



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri

Pedagogik : Penelitian Tindakan Kelas
Profesional : Komunikasi antar Programmable Logic Controller

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri

Penyusun :

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

Reviewer :

**Ir. Indra Yadi, MT
UNP Padang
—
—**

**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	viii
DAFTAR TABEL	ix
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	1
E. Saran Cara Penggunaan Modul	1
Kegiatan Pembelajaran 1	2
PENELITIAN TINDAKAN KELAS	2
A. Tujuan	2
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	2
C. Uraian Materi.....	2
1. Definisi	2
2. Karakteristik Penelitian Tindakan Kelas.....	3
3. Tujuan Penelitian Tindakan Kelas	4
4. Manfaat Penelitian Tindakan Kelas	5
5. Pemilihan dan Penetapan Masalah Dalam PTK	5
6. Model-model Penelitian Dalam PTK	7
7. Metode Penelitian Dalam PTK.....	11
D. Aktivitas Pembelajaran	12
1. Aktivitas Pengantar.....	12
2. Aktivitas Mengenal kondisi Kelas.....	12
3. Aktivitas Menyusun RPP	12
4. Aktivitas Melakukan refleksi.....	12
5. Aktivitas menyusun.....	13
6. Aktivitas menertibkan	13

7. Aktivitas Praktek	13
8. Aktivitas Membuat laporan	13
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	13
F. Rangkuman.....	13
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	14
Kegiatan Pembelajaran 2	15
KOMUNIKASI DATA PLC	15
A. Tujuan	15
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	15
C. Uraian Materi.....	15
1. Definisi	15
2. Fungsi Protokol Komunikasi PLC	18
3. Syarat Dasar Protokol Komunikasi PLC	18
4. Jenis-jenis komunikasi PLC.....	19
5. Komunikasi PLC.....	21
D. Aktivitas Pembelajaran	23
1. Aktivitas Pengantar.....	23
2. Aktivitas Menjawab Latihan	24
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	24
F. Rangkuman.....	25
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	25
Kegiatan Pembelajaran 3	26
KONTROL MOTOR LISTRIK DENGAN PLC	26
A. Tujuan	26
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	26
C. Uraian Materi.....	26
1. Sistem Kendali PLC.....	26
2. Komponen Unit PLC.....	29
3. Spesifikasi	30
4. Keunggulan Sistem Kendali PLC dan Keunggulannya	32
5. Langkah-Langkah Desain Sistem Kendali PLC	32
6. Teknik Pemograman PLC.....	33
7. Program Kendali Motor.....	47



8. Macam-macam Contoh Sederhana Ladder Diagram PLC	50
D. Aktivitas Pembelajaran	53
1. Aktivitas Pengantar.....	53
2. Aktivitas Praktikum	53
LEMBAR KERJA (LK03)	54
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	55
F. Rangkuman.....	56
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	56
Kegiatan Pembelajaran 4	57
SISTEM SCADA	57
A. Tujuan	57
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	57
C. Uraian Materi.....	57
1. Definisi	57
2. Prinsip Kerja SCADA.....	60
3. Fungsi Dasar SCADA.....	61
4. Fungsi Utama SCADA.....	62
5. Bagian-Bagian SCADA.....	63
6. Perkembangan SCADA.....	68
D. Aktivitas Pembelajaran	69
1. Aktivitas Pengantar.....	69
2. Aktivitas Praktikum	69
LEMBAR KERJA (LK04)	71
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	72
F. Rangkuman.....	72
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	72
Kegiatan Belajar 5.....	74
KOMUNIKASI DATA DAN JARINGAN	74
A. Tujuan	74
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	74
C. Uraian Materi.....	74
1. Definisi	74
2. Komponen Komunikasi Data	76

3. Tujuan Komunikasi Data.....	76
4. Metode Komunikasi Data.....	77
5. Pengertian Jaringan Komputer	78
6. Klasifikasi Jaringan Komputer	80
7. Topologi jaringan.....	90
8. Protokol Komunikasi.....	84
D. Aktivitas Pembelajaran	90
1. Aktivitas Pengantar.....	94
2. Aktivitas Praktikum	94
LEMBAR KERJA (LK05)	95
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	96
F. Rangkuman.....	96
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	97
Kegiatan Pembelajaran 6	98
HMI DI INDUSTRI	98
A. Tujuan	98
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	98
C. Uraian Materi.....	98
1. Definisi Human Machine Interface	98
2. Cara Kerja HMI.....	99
3. Sistem Online dan Real Time	101
4. HMI jenis ECS	103
D. Aktivitas Pembelajaran.....	105
1. Aktivitas Pengantar.....	105
2. Aktivitas Praktikum	105
LEMBAR KERJA (LK06)	105
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	106
F. Rangkuman.....	107
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	107
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS.....	108
A. Kegiatan Pembelajaran 1	108
B. Kegiatan Pembelajaran 2	110
C. Kegiatan Pembelajaran 3	111



D. Kegiatan Pembelajaran 4	112
E. Kegiatan Pembelajaran 5	112
F. Kegiatan Pembelajaran 6	113
EVALUASI	114
PENUTUP	118
DAFTAR PUSTAKA	119
GLOSARIUM	122



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1: Systems Model of Action-Research Process	8
Gambar 2: Kemajuan Pemecahan Masalah dengan Penelitian Tindakan	9
Gambar 3: PTK Model Kemmis dan Taggart	10
Gambar 4: Desain PTK model DPAER	11
Gambar 5: Skema primitive communication	19
Gambar 6: Skema komunikasi serial RS 232	20
Gambar 7: Skema komunikasi serial RS 485	20
Gambar 8: Skema komunikasi PC dengan beberapa buah merk PLC	21
Gambar 9: Skema stand alone PLC	21
Gambar 10: Skema stand alone PC – PLC	21
Gambar 11: Konfigurasi multidrop PC – many PLC	22
Gambar 12: Konfigurasi PLC dengan special bus	22
Gambar 13: Konfigurasi many PC – many PLC	23
Gambar 14: Konfigurasi many PC – many PLC dengan TCP/IP	23
Gambar 15: Diagram blok PLC	27
Gambar 16: CPU PLC OMRON CPM2A	30
Gambar 17: Contoh Diagram Ladder	34
Gambar 18: Penggunaan Instruksi LOAD dan LOAD NOT	35
Gambar 19: Penggunaan Instruksi AND dan AND NOT	36
Gambar 20: Penggunaan Instruksi OR dan OR NOT	36
Gambar 21: Kombinasi Instruksi AND dan OR	37
Gambar 22: Penggunaan Instruksi OUTPUT dan OUTPUT NOT	37
Gambar 23: Penggunaan Instruksi END(01)	38
Gambar 24: Penggunaan Instruksi AND LOAD	39
Gambar 25: Penggunaan Instruksi OR LOAD	39
Gambar 26: Mengkode Instruksi Sisi Kanan Ganda	40
Gambar 27: Penggunaan Bit TR	41
Gambar 28: Penggunaan Dua Bit TR	41
Gambar 29: Penggunaan Bit Kerja	42
Gambar 30: Diagram Waktu Instruksi Timer	43
Gambar 31: Program Tunda On	44



Gambar 32: Program Tunda On (2)	44
Gambar 33: Program Tunda On & Off	45
Gambar 34: Penyederhanaan Program Logika	45
Gambar 35: Program Kendali Motor Satu Arah Putaran	47
Gambar 36: Program Kendali Motor Dua Arah Putaran	48
Gambar 37: Program Kendali Motor Dua Kecepatan	49
Gambar 38: Program Kendali Motor Start Bintang Segitiga	50
Gambar 39: Menjalankan Motor Listrik Secara Langsung (DOL)	51
Gambar 40: Menjalankan Motor Listrik Dari Dua Tempat	51
Gambar 41: Menjalankan Motor 3 Fasa Putar Kanan Putar Kiri	52
Gambar 42: Menjalankan Motor 3 Fasa Hubungan Star-Delta	52
Gambar 43: Menjalankan 3 Buah Motor Listrik yang Bekerja Berurutan	53
Gambar 44: Menjalankan 3 Buah Motor Bekerja Bergantian Secara Otomatis	53
Gambar 45: Contoh Arsitektur SCADA	59
Gambar 46: Konfigurasi sistem SCADA	64
Gambar 47: : Contoh Arsitektur SCADA	65
Gambar 48: Contoh akses SCADA melalui website	66
Gambar 49: Contoh Jaringan pada Sistem SCADA	67
Gambar 50: Diagram Model Sederhana Sistem Komunikasi	76
Gambar 51: Metode komunikasi data	78
Gambar 52: sistem jaringan LAN	81
Gambar 53: Sistem jaringan MAN	82
Gambar 55: Sistem jaringan MAN	82
Gambar 56: Jaringan terpusat dan terdistribusi	83
Gambar 57: Berbagai topologi jaringan komputer	93
Gambar 58: Transpor layer	87
Gambar 59: Pengiriman pesan dengan model OSI	88
Gambar 60: Perbandingan model OSI dengan TC/IP	89
Gambar 61: Model TC/IP dengan model protocol lainnya	90
Gambar 62: Contoh tampilan monitoring HMI	99
Gambar 63: Tampilan ECS pada monitor	103
Gambar 64: Proses Konfigurasi ECS dengan PLC	104



DAFTAR TABEL

Tabel 1: Perbedaan PTK dengan Penelitian non-PTK	3
Tabel 2: Perbedaan PTK dengan Penelitian Formal lainnya	4
Tabel 3: Standar Protokol IEEE 802.11	83



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.

Modul diklat ini berisikan tentang beberapa kompetensi yang harus dimiliki oleh guru Teknik Otomasti Industri. Diantara materi tersebut yakni: materi Konsep penelitian tindakan kelas dijelaskan dengan benar, Membangun komunikasi



antar PLC pada sistem otomasi industri, Membangun kontrol motor listrik menggunakan PLC pada sistem otomasi industri, Menemukan prosedur penggunaan I/O digital dan analog pada sistem HMI yang menggunakan SCADA, Menampilkan komunikasi sistem data dan jaringan Memelihara sistem HMI pada sistem produksi dan manufaktur di industri.

B. Tujuan

Tujuan dari modul Diklat PKB Guru Teknik Otomasi Industri Grade 10 ini adalah agar guru:

1. Dapat melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu.
2. Membangun sistem otomasi industri dengan menggunakan PLC
3. Mengevaluasi prosedur penggunaan I/O digital dan analog pada sistem HMI yang menggunakan SCADA
4. Membangun sistem Human Machine Interface (HMI) pada plan proses sistem produksi dan manufaktur di industri dengan menggunakan SCADA

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:

Standar kompetensi yang digunakan sebagai acuan pengembangan kurikulum ini adalah Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) pada Keahlian Otomasi Industri. Standar kompetensi dan level kualifikasi keahlian Teknik Otomasi Industri dapat digambarkan sebagai berikut :

Indikator Pencapaian Kompetensi Modul Diklat PKB Pasca UKG

Paket Keahlian : Teknik Otomasi Industri

Judul Modul : Modul Diklat PKB Level 10

Kompetensi si Utama	Standar Kompetensi Guru		Indikator Esensial
	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Paket Keahlian	
Kompetensi Pedagogik	Melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran	Melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu	Konsep penelitian tindakan kelas dijelaskan dengan benar.
Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	Membangun sistem otomasi industri dengan menggunakan PLC	1. Membangun komunikasi antar PLC pada sistem otomasi industri
			2. Membangun kontrol motor listrik menggunakan PLC pada sistem otomasi industri
		Mengevaluasi prosedur penggunaan I/O digital dan analog pada sistem HMI yang menggunakan SCADA	3. Menemukan prosedur penggunaan I/O digital dan analog pada sistem HMI yang menggunakan SCADA
		Membangun sistem Human Machine Interface (HMI) pada plan proses sistem produksi dan manufaktur di industri dengan menggunakan SCADA	4. Menampilkan komunikasi sistem data dan jaringan
			5. Memelihara sistem HMI pada sistem produksi dan manufaktur di industri

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup bahasan dalam modul Diklat PKB Guru Teknik Otomasi Grade 10 ini meliputi :

1. Konsep penelitian tindakan kelas dijelaskan dengan benar.
2. Membangun komunikasi antar PLC pada sistem otomasi industri
3. Membangun kontrol motor listrik menggunakan PLC pada sistem otomasi industri
4. Menemukan prosedur penggunaan I/O digital dan analog pada sistem HMI yang menggunakan SCADA
5. Menampilkan komunikasi sistem data dan jaringan
6. Memelihara sistem HMI pada sistem produksi dan manufaktur di industri

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Modul ini terdiri dari enam kegiatan belajar. Kegiatan belajar pertama akan menguraikan tentang penelitian tindakan kelas sebagai materi pedagogik. Kegiatan belajar kedua akan menguraikan tentang Membangun komunikasi antar PLC pada sistem otomasi industri, pada kegiatan belajar ketiga akan dibahas mengenai membangun kontrol motor listrik menggunakan PLC pada sistem otomasi industri, pada kegiatan belajar keempat akan dibahas mengenai cara menemukan prosedur penggunaan I/O digital dan analog pada sistem HMI yang menggunakan SCADA. Komunikasi sistem data dan jaringan yang melibatkan peralatan kontrol dalam industri seperti PLC akan disajikan dalam kegiatan belajar kelima sedangkan materi mengenai memelihara sistem HMI pada sistem produksi dan manufaktur di industri akan disajikan dalam kegiatan belajar enam.

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.

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

- Menjelaskan definisi penelitian tindak kelas dengan tepat
- menjelaskan karakteristik PTK dengan benar
- menjelaskan perbedaan PTK dan penelitian biasa dengan benar
- menjelaskan tujuan PTK dengan baik
- menjelaskan prosedur/langkah-langkah PTK dengan baik
- menyusun laporan hasil PTK secara baik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi penelitian tindakan kelas ini yaitu: peserta diklat dapat menyusun laporan hasil PTK dalam bidang pembelajaran dengan benar sesuai tuntunan.

C. Uraian Materi

1. Definisi

Penelitian tindakan kelas (PTK) merupakan penelitian yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan didalam kelas. Penelitian tindakan kelas dapat dijadikan sarana bagi guru dalam meningkatkan kualitas pembelajaran secara efektif. Penelitian tindakan kelas juga merupakan kebutuhan bagi guru dalam meningkatkan profesionalitasnya sebagai guru, karena (Sukanti, 2008):

- a. Penelitian tindakan kelas sangat kondusif untuk membuat guru menjadi peka dan tanggap terhadap dinamika pembelajaran dikelasnya. Guru menjadi reflektif dan kritis terhadap apa yang guru dan siswa lakukan.
- b. Penelitian tindakan kelas meningkatkan kinerja guru sehingga menjadi profesional. Guru tidak lagi sebagai praktisi yang sudah merasa puas terhadap apa yang dikerjakan tanpa adanya upaya perbaikan dan inovasi namun dia bisa menempatkan dirinya sebagai peneliti dibidangnya.
- c. Guru mampu memperbaiki proses pembelajaran melalui suatu pengkajian yang terdalam terhadap apa yang terjadi dikelasnya.

- d. Penelitian tindakan kelas tidak mengganggu tugas pokok seorang guru karena tidak perlu meninggalkan kelasnya.

Mengingat pentingnya penelitian tindakan kelas tersebut diatas, guru hendaknya mulai melakukan dan meningkatkan penelitiannya baik secara kuantitas maupun kualitas.

2. Karakteristik Penelitian Tindakan Kelas

Menurut IGAK Wardanai dan Kuswaya Wihardit (2014) terdapat beberapa karakteristik Penelitian Tindakan Kelas, yaitu:

- a. Adanya masalah dalam PTK dipicu oleh munculnya kesadaran pada diri guru bahwa praktik yang dilakukannya selama ini di kelas mempunyai masalah yang perlu diselesaikan. Dengan perkataan lain, guru merasa bahwa ada sesuatu yang harus di perbaiki dalam praktik pembelajaran yang dilakukannya selama ini, dan diprakarsai dari dalam guru sendiri (an inquiry of practice from within), bukan oleh orang luar.
- b. Self reflektif inquiry, atau penelitian melalui refleksi diri, merupakan ciri PTK yang paling esensial. Untuk melakukan refleksi, guru berusaha bertanya pada diri sendiri, misalnya dengan mengajukan pertanyaan berikut:
 - 1) Apakah penjelasan saya terlampau cepat?
 - 2) Apakah saya sudah member contoh yang baik?
 - 3) Apakah saya sudah memberi kesempatan beratanya kepada siswa?
 - 4) Apakah saya sudah memberi latihan yang memadai kepada siswa?
 - 5) Apakah hasil latihan siswa sudah saya komentari?
 - 6) Apakah bahasa yang saya gunakan dapat dipahami siswa?

Dari pertanyaan seperti di atas guru akan dapat memperkirakan penyebab dari masalah yang dihadapi dan kemudian akan mencoba mencari jalan keluar untuk memperbaiki/meningkatkan hasil belajar siswa.

Penelitian kelas dilakukan di dalam kelas, sehingga focus penelitian ini adalah kegiatan pembelajaran berupa perilaku guru dan siswa dalam melakukan interaksi;

Untuk lebih jelas perbedaan PTK dengan penelitian kelas non-PTK dapat kita amati pada tabel di bawah ini:

Tabel 1: Perbedaan PTK dengan Penelitian non-PTK

No.	Aspek	Penelitian Tindakan Kelas	Penelitian Kelas non PTK
1	Peneliti	Guru	Orang Luar
2.	Rencana Penelitian	Oleh Guru (mungkin dibantu orang luar)	Oleh Peneliti

3.	Munculnya masalah	Dirasakan oleh guru (mungkin dengan dorongan oleh orang luar)	Dirasakan orang luar
4	Ciri Utama	Ada tindakan untuk perbaikan yang berulang (siklus)	Belum tentu ada
5	Peran guru	Sebagai Guru dan peneliti	Sebagai Guru (Objek Penelitian)
6	Tempat Penelitian	Kelas	Kelas
7	Proses Pengumpulan data	Oleh guru sendiri atau bantuan orang lain	Oleh Peneliti
8	Hasil Penelitian	Langsung dimanfaatkan oleh guru dan dirasakan oleh Kelas	Menjadi milik peneliti belum tentu dimanfaatkan oleh guru

Untuk memperjelas posisi PTK ada baiknya kita juga menyimak pendapat Raka Joni dkk., berkenaan dengan perbedaan PTK dengan Penelitian Formal lainnya, yaitu:

Tabel 2: Perbedaan PTK dengan Penelitian Formal lainnya

No	Aspek	Penelitian Tindakan Kelas	Penelitian Kelas Non-PTK
1.	Motivasi	Tindakan	Kebenaran
2.	Sumber Masalah	Diagnosis Status	Induktif-Deduktif
3.	Tujuan	Memperbaiki praktik, sekarang dan di sini	Verifikasi dan menemukan pengetahuan yang dapat digeneralisasi
4.	Peneliti yang terlibat	Pelaku dari dalam	Orang luar yang berminat
5.	Sampel	Kasus Khusus	Sampel yang representative
6.	Metodologi	Longgar tapi berusaha untuk Objektif-Jujur-tidak memihak (<i>Impartiality</i>)	Baku dan Objektivitas dan ketidakmemihakan yang terintegrasi (<i>build-in objectivity and impartiality</i>)
7.	Penafsiran hasil penelitian	Untuk memahami praktik melalui refleksi oleh praktisi yang membangun	Mendeskrripsikan, mengabstraksi, serta menyimpulkan, dan membentuk teori oleh ilmuwan
8.	Hasil Akhir	Siswa belajar lebih baik (Proses dan Produk)	Pengetahuan, prosedur, atau materi yang teruji

3. Tujuan Penelitian Tindakan Kelas

secara umum penelitian tindakan kelas bertujuan untuk:

- Memperbaiki dan meningkatkan kondisi-kondisi belajar serta kualitas pembelajaran.
- Meningkatkan layanan professional dalam konteks pembelaaran, khususnya layanan kepada peserta didik sehingga tercipta layanan prima.
- Memberi kesempatan kepada guru berimprovisasi dalam melakukan tindakan pembelajaran yang direncanakan secara tepat waktu dan sasarannya.

- 
- d. Memberi kesempatan kepada guru mengadakan kajian secara bertahap kegiatan pembelajaran yang dilakukannya sehingga tercipta perbaikan yang berkesinambungan.
 - e. Membiasakan guru mengembangkan sikap ilmiah, terbuka dan jujur dalam pembelajaran.

4. Manfaat Penelitian Tindakan Kelas

Manfaat PTK dapat dilihat dari dua aspek yakni aspek akademis dan aspek praktis. Aspek Akademis, manfaatnya adalah untuk membantu guru menghasilkan pengetahuan yang shahih dan relevan bagi kelas mereka untuk memperbaiki mutu pembelajaran dalam jangka pendek. Adapun Manfaat Praktis dari pelaksanaan PTK antara lain:

- a. Merupakan pelaksanaan inovasi pembelajaran dari bawah. Peningkatan mutu dan perbaikan proses pembelajaran yang dilakukan guru secara rutin merupakan wahana pelaksanaan inovasi pembelajaran. Oleh karena itu guru perlu mencoba untuk mengubah, mengembangkan, dan meningkatkan pendekatan, metode, maupun gaya pembelajaran sehingga dapat melahirkan suatu model pembelajaran yang sesuai dengan kondisi dan karakteristik kelas.
- b. Pengembangan kurikulum di tingkat sekolah, artinya dengan guru melakukan PTK maka guru telah melakukan implementasi kurikulum dalam tataran praktis, yakni bagaimana kurikulum itu dikembangkan dan disesuaikan dengan situasi dan kondisi, sehingga kurikulum dapat berjalan secara efektif melalui proses pembelajaran yang aktif, inovatif, kreatif, efektif dan menyenangkan.

Berbagai manfaat penelitian tindakan kelas antara lain dapat dikemukakan sebagai berikut.

- a) Mengembangkan dan melakukan inovasi pembelajaran sehingga pembelajaran yang dilakukan senantiasa tampak baru dikalangan peserta didik.
- b) Merupakan upaya pengembangan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP) sesuai dengan karakteristik pembelajaran, serta situasi dan kondisi kelas.
- c) Meningkatkan profesionalisme guru melalui upaya penelitian yang dilakukannya, sehingga pemahaman guru senantiasa meningkat, baik berkaitan dengan metode maupun isi pembelajaran.

5. Pemilihan dan Penetapan Masalah Dalam PTK

Pemilihan dan penetapan masalah penelitian merupakan langkah awal yang paling krusial dan penting dalam suatu penelitian karena masalah penelitian mempengaruhi strategi yang akan diterapkan dalam pemecahan masalah. Dalam mengidentifikasi dan memformulasikan masalah PTK haruslah tepat dan memenuhi karakteristik sebagai berikut (Ishariwi, 2008):

- a) Identifikasi dan formulasi masalah harus memungkinkan untuk diteliti melalui PTK

- 
- b) Formulasi masalah dirumuskan secara baik dan benar serta jelas agar peneliti dapat dengan mudah meletakkan dasar teori atau kerangka konseptual dalam pemecahan masalah dan alternative solusi tindakan yang tepat.
 - c) Formulasi masalah dan tindakan yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi akan memudahkan peneliti dalam menyusun hipotesis tindakan dan mengumpulkan data penelitian.
 - d) Formulasi tindakan harus mencerminkan kesesuaian dengan masalah yang diteliti dan menunjukkan perubahan atau peningkatan yang lebih baik.
 - e) Masalah dalam penelitian tindakan berbeda dengan masalah penelitian pada umumnya (konvensional) karena dalam PTK peneliti terlibat langsung.
 - f) Pemilihan masalah PTK memenuhi kriteria : (a) untuk melakukan perubahan, peningkatan atau perbaikan proses kinerja (proses pembelajaran); (b) memiliki dampak langsung terhadap peneliti yaitu menumbuhkan sikap dan kemauan untuk selalu melakukan upaya perbaikan dan (c) menumbuhkan budaya meneliti dan menjadikan guru seorang peneliti.

Masalah dalam PTK dapat terjadi secara individual maupun secara kelompok dihadapi oleh guru sehingga dalam penetapan masalah penelitian harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a) Masalah tersebut harus menunjukkan adanya kesenjangan antara teori dan praktik yang dihadapi guru dalam menjalankan tugas kesehariannya.
- b) Masalah tersebut memungkinkan untuk dicarikan Alternative solusi melalui tindakan yang konkrit.
- c) Masalah tersebut memungkinkan untuk diidentifikasi ltern-faktor penyebab terjadinya masalah dan factor-faktor tersebut sebagai dasar dalam penetapan pemecahan masalah.
- d) Masalah yang dipilih dalam PTK adalah masalah yang memiliki nilai yang bukan sesaat, yang memungkinkan diperoleh tindakan yang efektif dalam pemecahan masalah.
- e) Masalah yang diangkat haruslah benar-benar ada dan terjadi serta dirasakan dalam tugas keseharian guru
- f) Masalah tersebut haruslah bersumber dari refleksi atau masalah sendiri dan bukan masalah orang lain.

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam mengidentifikasi masalah adalah sebagai berikut :

- 1) Menuliskan semua hal yang dirasakan memerlukan perhatian dan berdampak pada hal yang tidak diharapkan.
- 2) Mengklasifikasikan masalah menurut jenis, bidang permasalahan dan frekuensi timbulnya.
- 3) Mengurutkan masalah dari yang ringan dan jarang terjadi sampai masalah yang berat dan merupakan ancaman jika tidak segera diatasi.
- 4) Memilih 3-5 masalah dan didiskusikan dengan teman sejawat baik yang berasal dari satu sekolah maupun lain sekolah dan jika teman sejawat ada yang memberikan konfirmasi maka masalah tersebut dapat diangkat sebagai masalah.

- 
- 5) Melakukan kajian terhadap signifikansi atau kelayakan dari masalah yang akan diangkat, apakah masalah dan tindakan yang akan diambil merupakan hal yang baru ataukah sudah ada yang meneliti.
 - 6) Memformulasikan masalah dengan memperhatikan substansi atau nilai kegunaan untuk memecahkan masalah serupa, masalah hendaknya dituliskan dengan kalimat pertanyaan dan teknik serta tindakan yang akan dilakukan dalam pemecahan masalah baik secara teoritik, metodologik, dana, waktu dan tenaga.
 - 7) Bagi peneliti pemula disarankan untuk memilih masalah yang sederhana tetapi bermakna dan dapat dilakukan dikelas.

Adapun bidang kajian Penelitian Tindakan Kelas menurut pedoman Diknas adalah

1. Masalah belajar siswa disekolah (masalah belajar di kelas, kesalahan-kesalahan pembelajaran, miskonsepsi)
2. Desain dan strategi pembelajaran dikelas (masalah pengelolaan dan prosedur pembelajaran, implementasi dan inovasi dalam metode pembelajaran, interaksi di dalam kelas, partisipasi orang tua dalam proses belajar siswa).
3. Alat Bantu, media dan sumber belajar (masalah penggunaan media, perpustakaan dan sumber belajar didalam/diluar kelas, peningkatan hubungan antara sekolah dan masyarakat)
4. Sistem asesmen dan evaluasi proses dan hasil pembelajaran (masalah evaluasi awal dan hasil pembelajaran, pengembangan instrument assmen)
5. Pengembangan pribadi peserta didik, pendidik dan tenaga kependidikan lainnya (peningkatan kemandirian dan tanggung jawab peserta didik, peningkatan keefektifan hubungan antara pendidik, peserta didik dan orang tua dalam PBM, peningkatan konsep diri peserta didik)
6. Masalah kurikulum (Implementasi KTSP, interaksi guru dan siswa, siswa dengan bahan ajar dan siswa dengan lingkungan pembelajaran).

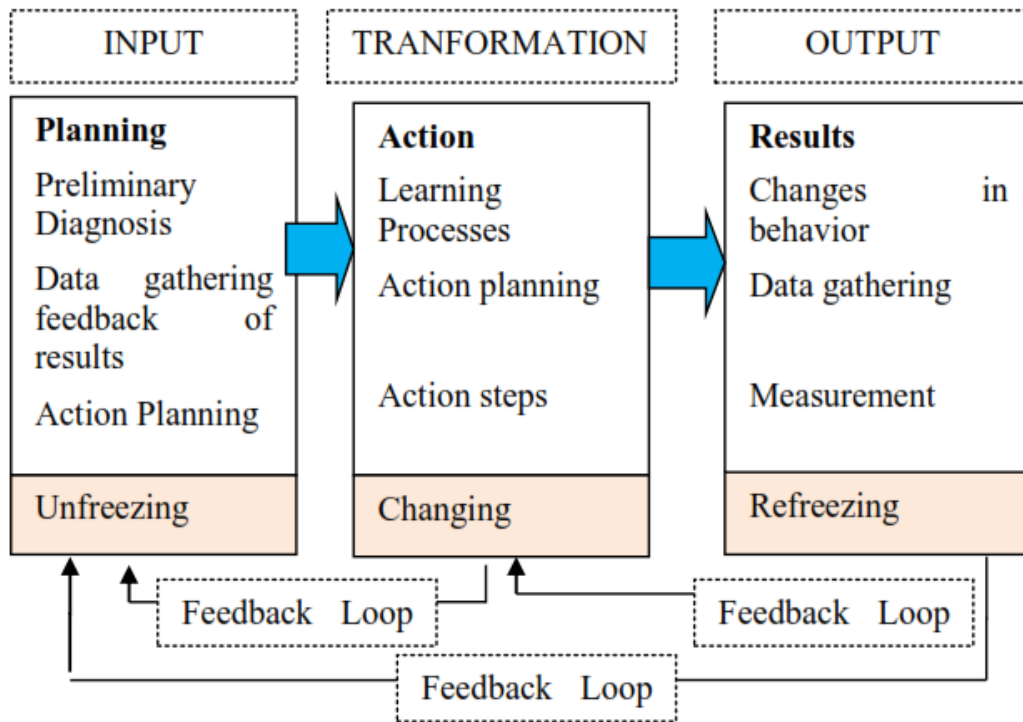
6. Model-model Penelitian Dalam PTK

Penelitian tindakan dilakukan dalam beberapa putaran (siklus). Jumlah putaran tidak ditentukan karena indikator keberhasilan di ukur dari kepuasan peneliti terhadap pencapaian hasil yang berupa perubahan perilaku subjek yang diteliti. Pada umumnya, tiap-tiap siklus penelitian tindakan berisi kegiatan: perencanaan → tindakan → observasi → evaluasi/refleksi. Berikut ini dipaparkan model-model penelitian tindakan yang telah dikembangkan beberapa ahli.

1. Model Lewin

Lewin mengembangkan model action research dalam sebuah sistem yang terdiri dari sub sistem input, transformation dan output. Pada tahap input dilakukan diagnosis permasalahan awal yang tampak pada individu atau kelompok siswa. Data identifikasi masalah dikumpulkan berdasarkan

umpan balik hasil evaluasi kinerja sehari-hari. Peneliti telah melakukan studi pendahuluan sebelum menetapkan tindakan penelitian atau menyusun proposal. Dengan demikian, orang yang paling memahami masalah yang dihadapi subjek penelitian dan cara mengatasinya adalah peneliti itu sendiri.

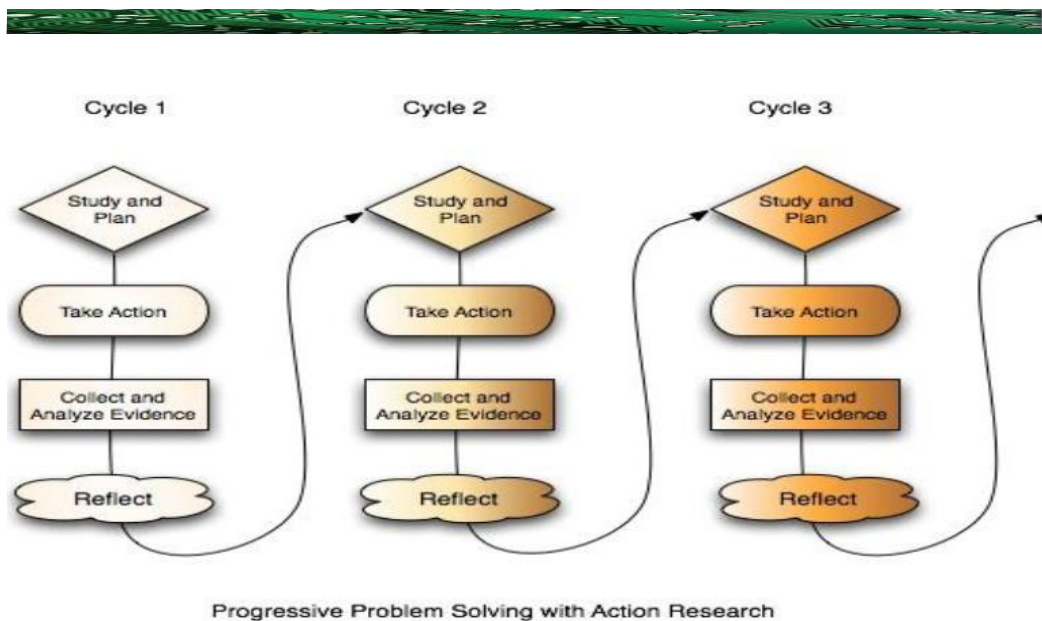


Gambar 1: Systems Model of Action-Research Process (Lewin: 1958)

Pada tahap transformation, dilaksanakan tindakan yang telah dirancang. Apabila penelitian tindakan diterapkan di kelas, maka pelaksanaan tindakan diintegrasikan pada proses pembelajaran. Perubahan perilaku yang diharapkan diobservasi selama pelaksanaan tindakan. Apabila perilaku yang diharapkan tidak tercapai, maka peneliti dapat mengulangi proses yang terjadi pada input yaitu mengidentifikasi masalah dan merencanakan tindakan baru yang sesuai untuk mengatasi masalah (Feedback Loop A). Sebaliknya, apabila terjadi perubahan perilaku yang diinginkan, pada tahap berikutnya dilakukan pengukuran hasil (melalui tes/ujian) untuk mengetahui kemajuan yang sudah dicapai. Hasil pengukuran ini kemudian dievaluasi untuk memutuskan perlu atau tidak perlu tindakan perbaikan berikutnya menggunakan rencana baru (feedback loop C) atau memperbaiki tindakan yang sudah direncanakan (feedback loop B).

2. Model Riel

Model ke dua dikembangkan oleh Riel (2007) yang membagi proses penelitian tindakan menjadi tahap-tahap: (1) studi dan perencanaan; (2) pengambilan tindakan; (3) pengumpulan dan analisis kejadian; (3) refleksi. Kemajuan pemecahan masalah melalui tindakan penelitian diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2: Kemajuan Pemecahan Masalah dengan Penelitian Tindakan
(Sumber: Riel, M. (2007))

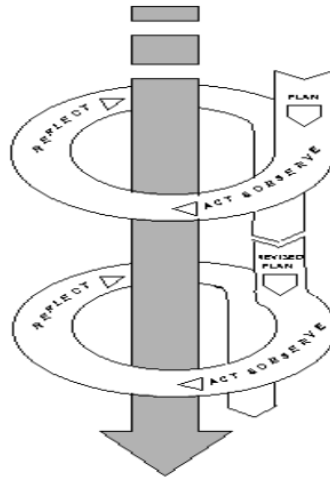
Riel (2007) mengemukakan bahwa untuk mengatasi masalah, diperlukan studi dan perencanaan. Masalah ditemukan berdasarkan pengalaman empiris yang ditemukan sehari-hari. Setelah masalah teridentifikasi, kemudian direncanakan tindakan yang sesuai untuk mengatasi permasalahan dan mampu dilaksanakan oleh peneliti. Perangkat yang mendukung tindakan (media, RPP) disiapkan pada tahap perencanaan. Setelah rencana selesai disusun dan disiapkan, tahap berikutnya adalah pelaksanaan tindakan. Setelah dilakukan tindakan, peneliti kemudian mengumpulkan semua data/informasi/kejadian yang ditemui dan menganalisisnya. Hasil analisis tersebut kemudian dipelajari, dievaluasi, dan ditanggapi dengan rencana tindak lanjut untuk menyelesaikan masalah yang masih ada. Putaran tindakan ini berlangsung terus, sampai masalah dapat diatasi.

3. Model Kemmis dan Taggart

Kemmis dan Taggart (1988) membagi prosedur penelitian tindakan dalam empat tahap kegiatan pada satu putaran (siklus) yaitu: perencanaan – tindakan dan observasi – refleksi. Model penelitian tindakan tersebut sering diacu oleh para peneliti tindakan. Model Kemmis dan Taggart dapat disimak pada Gambar 3. Kegiatan tindakan dan observasi digabung dalam satu waktu, yaitu pada saat dilaksanakan tindakan sekaligus dilaksanakan observasi. Guru sebagai peneliti sekaligus melakukan observasi untuk mengamati perubahan perilaku siswa. Hasil-hasil observasi kemudian direfleksikan untuk merencanakan tindakan tahap berikutnya. Siklus tindakan tersebut dilakukan secara terus menerus sampai peneliti puas, masalah terselesaikan dan peningkatan hasil belajar sudah maksimum atau sudah tidak perlu ditingkatkan lagi.

Hambatan dan keberhasilan pelaksanaan tindakan pada siklus pertama harus diobservasi, dievaluasi dan kemudian direfleksi untuk merancang tindakan pada siklus kedua. Pada umumnya,

tindakan pada siklus kedua merupakan tindakan perbaikan dari tindakan pada siklus pertama tetapi tidak menutup kemungkinan tindakan pada siklus kedua adalah mengulang tindakan siklus pertama. Pengulangan tindakan dilakukan untuk meyakinkan peneliti bahwa tindakan pada siklus pertama telah atau belum berhasil.



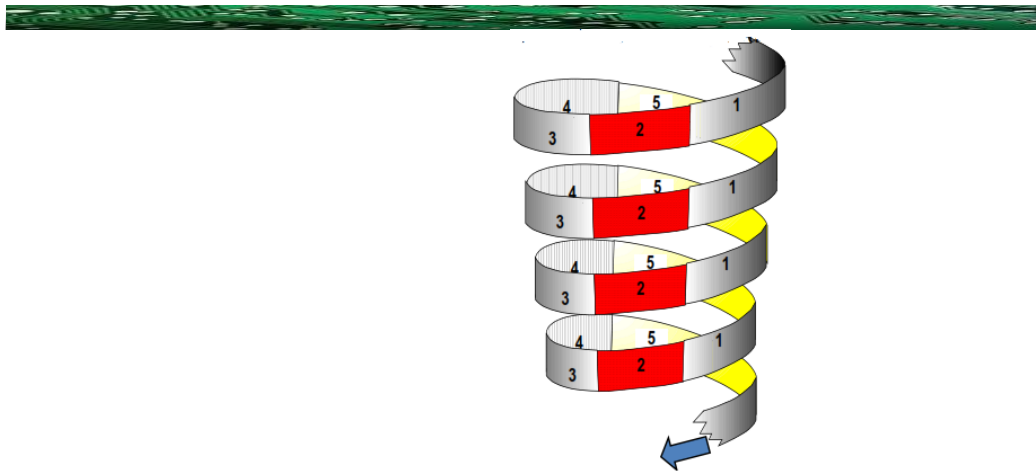
Gambar 3: PTK Model Kemmis dan Taggart

4. Model DDAER

Tiga model PTK yang telah dicontohkan di atas memberi gambaran bahwa prosedur PTK sebenarnya sudah lazim dilakukan dalam program pembelajaran. Prosedur PTK akan lebih lengkap apabila diawali dengan kegiatan diagnosis masalah dan dilengkapi dengan evaluasi sebelum dilakukan refleksi. Desain lengkap PTK tersebut disingkat menjadi model DDAER (diagnosis, design, action and observation, evaluation, reflection) dapat disimak pada gambar 4.

1. Diagnosis masalah
2. Perancangan tindakan
3. Pelaksanaan tindakan dan observasi kejadian
4. Evaluasi
5. Refleksi

Dalam model tersebut, penelitian tindakan dimulai dari diagnosis masalah sebelum tindakan dipilih. Secara implisit, diagnosis masalah ini ditulis dalam latar belakang masalah. Setelah masalah didiagnosis, peneliti mengidentifikasi tindakan dan memilih salah satu tindakan yang layak untuk mengatasi masalah. Prosedur penelitian berikutnya hampir sama dengan prosedur pada model PTK yang lain. Berikut ini dipaparkan contoh kegiatan yang dilakukan pada tahap diagnosis masalah, perancangan – tindakan – observasi-interpretasi-analisis data, evaluasi dan refleksi.



Gambar 4: Desain PTK model DPAER

7. Metode Penelitian Dalam PTK

Metode penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti dalam melaksanakan penelitian. Secara khusus, metode penelitian dalam PTK berbeda dengan metode penelitian pada umumnya sesuai dengan karakteristik PTK sendiri. Adapun metode penelitian dalam PTK meliputi :

1) Setting Penelitian

Setting penelitian menggambarkan kapan dan dimana penelitian akan dilakukan, subyek penelitian yang meliputi siapa, berapa jumlahnya, karakteristiknya bagaimana serta kolaboratornya (jika PTK kelompok) juga harus disertakan.

2) Prosedur penelitian

Meliputi prosedur-prosedur yang akan dilaksanakan dalam PTK antara lain (diadopsi dari Edi Prajitno, 2008) :

a. Perencanaan

Prosedur perencanaan mendeskripsikan tentang :

- Rencana identifikasi permasalahan serta cara untuk memantapkan keadaan sebenarnya.
- Rencana Alternative tindakan yang mungkin dilakukan dalam pembelajaran yang digunakan untuk mengubah, mengembangkan dan meningkatkan pembelajaran.
- Rencana penyediaan sarana dan media yang diperlukan dalam penelitian

b. Implementasi Tindakan

Mendeskripsikan langkah-langkah implementasi tindakan yang akan dilakukan yang meliputi strategi apa yang akan dilakukan, materi apa yang akan diajarkan atau dibahas.

c. Monitoring

Tahapan monitoring mendeskripsikan :

- 
- alat monitoring apa saja yang akan digunakan dalam mengamati pelaksanaan tindakan dan kejadian selama pelaksanaan tindakan
 - siapa petugas yang melakukan monitoring

d. Refleksi

Mendeskripsikan mengenai bagaimana melakukan refleksi terhadap implementasi tindakan berdasarkan hasil monitoring

3) Teknik Pengumpulan Data

Bagian ini mendeskripsikan tentang bagaimana cara mengumpulkan data sebagai dasar dalam menetapkan alternative tindakan dan melakukan refleksi. Teknik pengumpulan data yang dapat digunakan meliputi observasi, metode wawancara, dokumentasi, angket dan tes.

4) Teknik Analisis Data

Mendeskripsikan tentang bagaimana cara menganalisis data yang telah dikumpulkan.

5) Kriteria Keberhasilan Tindakan

Kriteria keberhasilan tindakan merupakan ukuran berhasil tidaknya implementasi tindakan yang akan dilakukan. Pada bagian ini mendeskripsikan mengenai ukuran yang akan dijadikan patokan untuk menyelesaikan hal tersebut.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

- a. Memahami tuntutan kompetensi dan aktivitas belajar dalam pembelajaran PTK.
- b. Memahami kembali konsep, prosedur pelaksanaan, dan pelaporan PTK (termasuk proposal).

2. Aktivitas Mengenal kondisi Kelas

Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran kondisi kelas yang akan dilakukan PTK.

3. Aktivitas Menyusun RPP

Menyusun RPP dan melakukan (praktik) pembelajaran mata pelajaran tertentu atau tematik. Menyusun RPP dan praktik pembelajaran adalah syarat untuk melaksanakan PTK

4. Aktivitas Melakukan refleksi

Melakukan refleksi atas praktik pembelajaran yang dialami, mengidentifikasi, mendiskusikan dan merumuskan masalah yang relevan dan kontekstual untuk ditangani melalui PTK.



5. Aktivitas menyusun

Menyusun dan/atau mengkonsultasikan rencana penelitian (proposal) PTK beserta instrumen penelitian yang dibutuhkan bersama/kepada dosen luar biasa/ PPL/keminatan/ kepakaran.

6. Aktivitas menertibkan

Menertibkan teknis melaksanakan penelitian dan melaksanakan tindakan (praktik) pembelajaran untuk siklus pertama (tahapan tindakan) PTK. [Adanya siklus/tahapan PTK menandai bahwa tindakan (praktik) pembelajaran yang dilakukan peserta dituntut untuk beranjak semakin berkualitas].

7. Aktivitas Praktek

Melakukan tindakan (praktik) pembelajaran dan mewakilkan kepada instruktur dan atau peserta Diklat lainnya untuk mengobservasi praktik pembelajaran yang dilakukannya.

8. Aktivitas Membuat laporan

Menyusun laporan PTK. Instruktur membantu melengkapi informasi yang dibutuhkan dan membantu menyusun penyelesaian laporan PTK.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Jelaskan apa yang dimaksud penelitian tindakan kelas.
2. Coba uraikan karakteristik PTK!
3. Jelaskan perbedaan penelitian PTK dengan penelitian non-PTK!
4. Jelaskan perbedaan penelitian PTK dengan penelitian formal!
5. Mengapa guru melakukan PTK?
6. Apa manfaat PTK?
7. Coba gambarkan tahap-tahap PTK!
8. Bagaimana identifikasi masalah PTK?

F. Rangkuman

Penelitian tindakan (action research) termasuk dalam ruang lingkup penelitian terapan (applied research) yang menggabungkan antara pengetahuan, penelitian dan tindakan. Action research mempunyai kesamaan dengan penelitian: participatory research, collaborative inquiry, emancipatory research, action learning, dan contextual action research. Secara sederhana, action research merupakan “learning by doing” yang diterapkan dalam konteks pekerjaan seseorang. Pada saat seseorang bekerja, dia selalu menghasilkan ide-ide baru yang diwujudkan dalam tindakan untuk memperbaiki proses maupun hasil pekerjaannya.



Penelitian tindakan kelas bertujuan untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang paling efisien dan efektif pada situasi yang alamiah (bukan eksperimen). Action research berasumsi bahwa pengetahuan dapat dibangun dari pengalaman, khususnya pengalaman yang diperoleh melalui tindakan (action). Dengan asumsi tersebut, orang biasa mempunyai peluang untuk ditingkatkan kemampuannya melalui tindakan-tindakan penelitian. Peneliti yang melakukan penelitian tindakan diasumsikan telah mempunyai keahlian untuk mengubah kondisi, perilaku dan kemampuan subjek (siswa) yang menjadi sasaran penelitian.

Peningkatan mutu pembelajaran di kelas dapat dilakukan dengan dua metode penelitian yaitu metode eksperimen dan action research. Penelitian eksperimen lebih banyak menggunakan data kuantitatif sedangkan penelitian tindakan (action research) dapat menggunakan data kuantitatif dan kualitatif. Penelitian eksperimen minimal menggunakan dua kelas paralel yaitu satu kelas digunakan sebagai kelas perlakuan atau kelas eksperimen dan satu kelas yang lain digunakan sebagai kelas kontrol atau kelas yang tidak diberi perlakuan. Penelitian tindakan kelas cukup menggunakan satu kelas, tetapi tindakan yang dilakukan dapat berulang-ulang sampai menghasilkan perubahan menuju arah perbaikan.

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 kajian ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.

KOMUNIKASI DATA PLC

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

- Memahami definisi komunikasi PLC dengan baik
- Menjelaskan fungsi protokol komunikasi PLC dengan benar
- Menjelaskan syarat-syarat protokol komunikasi PLC dengan tepat
- Menjelaskan jenis-jenis komunikasi PLC secara tepat.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi komunikasi data PLC ini yaitu: peserta diklat dapat membangun komunikasi antar PLC pada sistem otomasi industry secara cermat dan benar

C. Uraian Materi

1. Definisi

Programmable Logic Controller (PLC) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. Programmable

menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.

2. Logic

menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.

3. Controller



menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

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

Guna memperjelas contoh penggunaan PLC ini, misalnya diinginkan saat suatu saklar ON, akan digunakan untuk menghidupkan sebuah selenoida selama 5 detik, tidak peduli berapa lama saklar tersebut ON. Kita bisa melakukan hal ini menggunakan pewaktu atau timer. Tetapi bagaimana jika yang dibutuhkan 10 saklar dan 10 selenoida, maka kita akan membutuhkan 10 pewaktu. Kemudian bagaimana jika kemudian dibutuhkan informasi berapa kali masing-masing saklar dalam kondisi ON, tentu saja akan membutuhkan pencacah eksternal. Demikian seterusnya, makin lama makin kompleks.

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

- ✓ perlu kerja keras saat dilakukan pengkabelan
- ✓ Kesulitan saat dilakukan penggantian dan/atau perubahan;
- ✓ Kesulitan saat dilakukan pelacakan kesalahan;
- ✓ Saat terjadi masalah, waktu tunggu tidak menentu dan biasanya lama.

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

- ✓ Dibandingkan dengan sistem kontrol proses konvensional, jumlah kabel yang dibutuhkan bisa berkurang hingga 80 %
- ✓ PLC mengkonsumsi daya lebih rendah dibandingkan dengan sistem control proses konvensional (berbasis relay);
- ✓ Fungsi diagnostik pada sebuah kontroler PLC membolehkan pendeteksian kesalahan yang mudah dan cepat;
- ✓ Perubahan pada urutan operasional atau proses atau aplikasi dapat dilakukan dengan mudah, hanya dengan melakukan perubahan atau penggantian program, baik melalui terminal konsol maupun komputer PC;
- ✓ Tidak membutuhkan spare part yang banyak;
- ✓ Lebih murah dibandingkan dengan sistem konvensional, khususnya dalam kasus penggunaan instrumen I/O yang cukup banyak dan fungsi operasional prosesnya cukup kompleks



✓ Ketahanan PLC jauh lebih baik dibandingkan dengan relay auto-mekanik

PLC umumnya digambarkan dengan garis dan peralatan pada suatu diagram ladder. Hasil gambar tersebut pada komputer menggambarkan hubungan yang diperlukan untuk suatu proses. PLC akan mengoperasikan semua sistem yang mempunyai output apakah harus ON atau OFF. Dapat juga dioperasikan suatu sistem dengan output yang bervariasi.

PLC ini memiliki banyak keunggulan diantaranya adalah mudah dalam penyesuaian di berbagai sistem yang ada pada industri serta memiliki kemudahan fasilitas komunikasi antar device-device standar industri.

PLC memiliki tipe bermacam-macam serta memiliki spesifikasi atau keunggulan berbeda sesuai dengan tipenya, hal ini memungkinkan dalam suatu industri terdapat dua PLC atau lebih. Selain hal tersebut, ada beberapa tantangan besar dalam PLC, yaitu melakukan integrasi antar PLC atau PLC dengan perangkat lain.

Meskipun secara teori sistem dapat ditangani oleh satu PLC tetapi terhubung mesin industri sangat besar sehingga tidak menutup kemungkinan jarak mesin industri dan PLC relatif cukup jauh. Jarak aman pengkabelan dari sistem ke modul I/O PLC adalah 20 meter, lebih dari itu sinyal akan mengalami gangguan, terutama untuk modul digital I/O. Sedangkan untuk Analog I/O pada jarak 30 m masih memungkinkan karena sinyal analog yang dikirim adalah arus sedangkan untuk digital adalah sinyal tegangan. Jadi jika jarak plant dengan PLC lebih dari 20 m maka harus menggunakan PLC lebih dari satu. Untuk mengintegrasikan semua PLC ini maka kita membutuhkan suatu protokol komunikasi yang sama antar PLC.

Apa itu protokol? protokol adalah sebuah aturan atau standard yang mengatur terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data di antara dua sistem komputer (PC, PLC, mikrokontroler) atau lebih. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Beberapa contoh protokol yakni (1) Protokol untuk internet: HTTP, FTP, TCP/IP, UDP dll, (2) Protokol di Industri: Modbus, Profibus, CAN, HART, DNP3 dll

Kenapa PLC ini butuh komunikasi? Karena di industri terdiri dari berbagai PLC yang berbeda sehingga mempunyai protocol yang berbeda pula, atau suatu saat nanti jika ingin mengubah program pada PLC maka Anda akan menghubungkan PLC dengan laptop sehingga Anda harus meng-komunikasikan processor yang ada di laptop Anda dengan processor PLC.



2. Fungsi Protokol Komunikasi PLC

Fragmentasi dan Re-assembly, protokol membagi informasi yang dikirim oleh pengirim menjadi beberapa paket data. Jika telah sampai di penerima, paket data tersebut akan digabungkan menjadi paket informasi yang lengkap.

1. Enkapsulasi adalah proses pengiriman data yang dilengkapi dengan alamat, dan kode-kode koreksi.
2. Kontrol Konektivitas, protokol membangun hubungan komunikasi berupa pengiriman data dan mengakhiri hubungan dari pengirim ke penerima.
3. Flow Control adalah sebagai pengatur jalannya data mulai dari pengirim hingga ke penerima.
4. Error Control, jika terjadi kesalahan pada saat pengiriman maka protokol yang akan mengontrol kesalahan tersebut.
5. Pelayanan Transmisi, protokol memberikan pelayanan komunikasi data yang berhubungan dengan prioritas dan keamanan data

3. Syarat Dasar Protokol Komunikasi PLC

1. Format data untuk pertukaran data.
2. Format alamat untuk pertukaran data.
3. Alamat pemetaan.
4. Routing
5. CRC atau Deteksi kesalahan transmisi diperlukan pada jaringan yang tidak dapat menjamin operasi bebas dari kesalahan.
6. Acknowledgements, penerima data memberikan respon bahwa data sudah diterima dengan sempurna. Hal ini diperlukan pada sistem komunikasi yang berorientasi pada status link koneksi.
7. Kehilangan informasi-timeout dan retries. Paket ini mungkin akan hilang dari jaringan jika terjadi penundaan yang lama. Untuk mengatasi hal ini, beberapa tipe protokol, pengirim data meminta penerima untuk memberikan respon penerimaan data (apakah data sudah diterima semua?) dalam jumlah waktu tertentu. Apabila tidak ada respon dari penerima, maka komputer pengirim data dapat menyimpulkan bahwa link komunikasi kepada komputer penerima tidak terjalin atau rusak.
8. Direction of information flow adalah arah arus informasi yang perlu diatur jika transmisi hanya dapat terjadi dalam satu arah pada satu waktu seperti pada half-duplex link. Hal ini dikenal sebagai Media Access Control. Pengaturan harus dibuat untuk mengakomodir beberapa penerima, misalnya: ketika ada dua pihak komputer penerima ingin mendapatkan kontrol pada saat yang sama.
9. Urutan kontrol. Jika kita amati, bit strings yang panjang akan dibagi dalam potongan-potongan dan kemudian dikirim pada jaringan secara individual dengan penyesuaian

urutannya agar jika ada bit yang hilang atau terduplikasi maka penerima akan meminta transmisi ulang.

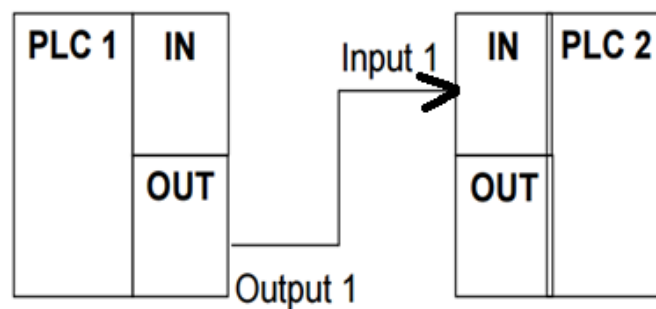
10. Flow control diperlukan bila pengirim mentransmisikan lebih cepat dari penerima atau lebih cepat dari peralatan jaringan diantaranya agar dapat memproses transmisi.

4. Jenis-jenis komunikasi PLC

Ada 2 macam cara PLC berkomunikasi yaitu:

a. Primitive Communication

Pada tipe komunikasi ini, PLC dengan alat lain (misal : robot, PLC lain, mikrokontroler, dan lain-lain) akan terhubung secara hardwired (dengan kabel). Bagan sederhananya tampak pada gambar di bawah.



Gambar 5: Skema primitive communication

Pada skema di atas, logika sederhana yang bisa diberikan pada program ialah : *"If Output 1 PLC 1 ON then Input 1 PLC 2 ON"*

b. Serial Communication

Pada tipe komunikasi ini, PLC dapat saling bertukar data melalui komunikasi tertentu. Jika pada komunikasi primitif, tegangan dari PLC 1 langsung diteruskan pada PLC 2, maka pada komunikasi serial data adalah yang dipertukarkan. Beberapa jenis komunikasi serial ialah

- a. RS 232
- b. RS 422
- c. RS 485
- d. Dan macam – macam komunikasi PLC yang lain.

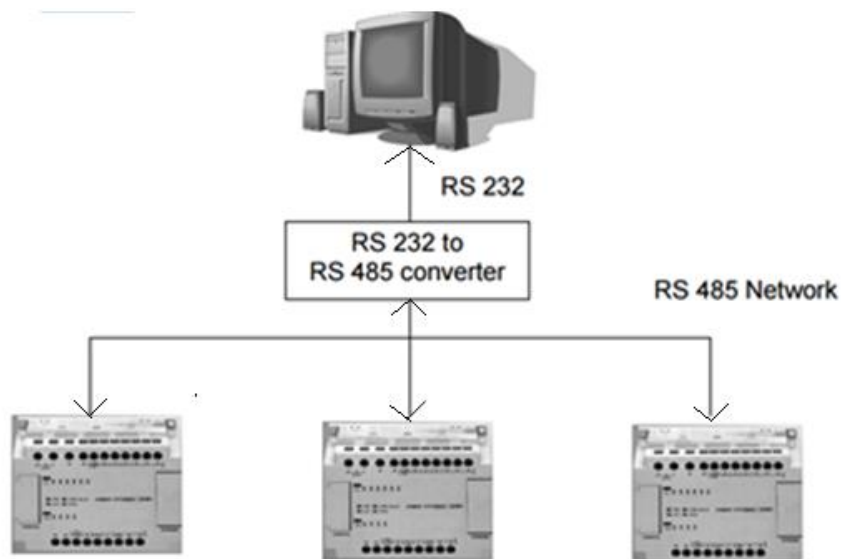
Berikut skema komunikasi serial RS 232 yang hanya bisa terjadi secara one to one.

RS 232



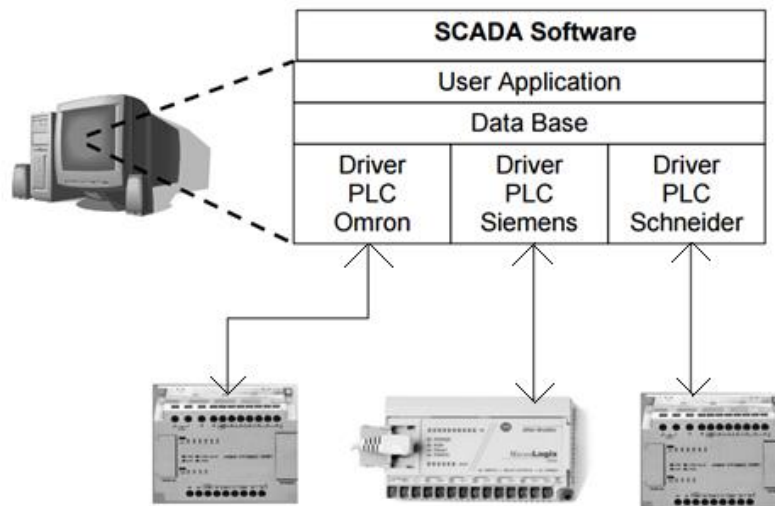
Gambar 6: Skema komunikasi serial RS 232

Sedang komunikasi serial RS 422 – RS 485 dapat mengakomodasi komunikasi satu ke berbagai ataupun dari berbagai ke berbagai. Berikut contoh skema komunikasi serial RS 485



Gambar 7: Skema komunikasi serial RS 485

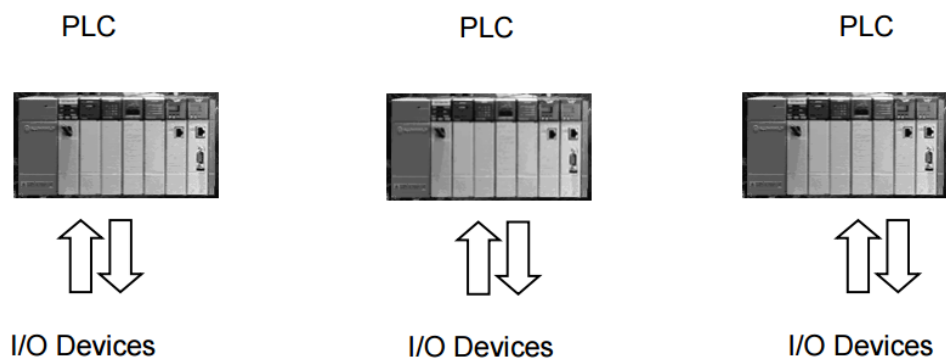
Jika 1 buah PC dilengkapi dengan SCADA software, seharusnya PC tersebut dapat berkomunikasi dengan beberapa PLC meskipun memiliki merk yang berbeda. Hal ini dikarenakan untuk masing – masing PLC dilengkapi dengan PLC driver pada program SCADA tersebut. Berikut ini skema komunikasinya.



Gambar 8: Skema komunikasi PC dengan beberapa buah merk PLC

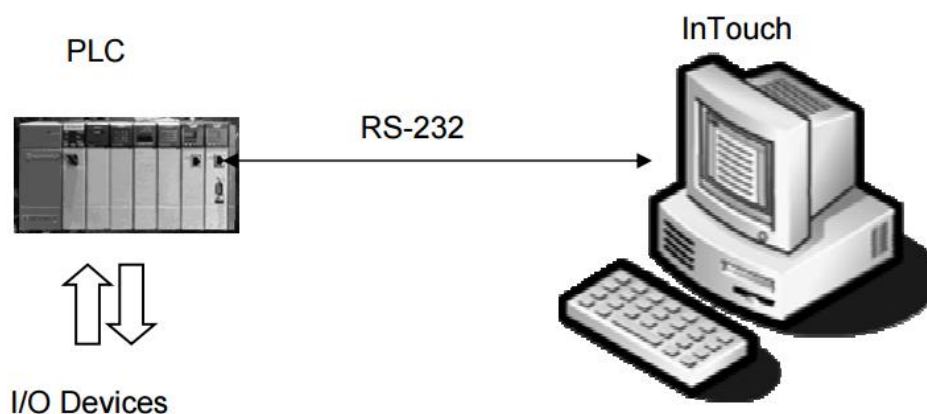
5. Komunikasi PLC

Pada mulanya PLC hanya bekerja secara stand alone, dimana PLC bekerja dengan I/O devices namun tidak terhubung dengan PLC lain ataupun dengan komputer. Berikut ini skemanya.



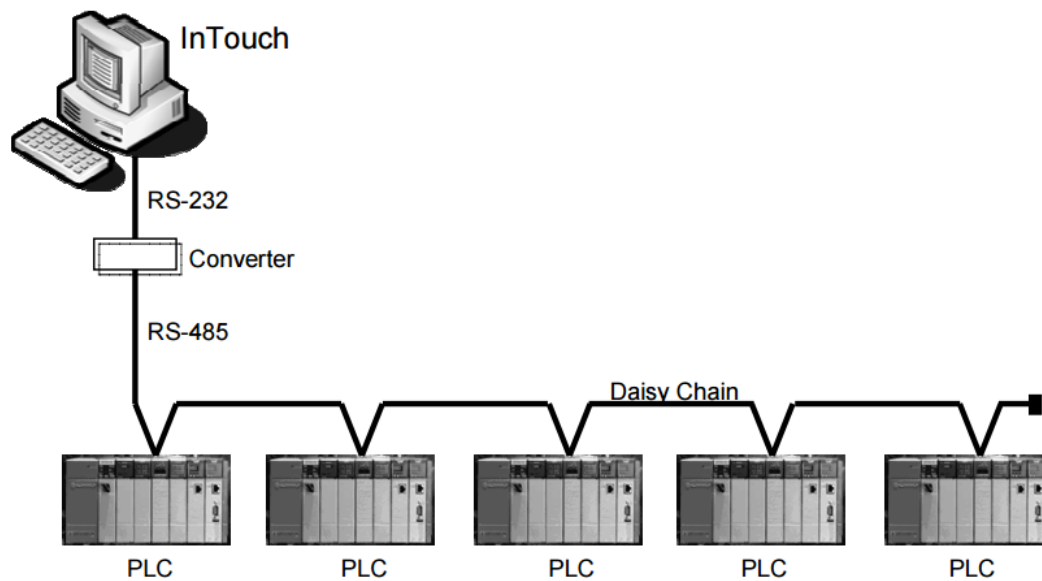
Gambar 9: Skema stand alone PLC

Konfigurasi stand alone juga bisa dilakukan antara PLC dengan PC. Konfigurasi multidrop dapat dilakukan jika digunakan komunikasi serial RS 485.



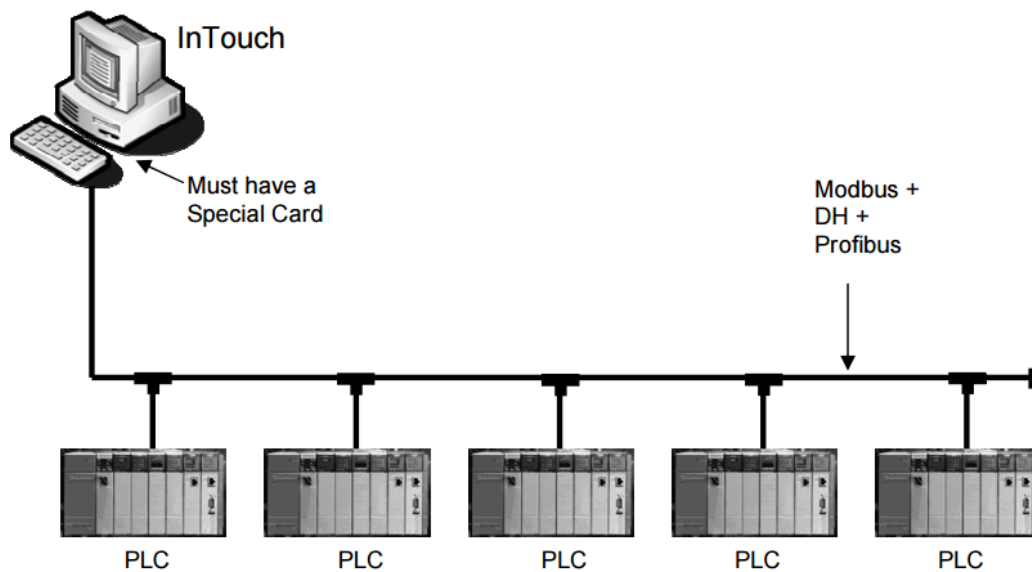
Gambar 10: Skema stand alone PC – PLC

Konfigurasi multidrop dapat dilakukan jika digunakan komunikasi serial RS 485.



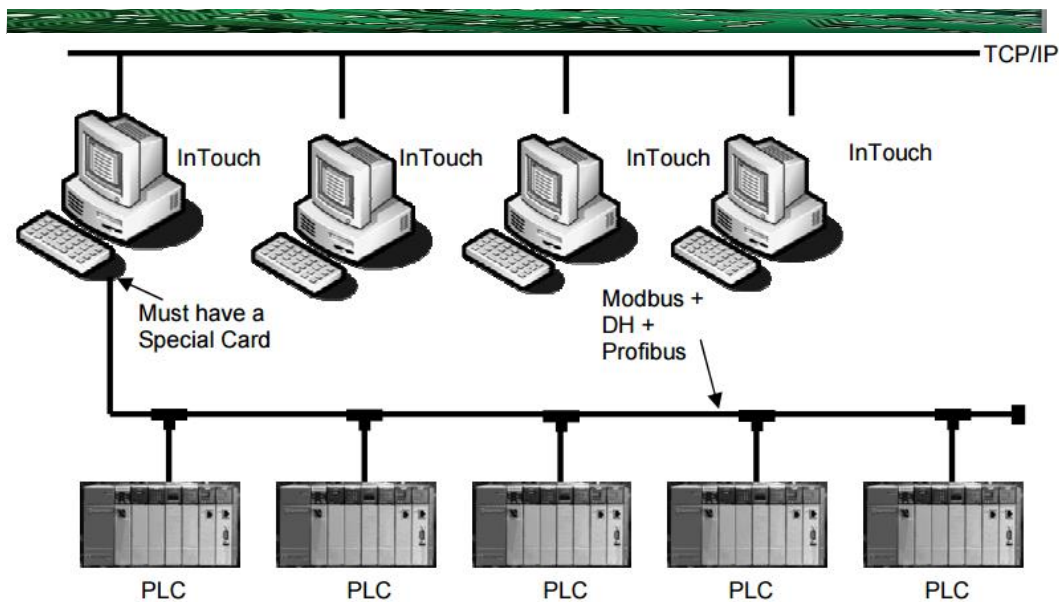
Gambar 11: Konfigurasi multidrop PC – many PLC

Jika menggunakan special bus (Modbus +, DH +, Profibus), maka konfigurasinya adalah sebagai berikut.



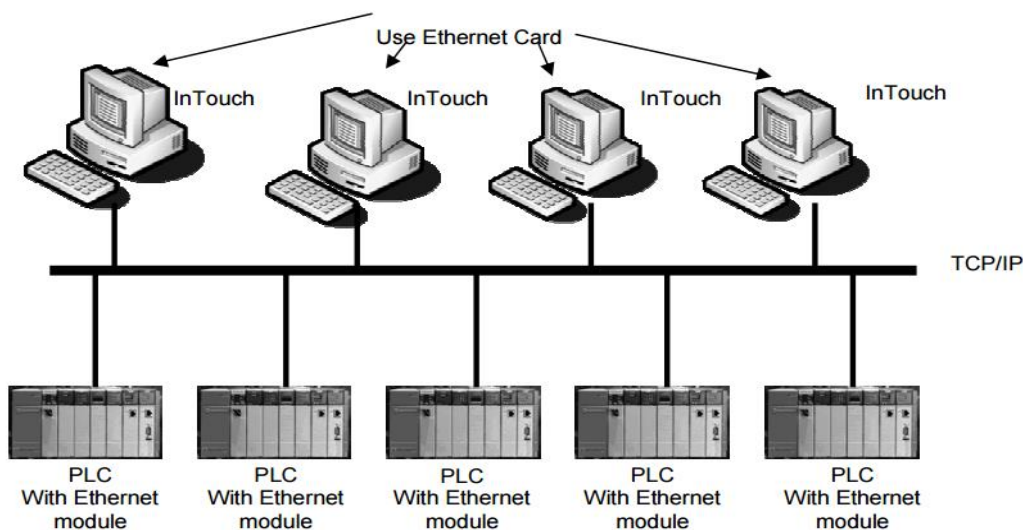
Gambar 12: Konfigurasi PLC dengan special bus

Selain banyak PLC, konfigurasi banyak PC (melalui jaringan komputer) untuk monitoring juga dapat dilakukan dengan konfigurasi berikut.



Gambar 13: Konfigurasi many PC – many PLC

Komunikasi TCP/IP antar PLC dan PC dapat dilakukan dengan syarat masing – masing PC dan PLC memiliki ethernet card ataupun ethernet module communication. Berikut ini konfigurasinya. Konfigurasi many PC–many PLC dengan TCP/IP



Gambar 14: Konfigurasi many PC – many PLC dengan TCP/IP

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

E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal-soal LK01

No.	Soal Latihan	Jawaban
1	One to one PC Link adalah sistem komunikasi antar PLC melalui... a. komunikasi data LR serial RS 323C b. komunikasi interface serial RS 232C* c. komunikasi link relay serial RS 323C d. komunikasi interface serial RS 323C	
2.	PC Link adalah sistem jaringan... a. level component yang terdahulu b. level link relay yang terdahulu c. level controller yang terdahulu* d. level link network yang terdahulu	
3.	Berikut adalah fitur PC Link, kecuali... a. Kontrol skala besar b. Otomatisasi multilevel c. Kontrol jaringan terdistribusi* d. Kontrol terdistribusi dengan tukar data yang luas	
4.	PLC pertama disebut... a. Slave b. Master* c. First d. One	
5.	Fungsi sistem komunikasi pada plc adalah... a. Untuk mempermudah pengawatan b. Untuk komunikasi antar PLC* c. Untuk transfer data Link Relay d. Untuk pembagian data Link Relay	
6.	Fungsi area LR adalah... a. Transfer data antar PLC* b. Area for writing c. Area for reading d. Membentuk link data	
7.	Yang membentuk Link data pada area data LR adalah... a. Unit one to one PC Link b. Unit PC Link* c. Unit otomatisasi PC Link d. Unit kontroler PC Link	
8.	Fungsi otomatisasi multilevel adalah untuk membentuk... a. subsistem hingga 6 level b. subsistem hingga 4 level*	

	c. subsistem hingga 5 level d. subsistem hingga 2 level	
9.	Kontrol skala besar adalah pertukaran data... a. tanpa menggunakan bit I/O* b. dengan menggunakan batas 32 bit I/O c. tanpa menggunakan sistem kontrol I/O d. dengan menggunakan sistem token bus	
10.	Sistem yang digunakan dalam unit sysmac link adalah... a. token bus* b. PC Link c. controller d. interface	

F. Rangkuman

PLC memiliki tipe bermacam-macam serta memiliki spesifikasi atau keunggulan berbeda sesuai dengan tipenya, hal ini memungkinkan dalam suatu industri terdapat dua PLC atau lebih. Selain hal tersebut, ada beberapa tantangan besar dalam PLC, yaitu melakukan integrasi antar PLC atau PLC dengan perangkat lain.

Meskipun secara teori sistem dapat ditangani oleh satu PLC tetapi terhubung mesin industri sangat besar sehingga tidak menutup kemungkinan jarak mesin industri dan PLC relatif cukup jauh. Jarak aman pengkabelan dari sistem ke modul I/O PLC adalah 20 meter, lebih dari itu sinyal akan mengalami gangguan, terutama untuk modul digital I/O. Sedangkan untuk Analog I/O pada jarak 30 m masih memungkinkan karena sinyal analog yang dikirim adalah arus sedangkan untuk digital adalah sinyal tegangan. Jadi jika jarak plant dengan PLC lebih dari 20 m maka harus menggunakan PLC lebih dari satu. Untuk mengintegrasikan semua PLC ini maka kita membutuhkan suatu protokol komunikasi yang sama antar 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 ini lagi terutama pada bagian yang belum dikuasai.



Kegiatan Pembelajaran 3

KONTROL MOTOR LISTRIK DENGAN PLC

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

- Memahami sistem kendali dengan PLC dengan baik.
- Menjelaskan rangkaian kontrol motor dengan PLC dengan tepat
- Menjelaskan prinsip kerja PLC dengan benar
- Menjelaskan komponen-komponen untuk suatu PLC secara rinci
- Menjelaskan perbandingan sistem kendali elektromagnetik dengan PLC dengan tepat

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi control motor listrik dengan PLC ini yaitu: peserta diklat dapat membangun kontrol motor listrik menggunakan PLC pada sistem otomasi industry secara cermat dan benar.

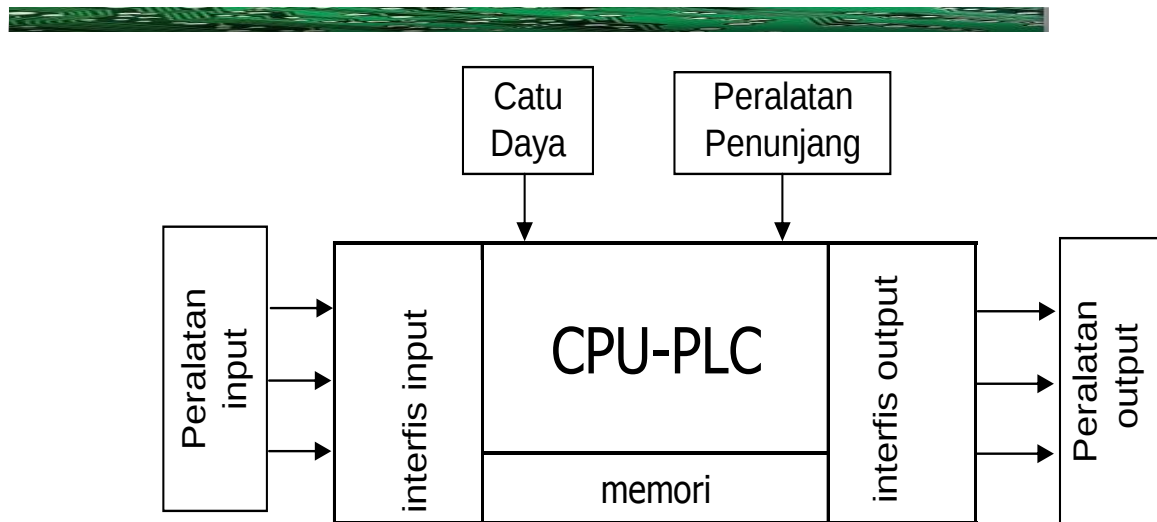
C. Uraian Materi

1. Sistem Kendali PLC

Dalam sistem otomasi, PLC merupakan ‘jantung’ sistem kendali. Dengan program yang disimpan dalam memori PLC, dalam eksekusinya, PLC dapat memonitor keadaan sistem melalui sinyal dari peralatan input, kemudian didasarkan atas logika program menentukan rangkaian aksi pengendalian peralatan output luar.

PLC dapat digunakan untuk mengendalikan tugas-tugas yang sederhana samapai dengan peralatan yang kompleks. Seperti Traffic light, Lift, Konveyor, Sistem pengemasan barang, Sistem perakitan peralatan elektronik, Sistem pengamanan gedung, Sistem pembangkitan tenaga listrik, Robot dan Pemrosesan makanan

Cara kerja sistem kendali PLC dapat dipahami dengan diagram blok seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15: Diagram blok PLC

Dari gambar terlihat bahwa komponen sistem kendali PLC terdiri atas PLC, peralatan input, peralatan output, peralatan penunjang, dan catu daya. Penjelasan masing-masing komponen sebagai berikut:

a. CPU-PLC

PLC terdiri atas CPU (Central Processing Unit), memori, modul interface input dan output program kendali disimpan dalam memori program. Program mengendalikan PLC sehingga saat sinyal input dari peralatan input on timbul respon yang sesuai. Respon ini umumnya mengantikan sinyal output pada peralatan output.

CPU adalah mikroprosesor yang mengkordinasikan kerja sistem PLC. ia mengeksekusi program, memproses sinyal input/ output, dan mengkomunikasikan dengan peralatan luar.

Memori adalah daerah yang menyimpan sistem operasi dan data pemakai. Sistem operasi sesungguhnya software sistem yang mengkordinasikan PLC. Program kendali disimpan dalam memori pemakai.

Ada dua jenis memori yaitu : ROM (Read Only Memory) dan RAM (Random Access Memory). ROM adalah memori yang hanya dapat diprogram sekali. Penyimpanan program dalam ROM bersifat permanen, maka ia digunakan untuk menyimpan sistem operasi. Ada sejenis ROM, yaitu EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) yang isinya dapat dihapus dengan cara menyinari menggunakan sinar ultraviolet dan kemudian diisi program ulang menggunakan PROM Writer.



Interfis adalah modul rangkaian yang digunakan untuk menyesuaikan sinyal pada peralatan luar. Interfis input menyesuaikan sinyal dari peralatan input dengan sinyal yang dibutuhkan untuk operasi sistem. Interfis output menyesuaikan sinyal dari PLC dengan sinyal untuk mengendalikan peralatan output.

b. Peralatan Input

Peralatan input adalah yang memberikan sinyal kepada PLC dan selanjutnya PLC memproses sinyal tersebut untuk mengendalikan peralatan output. Peralatan input itu antara lain:

- Berbagai jenis saklar, misalnya tombol, saklar togel, saklar batas, saklar level, saklar tekan, saklar proximity.
- Berbagai jenis sensor, misalnya sensor cahaya, sensor suhu, sensor level,
- Rotary encoder

c. Peralatan Output

Sistem otomasi tidak lengkap tanpa ada peralatan output yang dikendalikan. Peralatan output itu misalnya:

- Kontaktor
- Motor listrik
- Lampu
- Buzer

d. Peralatan Penunjang

Peralatan penunjang adalah peralatan yang digunakan dalam sistem kendali PLC, tetapi bukan merupakan bagian dari sistem secara nyata. Maksudnya, peralatan ini digunakan untuk keperluan tertentu yang tidak berkait dengan aktifitas pengendalian. Peralatan penunjang itu, antara lain :

- Berbagai jenis alat pemrogram, yaitu komputer, software ladder, konsol pemrogram, programmable terminal, dan sebagainya.
- Berbagai software ladder, yaitu: SSS, LSS, Syswin, dan CX Programmer.
- Berbagai jenis memori luar, yaitu: disket, CD ROM, flash disk.
- Berbagai alat pencetak dalam sistem komputer, misalnya printer, plotter.

e. Catu Daya

PLC adalah sebuah peralatan digital dan setiap peralatan digital membutuhkan catu daya DC. Catu daya ini dapat dicatu dari luar, atau dari dalam PLC itu sendiri. PLC tipe modular membutuhkan catu daya dari luar, sedangkan pada PLC tipe *compact* catu daya tersedia pada unit.

2. Komponen Unit PLC

Unit PLC dibuat dalam banyak model/ tipe. Pemilihan suatu tipe harus mempertimbangkan jenis catu daya, jumlah terminal input/ output, dan tipe rangkaian output.

Jenis Catu Daya

PLC adalah sebuah peralatan elektronik dan setiap peralatan elektronik untuk dapat beroperasi membutuhkan catu daya. Ada dua jenis catu daya untuk disambungkan ke PLC yaitu AC dan DC.

Jumlah I/O

Pertimbangan lain untuk memilih unit PLC adalah jumlah terminal I/O nya. Jumlah terminal I/O yang tersedia bergantung kepada merk PLC. Misalnya PLC merk OMRON pada satu unit tersedia terminal I/O sebanyak 10, 20, 30, 40 atau 60. Jumlah terminal I/O ini dapat dikembangkan dengan memasang Unit I/O Ekspansi sehingga dimungkinkan memiliki 100 I/O.

Pada umumnya, jumlah terminal input dan output mengikuti perbandingan tertentu, yaitu 3 : 2. Jadi, PLC dengan terminal I/O sebanyak 10 memiliki terminal input 6 dan terminal output 4.

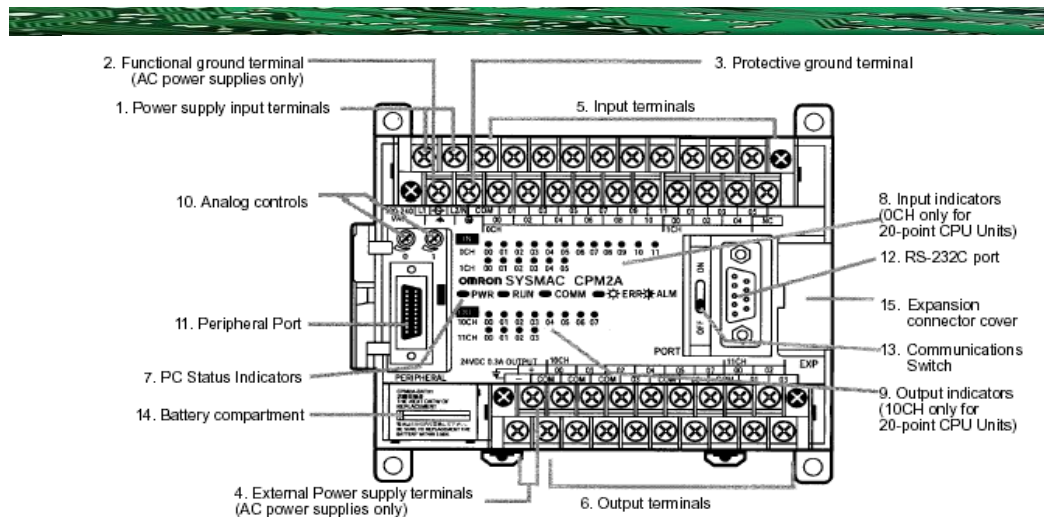
Tipe Rangkaian Output

PLC dibuat untuk digunakan dalam berbagai rangkaian kendali. Bergantung kepada peralatan output yang dikendalikan, tersedia tiga tipe rangkaian output yaitu: output relai, output transistor *sinking* dan output transistor *sourcing*.

Jenis catu daya, jumlah I/O, dan tipe rangkaian output PLC OMRON CPM2A ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Number of I/O points	Power supply	Inputs	Outputs	Model
20 I/O points (12 inputs and 8 outputs)	100 to 240 VAC	24 VDC	Relay	CPM2A-20CDR-A
	24 VDC	24 VDC	Relay	CPM2A-20CDR-D
		24 VDC	Sinking Transistor	CPM2A-20CDT-D
		24 VDC	Sourcing Transistor	CPM2A-20CDT1-D
30 I/O points (18 inputs and 12 outputs)	100 to 240 VAC	24 VDC	Relay	CPM2A-30CDR-A
	24 VDC	24 VDC	Relay	CPM2A-30CDR-D
		24 VDC	Sinking Transistor	CPM2A-30CDT-D
		24 VDC	Sourcing Transistor	CPM2A-30CDT1-D
40 I/O points (24 inputs and 16 outputs)	100 to 240 VAC	24 VDC	Relay	CPM2A-40CDR-A
	24 VDC	24 VDC	Relay	CPM2A-40CDR-D
		24 VDC	Sinking Transistor	CPM2A-40CDT-D
		24 VDC	Sourcing Transistor	CPM2A-40CDT1-D
60 I/O points (36 inputs and 24 outputs)	100 to 240 VAC	24 VDC	Relay	CPM2A-60CDR-A
	24 VDC	24 VDC	Relay	CPM2A-60CDR-D
		24 VDC	Sinking Transistor	CPM2A-60CDT-D
		24 VDC	Sourcing Transistor	CPM2A-60CDT1-D

Komponen unit CPU PLC OMRON CPM2A ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 16: CPU PLC OMRON CPM2A

3. Spesifikasi

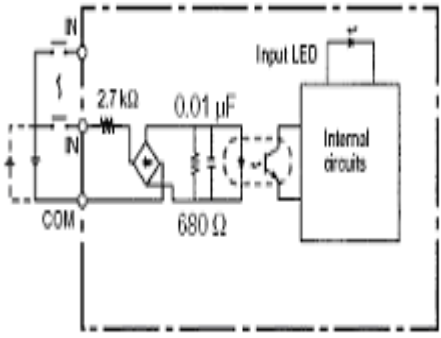
Penggunaan PLC harus memperhatikan spesifikasi teknisnya. Mengabaikan hal ini dapat mengakibatkan PLC rusak atau beroperasi secara tidak tepat (mal-fungsi).

Berikut ini diberikan spesifikasi unit PLC yang terdiri atas spesifikasi umum, spesifikasi input, dan spesifikasi output.

Spesifikasi Umum

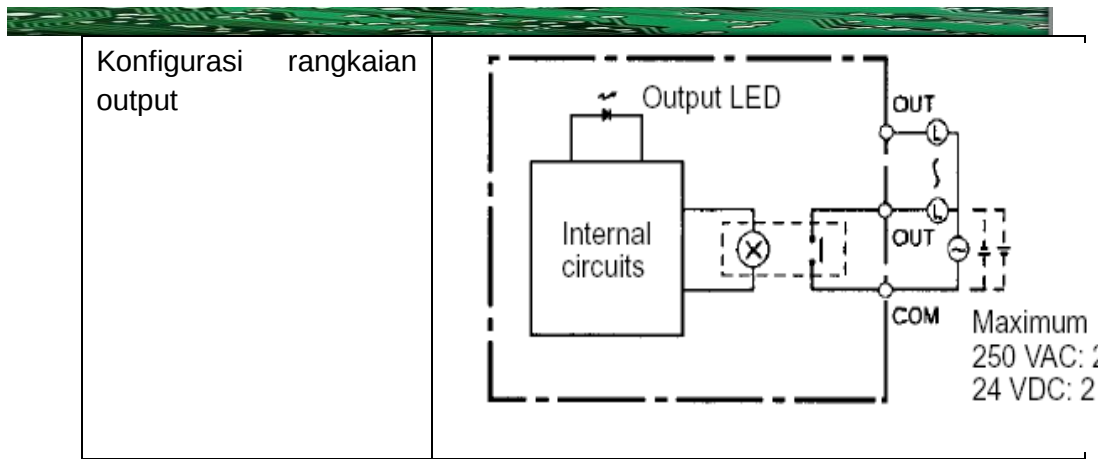
Butir		Spesifikasi
Tegangan catu	AC	100 s.d 240 VAC, 50/60 Hz
	DC	24 VDC
Tegangan operasi	AC	85 s.d 264 VAC
	DC	20,4 s.d 26,4 VDC
Penggunaan daya	AC	60 VA maks
	DC	20 W maks
Catu daya luar	Tegangan catu	24 VDC
	Kapasitas output	300 mA
Tahanan isolasi		20 MΩ minimum
Kuat dielektrik		2300 VAC 50/60 Hz selama 1 menit
Suhu ruang		0° s.d 55°
Ukuran sekerup terminal		M3
Berat	AC	650 g
	DC	550 g

Spesifikasi Input

Butir	Spesifikasi
Tegangan input	24 VDC $^{+10\%}_{-15\%}$
Impedansi input	2,7 k Ω
Arus input	8 mA
Tegangan/ arus on	17 VDC input, 5 mA
Tegangan/ arus off	5 VDC maks, 1 mA
Tunda on	10 ms
Tunda off	10 ms
Konfigurasi rangkaian input	

Spesifikasi Output

Butir	Spesifikasi
Kapasitas switching maksimum	2 A, 250 VAC ($\cos \phi = 1$) 2 A, 24 VDC
Kapasitas switching minimum	10 mA, 5 VDC
Usia kerja relai	Listrik : 150.000 operasi (beban resistif 24 VDC) 100.000 operasi (beban induktif) Mekanik : 20.000.000 operasi
Tunda on	15 ms maks
Tunda off	15 ms maks



4. Keunggulan Sistem Kendali PLC dan Keunggulannya

Sistem kendali PLC memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan sistem kendali elektromagnetik sebagai berikut:

- Pengawatan sistem kendali PLC lebih sedikit.
- Modifikasi sistem kendali dapat dengan mudah dilakukan dengan cara mengganti program kendali tanpa merubah pengawatan sejauh tidak ada tambahan peralatan input/output.
- Tidak diperlukan komponen kendali seperti timer dan hanya diperlukan sedikit kontaktor sebagai penghubung peralatan output ke sumber tenaga listrik.
- Kecepatan operasi sistem kendali PLC sangat cepat sehingga produktivitas meningkat.
- Biaya pembangunan sistem kendali PLC lebih murah dalam kasus fungsi kendalinya sangat rumit dan jumlah peralatan input/outputnya sangat banyak.
- Sistem kendali PLC lebih andal.
- Program kendali PLC dapat dicetak dengan cepat.

5. Langkah-Langkah Desain Sistem Kendali PLC

Pengendalian sistem kendali PLC harus dilakukan melalui langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

- a. Memilih PLC dengan spesifikasi yang sesuai dengan sistem kendali.
- b. Memasang Sistem Komunikasi
- c. Membuat program kendali
- d. Mentransfer program ke dalam PLC
- e. Memasang unit
- f. Menyambung pengawatan I/O
- g. Menguji coba program
- h. Menjalankan program



6. Teknik Pemograman PLC

Program kendali PLC terdiri atas tiga unsur yaitu : alamat, instruksi, dan operand. Alamat adalah nomor yang menunjukkan lokasi, instruksi, atau data dalam daerah memori. Instruksi harus disusun secara berurutan dan menempatkannya dalam alamat yang tepat sehingga seluruh instruksi dilaksanakan mulai dari alamat terendah hingga alamat tertinggi dalam program.

Instruksi adalah perintah yang harus dilaksanakan PLC. PLC hanya dapat melaksanakan instruksi yang ditulis menggunakan ejaan yang sesuai. Oleh karena itu, pembuat program harus memperhatikan tata cara penulisan instruksi.

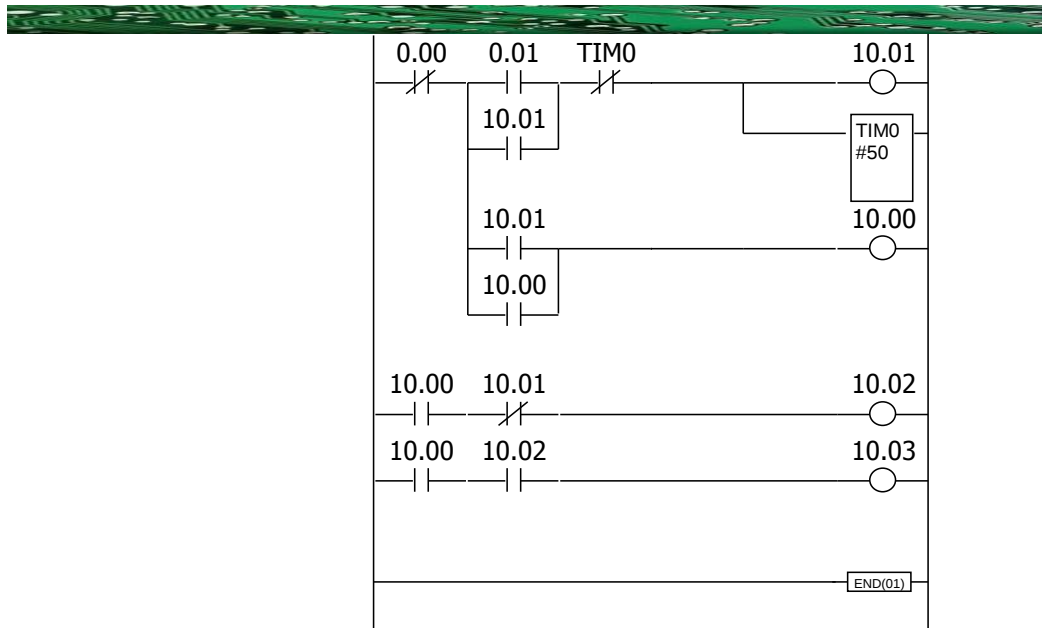
Operand adalah nilai berupa angka yang ditetapkan sebagai data yang digunakan untuk suatu instruksi. Operand dapat dimasukkan sebagai konstanta yang menyatakan nilai angka nyata atau merupakan alamat data dalam memori.

Program PLC dapat dibuat dengan menggunakan beberapa cara yang disebut bahasa pemrograman. Bentuk program berbeda-beda sesuai dengan bahasa pemrograman yang digunakan. Bahasa pemrograman tersebut antara lain: diagram ladder, kode mneumonik, diagram blok fungsi, dan teks terstruktur. Beberapa merk PLC hanya mengembangkan program diagram ladder dan kode mneumonik.

a. Diagram Ladder

Diagram Ladder menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam diagram ladder terdapat dua buah garis vertical dimana garis vertical sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya dan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber tegangan negatif catu daya. Program ladder ditulis menggunakan bentuk pictorial atau simbol yang secara umum mirip dengan rangkaian kontrol relay. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti normally open contact, normally closed contact, timer, counter, sequencer dll ditampilkan seperti dalam bentuk pictorial. Dibawah kondisi yang benar, listrik dapat mengalir dari rel sebelah kiri ke rel sebelah kanan, jalur rel seperti ini disebut sebagai ladder line (garis tangga).

Contoh diagram ladder ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 17: Contoh Diagram Ladder

Terlihat dari gambar di atas bahwa garis instruksi dapat bercabang kemudian menyatu kembali. Sepasang garis vertikal disebut kontak (kondisi). Ada dua kontak, yaitu kontak NO (Normally Open) yang digambar tanpa garis diagonal dan kontak NC (Normally Closed) yang digambar dengan garis diagonal. Angka di atas kontak menunjukkan bit operand.

b. Kode Mneumonik

Kode mneumonik memberikan informasi yang sama persis seperti halnya diagram ladder. Sesungguhnya, program yang disimpan di dalam memori PLC dalam bentuk mneumonik, bahkan meskipun program dibuat dalam bentuk diagram ladder. Oleh karena itu, memahami kode mneumonik itu sangat penting. Berikut ini contoh program mneumonik:

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	HR 01
00001	AND	0.01
00002	OR	0.02
00003	LD NOT	0.03
00004	OR	0.04
00005	AND LD	
00006	MOV(21)	
		0.00
		DM 00
00007	CMP(20)	
		DM 00
		HR 00

3. Struktur Daerah Memori

Program pada dasarnya adalah pemrosesan data dengan berbagai instruksi pemrograman. Data disimpan dalam daerah memori PLC. Pemahaman daerah data, disamping pemahaman terhadap

berbagai jenis instruksi merupakan hal yang sangat penting, karena dari segi inilah intisari pemahaman terhadap program.

Data yang merupakan operand suatu instruksi dialokasikan sesuai dengan jenis datanya. Tabel di bawah ini ditunjukkan daerah memori PLC CPM2A sebagai berikut:

Daerah Data		Channel/ Words	Bit
IR	Daerah input	IR 000 s.d IR 009	IR 000.00 s.d IR 009.15
	Daerah output	IR 010 s.d IR 019	IR 010.00 s.d IR 019.15
	Daerah 'kerja'	IR 020 s.d IR 049 IR 200 s.d IR 227	IR 020.00 s.d IR 049.15 IR 200.00 s.d IR 227.15
SR		SR 228 s.d SR 255	SR 228.00 s.d SR 255.15
TR		---	TR 0 s.d TR 7
HR		HR 00 s.d HR 19	HR 00.00 s.d HR 19.15
AR		AR 00 s.d AR 23	AR 00.00 s.d AR 23.15
LR		LR 00 s.d LR 15	LR 00.00 s.d LR 15.15
TIM/ CNT		TC 000 s.d TC 255	

4. Instruksi Pemrograman

Terdapat banyak instruksi untuk memprogram PLC

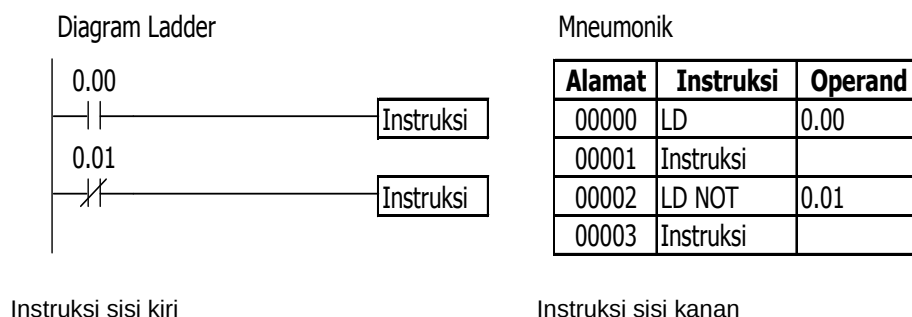
a. Instruksi Diagram Ladder

Instruksi diagram ladder adalah instruksi sisi kiri yang mengkondisikan instruksi lain di sisi kanan. Pada program diagram ladder instruksi ini disimbolkan dengan kontak-kontak seperti pada rangkaian kendali elektromagnet.

Instruksi diagram ladder terdiri atas enam instruksi ladder dan dua instruksi blok logika. Instruksi blok logika adalah instruksi yang digunakan untuk menghubungkan bagian yang lebih kompleks.

Instruksi LOAD dan LOAD NOT

Instruksi LOAD dan LOAD NOT menentukan kondisi eksekusi awal, oleh karena itu, dalam diagram ladder disambung ke bus bar sisi kiri. Tiap instruksi memerlukan satu baris kode mneumonik. Kata "instruksi" mewakili sembarang instruksi lain yang dapat saja instruksi sisi kanan yang akan dijelaskan kemudian.

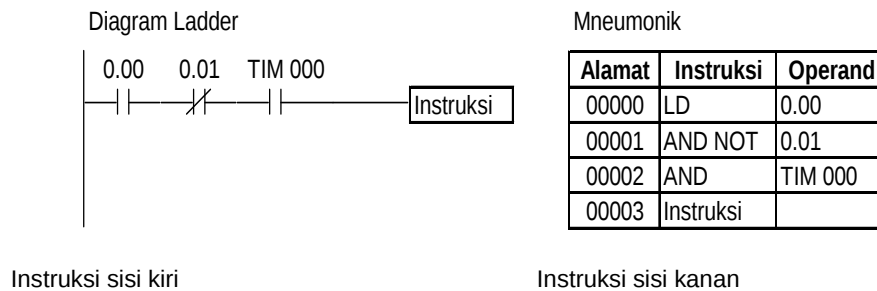


Gambar 18: Penggunaan Instruksi LOAD dan LOAD NOT

Jika misalnya hanya ada satu kontak seperti contoh di atas, kondisi eksekusi pada sisi kanan akan ON jika kontakannya ON. Untuk instruksi LD yang kontakannya NO, kondisi eksekusinya akan ON jika IR 0.00 ON; dan untuk instruksi LD NOT yang kontakannya NC, akan ON jika IR 0.01 OFF.

Instruksi AND dan AND NOT

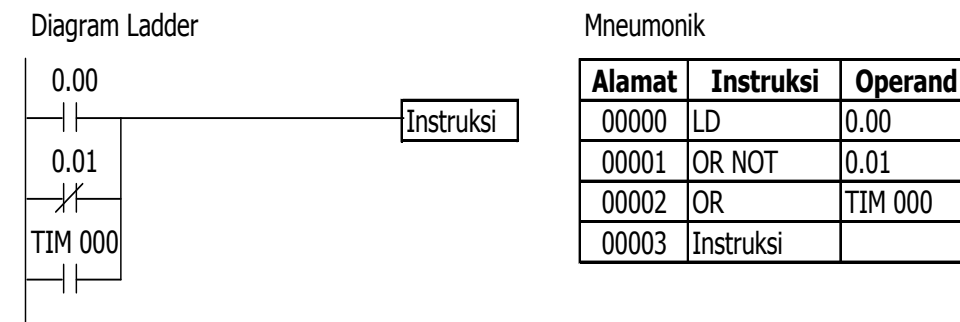
Jika dua atau lebih kontak disambung seri pada garis yang sama, kontak pertama berkaitan dengan instruksi LOAD atau LOAD NOT dan sisanya adalah instruksi AND atau AND NOT. Contoh di bawah ini menunjukkan tiga kontak yang masing-masing menunjukkan instruksi LOAD, AND NOT, dan AND.



Gambar 19: Penggunaan Instruksi AND dan AND NOT

Instruksi OR dan OR NOT

Jika dua atau lebih kontak terletak pada dua instruksi terpisah dan disambung paralel, kontak pertama mewakili instruksi LOAD atau LOAD NOT dan sisanya mewakili instruksi OR atau OR NOT. Contoh berikut menunjukkan tiga kontak yang masing-masing mewakili instruksi LOAD, OR NOT, dan OR.

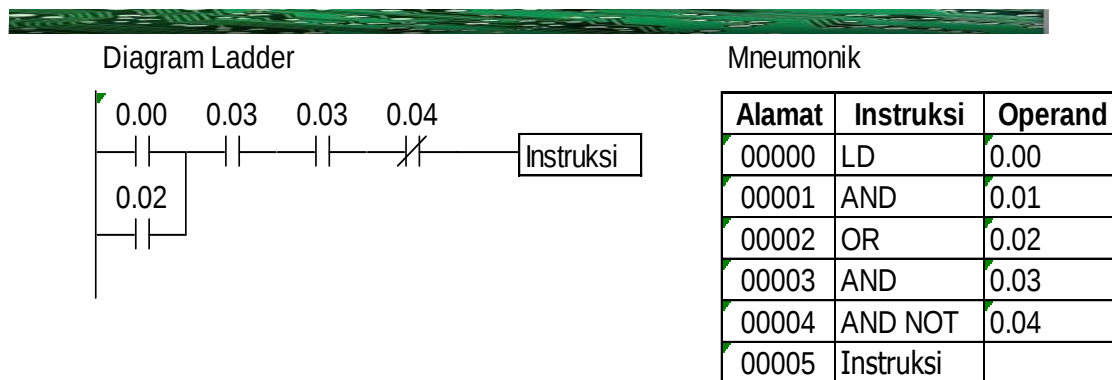


Gambar 20: Penggunaan Instruksi OR dan OR NOT

Instruksi akan mempunyai kondisi eksekusi ON jika salah satu di antara tiga kontak ON, yaitu saat IR 0.00 ON, saat IR 0.01 OFF, atau saat IR 0.03 ON.

Kombinasi Instruksi AND dan OR

Jika instruksi AND dan OR dikombinasikan pada diagram yang lebih rumit, mereka dapat dipandang secara individual di mana tiap instruksi menampilkan operasi logika pada kondisi eksekusi dan status bit operand. Perhatikan contoh berikut ini hingga yakin bahwa kode mneumonik meliputi alur logika yang sama dengan diagram ladder.

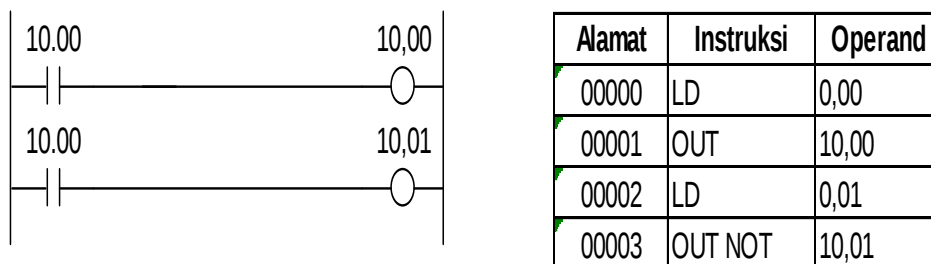


Gambar 21: Kombinasi Instruksi AND dan OR

Di sini AND terletak di antara status IR 0.00 dan status IR 0.01 untuk menentukan kondisi eksekusi dengan meng-OR-kan status IR 0.02. Hasil operasi ini menentukan kondisi eksekusi dengan meng-AND-kan status IR 0.03 yang selanjutnya menentukan kondisi eksekusi dengan meng-AND-kan kebalikan status IR 0.04.

b. Instruksi OUT dan OUT NOT

Cara paling sederhana untuk meng-OUTPUT-kan kombinasi kondisi eksekusi adalah dengan meng-OUTPUT-kan langsung menggunakan instruksi OUTPUT dan OUTPUT NOT. Instruksi ini digunakan untuk mengendalikan status bit operand sesuai dengan kondisi eksekusi. Dengan instruksi OUTPUT, bit operand akan ON selama kondisi eksekusinya ON dan akan OFF selama kondisi eksekusinya OFF. Dengan instruksi OUTPUT NOT, bit operand akan ON selama kondisi eksekusinya OFF dan akan OFF selama kondisi eksekusinya ON.



Gambar 22: Penggunaan Instruksi OUTPUT dan OUTPUT NOT

Pada contoh di atas, IR 10.00 akan ON jika IR 0.00 ON dan IR 10.01 akan OFF selama IR 0.01 ON. Di sini IR 0.00 dan IR 0.01 merupakan bit input dan IR 10.00 dan IR 10.01 merupakan bit output yang ditetapkan untuk peralatan yang dikendalikan PLC.

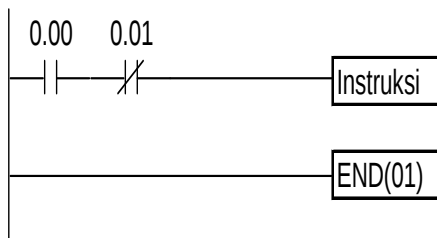
c. Instruksi END (01)

Instruksi terakhir yang diperlukan untuk melengkapi suatu program adalah instruksi END. Saat PLC menscan program, ia mengeksekusi semua instruksi hingga instruksi END pertama sebelum kembali ke awal program dan memulai eksekusi lagi. Meskipun instruksi END dapat ditempatkan sembarang titik dalam program, tetapi instruksi setelah instruksi END pertama tidak akan dieksekusi.

Nomor yang mengikuti instruksi END dalam kode mnemonic adalah kode fungsinya, yang digunakan saat memasukkan instruksi ke dalam PLC menggunakan konsol pemrogram.

Instruksi END tidak memerlukan operand dan tidak boleh ada kontak ditempatkan pada garis instruksi yang sama. Jika dalam program tidak ada instruksi END, program tersebut tidak akan dieksekusi.

Diagram Ladder



Mnemonic

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.00
00001	AND NOT	0.01
00002	Instruksi	
00003	END(01)	

Gambar 23: Penggunaan Instruksi END(01)

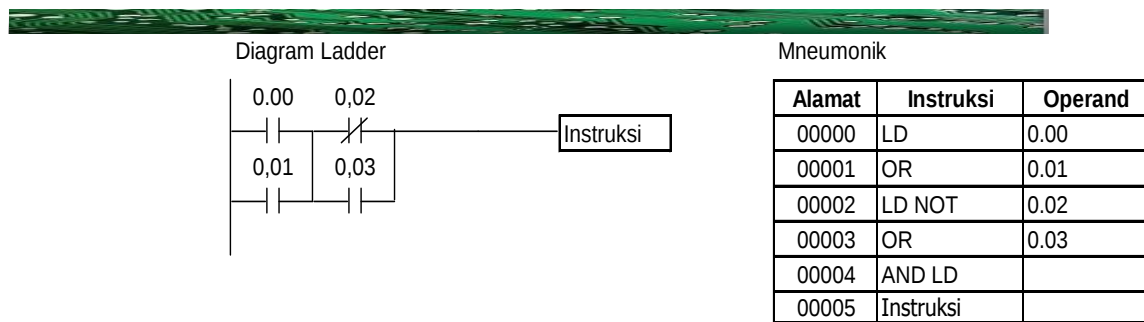
d. Instruksi Blok Logika

Jika rangkaian logika tidak dapat diwujudkan dengan instruksi AND, AND NOT, OR, atau OR NOT saja, maka perlu menggunakan instruksi blok logika. Perbedaannya adalah bahwa instruksi AND, AND NOT, OR, dan OR NOT mengkombinasikan antar kondisi eksekusi dengan suatu bit operand, sedangkan instruksi blok logika yang terdiri dari instruksi AND LOAD dan OR LOAD mengkombinasikan kondisi eksekusi dengan kondisi eksekusi terakhir yang belum digunakan.

Instruksi blok logika tidak diperlukan dalam program diagram ladder, tetapi diperlukan hanya pada program mnemonic.

Instruksi AND LOAD

Instruksi AND LOAD meng-AND-kan kondisi eksekusi yang dihasilkan oleh dua blok logika.

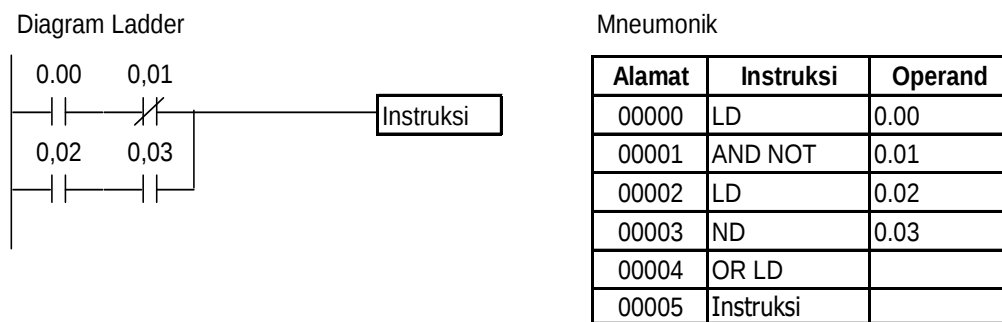


Gambar 24: Penggunaan Instruksi AND LOAD

Instruksi OR LOAD

Instruksi OR LOAD meng-OR-kan kondisi eksekusi yang dihasilkan oleh dua blok logika.

Diagram di bawah ini memerlukan instruksi OR LOAD antara blok logika atas dan blok logika bawah. Kondisi eksekusi akan dihasilkan untuk instruksi pada sisi kanan, baik saat IR 0.00 ON dan IR 0.01 OFF, atau saat IR 0.02 dan IR 0.03 keduanya ON.

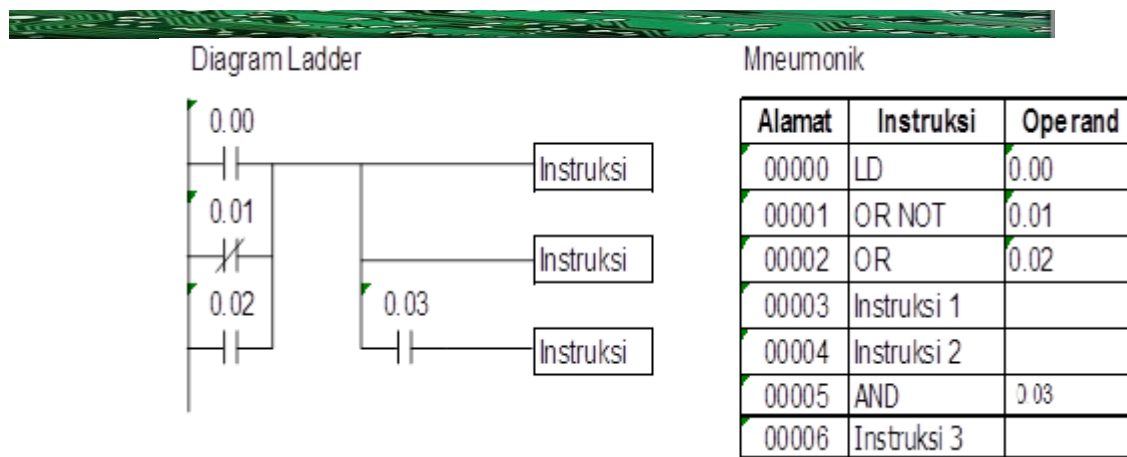


Gambar 25:

Penggunaan Instruksi OR LOAD

e. Mengkode Instruksi Sisi Kanan Ganda

Jika terdapat lebih dari satu instruksi sisi kanan dengan kondisi eksekusi yang sama, masing-masing dikode secara berurutan mengikuti kondisi eksekusi terakhir pada garis instruksi. Pada contoh di bawah ini, garis instruksi terakhir berisi satu kontak lagi yang merupakan instruksi AND terhadap IR 0.03.



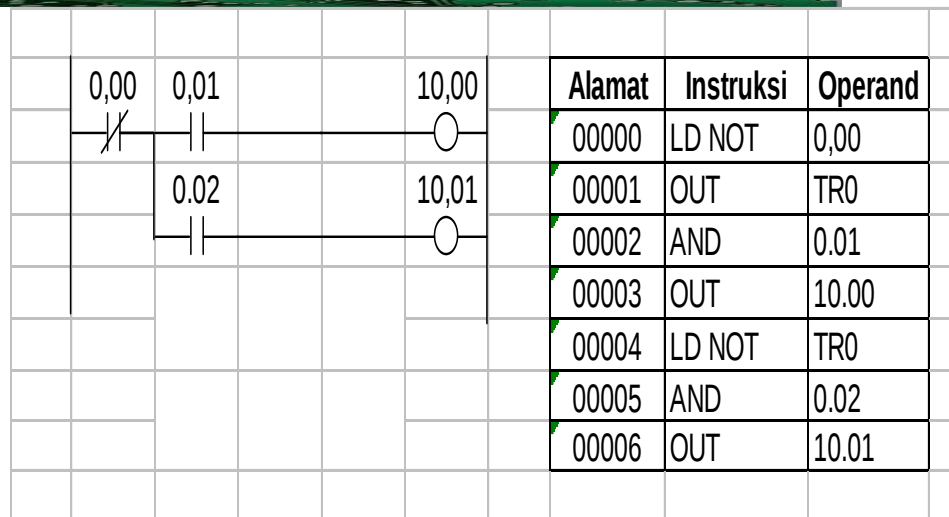
Gambar 26: Mengkode Instruksi Sisi Kanan Ganda

f. Penggunaan Bit TR

Bit TR (Temporarily Relay) digunakan untuk mempertahankan kondisi eksekusi pada garis instruksi bercabang. Hal ini dipertahankan karena garis instruksi dieksekusi menuju ke instruksi sisi kanan sebelum kembali ke titik cabang untuk mengeksekusi instruksi lainnya. Jika ada kontak pada garis instruksi setelah titik cabang, kondisi eksekusi untuk instruksi yang pertama tidak sama dengan kondisi pada titik cabang sehingga untuk mengeksekusi instruksi berikutnya menggunakan kondisi eksekusi titik cabang dan kontak lain setelah titik cabang tersebut.

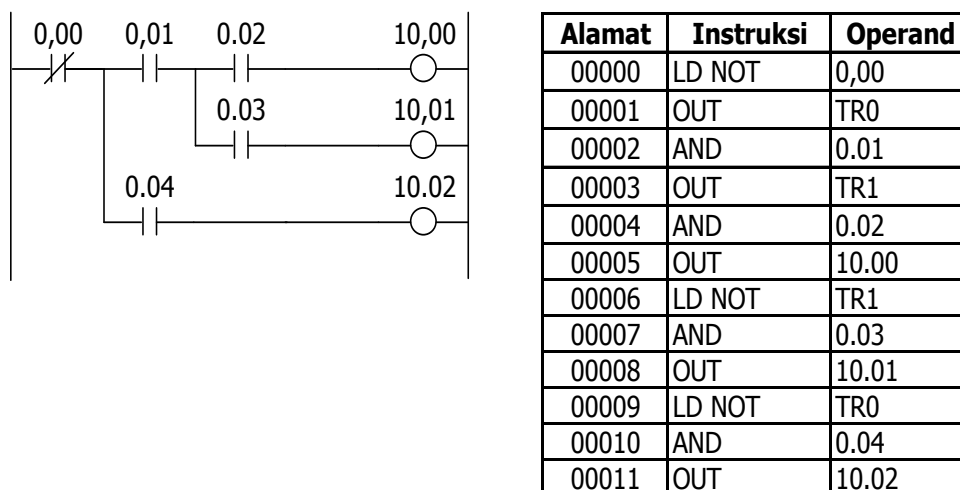
Jika program dibuat dalam bentuk diagram ladder, tidak perlu memperhatikan bit TR karena bit TR hanya relevan pada pemrograman bentuk mneumonik.

Terdapat delapan bit TR, yaitu TR0 sampai dengan TR7 yang dapat digunakan untuk mempertahankan kondisi eksekusi sementara. Misalkan suatu bit TR ditempatkan pada suatu titik cabang, kondisi eksekusinya akan disimpan pada bit TR tersebut. Jika kembali ke titik cabang, bit TR mengembalikan kondisi eksekusi yang telah disimpan. Penyimpanan kondisi eksekusi pada titik cabang menggunakan bit TR sebagai operand dari instruksi OUTPUT. Kondisi eksekusi ini kemudian dikembalikan setelah mengeksekusi instruksi sisi kanan dengan menggunakan bit TR yang sama sebagai operand dari instruksi LOAD.



Gambar 27: Penggunaan Bit TR

Contoh berikut ini menunjukkan penggunaan dua bit TR yaitu TR0 dan TR1 pada sebuah program.



Gambar 28: Penggunaan Dua Bit TR

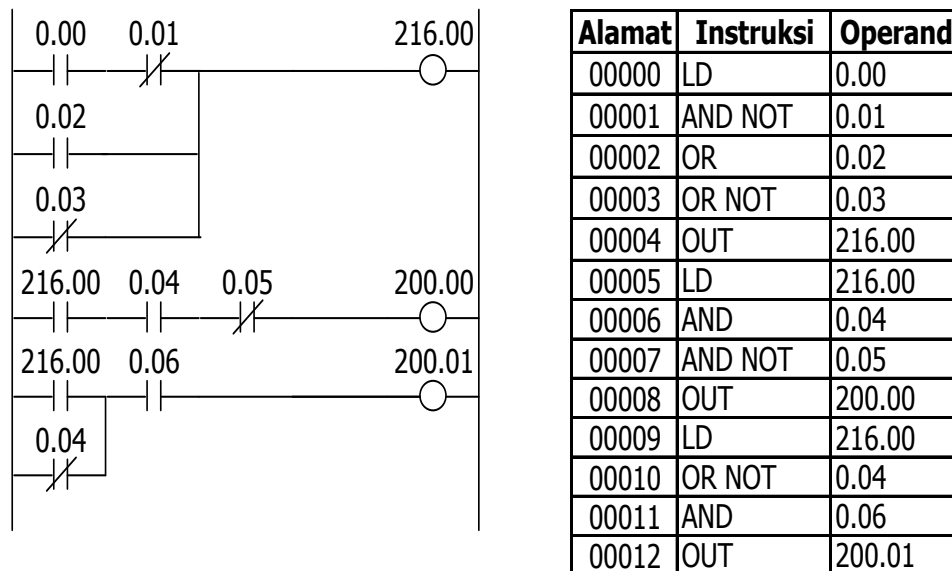
g. Penggunaan Bit Kerja (Internal Relay)

Dalam pemrograman, mengkombinasikan kondisi untuk menghasilkan kondisi eksekusi secara langsung sering sangat sulit. Kesulitan ini dapat diatasi dengan mudah menggunakan bit kerja untuk mentrigger instruksi lain secara tidak langsung.

Bit kerja tidak ditransfer dari atau ke dalam PLC. Semua bit pada daerah IR yang tidak dialokasikan sebagai bit input/output dan bit pada daerah AR (Auxiliary Relay) dapat digunakan sebagai bit kerja. Bit input/output dan bit yang dialokasikan untuk keperluan tertentu tidak dapat digunakan sebagai bit kerja.

Jika mengalami kesulitan pada pemrograman suatu program pengendalian pertimbangan pertama harus diberikan pada bit kerja untuk menyederhanakan program.

Bit kerja sering digunakan sebagai operand untuk salah satu instruksi OUTPUT, OUTPUT NOT, DIFERENTIATE UP, DIFERENTIATE DOWN, dan KEEP, kemudian digunakan sebagai kondisi yang menentukan bagaimana instruksi lain dieksekusi. Bit kerja juga dapat digunakan untuk menyederhanakan program saat kombinasi kondisi tertentu digunakan berulang-ulang. Pada contoh berikut ini IR 0.00, IR 0.01, IR 0.02, dan IR 0.03 dikombinasikan pada blok logika yang menyimpan kondisi eksekusinya sebagai status IR 216.00. Kemudian IR 216.00 dikombinasikan dengan kontak lain untuk menentukan kondisi output untuk IR 200.00 dan IR 200.01.



Gambar 29: Penggunaan Bit Kerja

h. Instruksi Timer

Instruksi Timer digunakan untuk operasi tunda waktu. Ia memerlukan dua operand yang terletak pada dua baris instruksi, yaitu baris pertama untuk nomor timer dan yug kedua untuk settig waktu (SV = Set Value). Meskipun demikian, instruksi Timer terletak dalam satu alamat.

Nomor Timer dipakai bersama untuk nomor Counter. Nomor Timer/ Counter hanya boleh digunakan sekali. Maksudnya, sekali nomor Timer/Counter telah digunakan, ia tidak boleh digunakan untuk instruksi Timer/Counter yang lain. Tetapi, nomor timer sebagai operand suatu kontak dapat digunakan sebanyak yang diperlukan.

Banyaknya nomor Timer/Counter bergantung kepada tipe PLC. Misalnya, PLC OMRON CPM1A, terdapat 128 nomor, yaitu dari 000 sampai dengan 127. tidak diperlukan awalan apapun untuk menyatakan nomor timer. Tetapi, jika nomor timer sebagai operand suatu kontak harus diberi awalan TIM.

SV dapat berupa konstanta atau alamat channel/words. Jika channel daerah IR sebagai unit input dimasukkan sebagai alamat channel, unit input ini harus disambung sedemikian sehingga SV dapat diset dari luar. Timer/ Counter yang disambung dengan cara ini hanya dapat diset dari luar dalam mode MONITOR atau RUN. Semua SV, termasuk yang diset dari luar harus dalam BCD (Binary Coded Decimal), yaitu bilangan desimal yang dikode biner. Penulisan SV harus diawali dengan tanda #.

Simbol Timer

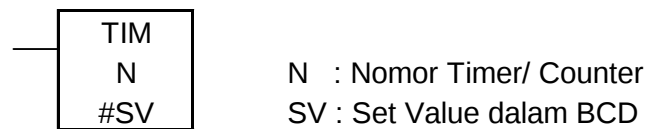
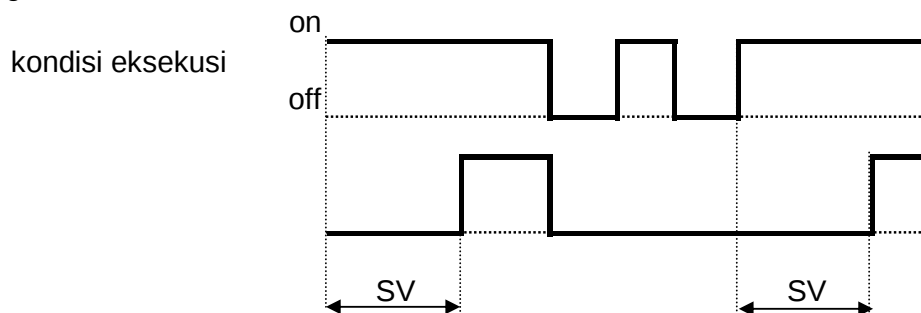


Diagram Waktu



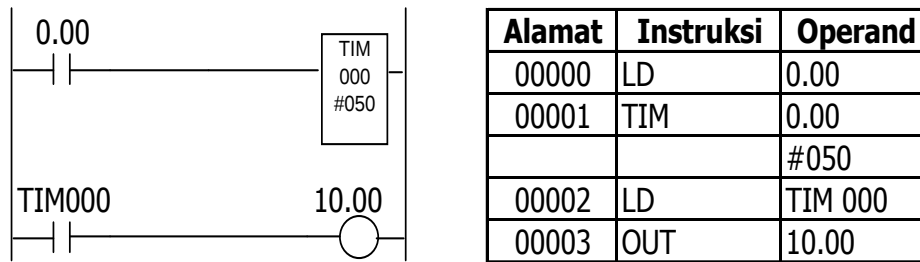
Gambar 30: Diagram Waktu Instruksi Timer

Timer bekerja saat kondisi eksekusinya beralih ke on dan direset (ke SV) saat kondisi eksekusinya beralih ke off. Jika kondisi eksekusi lebih lama daripada SV, completion flag, yaitu tanda yang menunjukkan hitungan waktu telah berakhir, tetap on hingga Timer direset. Timer akan reset jika terletak pada bagian program interlock saat kondisi eksekusi instruksi interlock (IL) off, dan saat terjadi pemutusan daya. Jika dikehendaki timer tidak reset oleh dua keadaan tersebut, maka bit pulsa clock pada daerah SR untuk mencacah Counter yang menghasilkan Timer menggunakan instruksi Counter.

SV mempunyai harga antara 0000 sampai dengan 9999 (BCD) dalam satuan deci-detik. Jadi, misalnya menghendaki 10 detik, maka nilai SV harus 100. Jika SV dinyatakan tidak dalam BCD, akan muncul pesan kesalahan.

Di bawah ini diberikan program-program penerapan timer.

Tunda on (1)

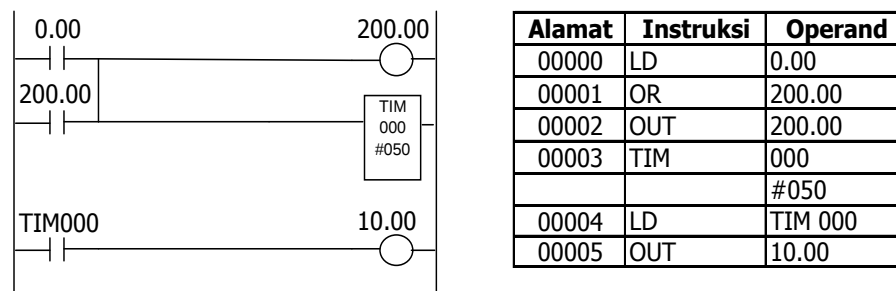


Gambar 31: Program Tunda On

Jika kondisi eksekusi timer (hanya ditentukan oleh kontak 0.00) on, maka timer aktif. Lima detik kemudian (completion flag timer on) kontak TIM 000 on hingga selanjutnya output 10.00 on. Jika lama kontak 0.00 on lebih pendek daripada SV, maka completion flag tetap off dan output 10.00 juga tetap off.

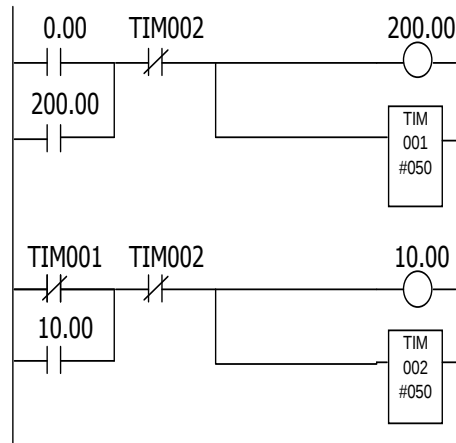
Agar dapat aktif meskipun kontak 0.00 hanya on sesaat, gunakan bit kerja untuk mengendalikan timer secara tidak langsung seperti ditunjukkan pada program berikut ini.

Tunda on (2)



Gambar 32: Program Tunda On (2)

Tunda on dan off



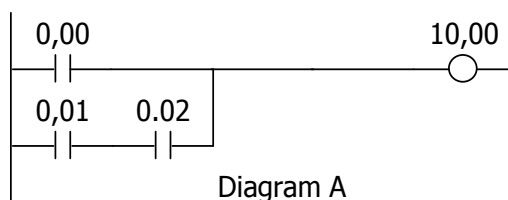
Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.00
00001	OR	200.00
00002	AND NOT	TIM 002
00003	OUT	200.00
00004	TIM	001
		#050
00005	LD NOT	TIM 001
00006	OR	10.00
00007	AND NOT	TIM 002
00008	OUT	10.00
00009	TIM	002
		#050

Gambar 33: Program Tunda On & Off

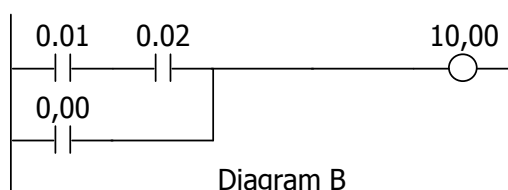
5. Peringatan dalam pemrograman

Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan dalam merancang program kendali, perlu diingat hal-hal sebagai berikut:

- 1) Jumlah kondisi (kontak) yang digunakan seri atau paralel dan juga banyaknya perulangan penggunaan suatu bit tak terbatas sepanjang kapasitas memori PLC tidak dilampaui.
- 2) Diantara dua garis instruksi tidak boleh ada kondisi yang melintas secara vertikal.
- 3) Tiap garis instruksi harus memiliki sedikitnya satu kondisi yang menentukan eksekusi instruksi sisi kanan, kecuali untuk instruksi END(01), ILC(03) dan JME(05).
- 4) Dalam merancang diagram ladder harus memperhatikan kemungkinan instruksi yang diperlukan untuk memasukkannya. Misalnya, pada gambar A di bawah ini diperlukan instruksi OR LOAD. Hal ini dapat dihindari dengan menggambar ulang diagram ladder seperti gambar B.



Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0,00
00001	LD	0.01
00002	AND	0.02
00003	OR LD	
00004	OUT	10.00



Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.01
00001	AND	0.02
00002	OR	0.00
00003	OUT	10.00

Gambar 34: Penyederhanaan Program Logika



6. Eksekusi program

Saat eksekusi program, PLC men-scan program dari atas ke bawah, mengecek semua kondisi, dan mengeksekusi semua instruksi. Instruksi harus ditempatkan dengan tepat, misalnya data yang dikehendaki dipindahkan ke words sebelum words tersebut digunakan sebagai operand instruksi. Ingat bahwa garis instruksi berakhir pd instruksi terminal sisi kanan, setelah itu baru mengeksekusi garis instruksi bercabang ke instruksi terminal yang lain.

Eksekusi program semata-mata merupakan salah satu tugas yang dilakukan oleh PLC sebagai bagian dari waktu siklus.

7. Langkah-langkah pembuatan program

Untuk membuat program kendali PLC ditempuh melalui langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

a. Menguraikan urutan kendali

Pembuatan program diawali dengan penguraian urutan kendali. Ini dapat dibuat dengan menggunakan kalimat-kalimat logika, gambar-gambar, diagram waktu, atau bagan alir (flow chart).

b. Menetapkan bit operand untuk peralatan input/ output.

Bit operand untuk peralatan input/ output mengacu pada daerah memori PLC yang digunakan. Bit operand dapat dipilih secara bebas sejauh berada pada jangkah daerah memori yang dalokasikan. Tetapi, penggunaan secara bebas sering menjadikan ketidak-konsistenan sehingga menjadikan program kendali keliru. Oleh sebab itulah penggunaan bit operand harus ditetapkan sebelum program dibuat. Inventarisir semua peralatan input dan output yang akan disambung ke PLC, kemudian tetapkan bit operandnya.

Jumlah bit oprand yang tersedia bergantung kepada tipe PLC yang dispesifikasikan menurut jumlah input-outputnya. Perbandingan jumlah bit input dan output pada umumnya 3 : 2. Misalnya PLC dengan I/O 10 memiliki bit input sejumlah 6 dan bit output 4.

c. Membuat program kendali

Program kendali PLC dapat dibuat dengan diagram ladder atau kode mneumonik. Pemilihan tipe program sesuai dengan jenis alat pemrogram yang akan digunakan untuk memasukkan program ke dalam PLC. Jika diguunakan komputer pilihlah diagram ladder dan jika digunakan konsol pemrogram gunakan kode mneumonik.

7. Program Kendali Motor

Terdapat berbagai macam operasi motor induksi, suatu motor yang paling banyak digunakan sebagai penggerak mesin industri. Tetapi, hanya ada beberapa prinsip operasi motor induksi yaitu :

- Operasi motor satu arah putaran
- Operasi motor dua arah putaran
- Operasi motor dua kecepatan
- Operasi motor start bintang segitiga
- Operasi beberapa motor kendali kerja berurutan

a. Program Kendali Motor Satu arah Putaran

Urutan Kendali Motor

Jika tombol Start ditekan, motor berputar searah jarum jam, dan jika kemudian tombol Start dilepaskan¹⁾, motor tetap berputar dalam arah yang sama. Jika tombol Stop ditekan, motor berhenti berputar.

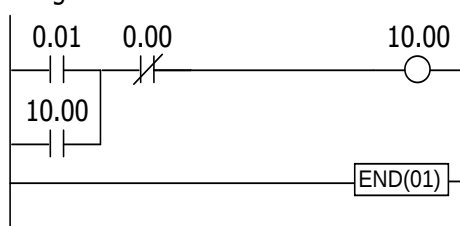
No	Alat input/output	Bit operand	Fungsi
1	Tombol Stop	0.00	Menghentikan operasi motor
2	Tombol Start	0.01	Menjalankan motor
3	Kontaktor ²⁾	10.00	Menghubungkan motor ke jaringan

Keterangan :

- 1) Kecuali untuk operasi yang sangat khusus, secara umum operasi menjalankan motor adalah dengan menekan tombol Start dan jika kemudian tombol ini dilepas motor akan tetap berputar. Maka, selanjutnya untuk menjalankan motor cukup disebutkan dengan menekan tombol Start saja.
- 2) Motor berdaya kecil dapat disambung langsung ke PLC. Tetapi, untuk motor berdaya cukup dengan arus nominal diatas kemampuan PLC harus menggunakan kontaktor sebagai penghubung motor ke jaringan.

Program Kendali PLC

Diagram Ladder



Mneumonik

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD	0.01
00001	OR	10.00
00002	AND NOT	0.00
00003	END(01)	

Gambar 35: Program Kendali Motor Satu Arah Putaran

b. Program Kendali Motor Dua Arah Putaran

Urutan Kendali Motor

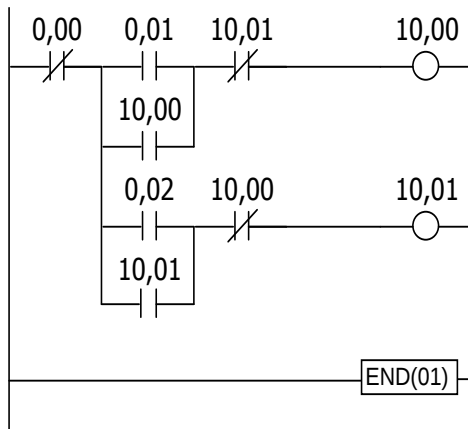
Jika tombol Forward (FWD) ditekan, motor berputar searah jarum jam dan jika yang ditekan tombol Reverse (REV), motor berputar berlawanan arah jarum jam. Tombol STOP digunakan untuk menghentikan operasi motor setia saat.

Penetapan Bit I/O

No	Alat input/output	Bit operand	Fungsi
1	Tombol Stop	0.00	Menghentikan operasi motor
2	Tombol Fwd	0.01	Menjalankan motor searah jarum jam
3	Tombol Rev	0.02	Menjalankan motor berlawanan arah jarum jam
4	Kontaktor K1	10.00	Kontaktor putaran searah jarum jam
5	Kontaktor K2	10.01	Kontaktor putaran berlawanan arah jarum jam

Program Kendali PLC

Diagram Ladder



Mneumonik

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD NOT	0,00
00001	OUT	TR0
00002	LD	0,01
00003	OR	10,00
00004	AND LD	
00005	AND NOT	10,01
00006	OUT	10
00007	LD	TR0
00008	LD	0,02
00009	OR	10,01
00010	AND LD	
00011	AND NOT	10,00
00012	OUT	10,01
00013	END(01)	

Gambar 36: Program Kendali Motor Dua Arah Putaran

c. Program Kendali Motor Dua Kecepatan

Urutan Kendali Motor

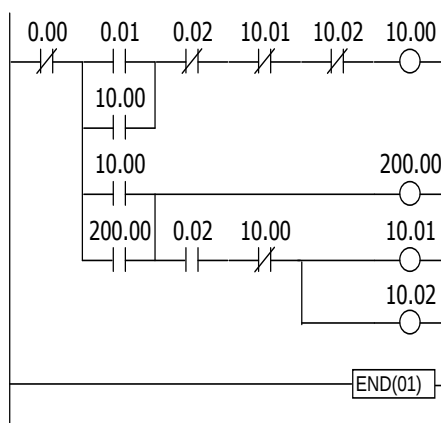
Jika tombol LOW ditekan, motor berputar dalam kecepatan rendah, dan jika kemudian tombol High ditekan motor berputar dalam kecepatan tinggi. Motor tidak dapat distart langsung pada kecepatan tinggi dan pada kecepatan tinggi motor tidak dapat dipindahkan ke kecepatan rendah. Tombol Stop untuk menghentikan operasi motor.

Penetapan Bit I/O

No	Alat input/output	Bit operand	Fungsi
1	Tombol Stop	0.00	Menghentikan operasi motor
2	Tombol Low Speed	0.01	Menjalankan motor kecepatan rendah
3	Tombol High Speed	0.02	Menjalankan motor kecepatan tinggi
4	Kontaktor K1	10.00	Kontaktor kecepatan rendah
5	Kontaktor K2	10.01	Kontaktor kecepatan tinggi
6	Kontaktor K3	10.00	Kontaktor kecepatan tinggi

Program Kendali PLC

Diagram Ladder



Mneumonik

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD NOT	0.00
00001	OUT	TR0
00002	LD	0.01
00003	OR	10.01
00004	AND LD	
00005	AND NOT	0.02
00006	AND NOT	10.01
00007	AND NOT	10.02
00008	OUT	10.00
00009	LD	TR0
00010	LD	10.00
00011	OR	200.00
00012	AND LD	
00013	OUT	200.00
00014	AND	0.02
00015	AND NOT	10.00
00016	OUT	10.01
00017	OUT	10.02
00018	END(01)	

Gambar 37: Program Kendali Motor Dua Kecepatan

d. Program Kendali Motor Sistem Start Bintang Segitiga

Urutan Kendali Motor

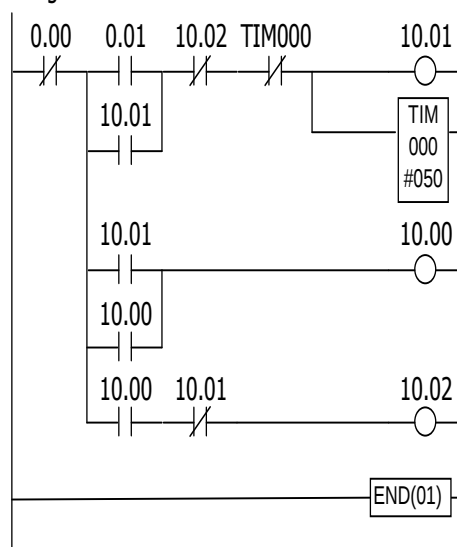
Jika tombol Start ditekan, motor berputar dalam sambungan bintang. Lima detik kemudian, motor berputar dalam sambungan segitiga. Tombol Stop untuk menghentikan operasi motor setiap saat.

Penetapan Bit I/O

No	Alat input/output	Bit operand	Fungsi
1	Tombol Stop	0.00	Menghentikan operasi motor
2	Tombol Start	0.01	Menjalankan motor
3	Kontaktor K1	10.00	Kontaktor utama
4	Kontaktor K2	10.01	Kontaktor bintang
5	Kontaktor K3	10.02	Kontaktor segitiga

Program Kendali PLC

Diagram Ladder



Mneumonik

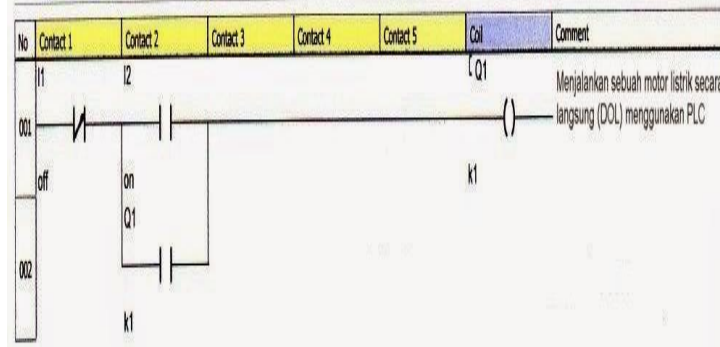
Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD NOT	0.00
00001	OUT	TR0
00002	LD	0.01
00003	OR	10.01
00004	AND LD	
00005	AND NOT	10.02
00006	AND NOT	TIM000
00007		#050
00008	OUT	10.01
00009	LD	TR0
00010	LD	10.01
00011	OR	10.00
00012	AND LD	
00013	OUT	10.00
00014	LD	TR0
00015	AND	10.00
00016	AND NOT	10.01
00017	OUT	10.02
00018	END(01)	

Gambar 38: Program Kendali Motor Start Bintang Segitiga

8. Macam-macam Contoh Sederhana Ladder Diagram PLC

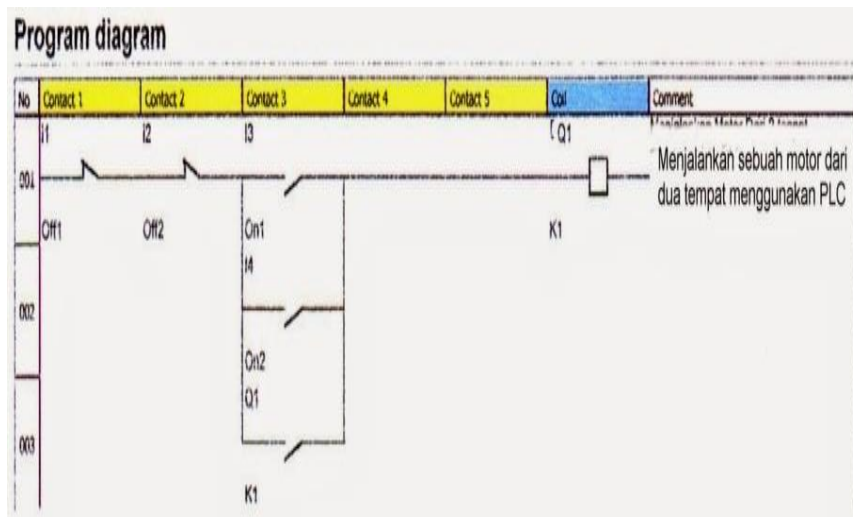
1. Program Ladder Diagram Menjalankan Motor Listrik Secara Langsung (DOL)

Program diagram



Gambar 39: Menjalankan Motor Listrik Secara Langsung (DOL)

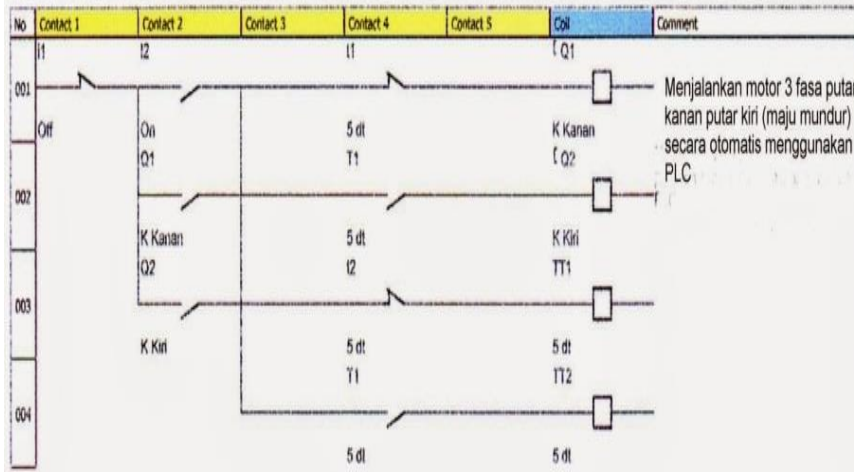
2. Program Ladder Diagram Menjalaan Motor Listrik Dari Dua Tempat



Gambar 40: Menjalaan Motor Listrik Dari Dua Tempat

3. Program Ladder Diagram Menjalankan Motor 3 Fasa Putar Kanan Putar Kiri (Maju Mundur) Secara Otomatis

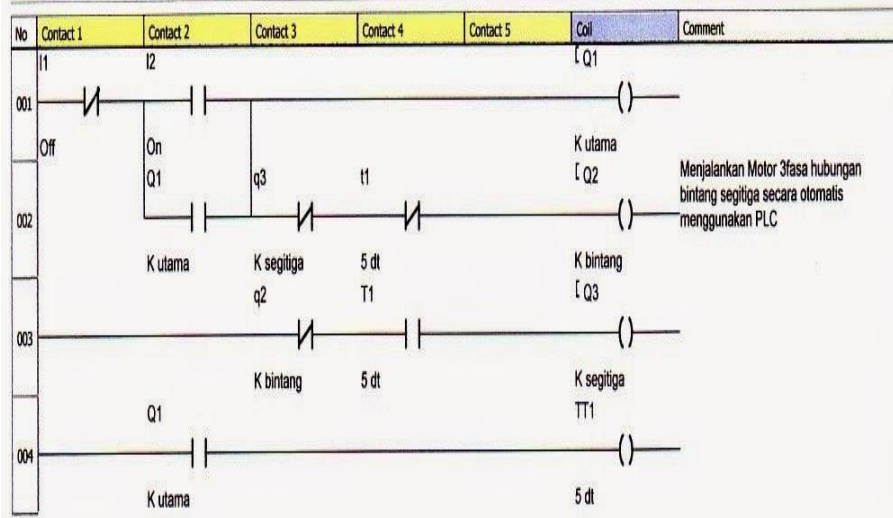
Program diagram



Gambar 41: Menjalankan Motor 3 Fasa Putar Kanan Putar Kiri

4. Program Ladder Diagram Menjalankan Motor 3 Fasa Hubungan Bintang-Sigitiga (Star-Delta) Secara Otomatis

Program diagram



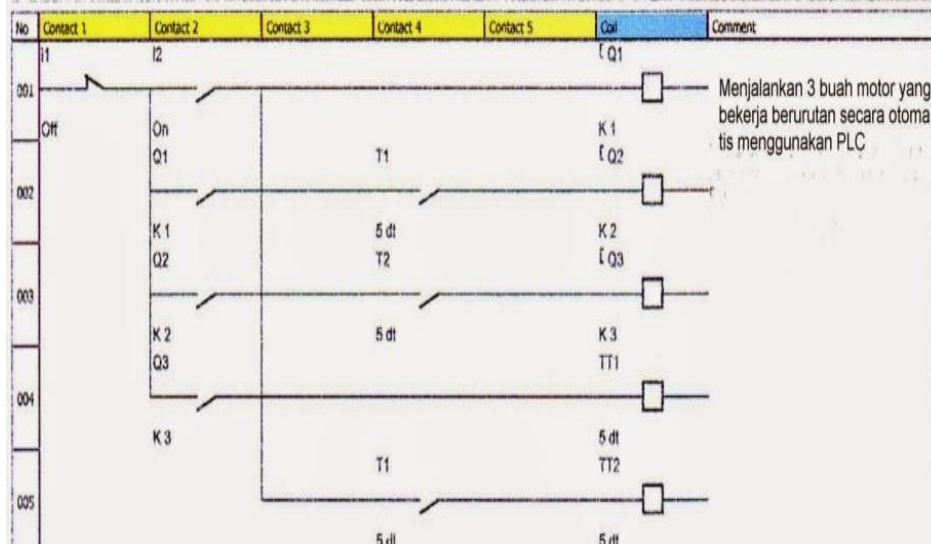
Gambar 42: Menjalankan Motor 3 Fasa Hubungan Star-Delta

5.

Buah yang

52

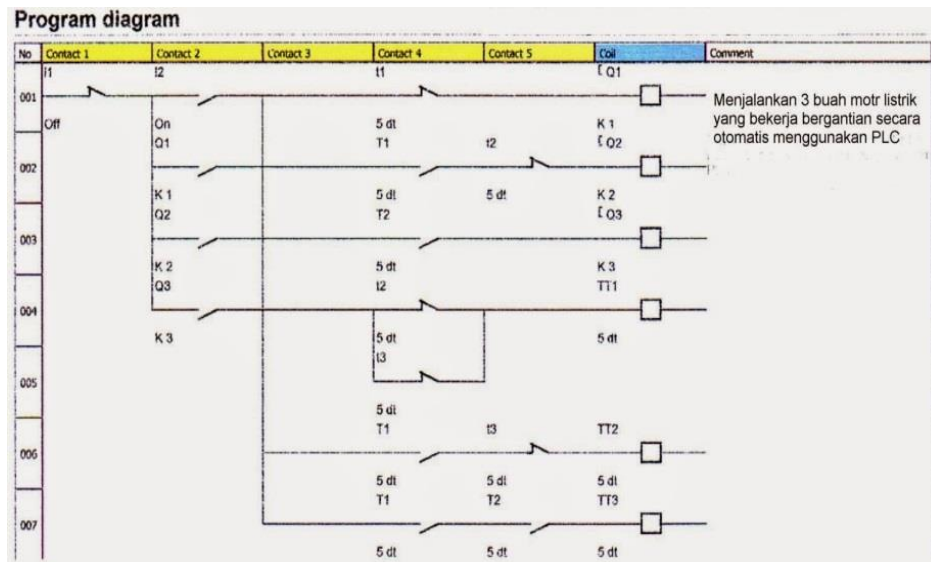
Program diagram



Program Ladder Diagram
Menjalankan 3 Motor Listrik Bekerja Berurutan Secara Otomatis

Gambar 43: Menjalankan 3 Buah Motor Listrik yang Bekerja Berurutan

6. Program Ladder Diagram Menjalankan 3 Buah Motor Listrik yang Bekerja Bergantian Secara Otomatis



Gambar 44: Menjalankan 3 Buah Motor Bekerja Bergantian Secara Otomatis

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat dikelompok Saudara untuk menjawab pertanyaan yang ada pada LK-03.

Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, lanjutkan pada aktivitas praktikum

2. Aktivitas Praktikum

Coba kerjakan soal berikut dalam suatu PLC sesuai dengan PLC yang tersedia di lingkungan pekerjaan atau pelatihan

1. Sebuah motor listrik digerakkan menggunakan sistem dua saklar. Dimana motor akan bekerja jika kedua saklar tersebut di tekan (simulasi lampu).
2. Sebuah motor listrik digerakkan menggunakan sistem dua saklar. Dimana motor akan bekerja jika salah satu saklar atau kedua saklar tersebut di tekan (simulasi lampu)



Buatlah diagram Ladder-nya, serta isikan table berikut:

Logika AND

No.	Skalar		Lampu/motor	Keterangan
	Skalar 1	Skalar 2		

Logika OR

No.	Skalar		Lampu/motor	Keterangan
	Skalar 1	Skalar 2		

LEMBAR KERJA (LK03)

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

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan dua macam bentuk program kendali PLC!
2. Sebutkan unsur-unsur sebuah program!
3. Apa yang dimaksud dengan instruksi sisi kiri?
4. Sebutkan enam macam instruksi diagram ladder!
5. Bilamana instruksi blok logika diperlukan dalam pembuatan program?
6. Bilamana bit TR digunakan dalam pembuatan program?
7. Instruksi manakah yang digunakan untuk operasi penundaan waktu?
8. Apa yang dimaksud dengan SV (Set Value)?
9. Apa tujuan suatu instruksi ditulis menggunakan kode fungsi?
10. Sebutkan contoh instruksi yang tidak memerlukan operand!
11. Mengapa bit operand untuk peralatan I/O harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum membuat diagram ladder?



F. Rangkuman

Program kendali PLC terdiri atas tiga unsur yaitu alamat, instruksi dan operand.

1. Program PLC dapat dibuat dengan diagram ladder atau kode mneumonik. Pemilihan tipe program ditentukan oleh alat pemrogram yang akan digunakan.
2. Untuk dapat membuat program kendali PLC, pemrogram harus memahami struktur daerah memori PLC yang akan digunakan. Daerah memori PLC berbeda-beda sesuai dengan tipe PLC.
3. Memahami instruksi pemrograman memegang peranan paling penting dalam pembuatan program kendali. Terdapat banyak sekali instruksi pemrograman, tetapi tidak semua instruksi dapat diterapkan pada semua tipe PLC.
4. Setiap program selalu diawali dengan instruksi LOAD dan diakhiri dengan instruksi END. Tanpa instruksi END program tidak dapat dieksekusi.
5. Pembuatan program PLC harus dilakukan secara sistematis, yaitu mendeskripsikan sistem kendali, menetapkan operand untuk alat input/ output, baru membuat program.
6. Banyak sekali variasi program kendali motor sebagai penggerak mesin. Tetapi, untuk operasi motor induksi, suatu motor yang paling banyak digunakan sebagai penggerak mesin, secara prinsip hanya ada beberapa operasi motor yaitu operasi motor satu arah putaran, operasi dua arah putaran, operasi dua kecepatan, operasi dengan start bintang segitiga, operasi berurutan dan operasi bergantian.

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.

SISTEM SCADA

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

- Memahami definisi SCADA secara benar.
- Menjelaskan prinsip kerja sistem SCADA dengan tepat
- Menjelaskan fungsi dasar SCADA secara baik
- Menjelaskan bagian-bagian SCADA dengan teliti.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi sistem SCADA ini yaitu: peserta diklat dapat menemukan prosedur penggunaan I/O digital dan analog pada sistem HMI yang menggunakan SCADA secara teliti dan tepat

C. Uraian Materi

1. Definisi

Dewasa ini dunia industri telah berkembang dengan sangat pesat, salah satu indikatornya adalah munculnya automasi industri dan SCADA. Proses produksi yang dulu dikerjakan secara manual dan memerlukan banyak orang sekarang dapat dikerjakan secara otomatis dan tidak lagi memerlukan banyak orang. Para operator cukup menekan beberapa tombol lalu proses produksi dapat berjalan secara otomatis dari awal sampai akhir dan dapat termonitor serta tercatat datanya dengan baik walaupun operator berada di lokasi lain yang jauh dari tempat produksi.

SCADA bukanlah teknologi khusus, tapi lebih merupakan sebuah aplikasi. Kepanjangan SCADA adalah Supervisory Control And Data Acquisition, semua aplikasi yang mendapatkan data-data suatu sistem di lapangan dengan tujuan untuk pengontrolan sistem merupakan sebuah Aplikasi SCADA. Aplikasi ini dapat melakukan pengawasan, pengendalian, dan akuisisi data berbasis komputer yang dipakai untuk pengontrolan suatu proses, seperti:

- a. Penghasil, transmisi dan distribusi listrik: SCADA digunakan untuk mendeteksi besarnya arus dan tegangan, pemantauan operasional circuit breaker, dan untuk mematikan/menghidupkan the power grid

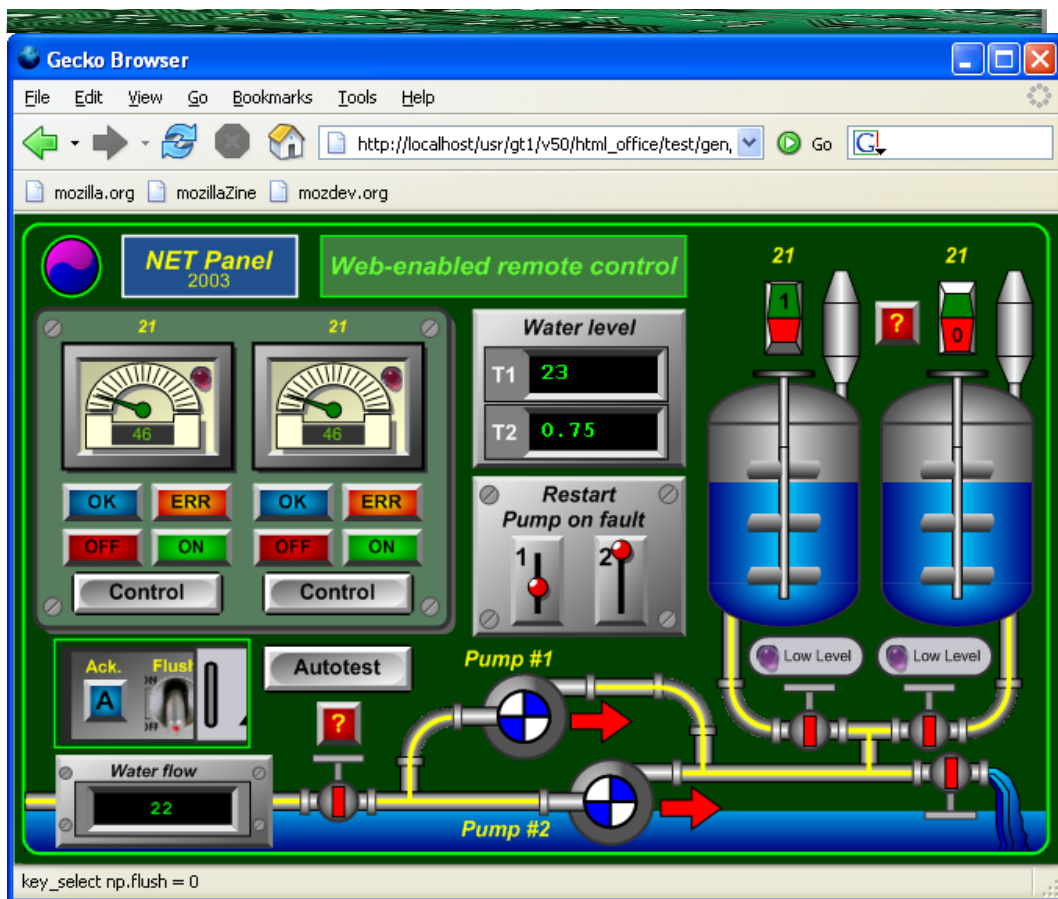
- 
- b. Penampungan dan distribusi air: SCADA digunakan untuk pemantauan dan pengaturan laju aliran air, tinggi reservoir, tekanan pipa dan berbagai macam faktor lainnya.
 - c. Bangunan, fasilitas dan lingkungan: Manajer fasilitas menggunakan SCADA untuk mengontrol HVAC, unit-unit pendingin, penerangan, dan sistem keamanan.
 - d. Produksi: Sistem SCADA mengatur inventori komponen-komponen, mengatur otomasi alat atau robot, memantau proses dan kontrol kualitas.
 - e. Transportasi KA listrik: menggunakan SCADA bisa dilakukan pemantauan dan pengontrolan distribusi listrik, otomasi sinyal trafik KA, melacak dan menemukan lokasi KA, mengontrol palang KA dan lain sebagainya.
 - f. Lampu lalu-lintas: SCADA memantau lampu lalu-lintas, mengontrol laju trafik, dan mendeteksi sinyal-sinyal yang salah

Dan, tentunya, masih banyak lagi aplikasi-aplikasi potensial untuk sistem SCADA. SCADA saat ini digunakan hampir di seluruh proyek-proyek industri dan infrastruktur umum.

Intinya SCADA dapat digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang membutuhkan kemudahan dalam pemantauan sekaligus juga pengontrolan, dengan berbagai macam media antarmuka dan komunikasi yang tersedia saat ini (misalnya, Komputer, PDA, Touch Screen, TCP/IP, wireless dan lain sebagainya).

Ada dua elemen dalam Aplikasi SCADA, yaitu:

1. Proses, sistem, mesin yang akan dipantau dan dikontrol - bisa berupa power plant, sistem pengairan, jaringan komputer, sistem lampu trafik lalu-lintas atau apa saja;
2. Sebuah jaringan peralatan 'cerdas' dengan antarmuka ke sistem melalui sensor dan luaran kontrol. Dengan jaringan ini, yang merupakan sistem SCADA, membolehkan Anda melakukan pemantauan dan pengontrolan komponen-komponen sistem tersebut.



Gambar 45: Contoh Arsitektur SCADA

Suatu sistem SCADA biasanya terdiri dari Remote Terminal Unit (RTU), Master Terminal Unit (MTU), komputer sebagai server, dan Human Machine Interface (HMI). Pada umumnya antara perangkat satu dengan perangkat yang lain letaknya terpisah dengan jarak yang cukup jauh sehingga diperlukan teknologi telekomunikasi data.

Programmable Logic Controller atau yang lebih kita kenal dengan istilah PLC merupakan suatu komputer yang didesain secara khusus untuk menangani aplikasi kontrol. Dalam sistem SCADA, PLC dapat difungsikan sebagai RTU maupun MTU sedangkan komputer difungsikan sebagai Human Machine Interface dan server untuk proses monitoring dan akuisisi data.

Tentunya, SCADA bisa melakukan lebih dari sekedar hal sederhana tersebut. Tetapi prinsipnya sama saja, Sebuah sistem SCADA skala-penuh mampu memantau dan (sekali) mengontrol proses yang jauh lebih besar dan kompleks.

Sistem SCADA yang paling sederhana yang mungkin bisa dijumpai di dunia adalah sebuah rangkaian tunggal yang memberitahu Anda sebuah kejadian (event). Bayangkan sebuah pabrik yang memproduksi aksesoris, setiap kali produk aksesoris berhasil dibuat, akan mengaktifkan sebuah saklar yang terhubung ke lampu atau alarm untuk memberitahukan bahwa ada satu aksesoris yang berhasil dibuat.



2. Prinsip Kerja SCADA

Alat otomatis pemulih gangguan serta dapat dilakukan seketika atau menangani gangguan secara langsung (real time) dari jarak jauh, itulah prinsip kerja SCADA. SCADA mengumpulkan data yang diperoleh dari RTU (remote terminal unit) pada MTU (master terminal unit) dan mengeksekusi perintah terhadap sistem yang sedang berjalan tersebut. sesuai dengan prinsip kerja tersebut, maka terdapat dua elemen penting yang berperan dalam SCADA, yaitu: (1) terdapat proses sistem atau mesin yang dipantau dan (2) adanya jaringan peralatan HMI (human machine interface) ke sistem melalui sensor ataupun luaran kontrol.

Dilihat dari karakteristik sistem kontrolnya, sistem SCADA terbagi menjadi dua, yaitu open loop (komunikasi jarak jauh) dan closed loop (komunikasi jarak dekat). Perbedaan diantara keduanya hanyalah alat komunikasi yang digunakan, dimana pada sistem kontrol open loop, sistem SCADA menggunakan jaringan WAN (wireless area network) dengan dilengkapi sistem radio (pengirim dan penerima sinyal) untuk ribuan I/O dan pengontrolan bisa dilakukan dengan jarak ribuan kilometer.

Untuk closed loop, sistemnya mirip dengan DCS (distributed control system), dimana sistem ini merupakan sistem atau unit pengumpul dan kontrol data yang biasanya ditempatkan pada area terbatas dan sistem komunikasi yang digunakan oleh DCS berupa LAN (local area network).

Sistem SCADA sangat bergantung dari jumlah RTU dalam hal mengumpulkan data dan mengirimkan data tersebut kembali ke pusat menggunakan sistem komunikasi pada pusat utama. Ketepatan dan efisiensi waktu dapat memungkinkan proses dan pengoperasian di industri menjadi optimal. hal lainnya yang dapat diperoleh adalah efisiensi pekerjaan data yang realible dan yang paling penting adalah pengoperasiannya dapat dilakukan dengan aman.

RTU menyediakan informasi secara otomatis dengan menggunakan sensor analog atau digital pada setiap jaringan pengontrolan. Sistem komunikasi menyediakan jalur data untuk komunikasi antara pengumpul utama dengan jaringan pengontrolan. Sistem komunikasi ini dapat berupa kabel, fiber optik, radio, saluran telepon, microwave, dan bahkan sampai satellite. Unit pengumpul data mengumpulkan data dari berbagai macam RTU dan selanjutnya menghasilkan hubungan secara otomatis dengan operator. Proses pengolahan data yang terjadi pada sistem SCADA dilihat dari 3 hal, yaitu komunikasi, penyajian, dan pengontrolan data.

Pada awalnya SCADA melakukan komunikasi data melalui radio modem atau jalur kebel serial khusus (saat ini data-data SCADA dapat disalurkan melalui jaringan ethernet atau TCP / IP). Untuk alasan keamanan, jaringan komputer untuk SCADA adalah jaringan komputer lokal (LAN) tanpa harus mengekspose data-data penting di internet.

Komunikasi data diatur melalui suatu protokol, dan karena kebanyakan sensor dan kontrol hanyalah peralatan listrik yang sederhana (alat-alat tersebut tidak dapat menghasilkan /menerjemahkan protokol komunikasi) dengan demikian dibutuhkan RTU yang menjebatani antara



sensor dan jaringan SCADA. RTU mengubah masukan-masukan sensor ke format protokol yang bersangkutan dan mengirimkan ke master SCADA. Selain itu RTU juga menerima perintah dalam format protokol dan memberikan sinyal listrik yang sesuai ke relay kontrol yang bersangkutan.

Sistem SCADA melakukan pelaporan status berbagai macam sensor (baik analog maupun digital) melalui sebuah komputer khusus yang sudah di buatkan HMI-nya atau HCI-nya (human computer interface). Akses ke kontrol ini bisa dilakukan secara lokal maupun melalui website bahkan saat ini sudah tersedia panel-panel kontrol yang touch screen.

Pada pengontrolan data dilakukan pada satu tempat utama. semua pengontrolan yang terjadi pada sebuah perusahaan dapat ditambahkan pada satu sistem SCADA terpusat. Artinya kita dapat melakukan semua pengontrolan pada perusahaan dengan sistem HMI yang ada pada sebuah sistem komputer secara penuh. Bahkan dengan sistem SCADA yang canggih (hampir semua produk perangkat lunak / software SCADA saat ini sudah canggih) bisa dilakukan otomatisasi proses tanpa harus melibatkan campur tangan manusia, tapi tentu saja kita masih bisa secara manual mengontrolnya dari master stasiun. Tentunya dengan bantuan sistem SCADA, proses yang terjadi pada sebuah perusahaan industri bisa lebih efektif, efisien, dan meningkatkan profit perusahaan.

3. Fungsi Dasar SCADA

a. Telemetry (TM)

Mengirimkan informasi berupa pengukuran dari besaran-besaran listrik pada suatu saat tertentu, seperti : tegangan, arus, frekuensi. Pemantauan yang dilakukan oleh dispatcher diantaranya menampilkan daya nyata dalam MW, daya reaktif dalam Mvar, tegangan dalam KV, dan arus dalam A. Dengan demikian dispatcher dapat memantau keseluruhan informasi yang dibutuhkan secara terpusat.

b. Telesinyal (TS)

Mengirimkan sinyal yang menyatakan status suatu peralatan atau perangkat. Informasi yang dikirimkan berupa status pemutus tegangan, pemisah, ada tidaknya alarm, dan sinyal-sinyal lainnya. Telesinyal dapat berupa kondisi suatu peralatan tunggal, dapat pula berupa pengelompokan dari sejumlah kondisi. Telesinyal dapat dinyatakan secara tunggal (single indication) atau ganda (double indication). Status peralatan dinyatakan dengan cara indikasi ganda. Indikasi tunggal untuk menyatakan alarm.

c. Telekontrol (TC)



Perintah untuk membuka atau menutup peralatan sistem tenaga listrik dapat dilakukan oleh dispatcher secara remote, yaitu hanya dengan menekan salah satu tombol perintah buka/tutup yang ada di dispatcher.

4. Fungsi Utama SCADA

Untuk dapat menjalankan tugasnya, dispatcher dibantu oleh sistem SCADA yang terintegrasi yang berada di dalam suatu ruangan khusus yang disebut Control Center. Ruangan tersebut adalah ruangan dimana ditempatkannya perangkat-perangkat komputer yang disebut Master Station. Sedangkan fungsi utama dari sistem SCADA adalah sebagai berikut:

a. Akuisisi Data

Informasi pengukuran dari sistem tenaga listrik seperti tegangan, daya aktif, dan frekuensi disimpan dan diproses secara real time, sehingga setiap ada perubahan nilai dari pengukuran dapat langsung dikirim ke master station.

Pada kenyataannya, dibutuhkan pemantauan yang jauh lebih banyak dan kompleks dari sekedar tegangan, daya aktif, dan frekuensi. Anda mungkin membutuhkan pemantauan terhadap ratusan hingga ribuan sensor yang tersebar di seluruh area pabrik. Beberapa sensor digunakan untuk pengukuran terhadap masukan (misalnya, laju air ke reservoir) dan beberapa sensor digunakan untuk pengukuran terhadap luaran (tekanan, massa jenis, densitas dan lain sebagainya).

Beberapa sensor bisa melakukan pengukuran kejadian secara sederhana yang bisa dideteksi menggunakan saklar ON/OFF, masukan seperti ini disebut sebagai masukan diskrit atau masukan digital. Misalnya untuk mengetahui apakah sebuah alat sudah bekerja (ON) atau belum (OFF), konveyornya sudah jalan (ON) atau belum (OFF), mesinnya sudah mengaduk (ON) atau belum (OFF) dan lain sebagainya. Beberapa sensor yang lain bisa melakukan pengukuran secara kompleks, dimana angka atau nilai tertentu itu sangat penting, masukan seperti ini disebut masukan analog, bisa digunakan untuk mendeteksi perubahan secara kontinu pada, misalnya, tegangan, arus, densitas cairan, suhu, dan lain sebagainya.

Untuk kebanyakan nilai-nilai analog, ada batasan tertentu yang didefinisikan sebelumnya, baik batas atas maupun batas bawah. Misalnya, Anda ingin mempertahankan suhu antara 30 dan 35 derajat Celcius, jika suhu ada di bawah atau diatas batasan tersebut, maka akan memicu alarm (baik lampu dan/atau bunyi-nya). Terdapat empat alarm batas untuk sensor analog: Major Under, Minor Under, Minor Over, dan Major Over Alarm.



b. Konversi Data

Data pengukuran dari sistem tenaga listrik seperti tegangan, daya aktif, dan frekuensi yang diperoleh transducer awalnya berupa data analog untuk kemudian data tersebut dikirim oleh transducer ke RTU. Oleh RTU data yang awalnya berupa data analog diubah menjadi data digital. Sehingga data yang dikirimkan ke master station berupa data digital.

d. Pemrosesan Data

Setiap data yang dikirim oleh RTU akan diolah di master station, sehingga data tersebut bisa langsung ditampilkan ke layar monitor dan dispatcher bisa membaca data-data tersebut.

e. Supervisory Data

Dispatcher dapat mengawasi dan mengontrol peralatan sistem tenaga listrik. Supervisory control selalu menggunakan operasi dua tahap untuk meyakinkan keamanan operasi, yaitu pilihan dan tahap eksekusi.

f. Pemrosesan Event dan Alarm

Event adalah setiap kejadian dari kerja suatu peralatan listrik yang dicatat oleh SCADA. Misalnya, kondisi normally close (N/C) dan kondisi normally open (N/O). Sedangkan alarm adalah indikasi yang menunjukkan adanya perubahan status di SCADA. Semua status dan alarm pada telesinyal harus diproses untuk mendeteksi setiap perubahan status lebih lanjut untuk event yang terjadi secara spontan atau setelah permintaan remote control yang dikirim dari control center.

g. Tagging (Penandaan)

Tagging adalah indikator pemberi tanda, seperti tanda masuk atau keluar. Tagging sangat bermanfaat untuk dispatcher di control center. Tagging digunakan untuk menghindari beroperasinya peralatan yang diberi tanda khusus, juga untuk memberi peringatan pada kondisi yang diberi tanda khusus.

h. Post Mortem Review

Melakukan rekonstruksi bagian dari sistem yang dipantau setiap saat yang akan digunakan untuk menganalisa setelah kejadian. Untuk melakukan hal ini, control center mencatat terus menerus dan otomatis pada bagian yang telah didefinisikan dari data yang diperoleh. Post mortem review mencakup dua fungsi, yaitu pencatatan dan pemeriksaan.

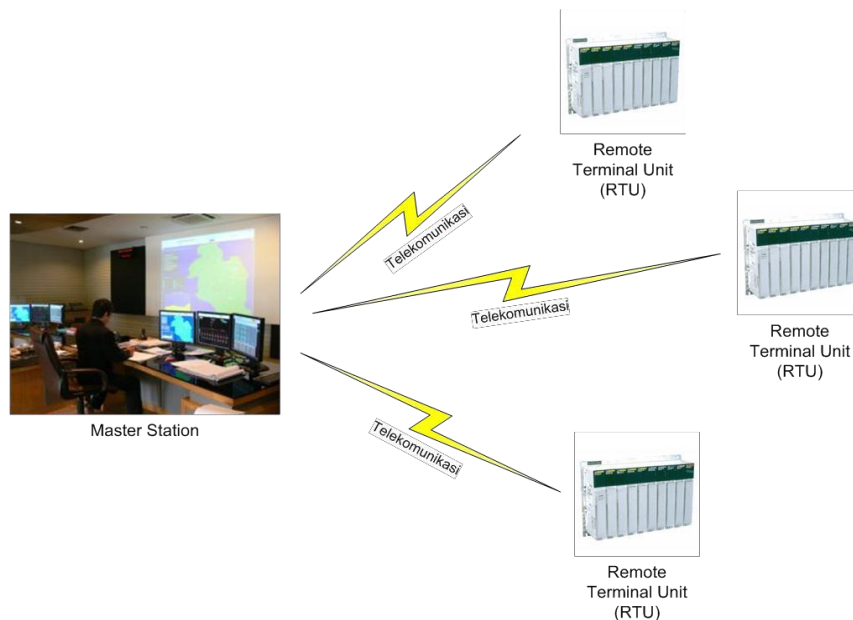
5. Bagian-Bagian SCADA

Sistem SCADA tidak dapat berdiri sendiri dan memerlukan dukungan dari berbagai macam infrastruktur, yaitu:

a. Remote Terminal Unit (RTU)

Remote Terminal Unit (RTU) atau Outstation Terminal Unit (OTU) atau Unit Terminal Jarak Jauh adalah suatu peralatan remote station berupa processor yang berfungsi menerima, mengolah, dan meneruskan informasi dari master station ke sistem yang diatur dan sebaliknya, juga kemampuan load shedding yang dilengkapi database, nama penyulang, identifikasi, beban.

RTU terdiri dari beberapa modul yang ditempatkan pada suatu backplane dalam rak/cubicle. Modul-modul yang dimaksud adalah modul power supply, modul CPU, modul communication, modul digital input (DI), modul digital output (DO), dan modul analog input (AI). Berdasarkan penggunaannya, RTU dengan kapasitas I/O kecil dipasang pada jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20kV. Sedangkan RTU dengan kapasitas I/O sedang sampai besar dipasang di GI.



Gambar 46: Konfigurasi sistem SCADA

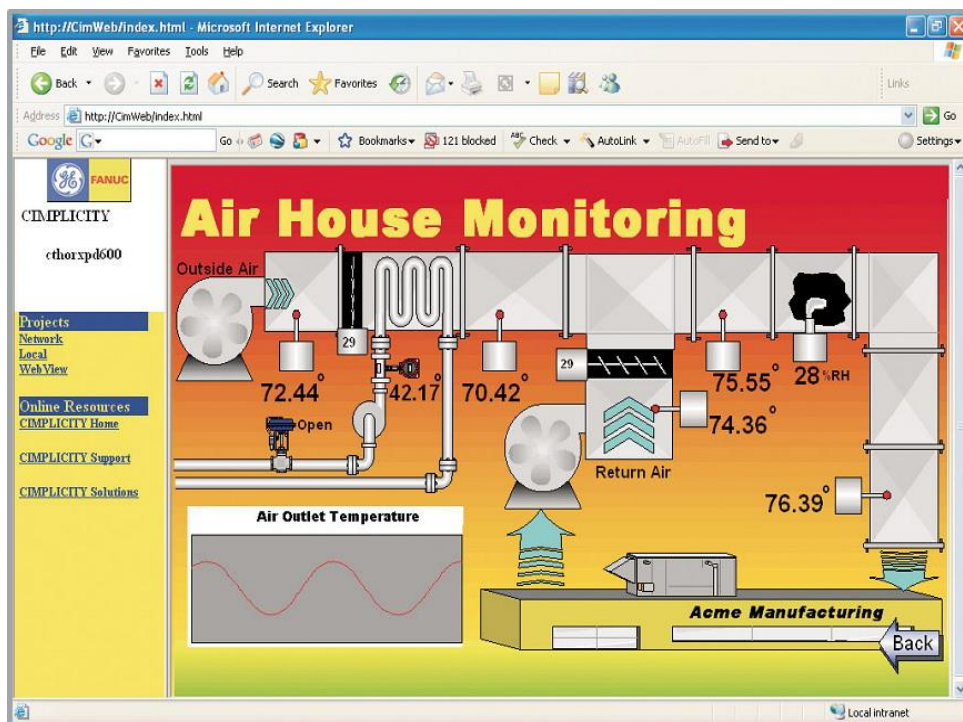
Beberapa jenis media komunikasi yang biasa digunakan diantaranya:

1. Radio Data

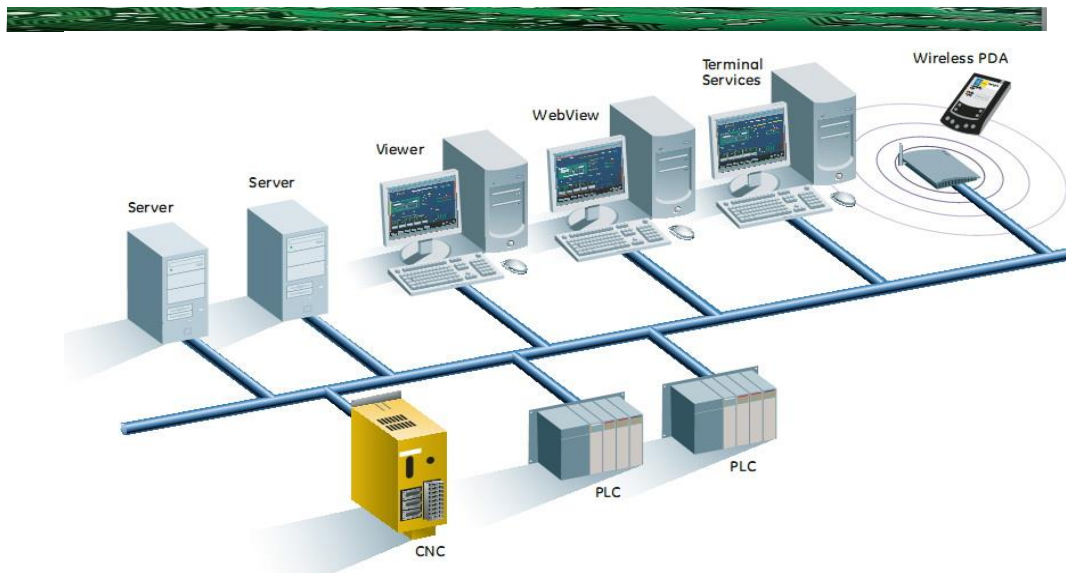
Komunikasi menggunakan media ini perlahan mulai ditinggalkan karena termasuk teknologi lama. Keunggulan dari media ini adalah mampu menjangkau daerah pelosok yang tidak memungkinkan penanaman kabel bawah tanah seperti fiber optik. Kelemahan yang paling mencolok dari media komunikasi ini adalah sangat bergantung pada kondisi cuaca karena transmisi radio menggunakan udara sebagai jalur transmisinya.

2. Fiber Optik

Media komunikasi jenis ini digunakan di daerah perkotaan dan efektif digunakan untuk komunikasi jarak jauh karena kecepatan transfer data yang unggul bila dibandingkan dengan media radio data dan kabel pilot.



Gambar 48: Contoh akses SCADA melalui website



Gambar 49: Contoh Jaringan pada Sistem SCADA

c. Master Station

Mengumpulkan data dari semua RTU di lapangan dan menyediakan kepada operator tampilan dari informasi dan fungsi kontrol di lapangan.

Master Station merupakan kumpulan perangkat keras dan lunak yang ada di control center. Desain untuk sebuah master station tidak akan sama, secara garis besar desain dari sebuah master station terdiri atas:

1. SCADA Server
2. Workstation
3. Historical Data
4. Projection Mimic, dahulu masih menggunakan Mimic Board
5. Peripheral pendukung, seperti printer
6. Voice Recorder
7. Global Positioning System, untuk referensi waktu h. Dispatcher Training Simulator
8. Aplikasi SCADA dan energy management system
9. Uninterruptable Power Supply (UPS), untuk menjaga ketersediaan daya listrik.
10. Automatic transfer switch (ATS) dan static tranfer switch (STS) untuk mengendalikan aliran daya listrik menuju master station

Sebagai control center, perangkat yang ada di master station harus memenuhi beberapa persyaratan berikut:

1. Keamanan, kehandalan, dan ketersediaan sistem komputer.
2. Kemudahan, kelangsungan, keakuratan pengiriman, penyimpanan, dan pemrosesan data.
3. Kebutuhan dan kapabilitas sistem komputer.

- 
4. Kemudahan untuk dioperasikan dan dipelihara.
 5. Kemampuan untuk dikembangkan.

d. Peralatan Pendukung (Peripheral)

Peralatan pendukung yang digunakan adalah peralatan yang mampu menunjang operasional peralatan SCADA baik yang ada di master station maupun yang ada di gardu induk (GI). Peralatan pendukung yang dimaksud adalah catu daya yang handal dan aman. Apabila catu daya di GI mati tentu akan menimbulkan berbagai kerugian, diantaranya beban daya tidak terpantau dan apabila terjadi gangguan, penanganan terhadap gangguan akan memakan waktu cukup lama.

Peripheral yang terdapat di master station terdiri dari UPS, battery bank, automatic transfer switch (ATS), power supply PLN, power supply genset. Sedangkan di gardu induk peralatan pendukung yang dibutuhkan rectifier/charger dan battery.

6. Perkembangan SCADA

SCADA telah mengalami perubahan generasi, dimana pada awalnya desain sebuah SCADA mempunyai satu perangkat MTU yang melakukan *Supervisory Control dan Data Acquisition* melalui satu atau banyak RTU yang berfungsi sebagai (*dumb*) *Remote I/O* melalui jalur komunikasi Radio, *dedicated line Telephone* dan lainnya.

Generasi berikutnya, membuat RTU yang intelligent, sehingga fungsi local Control dilakukan oleh RTU di lokasi masing-masing, dan MTU hanya melakukan survey control yang meliputi beberapa atau semua RTU. Dengan adanya local control, operator harus mengoperasikan masing – masing local plant dan membutuhkan MMI local.

Banyak pabrikan yang mengalihkan komunikasi dari MTU – RTU ke tingkatan MMI (Master) – MMI (Remote) melalui jaringan microwave satelit.

Ada juga yang mengimplementasi komunikasinya pada tingkatan RTU. Dengan majunya teknologi dan internet saat ini, konsep SCADA diatas berubah menjadi lebih sederhana dan memanfaatkan infrastruktur internet yang pada saat ini umumnya sudah dibangun oleh perusahaan-perusahaan besar. Apabila ada daerah-daerah atau wilayah yang belum terpasang infrastruktur internet, saat ini dipasaran banyak bisa kita dapatkan Wireless LAN device yang bisa menjangkau jarak sampai dengan 40 km (tanpa repeater) dengan harga relatif murah.

Setiap Remote Area dengan sistem kontrolnya masing-masing yang sudah dilengkapi dengan OPC (OLE for Process Control; OLE = Object Linking & Embedding) Server, bisa memasang suatu Industrial Web Server dengan Teknologi XML yang kemudian bisa dengan mudah diakses dengan Web Browser biasa seperti yang kita gunakan untuk kegiatan browsing sehari-hari.



Beberapa penelitian mengenai Mobile SCADA telah dilakukan. Lembaga penelitian High Beam Research di Chicago telah mengembangkan sistem ini untuk keperluan pengendalian sistem pengairan dan sistem pemompaan.

Sistem SCADA yang dikembangkan menggunakan RTU, suatu perangkat pengendalian dengan media komunikasi radio. Pada sistem ini terdapat suatu sistem pengendalian berbasis komputer yang terletak pada sebuah Control Center. Sistem seperti ini sangat efektif digunakan untuk memantau operasi-operasi secara Remote, namun pada suatu area yang terbatas. Sistem ini dilaporkan mampu menghemat biaya secara signifikan karena dapat menghemat tenaga manusia dan menghemat energi.

Penelitian lain adalah yang dilakukan lembaga riset CSIRO, Canberra, Australia. Sistem Mobile SCADA yang dikembangkan menggunakan GPRS sebagai media komunikasinya dan menggunakan mikroprosesor yang murah untuk mesin SCADA, sehingga dihasilkan sistem SCADA yang murah dan fleksibel (Mayer dan Taylor, 2002).

Penelitian di atas lebih dikhususkan untuk sistem SCADA pada jaringan sensor. Jaringan sensor adalah suatu sistem yang terdiri dari banyak microcontroller kecil yang mempunyai alat sensor, yang bekerja bersama pada jaringan nirkabel. Penelitian tersebut dimaksudkan untuk mengembangkan suatu sistem Mobile SCADA dengan protokol atau aturan-aturan kendali yang nantinya akan menjadi landasan bagi pembuatan perangkat lunak sistem. Protokol ini nantinya harus dibuat sedemikian rupa sehingga perangkat lunak serta perangkat keras yang dibangun dalam sistem ini bersifat generik, mudah digunakan, mudah dirawat, mudah beradaptasi, dan Mobile sehingga tepat digunakan oleh industri menengah ke bawah di Indonesia. Selain itu sistem Mobile SCADA ini menggunakan media komunikasi Paket Data CDMA.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat dikelompok Saudara untuk menjawab pertanyaan yang ada pada LK-04.

Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, lanjutkan pada aktivitas praktikum

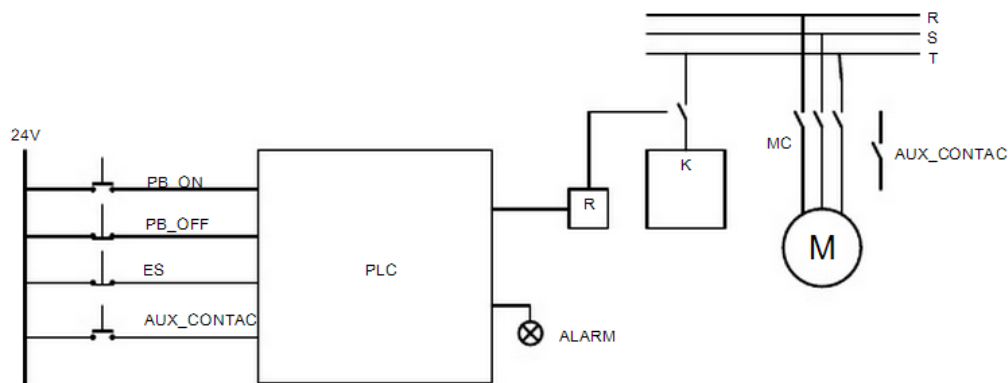
2. Aktivitas Praktikum

Buatlah ladder diagram dengan sistem kerja sebagai berikut :

1. Ketika PB_ON ditekan, maka lampu indikator akan menyala dan mati (berkedip) dengan periode nyala-mati tertentu (1 detik).
2. Saat PB_OFF ditekan, maka lampu indikator akan mati.

Buatlah tampilan SCADA pada sistem kerja berikut ini :

1. Saat PB_ON atau PB_START di tekan maka motor akan aktif.
2. Pada saat motor aktif, ada timer sebagai indikasi AUX_CONTAC.
3. Apabila AUX_CONTAC tidak terindikasi, maka akan timbul ALARM dan motor akan non-aktif, ALARM berkedip setengah detik sekali.
4. Dan apabila tombol ES (Emergency Stop) ditekan maka juga akan timbul ALARM dan motor akan non-aktif, ALARM berkedip setengah detik sekali.
5. Apabila tombol reset di tekan maka sistem akan kembali seperti semula





LEMBAR KERJA (LK04)

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

.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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



.....

.....

.....

.....

.....

E. Latihan/Kasus/Tugas

6. Apa manfaat SCADA bagi Anda?
7. Dimanakah SCADA digunakan?
8. Mengapa perlu menggunakan SCADA?
9. Bagaimana prinsip kerja SCADA?

F. Rangkuman

SCADA merupakan singkatan dari Supervisory Control and Data Acquisition. SCADA merupakan sebuah sistem yang mengumpulkan informasi atau data-data dari lapangan dan kemudian mengirimkan-nya ke sebuah komputer pusat yang akan mengatur dan mengontrol data-data tersebut. Sistem SCADA tidak hanya digunakan dalam proses-proses industri, misalnya, pabrik baja, pembangkit dan pendistribusian tenaga listrik (konvensional maupun nuklir), pabrik kimia, tetapi juga pada beberapa fasilitas eksperimen seperti fusi nuklir. Dari sudut pandang SCADA, ukuran pabrik atau sistem proses mulai dari 1.000an hingga 10.000an I/O (luara/masukan), namun saat ini sistem SCADA sudah bisa menangani hingga ratusan ribu I/O.

Ada banyak bagian dalam sebuah sistem SCADA. Sebuah sistem SCADA biasanya memiliki perangkat keras sinyal untuk memperoleh dan mengirimkan I/O, kontroler, jaringan, antarmuka pengguna dalam bentuk HMI (Human Machine Interface), piranti komunikasi dan beberapa perangkat lunak pendukung. Semua itu menjadi satu sistem, istilah SCADA merujuk pada sistem pusat keseluruhan. Sistem pusat ini biasanya melakukan pemantauan data-data dari berbagai macam sensor di lapangan atau bahkan dari tempat2 yang lebih jauh lagi (remote locations).

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.

KOMUNIKASI DATA DAN JARINGAN

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

- Memahami definisi komunikasi data dan jaringan secara jelas
- Menjelaskan komponen komunikasi data dengan benar.
- Menjelaskan Metode Komunikasi Data secara jelas
- Menjelaskan elemen utama yang digunakan dalam Komunikasi Data secara tepat
- Menjelaskan Klasifikasi jaringan komputer secara benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi komunikasi data dan jaringan ini yaitu: peserta diklat dapat menampilkan komunikasi sistem data dan jaringan secara tepat dan benar.

C. Uraian Materi

1. Definisi

Komunikasi berasal dari bahasa Inggris „Communication“, secara etimologis berasal dari bahasa Latin „Commicatus“, dan perkataan ini bersumber dari kata „Communis“ yang memiliki makna „berbagi“ atau „menjadi miliki bersama“. Komunikasi berarti suatu proses membangun saling pengertian dengan menciptakan dan menggunakan informasi agar terhubung satu sama lain.

Data berasal dari kata „datum“ yang berarti materi atau kumpulan fakta yang dipakai untuk keperluan suatu analisa. Data merupakan sesuatu yang masih belum mempunyai arti bagi penerimanya dan memerlukan suatu pengolahan untuk menjadi informasi (informasi adalah sesuatu yang bisa dimengerti manusia dan bernilai pengetahuan). Data bisa berwujud suatu keadaan, gambar, huruf, angka, bahasa, simbol matematika dan simbol lainnya yang bisa digunakan sebagai bahan untuk melihat lingkungan, obyek, kejadian ataupun suatu konsep.

Telekomunikasi adalah salah satu bentuk dari komunikasi interpersonal, yaitu teknik pengiriman atau penyampaian informasi, dari suatu tempat ke tempat lain yang berjarak jauh. Dalam mengubah informasi menjadi sinyal listrik yang siap dikirim, ada dua cara pengiriman yang dipakai. Pertama adalah sinyal analog, mengubah bentuk informasi ke sinyal analog dimana sinyal berbentuk gelombang listrik yang terus menerus (continue) kemudian dikirim oleh media



transmisi. Kedua adalah sinyal digital, dimana setelah informasi diubah menjadi sinyal analog kemudian diubah lagi menjadi sinyal yang terputus-putus (discrete).

Komunikasi data adalah proses pengiriman dan penerimaan data/informasi dari dua atau lebih device (alat, seperti komputer/laptop/printer/dan alat komunikasi lain) yang terhubung dalam sebuah jaringan, baik lokal maupun yang luas, seperti internet (Wikipedia, Komunikasi Data, 2015). Komunikasi data adalah bagian dari telekomunikasi yang berupa penyampaian informasi dari suatu device satu ke device lain.

Komunikasi data merupakan bagian yang sangat penting dari suatu masyarakat informasi karena sistem ini menyediakan infrastruktur yang memungkinkan komputer dapat berkomunikasi antara satu sama lain di bawah kendali oleh manusia. Dengan perkembangan teknologi informasi sistem komunikasi data dapat diimplementasikan dalam pengolahan, modifikasi, penciptaan data untuk membuat sesuatu yang lebih manfaat yaitu informasi. Secara umum komunikasi data dapat dikatakan sebagai hubungan lebih satu komputer dalam suatu jaringan komputer dengan tujuan informasi sharing, resource sharing, file transfer, teleconference dan sebagainya

Komunikasi data dapat diartikan juga sebagai pertukaran data antara dua perangkat melalui beberapa bentuk media transmisi seperti kabel kawat. Untuk terjadinya data komunikasi, perangkat harus berkomunikasi menjadi sebuah bagian dari sistem komunikasi, yang terdiri dari kombinasi dari hardware (Fisik) dan Software (Lunak/ Program)

Terdapat beberapa tipe data dalam komunikasi data. Semua tipe data yang dapat disimpan dan diolah pada sebuah komputer dapat ditransfer melalui jaringan komputer. Tipe data tersebut adalah sebagai berikut.

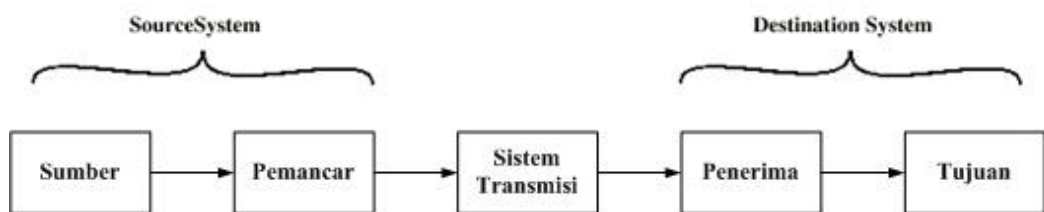
- a. Teks.
- b. Suara.
- c. Gambar
- d. Video

Aplikasi komunikasi data dalam kehidupan sehari sudah kita nikmati seperti:

- (1) Fax
- (2) Akses online sumber informasi:
 - Sistem informasi akademik
 - Website kampus
 - Katalog toko buku
- (3) Pengunduhan perangkat lunak
- (4) E-mail
- (5) Online chatting
- (6) Video conference

2. Komponen Komunikasi Data

- Sumber.** Merupakan perangkat menghasilkan data atau informasi yang akan ditransmisikan; contoh adalah telepon, Faximile, PC (Personal Computer).
- Pemancar.** Biasanya, data yang dihasilkan oleh sumber tidak dipancarkan / dikirimkan / ditransmisikan secara langsung dalam bentuk data aslinya. Data tersebut diubah terlebih dahulu menjadi sinyal informasi dan ditumpangkan pada sinyal carrier atau sinyal pembawa, dimana proses ini dinamakan proses modulasi.
- Sistem Transmisi.** Berupa jalur tunggal (single transmission line) atau jaringan kompleks (complex network) yang menghubungkan antara sumber dengan destination (tujuan). Tugasnya menerima berita yang dikirimkan oleh suatu sumber informasi dan menyalurkan berita yang diterima ke tempat tujuan. Contohnya melalui kabel koaksial, gelombang elektromagnetik, dll.
- Penerima.** Bagian penerima ini merupakan bagian yang menangkap sinyal yang telah dikirimkan oleh pemancar kemudian memisahkan sinyal tersebut dari sinyal carrier untuk kemudian sinyal informasi diubah menjadi informasi.
- Tujuan.** Tujuan merupakan penerima dari informasi yang telah dikirimkan oleh sumber.



(a) General block diagram



(b) Example

Gambar 50: Diagram Model Sederhana Sistem Komunikasi

3. Tujuan Komunikasi Data

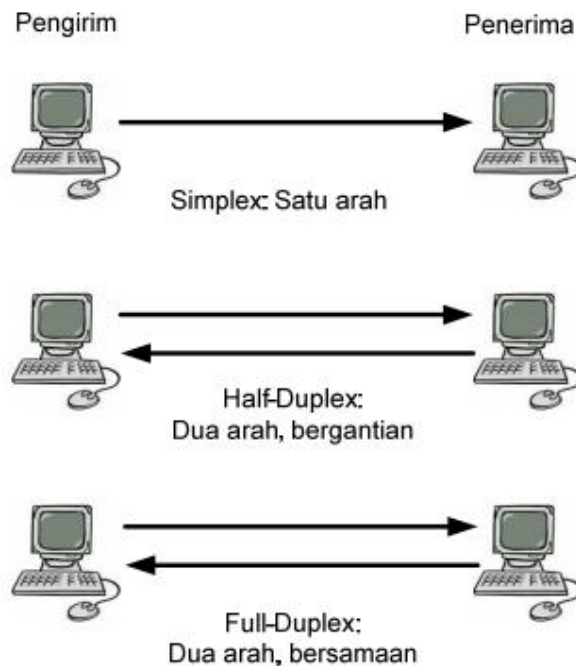
- Memungkinkan pengiriman data dalam jumlah besar efisien, tanpa kesalahan dan ekonomis dari suatu tempat ketempat yang lain,

- 
- b. Memungkinkan penggunaan sistem komputer dan peralatan pendukung dari jarak jauh (remote computer use),
 - c. Memungkinkan penggunaan komputer secara terpusat maupun secara tersebar sehingga mendukung manajemen dalam hal kontrol, baik desentralisasi maupun sentralisasi,
 - d. Mempermudah kemungkinan pengelolaan dan pengaturan data yang ada dalam berbagai macam sistem komputer,
 - e. Mengurangi waktu untuk pengolahan data,
 - f. Mendapatkan data langsung dari sumbernya (mempertinggi kehandalan),
 - g. Mempercepat penyebaran informasi.

4. Metode Komunikasi Data

Terdapat 3 metode transmisi pada komunikasi data sebagai berikut.

- a. Simplex (satu arah), adalah jenis komunikasi satu arah, dimana arah informasi hanya dari pengirim ke penerima saja dan tidak bisa sebaliknya. Contohnya: Televisi, Radio.
Keuntungan dari metode simplex ini adalah dalam jalur atau media transmisi berjalan satu arah, sedangkan kelemahannya adalah data yang dikirim hanya kesatu arah saja, pengirim dan penerima tugasnya tetap, metode ini paling jarang digunakan dalam komunikasi data
- b. Half-duplex (dua arah), adalah jenis komunikasi dua arah, tapi kedua pihak yang berkomunikasi tidak dapat melakukan pengiriman informasi pada saat yang bersamaan, tapi harus bergantian. Contohnya : Walkie – talkie
Keuntungan dari metode ini adalah dapat mengirimkan informasi secara bersamaan, sedangkan kelemahannya adalah tidak bisa mengirimkan data atau menerima data dalam waktu bersamaan,
- c. Full-duplex, adalah jenis komunikasi dua arah, dimana masing-masing user dapat melakukan pengiriman ataupun penerimaan informasi dalam waktu yang bersamaan. Contohnya : Telepon, Handphone, dll
Keuntungannya: Pada full-duplex terdapat sharing pada jalurnya agar kedua sinyal dengan arah yang berbeda dapat berjalan, tersedia dua buah jalur fisik yang memisahkan arah jalur satu jalur untuk mengirim dan satu jalur lagi untuk menerima, kedua station dapat mengirim dan menerima data secara simultan.
Kelemahannya: Tidak dapat menerima informasi apabila salah satu lawan bicara tidak aktif (offline).



Gambar 51: Metode komunikasi data

5. Pengertian Jaringan Komputer

Komunikasi data, cepat atau lambat pada akhirnya akan mengarah kesuatu sistem jaringan. Hubungan komunikasi data yang paling sederhana adalah merupakan hubungan dari satu titik ketitik yang lain. Dalam hal ini hanya melibatkan satu pemancar data kesatu penerima data. Apabila hubungan ini dikembangkan dan akhirnya melibatkan penerima lainnya ataupun pemacar lainnya, maka terbentuklah sebuah jaringan komunikasi data.

Pengertian jaringan disini dapat diartikan sebagai suatu sistem yang terkordinir dan saling berhubungan yang terdiri atas beberapa terminal ataupun PC ataupun mini-komputer dan mainframe yang bekerja sendiri-sendiri tetapi dapat saling bertukar data ataupun saling memanfaatkan segala sumber daya yang tersedia. CPU yang ada dipusat disebut sebagai server ataupun host komputer, dan terminal yang ada juga disebut sebagai node ataupun simpul. Jaringan yang ada juga merupakan gabungan dari unsur hardware dan software sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.

Jaringan komputer dapat diartikan sebagai sebuah rangkaian dua atau lebih komputer. Komputer-komputer ini akan dihubungkan satu sama lain dengan sebuah sistem komunikasi. Dengan jaringan komputer ini dimungkinkan bagi setiap komputer yang terjaring di dalamnya dapat saling tukar-menukar data, program, dan sumber daya komputer lainnya seperti media penyimpanan, printer, dan lain-lain.



Tujuan utama dari sebuah jaringan komputer adalah sharing resources (baca: sumber daya), dimana sebuah komputer dapat memanfaatkan sumber daya yang dimiliki komputer lain yang berada dalam jaringan yang sama



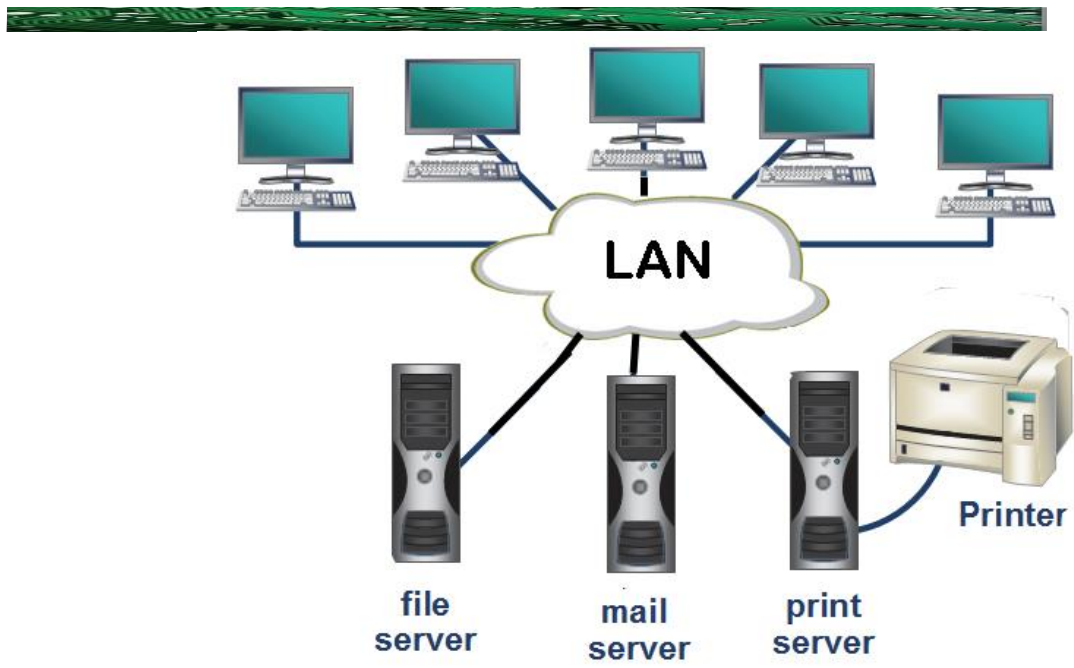
6. Klasifikasi Jaringan Komputer

Berdasarkan geografis klasifikasi jaringan komputer dapat berupa:

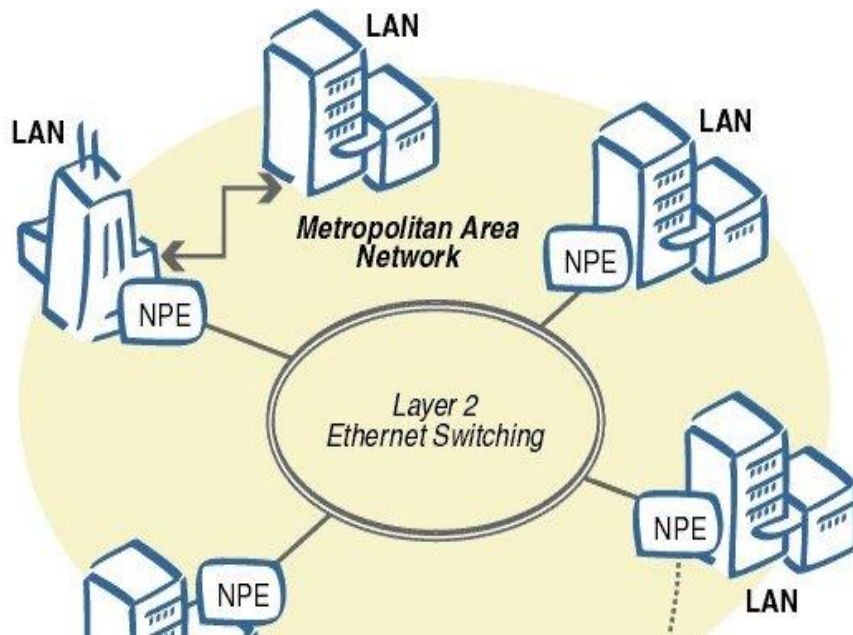
- a. Local Area Network (LAN), adalah jaringan komputer yang jaringannya hanya mencakup wilayah kecil; seperti jaringan komputer kampus, gedung, kantor, dalam rumah, sekolah atau yang lebih kecil. Karakteristik LAN: Mempunyai pesat data yang lebih tinggi, meliputi wilayah geografi yang lebih sempit, tidak membutuhkan jalur telekomunikasi yang disewa dari operator telekomunikasi.

Biasanya salah satu komputer di antara jaringan komputer itu akan digunakan menjadi server yang mengatur semua sistem di dalam jaringan tersebut.

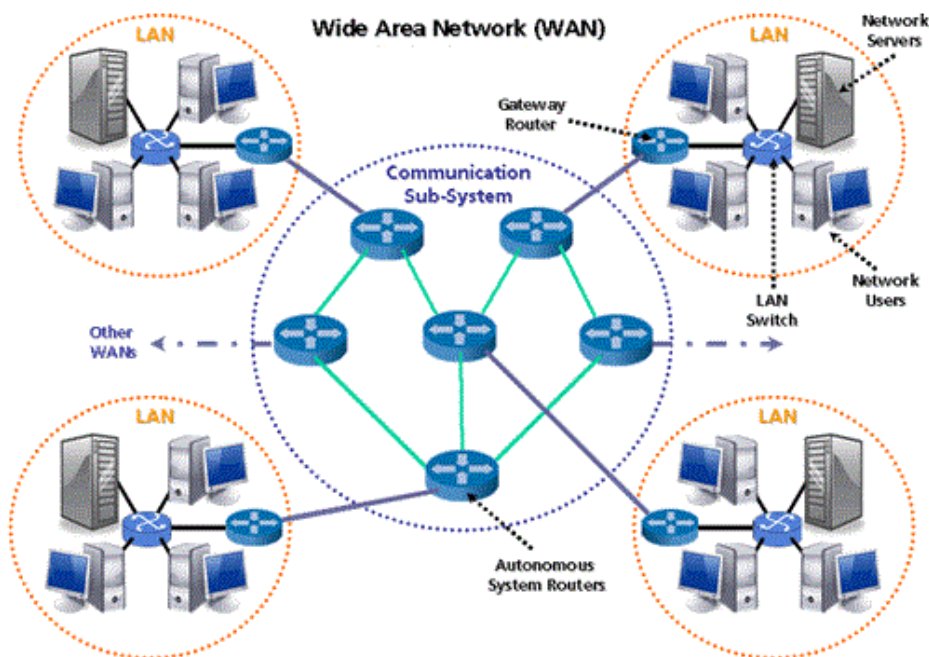
- b. Metropolitan Area Network (MAN), adalah suatu jaringan dalam suatu kota dengan transfer data berkecepatan tinggi, yang menghubungkan berbagai lokasi seperti kampus, perkantoran, pemerintahan, dan sebagainya. Jaringan MAN adalah gabungan dari beberapa LAN. Jangkauan dari MAN ini antar 10 hingga 50 km, mempunyai kecepatan hingga 1.5 sampai 150 Mbps. MAN ini merupakan jaringan yang tepat untuk membangun jaringan antar kantor-kantor dalam satu kota antara pabrik/instansi dan kantor pusat yang berada dalam jangkauannya.
- c. Wide Area Network (WAN), merupakan jaringan komputer yang mencakup area yang besar sebagai contoh yaitu jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan router dan saluran komunikasi publik. WAN digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal yang satu dengan jaringan lokal yang lain, sehingga pengguna atau komputer di lokasi yang satu dapat berkomunikasi dengan pengguna dan komputer di lokasi yang lain.
- d. Wide Area Network (WAN), merupakan jaringan komputer yang mencakup area yang besar sebagai contoh yaitu jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan router dan saluran komunikasi publik. WAN digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal yang satu dengan jaringan lokal yang lain, sehingga pengguna atau komputer di lokasi yang satu dapat berkomunikasi dengan pengguna dan komputer di lokasi yang lain.



Gambar 52: sistem jaringan LAN



Gambar 53: Sistem jaringan MAN

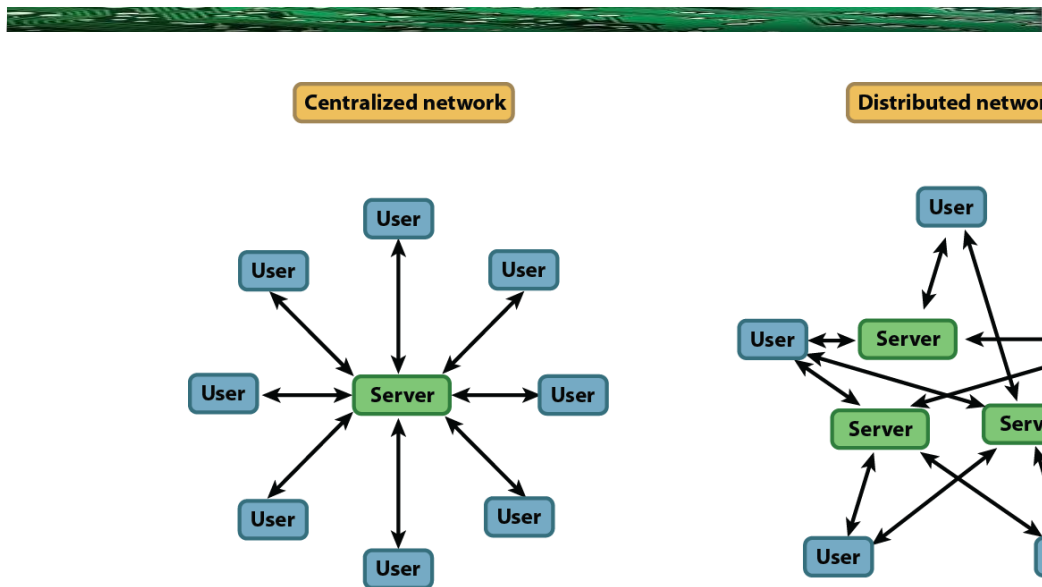


Gambar 54: Sistem jaringan MAN

Berdasarkan distribusi sumber informasi, klasifikasi jaringan komputer dapat berupa:

b. Jaringan terpusat

Jaringan terpusat terdiri atas beberapa komputer terminal yang terhubung ke komputer induk (host).



Gambar 55: Jaringan terpusat dan terdistribusi

c. Jaringan terdistribusi

Jaringan terdistribusi terdiri atas beberapa komputer induk yang terhubung dengan berbagai terminal. Jaringan terdistribusi secara fisik dapat dibentuk dari penggabungan jaringan terpusat.

Berdasarkan media transmisi data, klasifikasi jaringan komputer dapat berupa:

a. Jaringan Berkabel

Jaringan Berkabel adalah kabel jaringan berfungsi dalam mengirim informasi dalam bentuk sinyal listrik antar computer jaringan.

b. Jaringan nirkabel (wireless network)

Jaringan nirkabel (Inggris: wireless network) adalah bidang disiplin yang berkaitan dengan komunikasi antar sistem komputer tanpa menggunakan kabel. Jaringan nirkabel ini sering dipakai untuk jaringan komputer baik pada jarak yang dekat (beberapa meter, memakai alat/pemancar bluetooth) maupun pada jarak jauh (lewat satelit) (Wikipedia, Jaringan Nirkabel, 2013).

Tabel 3: Standar Protokol IEEE 802.11

	IEEE 801.11b	IEEE 801.11g	IEEE 801.11a
Frekuensi	2,4 GHz	2,4 GHz	5 GHz
Kec. Transfer Data	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
Area Jangkauan	30-45 m	30-45 m	7-22 m

Berdasarkan peranan komputer, klasifikasi jaringan komputer dapat berupa:

1. Jaringan client-server

– Jaringan dengan beberapa komputer server dan klien

- 
- Komputer klien → mengakses data pada komputer server
 - Komputer server → menyediakan informasi yang diperlukan oleh komputer klien

2. Jaringan peer-to-peer

Jaringan komputer yang terdiri dari beberapa komputer (biasanya tidak lebih dari 10 komputer dengan 1-2 printer). Sesuatu teknologi sharing resource dan service antara satu computer dan computer yang lain yang berfungsi sebagai client sekaligus sebagai server.

7. Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengijinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua atau lebih titik komputer. Protokol dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi dari keduanya. Pada tingkatan yang terendah, protokol mendefinisikan koneksi perangkat keras.

1. Protokol pada Komunikasi Manusia

Komunikasi manusia bisa terjadi ketika mengikuti protokol, yang pertama adalah pihak pertama meminta informasi kepada pihak kedua → permintaan informasi dikirimkan dari pihak pertama ke pihak kedua → pihak kedua memberikan informasi kepada pihak pertama → informasi berpindah ke pihak pertama → pihak pertama menerima informasi yang diberikan dst.

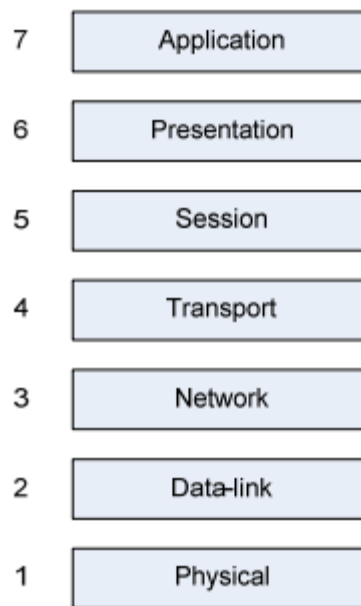
2. Protokol pada Jaringan Komputer

Jaringan Komputer bisa terjadi ketika mengikuti protokol, yang pertama adalah pihak pertama (klien) meminta koneksi kepada pihak kedua (Server) → permintaan koneksi dikirimkan dari klien ke server → server memberikan respon koneksi kepada klien → informasi berpindah ke klien → klien menerima informasi yang diberikan dst.

Untuk mengenali setiap komputer dalam jaringan diperlukan identitas untuk untuk setiap komputer (alamat IP). Protokol Internet (Inggris Internet Protocol disingkat IP) adalah protokol lapisan jaringan (network layer dalam OSI Reference Model) atau protokol lapisan internetwork (internetwork layer dalam DARPA Reference Model) yang digunakan oleh protokol TCP/IP untuk melakukan pengalamatan dan routing paket data antar host-host di jaringan komputer berbasis TCP/IP.

Model OSI ditetapkan oleh sebuah badan standar internasional yang bernama International Standards Organization (ISO) pada tahun 1947. Standar ISO ini mencakup seluruh aspek komunikasi data dengan model Open System Interconnection. Yang dimaksud dengan open system adalah bahwa seperangkat protokol yang ada di dalam model ini menjamin terjadinya komunikasi sekalipun dua atau lebih sistem yang saling terhubung memiliki arsitektur yang berbeda. Model OSI ini bukan protokol. Juga bukan perangkat lunak atau perangkat keras.

OSI adalah sebuah model untuk memahami dan mendesain arsitektur jaringan komunikasi yang fleksibel dan memiliki inter-operabilitas tinggi. Berbeda dengan analogi mengirim surat, model OSI menetapkan 7 lapis proses, yaitu Application layer, Presentation layer, Session layer, Transport layer, Network layer, Data-link layer dan Physical layer. Ketujuh lapis ini berada dalam susunan hirarkis. Karena itu antara lapis satu dengan yang lain tidak boleh dibolak-balik. Seringkali lapis yang terbawah (physical layer) disebut sebagai lapis pertama, sedangkan lapis teratas (application layer) disebut sebagai lapis ketujuh. Susunan ketujuh lapis model OSI dapat dilihat dalam gambar Fungsi dari masing-masing lapis akan dijelaskan dalam bagian ini. Kita awali dengan penjelasan dari Application layer terlebih dahulu karena lapis ini yang terdekat dengan pengguna (user).



(sumber : ITU-T Recommendation Q.1400 (03/1993))

a. Application Layer.

Lapis ini memungkinkan pengguna melakukan akses terhadap jaringan komunikasi melalui aplikasi antar muka (interface), misalnya: aplikasi mail browser memungkinkan pengguna menulis, membaca, mengambil, mengirim serta mengorganisasi pesan. Contoh aplikasi antar muka yang lain, antara lain: akses file 30 dan direktori secara remote, akses informasi melalui web, akses database dan berbagai layanan jaringan komunikasi yang lain. Presentation Layer Lapis ini memiliki fungsi khusus yang berkaitan dengan translasi informasi di antara dua buah sistem, melakukan proses enkripsi untuk data-data yang penting dan melakukan proses kompresi dengan satu tujuan untuk memperkecil jumlah bit yang akan dikirimkan melalui jaringan komunikasi. Proses translasi informasi dibutuhkan karena setiap sistem mungkin memiliki cara yang berbeda untuk mengkodekan (encode) informasi dari karakter atau bilangan menjadi data dalam bentuk bit. Karena itu lapis ini bertugas untuk menjamin adanya inter-operabilitas di antara sistem-sistem yang memiliki metode encoding berbeda.



b. Session Layer

Lapis ini melakukan kendali terhadap percakapan (dialog control) yang terjadi di antara dua buah sistem. Model dialog yang mungkin dilakukan adalah: simplex, half-duplex dan full-duplex. Perbedaan dari ketiganya ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Tugas kedua dari lapis ini adalah melakukan proses sinkronisasi pengiriman dan penerimaan data agar tidak terjadi kesalahan pembacaan data di sisi penerima.

c. Transport Layer

Transport layer merupakan lapis yang menangani proses komunikasi dari titik ke titik yang sebenarnya. Bandingkan dengan tiga lapis teratas (application, presentation, session) yang hanya menangani proses pemformatan data, pengaturan data dan pengaturan persiapan komunikasi.

Pesan (message) yang diterima oleh transport layer akan dipecah-pecah ke dalam segmen-segmen kecil dengan ukuran sesuai dengan yang disyaratkan oleh protokol. Proses dikenal dengan istilah segmentation. Lalu data dalam bentuk segmen-segmen itulah dikirimkan. Tentunya di sisi penerima akan ada proses sebaliknya untuk menggabungkan kembali rangkaian segmen tersebut. Proses penggabungan ini dikenal sebagai reassembly. Dengan adanya error control dan flow control pada lapis ini, transport layer menjamin bahwa setiap segmen dari pesan akan tiba di tempat tujuan dengan benar dan berurutan. Error control mendeteksi adanya kesalahan dan melakukan aksi untuk memperbaiki kesalahan tersebut, sedangkan flow control menjamin sinkronisasi pengiriman segmen antara sisi pengirim dan penerima, agar tidak terjadi penumpukan data di sisi penerima.

d. Network Layer

Network layer bertanggung jawab untuk pengiriman paket data dari alamat sumber ke alamat tujuan. Termasuk di dalamnya adalah mengatur rute perjalanan masing-masing paket melintasi jaringan komunikasi. Proses ini dikenal dengan nama routing. Berbeda dengan transport layer yang melihat pesan sebagai satu kesatuan utuh, network layer memperlakukan setiap paket secara terpisah. Karena setiap paket telah dilengkapi dengan alamat sumber dan alamat tujuan, maka network layer menjamin agar masing-masing paket sampai di tempat tujuan dengan benar.

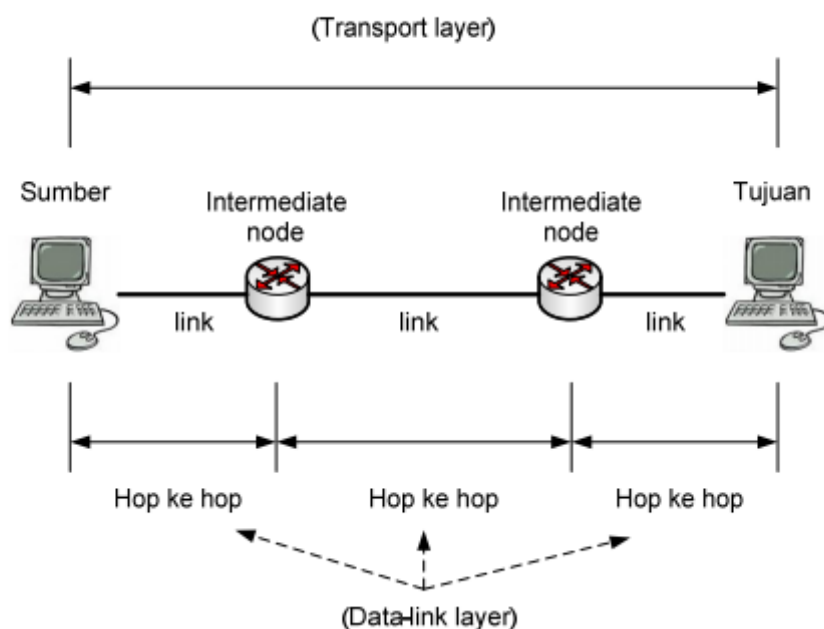
e. Data-link Layer

Di dalam proses komunikasi data sangat mungkin sekali terdapat berbagai macam peralatan yang membentuk sebuah jaringan komunikasi di antara titik sumber dan titik tujuan. Titik-titik lain yang berada di tengah-tengah di antara titik sumber dan titik tujuan ini kita sebut dengan istilah intermediate node. Tugas utama dari datalink layer adalah menghantarkan data dalam bentuk frame-frame kecil dari titik sumber ke intermediate node, atau dari intermediate node ke

intermediate node, atau dari intermediate node ke titik tujuan. Dengan kata lain data-link layer hanya bertanggung jawab untuk menghantar frame dalam satu hop saja. Lihat Gambar 57. Hop satu dengan hop yang lain dimungkinkan memiliki protokol yang berbeda. Dalam proses pengiriman data dari hop ke hop, data link juga akan melakukan error control, flow control dan access control. Tugas dari error control dan flow control pada data-link layer mirip dengan tugas error control dan flow control pada transport layer. Perbedaan di antara keduanya jelas. Transport layer menangani pengiriman dari titik sumber ke tujuan, sedangkan data-link menangani pengiriman dari hop ke hop. Lihat Gambar 58. Sedangkan access-control menjamin agar media komunikasi dapat digunakan bersama-sama oleh beberapa terminal yang terhubung dalam sebuah jaringan komunikasi.

f. Physical Layer

Lapis ini bertanggung jawab untuk membawa bit-bit data melalui media transmisi. Karena itu physical layer bertanggung jawab menentukan spesifikasi perangkat keras, seperti: representasi bit dalam bentuk tegangan listrik, antar-muka (interface) perangkat komunikasi, jenis dan karakteristik media transmisi, topologi jaringan komunikasi, konfigurasi jaringan komunikasi, spesifikasi peralatan dengan kelajuan pengiriman data (data rate) tertentu, dan hal-hal lain yang terkait media komunikasi secara fisik

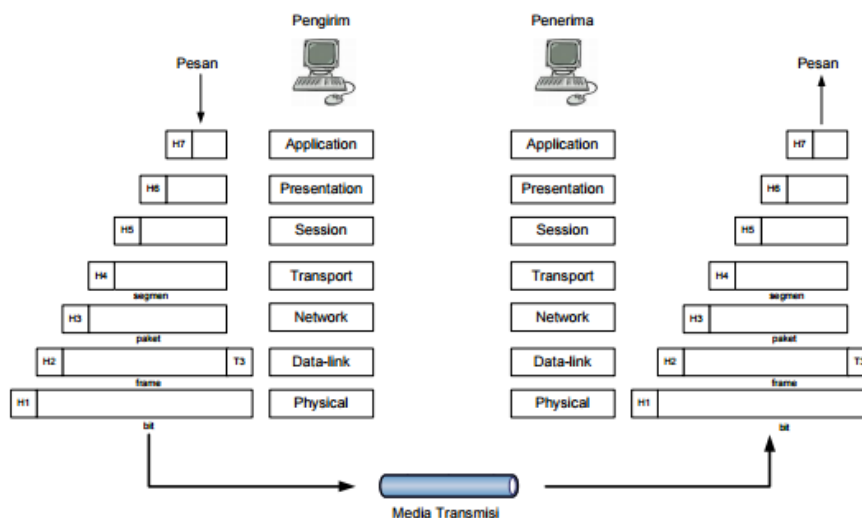


Gambar 56: Transpor layer

Proses Komunikasi dengan Model OSI Sekarang bagaimana proses komunikasi terjadi dengan menggunakan standar model OSI ini. Perhatikan Gambar 59, sebelum pesan benar-benar siap dikirimkan, dimulai dari application layer pada sisi pengirim, pesan tersebut mengalami penambahan header (disimbolkan dengan notasi H1, H2, H3, ... dalam Gambar 58, hanya data-link



layer yang mengalami penambahan trailer, T2) pada setiap lapis yang di lalunya. Proses penambahan header dikenal dengan istilah pembungkusan/enkapsulasi (encapsulation). Pada analogi pengiriman surat, pesan dibungkus ke dalam amplop terlebih dahulu. Data bersama-sama dengan header yang menyertainya disebut dengan nama Protocol Data Unit (PDU). Secara khusus PDU pada transport layer disebut dengan segmen, PDU pada network layer disebut dengan paket, sedang PDU pada data-link layer disebut dengan frame. Pada sisi pengirim, pesan akan bergerak dari application layer menuju ke physical layer, dimana data dialirkan ke dalam media tranmisi dalam bentuk bit.



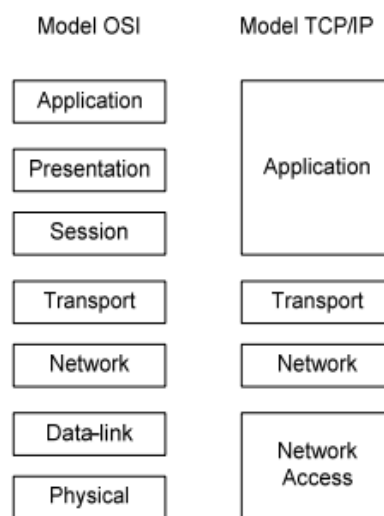
Gambar 57: Pengiriman pesan dengan model OSI

Pesan yang telah terbungkus dan telah direpresentasikan dalam bentuk deretan bit dikirimkan melalui media transmisi. Pesan tersebut mungkin akan melewati berbagai macam intermediate node sebelum tiba di bagian akhir di sisi penerima. Dalam analogi pengiriman surat kita, sama dengan surat yang melewati berbagai rute dan intermediate kantor pos sebelum surat tersebut sampai di kantor pos akhir. Pada sisi penerima, header dan trailer dibaca kemudian dibuang oleh setiap lapis. Sehingga pada application layer di sisi penerima hanya tinggal pesan yang selanjutnya dipresentasikan kepada pengguna. Dengan analogi pengiriman surat, pada sisi penerima amplop dibuang agar penerima surat dapat membaca pesan yang dikirimkan.

Model TCP/IP Model OSI yang telah dibicarakan panjang lebar dalam sub-bab terdahulu adalah sebuah konsep lengkap tentang komunikasi data. Namun belum seluruhnya dapat diimplementasikan. Sekarang kita akan melihat satu model standar lain yang telah diimplementasikan dalam bentuk komunikasi data populer yang kita kenal dengan nama Internet. Internet tidak menggunakan model OSI melainkan menggunakan modifikasi dari model OSI yang selanjutnya disebut dengan model TCP/IP. Dinamakan demikian karena model TCP/IP memiliki

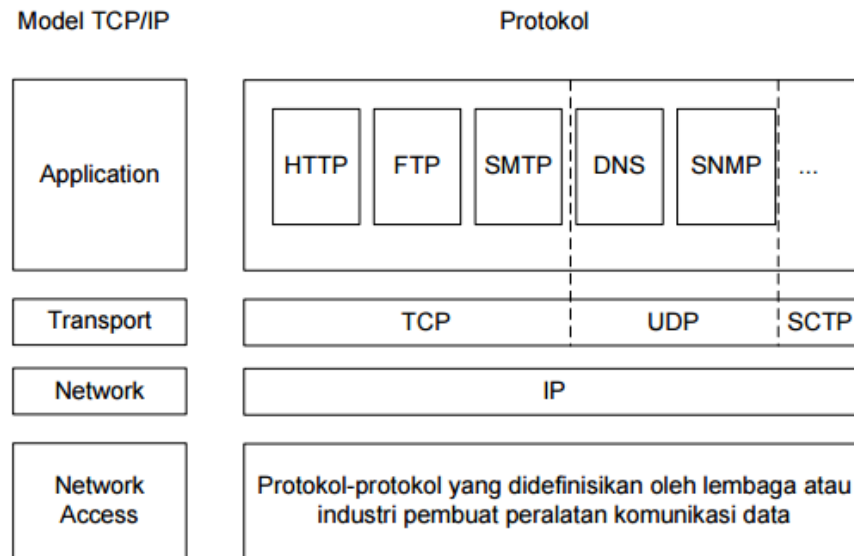
dua protokol utama, yaitu: Transmission Control Protocol (TCP) pada transport layer dan Internet Protocol (IP) pada network layer.

Padanan antara model OSI dan model TCP/IP dapat dilihat dalam Gambar 59. Seperti terlihat dalam gambar, model TCP/IP menggabungkan fungsi application, presentation dan session layer ke dalam satu lapis application layer. Sedangkan fungsi data-link dan physical layer digabungkan ke dalam satu lapis dengan nama network access layer. Fungsi dari masing-masing lapis pada model TCP/IP sama persis dengan fungsi dari masing-masing lapis dalam model OSI. Perbedaan di antara keduanya telah dijelaskan di atas bahwa fungsi dari setiap lapis dalam model TCP/IP telah diimplementasikan dalam bentuk protokol. Protokol pada setiap lapis dalam model TCP/IP dapat dilihat dalam Gambar 59.



Gambar 58: Perbandingan model OSI dengan TC/IP

Application layer merupakan lapis yang memiliki jumlah protokol paling banyak. HyperText Transfer Protocol (HTTP) adalah protokol untuk akses web, File Transfer Protocol (FTP) adalah protokol untuk meletakkan dan mengambil file dari server, Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) adalah protokol yang digunakan untuk mengirimkan e-mail, Domain Name System (DNS) adalah 37 protokol untuk mentransalasi dari alamat url ke alamat IP dan sebaliknya, Simple Network Management Protocol (SNMP) adalah protokol untuk managemen jaringan komunikasi. Dan protokol-protokol yang lain.



Gambar 59: Model TC/IP dengan model protocol lainnya

Seperti terlihat dalam gambar, setiap protokol pada application layer pasti berjalan di atas salah satu dari tiga protokol transport layer yang tersedia, yaitu: Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP) dan Stream Control Transmission Protocol (SCTP). Bagi pembaca yang tertarik mempelajari protokol TCP/IP lebih dalam direferensikan untuk membaca buku TCPI/IP karangan Bp. Onno W. Purbo dkk. (Purbo, 1998).

Sekalipun model-model standar beserta fungsinya telah dibicarakan panjang lebar dalam sub-bab terdahulu, pembahasan dalam lingkup materi komunikasi data (dalam buku ini) tidak mencakup seluruh fungsi dalam semua lapis baik model OSI maupun model TCP/IP. Materi komunikasi data hanya membatasi diri pada pembahasan 2 lapis yang 38 terbawah pada model OSI, yaitu physical layer dan data-link layer atau network access layer pada model TCP/IP. Sedangkan lapis-lapis yang lain merupakan bahasan dalam materi Jaringan Komputer. Karena itu materi Komunikasi Data seharusnya menjadi dasar bagi pembahasan tentang materi Jaringan Komputer.

8. Topologi jaringan

Topologi adalah suatu cara menghubungkan komputer yang satu dengan komputer lainnya sehingga membentuk jaringan. Cara yang saat ini banyak digunakan adalah bus, token-ring, dan star. Masing-masing topologi ini mempunyai ciri khas, dengan kelebihan dan kekurangannya sendiri.

- 
- a. Topologi Bus, merupakan jenis topologi yang memiliki metode paling sederhana. Terdiri dari sebuah kabel trunk (backbone atau segmen) yang menghubungkan semua komputer yang tergabung dalam sebuah jaringan dalam sebuah jalur.

Kelebihannya: Instalasi relatif lebih murah, kerusakan satu komputer client tidak akan mempengaruhi komunikasi antar client lainnya, biaya relatif lebih murah.

Kekurangannya: Jika kabel utama atau backbone putus maka komunikasi gagal, bila kabel utama sangat panjang maka pencarian gangguan menjadi sulit, kemungkinan akan terjadi tabrakan data apabila banyak client yang mengirim pesan.

- b. Topologi Star, merupakan bentuk topologi jaringan yang berupa konvergensi dari node tengah ke setiap node atau pengguna.

Kelebihannya : Tingkat keamanan tinggi, tahan terhadap lalu lintas jaringan yang sibuk, menambah / mengurangi workstation yang mudah, akses kontrol terpusat.

Kekurangannya: Jika node tengah rusak, seluruh jaringan akan terhenti.

- c. Topologi Ring, merupakan topologi jaringan berbentuk rangkaian titik yang masing-masing terhubung ke dua titik lainnya, sedemikian sehingga membentuk jalur melingkar membentuk cincin.

Kelebihannya : Hemat kabel, tidak akan terjadi tabrakan saat pengiriman data.

Kekurangannya: Peka terhadap kerusakan, pengembangan jaringan lebih kaku.

- d. Topologi Mesh, merupakan suatu bentuk hubungan antar perangkat dimana setiap perangkat terhubung secara langsung ke perangkat lainnya yang ada di dalam jaringan.

Kelebihannya: Privacy & Security terjamin, data transfer langsung ke komputer tujuan, mudah teridentifikasi ketika kerusakan koneksi, memiliki sifat Robust (jika salah satu komputer terjadi gangguan yang lain tidak).

Kekurangannya: Banyak kabel port I/O, instalasi & Konfigurasi lebih sulit, perlunya space yang memungkinkan di dalam ruangan tempat komputer tersebut berada.



- e. Topologi Tree, merupakan bentuk yang lebih luas dari Topologi Star. Seperti halnya Topologi Star, perangkat (node, device) yang ada pada topologi tree juga terhubung kepada sebuah pusat pengendali (Central HUB) yang berfungsi mengatur traffic di dalam jaringan.

Kelebihannya: Mampu menjangkau jarak yang lebih jauh dengan mengaktifkan fungsi Repeater yang dimiliki oleh HUB, dapat terbentuk suatu kelompok yang dibutuhkan pada setiap saat.

Kekurangannya: Apabila simpul yang lebih tinggi tidak berfungsi, maka kelompok dibawahnya menjadi tak efektif.

- f. Topologi Linier, dimana terdapat runtutan yang dihubungkan kabel utama yang dihubungkan dengan T-Connector.

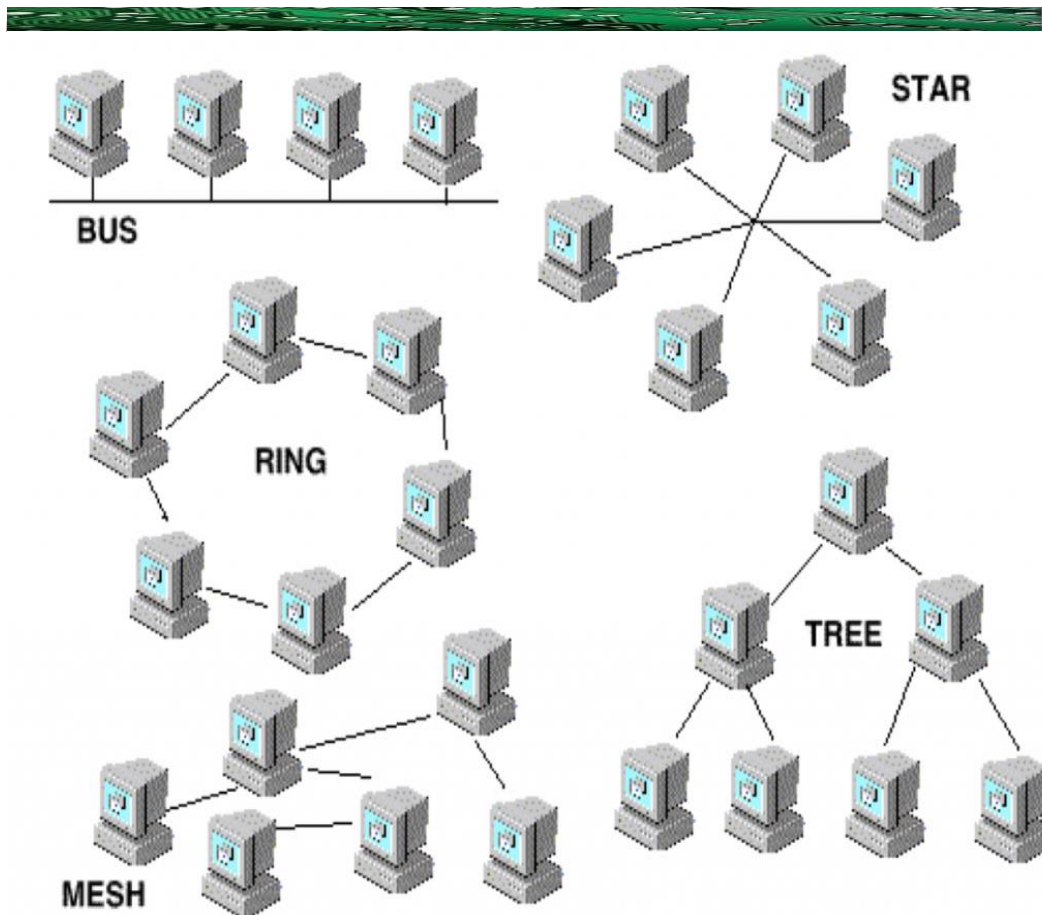
Kelebihannya: Hemat Kabel, mudah dikembangkan, tata letak kabel sederhana, pengembangan jaringan mudah.

Kekurangannya : Deteksi & Isolasi kesalahan sangat kecil, kepadatan lalu lintas tinggi, privasi kurang terjamin, kecepatan menurun bila pemakaian bertambah, diperlukan repeater untuk jarak jauh.

- g. Topologi Peer-to-peer, merupakan jaringan komputer yang terdiri dari beberapa computer dimana yang diutamakan adalah penggunaan program, data dan printer secara bersama-sama.

Kelebihannya : Antar komputer dalam jaringan dapat saling berbagi-pakai fasilitas, kelangsungan kerja jaringan tidak tergantung pada satu server. Sehingga bila salah satu komputer/peer mati atau rusak, jaringan secara keseluruhan tidak akan mengalami gangguan

Kekurangannya: Troubleshooting jaringan relatif lebih sulit, sistem keamanan jaringan ditentukan oleh masing-masing user dengan mengatur masing- masing fasilitas yang dimiliki, karena data jaringan tersebar di masing-masing komputer dalam jaringan, maka backup harus dilakukan oleh masing- masing komputer tersebut.



Gambar 60: Berbagai topologi jaringan komputer

- h. Topologi Broadcast, secara sederhana dapat digambarkan yaitu suatu host yang mengirimkan data kepada seluruh host lain pada media jaringan.
Kelebihannya: Tingkat keamanan tinggi, tahan terhadap lalu lintas jaringan yang sibuk, menambah / mengurangi workstation yang mudah, akses kontrol terpusat.
Kekurangannya: Jika node tengah rusak, seluruh jaringan akan terhenti, boros dalam penggunaan kabel, HUB jadi elemen kritis karena kontrol terpusat.
- i. Topologi Hierarki, berbentuk seperti pohon bercabang yang terdiri dari komputer induk (host) yang diswitchingkan dengan simpul atau node lain secara berjenjang.

Kelebihannya : Data terpusat secara hirarki sehingga manajemen data lebih baik dan mudah terkontrol, mudah dikembangkan menjadi jaringan yang lebih luas

Kekurangannya: Komputer di bawahnya tidak dapat dioperasikan apabila kabel pada komputer tingkat atasnya terputus, dapat terjadi tabrakan file (collision).

- j. Topologi Hybrid, Kombinasi dari dua atau lebih topologi yang berbeda untuk membuat topologi hybrid. Ketika topologi dasar yang berbeda yang terhubung ke satu sama lain,



mereka tidak menampilkan karakteristik dari setiap topologi satu tertentu. Ini adalah ketika itu menjadi topologi hibrida.

Kelebihannya: Fleksibilitas, sehingga menambah koneksi perangkat lainnya adalah mudah, karena node baru dan / atau periferal dapat dihubungkan ke topologi.

Kekurangannya: Pengelolaan sulit, instalasi dan konfigurasi topologi sulit.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat dikelompok Saudara untuk menjawab pertanyaan yang ada pada LK-05.

Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, lanjutkan pada aktivitas praktikum

2. Aktivitas Praktikum

a. Mengenalkan VPN

Dalam praktikum ini, praktikan akan mencoba menghubungkan komputer ke network yang lain dengan menggunakan VPN. Setiap bujur dianggap network yang berbeda. VPN sudah disetting sedemikian rupa sehingga, praktikan hanya bisa meremote network sebelahnya dalam satu meja.

b. Mengkonfigurasi IP Addressing dengan ketentuan:

- 1) Dalam ruang Labortorium, terdapat 6 bujur komputer (1 meja 2 bujur), dianggap sebagai sebuah network
- 2) Diberikan IP 192.168.31.0/24 untuk bujur 1
- 3) Diberikan IP 192.168.32.0/24 untuk bujur 2
- 4) Diberikan IP 192.168.33.0/24 untuk bujur 3
- 5) Diberikan IP 192.168.34.0/24 untuk bujur 4
- 6) Diberikan IP 192.168.35.0/24 untuk bujur 5
- 7) Diberikan IP 192.168.36.0/24 untuk bujur 6
- 8) Dari depan nomor IP nya dimulai dari 1, sehingga IP address: 192.168.31.1 untuk bujur 1 baris 1, 192.168.32.1 untuk bujur 2 baris 1, dan seterusnya.
- 9) Uji koneksi menggunakan PING dengan satu network (depannya atau belakangnya).
- 10) Uji Koneksi menggunakan PING dengan bena network (dengan sebelahnya satu meja) dan hasilnya dicatat.



LEMBAR KERJA (LK05)

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

.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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

.....
.....
.....
.....
.....

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



.....

.....

.....

.....

.....

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan apa saja yang termasuk kedalam media transmisi wireless (unguided)?
2. Jelaskan apa perbedaan antara media transmisi wireless dengan media transmisi wire?
3. Kriteria network ada 5 macam yaitu: berdasarkan skala, berdasarkan fungsi, berdasarkan topologi jaringan, berdasarkan distribusi sumber informasi dan berdasarkan media transmisi data, manakah yang merupakan kriteria network berdasarkan fungsi.....
4. Berdasarkan jawaban di bawah ini manakah yang tidak termasuk kedalam elemen-elemen komunikasi data.....
5. Suatu penetapan terhadap elemen2, fungsi2 dari setiap elemen dan hubungan antar elemen yang dibutuhkan untuk komunikasi data disebut dengan.....

F. Rangkuman

Komunikasi data dapat diartikan juga sebagai pertukaran data antara dua perangkat melalui beberapa bentuk media transmisi seperti kabel kawat. Untuk terjadinya data komunikasi, perangkat harus berkomunikasi menjadi sebuah bagian dari sistem komunikasi, yang terdiri dari kombinasi dari hardware (Fisik) dan Software (Lunak/ Program)

Jaringan komputer dapat diartikan sebagai sebuah rangkaian dua atau lebih komputer. Komputer-komputer ini akan dihubungkan satu sama lain dengan sebuah sistem komunikasi. Dengan jaringan komputer ini dimungkinkan bagi setiap komputer yang terjaring di dalamnya dapat saling tukar-menukar data, program, dan sumber daya komputer lainnya seperti media penyimpanan, printer, dan lain-lain.

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.

HMI DI INDUSTRI

A. Tujuan

Peserta diklat diharapkan mampu:

- Memahami definisi HMI dengan tepat
- Menjelaskan cara kerja HMI secara berurutan
- Menjelaskan Komponen yang diperlukan untuk membangun HMI secara tepat dan cermat
- Menjelaskan prinsip kerja HMI jenis ECS secara benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikasi pencapaian materi HMI di industri ini yaitu: peserta diklat dapat memelihara sistem HMI pada sistem produksi dan manufaktur di industri dengan cermat dan telaten.

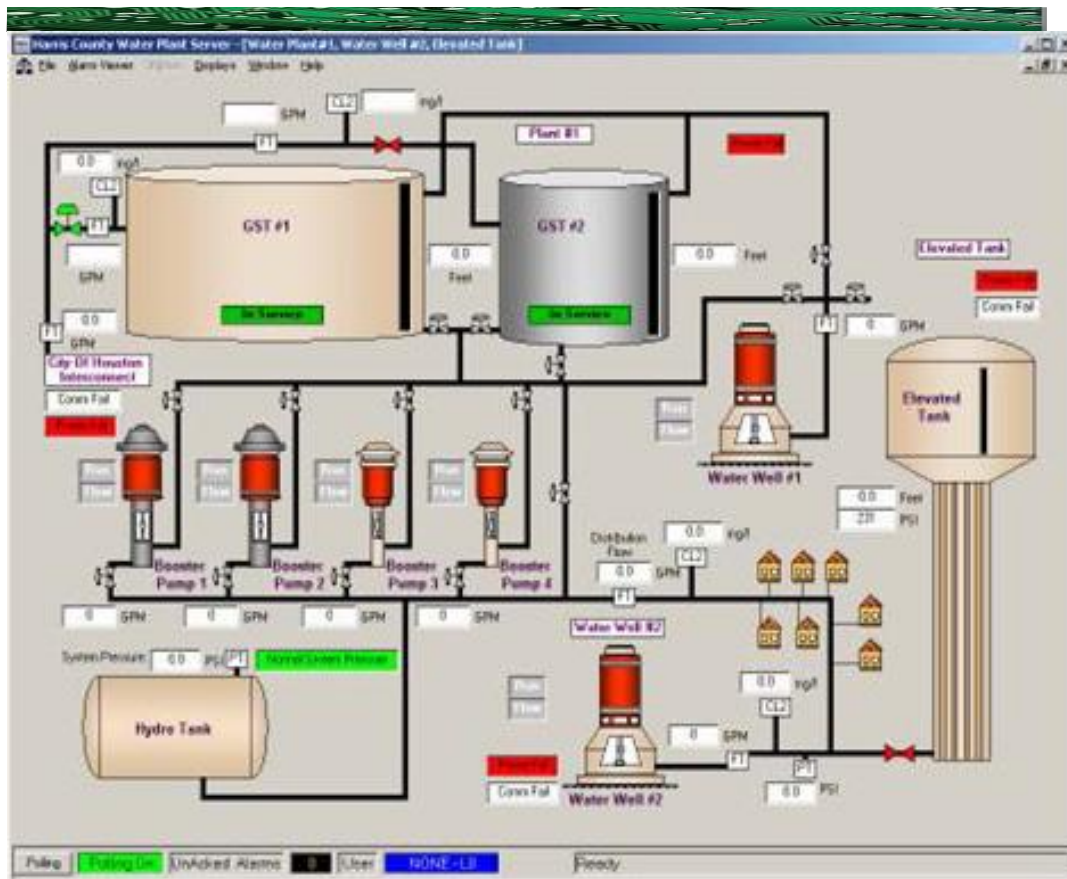
C. Uraian Materi

1. Definisi Human Machine Interface

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 sebuah Komputer yang menampilkan data-data dari hasil pengukuran, pengontrolan, atau menggambarkan sebuah proses yang sedang terjadi secara aktual (Real time).

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 61: 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:

- Memonitor keadaan yang ada di plant.
- Mengatur nilai pada parameter yang ada di plant
- Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi
- Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal
- 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.

b. 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 mengeleminir alarm yang tidak berarti.

c. Trending

Perubahan dari variable proses continue paling baik jika dipresentasikan menggunakan suatu grafik berwarna. Grafik yang dilaporkan tersebut dapat secara summary atau historical.

d. 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. Sistem Online dan Real Time

Dengan menggunakan Online dan Real Time System pada SCADA didapatkan suatu sistem yang dapat dikendalikan dan dimonitor seketika seiring kejadian berlangsung. Dengan HMI yang terintegrasi pada sistem, dapat dipantau segala kejadian dari layar monitor dan dapat mengendalikan sistem seketika melalui monitor komputer juga. Sehingga dengan sistem ini dapat



menghemat waktu dan tenaga kerja untuk memonitor dan mengendalikan setiap stasiun kerja produksi.

Perubahan secara online bisa berupa Penambahan tags pada HMI, Pengendali Manufacturing Execution System (MES), Mengedit logic pada program, Mengendalikan proses OS. Sistem Online dan Real Time pada SCADA mensyaratkan adanya hubungan antara komputer, sistem pengendali (CCU), dan mesin produksi. Dengan kondisi itu dapat dilakukan transfer informasi secara simultan dari sensor dan aktuator ke CCU dan dari CCU ke komputer yaitu ke HMI dan data base. Begitu pula untuk arah sebaliknya. Sistem realtime adalah suatu sistem yang memberikan informasi suatu keadaan dimana informasi yang ditampilkan pada sisi penerima sesuai sama dengan sisi yang diamati baik dalam waktu maupun keadaan.

Sistem realtime dibagi menjadi tiga waktu:

a. Sistem Berdasarkan Waktu

Pada sistem ini, komputer yang digunakan untuk mengendalikan suatu sistem harus dapat melingkupi seluruh operasi yang diperlukan, pengukuran kendali dan pergerakan dalam setiap interval sample.

b. Sistem Berdasarkan Kejadian

Aksi-aksi yang dilakukan pada sistem ini ditampilkan pada suatu keadaan tertentu, bukan pada waktu atau interval waktu tertentu. Spesifikasi sistem yang berdasarkan kejadian biasanya mensyaratkan bahwa sistem harus memberi respon dalam maksimum waktu yang diizinkan pada kejadian tertentu.

2. Sistem Interaktif

Persyaratan real time pada sistem interaktif biasanya dinyatakan bahwa rata-rata waktu respon tidak boleh melebihi waktu tertentu. Sistem ini memiliki petunjuk waktu yang memungkinkan untuk tetap berada dalam waktu yang tepat. Tes untuk mengenali sistem interaktif dilakukan dengan mengetahui apakah sistem berdasarkan waktu dan apakah sistem tersebut dapat secara tepat disinkronkan dengan proses eksternal atau lingkungan fisiknya.

3. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) adalah suatu Sistem Kontrol Supervisory dan Pengumpul. Pada prakteknya pengumpul data umumnya adalah data dari Site di lokasi 'remote', atau sering disebut sebagai 'Telemetry', dan Supervisory Control pada Site di lokasi 'remote' pula, atau sering disebut 'Telecontrol'. Supervisory

Control adalah kendali yang dilakukan diatas kendali lokal, sebagai contoh, pada oil production kita mempunyai beberapa production site yang dikumpulkan pada stasiun pengumpul (gathering station). Kendali lokal dilakukan untuk masing-masing production well dan supervisory control di stasiun pengumpul, melakukan kontrol kepada semua production well dibawahnya.

Misalnya, salah satu production well mengalami gangguan, dan stasiun pengumpul tetap harus memberikan dengan production rate tertentu, maka supervisory control akan melakukan koordinasi pada production well lainnya agar jumlah produksi bisa tetap dipertahankan. Komponen utama dalam SCADA antara lain adalah sistem kontrol yang biasanya diwakili oleh PLC, HMI, dan data base sistem. Ketiga komponen ini saling berinteraksi menjadi satu supervisory yang terintegrasi.

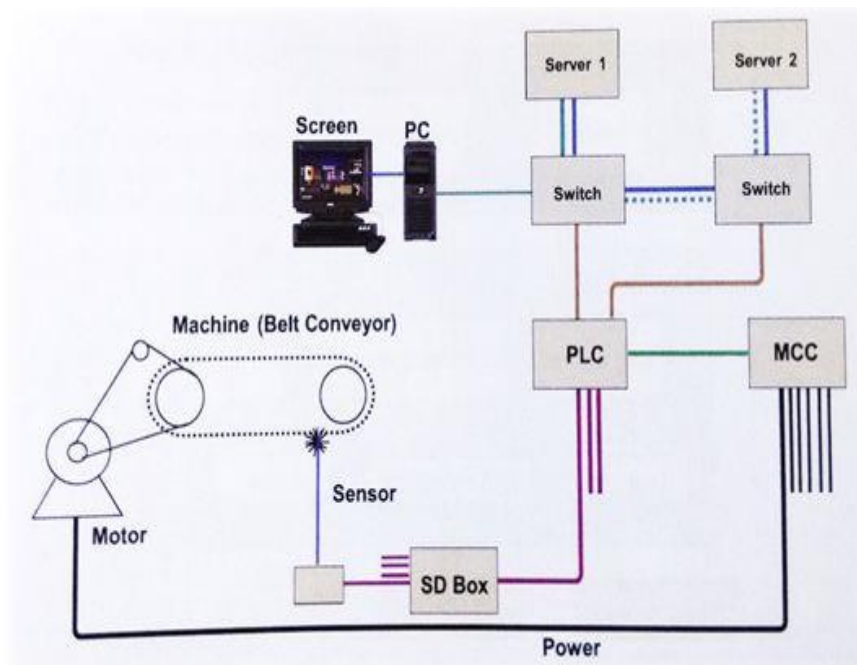
4. HMI jenis ECS

HMI ECS (Expert Control and Supervision) adalah salah satu jenis software HMI yang digunakan untuk memonitor dan mengontrol sistem pada proses industri. HMI ini dikembangkan oleh perusahaan FLSmidht kusus untuk industri semen sehingga icon – icon yang digunakan pada interface sangat familiar dengan peralatan produksi yang ada pada proses produksi industri semen.



Gambar 62: Tampilan ECS pada monitor

ECS sangat detail dalam penggambaran sebuah proses industri, kedetailannya hingga sampai pada bagian sub sistem, hal itu terbukti dengan adanya fasilitas sistim Start dan Stop Plant Machinery, konfigurasi sistem dan proses parameter. Terdapat banyak fasilitas yang dimiliki oleh ECS, diantaranya adalah fasilitas monitoring jarak jauh. HMI ini dapat diintegrasikan dengan layanan internet sehingga user dapat memonitoring kegiatan produksi dimanapun dan kapanpun dari peralatan elektronik yang tersambung dengan layanan internet. HMI jenis ini diciptakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang menuntut optimasi tingkat tinggi di suatu proses industri. Sehingga dalam aplikasi ECS diterapkan rekayasa kecerdasan seperti Fuzzy Logic, Neural Network, Statistical Proses Control (SPC) dan Model Base Predictive Control (MPC). Intinya Sistim dari ECS ini selain dapat menampilkan visualisasi juga dirancang untuk mengontrol dan mengatasi permasalahan sebuah plant.



Gambar 63: Proses Konfigurasi ECS dengan PLC

Gambar 63 merupakan contoh sederhana yang menjelaskan tentang alur informasi dari belt konveyor menuju ECS server atau sebaliknya. Ada dua server untuk memastikan sebuah plant benar – benar berjalan (aktif) bahkan dapat menginformasikan gangguan jika salah satu server bermasalah. Langkah awal adalah Mesin (belt konveyor) akan didefinisikan ke sistem ECS dengan seting point tertentu tujuannya untuk mengkonfigurasi mesin dengan ECS. Selanjutnya Mesin dan kecepatan sensor didalamnya dianggap sebagai satu unit sistem. PLC akan mengkombinasikan informasi dari kecepatan sensor dan MCC kemudian informasi tersebut dikirim ke data base ECS. Misal jika terjadi kesalahan pada sistem maka PLC akan mengirimkan data berupa alarm peringatan yang akan ditampilkan di layar monitor. Sehingga operator dapat melihat



permasalahan dan segera menindak lanjuti permasalahan yang terjadi. Operator dapat mengambil tindakan dari antarmuka ECS misal mematikan sistem yang lain untuk kepentingan keamanan.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Aktivitas Pengantar

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat dikelompok Saudara untuk menjawab pertanyaan yang ada pada LK-06.

Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, lanjutkan pada aktivitas praktikum

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.

LEMBAR KERJA (LK06)

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

.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!



.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Apakah yang dimaksud dengan human machine interface?
2. Jelaskan fungsi-fungsi HMI?
3. Jelaskan prinsip kerja HMI jenis ECS!

F. Rangkuman

Human Machine Interface (HMI) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat real time. Sistem HMI biasanya bekerja secara online dan real time dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O port yang digunakan oleh sistem controller-nya. Port yang biasanya digunakan untuk controller dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah port com, port USB, port RS232 dan ada pula yang menggunakan port serial.

Secara umum HMI memiliki beberapa fungsi diantaranya memberikan informasi yang up to date kepada operator, menerjemahkan instruksi operator ke mesin, memonitor keadaan, mengambil tindakan yang sesuai dgn keadaan yg terjadi, memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal, menampilkan pola data kejadian yang ada pada mesin baik secara real maupun secara historical, dsb.

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).

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 = $(\text{Jumlah jawaban benar} : 6) \times 100 \%$

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 2. Ini artinya bagus. Namun bila tingkat penguasaan masih di bawah 80 % harus mengulangi Kegiatan Belajar pada bagian ini terutama pada bagian yang belum dikuasai.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

A. Kegiatan Pembelajaran 1

1. Penelitian Tindakan Kelas (PTK) adalah penelitian yang dilakukan oleh guru di kelasnya melalui refleksi diri untuk memperbaiki kinerjanya dalam rangka meningkatkan hasil belajar siswa.
2. Karakteristik PTK:
 - 1) Sumber masalah: kerisauan guru akan kinerjanya (an inquiry of practice from within), adanya masalah pembelajaran yang perlu diselesaikan.
 - 2) Peneliti: guru sebagai pelaku yang terlibat di dalam situasi yang diteliti
 - 3) Tempat penelitian: di kelas sendiri (situasi sosial pendidikan)
 - 4) Metode penelitian: refleksi diri (self-reflective inquiry) – agak longgar namun tetap mengikuti kaidah-kaidah penelitian (data dikumpulkan secara sistematis dari tindakan sendiri). Guru mengumpulkan data dari praktik pembelajarannya, dengan mengingat kembali apa yang dikerjakan di kelas, dampaknya thd siswa, memikirkan mengapa dampak tsb terjadi. Guru menemukan kelemahan dan kekuatan tindakannya di kelas, mencoba memperbaiki kelemahan, dan mengulangi /memperbaiki tindakan yang dianggap sudah baik.
 - 5) Tujuan: memperbaiki kinerja guru (pembelajaran yang dilakukan oleh guru)
3. Beda PTK vs Penelitian Kelas Non-PTK

No	Aspek	PTK	Penelitian Kelas Non-PTK
1	Peneliti	Guru	Orang luar
2	Perencana Penelitian	Guru (dpt dibantu org lain)	Peneliti
3	Munculnya Masalah	Dari Guru	Orang luar (peneliti)
4	Ciri Utama	Tindakan perbaikan yg berulang	Belum tentu ada tindakan perbaikan
5	Peran Guru	Guru dan Peneliti	Objek penelitian
6	Tempat Penelitian	Kelas	Kelas
7	Proses Pengumpulan data	Guru (+ org lain)	Peneliti
8	Hasil Penelitian	Langsung dimanfaatkan guru di kelas	Belum tentu diterapkan di kelas

4. PTK vs Penelitian Formal

No	Dimensi	PTK	Penelitian Formal
1	Motivasi	Tindakan	Kebenaran
2	Sumber Masalah	Diagnosis status	Induktif-Deduktif
3	Tujuan	Memperbaiki praktik	Verifikasi & generalisasi pengetahuan
4	Peneliti yg terlibat	Pelaku dari dalam (guru)	Orang luar yang berminat
5	Sampel	Kasus khusus	Sampel representatif
6	Metodologi	Longgar ttp ttp jujur-objektif – tidak memihak	Baku – objektif & tidak berpihak
7	Penafsiran Hasil	Untuk memahami praktik melalui refleksi diri yang membangun	Mendeskripsikan, mengabstraksi, menyimpulkan, menemukan teori oleh ilmuwan

5. Guru melakukan PTK

- Profesionalisme: guru mempunyai otonomi untuk menilai kinerjanya.
- Praktik di kelas: guru sbg orang yang paling tahu situasi kelasnya, dan interaksi guru-siswa di kelas bersifat unik
- Kontrol sosial thd guru: keterlibatan guru dlm berbagai kegiatan inovatif & pengembangan menuntut guru mampu meneliti kelasnya.
- Kemanfaatan penelitian pendidikan: hasil penelitian tradisional belum tentu dpt diterapkan dlm pembelajaran

6. Apa manfaat PTK

1) Bagi guru:

- ✓ untuk memperbaiki kinerjanya (memperbaiki pembelajarannya)
- ✓ Sebagai sarana pengembangan profesionalisme guru (guru mampu menilai dan memperbaiki pembelajarannya)
- ✓ Membuatnya percaya diri.
- ✓ Guru telah berperan aktif mengembangkan pengetahuan & keterampilan sendiri

2) Bagi peningkatan PBM (Prestasi Siswa):

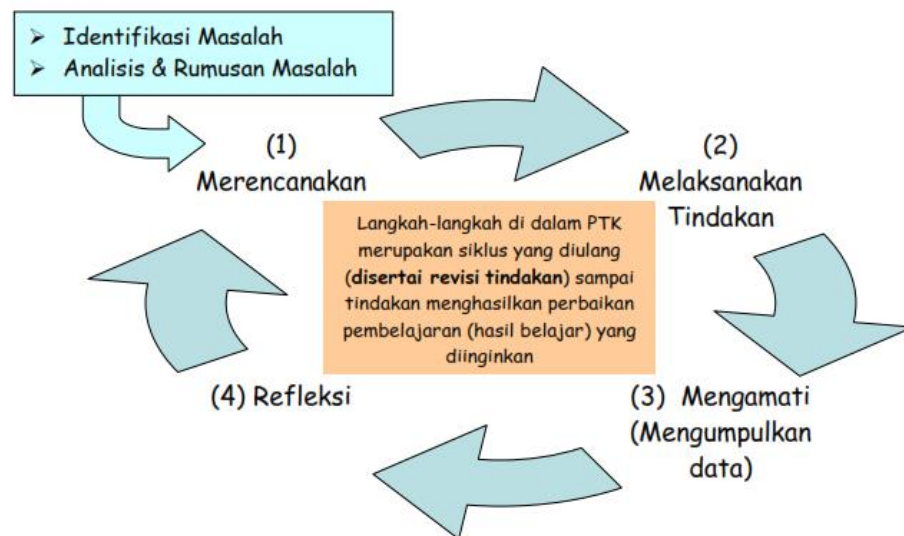
- ✓ Memperbaiki PBM
- ✓ Meningkatkan hasil belajar siswa
- ✓ Sebagai model bagi siswa

3) Bagi Sekolah:

- ✓ Sekolah menjadi berkembang: meningkatkan/kemajuan para guru yg melaksanakan PTK
- ✓ Meningkatkan citra sekolah

7. Tahap-tahap PTK

Tahap-tahap PTK:



8. Identifikasi Masalah untuk PTK:

Masalah bermula dari kerisauan orang yang terlibat dalam praktik (guru sbg pengelola PBM), kepekaan guru thd masalah yang terjadi dlm pembelajaran. Guru bertanya pada diri sendiri:

- ✓ Apa yang sedang terjadi di kelas saya?
- ✓ Masalah apa yang ditimbulkan oleh kejadian itu? Apa pengaruh masalah tsb bagi kelas saya?
- ✓ Apa yang akan terjadi jika masalah tsb saya biarkan?
- ✓ Apa yang akan saya lakukan untuk mengatasi masalah tsb atau memperbaiki situasi yang ada?

Tujuan identifikasi masalah: menemukan masalah Memfokuskan masalah pada aspek tertentu → proses pembelajaran (aspek strategis & kunci keberhasilan pendidikan).

B. Kegiatan Pembelajaran 2

Jawaban soal-soal pilihan ganda di atas adalah .

1. B,

- 
2. C,
 3. C,
 4. B,
 5. B
 6. A ,
 7. B,
 8. B,
 9. A,
 - 10.A

C. Kegiatan Pembelajaran 3

1. Sederatan instruksi yang disusun secara berurutan.
2. Program diagram ladder dan program mneumonik
3. Alamat, instruksi, dan operand.
4. Instruksi yang mengkondisikan instruksi lain di sisi kanan.
5. LOAD, LOAD NOT, AND, AND NOT, OR, OR NOT
6. Bila program tidak dapat diwujudkan hanya oleh instruksi diagram ladder.
7. Bila garis instruksi bercabang.
8. Timer
9. Setelan waktu untuk Timer.
10. Untuk memasukkan instruksi yang tidak tersedia tombolnya pada Konsol Pemrogram.
11. END(01), IL(02), ILC(03), JMP(04), JME(05)
12. END(01)
13. Agar operand untuk peralatan I/O konsisten.
14. Konversikan diagram ladder berikut ini menjadi kode mneumonik

Alamat	Instruksi	Operand
00000	LD NOT	0.00
00001	OUT	TR 0
00002	AND LD	0.01
00003	OUT	10.00
00004	LD NOT	TR 0
00005	AND	0.02
00006	OUT	10.01



D. Kegiatan Pembelajaran 4

1. SCADA bukanlah teknologi khusus, tapi lebih merupakan sebuah aplikasi. Kepanjangan SCADA adalah Supervisory Control And Data Acquisition, semua aplikasi yang mendapatkan data-data suatu sistem di lapangan dengan tujuan untuk pengontrolan sistem merupakan sebuah Aplikasi SCADA!
2. Anda dapat menggunakan SCADA untuk mengatur berbagai macam peralatan. Biasanya, SCADA digunakan untuk melakukan proses industri yang kompleks secara otomatis, menggantikan tenaga manusia (bisa karena dianggap berbahaya atau tidak praktis - konsekuensi logis adalah PHK), dan biasanya merupakan proses-proses yang melibatkan faktor-faktor kontrol yang lebih banyak, faktor-faktor kontrol gerakan-cepat yang lebih banyak, dan lain sebagainya, dimana pengontrolan oleh manusia menjadi tidak nyaman lagi.
3. SCADA sangat mempengaruhi hasil produksi:dimana dalam proses produksi yang membutuhkan Catu Daya, suhu yang terkontrol, kelembaban lingkungan yang stabil dan tidak pernah mati.

SCADA diperlukan untuk mengetahui - secara real time - status dari berbagai macam komponen dan peralatan dalam sebuah sistem kompleks yang besar. SCADA juga diperlukan untuk mengetahui bagaimana perubahan masukan mempengaruhi luaran.

SCADA juga sangat bermanfaat untuk menunjang proses produksi yang berjarak jauh dan dikendalikan secara real time.

E. Kegiatan Pembelajaran 5

- ii. bluetooth,infra red,wifi dan modem.
bluetooth,infra red,wifi dan modem.merupakan media transmisi wireless karna tidak menggunakan kabel sebagai medianya.
- iii. media transmisi wireless adalah media yang tidak menggunakan kabel sebagai medianya sedangkan media transmisi wire menggunakan kabel sebagai media nya.
- iv. Client server dan peer to peer



v. Data sharing

vi. Arsitektur Komdat

F. Kegiatan Pembelajaran 6

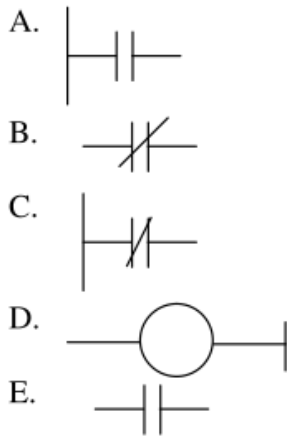
1. HMI (Human Machine Interface) adalah sebuah interface atau tampilan penghubung antara manusia dengan mesin. HMI juga merupakan user interface dan sistem kontrol untuk manufaktur.
2. HMI mempunyai fungsi sebagai berikut :
 - Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
 - Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
 - Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
 - Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
 - Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara real time maupun historical (Trending history atau real time).

HMI memvisualisasikan kejadian, peristiwa, atau pun proses yang sedang terjadi di *plant* secara nyata sehingga dengan HMI operator lebih mudah dalam melakukan pekerjaan fisik (Irvine, 2001). Biasanya HMI digunakan juga untuk menunjukkan kesalahan mesin, status mesin, memudahkan operator untuk memulai dan menghentikan operasi, serta memonitor beberapa part pada rantai produksi.

3. HMI ECS (Expert Control and Supervision) adalah salah satu jenis software HMI yang digunakan untuk memonitor dan mengontrol sistem pada proses industri. HMI ini dikembangkan oleh perusahaan FLSmidht kusus untuk industri semen sehingga icon – icon yang digunakan pada interface sangat familiar dengan peralatan produksi yang ada pada proses produksi industri semen.

EVALUASI

1. Simbol ladder untuk instruksi LD adalah



2. . Memori pada PLC berfungsi untuk

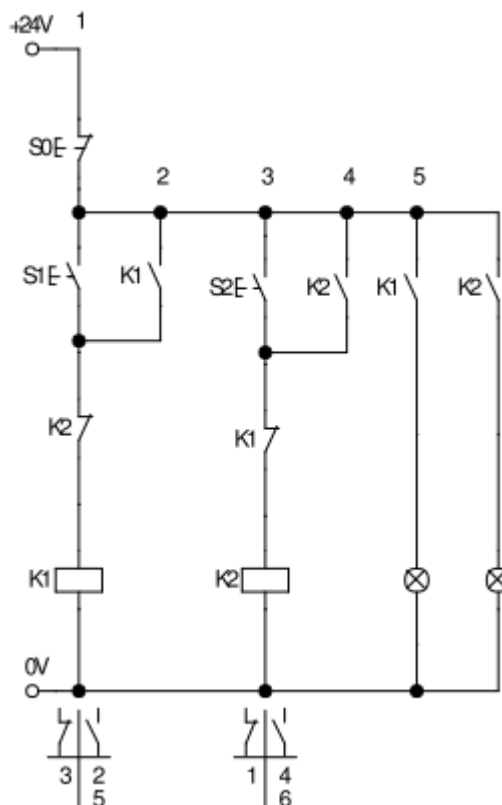
- A. Mikroprosesor yang mengkoordinasikan kerja sistem PLC.
- B. Daerah yang menyimpan sistem operasi dan data pemakai.
- C. Modul rangkaian yang digunakan untuk menyesuaikan sinyal pada peralatan luar
- D. memberikan sinyal kepada PLC dan selanjutnya PLC memproses sinyal tersebut untuk mengendalikan peralatan output.
- E. peralatan yang digunakan dalam sistem kendali PLC, tetapi bukan merupakan bagian dari sistem secara nyata.

3. Tampilan yang memudahkan manusia (operator) untuk mengendalikan mesin (plant sistem)...

- A. HMI,
- B. MTU
- C. RTU,
- D. Operator,
- E. Sensor

4. Gambar rangkaian di bawah ini
rangkaian kontrol...

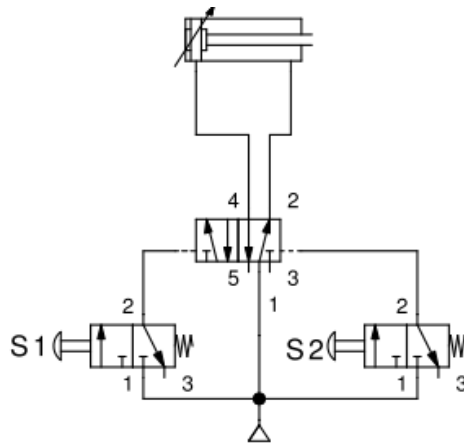
- A. 2 motor kerja berurutan
- B. 2 motor kerja bergantian
- D. dahlander
- E. kerja serempak



adalah

5. Pada gambar di bawah ini, jika S1 ditekan sesaat maka

- A. silinder akan keluar maksimal lalu berhenti
- B. silinder akan keluar setengah lalu berhenti
- C. silinder akan keluar masimal lalu kembali
- D. silinder tidak bergerak
- E. silinder keluar masuk secara otomatis

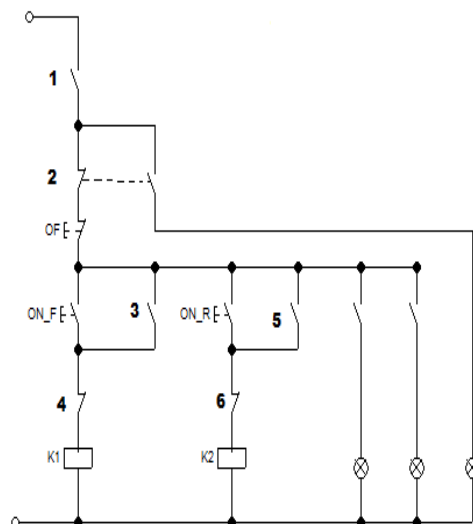


6. Pada rangkaian DOL (direct on line) jika pada saat tombol start ditekan sesaat dan motor berputar sesaat maka indikasi kesalahan terdapat pada....

- A. pushbutton start belum terpasang
- B. pushbutton stop belum terpasang
- C. magnetik kontaktor belum terpasang
- D. NC sebagai pengunci belum terpasang
- E. NO sebagai pengunci.belum terpasang

7. Perhatikan gambar rangkaian kontrol balik putaran motor listrik di bawah ini, gambar yang ditunjukan oleh nomor 1,5 dan 6 adalah

- A. MCB, OLR , NO K1
- B. MCB, NO K1 , NC K1.
- C. MCB, NO K2 , NC K2.
- D. MCB, NO K1 , NC K2
- E. MCB, NO K2 , NC K1





8. Jaringan yang mencakup sebuah Negara disebut dengan
- A. LAN
 - B. MAN
 - C. WAN
 - D. Internet
9. Berikut ini manfaat dari jaringan computer , kecuali
- A. Dapat berbagi sumber daya
 - B. Dapat menggunakan data bersama-sama
 - C. Mempunyai keandalan yang lebih tinggi
 - D. Kita dapat mengakses data orang tanpa harus diketahui
10. Perangkat berikut yang berfungsi untuk menghubungkan dua LAN adalah . .
- A. Router
 - B. Bridge
 - C. Hub
 - D. Kabel UTP
11. Perangkat berikut yang berfungsi untuk mengisolasi arus data yang datang dari satu LAN dengan yang dari LAN yang lain adalah
- A. Router
 - B. Bridge
 - C. Hub
 - D. Kabel UTP
12. Perangkat berikut yang memungkinkan dua buah computer saling berkomunikasi dan mempertukarkan data dalam jaringan adalah
- A. Router
 - B. Bridge
 - C. Hub
 - D. LAN Card

- 
13. Program yang berfungsi untuk memonitor jaringan dan menangkap paket data yang melewati jaringan disebut
- A. Spoofing
 - B. Scanner
 - C. Sniffer
 - D. Password Cracker
14. Teknik pengaman data yang dilakukan dengan cara menyandikan data-data yang dikirim dikenal dengan istilah
- A. Firewall
 - B. Kriptografi
 - C. Secure Socket Layer
 - D. Destructive Devices
15. Teknik pengaman data yang dilakukan dengan cara memfilter arus komunikasi yang masuk dan keluar dikenal dengan istilah
- A. Firewall
 - B. Kriptografi
 - C. Secure Socket Layer
 - D. Destructive Devices



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

- Jarvis, P. (2001). *Learning in later life: An introduction for educators and careers*. London: Kogan Page.
- Neuman, W. L. (2003). *Social research methods, qualitative and quantitative approaches (5th)*. Boston: Pearson Education Inc.
- Oakes, J. (1990). *Multiplying inequities, The effect of race, social class, an tracking on opportunities to learn mathematics and science*. Santa Monica, CA: The BAND Corporation
- Kemmis, Stephen and McTaggart, Robin (1988) *The Action Research planner*, 3rd Edition, Deakin University, Geelong
- Kurt Lewin, (1958). *Action Research and Minority Problems*, *Journal of Social Issues* 2: 34-46.
- O'Brien, R. (2001). *An overview of the Methodological Approach of Action Research*. Toronto: Faculty of Information Studies. Available: <http://www.web.ca/robrien/.html>
- Riel, M. (2007). *Understanding Action Research*, Center For Collaborative Action Research. Available at <http://cadres.pepperdine.edu/ccar/define.html>
- McTaggart, Robin (1991) 'Principles of Participatory Action Research' *Adult Education Quarterly*, Vol. 41, No 3, 1991:170
- Amat Jaedun. 2008. *Prinsip-prinsip Penelitian Tindakan*. Makalah Pelatihan PTK Bagi Guru Di Propinsi DIY. Lembaga Penelitian UNY. 2008.
- Ani Widayati. 2008. *Penelitian Tindakan Kelas*. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*. Vol. VI. No. 1. Tahun 2008.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2004. *Pedoman Penyusunan Usulan Penelitian Tindakan Kelas Tahun Anggaran 2004*.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Pedoman Block Grant Penelitian Tindakan Kelas*. Tahun 2008.
- Edi Prajitno. 2008. *Metode Penelitian Dalam Penelitian Tindakan Kelas*. Makalah Pelatihan PTK Bagi Guru Di Propinsi DIY. Lembaga Penelitian UNY. 2008.
- Ishariwi. 2008. *Identifikasi dan Formulasi masalah Dalam Penelitian Tindakan*. Makalah Pelatihan PTK Bagi Guru Di Propinsi DIY. Lembaga Penelitian UNY. 2008.
- Sukanti. 2008. *Meningkatkan Kompetensi Guru Melalui Pelaksanaan Penelitian Tindakan Kelas*. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*. Vol. VI. No. 1. Tahun 2008.
- Stenerson, Jon. *Fundamentals of PLC, Sensors, and Communications*. Prentice Hall : 2004.
- Hamzah, dkk. 2011. *Menjadi peneliti PTK yang professional*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- Mulyasa, E. 2011. *Praktik Penelitian Tindakan Kelas, menciptakan perbaikan berkesinambungan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Kunandar. 2008. *Langkah Mudah PTK sebagai Pengembangan Profesi Guru* Jakarta: PT. Rajagrafindo. Persada



- Djunaidi, Ghony. M, 2008. Penelitian Tindakan Kelas Malang: UIN-Malang Pers.
- Asrori Muhammad, 2007. Penelitian Tindakan Kelas Bandung: CV. Wacana Prima.
- Wardhani, IGAK dan Wihardit, Kuswaya, 2014. Penelitian Tindakan Kelas Jakarta: Universitas Terbuka.
- Kun, A. (2009, April 1). Mode Transmisi Data. Dipetik November 25, 2013, dari Perjalanan Belum Usai: <http://pekoktenan.wordpress.com/2009/04/01/mode-transmisi-data/>
- Nico. (2010, Juli 6). Perbedaan Hub dan Switch. Dipetik November 25, 2013, dari Info Teknologi: <http://www.infoteknologi.com/network/perbedaan-hub-dan-switch/>
- Rendy. (2010, Oktober). Path Loss Noise Masalah Pada Komunikasi. Dipetik 2013 24, November, dari Assalamualaikum: <http://rendy1412.blogspot.com/2010/10/path-loss-noise-masalah-pada-komunikasi.html>
- Reni. (2013, Februari 27). Pengertian dan Konfigurasi Jaringan AD-Hoc. Dipetik November 25, 2013, dari Teknik Komputer Jaringan: <http://tkj19reni.blogspot.com/2013/02/pengertian-dan-konfigurasi-jaringan-ad.html>
- Sajid, A. (2008, Januari 30). Coaxial Cable. Dipetik November 25, 2013, dari Mobile Indonesia: <http://www.mobileindonesia.net/coaxial-kabel-coaxial/>
- Tanutama, L. (2013). Pengantar Komunikasi. Dipetik November 25, 2013, dari Bina Nusantara: <http://repository.binus.ac.id/content/H0484/H048482828.doc>
- Wikipedia. (2012, Maret 14). Komunikasi Data. Dipetik November 10, 2013, dari Wikipedia: http://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi_data
- 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 dilakukan dengan 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 pengolahan 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 sistem pengolahan bahasa C++. Karena merupakan pemrograman berorientasi obyek, maka program ini dapat 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 biasanya digunakan 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.
EEPROM	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 Pemanda Hiperteks	Adalah bahasa pemanda 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 mengeblok 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".