pneumatik

a. Sinyal listrik

Komponen dasar dari sinyal listrik yaitu menggunakan listrik DC 24 Volt. Rangkaian sederhana dari rangkaian listrik adalah terdiri dari tegangan sumber DC, beban dan sistem pengawatannya.



Gambar 20: Rangkaian kelistrikan DC sederhana

Ketika saklar dalam posisi menutup (ON), arus akan bergerak melalui beban. Arus tersebut akan melalui sebuah penghantar atau konduktor, sehingga akan mengakibatkan beban atau lampu menyala.



b. Saklar

Saklar adalah komponen dalam rangkaian yang berfungsi untuk memutuskan atau menyambungkan arus pada beban. Saklar terdiri dari dua jenis yaitu saklar push button dan saklar mekanik.

1. Saklar mekanik yaitu saklar yang digerakan secara mekanis dalam menentukan posisi ON atau OFF nya. Posisi tersebut akan tetap selama belum dirubah posisinya secara mekanik.
2. Saklar push button yaitu saklar yang akan bekerja selama saklar tersebut ditekan, dan akan kembali ke posisi semula bila saklar tersebut sudah tidak ditekan kembali.



Gambar 21: Saklar mekanis dan push button

c. Limit switch

Limit switch mekanik dapat disetting pada suatu posisi atau kondisi tertentu. Pada saat benda kerja menyentuh limit switch tersebut, maka akan mengeluarkan sinyal untuk mengendalikan suatu sistem. Limit switch ini biasanya digunakan untuk memutuskan atau menyambung aliran arus.



Gambar 22: Limit switch

d. Relai

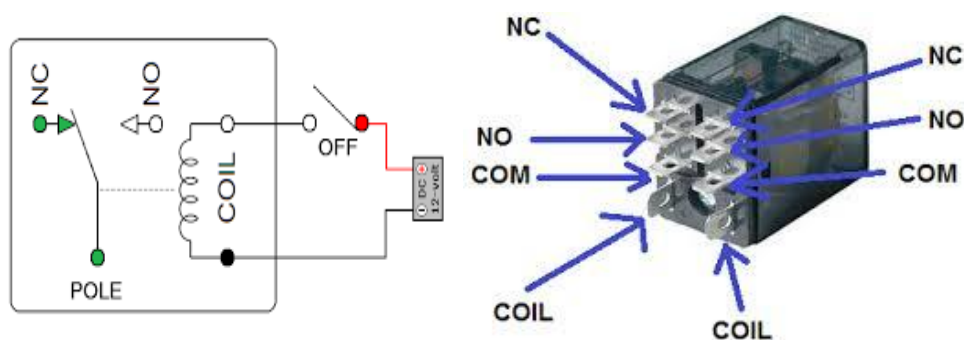


Relai dapat didefinisikan sebagai : suatu alat/komponen elektro mekanik yang digunakan untuk mengoperasikan seperangkat kontak saklar, dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Dengan memanfaatkan lilitan atau coil (koil) berintikan besi yang dialiri arus listrik, tentunya akan menghasilkan medan magnet pada ujung inti besi apa bila koil dialiri arus listrik. Medan magnet/energi magnet tersebutlah yang digunakan untuk mengerjakan saklar nantinya. Relai terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Common bagian yang tersambung dengan NC(dlm keadaan normal).
2. Koil (kumparan) Merupakan komponen utama relai yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
3. kontak terdiri dari NC dan NO Normally Closed (NC)

=> Normally Closed (NC) merupakan bagian sakelar relai yang dalam keadaan normal (relai tidak diberi tegangan) terhubung dengan common.

=> Normally Open (NO) Normally Open (NO) merupakan bagian sakelar relai yang dalam keadaan normal (relai tidak diberi tegangan) tidak terhubung dengan common. Tetapi Normally Open akan terhubung dengan common apabila relai diberi tegangan.



Gambar 23: Relai

Fungsi atau kegunaan relai (relai) dalam dunia elektronika sebenarnya juga sama seperti dalam teknik listrik. Hanya saja kebanyakan relai yang digunakan dalam teknik elektronika adalah relai dengan voltase kecil seperti 6volt, 12volt, 24volt berbeda dengan teknik listrik yang memakai relai



220volt, 110volt. Namun ada juga dalam teknik elektronik yg memakai relai dg voltase tinggi. Walau ada perbedaan pemakaian voltase pada relai, sebenarnya relai memiliki fungsi/kegunaan yg sama yakni : sebagai alat pengganti saklar yang bekerja untuk mengontrol/membagi arus listrik ataupun sinyal lain ke sirkuit (circuit) rangkaian lainnya.

Jenis-jenis relai:

SPST – Single Pole Single Throw.

SPDT – Single Pole Double Throw. Terdiri dari 5 buah pin, yaitu:(2) koil, (1) common, (1) NC, (1)NO.

DPST – Double Pole Single Throw. Setara dengan 2 buah saklar atau relai SPST.

DPDT – Double Pole Double Throw. Setara dengan 2 buah saklar atau relai SPDT.

QPDT – Quadruple Pole Double Throw. Sering disebut sebagai Quad Pole Double Throw, atau 4PDT. Setara dengan 4 buah saklar atau relai SPDT atau dua buah relai DPDT. Terdiri dari 14 pin (termasuk 2 buah untuk koil).

Pemilihan relai yang sesuai kebutuhan harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain:

- Perawatan yang minim
- Kemampuan menyambungkan beberapa saluran secara independent
- Mudah adaptasi dengan tegangan operasi dan tegangan tinggi
- Kecepatan operasi tinggi, misalnya waktu yang diperlukan untuk menyambungkan saluran singkat.

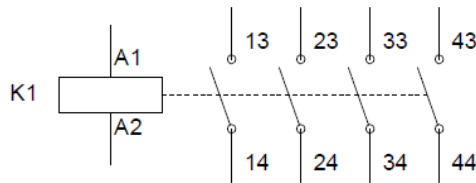
Cara kerja relai:

Apabila pada lilitan dialiri arus listrik maka arus listrik tadi akan mengalir melalui lilitan kawat dan akan timbul medan magnet yang mengakibatkan pelat yang ada di dekat kumparan akan tertarik ataupun terdorong sehingga saluran dapat tersambung ataupun terputus. Hal ini tergantung apakah sambungannya NO atau NC. Bila tidak ada arus listrik maka pelat tadi akan kembali ke posisi semula karena ditarik dengan pegas.

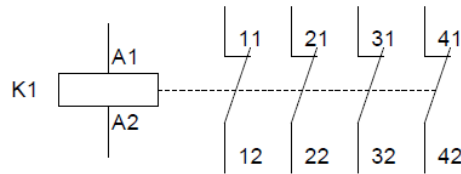


Simbol Relai:

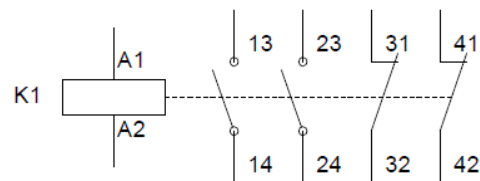
Relai Normally Open



Relai Normally Closed



Kombinasi NO & NC



Penunjukkan angka pada relai mempunyai arti sebagai berikut:

Angka yang pertama menunjukkan contactor yang beberapa sedangkan angka yang kedua selalu bernomor $\frac{3}{4}$ untuk relai NO dan $\frac{1}{2}$ untuk relai yang NC.

Keuntungan dan kerugian penggunaan Relai:

Keuntungan:

- Mudah mengadaptasi bermacam-macam tegangan operasi
- Tidak mudah terganggu dengan adanya perubahan temperature disekitarnya, karena relai masih bisa bekerja pada temperature 233 K (-40o C) sampai 353 K (80o C)
- Mempunyai tahanan yang cukup tinggi pada kondisi tidak kontak
- Memungkinkan untuk menyambungkan beberapa saluran secara independent

- Adanya isolasi logam antara rangkaian kontrol dan rangkaian utama

Oleh karena keuntungan-keuntungan di atas maka penggunaan relai sampai saat ini masih dipertahankan.



Kerugian:

- Khususnya untuk NO, bila akan diaktifkan timbul percikan api
- Memerlukan tempat yang cukup besar
- Bila diaktifkan, berbunyi
- Kontaktor bisa terpengaruh dengan adanya debu
- Kecepatan menyambung atau memutus saluran terbatas.

e. Solenoid

Di lapangan kita bisa menemukan solenoid dengan arus searah (DC) ataupun arus bolak balik (AC). Sedangkan yang sering digunakan pada Electro-pneumatik adalah Solenoid DC. Solenoid DC secara konstruktif selalu mempunyai inti yang pejal dan terbuat dari besi lunak. Dengan demikian mempunyai bentuk yang simple dan kokoh. Selain itu maksudnya agar diperoleh konduktansi optimum pada medan magnet. Bila ada kelonggaran udara, tidak akan mengakibatkan kenaikan temperature operasi, karena temperature operasi hanya akan tergantung pada besarnya tahanan kumparan serta arus listrik yang mengalir. Bila solenoid DC diaktifkan (*switched on*) maka arus listrik yang mengalir meningkat secara perlahan. Ketika arus listrik dialirkan ke dalam kumparan akan terjadi elektromagnet. Selama terjadinya induksi akan menghasilkan gaya yang berlawanan dengan tegangan yang digunakan. Bila solenoid dipasifkan (*switched off*) maka medan magnet yang pernah terjadi akan hilang dan dapat mengakibatkan tegangan induksi yang besarnya bisa beberapa kali lipat dibandingkan dengan tegangan yang ada pada kumparan. Tegangan induksi ini dapat mengakibatkan rusaknya isolasi pada gulungan koil, selanjutnya bila hal ini terjadi terus akan terjadi percikan api. Untuk mengatasi hal ini maka harus dibuat rangkaian yang meredam percikan api, misalnya dengan memasang tahanan yang dihubungkan secara paralel dengan induktansi. Sehingga bila terjadi pemutusan arus listrik, energi akan tersimpan dalam bentuk medan magnet dan dapat hilang lewat tahanan yang dipasang tadi.

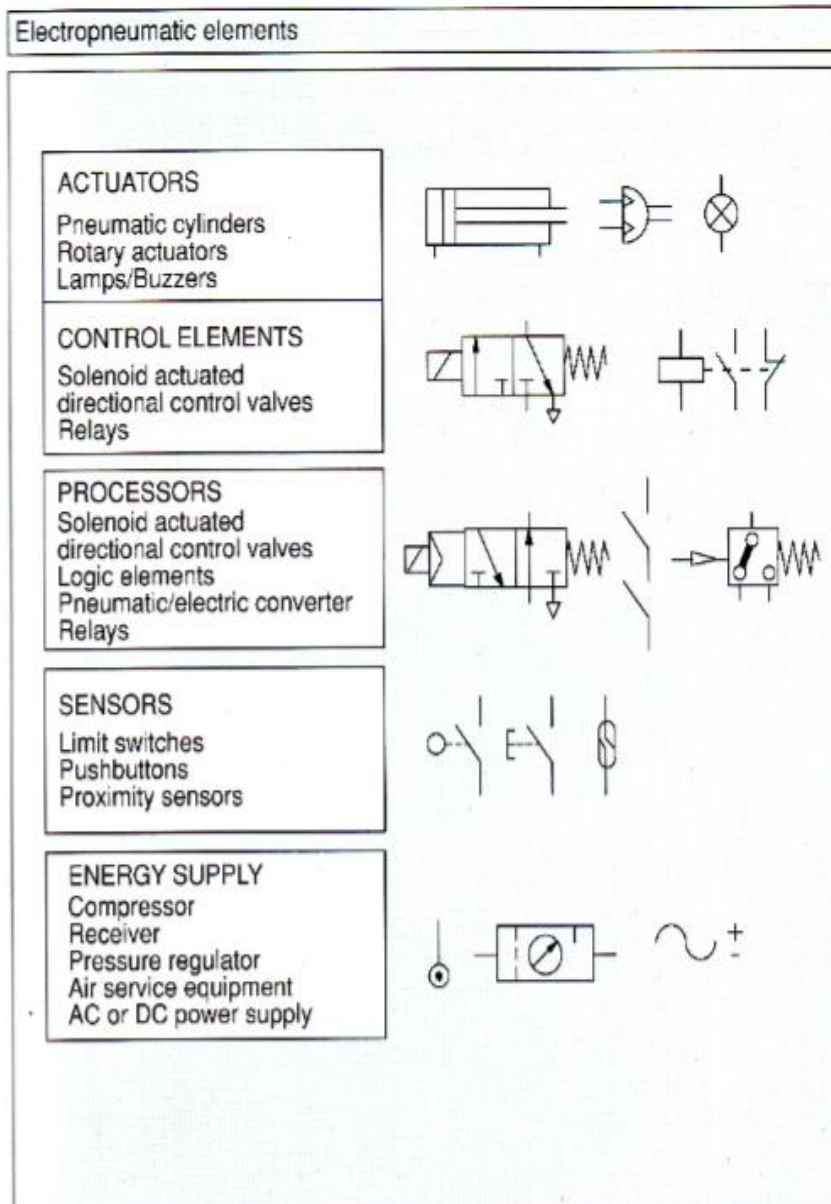


Gambar 24: Solenoid

2. Struktur dan komponen elektro pneumatik

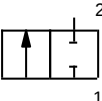
Desain sistem dalam elektropneumatik terdiri dari empat bagian yaitu:

- a. Supply energi (Compressor air & Electrical)
- b. Input elements (Limit switch/push button/proximity sensors)
- c. Processing elements (switching logic, solenoid valves, pneumatic to electric converter)
- d. Actuator and final control elements (cylinder, motors, directional control valves)



3. Symbol dan identifikasi katub elektropneumatik

a. Simbol pada elektropneumatik

	Air service unit
	2/2 way valve



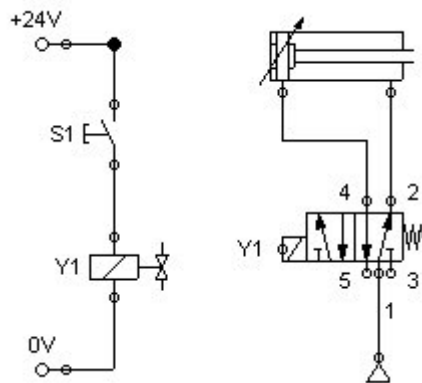
	3/2 way valve
	4/2 way valve
	5/2 way valve
	3/2 way valve with push button
	3/2 way valve with mechanical button
	Double acting cylinder
	Single acting cylinder

b. Identifikasi katub elektropneumatik

No	Kind	Indicator
1	Pressure	P (<i>Pressure</i>) or 1
2	Output from valve	A, B, C, ... or 2, 4, 6, ...
3	Losses from valve	R, S, T, ... or 3, 5, 7, ...
4	Control of signal	X, Y, Z, ... or 1.2 ; 1.4 ; 1.6 ; ...

4. Rangkaian dasar Elektro-pneumatik

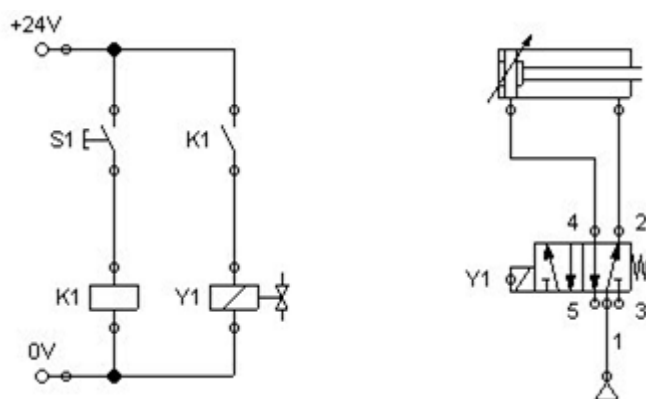
Merupakan gabungan antara rangkaian elektrik dan rangkaian penumatik



Jika Switch/Pushbutton ditekan, maka solenoid akan aktif dan Silinder maju.

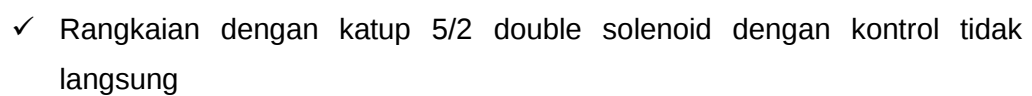
Jika switch dilepas, silinder akan mundur.

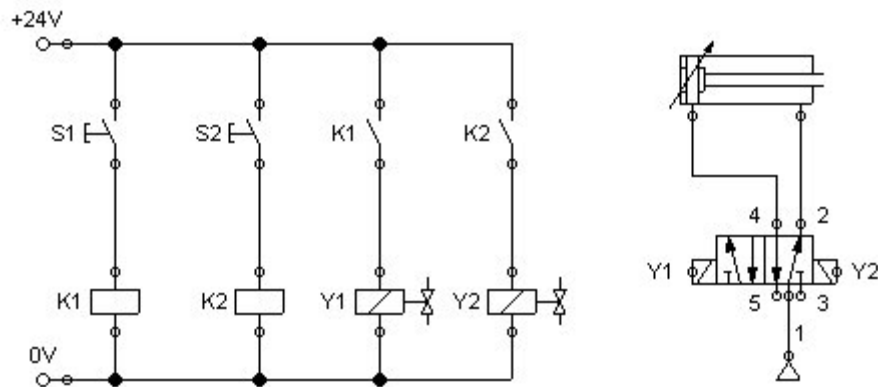
✓ Kontrol menggunakan relai



Prinsip kerja sama seperti dengan yang di atas, perbedaannya adalah Switch pushbutton disini untuk mengaktifkan relai. Sedangkan solenoid akan aktif apabila relai aktif.

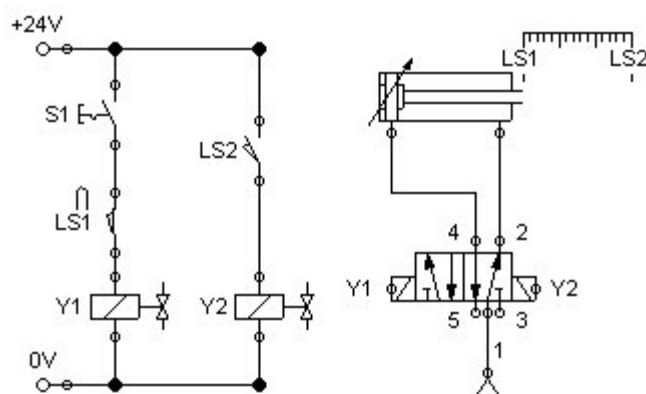
✓





Prinsip kerja seperti latihan no.8, hanya saja pada rangkaian ini menggunakan dua buah relai. Relai 1 untuk mengontrol solenoid 1 dan relai 2 untuk mengontrol solenoid 2.

- ✓ Gerakan silinder secara kontinue



Apabila latching pushbutton diaktifkan, maka silinder akan maju mundur secara kontinue. Dan apabila latching pushbutton dinonaktifkan, silinder akan kembali keposisi semula

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

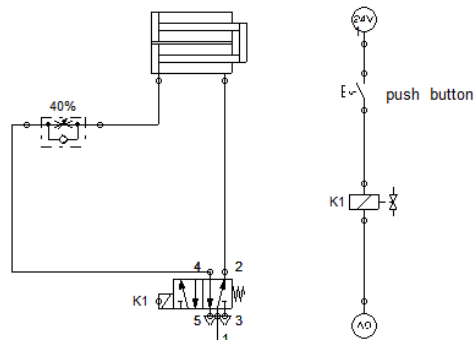
Sebelum menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada Latihan/Kasus/Tugas, bacalah uraian materi dan bahan-bahan bacaan yang mendukung materi ini dari berbagai sumber.



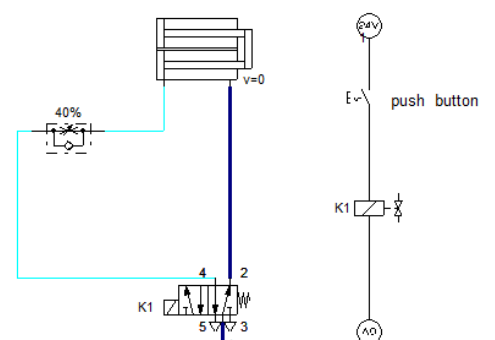
2. Aktivitas Praktikum

Terangkan prinsip kerja rangkaian keseluruhan untuk:

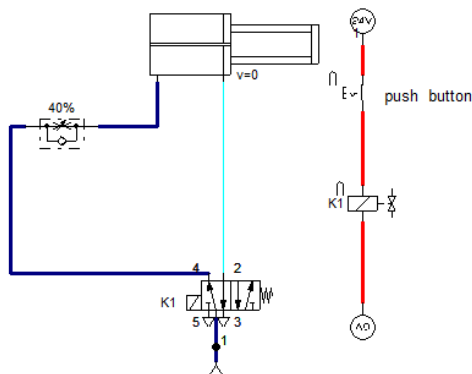
1) Kontrol langsung silinder ganda full elektrik pneumatik



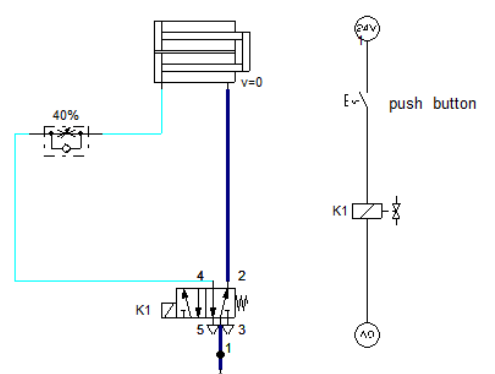
(a) Kondisi awal sebelum rangkaian dijalankan
rangkaian dijalankan



(b) Kondisi awal ketika

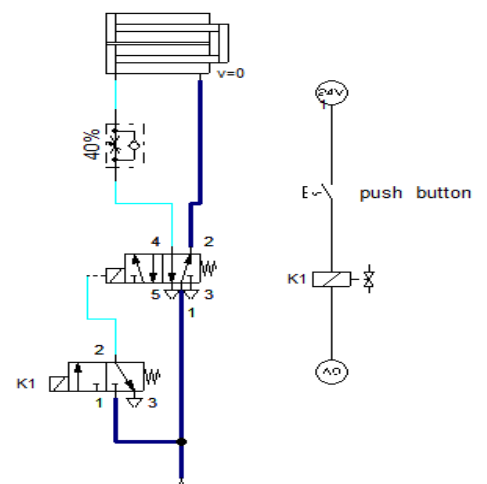
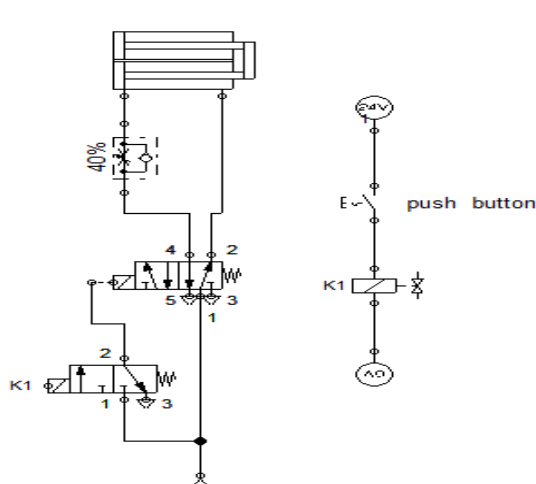


(c) Kondisi setelah push button ditekan
ditekan lagi



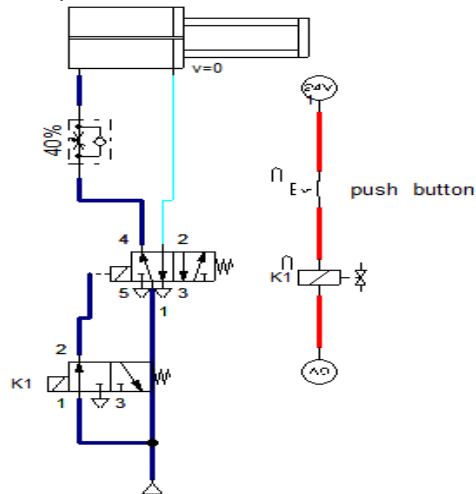
(d) Kondisi setelah push button

2) Kontrol tidak langsung silinder ganda full elektrik pneumatic

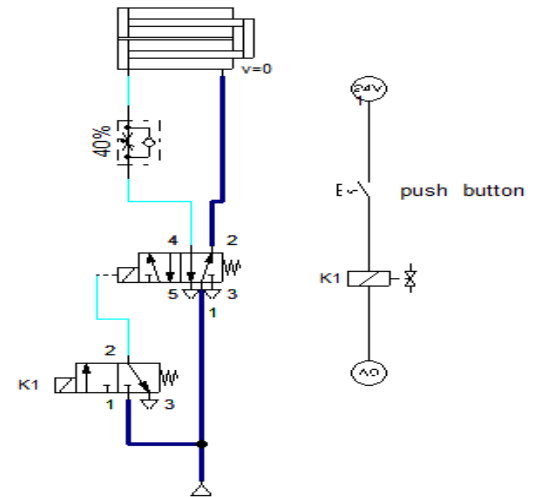




(a) Kondisi awal sebelum rangkaian dijalankan
rangkaian dijalankan



(b) Kondisi awal ketika



(c) kondisi setelah push button ditekan
ditekan lagi

(d) Kondisi setelah push button

E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal 1:

Tumpukan papan kayu di dorong ke luar satu persatu dari tempatnya ke alat penjepit oleh sebuah silinder. Dengan menekan salah satu tombol tekan atau pedal kaki satu papan terdorong ke luar dari tumpukan papan. Tombol dilepas alat pendorong kembali ke posisi semula.

Pertanyaan :

1. Gambarkan rangkaian kontrolnya.
 - a. Tanpa relai dengan silinder kerja tunggal
 - b. Dengan relai menggunakan silinder kerja ganda
2. Apa yang terjadi bila kedua tombol ditekan bersama-sama Alat Stempel

Soal 2 :

Benda kerja distempel dengan alat stempel. Dengan menekan dua switch tombol tekan bersama-sama, batang piston silinder bergerak keluar dan benda kerja distempel. Batang piston kembali ke posisi semula jika tombol tekan dilepas.

Pertanyaan :

1. Gambarkan rangkaian kontrolnya dengan relai dan tanpa relai



F. Rangkuman

Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu 'pneuma' yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfer maupun tekanan di bawah 1 atmosfer (vacum). Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa).

Elektropneumatik merupakan kelanjutan dari pneumatik, dimana prinsip kerjanya memilih energi pneumatik sebagai media kerja (tenaga penggerak) sedangkan media kontrolnya mempergunakan sinyal elektrik ataupun elektronik. Sinyal elektrik dialirkan ke kumparan yang terpasang pada katup pneumatik dengan mengaktifkan sakelar, sensor ataupun sakelar pembatas (*limit switch*) yang berfungsi sebagai penyambung ataupun pemutus sinyal. Sinyal tersebut akan dikirimkan ke kumparan dan akan menghasilkan medan elektromagnetik serta akan mengaktifkan/mengaktuasikan katup pengatur arah sebagai elemen akhir pada rangkaian kerja pneumatik. Sedangkan media kerja pneumatik akan mengaktifkan atau menggerakkan elemen kerja pneumatik seperti silinder yang akan menjalankan sistem.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban Latihan/kasus/Tugas yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar ini dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = (Jumlah jawaban benar : jumlah soal) x 100 %

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 – 100 %
Baik	=	80 – 89 %
Cukup	=	70 – 79 %
Kurang	=	0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar berikutnya. Ini artinya bagus. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar tahap ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 4

MENEMUKAN KESALAHAN SECARA SISTEMATIS PNEUMATIK DENGAN KONTROL PLC

A. Tujuan

Setelah pembelajaran peserta dapat:

1. Mengidentifikasi macam-macam kesalahan rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC dengan cermat
2. Mengidentifikasi penyebab kesalahan operasi PLC rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC secara benar
3. Menangani kesalahan operasi rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi kompetensi pada pembelajaran ini adalah Peserta diklat dapat menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O PLC pada rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC.

C. Uraian Materi

1. Pemeliharaan PLC Pneumatik

Yang dimaksud dengan pemeliharaan PLC Pneumatik ialah segala upaya atau kegiatan yang sengaja dilakukan terhadap PLC Pneumatik dengan mengikuti suatu prosedur yang sistematis dengan tujuan agar PLC Pneumatik yang kita miliki dapat digunakan dengan lancar, aman dan secara teknis maupun ekonomis berumur panjang (awet). Untuk mencapai tujuan tersebut, secara sistematis kegiatan pemeliharaan dapat kita kelompokkan menjadi kelompok



pemeliharaan pencegahan (prevetive maintenance) dan kelompok perbaikan (corctive maintenance).

Pemeliharaan Pencegahan (Preventive Maintenance)

Kegiatan pemeliharaan pencegahan ini dilakukan sebelum dan selama PLC Pneumatik dioperasikan, dengan tujuan untuk mencegah terjadinya laju kerusakan. Ada pun kegiatannya antara lain :

1. Pra Pemeliharaan

Yang dimaksud dengan pra pemeliharaan ialah suatu kegiatan persiapan yang bertujuan agar nantinya pelaksanaan pemeliharaan berjalan lebih lancar Kegiatannya antara lain :

- ✓ Penyiapan peralatan pemeliharaan, semakin lengkap akan semakin baik.
- ✓ Penyiapan bahan-bahan pemeliharaan terutama yang dipakai secara rutin bahan pembersih ,bahan pelumas, bahan pencegah korosi dan lain lain.
- ✓ Pemasangan mesin/peralatan yang memberi peluang untuk pelaksanaan pemeliharaan.
- ✓ Instalasi tenaga baik tenaga listrik maupun tenaga udara kempa harus memenuhi persyaratan.
- ✓ Persiapan administrasi pemeliharaan termasuk dokumen-dokumen yang perlu dipersiapkan seperti data data pengecekan harian, data-data pengecekan mingguan ataupun pengecekan bulanan
- ✓ Kebutuhan tenaga listrik harus mencukupi untuk semua kontrol atau beban
- ✓ Pemasangan komponen-komponen harus dimungkinkan untuk pemeriksaan dan penggantian seperti card-card I/O yang bisa diganti dengan mudah.

2. Pemeliharaan Harian

Pemeliharaan harian ialah pemeliharaan yang dilakukan setiap hari selama PLC Pneumatik digunakan baik siang maupun malam.

Kegiatannya antara lain :

- ✓ Memeriksa kondisi alat setiap akan dioperasikan.
- ✓ Menjaga kebersihan dan ketertiban.
- ✓ Mencegah terjadinya beban lebih.



- ✓ Mengamati atau memperhatikan.

3. Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala dilakukan secara berkala secara terjadwal, baik mingguan, bulanan maupun tahunan. Kegiatannya antara lain :

- ✓ Pemeriksaan / pengecekan kondisi PLC Pneumatik baik posisinya, kondisinya maupun infra strukturnya.
- ✓ Penyetelan-penyetelan baut-baut konektor yang kendur, kabel-kabel dan sebagainya.

2. Perbaikan PLC Pneumatik

Perbaikan termasuk kegiatan pemeliharaan secara umum yang dilakukan terhadap alat yang mengalami gangguan atau kerusakan. Tujuannya ialah untuk memulihkan kondisi alat yang rusak sehingga dapat berfungsi kembali.

Kegiatannya antara lain:

1. Trouble Shooting PLC Pneumatik

Dengan melakukan pendekatan disain dan trouble shooting PLC, ada beberapa kondisi yang harus kita perhatikan untuk langkah-langkah tersebut, yaitu:

- a. Dalam mengintalasi I/O pastikan mana input terminal dan mana output terminal biasanya untuk type kecil kita bisa melihat informasi tertulis pada PLC tetapi untuk PLC type besar seperti C200H/HX/HG pada Omron untuk input ditulis ID,IA, IM dan output ditulis OD,OC, OA
- b. Kemampuan arus output pada PLC, karena untuk beban yang lebih besar seperti menghidupkan motor misalnya, tidak dapat langsung output PLC disuplaikan, tetapi perlu menggunakan relaii sebagai pembantu.
- c. Tegangan I/O yang digunakan, untuk PLC bisa tegangan VAC dan VDC tergantung pilihan kita dan kecocokannya dengan type CPU. Untuk I/O dengan VAC dan VDC harus diperhatikan besar tegangan karena sangat erat hubungannya dengan input peralatan dan output peralatan,



- d. Jenis sensor yang digunakan PNP atau NPN yang harus disesuaikan dengan input PLC

Jenis output, ada tiga jenis output yang tersedia yaitu:

- ✓ Output Relai digunakan untuk tegangan AC/DC
 - ✓ Output Triac digunakan hanya tegangan AC
 - ✓ Output Transistor digunakan hanya untuk tegangan DC
- e. Pastikan baut baut terminal I/O dalam kondisi kuat (tidak longgar)
- f. Pastikan kabel komunikasi antara PLC dengan PC dalam kondisi terhubung, dengan menghubungkan secara software (lihat indikasi pada CPU). Jika tidak terjadi komunikasi periksa kabel komunikasi atau salah Com pada software, artinya Com yang digunakan Com 1 atau Com 2. Pastikan alamat I/O pada PLC sesuai dengan alamat program yang kita buat. Apabila kondisi tersebut di atas tidak terpenuhi maka akan terjadi trouble. Jadi untuk mencari kesalahan kita selalu mengacu pada hal-hal tersebut di atas.

3. Tip pelacakan kerusakan perangkat input/output

1. Melacak Kerusakan Saklar

Semua saklar mempunyai masalah umum yang sama, yang dibagi menjadi dua grup:

- 1 Masalah operator (handle, push button, atau yaitu: masalah mekanis)
- 2 Masalah kontak (selalu terbuka atau selalu tertutup)

Jika masalah sistem di-tengarai dari saklar, lakukan prosedur seperti berikut:

- ✓ Jika kontak seharusnya terbuka: ukur tegangan yang melalui kontak. Jika besarnya tegangan terukur sama dengan tegangan operasi saklar/kontak, maka saklar dalam keadaan baik. Jika tegangan terukur mendekati nol, maka kontak terhubung singkat.
- ✓ Jika kontak seharusnya tertutup: ukur tegangan yang melalui kontak. Jika besarnya tegangan mendekati nol, maka kontak dalam keadaan baik. Jika tegangan terukur sama dengan tegangan operasi kontak, maka kontak terbuka/putus



- ✓ Jika resistansi kontak di-tengarai rusak, maka lepas resistansi, lalu ukur dengan Ohm-meter.
- ✓ Jika saklar tidak terhubung ke kontak, maka tes jumper yang menghubungkan kontak
- ✓ Jika saklar tidak terbuka, lepas salah satu kawat untuk meyakinkan masalahnya.

2. Melacak Kerusakan Relay

Masalah Relay dapat dibedakan menjadi dua seperti pada saklar, yaitu: bagian kontak dan bagian operator. Melacak kerusakan bagian kontak dapat dilakukan dengan prosedur pelacakan saklar. Karena kontak relay bekerja berdasarkan kerja solenoid atau elektromagnetik, maka arus yang tidak sesuai akan menjadi masalah utama. Oleh karena itu, pelacakan bagian operator (koil elektromagnetik) atau solenoid dapat dilakukan dengan mengukur arus yang mengalir pada koil.

- ✓ Ukur arus minimum yang mengalir pada kontak. Ini disebut arus pull-in, yaitu: arus minimum agar armatur dapat melakukan kontak.
- ✓ Setelah armatur terhubung, segera ukur arus yang melalui kontak sebelum armatur melewati kondisi normal (arus ini disebut arus drop-out). Arus yang terukur seharusnya lebih kecil dari arus pull-in.
- ✓ Arus yang tidak sesuai dengan kondisi operasi mengindikasikan bahwa: relay tidak terhubung secara sempurna, sehingga menimbulkan panas pada koil.
- ✓ Untuk perangkat yang menggunakan solenoid AC, maka akan dilengkapi dengan satu lilitan koil yang disebut cincin bayangan (shading ring) yang merupakan satu bagian dari armatur magnetik. Cincin bayangan digunakan untuk mengurangi humming noise AC solenoid.

3. Melacak kerusakan proximity sensor

Karena karakteristik operasi tiap sensor berbeda, maka yang pertama harus dilakukan adalah mengetahui cara kerja sensor di dalam sistem. Berikut adalah tips melacak kesalahan Proximity Sensor.

- ✓ Pastikan bahwa sensor bekerja dalam range dayanya, dengan cara melakukan pengukuran perangkat yang terhubung dengan sensor.



- ✓ Pastikan bahwa semua setting penguat adalah benar, dan periksa semua segel adalah masih baik.
- ✓ Pastikan bahwa semua setting saklar benar

Gunakan indikator operasi pada sensor atau penguat sensor untuk memastikan bahwa: bagian elektronik sensor masih dalam keadaan baik, dengan cara mengukur output relay atau kondisi kerja transistor. Beberapa perangkat dengan output set NO akan menunjukkan ON jika telah meng-indra obyek.

- ✓ Sedangkan untuk out dengan setting NC akan mempunyai kondisi sebaliknya.
- ✓ Pastikan tidak ada obyek asing yang mempengaruhi kinerja sensor.
- ✓ Pastikan bahwa: kecepatan bagian yang melalui sensor tidak melebihi respon frekuensi pada bagian tsb.
- ✓ Pastikan bahwa jarak pengindraan tidak berkurang karena kurangnya tegangan catu atau karena perubahan temperatur.

4. Melacak kerusakan sensor fotoelektrik

- ✓ Pastikan bahwa sensor mempunyai daya yang sesuai dengan range-nya, dengan cara melakukan pengukuran pada semua perangkat yang terhubung dengan sensor.
- ✓ Pastikan bahwa semua setting penguat adalah benar, dan periksa semua segel adalah masih baik.
- ✓ Pastikan bahwa semua setting saklar benar
- ✓ Gunakan indikator operasi pada sensor atau penguat sensor untuk memastikan bahwa: bagian elektronik sensor masih dalam keadaan baik, dengan cara mengukur output relay atau kondisi kerja transistor. Beberapa perangkat dengan output set NO akan menunjukkan ON jika telah mengindra obyek. Sedangkan untuk out dengan setting NC akan mempunyai kondisi sebaliknya.
- ✓ Pastikan bahwa lensa bersih dan terbebas dari benda asing
- ✓ Pastikan bahwa kecepatan bagian yang melalui sensor tidak melebihi respon frekuensi pada bagian tsb.
- ✓ Pastikan bahwa jarak pengindraan tidak berkurang karena kurangnya tegangan catu atau karena perubahan temperatur.



4. Melacak kesalahan bcd dan diagram logik

Instruksi Komparasi dan Konversi seringkali menimbulkan masalah dalam praktek. Jika bagian dari Ladder yang mengandung instruksi-instruksi tsb tidak bekerja sebagaimana mestinya, gunakan anjuran langkah pelacakan sbb:

Jika rang PLC dengan instruksi BCD dan komparasi tidak bekerja dengan baik, maka yang pertama dilakukan adalah meyakinkan bahwa data dari proses adalah benar, dengan cara: melihat dialog box pada layar monitor (tabel integer, floating point, dan kontrol tag). Nilai di dalam register dapat ditampilkan dalam format biner, hexadesimal, desimal, bahkan ada vendor yang menyediakan format data hexadesimal.

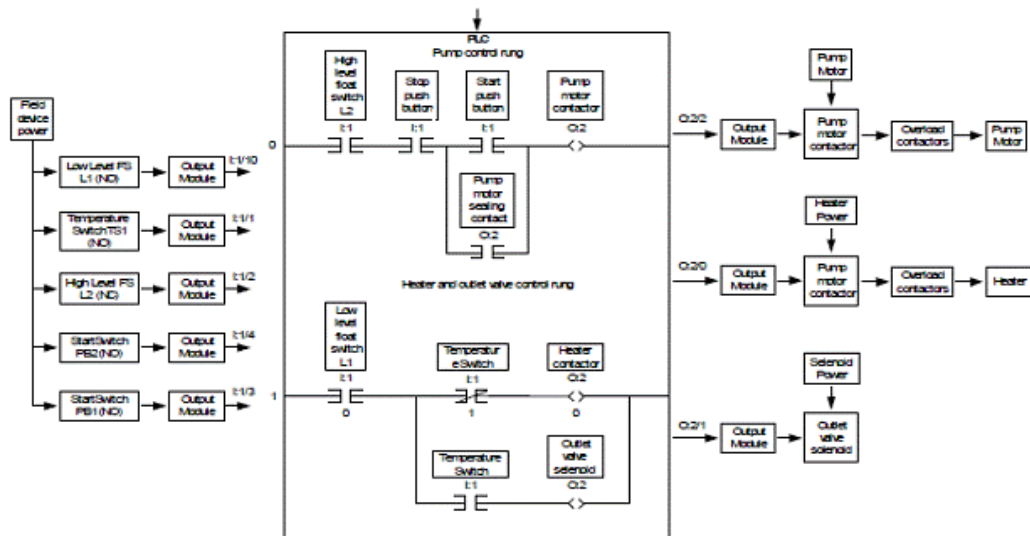
Ujilah secara berurutan operasi untuk setiap rang, mulai dari satu hingga terakhir. Instruksi TND (temporary end) jika ada dapat digunakan, dengan langkah seperti dijelaskan pada postingan sebelumnya.

Instruksi SUS dapat digunakan untuk memeriksa nilai status untuk semua register dan titik-titik kritis.

Hati-hati jika menggunakan instruksi komparasi untuk mengeksekusi suatu proses, karena pertimbangan scan-time dan waktu yang digunakan untuk meng-update data internal.

1. Pemeliharaan program dengan indikator modul

Untuk mempermudah gambaran tentang sistem yang akan diperiksa, Gambar 26: (Diagram Blok Kontrol Tangki dan Aliran Sinyal serta Aliran Daya) dapat digunakan untuk kasus pelacakan ini, dari input hingga output.



James A. Rehg, 2007

Gambar 25: Diagram Blok Kontrol

Kerusakan mungkin terjadi di bagian-bagian berikut ini:

- ✓ Pengawatan input & output, yaitu: antara perangkat input atau output dan modul-modul antarmuka (interface).
- ✓ Perangkat Input dan Output/modul Catu Daya
- ✓ Perangkat-perangkat saklar mekanik-input
- ✓ Sensor-sensor input
- ✓ Aktuator-aktuator output
- ✓ Modul-modul I/O PLC
- ✓ Prosesor PLC

2. Analisis pelacakan modul input

Dalam diagram aliran sinyal dan daya, modul input terletak kira-kira ditengah blok sistem, sehingga paling ideal digunakan untuk memulai pelacakan kerusakan. Setiap vendor mempunyai konfigurasi modul I/O yang berbeda. Berikut ini adalah contoh petunjuk pelacakan kerusakan modul input dari salah satu vendor PLC.

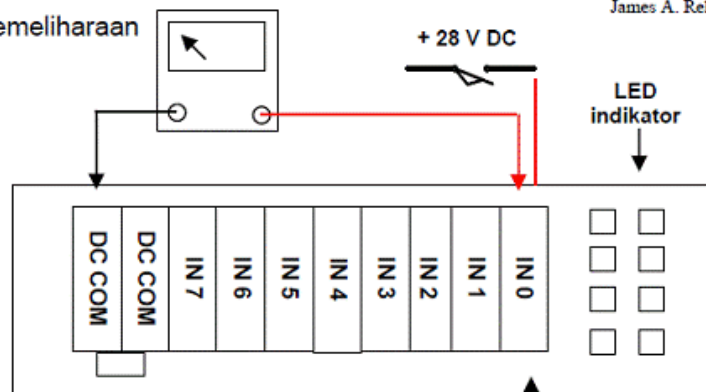


Petunjuk Pemeliharaan Modul Input				
Kondisi input	Status Indikator Modul Input	Tampilan Instruksi dalam Software		Kerusakan
 On 28 V DC	ON	Benar 	Salah 	Tidak ada
 Off 0 V DC	OFF	Salah 	Benar 	Tidak ada
 On 28 V DC	ON	Salah 	Benar 	1. Modul Input 2. Prosesor
 On 0 V DC	OFF	Salah 	Benar 	1. Sambungan terbuka / Perangkat I/O 2. Modul input
 Off 0 V DC	OFF	Benar 	Salah 	1. Modul Input 2. Prosesor
 Off 28 V DC	ON	Benar 	Salah 	1. Sambungan terbuka / Perangkat I/O 2. Modul input
 On 28 V DC	OFF	Benar 	Salah 	1. Modul Input 2. Prosesor

James A. Rehg, 2007

(a) Petunjuk Pemeliharaan

(b) Modul input untuk pelacakan kerusakan



Gambar 26: Pelacakan Kerusakan Modul Input

Bagian yang rusak diberi tanda blok warna. Deskripsi setiap kemungkinan yang rusak dapat dilihat pada daftar berikut ini:

- Indikasi benar – tidak ada kerusakan.
- Indikasi benar – tidak ada kerusakan.



- c. Kondisi sensor, tegangan input, dan modul indikator benar, tetapi terdapat indikasi tidak benar pada instruksi ladder. Kemungkinan besar masalahnya ada pada titik I/O modul input. Kerusakan juga dapat disebabkan oleh prosesor. Tetapi karena kebanyakan kerusakan disebabkan oleh modul input, maka lepas modul yang rusak dan ganti dengan yang baru atau pindahkan modul yang rusak ke titik I/O lainnya.
- d. Indikator modul dan instruksi ladder sesuai, tetapi tidak ada respon pada perangkat diluar, maka lakukan pengukuran tegangan input pada modul. Jika hasil pengukuran 0 VDC, maka pengawatan pada titik atau jalur tsb kemungkinan putus atau sensor yang kurang baik kondisinya. Jika tegangann terukur 28 VDC, maka kerusakan terdapat pada titik I/O pada modul input, atau masalahnya terdapat pada catu daya. Atau jika pada input terpasang sekring, yakin-kan bahwa sekring dalam keadaan baik.
- e. Status perangkat luar PLC, tegangan input dan indikator modul semua telah sesuai, tetapi terdapat ketidak-sesuaian pada ladder. Maka masalah biasanya terdapat pada titik I/O modul input. Ada kemungkinan kerusakan terdapat pada prosesor. Tetapi kasus ini sangat jarang terjadi.
- f. Tegangan input, indikator modul, dan instruksi ladder telah sesuai, tetapi tidak sesuai dengan kondisi perangkat-perangkat di luar PLC.
- g. Tegangan input 28 VDC, perangkat luar PLC, dan instruksi ladder telah sesuai, tetapi modul indikator tidak sesuai. Periksa indikator di bagian modul input.

Selama melakukan perbaikan Modul Input, hal-hal berikut perlu diperhatikan:

- a. Jika input diberi sekring, yakinkan bahwa sekring dalam keadaan baik/tidak terbakar atau putus
- b. Jika input di-On-kan selama sensor bekerja, maka input akan Off untuk perangkat luar PLC.
- c. Jika modul input ditengarai rusak, maka lepaskan dan pindahkan modul yang rusak tersebut pada titik I/O lainnya yang dianggap masih baik, untuk meyakinkan bahwa: kanal atau saluran dalam keadaan baik. Atau ganti modul yang rusak dengan yang baik.
- d. Jika modul indikator dan ladder telah sesuai, lalu ukur tegangan input.



- e. Jika hasil pengukuran tegangan tersebut telah sesuai dengan kondisi perangkat-perangkat diluar PLC, maka ini berarti bahwa masalahnya ada di dalam modul bagian input (bukan di bagian luar modul).
- f. Jika tegangan input tidak sesuai dengan kondisi perangkat luar PLC, maka masalahnya ada pada pengawatan.

3. Analisis kerusakan modul output

Lihat petunjuk pemeliharaan pada Gambar 28. Bagian yang diblok warna adalah bagian yang rusak. Deskripsi kerusakan dapat dilihat seperti keterangan berikut ini:

- a. Indikator benar (lampu menyala) – tidak ada kerusakan.
- b. Indikator benar (lampu menyala) – tidak ada kerusakan.
- c. Instruksi output dan indikator output sesuai tetapi perangkat luar tidak sesuai. Kerusakan biasanya terjadi pada pengawatan yang terputus atau rangkaian output modul dalam kondisi tidak baik. Jika terdapat sekering pada output, maka periksa sekringnya. Kerusakan mungkin juga terjadi pada pengawatan yang terhubung singkat dengan jalur jala-jala.
- d. Status perangkat luar dan indikator modul sesuai, tetapi kondisi instruksi output tidak sesuai. Kerusakan mungkin terjadi pada titik I/O modul output. Kerusakan juga bisa disebabkan oleh prosesor, walaupun kemungkinan ini sangat kecil.

Selama melakukan perbaikan dengan menggunakan modul output deskrit, perhatikan hal-hal sbb:

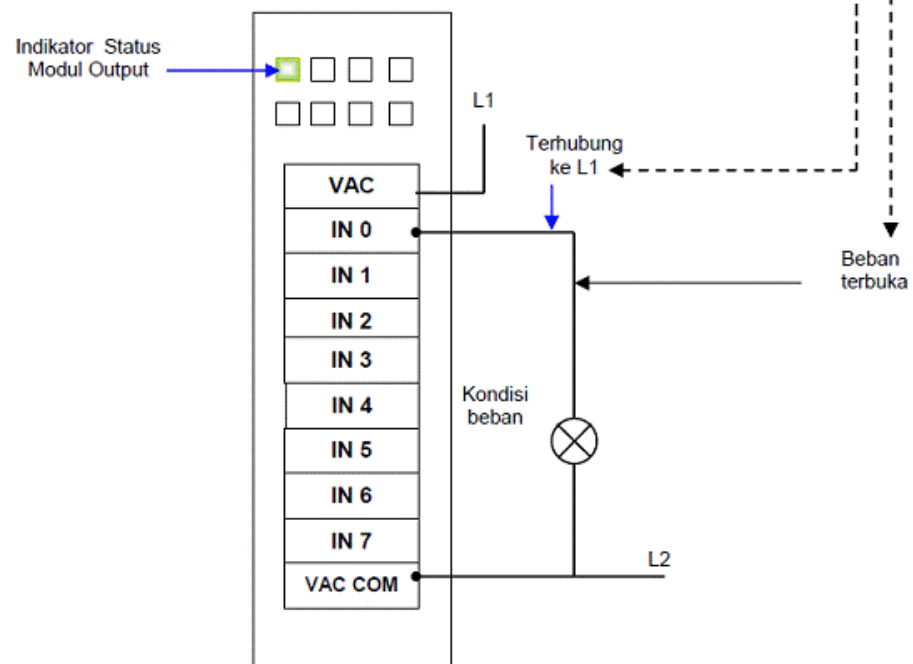
- ✓ Banyak I/O modul output yang menggunakan sekring. Banyak diantaranya yang menggunakan indikator sekring. Sekring akan menyala jika terputus dan output di-ON-kan. Jika ini terjadi, periksa sekringnya. Kemudian periksa pengawatannya dengan menggunakan voltmeter untuk mengukur tegangan, atau gunakan ohmmeter untuk mengetahui putus tidaknya sambungan pengawatan.
- ✓ Dapat juga digunakan fungsi force untuk mengaktifkan rang, tanpa menjalankan program laddernya, sehingga output yang rusak dapat diketahui.



Petunjuk pemeliharaan modul input			
Tampilan Instruksi Software	Indikator Status Modul Output	Kondisi Perangkat Output	Kerusakan
Benar 	ON	 Energized - ON	Tidak ada kerusakan
Salah 	OFF	 De-energized - OFF	Tidak ada kerusakan
Benar 	ON	 De-energized - OFF	1. Perangkat I/O; sambungan terbuka 2. Modul output
Salah 	OFF	 Energized - ON	Sambungan perangkat output terbuka
Benar 	OFF	 De-energized - OFF	1. Modul output 2. Prosesor

James A. Rehg, 2007

(a) Petunjuk Pemeliharaan



(b). Pengukuran tegangan input

Gambar 27: Pelacakan Modul Output Deskrit



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada Latihan/Kasus/Tugas, bacalah uraian materi dan bahan-bahan bacaan yang mendukung materi ini dari berbagai sumber.

2. Aktivitas Menjawab Latihan

Jawablah soal-soal yang diberikan pada Latihan/Khusus/Tugas

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Apa yang dimaksud dengan pemeliharaan PLC Pneumatik?
2. Sebutkan kegiatan yang harus dilakukan dalam pemeliharaan harian!
3. Jelaskan langkah-langkah dalam melacak kerusakan relai!
4. Jelaskan hal-hal yang harus diperhatikan selama melakukan perbaikan dengan menggunakan modul output deskrit!

F. Rangkuman

Yang dimaksud dengan pemeliharaan PLC Pneumatik ialah segala upaya atau kegiatan yang sengaja dilakukan terhadap PLC Pneumatik dengan mengikuti suatu prosedur yang sistematis dengan tujuan agar PLC Pneumatik yang kita miliki dapat digunakan dengan lancar, aman dan secara teknis maupun ekonomis berumur panjang (awet). Untuk mencapai tujuan tersebut, secara sistematis kegiatan pemeliharaan dapat kita kelompokkan menjadi kelompok pemeliharaan pencegahan (preventive maintenance) dan kelompok perbaikan (corrective maintenance).

Kegiatan pemeliharaan pencegahan ini dilakukan sebelum dan selama PLC Pneumatik dioperasikan, dengan tujuan untuk mencegah terjadinya laju kerusakan.



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban Latihan/kasus/Tugas yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar ini dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = $(\text{Jumlah jawaban benar} : \text{jumlah soal}) \times 100 \%$

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali = 90 – 100 %

Baik = 80 – 89 %

Cukup = 70 – 79 %

Kurang = 0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar berikutnya. Ini artinya bagus. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar pada bagian ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 5

RANGKAIAN PNEUMATIK DENGAN KONTROL PLC

A. Tujuan

Setelah pembelajaran peserta diklat dapat:

1. Memahami prinsip kerja pneumatic dengan kontrol PLC secara tepat
2. Merangkai pneumatic dengan control PLC secara benar
3. Megidentifikasi beberapa jenis selinder pneumtaik dengan tepat dan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi rangkaian pneumatic dengan kontrol PLC ini yaitu: peserta diklat dapat mengkomisioning rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC berdasarkan hasil rakitan

C. Uraian Materi

1. Sistem Kontrol Pneumatik

Saat ini dalam penggunaannya pneumatik banyak dikombinasikan dengan sistem elektrik. Rangkaian elektrik berupa saklar, solenoid, dan limit switch digunakan sebagai penyusun sistem kendali katup. Untuk aplikasi yang cukup rumit digunakan PLC (Programmable Logic Controller) yaitu kontroler berdasarkan logika yang dapat diprogram.

Sistem elektropneumatik banyak diterapkan pada sistem kontrol otomasi, karena banyak memiliki keuntungan seperti ketersediaan, penyaluran, dan penyipana energi yang sangat mudah, sistem pneumatik juga aman dari sengatan arus listrik.



Elektro Pneumatik merupakan kombinasi energi antara pneumatik dan elektrik. Power pneumatik berasal dari kompresor udara (Compressed air) sedangkan elektrik berasal dari listrik. Peran PLC dalam hal ini adalah mengatur suplai ke komponen yang akan di gerakkan (aktuator). Pada elektro pneumatik, PLC mengatur on-off dari listrik yang mengakibatkan mengalir tidaknya compressed air ke aktuator (misalnya silinder) sehingga menghasilkan suatu gerakan tertentu. Komponen yang menggunakan elektro pneumatik adalah solenoid valve.

Sistem otomasi, khususnya yang menggunakan sistem PLC dan pneumatik didalam kontrol, biasanya dilengkapi dengan panel kontrol utama yang akan mengontrol jalannya sistem. Didalam kontrol panel terdapat komponen pengaman seperti MCB atau fuse, komponen kontrol seperti PLC, catu daya dan relai, komponen daya seperti kontaktor, dan terminal penghubung ke input dan output yang berada di luar panel. Sedangkan di pintu panel dipasang lampu indikasi dan saklar atau push button untuk mengoperasikan sistem otomasi. Untuk mencegah keadaan darurat pada sistem otomasi maka ditambahkan emergency switch yang diletakkan pada panel kontrol atau di area produksinya.

Pada sistem otomasi biasanya juga ditambahkan mode manual operation yang berfungsi jika sistem mengalami kegagalan /kerusakan atau akan dilakukan pengetesan saat preventive maintenance. Pada mode ini sistem bekerja secara manual yang berarti operator harus menekan masing- masing input manual seperti saklar atau push button untuk menggerakkan setiap output yang ada. Biasanya mode auto atau manual dipilih selector switch yang dipasang pada pintu panel.



Gambar 28: Sketsa Panel Kontrol



2. Pengubahan Diagram Elektrik menjadi Diagram Ladder.

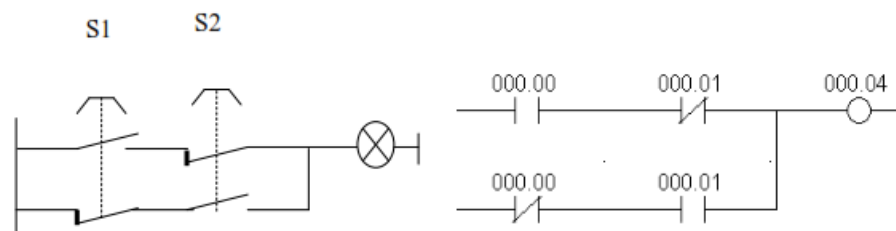
Berikut ini adalah beberapa contoh pengubahan diagram rangkaian elektrik menjadi diagram ladder yang dilengkapi dengan adresnya.



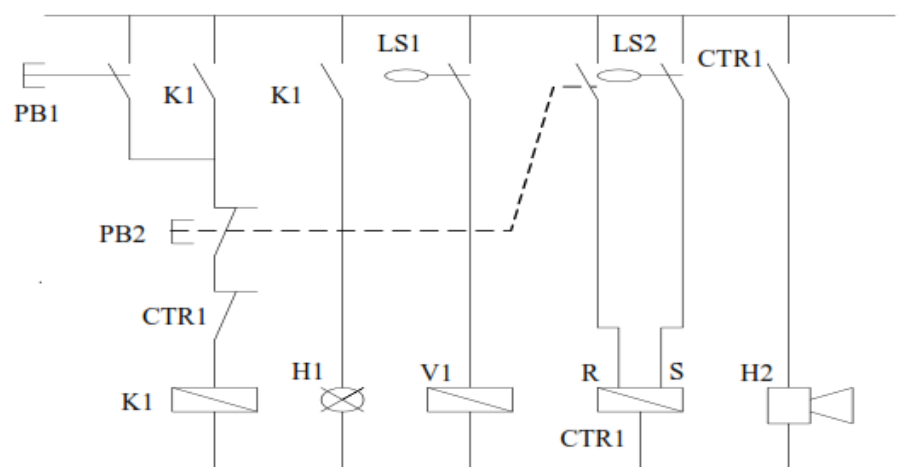
Gambar 29: a. Diagram rangkaian elektrik b. Diagram ladder



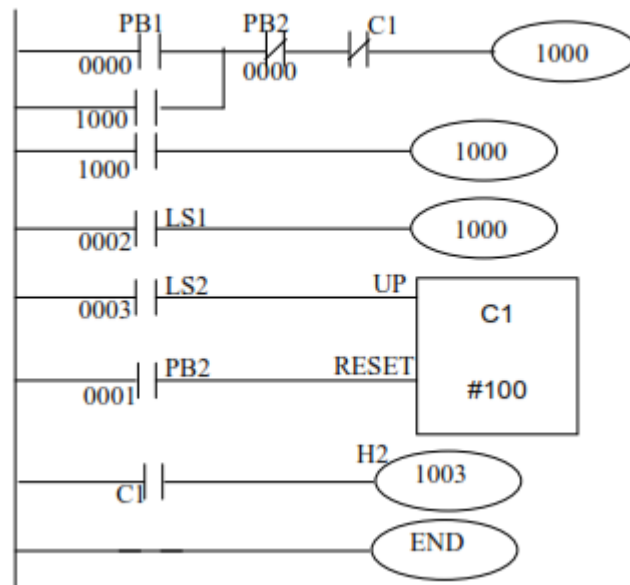
Gambar 30: a. Diagram rangkaian elektrik b. Diagram ladder



Gambar 31: a. Diagram rangkaian elektrik b. Diagram ladder



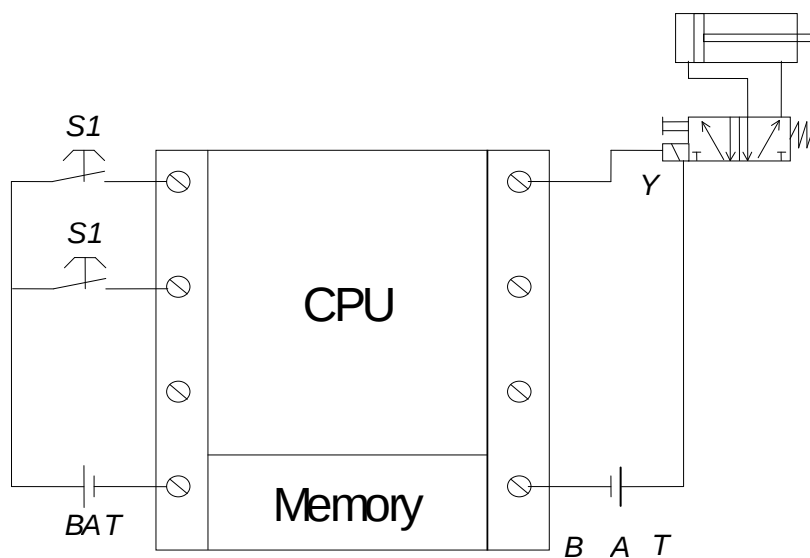
Gambar 32: a. Diagram rangkaian elektrik bentuk lain



b. Diagram rangkaian elektrik bentuk lain

3. Korelasi antara Diagram Ladder dan Diagram Pneumatik

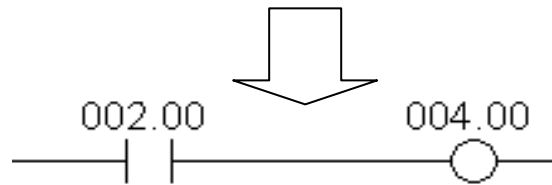
Programable Logic Controller (PLC) sebagai pengendali elektro pneumatic, penginstalasiannya dapat anda lihat pada gambar berikut ini.



.Gambar 33 Skema instalasi PLC dengan output pneumatik

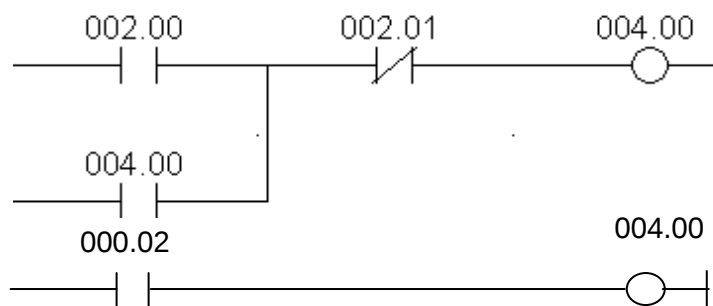


Program Ladder didalam software



Gambar 34: Diagram ladder untuk diagram rangkaian elektrik

Diagram ladder yang ditunjukkan pada Gambar 37, menggambarkan bahwa jika S1 dengan alamat 00200 ditekan terus maka Y dengan alamat 00400 pada PLC akan aktif dan jika S1 dilepas maka Y non aktif dan posisi aktuator kembali pada posisi semula.



Gambar 35. Diagram ladder dengan sirkuit latching (mengunci)

Diagram ladder di atas menggambarkan jika S1 dengan alamat 00200 ditekan sesaat, maka koil relai C dengan alamat 000.02 akan bekerja mengaktifkan kontak relai 0000.02 pada rung dua dan kontak relai 000.02 pada rung ketiga, sehingga solenoid Y dengan alamat 004.00 pada PLC aktif. Jika S2 ditekan dengan alamat 00201 maka Y tidak aktif dan aktuator kembali pada posisi semula.

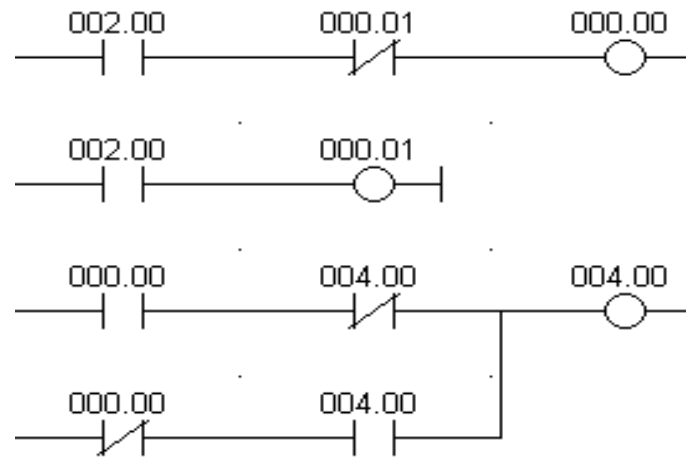
Contoh soal 1.

Buatlah diagram laddernya jika S1 ditekan maka aktuator maju dan jika S1 ditekan lagi aktuator mundur, begitu seterusnya.

Jawab :



Diagram ladder Gambar 38 di bawah ini merupakan jawaban dari contoh soal 2



Gambar 36. Diagram ladder contoh soal 1

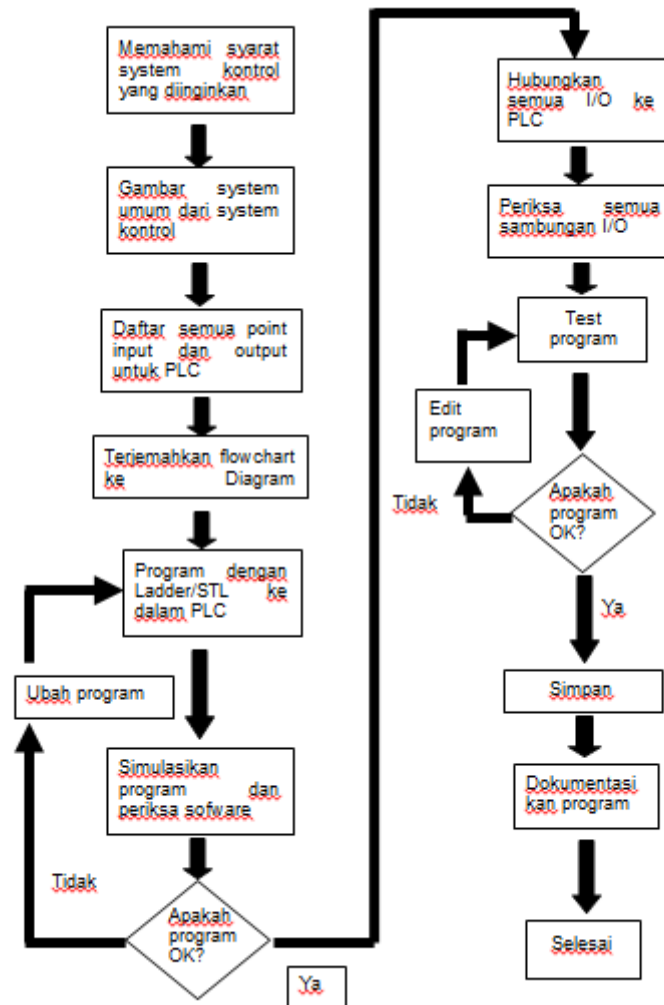
Cara kerja sistem yang diagram laddernya tercantum pada Gambar di atas adalah sebagai berikut :

Apabila 00200 ditekan, maka 00000 akan ON, tetapi sesaat setelah itu akan OFF karena 00001 diaktifkan juga oleh 00200. Sinyal pendek dari 00000 (one short) dapat mengaktifkan 00400 , sesaat kemudian NO 00400 menjadi closed dalam waktu yang bersamaan 00000 kembali ke posisi semula. Output 00400 terkunci dan aktuator bergerak maju. Apabila 00200 kembali ditekan sesaat akan muncul sinyal (one short) dari 00000 yang akan memutuskan 00400 dan pengunci 00400 akan lepas sehingga 00400 tidak aktif lagi, berarti aktuator kembali mundur.

4. Program PLC Untuk Pengendali Sistem Pneumatik

a. Pemrograman

Pendekatan Sistematis Disain Programmable Controller



Gambar 37: Diagram Alir

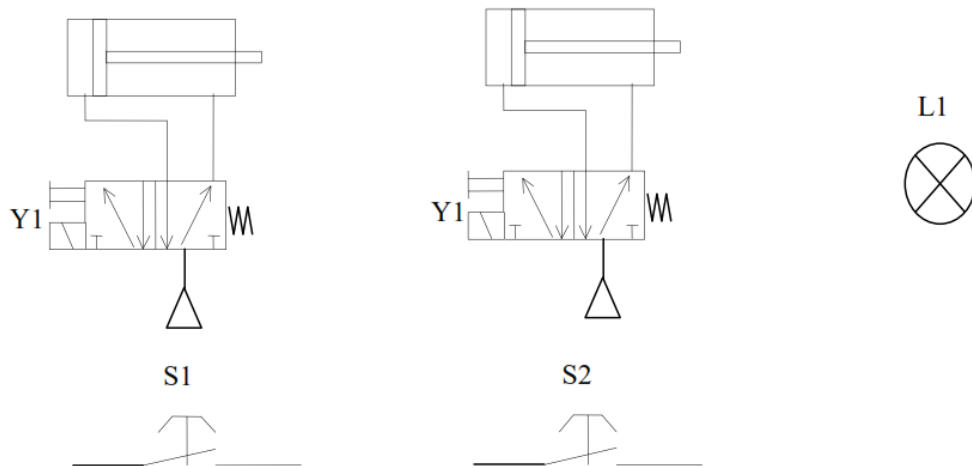
b. Menginstal Input dan Output Pneumatik Ke Dalam PLC

Langkah-langkah menginstal pneumatic kedalam PLC

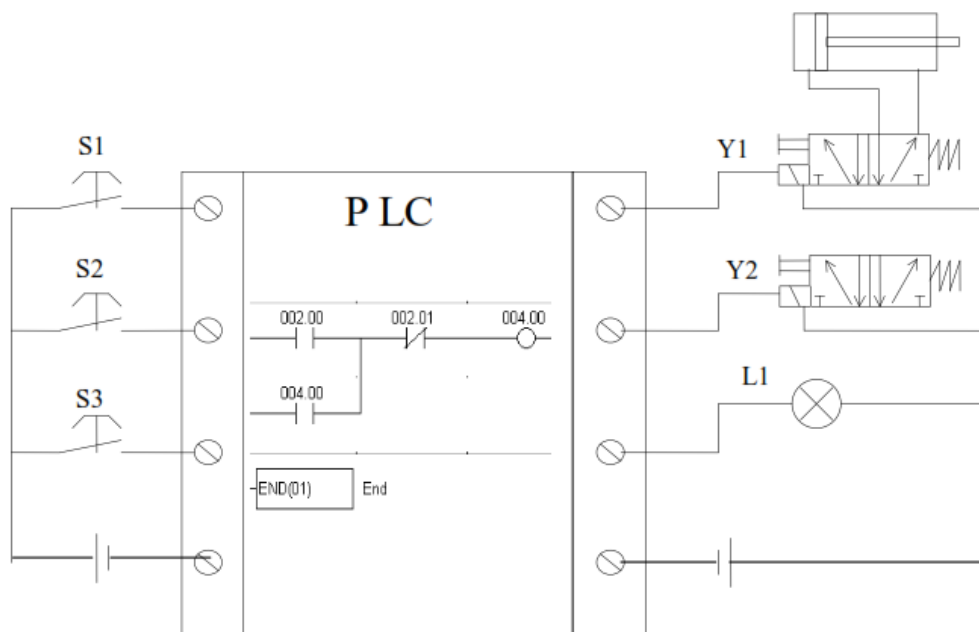
- Identifikasi banyaknya input dan output pada PLC
- Identifikasi alamat input luar dan alamat output luar PLC
- Identifikasi jenis input dan ouput pada PLC
- Identifikasi kemampuan arus output PLC beban tidak boleh sama atau melebihi kemampuan arus output
- Gunakan ON/OFF komponen secara manual, indicator INPUT harus mengikuti ON/OFF dari komponen tersebut

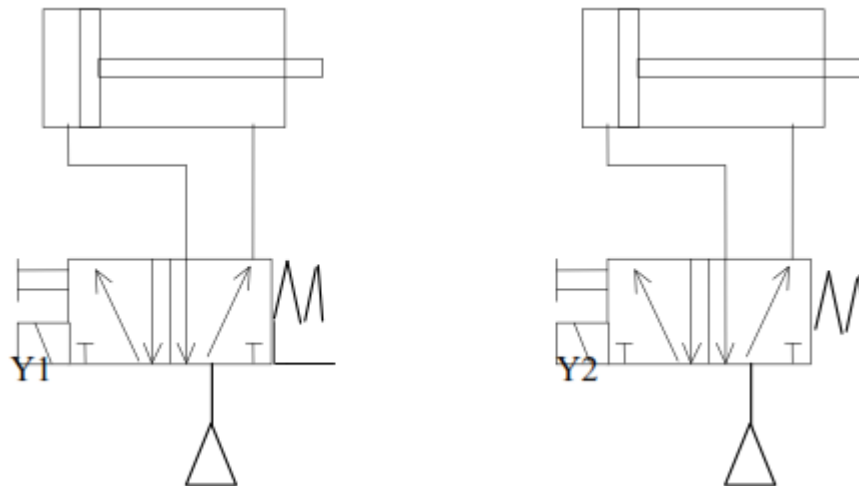


- Gunakan prosedur FORCE SET/RESET dari PLC, output untuk memastikan alamat output yang kita inginkan.



Gambar 38: Diagram sirkuit pneumatik yang akan dikorelasikan dengan diagram ladder.



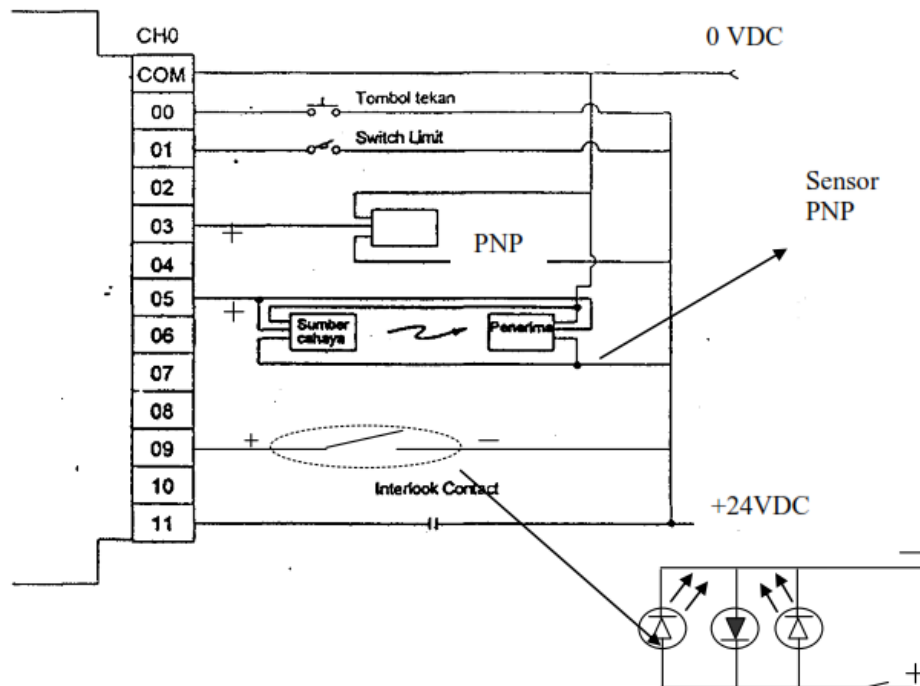


Gambar 39: Skema instalasi pemasangan hardware PLC pada rangkaian pneumatik

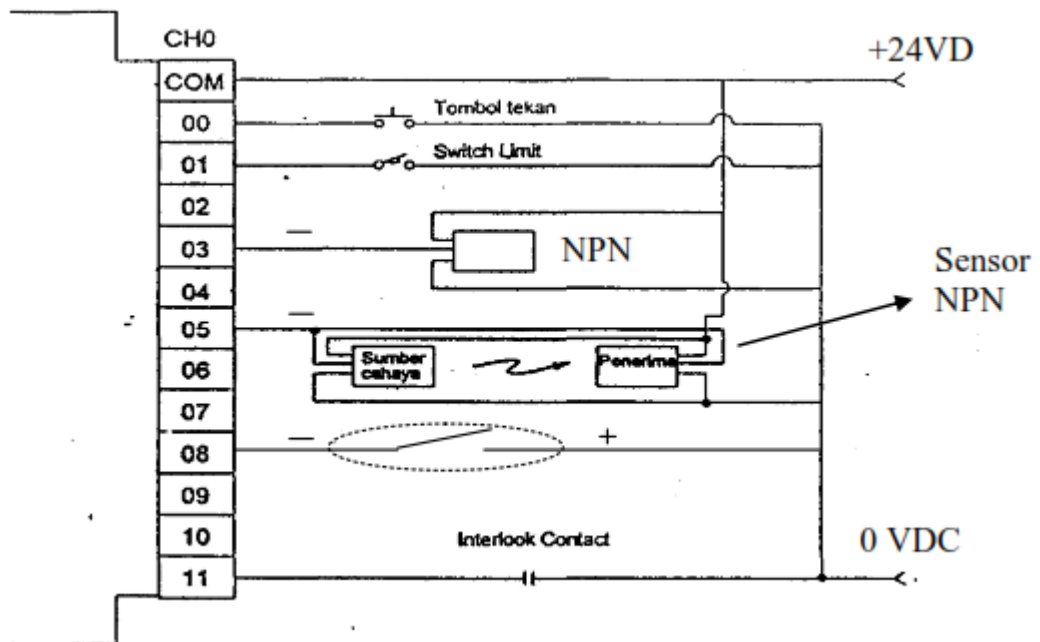
Alamat input	Keterangan
00200	S1 (Start), tombol tekan
00201	S2 (Stop), tombol tekan
00202	S3 (tidak digunakan)

Alamat ouput	Keterangan
00401	Y1 (katub solenoid tunggal 5/2)
00402	Y2 (Katub solenoid tunggal 5/2)
00403	L1 (lampu indicator maju)

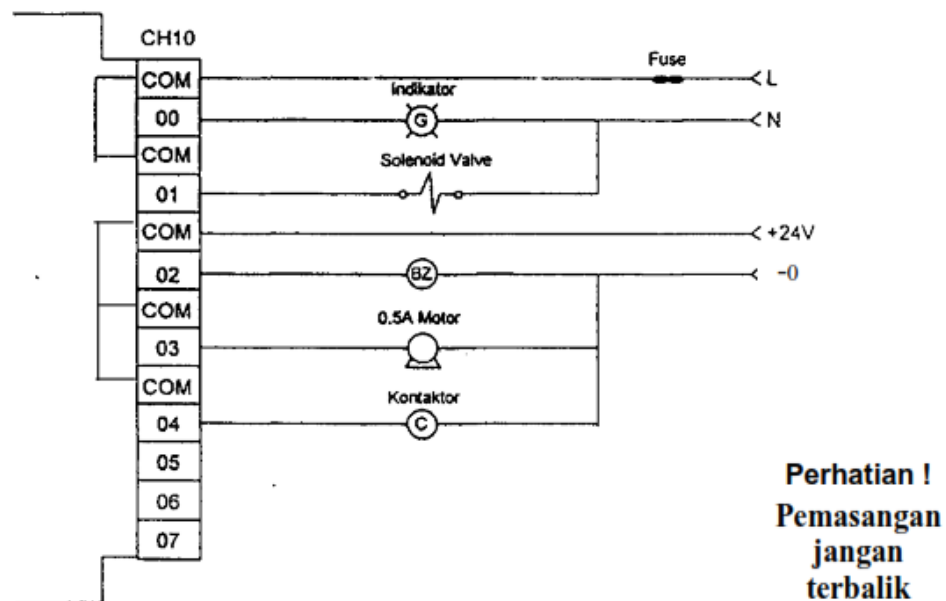
Di dalam penerapan dilapangan sering kita jumpai bermacam-macam sensor yang terpasang terhadap silinder pneumatik atau terhadap bagian-bagian mesin lainnya dan untuk pemasangan output sensor ke input PLC harus diperhatikan jenis input PLC dan jenis output sensor karena kita ketahui ada dua jenis type sensor PNP atau NPN untuk mengetahui cara pemasangannya perhatikan gambar di bawah ini.



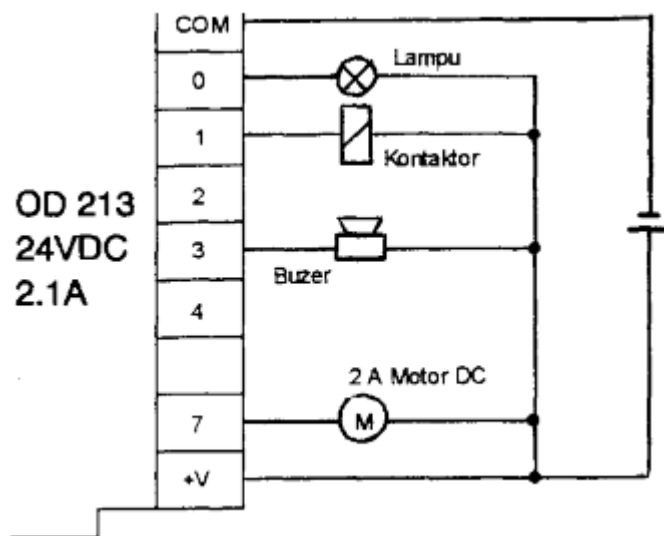
Gambar 40: Cara pemasangan input positif dengan sensor PNP dan reed switch



Gambar 41: Cara pemasangan input negatif dengan sensor NPN dan Reed switch



Gambar 42: Cara pemasangan output coil dengan tegangan AC atau DC



Gambar 43: Cara pemasangan output positif jenis transistor

5. Mengoperasikan Sirkuit Pneumatik Dengan PLC

a. Persiapan Pengoperasian

Setelah selesai merakit atau menginstal PLC ke dalam sirkuit pneumatik, sebelum kita mengoperasikannya perlu dilakukan hal-hal berikut :



- Periksa posisi dan pengikatan semua komponen, apakah sudah cukup kuat dan benar kedudukannya.
- Periksa semua sambungan pneumatik, apakah sudah cukup kuat dan pastikan tidak akan ada yang lepas.
- Periksa sambungan/pemasangan kabel-kabel listrik, pastikan bahwa pengikatan cukup kuat dan tidak salah terminal.
- Periksa tekanan udara kempa pada tangki udara apakah sudah memenuhi syarat
- Periksa regulator pengatur suplai udara ke sistem, apakah tekanan suplai udara sesuai dengan ketentuan.

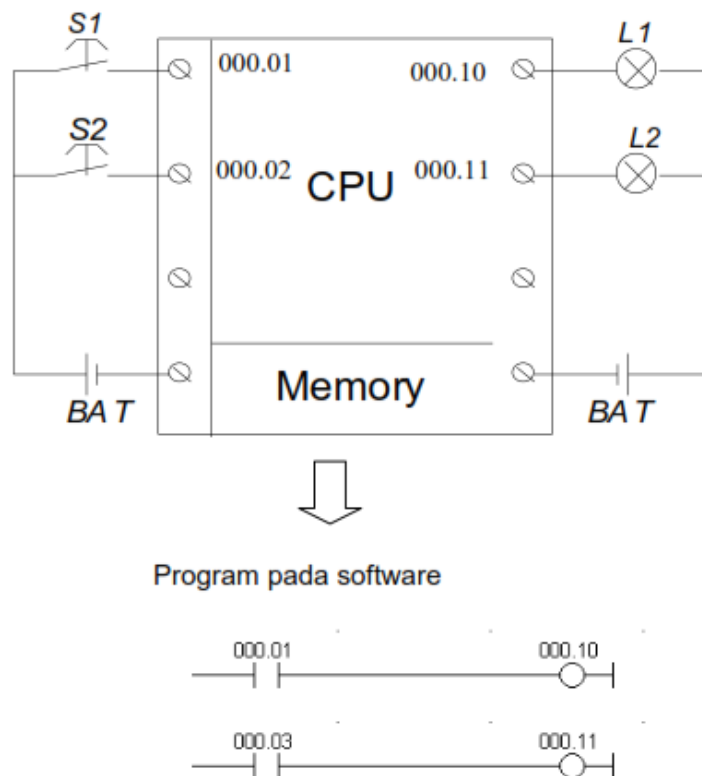
Apabila semuanya sudah sesuai dengan ketentuan maka operasikanlah sirkuit pneumatik.

6. Mengoperasikan sirkuit pneumatik kendali PLC.

- Buka katup suplai udara, maka udara kempa akan siap pada posisi-posisi kerja.
- Tekan tombol start, maka sirkuit pneumatik akan segera beroperasi.
- Amati jalannya sirkuit apakah sudah sesuai dengan desain yang direncanakan.
- Apabila telah sesuai dengan desain, teruskan beroperasi.
- Apabila belum sesuai maka hentikanlah jalannya sirkuit, kemudian perbaikilah.

Contoh Soal 2 :

Pada gambar di bawah ini, setelah dilakukan pemograman pada PLC menerangkan apabila S1 ditekan maka L1 akan menyala dan apabila ditekan S2 maka L2 akan menyala. Tetapi pada kasus ini ternyata jika S2 ditekan L2 tidak menyala. Temukanlah kenapa L2 tidak menyala ketika S2 ditekan



Gambar 44: Instalasi PLC Pneumatik contoh 2

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada Latihan/Kasus/Tugas, bacalah uraian materi dan bahan-bahan bacaan yang mendukung materi ini dari berbagai sumber.

2. Aktivitas Praktikum

Jika ada permasalahan pada motor listrik, yakni sbb:

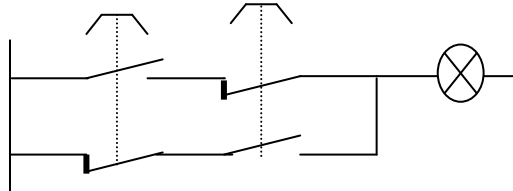
1. Motor akan jalan dengan menekan tombol tekan *start*, tetapi segera berhenti setelah melepas tombol tekan *start*.
2. Motor jalan dan berhenti setelah 2 menit tombol tekan *start* dilepas.
Dengan asumsi sikring pada rangkaian utama tidak putus.

Carilah solusi untuk mengatasinya.

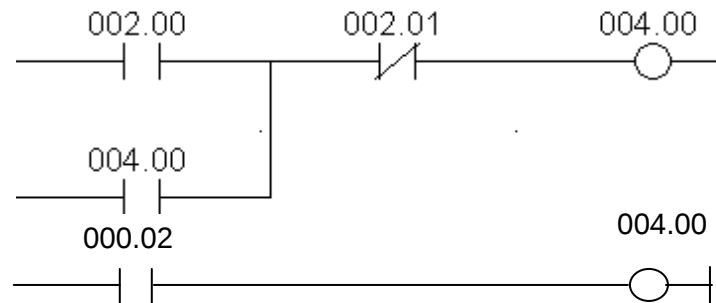


E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Gambarkan hasil transformasi rangkaian listrik di bawah ini menjadi sebuah ladder diagram!



2. Jelaskan prinsip kerja ladder diagram berikut ini!



F. Rangkuman

Elektro Pneumatik merupakan kombinasi energi antara pneumatik dan elektrik. Power pneumatik berasal dari kompresor udara (Compressed air) sedangkan elektrik berasal dari listrik. Peran PLC dalam hal ini adalah mengatur suplai ke komponen yang akan di gerakkan (aktuator). Pada elektro pneumatik, PLC mengatur on-off dari listrik yang mengakibatkan mengalir tidaknya compressed air ke aktuator (misalnya silinder) sehingga menghasilkan suatu gerakan tertentu. Komponen yang menggunakan elektro pneumatik adalah solenoid valve.

Pengontrolan pneumatik dengan menggunakan control PLC hampir sama dengan pengontrolan dengan menggunakan rangkaian elektrik biasanya. Namun rangkaian listrik yang biasa digunakan mesti ditransformasikan ke dalam bentuk ladder diagram.

\



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban Latihan/kasus/Tugas yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar ini dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = (Jumlah jawaban benar : jumlah soal) x 100 %

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali = 90 – 100 %

Baik = 80 – 89 %

Cukup = 70 – 79 %

Kurang = 0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar berikutnya. Ini artinya bagus. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar pada bagian ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 6

MERANGKAI RANGKAIAN SEDERHANA DENGAN MIKROKONTROLER

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Memahami prinsip kerja rangkaian mikrokontroler sederhana secara benar.
2. Menjelaskan arsitektur mikrokontroller dengan tepat.
3. Merangkai rangkaian sederhana mikrokontroller secara tepat dan teliti.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi kompetensi merangkai rangkaian mikrokontroler sederhana ini yaitu: Peserta diklat dapat memprogram mikrokontroller pada rangkaian digital sederhana secara benar.

C. Uraian Materi

1. Definisi mikrokontroler

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer mainframe, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama.

Secara sederhana, komputer akan menghasilkan output spesifik berdasarkan inputan yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang programmer.



Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksiaksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh programmer.

Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angka dan lain sebagainya), mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk satu aplikasi tertentu saja. Perbedaan lainnya terletak pada perbandingan RAM-nya dan ROM. Read Only Memory (ROM), berfungsi untuk menyimpan berbagai program yang berasal dari pabrik komputer. Sesuai dengan na manya, ROM (Read Only Memory), maka program yang tersimpan didalam ROM, hanya bisa dibaca oleh parapemakai. Random Access Memory (RAM), merupakan bagian memory yang bisa digunakan oleh para pemakai untuk menyimpan program dan data.

Pada sistem komputer perbandingan RAM dan ROM-nya besar, artinya program-program pengguna disimpan dalam ruang RAM yang relatif besar, sedangkan rutin-rutin antarmuka perangkat keras disimpan dalam ruang ROM yang kecil. Sedangkan pada mikrokontroler, perbandingan ROM dan RAM-nya yang besar artinya program kontrol disimpan dalam ROM (bisa Masked ROM atau Flash PEROM) yang ukurannya relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register-register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan

Mikrokontroler biasanya digunakan untuk peralatan yang tidak terlalu membutuhkan kecepatan pemrosesan yang tinggi. Walaupun mungkin ada diantara kita yang membayangkan untuk mengontrol oven microwave dengan menggunakan sistem berbasis Unix, mengendalikan oven microwave dapat dengan mudah menggunakan mikrokontroler yang paling kecil.

Sifat spesial dari mikrokontroler adalah kecil dalam ukuran, hemat daya listrik serta fleksibilitasnya menyebabkan mikrokontroler sangat cocok untuk dipakai sebagai pencatat/perekam data pada aplikasi yang tidak memerlukan kehadiran operator.

Contoh sistem yang dikendalikan oleh Mikrokontroler :

- Kamera digital
- Telepon selular
- Printer Laser
- Robot



- Mesin cuci

Ciri – ciri khas Mikrokontroler :

- Kemampuan CPU yang tidak terlalu tinggi
- Memiliki memori Internal relatif sedikit
- Memiliki memori volatile, yang isinya tidak hilang bila satu daya mati
- Memiliki port IO yang terintegrasi
- Pemrosesan Bit dalam Byte
- Memiliki perintah/program yang langsung berhubungan dengan IO
- Perintah relatif sederhana

2. Jenis-jenis Mikrokontroler

Secara teknis, hanya ada 2 macam mikrokontroller. Pembagian ini didasarkan pada kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler tersebut. Pembagian itu yaitu RISC dan CISC.

RISC merupakan kependekan dari Reduced Instruction Set Computer. Instruksi yang dimiliki terbatas, tetapi memiliki fasilitas yang lebih banyak. Sebaliknya, CISC kependekan dari Complex Instruction Set Computer. Instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya.

Masing-masing mempunyai keturunan atau keluarga sendiri-sendiri.

a. Keluarga MCS51

Mikrokonktroler ini termasuk dalam keluarga mikrokonktroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus clock.

Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler chip tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data.

Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasukan sebuah mesin pemroses boolean yang mengijikan operasi logika boolean tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (programmable Logic Control).



b. AVR

Mikrokonktroler Alv and Vegard's Risc processor atau sering disingkat AVR merupakan mikrokonktroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx.

c. PIC

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari Programmable Interface Controller. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi Programmable Intelligent Computer.

PIC termasuk keluarga mikrokonktroler berarsitektur Harvard yang dibuat oleh Microchip Technology. Awalnya dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronik General Instruments dengan nama PIC1640. Sekarang Microhip telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam

PIC cukup populer digunakan oleh para developer dan para penghobi ngoprek karena biayanya yang rendah, ktersediaan dan penggunaan yang luas, database aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan serial pada komputer.

3. Mikrokontroler AVR ATmega 8535

AVR termasuk kedalam jenis mikrokontroler RISC (Reduced Instruction Set Computing) 8 bit. Berbeda dengan mikrokontroler keluarga MCS-51 yang berteknologi CISC (Complex Instruction Set Computing). Pada mikrokontroler dengan teknologi RISC semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (16 bits words) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 clock, sedangkan pada



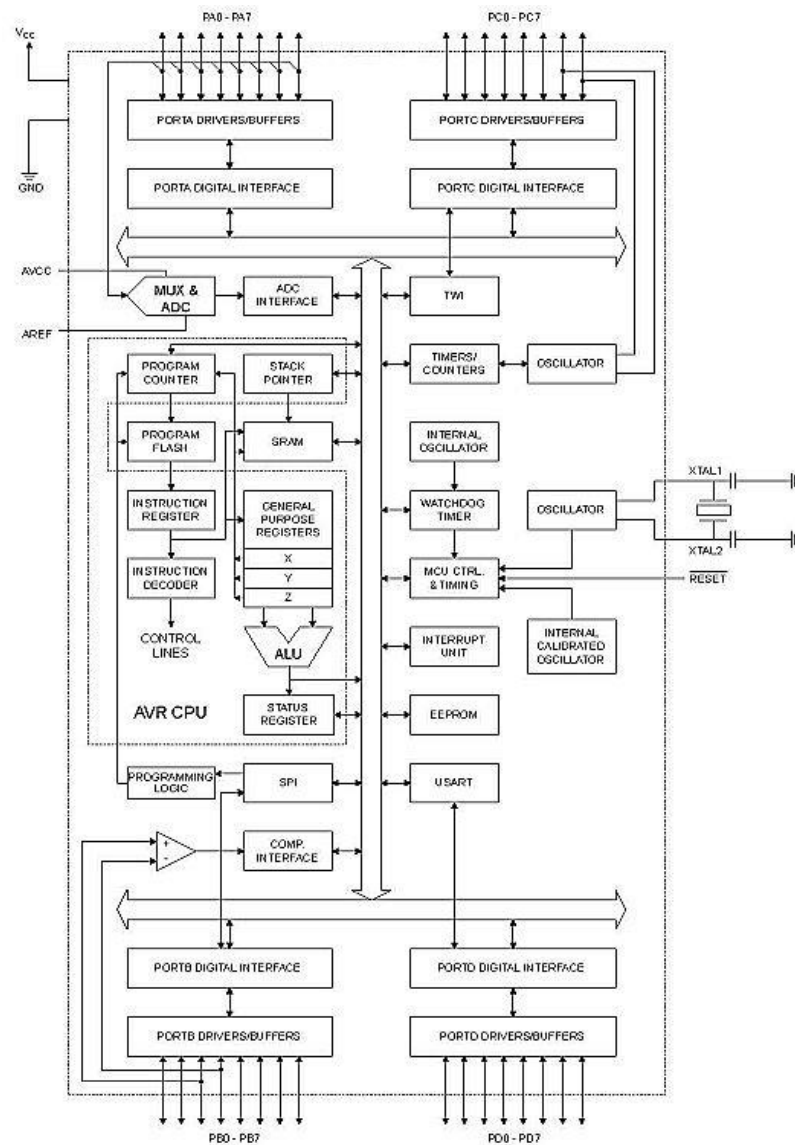
teknologi CISC seperti yang diterapkan pada mikrokontroler MCS-51, untuk menjalankan sebuah instruksi dibutuhkan waktu sebanyak 12 siklus clock.

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 merupakan salah satu mikrokontroler keluarga AVR ATmega berbasis RISC produksi dari ATMEL. Mikrokontroler AVR merupakan mikrokontroler berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computing) 8 bit. Berbeda dengan mikrokontroler keluarga 8051 yang mempunyai arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computing), AVR menjalankan sebuah instruksi tunggal dalam satu siklus dan memiliki struktur I/O yang cukup lengkap sehingga penggunaan komponen eksternal dapat dikurangi. Mikrokontroler AVR didesain menggunakan arsitektur Harvard, di mana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data. Memori program diakses dengan single-level pipelining, di mana ketika sebuah instruksi dijalankan, instruksi lain berikutnya akan di-prefetch dari memori program.

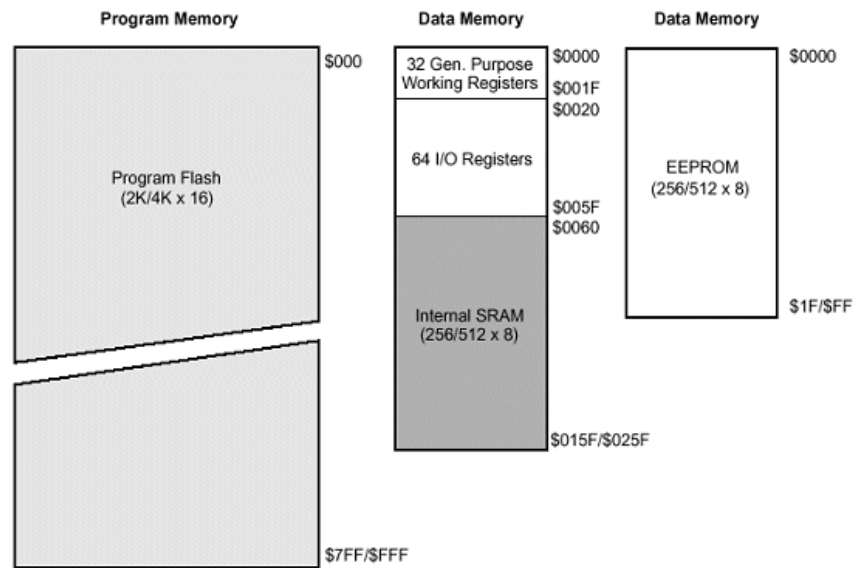
4. Arsitektur Mikrokontroler AVR ATmega 8535

Secara garis besar, arsitektur mikrokontroler ATmega8535 terdiri dari :

1. 32 saluran I/O (Port A, Port B, Port C dan Port D)
2. 10 bit 8 Channel ADC (Analog to Digital Converter)
3. 4 Channel PWM
4. 6 Sleep Modes : Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-Down, Standby and Extended Standby
5. 3 buah timer/counter.
6. Analog Compararator
7. Watchdog timer dengan osilator internal
8. 512 byte SRAM
9. 512 byte EEPROM
10. 8 kb Flash memory dengan kemampuan Read While Write
11. Unit interupsi (internal dan external)
12. Port antarmuka SPI8535 "memory map"
13. Port USART untuk komunikasi serial dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps
14. 4,5 V sampai 5,5 V operation, 0 sampai 16 MHz



Gambar 45: Arsitektur Mikrokontroler AVR ATmega 8535



Gambar 46: Peta memori ATmega 8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

a. Memori program

ATmega8535 memiliki kapasitas memori program sebesar 8 Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h – 0FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program boot dan bagian program aplikasi.

b. Memori data

ATmega8535 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. ATmega8535 memiliki 32 byte register serba guna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 512 byte digunakan untuk memori data SRAM.

c. Memori EEPROM

ATmega8535 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM Address, register EEPROM Data, dan register EEPROM Control. Untuk



mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

ATmega8535 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan fidelitas 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC ATmega8535 dapat dikonfigurasi, baik secara single ended input maupun differential input. Selain itu, ADC ATmega8535 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel, sehingga dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan ADC itu sendiri.

ATmega8535 memiliki 3 modul timer yang terdiri dari 2 buah timer/counter 8 bit dan 1 buah timer/counter 16 bit. Ketiga modul timer/counter ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu, semua timer/counter juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing timer/counter ini memiliki register tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya.

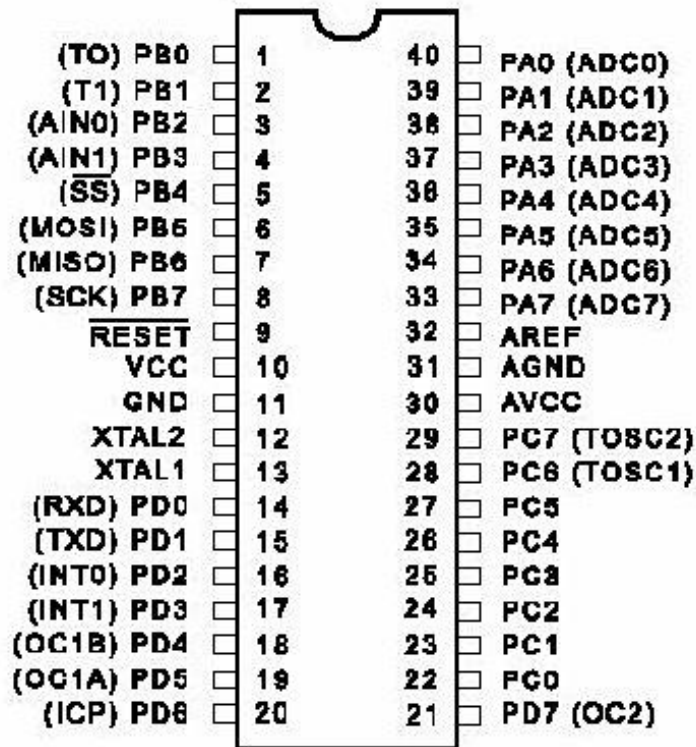
Serial Peripheral Interface (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi serial synchronous kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega8535. Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter (USART) juga merupakan salah satu mode komunikasi serial yang dimiliki oleh ATmega8535.

USART merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur UART.

USART memungkinkan transmisi data baik secara synchronous maupun asynchronous, sehingga dengan memiliki USART pasti kompatibel dengan UART. Pada ATmega8535, secara umum pengaturan mode synchronous maupun asynchronous adalah sama. Perbedaanannya hanyalah terletak pada sumber clock saja. Jika pada mode asynchronous masing-masing peripheral memiliki sumber clock sendiri, maka pada mode synchronous hanya ada satu sumber clock yang digunakan secara bersama-sama. Dengan demikian, secara hardware untuk mode asynchronous hanya membutuhkan 2 pin yaitu TXD dan RXD, sedangkan untuk mode synchronous harus 3 pin yaitu TXD, RXD dan XCK.



IC mikrokontroler dikemas (packaging) dalam bentuk yang berbeda. Namun pada dasarnya fungsi kaki yang ada pada IC memiliki persamaan. Gambar salah satu bentuk IC seri mikrokontroler AVR ATmega8535 dapat dilihat berikut.



Gambar 47: Bentuk fisik dan pin ATmega 8535

Berikut adalah penjelasan fungsi tiap kaki.

a. Port A

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port A dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port A (DDRA) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port A digunakan. Bit-bit DDRA diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port A yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, kedelapan pin port A juga digunakan untuk masukan sinyal analog bagi A/D converter.



b. Port B

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port B dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port B (DDRB) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port B digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port B yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Pin-pin port B juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut.

Port Pin	Fungsi Khusus
PB0	T0 = timer/counter 0 external counter input
PB1	T1 = timer/counter 0 external counter input
PB2	AIN0 = analog comparator positive input
PB3	AIN1 = analog comparator negative input
PB4	SS = SPI slave select input
PB5	MOSI = SPI bus master output / slave input
PB6	MISO = SPI bus master input / slave output
PB7	SCK = SPI bus serial clock

c. Port C

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port C dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port C (DDRC) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port C digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port C yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, dua pin port C (PC6 dan PC7) juga memiliki fungsi alternatif sebagai oscillator untuk timer/counter 2.

c. Port D

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal pull-up resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port D dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. Data Direction Register port D (DDRD) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port D



digunakan. Bit-bit DDRD diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port D yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, pin-pin port D juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut.

Port Pin	Fungsi Khusus
PD0	RDX (UART input line)
PD1	TDX (UART output line)
PD2	INT0 (external interrupt 0 input)
PD3	INT1 (external interrupt 1 input)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 output compareB match output)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 output compareA match output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 input capture pin)
PD7	OC2 (Timer/Counter2 output compare match output)

e. RESET

RST pada pin 9 merupakan reset dari AVR. Jika pada pin ini diberi masukan low selama minimal 2 machine cycle maka system akan di-reset.

f. XTAL1

XTAL1 adalah masukan ke inverting oscillator amplifier dan input ke internal clock operating circuit.

g. XTAL2

XTAL2 adalah output dari inverting oscillator amplifier.

h. Avcc

Avcc adalah kaki masukan tegangan bagi A/D Converter. Kaki ini harus secara eksternal terhubung ke Vcc melalui lowpass filter.

i. AREF

AREF adalah kaki masukan referensi bagi A/D Converter. Untuk operasionalisasi ADC, suatu level tegangan antara AGND dan Avcc harus dibeikan ke kaki ini.

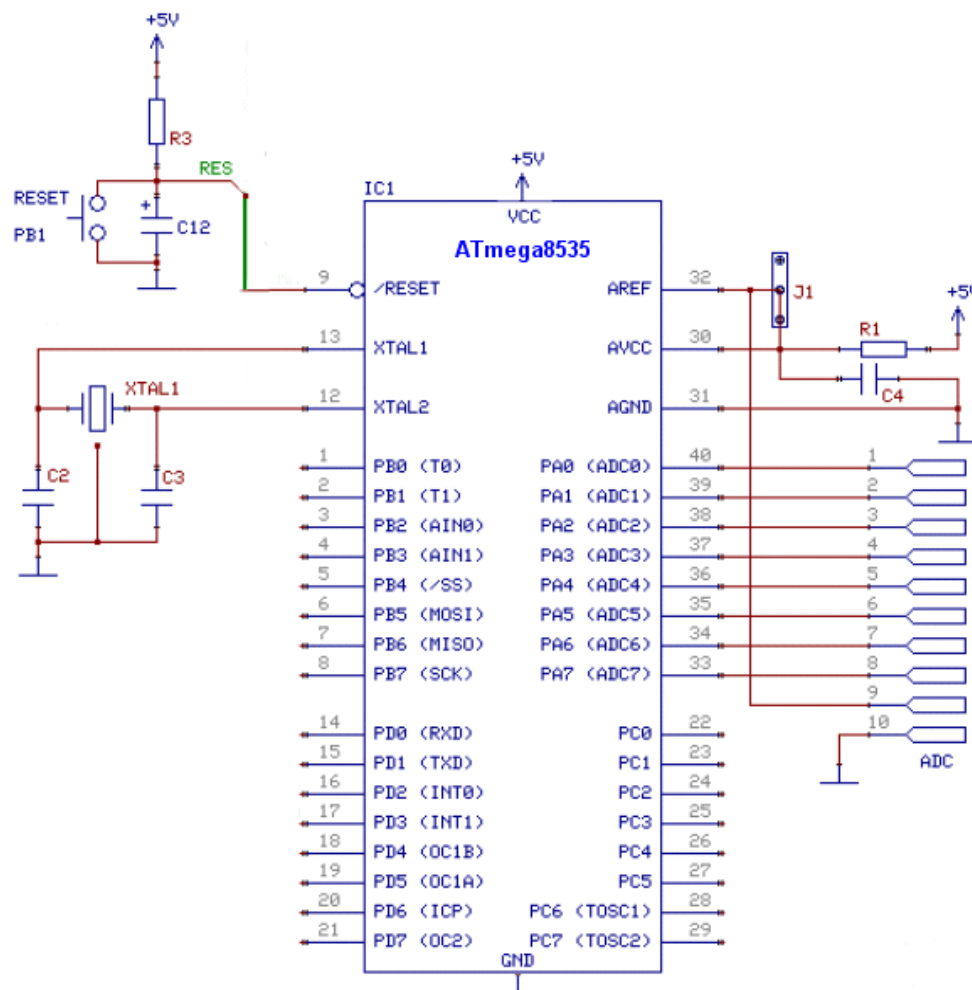
j. AGND

AGND adalah kaki untuk analog ground. Hubungkan kaki ini ke GND, kecuali jika board memiliki analog ground yang terpisah.



5. Rangkaian Sistem Minimum AVR ATmega 8535

Sistem minimum (sismin) mikrokontroler adalah rangkaian elektronik minimum yang diperlukan untuk beroperasinya IC mikrokontroler. Sismin ini kemudian bisa dihubungkan dengan rangkaian lain untuk menjalankan fungsi tertentu. Di keluarga mikrokontroler AVR, seri 8535 adalah salah satu seri yang sangat banyak digunakan. Gambar rangkaiannya adalah sebagai berikut



Gambar 48: Sistem minimum AVR ATmega 8535

Untuk membuat rangkaian sismin Atmel AVR 8535 diperlukan beberapa komponen yaitu:

- IC mikrokontroler ATmega8535
- 1 XTAL 4 MHz atau 8 MHz (XTAL1)
- 3 kapasitor kertas yaitu dua 22 pF (C2 dan C3) serta 100 nF (C4)



- 1 kapasitor elektrolit 4.7 uF (C12) 2 resistor yaitu 100 ohm (R1) dan 10 Kohm (R3)
- 1 tombol reset pushbutton (PB1)

Selain itu tentunya diperlukan power supply yang bisa memberikan tegangan 5V DC. Rangkaian sistem minimum ini sudah siap untuk menerima sinyal analog (fasilitas ADC) di port A.

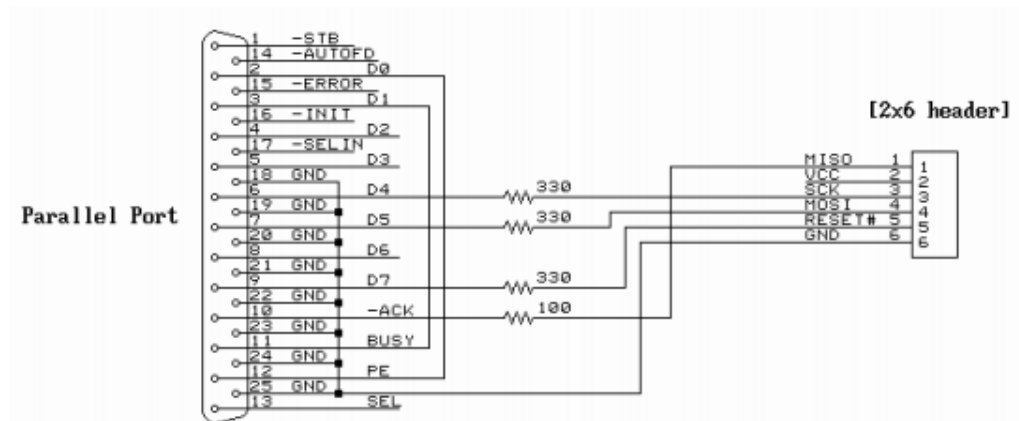
6. Memprogram AVR ATmega 8535

Prosedur umum untuk memprogram ATmega8535 secara berurutan adalah :

1. Menuliskan listing program menggunakan bahasa tingkat pemrograman tingkat tinggi (assembler, C, Basic, Pascal, dll).
2. Mengkompail program ke dalam set instruksi ATmega8535 menggunakan software compiler (WinAVR, GCC, CAVR, BASCOM, AVR-Studio, dll)
3. Memasukkan file hasil proses compile atau make ke dalam IC ATmega8535 menggunakan software downloader atau chip programmer (Ponyprog, CAVR, USB-Downloader, dll). Biasanya file ini berekstensi .hex atau .bin.
4. IC ATmega8535 telah terprogram dan siap digunakan.

Dalam pembelajaran ini digunakan bahasa C sebagai bahasa pemrograman dan Codevision AVR (CAVR) sebagai compiler. CAVR dipilih karena tersedia dalam versi bajakan (hehehe...) dan memiliki fasilitas Code Wizard yang sangat membantu. Software chip programmer menggunakan CAVR standard V 1.24, Ponyprog2000 atau Universal ISP Programmer V 1.04, tergantung mode download, menggunakan port paralel atau port USB.

Jika menggunakan PC dengan fasilitas port paralel, pemrograman dapat dilakukan langsung menggunakan CAVR. Sebelumnya dibuat dulu kabel downloader, untuk menghubungkan port paralel PC dengan port SPI (Serial Peripheral Interface) pada mikrokontroler.



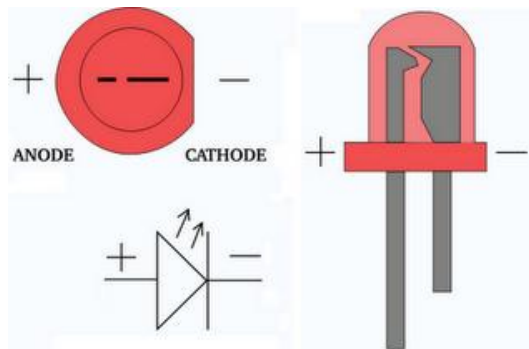
Skema Kabel Downloader Paralel

Jika pemrograman menggunakan laptop, yang hanya mengandalkan USB, maka harus dipakai peralatan downloader via port USB, seperti AVRdoper, USB-downloader, dll.

Langkah untuk menghasilkan file .hex dengan menggunakan CVAVR secara umum adalah :

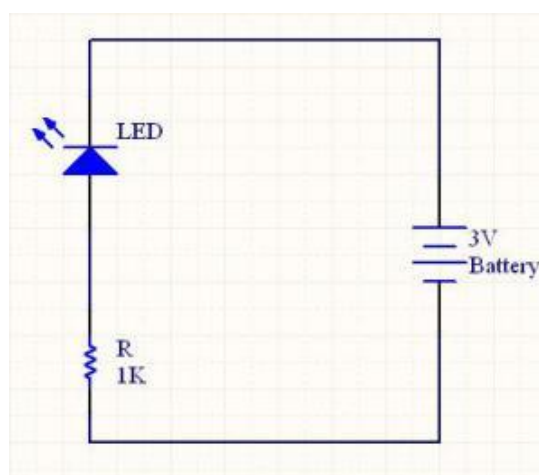
1. Membuat Project baru, diberi nama.
2. Membuat file Source baru, dalam bahasa C, edit, simpan.
3. Hubungkan/koneksikan file Source dengan Project yang ada.
4. Lakukan proses make (shift+F9) untuk membuat file .hex.
5. Jika ada yang salah, dikoreksi sampai berhasil

Sebuah lampu LED dapat dinyalakan dengan memberikan polaritas positif (+) dan Ground (0) pada masing-masing kaki. Sebuah LED memiliki dua kaki yang berbeda fungsi. Kaki Anoda yang biasanya lebih panjang ukurannya dan kaki Katoda yang memiliki ukuran lebih pendek. Lebih jelasnya, bisa ditunjukkan pada ilustrasi gambar berikut ini:



Gambar 49: LED dan simbolnya

Biasanya masing-masing lampu LED memiliki karakteristik sendiri-sendiri. Misalnya nilai tegangan maksimum, warna dan ukuran yang berbeda-beda. Namun demikian, lampu LED biasanya memiliki standar yang sudah ditentukan. Pada sebuah rangkaian elektronika, lampu LED memiliki sebuah simbol yang unik, ditunjukkan dengan sebuah simbol yang mirip dengan diode atau tanda panah dengan sebuah garis didepannya, namun untuk lampu LED ditambahkan dua buah tanda panah arah keluar yang menunjukkan bahwa LED/diode tersebut mengeluarkan cahaya. Jika tanda panah menuju simbol maka dia menerima cahaya. Dalam rangkaian elektronika, LED digambarkan dengan sebuah simbol, biasanya LED disertai dengan sebuah resistor yang memiliki fungsi untuk membatasi nilai arus maksimum yang diperbolehkan untuk melewati LED guna menghindari kerusakan.



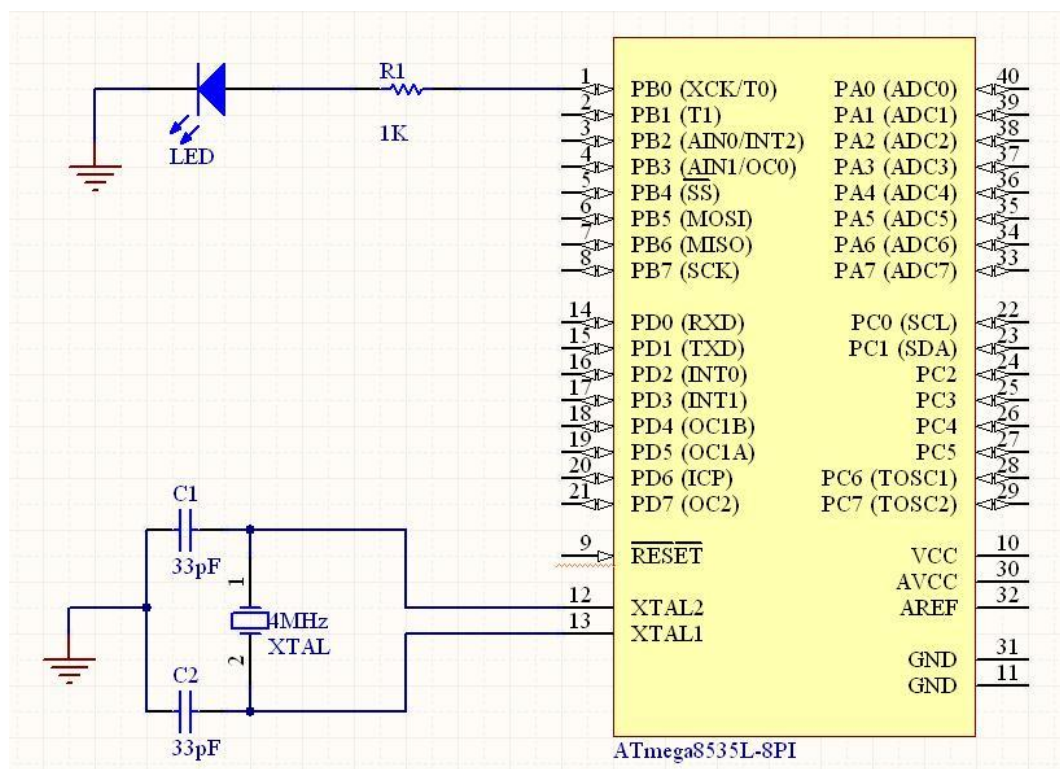
Gambar 50: Rangkaian untuk menyalakan LED



Jika dalam rangkaian tersebut di atas, dengan sumber tegangan (V) 3V dan resistor (R) 1K Ohm, maka arus yang akan mengalir melalui LED adalah sebesar: $(3V/1000 \text{ Ohm}) = 3\text{mA}$. Dengan nilai arus 3 mA yang mengalir melalui LED, sudah cukup untuk membuat LED menyala.

Menyalakan LED dengan ATmega8535

Dengan prinsip yang sama dengan rangkaian diatas, maka kita bisa menyalakan sebuah LED dengan memberikan arus kepada LED. ATmega8535 setiap pin dapat berfungsi sebagai sumber arus untuk sebuah device. Arus yang dapat diberikan oleh chip ATmega8535 berdasarkan datasheet adalah sebesar 20mA pada $V_{cc} = 5V$ dan 10mA pada $V_{cc} = 3V$. Arus ini cukup besar untuk menyalakan sebuah LED. Sehingga dalam rangkaian yang kita buat, perlu ditambah resistor limiter sebagai pembatas arus untuk menghindari kerusakan LED. Untuk menyalakan sebuah LED dengan ATmega8535, bisa menggunakan rangkaian seperti berikut:



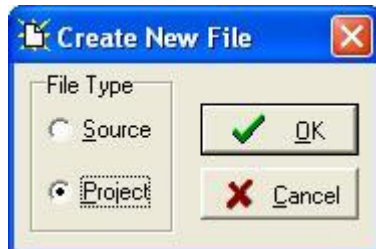
Gambar 51: Rangkaian sismin dan LED

Dengan menggunakan Code Vision kita bisa membuat code seperti berikut:



1. Buka Software Code Vision, kemudian Klik File → New

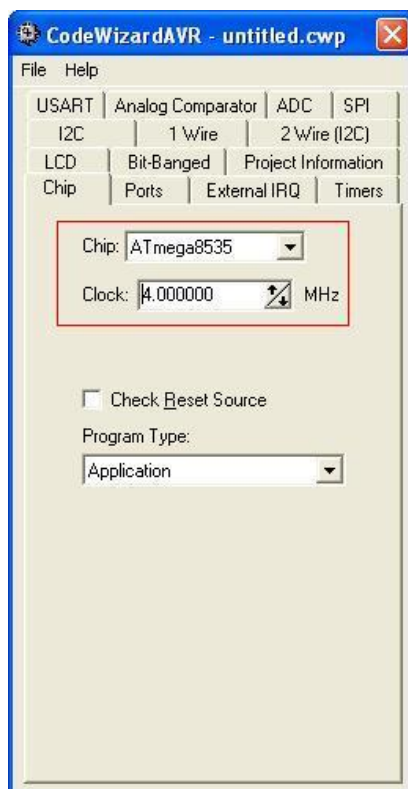
2. Pilih File Type: Project kemudian klik OK



3. Klik Yes, kita akan menggunakan wizard dari Code Vision

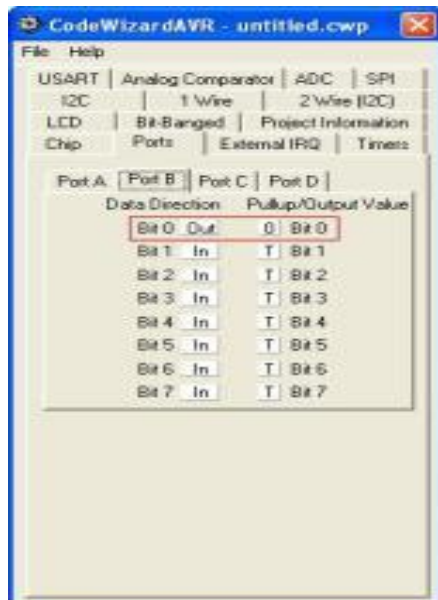


4. Pada tab Chip, sesuaikan konfigurasi chip dan clock sesuai berikut





5. Pindah pada tab Ports, pilih tab Port B, kemudian klik pada Bit 0 sehingga akan menjadi Out.



6. Selanjutnya, pilih File — > Generate, Save & Exit

7. Pada source code, tambahkan `#include<delay.h>`

```
21 Data Stack size      : 128
22 *****/
23
24 #include <mega8535.h>
25 #include <delay.h>
26
27 // Declare your global variables here
28
29 void main(void)
30 {
```

8. Kemudian tambahkan code berikut

```
PORTB.0=1; // menyalakan LED
```

```
delay_ms(500); // jeda 500ms
```

```
PORTB.0=0; // matikan LED
```

```
delay_ms(500); // jeda 500ms
```



```
115  
116 while (1)  
117 {  
118     // Place your code here  
119     PORTB.0=1;        // menyalakan LED  
120     delay_ms(500);    // jeda 500ms  
121     PORTB.0=0;        // matikan LED  
122     delay_ms(500);    // jeda 500ms  
123 };  
124 }  
125
```

9. Setelah itu, download file hex ke sistem minimum. Maka LED akan nyala-mati terus dengan jeda 500ms.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada Latihan/Kasus/Tugas, bacalah uraian materi dan bahan-bahan bacaan yang mendukung materi ini dari berbagai sumber.

2. Aktivitas Praktikum

Rancangan sebuah program, dimana cahaya dari LED hidup bergantian seolah-olah berjalan (running LED) dengan menggunakan perintah delay dan menggunakan register Timer. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 8535. Sebelum program di download ke Mikrokontroler, simulasikan dulu dengan menggunakan software simulasi seperti Proteus.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Apa yang dimaksud dengan mikrokontroler?
2. Sebutkan kelebihan dan kelemahan mikrokontroler!
3. Gambar dan jelaskan komponen utama mikrokontroler!
4. Buatlah program dengan bahasa C untuk menghidupkan LED!



F. Rangkuman

PLC atau diterjemahkan sebagai kontroler yang dapat deprogram adalah sebuah komputer khusus yang banyak digunakan untuk otomatisasi proses produksi di industri. Mikrokontroller adalah sebuah alat pengendali (kontroler) berukuran mikro yang dikemas dalam bentuk chip.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban Latihan/kasus/Tugas yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar ini dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = $(\text{Jumlah jawaban benar} : \text{jumlah soal}) \times 100 \%$

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 – 100 %
Baik	=	80 – 89 %
Cukup	=	70 – 79 %
Kurang	=	0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar berikutnya. Ini artinya bagus. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar pada bagian ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 7

MENEMUKAN KESALAHAN SECARA SISTEMATIS PLC DALAM OTOMASI INDUSTRI

A. Tujuan

Setelah pembelajaran peserta dapat:

1. Mengidentifikasi macam-macam kesalahan operasi PLC dengan teliti
2. Mengidentifikasi penyebab kesalahan operasi PLC secara tepat
3. Menangani kesalahan operasi PLC dengan baik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi kompetensi pada pembelajaran ini adalah Peserta diklat dapat menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan I/O digital dan analog PLC sebagai pengontrol sistem otomasi industri.

C. Uraian Materi

1. Macam-Macam Kesalahan Sistem Kendali PLC

Ada berbagai kesalahan pada sistem kendali PLC yang dibedakan menjadi : kesalahan pemrograman, kesalahan komunikasi, kesalahan operasi, dan kesalahan yang ditetapkan pemakai

1. Kesalahan Pemrograman

Yang dimaksud dengan kesalahan pemrograman adalah kesalahan dalam penulisan program.

a) Tipe Kesalahan Pemrograman



Kesalahan pemrograman dibedakan menjadi tiga tipe yaitu tipe A, B dan C. Tipe kesalahan, pesan kesalahan, dan penjelasan kesalahan penulisan (sintaksis) diberikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 3: Jenis kesalahan

Tipe	Pesan	Penjelasan
A	?????	Program telah rusak, membuat kode fungsi yang tidak ada.
	CIRCUIT ERR	Jumlah blok logika dan instruksi blok logika tidak cocok, misalnya telah digunakan instruksi LD atau LD NOT tetapi kondisi eksekusinya tidak digunakan oleh instruksi yang lain, atau telah digunakan instruksi blok logika tetapi tidak ada blok logikanya.
	OPERAND ERR	Konstanta yang digunakan untuk instruksi tidak dalam nilai yang ditetapkan.
	NO END INSTR	Dalam program tidak ada instruksi END(01)
	LOCN ERR	Instruksi terletak pada tempat yang salah.
	JME UNDEFD	Instruksi JME(04) tidak ada untuk pasangan JMP(03)
	DUPL	Nomor jump atau nomor subroutine yang sama digunakan dua kali.
	SBN UNDEFD	Instruksi SBS(91) diprogram untuk nomor subroutine yang tidak ada.
	STEP ERR	STEP(08) dengan nomor bagian dan STEP(08) tanpa nomor bagian digunakan secara tidak tepat.
B	IL-ILC ERR	IL(02) dan ILC(03) digunakan tidak ber pasangan. Meskipun pesan kesalahan ini muncul jika lebih dari satu IL(02) dengan ILC(03) yang sama, program akan dieksekusi sebagaimana yang ditulis. Pastikan program ditulis seperti yang dikehendaki.
	JMP-JME ERR	JMP(04) dan JME(05) digunakan tidak berpasangan.
	SBN-RET ERR	Jika alamat yang ditampilkan adalah alamat SBN(92),



		dua subroutine yang berbeda telah ditetapkan dengan nomor subroutine yang sama. Ubahlah salah satu nomor subroutine atau hapuslah salah satunya. Jika alamat yang ditampilkan adalah alamat RET(93), berarti RET(93) digunakan secara tidak tepat.
C	COIL DUPL	Bit yang sama untuk instruksi (OUT, OUT NOT, DIFU(13), DIFD(14), KEEP(11), SFT(10)) dikendalikan oleh lebih dari satu instruksi atau kondisi eksekusi. Meskipun hal ini dibolehkan untuk instruksi tertentu, tetapi sebaiknya cek persyaratan instruksi untuk mengkonfirmasi bahwa program adalah betul atau rancang kembali program sehingga tiap bit dikendalikan hanya oleh satu instruksi/ kondisi eksekusi.
	JMP UNDEFD	JME(05) telah digunakan tanpa JMP(04) dengan nomor jump yang sama. Tambahkan JMP(04) dengan nomor yang sama atau hapus subroutine jika tidak diperlukan.
	SBS UNDEFD	Subroutine ada tetapi tidak pernah dipanggil oleh SBS(91). Programlah panggilan subroutine pada tempat yang tepat, atau hapuslah subroutine jika tidak diperlukan.

b) Pengecekan Kesalahan Pemrograman

Operasi pengecekan program digunakan untuk mengecek kesalahan dalam penulisan program dan menampilkan alamat dan jenis kesalahan yang ditemukan.

Ada tiga level pengecekan program.

- Level 0 untuk mengecek kesalahan tipe A, B, dan C
- Level 1 untuk mengecek kesalahan tipe A dan B
- Level 2 untuk mengecek kesalahan tipe A saja.



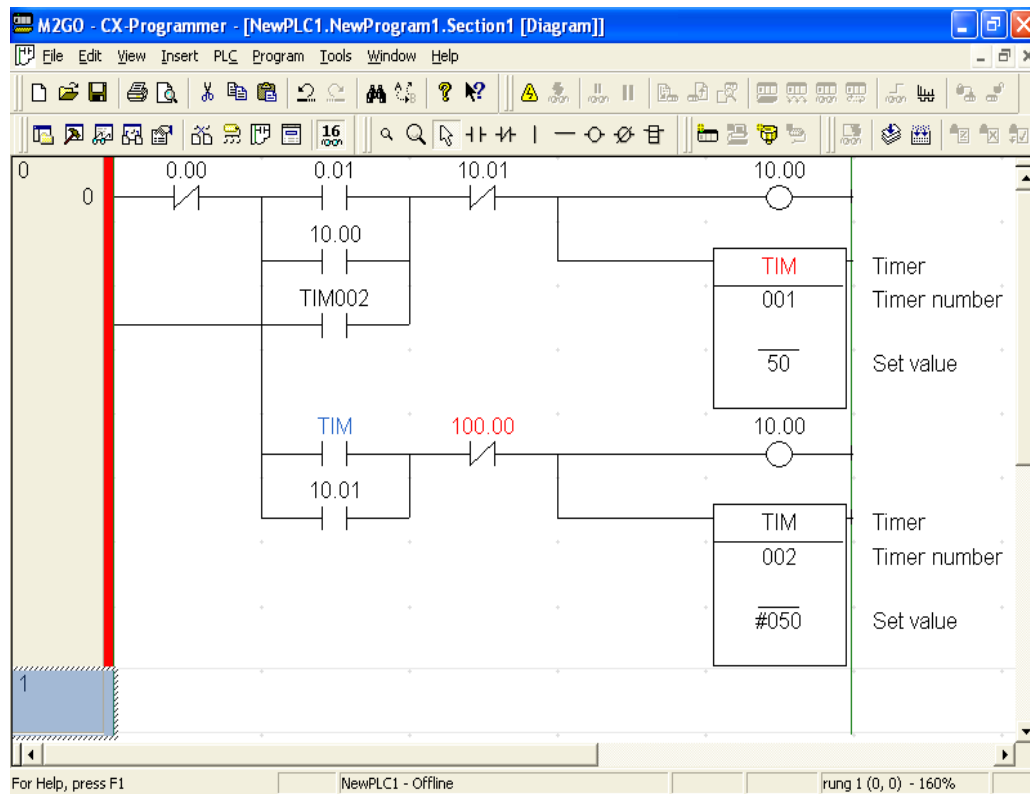
Level yang dikehendaki harus ditetapkan untuk menunjukkan tipe kesalahan yang dideteksi.

Dengan fungsi self diagnosis yang dimiliki PLC, maka program yang sedang ditulis dapat dicek. CX-Programmer dapat memberikan pesan/ informasi mengenai kesalahan dalam pemrograman.

Kesalahan program dapat diketahui melalui beberapa cara yaitu:

- ▷ Kesalahan tertentu saat penulisan program ditunjukkan langsung pada layar diagram ladder berupa tanda-tanda berwarna merah. Misalnya, jika garis instruksi dalam program tidak lengkap, maka bus bar akan berwarna merah. Demikian pula misalnya, terjadi kesalahan dalam penulisan bit operand maka bit tersebut juga berwarna merah.
- ▷ Kesalahan-Kesalahan lainnya ditampilkan dalam Window Output. Pesan kesalahan yang ditampilkan di sini direkam dan akan tetap ada sebelum dihapus.

Di bawah ini ditunjukkan contoh program ladder yang salah.



Gambar 52. Contoh kesalahan program

Terlihat di layar terdapat banyak sekali kesalahan program. Hal tersebut diketahui dari:

- Bus bar berwarna merah
- Tampilan untuk instruksi TIM 001 berwarna merah
- Operand 'TIM' untuk kontak berwarna biru
- Operand kontak 100.00 berwarna merah

Disamping itu, sebenarnya terdapat kesalahan program yang lain, tetapi tidak diidentifikasi dengan warna. Ini akan diketahui melalui operasi kompilasi program.

Tidak semua kesalahan diinformasikan pada saat yang sama. Untuk itu, lakukan kompilasi ulang setelah membetulkan kesalahan program yang ditunjukkan.

Misalkan program ladder di atas akan dicek kebenarannya. Lakukan prosedur pengecekan program melalui window output sebagai berikut:



- a. Klik **View>Window>Output** atau  untuk menampilkan Window Output.
- b. Tempatkan kursor di sembarang sel pada Window Diagram Ladder.
- c. Klik **Program>Compile**, untuk mengkompilasi program. Pada Window Output ditampilkan informasi kesalahan program.
- d. Klik kanan di sembarang tempat pada Window Output, kemudian klik **Clear**. Maka informasi di atas akan terhapus.

Pengecekan Program Menggunakan Konsol Pemrogram

Prosedur pengecekan program menggunakan Konsol Pemrogram sebagai berikut:

- a. Tekan CLR untuk membawa ke alamat awal.
- b. Tekan SRCH>0 untuk mengecek program level 0.
- c. Tekan SRCH lagi untuk melanjutkan pengecekan hingga alamat terakhir memori program.
- d. Jika kesalahan ditampilkan, betulkan kesalahan dan cek lagi hingga semua kesalahan dibetulkan.

2. Kesalahan Komunikasi

Kesalahan komunikasi adalah kesalahan yang diakibatkan oleh terputusnya hubungan komunikasi PLC dengan peralatan lain melalui port peripheral.

Jika terjadi kesalahan komunikasi, indikator COMM padam. Cek kabel penghubung dan restart. Tidak ada pesan dan kode kesalahan yang diberikan.

3. Kesalahan Operasi

Kesalahan operasi dibagi menjadi 2 kategori yang didasarkan pada tingkat kesalahan yaitu: kesalahan non-fatal dan kesalahan fatal.



Kesalahan non-fatal kurang serius dibandingkan kesalahan fatal dan tidak menghentikan operasi PLC.

1) Kesalahan Non-fatal

Jika terjadi kesalahan non-fatal operasi dan eksekusi program berlanjut. Meskipun operasi PLC berlanjut terus, tetapi penyebab kesalahan harus dibetulkan dan kesalahan dihilangkan sesegera mungkin.

Jika terjadi kesalahan non-fatal, indikator POWER dan RUN akan tetap menyala dan indikator ERR/ALM akan berkedip.

Pesan berikut ini muncul pada layar Konsol Pemrogram yang menunjukkan kesalahan non-fatal:

Tabel 4: Pesan kesalahan

Pesan	No. FAL	Penjelasan
SYS FAIL FAL	01 s.d 99	Instruksi FAL(06) telah dieksekusi dalam program. Cek no FAL untuk menentukan kondisi yang menyebabkan eksekusi, betulkan penyebabnya, dan hapus kesalahannya.
	9B	Kesalahan terjadi pada PC Setup. Cek flag AR 1300 s.d 1302, dan betulkan kesalahan yang ditunjukkan
SCAN TIME OVER	F8	Waktu siklus telah melampaui 100 ms. Ini menunjukkan bahwa waktu siklus program lebih panjang daripada yang disarankan. Kurangi waktu siklus jika mungkin.

2) Kesalahan Fatal

Jika terjadi kesalahan fatal, operasi PLC dan eksekusi program akan berhenti dan semua output PLC akan off. Operasi PLC tidak dapat distart hingga PLC di-off-kan dan kemudian di-on-kan lagi atau Konsol Pemrogram digunakan untuk memindahkan mode operasi ke mode PROGRAM dan untuk menghapus kesalahan.



Semua indikator PLC akan off selama terjadi pemutusan daya. Untuk kesalahan fatal yang lain, indikator POWER dan ERR/ALM akan menyala terus dan indikator RUN akan padam.

Pesan berikut ini muncul pada Konsol Pemrogram yang menunjukkan terjadi kesalahan fatal:

Tabel 5: Pesan kesalahan fatal

Pesan	No. FALS	Penjelasan
MEMORY ERR	F1	AR 1611 ON: Kesalahan telah terjadi dalam PC Setup (DM 6600 s.d DM 6655). Masukkan lagi semua PC Setup
		AR 1612 ON: kesalahan telah terjadi dalam program, yang menunjukkan instruksi yang tidak betul. Cek program dan betulkan kesalahan yang terdeteksi
		AR 1613 ON: kesalahan telah terjadi dalam data instruksi ekspansi.
		AR 1614 ON: kaset memori dipasang atau diambil saat daya on. Off-kan catu daya, pasang kaset memori, dan on-kan catu daya lagi.
		AR 1615 ON: isi kaset memori tidak dapat dibaca saat startup.
NO END INSTR	F0	Instruksi END(01) tidak ditulis dalam program.
I/O BUS ERR	C0	Kesalahan terjadi saat transfer data antara PLC dan unit Ekspansi. Cek kabel penghubung.
I/O UNIT OVER	E1	Terlalu banyak unit ekspansi. Cek konfigurasi Unit.



SYS FAIL FALS	01 s.d 99	Instruksi FALS(07) telah dieksekusi dalam program. Cek nomor FALS yang akan menyebabkan eksekusi, betulkan dan hapus kesalahannya.
	9F	Waktu siklus melampaui waktu monitoring waktu siklus. Cek waktu siklus dan atur waktu monitoring waktu siklus bila perlu

4. Pemeliharaan Preventif

Program pemeliharaan preventif untuk sistem PLC dan sistem kendali secara keseluruhan perlu dilakukan untuk mengurangi kemungkinan menghentikan sistem karena terjadinya kesalahan.

Periksalah kekencangan sekerup terminal I/O secara periodik. Dalam waktu yang lama sekerup tersebut dapat juga kendur sendiri.

- Jaminlah bahwa komponen bebas dari debu. Pendinginan terhadap PLC tidak mungkin dapat dilakukan jika debu mengumpul pada komponen.
- Karat dapat saja terjadi pada lingkungan kerja tertentu. Cek karat pada terminal, penyambung, dan PCB secara periodik.
- Sediakan sejumlah suku cadang seperti modul input dan output. Penghentian operasi dalam waktu lama untuk perbaikan akan berbiaya mahal.
- Simpanlah dokumentasi program operasi dan rangkaian pengawatan sistem kendali. Ini akan diperlukan dalam kondisi darurat.
- Secara berkala membersihkan atau mengganti filter yang telah dipasang, jangan menunggu sampai perawatan mesin dijadwalkan untuk memeriksa menyaring. Praktek ini akan memastikan bahwa sirkulasi udara bersih hadir di dalam perangkat PLC .



- f. Jangan biarkan kotoran dan debu menumpuk pada komponen PLC; central processing unit dan I / O sistem tidak dirancang untuk menjadi berdebu. Jika debu menumpuk pada heat sink dan sirkuit elektronik, dapat menghambat pembuangan panas, menyebabkan kerusakan sirkuit. Selain itu, jika debu yang bersifat penghantar mencapai papan elektronik, dapat menyebabkan hubung singkat, sehingga kemungkinan kerusakan permanen pada PCB.

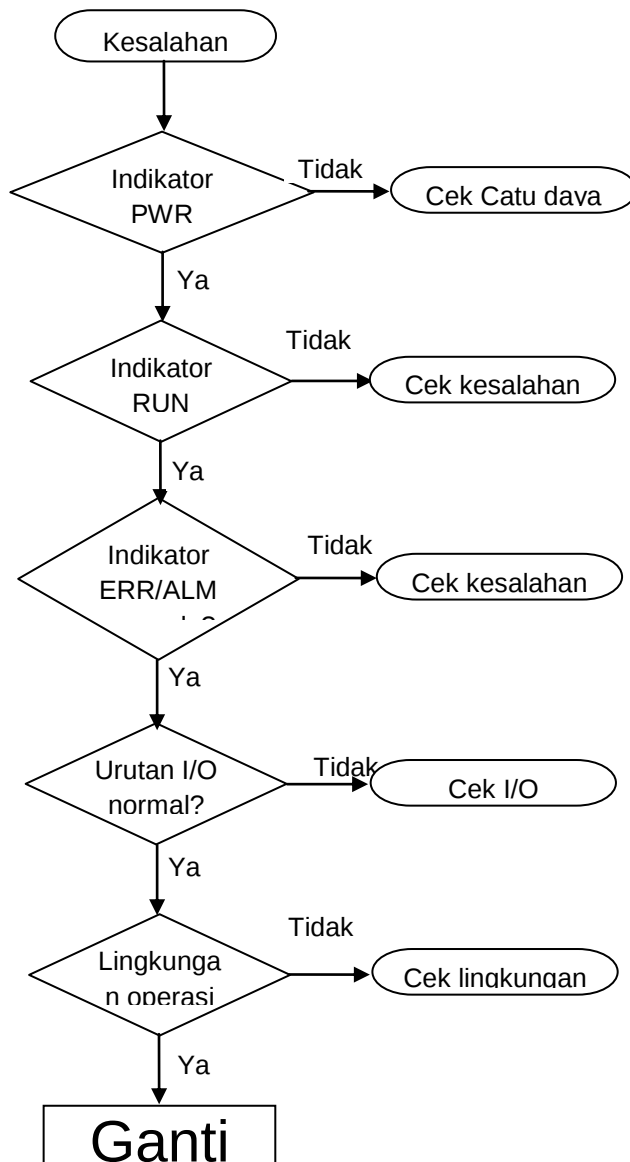
2. Diagnosa dan penyelesaian Permasalahan Sistem PLC

1. Identifikasi dimana kemungkinan permasalahan PLC terjadi apakah di input atau di output.
2. Periksa untuk memastikan catu daya PLC sedang dipasang (120vac atau 24VDC), umumnya bisa dilihat dari nyala LED pada PLC. Perlu juga untuk memeriksa apakah ada tegangan yang diberikan pada sumber catu daya PLC .
3. Periksa catu daya 24VDC yang mungkin telah tersedia dalam PLC atau catu daya eksternal. Lihat juga apakah ada sekering yang putus.
4. Periksa catu daya 120V atau keluaran tegangan trafo dan pastikan tidak ada sekering yang putus. Ini sering terjadi pada kumparan solenoid hidrolis.
5. Carilah komponen, sensor atau saklar di daerah PLC yang rusak mungkin ada perangkat yang mungkin rusak.
6. Periksa setiap LED input menuju PLC atau pada lakukan diagnosa internal. Nyalakan satu-persatu secara manual. Pastikan PLC/mesin dalam kondisi ESTOP untuk menghindari kejadian yang tak terduga. Tapi tetap hati-hati karena beberapa perintah pemogramman dalam diagram ladder yang ditulis sepenuhnya aman.
7. Periksa input mesin atau diagnostik PLC Jika ini semua bekerja dengan benar pindah untuk memeriksa output. Jika tidak, uji daya yang masuk kembali ke input PLC dengan meter.



3. Bagan Alir Lacak Kesalahan

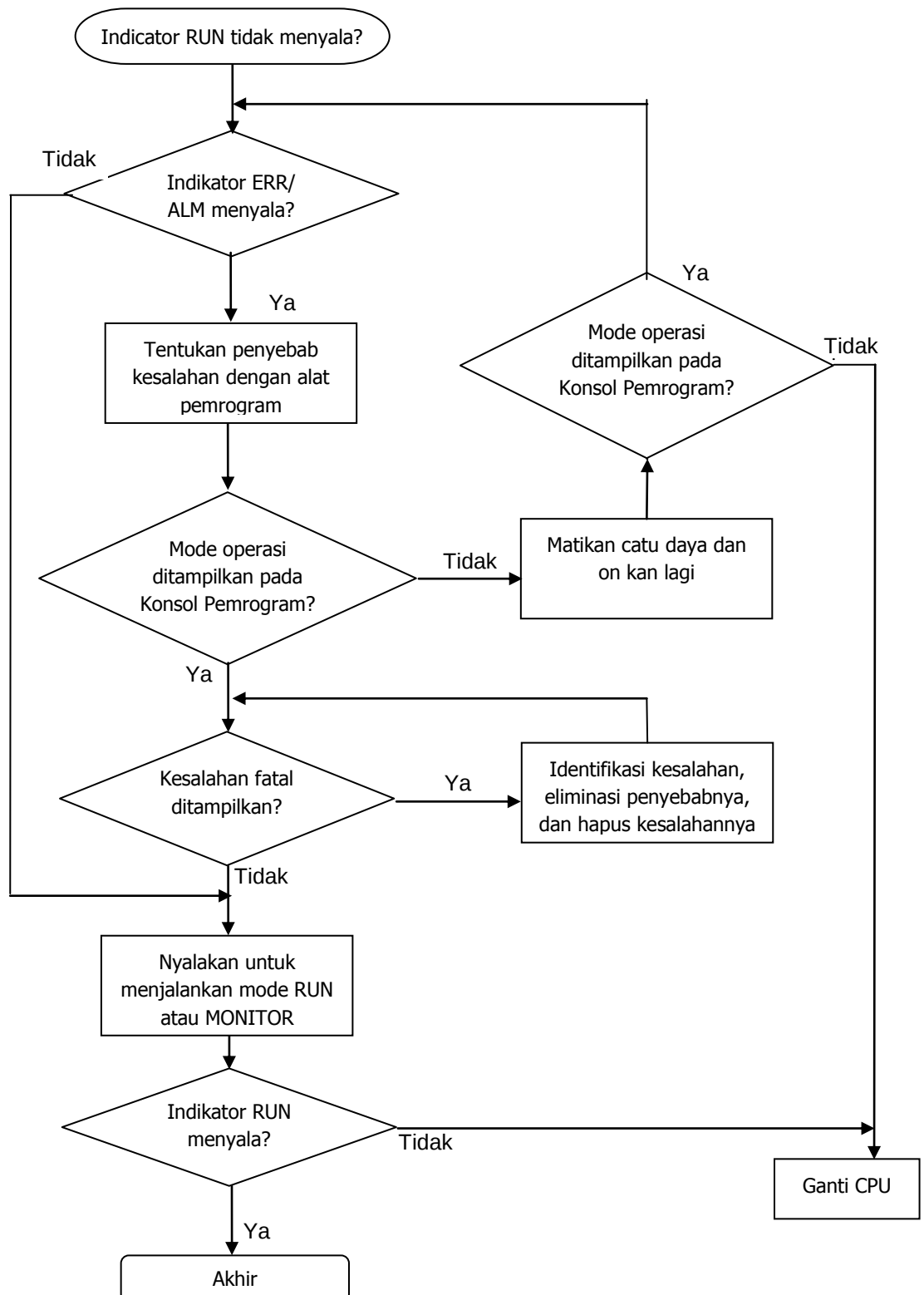
a. Pengecekan utama



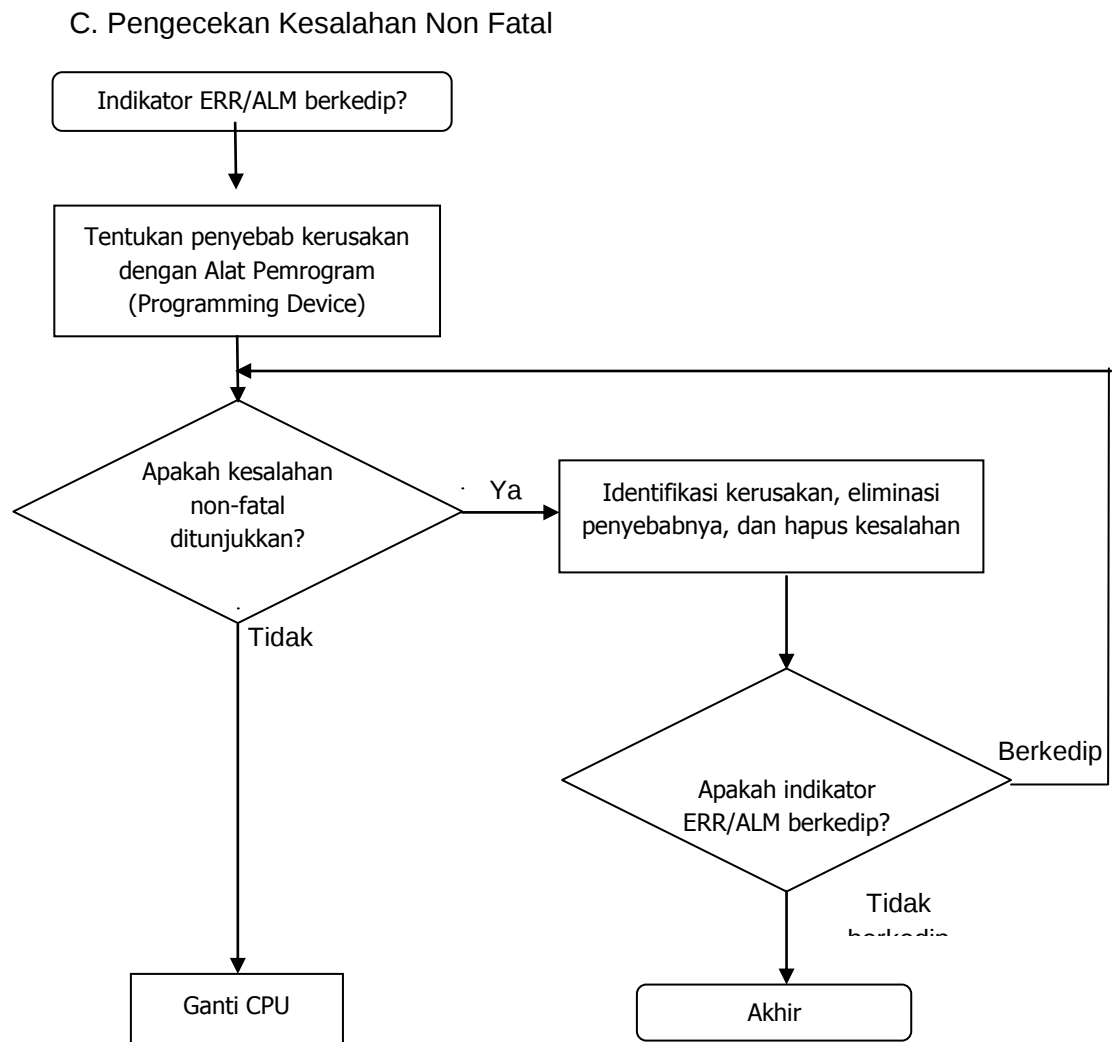
Gambar 53: Bagan alir lacak kesalahan



b. Pengecekan Kesalahan Fatal



Gambar 54: Pengecekan kesalahan fatal



Gambar 55. Pengecekan kesalahan non fatal

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada Latihan/Kasus/Tugas, bacalah uraian materi dan bahan-bahan bacaan yang mendukung materi ini dari berbagai sumber.

2. Aktivitas Praktikum

Rancangan suatu program berdasarkan soal di bawah ini:



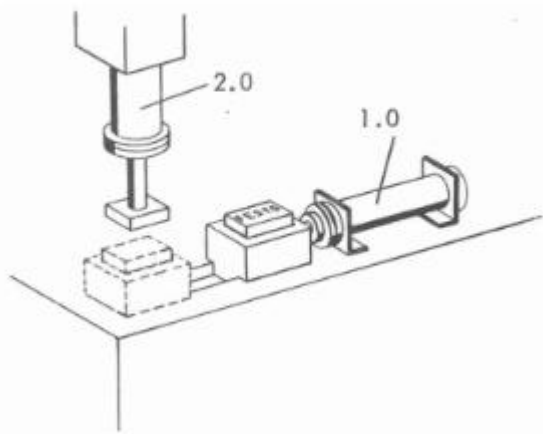
Bagian suatu plastik dimasukkan ke tempatnya secara manual. Aktuator 1.0 mendorong benda kerja tsb sampai dibawah aktuator 2.0. Kemudian aktuator 2.0 memberikan label pada benda kerja tsb. Pemberian label dilakukan dengan memberikan tekanan sampai sebesar 3 bar (pressure switch) pada aktuator 2.0. Setelah melakukan pemberian label maka aktuator 2.0 kembali ke posisi awal kemudian diikuti oleh aktuator 1.0. Aktuator 1.0 menggunakan katup solenoid ganda dan aktuator 2.0 menggunakan katup solenoid tunggal. Tombol tekan digunakan untuk memulai gerakan. Tombol detent digunakan untuk pemilihan AUTO/MAN (otomatis/manual). Urutan pengaktifan dapat dilihat pada LEMBAR EVALUASI.

Masing-masing silinder terdapat 2 buah sensor (proximity). Tanda (+) → maju, tanda (-) ←mundur.

Silinder 2.0 bergerak maju dapat diatur kecepatannya Silinder 2.0 mundur dengan cepat Manometer digunakan untuk mengetahui tekanan yang diinginkan.

Keterangan

- **SHORT CIRCUIT pada rangkaian TIDAK BOLEH TERJADI**
- **Singkirkan komponen atau tools yang tidak terpakai dari meja kerja (Misal: kabel, selang, katup, obeng, dll)**



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan tiga tipe kesalahan sistem kendali PLC
2. Perintah apakah yang digunakan untuk mengecek kesalahan pemrograman menggunakan Konsol Pemrogram?



3. Apakah perbedaan kesalahan non-fatal dan kesalahan fatal?
4. Pesan apakah yang akan ditampilkan saat terjadi kesalahan berikut ini:
 - a. Alamat yang diset lebih besar daripada alamat memori tertinggi.
 - b. Instruksi pada alamat terakhir bukan NOP(00).
 - c. Dalam program tidak ada instruksi END(01)
 - d. Konstanta untuk instruksi tidak dalam nilai yang ditetapkan.
5. Apakah arti pesan kesalahan berikut ini:
 - a. ?????
 - b. CIRCUIT ERR
 - c. COIL DUPL
 - d. I/O NO ERR

F. Rangkuman

1. Ada beberapa tipe kesalahan sistem PLC yaitu, kesalahan pemrograman, kesalahan komunikasi, dan kesalahan operasi.
2. Kesalahan pemrograman dapat dicek menggunakan alat pemrogram baik dengan software ladder maupun dengan Konsol Pemrogram.
3. Terjadinya kesalahan operasi PLC ditunjukkan oleh indikator status pada PLC.
4. Program pemeliharaan preventif perlu dilakukan untuk menjamin koninyuitas sistem kendali PLC.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban Latihan/kasus/Tugas yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar ini dengan rumus sebagai berikut :

Tingkat penguasaan = (Jumlah jawaban benar : jumlah soal) x 100 %

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali = 90 – 100 %



Baik = 80 – 89 %

Cukup = 70 – 79 %

Kurang = 0 – 69 %

Bila tingkat penguasaan mencapai 80 % ke atas, silahkan melanjutkan ke Kegiatan Belajar berikutnya. Ini artinya bagus. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar pada bagian ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 8

MENGANALISA SISTEM DAN KOMPONEN HMI

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

1. Memahami prinsip kerja HMI (*Human Machine Interface*) dengan benar.
2. Merancang sebuah sistem HMI dengan menggunakan CX Designer secara baik dan teliti.
3. Menyesuaikan rancangan dengan objek kerja sebenarnya dengan tepat dan teliti.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi kompetensi Membangun sistem Human Machine Interface (HMI) pada plan proses sistem produksi dan manufaktur di industri dengan menggunakan SCADA dalam kegiatan belajar ini yaitu: peserta diklat dapat menganalisis sistem dan komponen HMI dengan cermat dan benar.

C. Uraian Materi

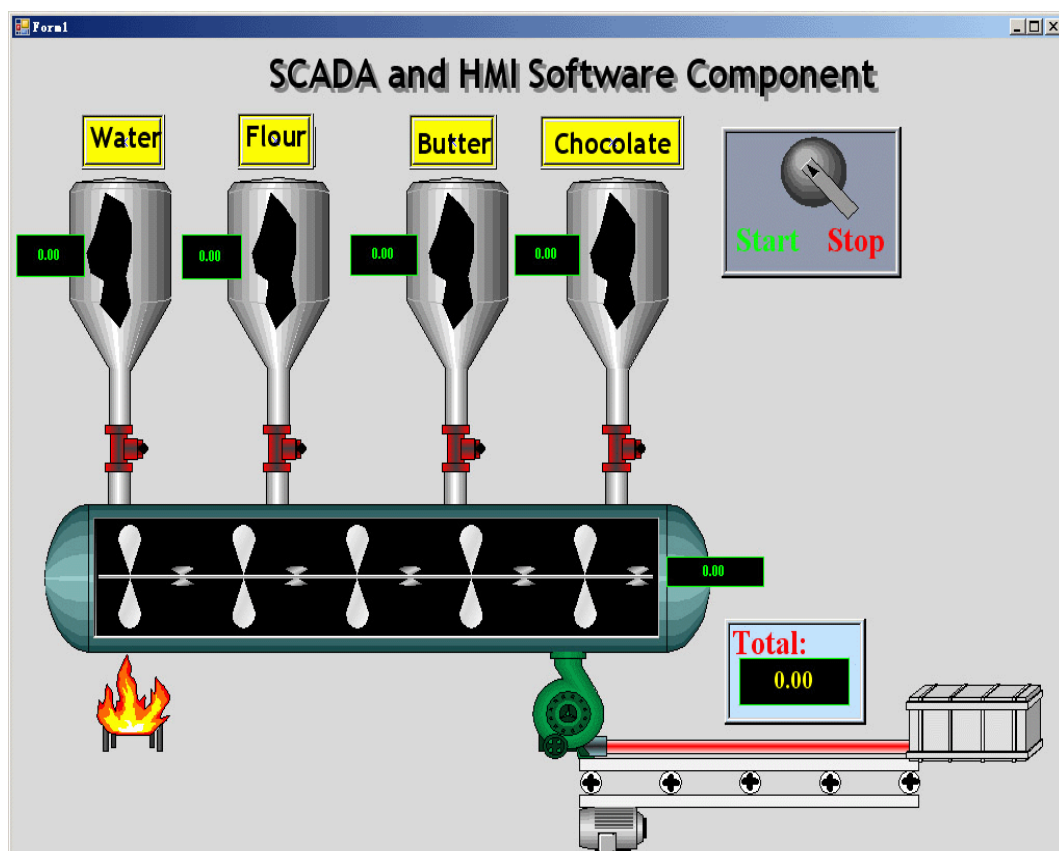
1. Definisi

Di dalam subsistem dari SCADA terdapat yang namanya HMI (Human Machine Interface), yang secara harfiah dapat di definisikan sebuah alat/Komputer dengan tampilan grafis yang berhubungan langsung dengan manusia. Jadi HMI adalah piranti lunak antarmuka antara mesin atau plant dengan operator atau pengamat. Umumnya terdiri dari komputer pusat atau beberapa komputer terpisah berfungsi untuk memonitor dan mengontrol mesin, plant atau proses di sebuah pabrik.



Untuk membuat HMI pada komputer sebenarnya ada banyak jenisnya dan kita dapat membuat HMI dengan konvensional programming seperti Visual Basic, Visual C++, Visual C#, Delphi, Java, dan lain lain.

HMI dapat membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata, visualisasi tersebut dilengkapi dengan data – data yang nyata dan sesuai dengan keadaan di lapangan. Selanjutnya visualisasi tersebut ditampilkan pada monitor – monitor di ruang kendali secara realtime bahkan sudah dapat diakses secara online melalui peralatan elektronik dimanapun dan kapanpun selama ada jaringan internet. Untuk proses skala kecil seperti di sub sistem maka HMI yang digunakan dapat berupa tampilan touchscreen yang lebih sederhana.



Gambar 56: Contoh tampilan monitoring HMI

HMI akan memberikan suatu gambaran kondisi mesin yang berupa peta mesin produksi dimana disitu dapat dilihat bagian mesin mana yang sedang bekerja. Pada HMI juga terdapat visualisasi pengendali mesin berupa tombol, slider dan



sebagainya yang dapat difungsikan untuk mengontrol atau mengendalikan mesin sebagaimana mestinya. Selain itu dalam HMI juga ditampilkan alarm jika terjadi kondisi bahaya dalam sistem. Sebagai tambahan, HMI juga menampilkan data-data rangkuman kerja mesin termasuk secara grafik.

HMI mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Memonitor keadaan yang ada di plant.
- b. Mengatur nilai pada parameter yang ada di plant
- c. Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi
- d. Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal
- e. Menampilkan pola data kejadian yang ada di plant baik secara real time maupun historical (Trending history atau real time).

2. Cara Kerja HMI

Tujuan pemakaian HMI adalah mengumpulkan dan menampilkan informasi dari proses pada plant. Selain itu HMI berguna sebagai sarana bagi operator untuk mengakses sistem otomasi di lapangan (operasional, perawatan & troubleshooting, pengembangan). Pada dasarnya tujuan dari penggunaan Human Machine Interface dalam pengontrolan mesin industri meliputi hal-hal berikut :

a. Tampilan Statis dan Dinamik

Pada tampilan HMI terdapat dua macam tampilan yaitu Obyek statis dan Obyek dinamik. Obyek statis, yaitu obyek yang berhubungan langsung dengan peralatan atau database. Contoh : teks statis, layout unit produksi.

Obyek dinamik, yaitu obyek yang memungkinkan operator berinteraksi dengan proses, peralatan atau database serta memungkinkan operator melakukan aksi kontrol. Contoh : push buttons, lights, charts.

Manajemen Alarm

Suatu sistem produksi yang besar dapat memonitor sampai dengan banyak alarm. Dengan banyak alarm tersebut dapat membingungkan operator.



Setiap alarm harus di-acknowledged oleh operator agar dapat dilakukan aksi yang sesuai dengan jenis alarm. Oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen alarm dengan tujuan meminimalisasi alarm yang tidak berarti.

b. Trending

Perubahan dari variable proses continue paling baik jika dipresentasikan menggunakan suatu grafik berwarna. Grafik yang dilaporkan tersebut dapat secara summary atau historical. Dengan menggunakan trending grafik yang kita butuhkan dapat di presentasikan ke layar.

c. Reporting

Dengan reporting akan memudahkan pembuatan laporan umum dengan menggunakan report generator seperti alarm summary reports. Selain itu, reporting juga bisa dilaporkan dalam suatu database, messaging system, dan web based monitoring. Pembuatan laporan yang spesifik dibuat menggunakan report generator yang spesifik pula. Laporan dapat diperoleh dari berbagai cara antara lain melalui aktivasi periodik pada selang interfal tertentu misalnya kegiatan harian ataupun bulanan dan juga melalui operator demand.

Fitur-fitur yang terdapat dalam HMI biasanya adalah

- a. Informasi Plant : Variabel proses, status peralatan, alarm, lup control, dan database.
- b. Metode Presentasi : Grafik, report, animasi.
- c. Peralatan: Keyboard, mouse atau pointing device lainnya, dan touchscreen atau CRT.

Komponen yang diperlukan untuk membangun HMI :

- a. Media Komunikasi : Media Kabel/Wire (Ethernet dan Serial) dan Media Radio/Wireless (Wifi, Modem GSM, Radio). Untuk pengontrolan jarak jauh yang paling baik digunakan adalah menggunakan Ethernet.



- b. Hardware Komputer yang mempunyai spesifikasi minimal prosesor sekelas Pentium 200, hard disk kosong 500 MB, RAM 64 MB, adapter video SVGA SMB RAM, pointing device, dan telah terpasang adapter jaringan.
- c. Software HMI (Intouch Wonderware, RSVIEW32, dll), dan OPC (TOP server, OPC Link,dll).

Applikasi HMI pada umumnya tidak berhubungan langsung dengan peralatan yang dikontrol tetapi melalui perantara data server. Data server dapat berupa program OPC (OLE for Process Control) atau program Direct Driver khusus yang dibuat khusus untuk satu controller/PLC tertentu.

OPC merupakan standar industri untuk interkoneksi system yang menggunakan teknologi Microsoft COM dan DCOM dalam pertukaran data pada satu atau lebih komputer dengan arsitektur client/server. OPC mendefinisikan setting umum interface. Sehingga aplikasi menerima data pada format yang sama persis meskipun sumber datanya berupa PLC, DCS, gauge, analyzer, aplikasi software atau yang lainnya.

Keuntungan konektivitas dengan OPC adalah meminimalkan beban dengan meminimalkan data request, cepat dan mudah dalam implementasi, tidak membutuhkan banyak driver, dan meminimalkan biaya.

Beberapa Vendor HMI yang Dapat Anda Temui

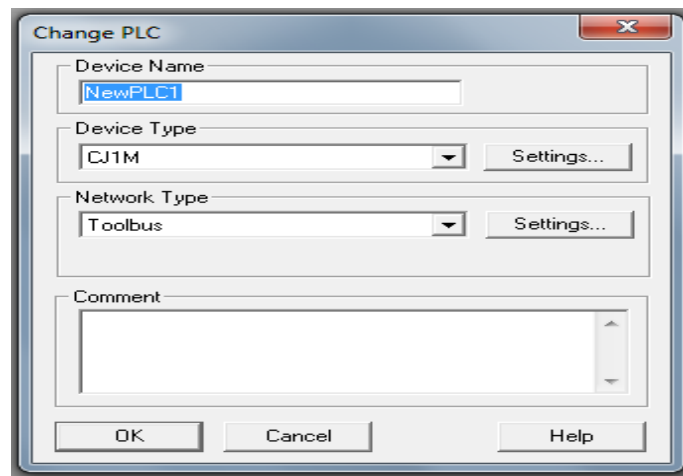
- ✓ National Instrument LookOut
- ✓ Wonderware InTouch
- ✓ Citect SCADA
- ✓ Emerson DeltaV
- ✓ Yamatake-Honeywell Plantscape
- ✓ Intellution FixMMI

3. Langkah Pembuatan menggunakan Cx- Supervisor

- 1) Buat Folder baru pada desktop untuk menyimpan pekerjaan (contoh : nama folder “Cerdas”).
- 2) Buka software Cx - Programmer.

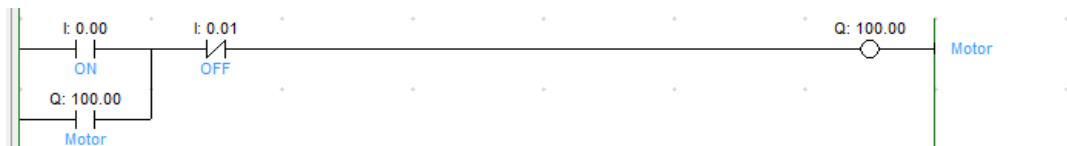


- 3) Klik file kemudian new sehingga muncul kotak dialog Change PLC berikut:

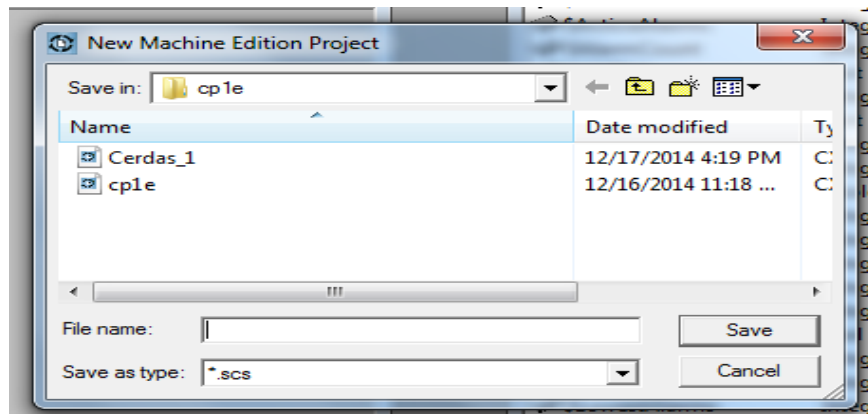


Gambar 57. Kotak dialog change PLC

- 4) Buat nama Device, (contoh : Cerdas).
5) Pilih tipe PLC yang digunakan, (Contoh CP1L), setelah itu klik OK.
6) Buat program (Ladder diagram) yang akan digunakan /disimulasikan, (contoh : Rangkaian Self Holding)

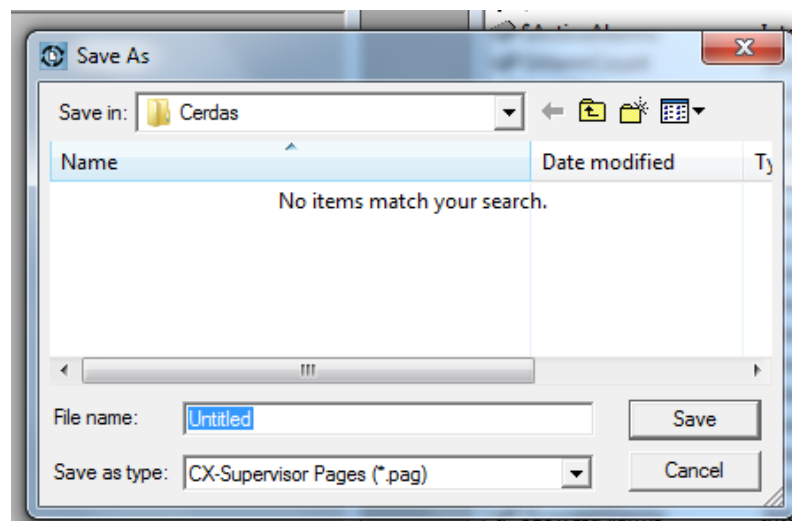


- 7) Simpan program dengan mengklik icon  Lokasi penyimpanan file adalah di folder Cerdas yang dibuat tadi. Simpan file dengan nama cerdas.
8) Buka software Cx – Supervisor.
9) Klik File -- > New Project kemudian Machine Edition Project, maka akan muncul kotak dialog New Machine Edition Project.



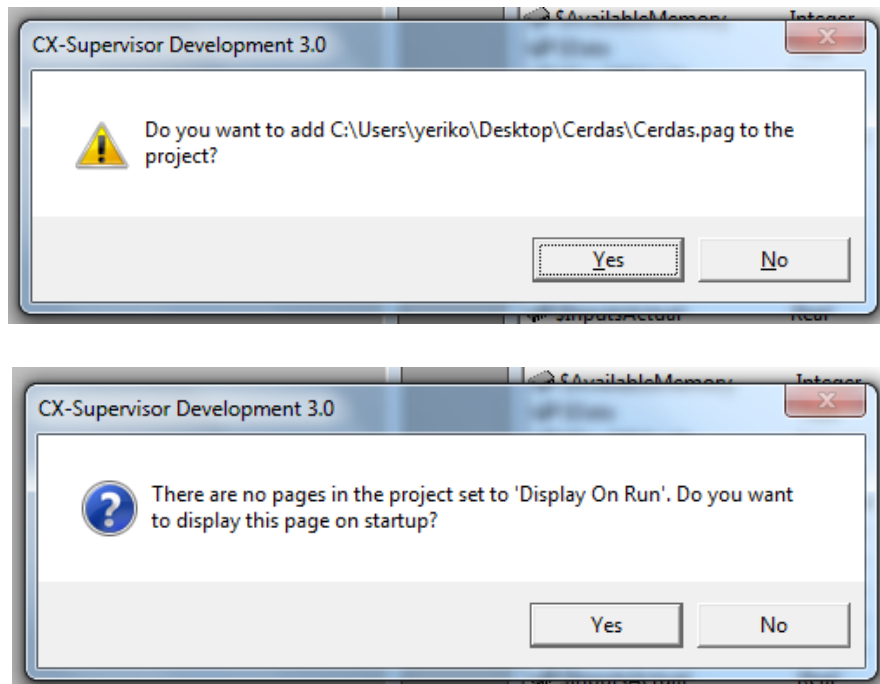
Gambar 58. Kotak dialog New Machine Edition Project

- 10) Buat nama file project yang sedang anda kerjakan. Dianjurkan membuat nama file sama dengan nama folder dan nama device. Nama file pada contoh yaitu Cerdas. Lokasi penyimpanan file adalah folder Cerdas. Klik save untuk menyimpan.
- 11) Klik file kemudian save page as, maka muncul kotak dialog save as. Isi kembali nama file, (contoh : Cerdas).



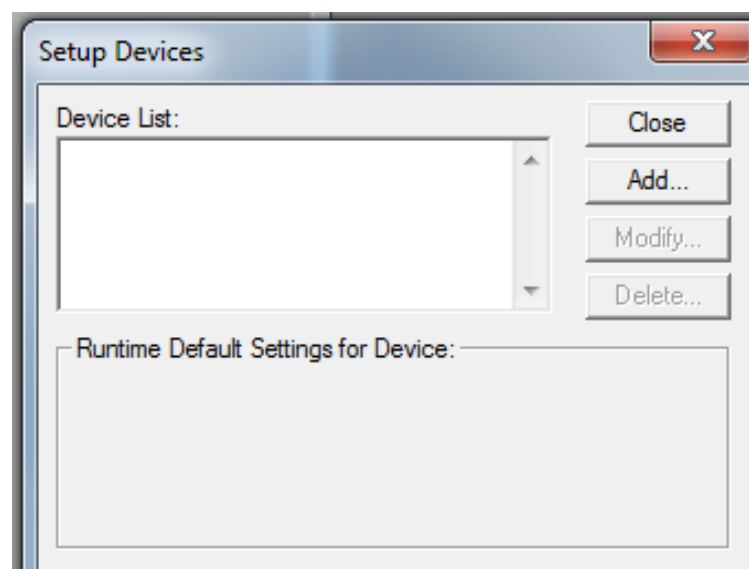
Gambar 59. Kotak dialog Save As

- 12) Setelah nama file diisi klik save dan muncul kotak dialog berikut. Klik yes pada kotak dialog tersebut dan muncul lagi kotak dialog berikut. Klik yes pada kotak dialog tersebut



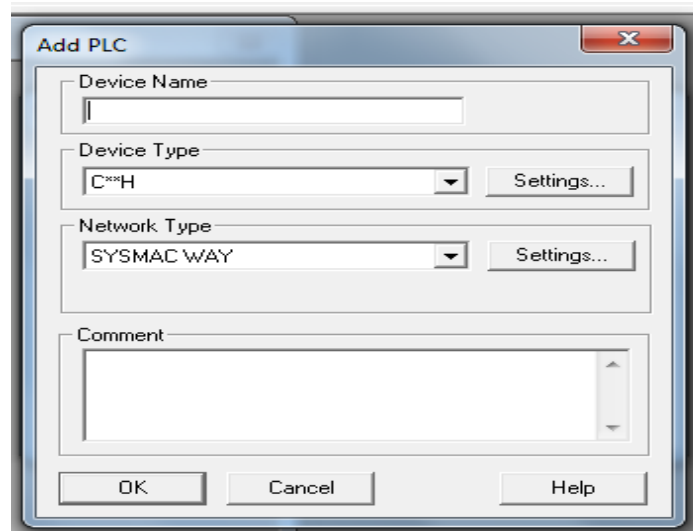
Gambar 60. Persetujuan membuat project baru

13) Klik device setup sehingga muncul kotak dialog berikut.



Gambar 61. Kotak dialog device setup

14) Klik add dan muncul kotak dialog add PLC.



Gambar 62. Kotak dialog Add PLC

- 15) Isi nama device, Sesuaikan dengan nama file tadi (contoh : Cerdas). Setelah itu, pilih tipe PLC sesuai dengan yang digunakan, (Contoh: CP1L) kemudian klik OK.
- 16) Klik close pada kotak dialog setup device.
- 17) Klik point editor maka akan muncul kotak dialog point editor
- 18) Klik add point maka akan muncul kotak dialog add point
- 19) Untuk tombol On, ketik point name On, klik Input/Output pada I/O tipe, pastikan I/O rate berada pada on interval dan anti waktunya menjadi 50 milisecond.
- 20) Klik setup dan muncul kotak dialog berikut:
- 21) Isi data lokasi dengan alamat point name yang dimasukkan (Point name : On). Pada contoh input/tombol On berada pada alamat 0.00, maka data lokasi diisi dengan 0.00.
- 22) Setelah selesai klik OK. Klik OK pada kotak dialog add point.
- 23) Ulangi langkah 16 – 21 untuk input/tombol off dan output/lampu.
- 24) Klik togel button dan pasang pada lembar kerja (untuk tombol ON).
- 25) Klik togel button dan pasang pada lembar kerja (untuk tombol OFF).
- 26) Klik ellipse dan pasang pada lembar kerja (untuk tombol Lampu).
- 27) Klik dua kali pada ellipse (Lampu) yang baru saja dibuat sehingga muncul kotak dialog berikut
- 28) Klik 2 kali pada change colour (digital) sehingga muncul kotak dialog berikut



- 29) Klik browse dan muncul kotak dialog berikut
- 30) Cari kemudian klik lampu pada kotak point name, kemudian klik OK.
- 31) Klik OK pada kotak dialog change colour (digital)
- 32) Klik close pada kotak dialog animation editor
- 33) Klik dua kali pada tombol On dan muncul kotak dialog berikut
- 34) Klik Browse, kemudian cari dan klik On, kemudian klik OK
- 35) Lakukan hal yang serupa dengan langkah 32 dan 33 untuk tombol Off
- 36) Klik file --- > page property dan muncul kotak dialog berikut
- 37) Hilangkan tanda ceklis pada display title kemudian klik OK
- 38) Klik run the project sehingga muncul kotak dialog berikut. Klik yes dan akan muncul lagi kotak dialog selanjutnya. Tekan kembali pilihan yes
- 39) Setelah selesai, maka akan muncul tampilan berikut. Pastikan I/O manager dalam kondisi ...
- 40) Buktikan project yang anda buat. Tekan tombol On, amati aktifitas lampu, tekan tombol off, amati aktifitas lampu.
- 41) Pastikan project yang anda buat bekerja sebagaimana mestinya.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada Latihan/Kasus/Tugas, bacalah uraian materi dan bahan-bahan bacaan yang mendukung materi ini dari berbagai sumber.

2. Aktivitas Praktikum

Buatlah HMI untuk proses pengaturan kecepatan motor DC, dengan menggunakan sensor cahaya sebagai pendeteksi putaran motor. Tambahkan objek kontrol berupa slider untuk mengatur kecepatan motor dan tambahkan sebuah grafik, label dan meter untuk menampilkan besarnya nilai kecepatan motor DC tersebut. Video berikut menunjukkan contoh dari aplikasi ini.

E. Latihan/Kasus/Tugas



1. Sebutkan Fungsi Utama HMI pada sistem SCADA!
2. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk merancang dan membuat HMI, Coba jelaskan!
3. Jelaskan struktur perancangan HMI!

F. Rangkuman

HMI sangat berguna untuk memonitoring kegiatan yang berlangsung pada dunia industri. Dengan adanya perangkat ini maka monitoring dapat dilakukan dengan media yang ringkas dan merupakan tampilan visual dari perangkat sebenarnya yang beroperasi pada kegiatan produksi di industri.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Pada pembelajaran ini diharapkan agar peserta dapat memahami konsep rangkaian seri-paralel secara mendalam. Selain itu juga diperlukan penguasaan mengenai penggunaan CX Designer sebagai salah satu program untuk merancang perangkat HMI.



KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

A. Kegiatan Pembelajaran 1

1. Hal yang perlu diperhatikan dalam membuat komunikasi efektif yakni:
 - a. Menggunakan pengalaman riil sebagai media interaksi, maupun buatan yang membantu menjelaskan objek yang disampaikan.
 - b. Tidak menggunakan kata khiasan yang terlalu berlebihan.
 - c. Menjaga penerima informasi tetap focus terhadap materi yang disampaikan.
2. Tingkatan alat interaksi:

Alat interaksi dapat diklasifikasikan dalam tiga tingkat:

 - a. Tingkat pengalaman riil, yakni segenap media di dalam dunia kehidupan sehari-hari.
 - b. Tingkat pemahaman buatan, yakni segenap media yang sengaja diciptakan untuk mendekatkan pengertian pada pengalaman riil.
 - c. Tingkat pengalaman verbal, di mana bahasa adalah alat utama, baik lisan maupun tulisan.
3. Artinya dalam hal penyampaian informasi antara pengirim dan penerima informasi memahami materi informasi yang sama terhadap informasi yang telah disampaikan

B. Kegiatan Pembelajaran 2

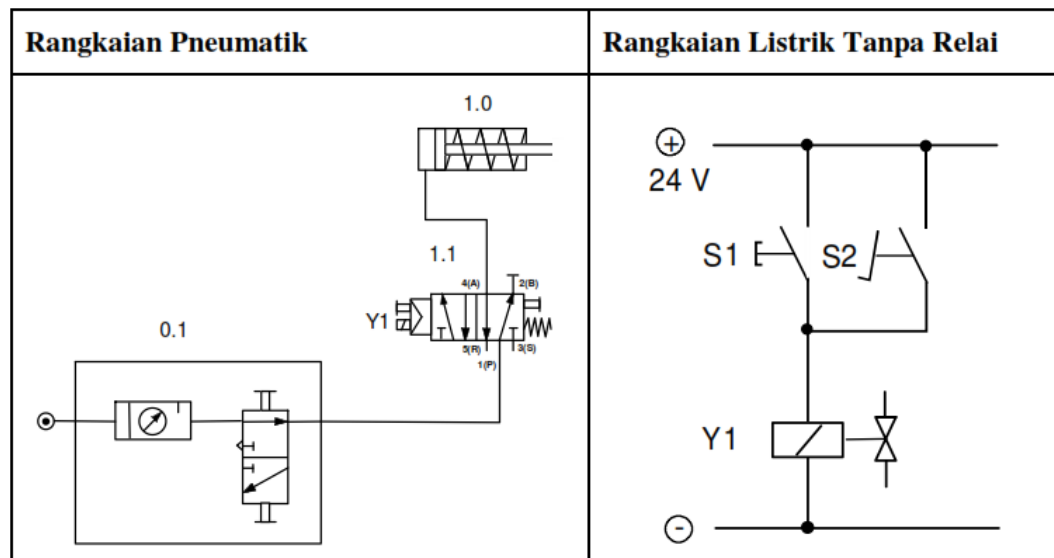
1. $n_s = (120 \cdot F) / P = (120 \cdot 50) / 4 = 1500 \text{ rpm}$
2. $\% \text{ slip} = ((n_s - n) / n_s) \times 100 = ((1500 - 1420) / 1500) \times 100 = 5 \%$
3. $I = P / V \cdot \cos \phi \dots P = 1 \text{ kw} = 1000 \text{ watt}, I = 1000 / (220 \cdot 0,88) = 5 \text{ Ampere}$
4. $P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi = 1,73 \cdot 380 \cdot 9,5 \cdot 0,88 = 5495 \text{ watt}$ atau dibulatkan jadi 5,5 KW.
5. $P_{\text{output}} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{eff} \cdot \cos \phi = 1,73 \cdot 380 \cdot 9,5 \cdot 0,9 \cdot 0,88 = 4946 \text{ watt}$ atau dibulatkan jadi 5 KW atau 6,6 HP.
6. $\eta = (P_{\text{out}} / P) \times 100\% = (4500 / 5000) \times 100\% = 90 \%$
7. $T = (5250 \cdot \text{HP}) / n = (5250 \cdot 10) / 1500 = 35 \text{ lb ft} = 45,6 \text{ Nm}$



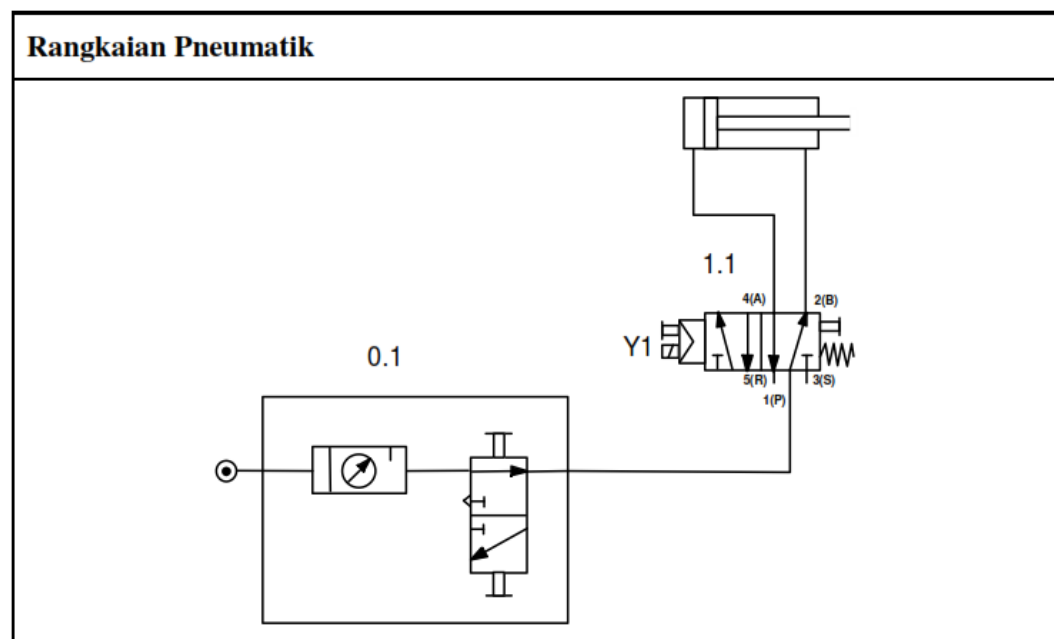
C. Kegiatan Pembelajaran 3

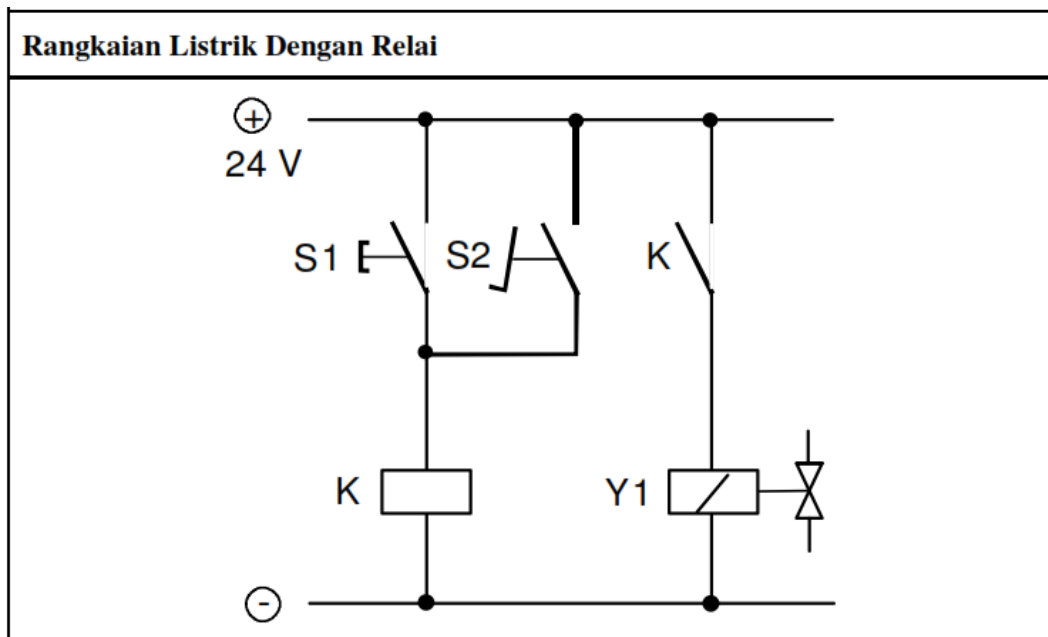
1. Diagram Rangkaian

a. Tanpa relai dengan silinder kerja tunggal



b. Dengan relai menggunakan silinder kerja ganda



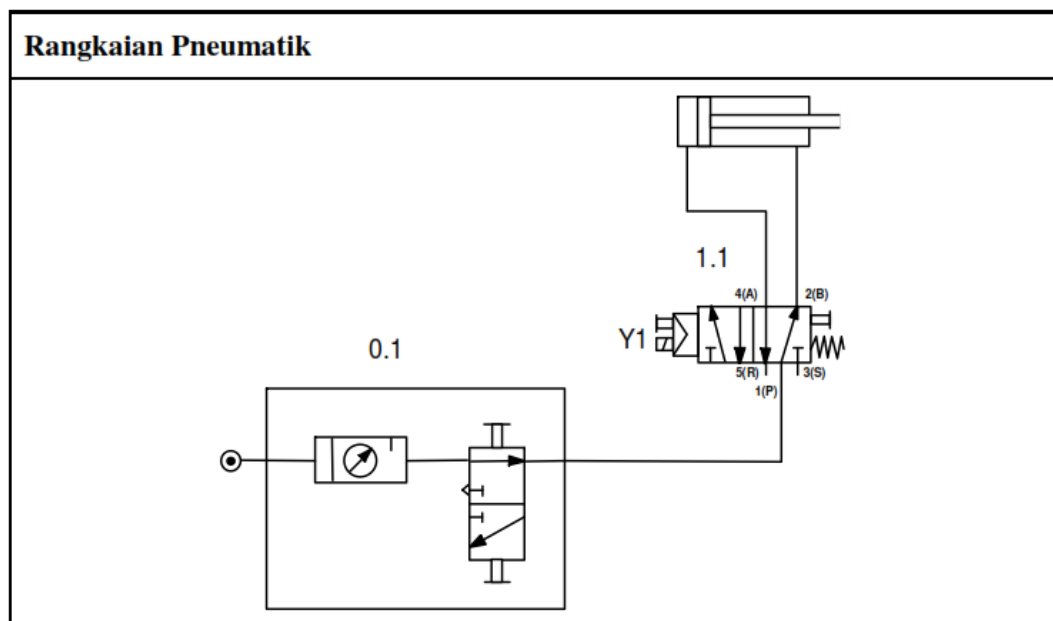


2. Apa yang terjadi bila kedua tombol ditekan bersama-sama ?

Jawab :Arus listrik mengalir ke kumparan solenoid menyebabkan katup bekerja dan silinder mendorong benda kerja.

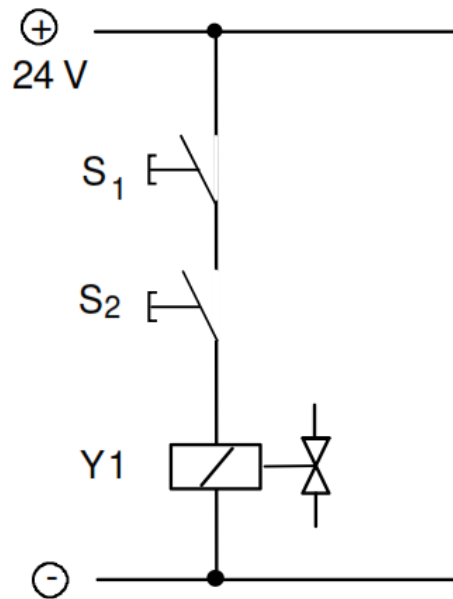
Jawaban soal 2:

1. Diagram rangkaian

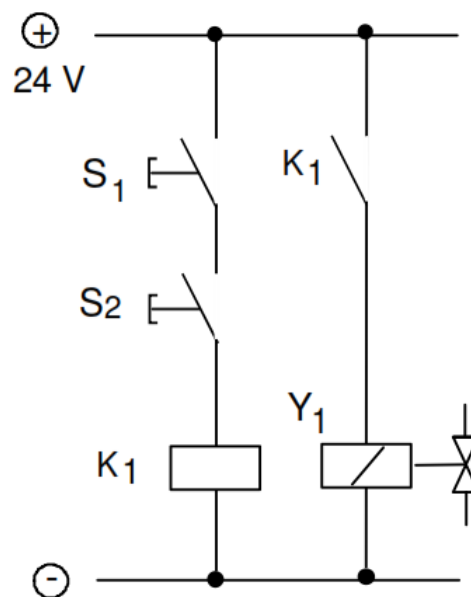




Rangkaian Listrik Tanpa Relai



Rangkaian Listrik Dengan Relai



D. Kegiatan Pembelajaran 4

1. Apa yang dimaksud dengan pemeliharaan PLC Pneumatik?

Yang dimaksud dengan pemeliharaan PLC Pneumatik ialah segala upaya atau kegiatan yang sengaja dilakukan terhadap PLC Pneumatik dengan



mengikuti suatu prosedur yang sistematis dengan tujuan agar PLC Pneumatik yang kita miliki dapat digunakan dengan lancar, aman dan secara teknis maupun ekonomis berumur panjang (awet).

2. Sebutkan kegiatan yang harus dilakukan dalam pemeliharaan harian!

Kegiatannya antara lain :

- ✓ Memeriksa kondisi alat setiap akan dioperasikan.
- ✓ Menjaga kebersihan dan ketertiban.
- ✓ Mencegah terjadinya beban lebih.
- ✓ Mengamati atau memperhatikan.

3. Jelaskan langkah-langkah dalam melacak kerusakan relai!

- ✓ Ukur arus minimum yang mengalir pada kontak. Ini disebut arus pull-in, yaitu: arus minimum agar armatur dapat melakukan kontak.
- ✓ Setelah armatur terhubung, segera ukur arus yang melalui kontak sebelum armatur melewati kondisi normal (arus ini disebut arus drop-out). Arus yang terukur seharusnya lebih kecil dari arus pull-in.
- ✓ Arus yang tidak sesuai dengan kondisi operasi mengindikasikan bahwa: relay tidak terhubung secara sempurna, sehingga menimbulkan panas pada koil.
- ✓ Untuk perangkat yang menggunakan solenoid AC, maka akan dilengkapi dengan satu lilitan koil yang disebut cincin bayangan (shading ring) yang merupakan satu bagian dari armatur magnetik. Cincin bayangan digunakan untuk mengurangi huming noise AC solenoid.

4. Jelaskan hal-hal yang harus diperhatikan selama melakukan perbaikan dengan menggunakan modul output deskrit:

- ✓ Banyak I/O modul output yang menggunakan sekring. Banyak diantaranya yang menggunakan indikator sekring. Sekring akan menyala jika terputus dan output di-ON-kan. Jika ini terjadi, periksa sekringnya. Kemudian periksa pengawatannya dengan

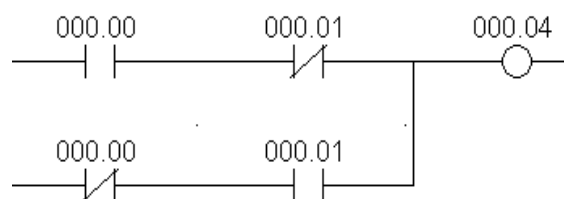


menggunakan voltmeter untuk mengukur tegangan, atau gunakan ohmmeter untuk mengetahui putus tidaknya sambungan pengawatan.

- ✓ Dapat juga digunakan fungsi force untuk mengaktifkan rang, tanpa menjalankan program laddernya, sehingga output yang rusak dapat diketahui.

E. Kegiatan Pembelajaran 5

1.



2. Diagram ladder di atas menggambarkan jika S1 dengan alamat 00200 ditekan sesaat, maka koil relai C dengan alamat 000.02 akan bekerja mengaktifkan kontak relai 0000.02 pada rung dua dan kontak relai 000.02 pada rung ketiga, sehingga solenoid Y dengan alamat 004.00 pada PLC aktif. Jika S2 ditekan dengan alamat 00201 maka Y tidak aktif dan aktuatur kembali pada posisi semula.

F. Kegiatan Pembelajaran 6

1. Apa yang dimaksud dengan mikrokontroler?

> Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC. sehingga sering disebut *single chip microcomputer*.

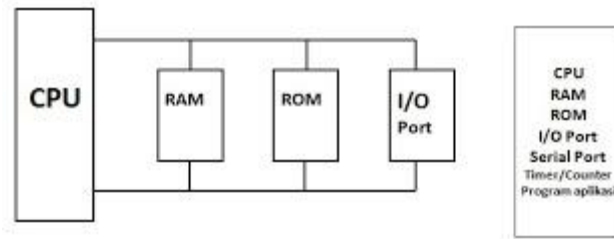
2. Sebutkan kelebihan dan kelemahan mikrokontroler!

> kelebihan : Reprogramable; rangkaian lebih terintegrasi, kompak, sederhana dan lebih mudah membuat PCB (packed circuit block); pengembangan fleksibel



kelemahan : banyak jenis nama, membingungkan pemakai, karena satu sama lain banyak tidak kompatibel ; kerusakan program menyebabkan sistem macet ; tergantung pada software ; lebih sensitif terhadap derau ; cepat usang (obsolete)

3. Gambar dan jelaskan komponen utama mikrokontroler!



> CPU (Central Processing Unit) ; RAM (Random Acces Memory); ROM (Read Only Memory) ; I/O (Unit Input / Output) langsung ; Timer/Counter, Serial COM Port ; Program sederhana

4. Buatlah program dengan bahasa C untuk menghidupkan LED!

```
#include <mega8535.h>
#include <delay.h>
void main()
{
    DDRB=0xFF;
    while(1)
    {
        PORTC=0;
        delay_ms(1000);
        PORTC=0xFF;
        delay_ms(1000);
    }
}
```

PENJELASAN

1. Pada program di atas, digunakan file header untuk mengijinkan digunakannya perintah/fungsi `delay_ms(1000)`.
2. Perintah ini artinya melakukan delay/penundaan dalam satuan milidetik, sebanyak data yang dimasukkan dalam (...).
3. Agar lama delaynya akurat, maka setting clock pada 8535 harus persis sama dengan nilai osilator kristal yang dipasang.



G. Kegiatan Pembelajaran 7

1. Kesalahan pemrograman, kesalahan komunikasi dan kesalahan operasi.
2. SRCH diikuti level pengecekan.
3. Jika terjadi kesalahan non-fatal operasi PLC akan tetap berlanjut, sedang jika terjadi kesalahan fatal operasi PLC akan berhenti dan semua output PLC akan off.
4. (a) ADDR OVER
(b) PROGRAM OVER
(c) NO END INSTR
(d) OPERAND ERR
5. (a) program telah rusak, atau memasukkan kode fungsi yang tidak ada
(b) jumlah blok logika dan instruksi blok logika tidak cocok.
(c) bit yang sama digunakan oleh lebih dari satu instruksi kendali bit (OUTPUT, OUTPUT NOT, SFT(10), KEEP(1), DIFU(13), dan DIFD(14)
(d) alamat daerah data yang ditetapkan melampaui batas daerah data (alamat terlalu besar)



H. Kegiatan Pembelajaran 8

1. Fungsi Utama HMI pada sistem SCADA

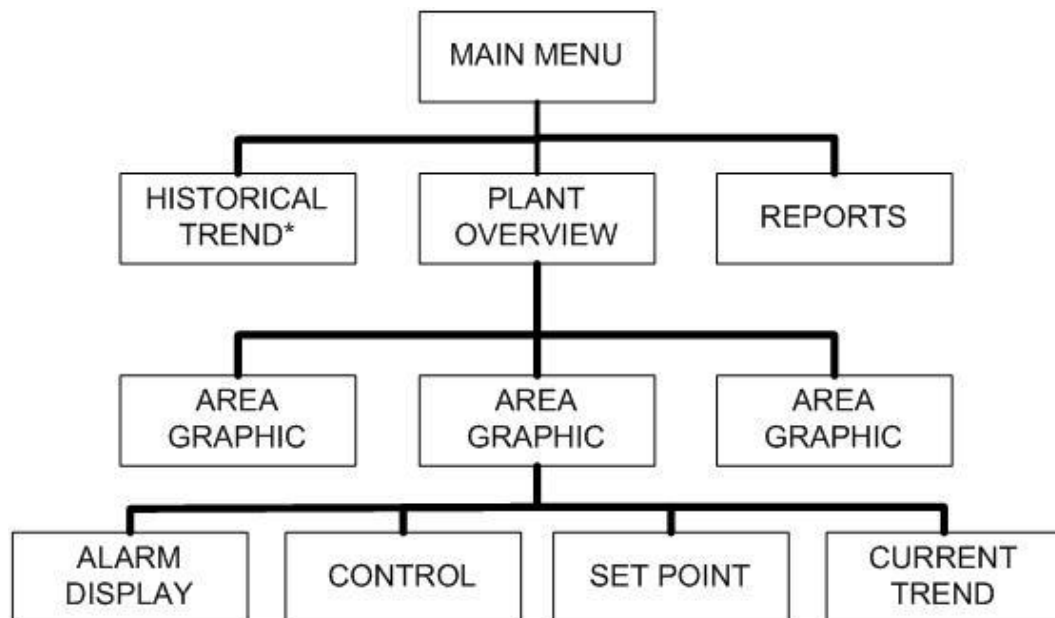
Secara umum HMI berfungsi untuk memudahkan operator atau manusia dalam melakukan :

- Pengawasan plant
- Pengendalian plant
- Penanganan alarm
- Akses ke historical data dan historical trend

2. Untuk merancang dan membuat HMI, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu: User familiarity, Consistency, Minimal surprise, Recoverability, User diversity.

Untuk fase pengembangan HMI/SCADA Software, hal – hal berikut harus diperhatikan : Fase analisa kebutuhan, Fase perancangan konseptual, Fase logical design, Fase physical design, Fase pembangunan, Fase evaluasi.

Struktur Perancangan HMI dan Penjelasan diagram sebagai berikut :



Main menu

Merupakan menu tampilan awal untuk memasuki display, bisa juga dimasukkan menu security atau pengamanan sehingga orang yang menggunakan harus memasukan password terlebih dahulu.



Plant overview

Menu ini dapat berupa gambaran grafis dari keseluruhan system. Bagian ini umumnya memiliki link navigasi ke beberapa group local dari plant.

Area graphics

Menampilkan detail dari keseluruhan proses berserta status peralatannya dalam area plant tertentu. Selain dapat juga menampilkan data yang diberikan peralatan oleh PLC (status, data & kondisi dari peralatan)

Control displays

Berfungsi untuk melakukan pengendalian output di plant dari software, memberikan ruang/field bagi inputan operator (grafis atau teks), memberikan range tertentu (max-min) serta memberikan informasi seperti status, mode (auto/manual), jam kerja, siklus proses, dll.

Setpoint display

Untuk melihat dan melakukan setting (adjust) semua setpoint dari sistem kontrol.

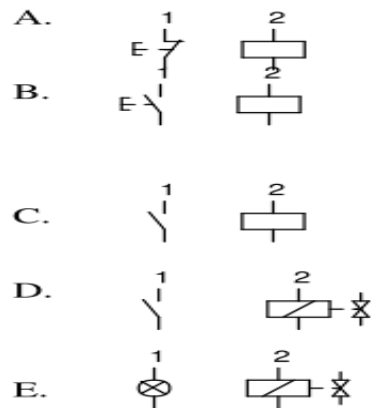
Trend display

Memberikan tampilan grafis dari variable proses alarm summary displays
Menampilkan daftar alarm yang diterima oleh software dan dapat diatur prioritasnya sesuai kebutuhan.



EVALUASI

1. Gambar simbol dari push button ON dan kontaktor yaitu

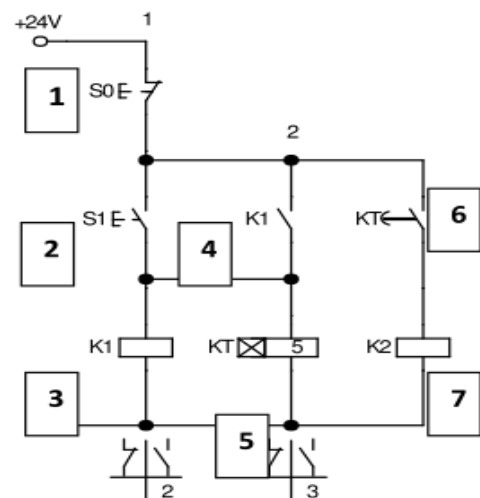


2. Dalam sistem motor 3 fasa apabila salah satu fasa ditukar apa yang akan terjadi pada putaran motor..

- A. putaran motor akan berbalik arah
- B. putaran akan bertambah kencang
- C. putaran motor akan tambah lambat
- D. putaran motor akan tetap
- E. putaran motor naik turun

3. Fungsi komponen yang ditunjukkan oleh nomor 5 pada gambar di bawah....

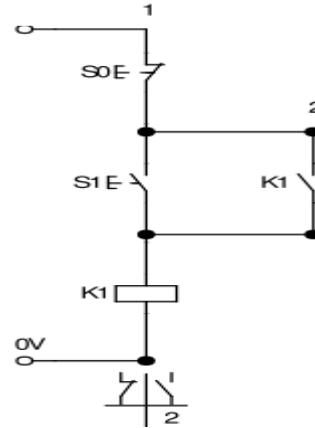
- A. sebaga penyambung dan pemutus
- B. sebaga kontak bantu
- C. sebaga penunda waktu on delay
- D. sebagai pengaman beban lebih
- E. sebagai pengaman hubung singkat





4. Fungsi kontak bantu K1 pada gambar di samping adalah....

- A. penyuplai tegangan
- B. pushbutton start
- C. pengunci kontaktor K1
- D. pewaktu lama kerja kontaktor
- E. penyambung tegangan



5. Perhatikan gambar di atas , untuk mengoperasikan motor listrik 3 fasa hubung bintang (Y)

- A. tombol S0 sehingga akan menjalankan motor dalam hubungan bintang (Y)
- B. tombol S1 akan menjalankan Kontaktor K1 dan K2 sehingga motor akan terhubung bintang(Y)
- C. tombol S2 akan menjalankan kontaktor K2 dan K3 sehingga motor akan terhubung bintang (Y)
- D. tombol S1 dan S2 akan menjalankan kontaktor K1 dan kontaktor K2 sehingga motor akan terhubung bintang(Y)
- E. tombol S1 dan S2 akan menjalankan kontaktor K2 dan kontaktor K3 sehingga motor akan terhubung bintang (Y)

6. Prosedur keselamatan kerja pada sarana dan prasarana adalah

1. Tempat kerja yang memadai dan sesuai K3
2. Penempatan mesin pada jarak tertentu sehingga pekerja leluasa dan keselamatan kerja terjamin
3. Menyiapkan alat - alat yang cukup dalam kondisi baik
4. Mesin – mesin harus terlindungi dengan baik sehingga tidak membahayakan pekerja
5. Alat – alat terpelihara dengan baik



Pernyataan yang benar adalah :

- A. 1, 2, 3 dan 4
- B. 1, 2, 3 dan 4
- C. 2, 3, 4 dan 5
- D. 2, 3, 4 dan 5
- E. 1, 2, 3, 4 dan 5

7. Salah satu fungsi dari SCR adalah

- 1. Penurun tegangan
- 2. Penaik tegangan
- 3. Menghambat arus
- 4. Saklar arus searah
- 5. Penyimpan muatan listrik
- 6. Saklar arus bolak balik

Dari pernyataan di atas yang benar adalah....

- A. 1 dan 2, B. 3 saja
- C. 4 saja D. 3 dan 4, E. 5 dan 6

8. Salah satu fungsi dari TRIAC adalah

- 1. Penaik tegangan
- 2. Penurun tegangan
- 3. Menghambat arus
- 4. Saklar arus searah
- 5. Penyimpan muatan
- 6. Saklar arus bolak balik

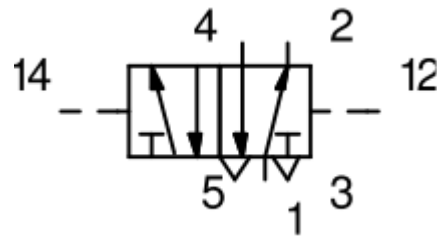
Dari pernyataan diatas yang benar adalah

- A. 1 dan 2, B. 4 saja C. 6 saja D. 5 saja E. 4 dan 1



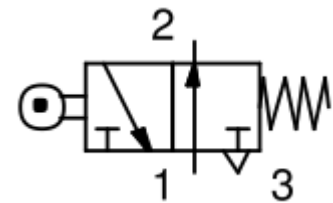
8. Gambar simbol di bawah ini adalah

- A. katup 5/3
- B. katup 5/2
- C. katup 4/2
- D. katup 3/2
- E. katup 2/2



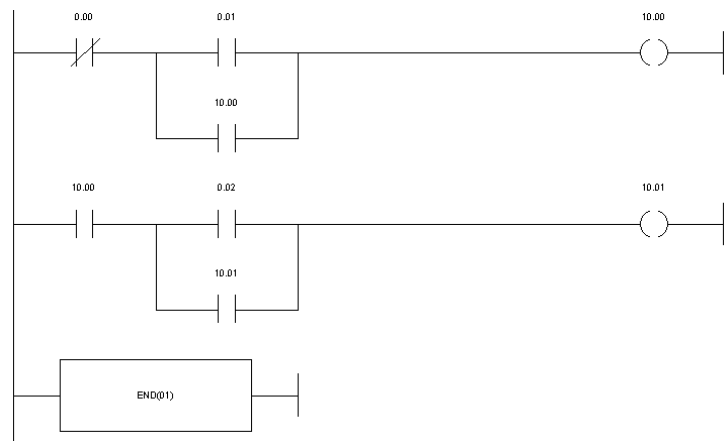
9. Gambar simbol di bawah ini adalah....

- A. katup dengan menggunakan roller normally close
- B. katup dengan menggunakan pushbutton
- C. katup dengan menggunakan roller normally open
- D. katup dengan menggunakan saklar manual
- E. katup dengan menggunakan saklar otomatis



10. Ladder diagram di bawah ini merupakan program untuk menjalankan....

- A. 2 motor bergantian
- B. 2 motor berurutan
- C. start delta
- D. pembalik putaran
- E. dahlander





PENUTUP

Buku Pembelajaran ini menggunakan Sistem Pembelajaran Berbasis Kompetensi. Pembelajaran Berbasis Kompetensi adalah pembelajaran yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah melakukan serangkaian proses pembelajaran.

Salah satu karakteristik yang paling penting dari pembelajaran berbasis kompetensi adalah penguasaan individu secara nyata di tempat kerja. Dalam Sistem pembelajaran Berbasis Kompetensi, fokusnya kepada pencapaian kompetensi (competency based) dan bukan kepada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu (time based). Dengan demikian maka dimungkinkan setiap siswa memerlukan atau menggunakan waktu yang berbeda-beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu, dengan bimbingan gurunya.

Jika siswa belum mencapai kompetensi pada usaha atau kesempatan pertama, maka pengajar akan mengatur rencana pembelajaran dengan peserta. Rencana ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta untuk menguasai level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anwar. Choirul. 2012. "Cara Membuat Program PLC dengan Software CX Programmer, CX Simulation, CX Designer". (www.belajarplc.com) online, diakses September 2015.
- Artanto, Dian. (2012). "60 Aplikasi PLC-Mikro". Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo.
- Harmin, Merril dan Melanie Toth. (2012). "Pembelajaran Aktif yang Menginspirasi". Jakarta: PT Indeks.
- Rusman. (2011). "Model-model Pembelajaran Mengembangkan Profesional Guru". Jakarta: Rajawali Press.
- Surachmad, Winarno. (1980). "Metodologi Pengajaran Nasional". Bandung: Penerbit C.V. Jemmars.
- Widyanahar, N.A. _____. Pemanfaatan Programmable Logic Controller dalam Dunia Industri. Instrumenstasi (<http://www.elektroindonesia.com/elektro/instrum11.html>) online, diakses 19 April 2013
- (2011). Input dan Ouput PLC. (<http://dunia-engineer.blogspot.com/2011/10/input-dan-output-plc.html>) online, diakses 19 April 2013
- Somantri, Oman. 1993. Sistem Pengontrolan Motor di Industri. Cet-1. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdikbud, Jakarta
- Wikipedia. (2013, Agustus 27). Jaringan Nirkabel. Dipetik November 25, 2013, dari Wikipedia: http://id.wikipedia.org/wiki/Jaringan_nirkabel
- Wikipedia. (2013, Juni 1). Kabel. Dipetik November 25, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Kabel>
- Wikipedia. (2013, September 27). Komunikasi. Dipetik November 10, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi>
- Wikipedia. (2013, April 7). Komunikasi intrapersonal. Dipetik November 10, 2013, dari Wikipedia: http://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi_intrapersonal
- Wikipedia. (2013, September 19). Modem. Dipetik November 25, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Modem>



Wikipedia. (2013, Agustus 4). Server. Dipetik November 25, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Server>

Wikipedia. (2013, September 10). Telekomunikasi. Dipetik November 10, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Telekomunikasi>

William Bolton, Programmable Logic Controller. Jakarta:Erlangga, 2003.

Iwan Setiawan, Programmable Logic Controller (PLC) & Teknik Perancangan Sistem Kontrol. Yogyakarta: Andi, 2006.

Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan , Sistem Kontrol Terprogram. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.

Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan , Sensor dan Aktuator. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.

Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan , Instalasi Motor Listrik. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013

<http://smkn1cermegresik.sch.id/berita-kompetensi-keahlian-baru-teknik-otomasi-industri.html#ixzz3uYDcWUqI>Kompetensi Program Keahlian Teknik Otomasi Industri

GLOSARIUM

Analog	Adalah jumlah yang terus menerus berubah. Yaitu nilai yang sulit ditangani dengan angka (nilai digital), misalnya waktu, suhu, tekanan, voltase, arus, jumlah aliran, dan sebagainya. Karena nilai analog tidak ditangani secara langsung di CPU PLC, maka pengoperasian dilakukandengan mengkonversi ke nilai digital. Hal ini disebut dengan konversi A/D.
Antarmuka RS-232C	●RS-232C adalah standar yang ditetapkan oleh Asosiasi Industri Elektronik Amerika Serikat (EIA). ●Standar ini menetapkan antara lain ukuran, nama, dan pewaktuan sinyal dari 25 buah pin konektor. ●Standar untuk mengomunikasikan data biner antara dua perangkat elektronik yang terhubung adalah JIS X 5101. ●RS-232C dapat melakukan komunikasi dengan konfigurasi 1:1, seperti antara komputer dengan PLC. ●Kabel antar perangkat dibatasi hingga 15 m karena



	rentan terhadap derau. •Kecepatan komunikasi maksimum rendah, yaitu 20 KBPS. •Antarmuka disebut juga "port", karena itu umumnya kadang disebut juga port serial.
Aplikasi	Perangkat lunak yang dirancang untuk tujuan tertentu, seperti pembuatan dokumen dan penghitungan nilai-nilai numerik. Aplikasi adalah sebutan singkat untuk perangkat lunak aplikasi. Juga seringkali disingkat dengan "App.". Pengguna akan menggunakan dengan mengkombinasikan item-item yang diperlukan ke dalam sistem operasi (perangkat lunak dasar) yang berisi kumpulan fungsi-fungsi dasar yang ada dalam perangkat lunak manapun. Aplikasi yang umum termasuk perangkat lunak pengolah kata dan perangkat lunak table penghitungan, perangkat lunak pengedit gambar, perangkat lunak basis data, perangkat lunak presentasi, browser web, dan perangkat lunak surat elektronik. Perangkat lunak yang dipakai di perusahaan seperti perangkat lunak finansial dan akuntansi, perangkat lunak manajemen personalia, dan perangkat lunak manajemen stok adalah juga salah satu jenis perangkat lunak aplikasi.
Arus bocor	•Arus kecil yang mengalir pada kontak dan thyristor, dll ketika daya OFF. •Beberapa memiliki penyerap lonjakan yang dipasang secara paralel dan jejak arus yang mengalir sepanjang waktu. Untuk alasan ini, dalam kondisi OFF terkadang relai kecil tidak dimatikan dan lampu neon menyala.
Bahasa C++	Adalah bahasa pemrograman yang telah mengalami ekspansi berorientasi obyek ke dalam bahasa C yang merupakan bahasa pemrograman yang banyak digunakan. Spesifikasi bahasa C++ kompatibel dengan bahasa C ke atas dan juga memungkinkan untuk dilakukan pengembangan perangkat lunak yang tertera pada bahasa C konvensional dengan menggunakan sistempengolahan bahasa C++. Karena merupakan pemrograman berorientasi obyek, maka program inidapat digunakan kembali dan pengembangan perangkat lunak berskala besar dan kompleks menjadi mudah dilakukan.
Bahasa simbol relai	Sebuah bahasa sekuens itu sendiri yang didasarkan pada koil dan kontak. Diagram ladder.
Bekerja	Adalah komponen yang sedang bekerja atau barang yang sedang dalam proses. Istilah ini biasanyadigunakan pada mesin-mesin pabrik.
Bit	1bit adalah satuan minimum informasi untuk menampilkan dua kondisi, 0 (OFF) dan 1 (ON). Kontak dan koil adalah 1



	bit, sehingga disebut perangkat bit.
Byte	Satuan jumlah informasi. 1 byte setara dengan 8 bit.
Bus	•Induk kabel. •Pada PLC, ini digunakan sebagai jalan utama untuk komunikasi data (informasi ON/OFF) antara CPU dan modul.
dB	•Desibel. •Satuan yang mengekspresikan redaman energi. dBm adalah satuan yang mengekspresikan jumlah daya optik. •Lihat "Rugi Transmisi". dBm/km menunjukkan redaman per 1 km kabel optik.
Debug	Koreksi kesalahan program, dijadikan program yang benar.
Decode	•Decode 8→256 bit merupakan pembagian data dari 8 jalur sinyal menjadi 256 jenis. •Menyalakan posisi bit yang ditampilkan dalam angka numerik. •Operasi kebalikan dari encode.
Diagnosa kegagalan eksternal	•Diagnosa kegagalan eksternal pada perangkat kontrol dilakukan dengan membandingkan data persyaratan yang telah disetting sebelumnya berdasarkan operasi pulsa pada perangkat deteksi, antara lain sinyal I/O atau relai internal pada perangkat kontrol. •Software MELSEC dapat mendiagnosa kerusakan pada modul dan dapat dilakukan 6 jenis pengecekan, yaitu pengecekan waktu urutan, pengecekan hitungan, pengecekan pola normal, pengecekan pola ilegal, pengecekan nilai batas atas/bawah, dan pengecekan operasi timbal balik.
EP-ROM	•Erasable Programmable Read Only Memory (EPROM) •Salah satu jenis memori hanya baca. •Penulisan dilakukan satu kali saja. •Penulisan dapat dilakukan lagi setelah semua memori dihapus dengan cara disinari dengan sinar ultraviolet. (Dapat didaur ulang) •Ada sebuah jendela untuk pemaparan sinar UV di permukaan atas dan selalu ditempel tape antihapus. •Memori tidak akan terhapus meskipun listrik padam.
EEP-ROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (EEPROM, E2ROM) Salah satu jenis memori hanya baca. Penulisan dapat dilakukan dengan menggunakan tegangan. Memori tidak akan terhapus meskipun listrik padam. Bentuk luarnya sama dengan IC-RAM.



Error bus	●Hal ini mengacu pada keadaan di mana jalur umum (bus) untuk mengirim data antara CPU dan PLC menjadi abnormal.
Flip flop	●Sebuah elemen untuk merekam informasi. ●Sebuah flip-flop menggunakan dua transistor, dan memiliki fungsi untuk terus menjaga informasi ketika sinyal ON diinput.
H, HEX	●Hexadecimal ●Keduanya menunjukkan angka heksadesimal.
HTML (HyperText Markup Language) / Bahasa Penanda Hiperteks	Adalah bahasa penanda untuk menguraikan halaman web. HTML digunakan untuk menguraikan struktur logikal dokumen, tampilannya, dan sebagainya. HTML juga dapat digunakan untuk melekatkan gambar maupun suara dan video ke dalam dokumen serta melekatkan tautan ke dokumen yang lain. Untuk melihat dokumen yang diuraikan dengan HTML, biasanya dipakai browser web. Akan tetapi, karena dokumen HTML merupakan salah satu jenis dokumen teks, dokumen HTML dapat dibuka dengan pengedit teks dan dibaca sebagai dokumen teks dengan tag-tagnya.
IC	●Integrated circuit. ●Sirkuit yang memiliki berbagai macam fungsi dengan berkumpulnya elemen seperti transistor, dioda, resistor, dan kapasitor.
Input jarak jauh (RX)	Informasi yang diinput dari stasiun slave ke stasiun master dalam satuan bit.
Interlock	● Adalah persyaratan untuk mengemblok operasi mesin yang sedang berjalan agar tidak berpindah ke operasi berikutnya hingga operasi yang sedang berjalan selesai. ●Interlock digunakan untuk mencegah mesin rusak maupun lari.
JOG	●Operasi untuk menggerakkan benda kerja ke posisi yang diinginkan menggunakan sinyal dari eksternal. ●Pada modul pemosisian, pengoperasian JOG dapat dilakukan dengan memasukkan parameter dan kecepatan JOG. Akan tetapi, pada kondisi ON dalam jangka waktu lama, JOG akan melampaui batas langkah (nilai batas atas atau nilai batas bawah), dan akan berhenti.
Kode ASCII	●American Standard Code for Information Interchange (kode ASCII) ●Kode yang merepresentasikan simbol, alfabet, angka, dan sebagainya dengan heksadesimal 2 digit (7 bit) untuk diinput ke dalam komputer. ●A adalah 41, B adalah 42, 1 adalah 31, 2 adalah 32, dan sebagainya. ●Di Jepang juga terdapat kode JIS dengan menambahkan



	"kana" pada kode ini.
Kode BCD	•Binary Coded Decimal (Desimal Berkode Biner) •Angka yang mempresentasikan angka biner ke dalam angka desimal, karena pada komputer, PLC, dll menggunakan angka biner ON(1) dan OFF(0), dan ini sulit dipahami oleh manusia. •Kode BCD banyak digunakan pada sakelar digital dan perangkat tampilan digital yang ditangani oleh manusia. •Pada 16 bit dapat ditangani dari 0 hingga 9.999 dan pada 32 bit dari 0 hingga 99.999.999.
Ladder terstruktur/ Bahasa FBD	Ladder terstruktur/ bahasa FBD adalah bahasa grafis yang dibuat berdasarkan teknik desain sirkuit relay. Karena mudah dipahami secara intuitif, ini biasanya digunakan untuk program sekuens.
LAN	•Local Area Network •Adalah sebuah jaringan data di dalam suatu tempat yang menghubungkan komputer dan perangkat di area-area sempit seperti di satu gedung atau lokasi pabrik menggunakan jalur transmisi berkecepatan tinggi. •Media transmisi yang dipakai antara lain kabel serat optik, kabel koaksial, dan kabel pasangan terpilin. •Kondisi sambungannya terdiri dari topologi bus dengan masing-masing perangkat tersambung dalam 1 buah bus, topologi star di mana cabang-cabang dipusatkan pada konsentrator, serta topologi ring di mana jalur transmisi tersambung berbentuk lingkaran.
Mikroprosesor	•Versi CPU yang dirampingkan. Hal ini disebut juga MPU. •Hal ini setara dengan inti saraf dari sebuah sistem komputer. Digunakan untuk mengintegrasikan dan mengontrol operasi dari semua perangkat lain sesuai dengan OS dan mengeksekusi operasi aritmatika atau operasi logika pada semua data. •Ada 8-bit, 16-bit dan 32-bit MPU, dengan seri seperti 8085, 8086, 80286, dan Z80. •Meskipun MPU juga disebut mikrokomputer, lebih tepatnya merujuk pada sebuah chip tunggal yang berisi mikroprosesor, memori, perangkat kontrol I/O, dan perangkat lainnya.
Vendor	Sebuah perusahaan yang menjual produk. Hal ini mengacu pada produsen produk atau agen penjualan. Pembangunan sistem dengan hanya menggunakan produk yang dibuat oleh perusahaan tertentu disebut "vendor tunggal", sementara pembangunan sistem dengan menggunakan kombinasi dari produk yang dibuat oleh dua atau lebih perusahaan disebut "multi-vendor".