



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri

Pedagogik : Pengembangan Strategi Pembelajaran
Profesional : Sistem Kontrol Elektromekanik

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri

Penyusun :

Habibullah, S.Pd., MT

UNP Padang

hbullah@gmail.com

081363108543

Reviewer :

Hari Wibowo

AB. Electronics

—

—

**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.

Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru Teknik Otomasi Industri merupakan petunjuk bagi guru di dalam mengikuti Pendidikan dan Pelatihan pasca Uji Kompetensi Guru (UKG). Modul ini disajikan untuk memberikan informasi tentang 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 modul ini, mudah-mudahan modul ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi semua pihak yang terlibat dalam diklat PKB.

Jakarta, Maret 2016

Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,

NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	5
A. Tujuan	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	5
C. Uraian Materi	5
1. Pembelajaran Saintifik	5
2. Strategi / Model Pembelajaran	17
a. <i>Discovery Learning</i>	22
b. Model Pembelajaran Problem based learning	30
c. Inquary Learning	34
D. Aktivitas Pembelajaran	43
E. Latihan/ Kasus /Tugas	44
F. Rangkuman	46
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	49
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	50
A. Tujuan	50
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	50
C. Uraian Materi	50
Bahan Bacaan 1	50
Penggunaan sensor pada otomasi industri	50
Bahan Bacaan 2	53
Penggunaan aktuator pada otomasi industri	53
Bahan Bacaan 3	55

Penggunaan komponen kontrol elektromekanik.....	55
Bahan Bacaan 4.....	70
Rangkaian Kontrol Elektromekanik pada otomasi industri	70
Bahan Bacaan 5.....	93
Pengontrolan Motor Listrik.....	93
D. Aktifitas Pembelajaran.....	106
Aktifitas Pengantar	106
Aktifitas 1. Mengamati penggunaan relay dan kontaktor.....	106
Aktifitas 2. Mengamati penggunaan TOR	107
Aktifitas 3. Mengamati penggunaan TDR	107
E. Latihan/ Kasus /Tugas	107
F. Rangkuman.....	111
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	113
LEMBAR KERJA KB-2	114
LK – 01	114
LK - 02.....	116
LK - 03.....	117
LK - 04.....	118
KUNCI JAWABAN	119
EVALUASI	120
PENUTUP	125
DAFTAR PUSTAKA.....	126
GLOSSARIUM	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Toggle switch	51
Gambar 2. Push button	52
Gambar 3. Bentuk lain Push button	52
Gambar 4. Bentuk Limit Switch	53
Gambar 5. Simbol dan bentuk fisik relay	56
Gambar 6. Relay dikemas plastik tertutup	57
Gambar 7. Kontak magnet	58
Gambar 8. Kontak-kontak pada kontak magnet	59
Gambar 9. TOR dalam keadaan normal	61
Gambar 10. TOR dalam keadaan beban lebih	61
Gambar 11. Konstruksi Thermal Overload Relay (TOR)	62
Gambar 12. Konstruksi Lampu Indikator	63
Gambar 13. Contoh penggunaan lampu indikator pada otomasi industri	63
Gambar 14. Penggunaan lampu indikator pada rangkaian kontrol	64
Gambar 15. Kumparan kontak energize	65
Gambar 16. Saat terjadi beban lebih	65
Gambar 17. Hubungan terminal relay penunda waktu (TDR)	66
Gambar 18. Bagian depan relay penunda waktu (TDR)	66
Gambar 19. Mode operasi relay penunda waktu (TDR)	67
Gambar 20. Relay penunda waktu on-delay	67
Gambar 21. Relay penunda waktu on-delay setelah 5 detik	68
Gambar 22. Kontruksi Motor Circuit Breaker	68
Gambar 23. Kontruksi saklar selektor	69
Gambar 24. Saklar selektor dua posisi	70
Gambar 25. Rangkaian Pengunci (a) Dominant–Reset (b) Dominant-Set	71
Gambar 26. Rangkaian Operasi bergantian (<i>interlocking</i>)	72
Gambar 27. Rangkaian Kontrol Operasi Berurutan	72
Gambar 28. Rangkaian daya dan kontrol motor menggunakan 1 MC.	73
Gambar 29. Rangkaian pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC dan 2 tombol On-Off.	74
Gambar 30. Rangkaian daya atau rangkaian utama pengendalian starting motor listrik 3 fasa bintang–segitiga manual.	75
Gambar 31. Rangkaian kontrol starting bintang-segitiga motor 3 fasa manual... ..	76
Gambar 32. Rangkaian kontrol starting motor 3 fasa bintang-segitiga otomatis. ..	77
Gambar 33. Rangkaian utama dan rangkaian kontrol pengendalian motor 3 fasa putar kanan dan kiri manual	78
Gambar 34. Rangkaian utama atau daya pengendalian 2 buah motor induksi 3 fasa bergantian	79
Gambar 35. Rangkaian kontrol 2 buah motor 3 fasa bekerja bergantian manual.	80
Gambar 36. Rangkaian kontrol 2 buah motor 3 fasa bekerja bergantian otomatis.	80
Gambar 37. Rangkaian control pengendalian kelompok motor bekerja bergantian	81
Gambar 38. Rangkaian control penyalaan lampu dengan waktu tunda	82
Gambar 39. rangkaian kontrol penyalaan 2 lampu dengan tunda waktu.	82
Gambar 40. Rangkaian control dua lampu indikator dengan penunda waktu.	83
Gambar 41. Pengendalian lampu nyala kedip	83

Gambar 42. Solid State Relay.....	85
Gambar 43. Proses Kerja Solid-State Relay	87
Gambar 44. Rangkaian Internal Solid State Relay	90
Gambar 45. Daerah Pengaktifan sebuah SSR.....	91
Gambar 46. Rangkaian dengan lampu	93
Gambar 47. Pengontrolan Motor dengan DOL (Direct on Line).....	95
Gambar 48. Diagram daya motor dua arah putaran.....	96
Gambar 49. Diagram kontrol motor dua arah putaran	97
Gambar 50. Diagram daya motor diasut Y- Δ	98
Gambar 51. Diagram kontrol motor diasut Y- Δ	99
Gambar 52. Diagram daya motor dengan dua arah yang diasut Y- Δ	100
Gambar 53. Diagram kontrol motor dengan dua arah yang diasut Y- Δ	101
Gambar 54. Pengawatan peralatan kontrol motor induksi tiga fasa dengan pengasutan Y- Δ	101
Gambar 55. Diagram daya motor berurutan.....	102
Gambar 56. Diagram kontrol motor berurutan.....	103
Gambar 57. Diagram daya motor dahlander	104
Gambar 58. Diagram kontrol motor dahlander	105

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis Kontak Pada Relay	55
Tabel 2. Kategori Kontaktor menurut IEC	59

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 PKB Teknik Otomasi Industri kelompok kompetensi B ini terdiri atas 2 bagian kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran 1 meliputi materi mengenai kemampuan pedagogik guru dalam menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran teknik otomasi industri. Dengan mempelajari modul ini diharapkan guru kreatif dalam mendidik peserta didiknya sesuai dengan mata pelajaran teknik otomasi industri.

Pada kegiatan pembelajaran 2 dibahas mengenai pelajaran yang diampu oleh guru, yaitu evaluasi prosedur penggunaan sensor, aktuator dan komponen kontrol elektromekanik, serta dapat membangun kontrol elektromekanik pada sistem otomasi industri. Materi ini dibutuhkan guru supaya guru menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan sensor, aktuator dan komponen kontrol elektromekanik pada sistem otomasi industri. Sehingga Guru teknik otomasi industri dapat menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan sensor, aktuator dan komponen kontrol elektromekanik serta dapat mengkomisioning kontrol elektromekanik yang telah dikerjakan oleh siswa.

B. Tujuan

Tujuan disusunnya modul diklat PKB ini adalah untuk meningkatkan kompetensi profesional dan pedagogik guru teknik otomasi industri dan memberikan bekal pengetahuan serta keterampilan bagi guru teknik otomasi industri sehingga menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran teknik otomasi industri, dapat mengevaluasi prosedur penggunaan sensor (switch, tombol tekan, limit switch, proksimiti), aktuator dan komponen kontrol elektromekanik serta dapat membangun kontrol elektromekanik pada sistem otomasi industri.

C. Peta Kompetensi

C.1. Pedagogik

C.1.1. Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.

C.1.1.1. Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu

C.2. Profesional

C.2.1. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

C.2.1.1. Mengevaluasi prosedur penggunaan sensor (switch, tombol tekan, limit switch, proksimiti), aktuator dan komponen kontrol elektromekanik serta menemukan kesalahan pada fasilitas dan sistem otomasi industri.

C.2.1.2. Membangun kontrol elektromekanik pada sistem otomasi industri.

D. Ruang Lingkup

Modul ini terbagi atas 2 kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran 1 berisi materi tentang pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran teknik otomasi industri. Di sini guru dituntut untuk mampu menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran teknik otomasi industri

Kegiatan pembelajaran 2 berisi tentang penguasaan materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran teknik otomasi industri. Di sini guru dituntut untuk dapat mengevaluasi prosedur penggunaan sensor (switch, tombol tekan, limit switch, proksimiti), aktuator dan komponen kontrol elektromekanik serta dapat membangun kontrol elektromekanik pada sistem otomasi industri.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Modul diklat ini diperuntukkan bagi peningkatan kompetensi profesional dan pedagogik guru pada mata pelajaran teknik otomasi industri. Modul ini terdiri dari 2 kegiatan pembelajaran. Setiap kegiatan pembelajaran berisi informasi teori, tugas dan tes formatif. Mulailah mempelajari teori terlebih dahulu, kemudian jawablah pertanyaan yang ada. Keberhasilan dalam menyelesaikan modul ini terletak pada berapa banyak soal yang dijawab secara benar.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PEDAGOGIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti diklat ini peserta mampu menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Pendekatan pembelajaran saintifik diterapkan sesuai dengan karakteristik materi yang akan diajarkan.
2. Berbagai strategi/model pembelajaran (Problem based learning, Discovery Learning dan Inquiry Learning) dibedakan dengan tepat.
3. Berbagai metoda dan teknik pembelajaran dijelaskan dengan benar.
4. Berbagai metoda dan teknik pembelajaran diterapkan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

C. Uraian Materi

1. Pembelajaran Saintifik

Pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif membangun konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang “ditemukan”.

Pendekatan saintifik dimaksudkan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik dalam mengenal, memahami berbagai materi menggunakan pendekatan ilmiah, bahwa informasi bisa berasal dari mana saja, kapan saja, tidak bergantung pada informasi searah dari guru. Oleh karena itu kondisi pembelajaran yang diharapkan tercipta diarahkan

untuk mendorong peserta didik dalam mencari tahu dari berbagai sumber melalui observasi, dan bukan hanya diberi tahu.

Penerapan pendekatan saintifik dalam pembelajaran melibatkan keterampilan proses seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, meramalkan, menjelaskan, dan menyimpulkan. Dalam melaksanakan proses-proses tersebut, bantuan guru diperlukan. Akan tetapi bantuan guru tersebut harus semakin berkurang dengan semakin bertambah dewasa siswa atau semakin tingginya kelas siswa.

Metode saintifik sangat relevan dengan tiga teori belajar yaitu teori Bruner, teori Piaget, dan teori Vygotsky. Teori belajar Bruner disebut juga teori belajar penemuan. Ada empat hal pokok berkaitan dengan teori belajar Bruner (dalam Carin & Sund, 1975).

Pertama, individu hanya belajar dan mengembangkan pikirannya apabila ia menggunakan pikirannya. *Kedua*, dengan melakukan proses-proses kognitif dalam proses penemuan, siswa akan memperoleh sensasi dan kepuasan intelektual yang merupakan suatu penghargaan intrinsik. *Ketiga*, satu-satunya cara agar seseorang dapat mempelajari teknik-teknik dalam melakukan penemuan adalah ia memiliki kesempatan untuk melakukan penemuan. *Keempat*, dengan melakukan penemuan maka akan memperkuat retensi ingatan. Empat hal di atas adalah bersesuaian dengan proses kognitif yang diperlukan dalam pembelajaran menggunakan metode saintifik.

Teori Piaget, menyatakan bahwa belajar berkaitan dengan pembentukan dan perkembangan skema (jamak skemata). Skema adalah suatu struktur mental atau struktur kognitif yang dengannya seseorang secara intelektual beradaptasi dan mengkoordinasi lingkungan sekitarnya (Baldwin, 1967). Skema tidak pernah berhenti berubah, skemata seorang anak akan berkembang menjadi skemata orang dewasa.

Proses yang menyebabkan terjadinya perubahan skemata disebut dengan adaptasi. Proses terbentuknya adaptasi ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan proses kognitif yang dengannya seseorang mengintegrasikan stimulus yang dapat berupa persepsi, konsep, hukum, prinsip ataupun pengalaman baru ke dalam skema yang sudah ada didalam pikirannya. Akomodasi dapat berupa pembentukan skema baru yang dapat cocok dengan ciri-ciri rangsangan yang ada atau memodifikasi skema yang telah ada sehingga cocok dengan ciri-ciri stimulus yang ada. Dalam pembelajaran diperlukan adanya penyeimbangan atau ekuilibrasi antara asimilasi dan akomodasi.

Vygotsky, dalam teorinya menyatakan bahwa pembelajaran terjadi apabila peserta didik bekerja atau belajar menangani tugas-tugas yang belum dipelajari namun tugas-tugas itu masih berada dalam jangkauan kemampuan atau tugas itu berada dalam *zone of proximal development* daerah terletak antara tingkat perkembangan anak saat ini yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau teman sebaya yang lebih mampu. (Nur dan Wikandari, 2000:4).

Pembelajaran dengan metode saintifik memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. berpusat pada siswa.
- b. melibatkan keterampilan proses sains dalam mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip.
- c. melibatkan proses-proses kognitif yang potensial dalam merangsang perkembangan intelek, khususnya keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.
- d. dapat mengembangkan karakter siswa.

Tujuan pembelajaran dengan pendekatan saintifik

Tujuan pembelajaran dengan pendekatan saintifik didasarkan pada keunggulan pendekatan tersebut. Beberapa tujuan pembelajaran dengan

pendekatan saintifik adalah:

- a. untuk meningkatkan kemampuan intelek, khususnya kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.
- b. untuk membentuk kemampuan siswa dalam menyelesaikan suatu masalah secara sistematis.
- c. terciptanya kondisi pembelajaran dimana siswa merasa bahwa belajar itu merupakan suatu kebutuhan.
- d. diperolehnya hasil belajar yang tinggi.
- e. untuk melatih siswa dalam mengomunikasikan ide-ide, khususnya dalam menulis artikel ilmiah.
- f. untuk mengembangkan karakter siswa.

Prinsip-prinsip pembelajaran dengan pendekatan saintifik

Beberapa prinsip pendekatan saintifik dalam kegiatan pembelajaran adalah sebagai berikut:

- a. pembelajaran berpusat pada siswa
- b. pembelajaran membentuk students' self concept
- c. pembelajaran terhindar dari verbalisme
- d. pembelajaran memberikan kesempatan pada siswa untuk mengasimilasi dan mengakomodasi konsep, hukum, dan prinsip
- e. pembelajaran mendorong terjadinya peningkatan kemampuan berpikir siswa
- f. pembelajaran meningkatkan motivasi belajar siswa dan motivasi mengajar guru
- g. memberikan kesempatan kepada siswa untuk melatih kemampuan dalam komunikasi
- h. adanya proses validasi terhadap konsep, hukum, dan prinsip yang dikonstruksi siswa dalam struktur kognitifnya.

Langkah-langkah umum pembelajaran dengan pendekatan saintifik

Proses pembelajaran pada Kurikulum 2013 untuk semua jenjang dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan ilmiah (saintifik). Langkah-langkah pendekatan ilmiah (*scientific approach*) dalam proses pembelajaran meliputi, menggali informasi melalui pengamatan, bertanya,

percobaan, kemudian mengolah data atau informasi, menyajikan data atau informasi, dilanjutkan dengan menganalisis, menalar, kemudian menyimpulkan, dan mencipta.

Untuk mata pelajaran, materi, atau situasi tertentu, sangat mungkin pendekatan ilmiah ini tidak selalu tepat diaplikasikan secara prosedural. Pada kondisi seperti ini, tentu saja proses pembelajaran harus tetap menerapkan nilai-nilai atau sifat-sifat ilmiah dan menghindari nilai-nilai atau sifat-sifat non-ilmiah. Pendekatan saintifik dalam pembelajaran disajikan sebagai berikut:

a. Mengamati (observasi)

Metode mengamati mengutamakan kebermaknaan proses pembelajaran (*meaningfull learning*). Metode ini memiliki keunggulan tertentu, seperti menyajikan media obyek secara nyata, peserta didik senang dan tertantang, dan mudah pelaksanaannya.

Metode mengamati sangat bermanfaat bagi pemenuhan rasa ingin tahu peserta didik. Sehingga proses pembelajaran memiliki kebermaknaan yang tinggi. Kegiatan mengamati dalam pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a, hendaklah guru membuka secara luas dan bervariasi kesempatan peserta didik untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan: melihat, menyimak, mendengar, dan membaca. Guru memfasilitasi peserta didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan (melihat, membaca, mendengar) hal yang penting dari suatu benda atau objek. Adapun kompetensi yang diharapkan adalah melatih kesungguhan, ketelitian, dan mencari informasi.

b. Menanya

Dalam kegiatan mengamati, guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk bertanya mengenai apa yang sudah dilihat, disimak, dibaca atau dilihat. Guru perlu membimbing peserta didik untuk dapat mengajukan pertanyaan: pertanyaan tentang yang hasil pengamatan objek yang konkrit sampai kepada yang abstrak

berkenaan dengan fakta, konsep, prosedur, atau pun hal lain yang lebih abstrak.

Pertanyaan yang bersifat faktual sampai kepada pertanyaan yang bersifat hipotetik. Dari situasi di mana peserta didik dilatih menggunakan pertanyaan dari guru, masih memerlukan bantuan guru untuk mengajukan pertanyaan sampai ke tingkat di mana peserta didik mampu mengajukan pertanyaan secara mandiri. Dari kegiatan kedua dihasilkan sejumlah pertanyaan. Melalui kegiatan bertanya dikembangkan rasa ingin tahu peserta didik. Semakin terlatih dalam bertanya maka rasa ingin tahu semakin dapat dikembangkan. Pertanyaan tersebut menjadi dasar untuk mencari informasi yang lebih lanjut dan beragam dari sumber yang ditentukan guru sampai yang ditentukan peserta didik, dari sumber yang tunggal sampai sumber yang beragam.

Kegiatan “menanya” dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013 adalah mengajukan pertanyaan tentang informasi yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik). Adapun kompetensi yang diharapkan dalam kegiatan ini adalah mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat.

c. Mengumpulkan Informasi

Kegiatan “mengumpulkan informasi” merupakan tindak lanjut dari bertanya. Kegiatan ini dilakukan dengan menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui berbagai cara. Untuk itu peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen. Dari kegiatan tersebut terkumpul sejumlah

informasi.

Dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, aktivitas mengumpulkan informasi dilakukan melalui eksperimen, membaca sumber lain selain buku teks, mengamati objek/ kejadian/, aktivitas wawancara dengan narasumber dan sebagainya. Adapun kompetensi yang diharapkan adalah mengembangkan sikap teliti jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.

d. Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi/Menalar

Kegiatan “mengasosiasi/mengolah informasi/menalar” dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, adalah memproses informasi yang sudah dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi. Pengolahan informasi yang dikumpulkan dari yang bersifat menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan.

Kegiatan ini dilakukan untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, menemukan pola dari keterkaitan Informasi tersebut. Adapun kompetensi yang diharapkan adalah mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam menyimpulkan.

Aktivitas ini juga diistilahkan sebagai kegiatan menalar, yaitu proses berfikir yang logis dan sistematis atas fakta-kata empiris yang dapat diobservasi untuk memperoleh simpulan berupa pengetahuan.

Aktivitas menalar dalam konteks pembelajaran pada Kurikulum 2013 dengan pendekatan ilmiah banyak merujuk pada teori belajar asosiasi atau pembelajaran asosiatif. Istilah asosiasi dalam pembelajaran merujuk pada kemampuan mengelompokkan beragam ide dan mengasosiasikan beragam peristiwa untuk kemudian memasukannya menjadi penggalan memori. Selama mentransfer peristiwa-peristiwa khusus ke otak, pengalaman tersimpan dalam referensi dengan peristiwa lain. Pengalaman-pengalaman yang sudah tersimpan di memori otak berelasi dan berinteraksi dengan pengalaman sebelumnya yang sudah tersedia.

e. Menarik kesimpulan

Kegiatan menyimpulkan dalam pembelajaran dengan pendekatan saintifik merupakan kelanjutan dari kegiatan mengolah data atau informasi. Setelah menemukan keterkaitan antar informasi dan menemukan berbagai pola dari keterkaitan tersebut, selanjutnya secara bersama-sama dalam satu kesatuan kelompok, atau secara individual membuat kesimpulan.

f. Mengkomunikasikan

Pada pendekatan *scientific* guru diharapkan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengkomunikasikan apa yang telah mereka pelajari. Kegiatan ini dapat dilakukan melalui menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola. Hasil tersebut disampaikan di kelas dan dinilai oleh guru sebagai hasil belajar peserta didik atau kelompok peserta didik tersebut.

Kegiatan “mengkomunikasikan” dalam kegiatan pembelajaran sebagaimana disampaikan dalam Permendikbud Nomor 81a Tahun 2013, adalah menyampaikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya.

Adapun kompetensi yang diharapkan dalam kegiatan ini adalah

mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan singkat dan jelas, dan mengembangkan kemampuan berbahasa yang baik dan benar.

Penerapan pendekatan saintifik dalam pembelajaran

Kegiatan pembelajaran meliputi tiga kegiatan pokok, yaitu *kegiatan pendahuluan*, *kegiatan inti*, dan *kegiatan penutup*. Kegiatan pendahuluan bertujuan untuk menciptakan suasana awal pembelajaran yang efektif yang memungkinkan siswa dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Sebagai contoh ketika memulai pembelajaran, guru menyapa anak dengan nada bersemangat dan gembira (mengucapkan salam), mengecek kehadiran para siswa dan menanyakan ketidakhadiran siswa apabila ada yang tidak hadir.

Dalam metode saintifik tujuan utama kegiatan pendahuluan adalah memantapkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang telah dikuasai yang berkaitan dengan materi pelajaran baru yang akan dipelajari oleh siswa. Dalam kegiatan ini guru harus mengupayakan agar *siswa yang belum paham suatu konsep dapat memahami konsep tersebut*, sedangkan *siswa yang mengalami kesalahan konsep, kesalahan tersebut dapat dihilangkan*. Pada kegiatan pendahuluan, disarankan guru menunjukkan fenomena atau kejadian “aneh” atau “ganjil” (discrepant event) yang dapat menggugah timbulnya pertanyaan pada diri siswa. Kegiatan inti merupakan kegiatan utama dalam proses pembelajaran atau dalam proses penguasaan pengalaman belajar (*learning experience*) siswa. Kegiatan inti dalam pembelajaran adalah suatu proses pembentukan pengalaman dan kemampuan siswa secara terprogram yang dilaksanakan dalam durasi waktu tertentu. Kegiatan inti dalam metode saintifik ditujukan untuk terkonstruksinya konsep, hukum atau prinsip oleh siswa dengan bantuan dari guru melalui langkah-langkah kegiatan yang diberikan di muka.

Langkah-Langkah Pembelajaran

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Pertemuan Kesatu: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengkondisian peserta didik 2. Melakukan appersepsi melalui tanya jawab tentang tentang jenis-jenis pekerjaan 3. Menyampaikan tema yang akan dibelajarkan yaitu: berbagai pekerjaan” dengan sub tema: ”jenis-jenis pekerjaan” 4. Menyampaikan tujuan pembelajaran 	... menit
Inti	<p>Mengamati: Semua peserta didik mengamati gambar proses pembuatan teh</p> <p>Menana: Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan untuk mengarahkan siswa memperhatikan secara rinci proses pembuatan teh yang ada dalam gambar.</p> <p>Mengumpulkan Informasi: Siswa berdiskusi dengan teman untuk menjawab pertanyaan yang ada di buku mengenai letak perkebunan teh, pekerjaan yang ada di perkebunan</p> <p>Mengasosiasi/ Menalar: Siswa mengetahui adanya perkebunan teh menyebabkan adanya industri teh dan membutuhkan para pekerja, seperti pemetik dan pengolah teh.</p> <p>Menyimpulkan: Peserta didik bersama-sama dengan guru menyimpulkan bahwa adanya perkebunan teh, menyebabkan adanya industri teh yang membutuhkan</p> <p>Mengkomunikasikan: Siswa menuliskan atau menyampaikan mengenai letak perkebunan teh, industri teh dan pekerjaan apa saja yang ada di perkebunan, dan industri teh.</p>	--menit
Penutup	<p>Bersama-sama siswa membuat kesimpulan hasil belajar selama sehari tentang jenis-jenis profesi yang keberadaannya dipengaruhi oleh kondisi geografis misalnya pemetik teh yang tinggal di pegunungan yang disebut sebagai dataran tinggi dan nelayan di pantai yang tinggal di dataran rendah</p> <p>Bertanya jawab tentang materi yang telah dipelajari</p> <p>Mengajak semua siswa berdo'a</p>menit

Untuk selanjutnya contoh langkah-langkah kegiatan dalam pembelajaran dengan menggunakan pendekatan saintifik yang merupakan gabungan dari beberapa pertemuan adalah sebagai berikut:

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Inti	Pertemuan Kedua:	..menit
	Mengamati Siswa mengamati tiga gambar yang berisi tiga jenis profesi dari di tiga tempat yang berbeda.	
	Menanya Bertanya jawab tentang keadaan wilayah tempat tinggal misal Pemetik teh tinggal di dataran tinggi. bagaimana dengan wilayah lainnya? Pekerjaan apa saja yang ada di wilayah tersebut?	
	Mengeksplorasi: Siswa menuliskan keterangan tentang tiga jenis profesi tersebut di bagian bawah gambar. Siswa diingatkan untuk mengisi keterangan tentang tiga jenis profesi tersebut dengan teliti.	
	Mengasosiasi: Siswa menganalisis hubungan antara pekerjaan dan tempat	
	Mengkomunikasikan Menuliskan tentang hubungan antara pekerjaan dan tempat bekerja	
	Pertemuan Ketiga	
	Mengamati Siswa secara individual mengamati lingkungan tempat tinggalnya	
	Menanya Siswa di dorong untuk saling bertanya tentang lingkungan tempat tinggalnya	
	Mengeksplorasi Guru mengingatkan siswa untuk memperhatikan kondisi wilayah tempat tinggal mereka, apakah mereka tinggal di daerah dataran tinggi, dataran rendah, atau di daerah perairan.	
	Mengasosiasi Siswa diharapkan mengetahui hubungan antara kondisi wilayah tempat tinggal dan jenis pekerjaan yang ada.	

	Mengkomunikasikan menceritakan keadaan wilayah tempat tinggal mereka dan jenis- jenis pekerjaan yang ada, serta menuliskannya di buku.	
	Pertemuan keempat	
	Mengamati: Siswa secara individual mengamati peta sederhana yang ada di buku untuk mengetahui pekerjaan apa saja yang berada di dataran rendah, dataran tinggi, dan perairan.	
	Menanya: Siswa didorong untuk dapat membuat pertanyaan sesuai dengan kegiatan yang akan dilakukannya	
	Mengeksplorasi Guru mengingatkan siswa untuk memperhatikan secara rinci gambar-gambar yang ada di dalam pulau dan memahami arti warna yang ada di kolom legenda. Siswa menuliskan hasil pengamatannya pada tabel jenis pekerjaan yang dihubungkan dengan lokasi tempat tinggalnya	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
	Mengasosiasi Siswa diingatkan untuk memprediksi jenis-jenis pekerjaan yang ada di daerah-daerah yang terdapat di peta, misalnya pemetik teh di dataran tinggi dan nelayan di wilayah perairan.	
	Mengkomunikasikan Siswa membuat kesimpulan tentang isi tabel, bahwa kondisi geografis tempat tinggal suatu masyarakat akan memengaruhi jenis-jenis pekerjaan masyarakat yang ada di wilayah tersebut dan siswa menuliskan kesimpulan mereka di buku. Guru memberikan penguatan tentang materi yang telah dipelajari, bahwa kenampakan wilayah permukaan bumi itu terdiri atas dataran rendah, dataran tinggi, dan perairan, yang kemudian memengaruhi jenis-jenis pekerjaan yang ada di masyarakat tersebut	
	Pertemuan Kelima	
	Mengamati: Siswa membaca dalam hati teks tentang Ulil Si Daun Teh	
	Menanya: Siswa disorong untuk membuat pertanyaan sesuai dengan teks yang dibacanya	

	Mengeksplorasi Siswa menyebutkan sebanyak mungkin pekerjaan yang ada dalam cerita.	
	Mengasosiasi Siswa menuliskan proses Ulil Si Daun Teh sampai menjadi teh tubruk yang dapat dinikmati oleh semua orang dalam kolom yang tersedia di buku.	
	Mengkomunikasikan Secara berpasangan siswa menceritakan pada pasangannya tentang proses yang terjadi pada pembuatan teh secara singkat.	

2. Strategi / Model Pembelajaran

Pengalaman empirik menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang sering dilakukan Guru beraneka ragam. Beberapa Guru mulai mengajar dengan mereviu materi minggu yang lalu, ada pula yang mengawali dengan menjelaskan kompetensi yang akan dicapai, namun ada pula langsung menjelaskan substansi (materi ajar). Tahap selanjutnya, Guru melanjutkan dengan kegiatan mengajukan pertanyaan kepada siswa, atau membentuk kelompok diskusi atau bahkan ada yang langsung mempresentasikan materi ajar. Di akhir kegiatan, pembelajaran ditutup dengan memberi tugas atau merangkum materi yang telah dijelaskan. Dan masih banyak cara lain yang dilakukan Guru dalam mengelola pembelajaran.

Setiap Guru mempunyai strategi sendiri untuk menentukan prosedur/urutan kegiatan pembelajaran. Setiap strategi itu dipilih atas dasar keyakinan akan keberhasilannya dalam mengajar. Pemilihan strategi tersebut mungkin didasarkan pada intuisi, kepraktisan, pengalaman diri sendiri/pengalaman Guru lain atau mungkin pula atas dasar teori-teori tertentu.

Berdasarkan pendekatan pembelajaran yang sistematis, strategi merupakan suatu cara bagaimana bahan ajar disajikan pada lingkungan pembelajaran. Cara yang dimaksud meliputi sifat, cakupan dan prosedur kegiatan yang memberikan pengalaman belajar (Gerlach and Ely, 1980). Strategi pembelajaran harus dapat menyampaikan tujuan yang telah

ditentukan dan mengelola kegiatan belajar siswa. Pada konteks yang sama, strategi pembelajaran merupakan pengelolaan pembelajaran untuk menyampaikan materi atau isi pelajaran secara sistematis, sehingga kemampuan yang diharapkan dapat dikuasai oleh siswa secara efektif dan efisien Suparman (1993).

Seels dan Richey (1996) menyatakan bahwa strategi pembelajaran adalah perincian untuk memilih dan mengurutkan kejadian dan kegiatan dalam pembelajaran. Urutan kegiatan dalam pembelajaran yang dimaksud oleh Dick dan Carey (2005) meliputi lima komponen, yaitu: (1) kegiatan prainstruksional, (2) penyampaian informasi, (3) partisipasi siswa, (4) tes, dan (5) tindak lanjut.

Berdasarkan beberapa konsep tersebut dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran adalah perencanaan dan pengelolaan pembelajaran, meliputi tujuan, materi ajar, kegiatan belajar mengajar, metode, media dan evaluasi, dengan prosedur (1) persiapan, (2) penyajian, dan (3) penutup.

Seorang peserta didik dikatakan telah belajar jika terdapat perubahan tingkah laku setelah mengalami pembelajaran. Keberhasilan belajar peserta didik memberikan petunjuk tentang pengalaman belajarnya. Untuk itu perancang harus mengupayakan cara-cara yang tepat dalam penyampaian materi pelajaran kepada peserta didik, melalui strategi pembelajaran tertentu disesuaikan dengan kebutuhan materi yang diajarkan, kondisi belajar siswa, dan tujuan yang ingin dicapai.

Penetapan strategi pembelajaran berdasarkan pada analisis indikator pencapaian kompetensi. Dari hasil analisis tersebut diperoleh data tentang kebutuhan peserta didik dalam pembelajaran, selanjutnya dapat ditetapkan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Strategi pembelajaran meliputi tiga aspek penting (Degeng, 2001), yaitu:

- a. Langkah prosedural pembelajaran,
- b. Strategi penataan isi pembelajaran,
- c. Strategi penyampaian isi pembelajaran.

Langkah Prosedural Pembelajaran

Strategi pembelajaran yang umum digunakan meliputi tiga unsur utama, yaitu Pendahuluan, Penyajian, dan Penutup. Tetapi tidak menutup kemungkinan bagi perancang atau guru untuk mengembangkan tiap unsur tersebut disesuaikan dengan kebutuhan. Pendahuluan meliputi :

- a. Memberikan motivasi dan menarik perhatian.
- b. Mengecek pemahaman tentang pengalaman di lingkungan peserta didik tentang materi yang akan diberikan.
- c. Mengaitkan pengalaman peserta didik dengan materi yang akan diberikan.
- d. Menyampaikan tujuan pembelajaran (indikator pencapaian tujuan)

Penyajian, meliputi:

- a. Menguraikan isi materi pelajaran.
- b. Memberikan bimbingan belajar
- c. Mendorong unjuk kerja
- d. Memberikan balikan informatif.
- e. Latihan.

Penutup, meliputi:

- a. Memberikan tes formatif
- b. Meningkatkan retensi dan alih belajar.

Strategi Penataan Isi Pembelajaran

Langkah-langkah dalam perancangan penataan isi pembelajaran meliputi: Pemilihan isi, pengurutan isi, penyusunan (pensintesis) isi, dan pembuatan rangkuman. Langkah-langkah tersebut dideskripsikan sebagai berikut:

- a. Menetapkan tipe struktur orientasi: Isi pembelajaran yang akan diorganisasi dikaji tipe struktur orientasinya apakah konseptual, prosedural, atau teoritik. Struktur isi konseptual penekanannya diletakkan pada mengetahui (“apa?”) dari isi tersebut. Struktur prosedural menekankan pada prosedur “bagaimana?”, dan struktur teoritik menekankan pada “mengapa?”.
- b. Memilih dan menata isi ke dalam strukturnya: Isi yang berupa konsep ditata ke dalam struktur konseptual, isi yang berupa langkah-langkah prosedur ditata ke dalam struktur prosedural, dan isi yang berupa prinsip ditata ke dalam struktur teoritik.
- c. Menetapkan konsep-konsep penting yang akan dimasukkan ke dalam kerangka isi: Semua struktur yang telah ditata dipilih lagi untuk menetapkan isi yang amat penting, selanjutnya ditata dalam suatu struktur (kerangka isi). Isi harus berkaitan dan hanya memasukkan satu tipe isi, konsep, prosedur, atau hanya prinsip. Hal ini tergantung dari jenis pensintesis konseptual, prosedural, atau teoritik.
- d. Mengidentifikasi dan menetapkan struktur pendukung: Semua isi yang terkait, tetapi tidak tercakup dalam struktur orientasi, diidentifikasi dan diorganisasi menjadi struktur pendukung. Ini digunakan untuk memberikan informasi yang lebih rinci dan membantu pemahaman isi secara keseluruhan.
- e. Menata urutan elaborasi: Elaborasi dimulai dari isi yang paling penting.
- f. Merancang kerangka isi, tahapan elaborasi, dan pensintesis: Isi-isinya penting yang telah ditetapkan untuk dimasukkan ke dalam kerangka isi, ditata menjadi struktur konseptual yang bermakna, sehingga terlihat keterkaitan antara konsep-konsep itu. Kemudian pentahapan elaborasi dikembangkan, mulai tahap pertama, mengelaborasi isi dalam kerangka. Selanjutnya elaborasi tahap kedua, mengelaborasi tahap pertama, dst.

Strategi Penyampaian Isi Pembelajaran

Strategi penyampaian mengacu kepada langkah-langkah yang dipakai untuk menyampaikan isi pembelajaran kepada peserta didik, dan untuk

merespon reaksi dari peserta didik. Untuk itu komponen yang perlu diperhatikan untuk mempreskripsikan strategi penyampaian isi pembelajaran adalah:

- a. Media pembelajaran
- b. Interaksi peserta didik dengan media
- c. Bentuk (struktur) belajar mengajar.

Media pembelajaran adalah komponen strategi penyampaian yang dapat dimuati pesan yang akan disampaikan kepada peserta didik. *Interaksi peserta didik dengan media* adalah komponen strategi penyampaian pembelajaran yang mengacu kepada kegiatan yang dilakukan peserta didik dan peranan media dalam merangsang kegiatan itu.

Bentuk belajar mengajar adalah proses penyampaian pembelajaran yang mengacu kepada peserta didik secara individual atau kelompok. Pengalaman empirik menunjukkan, kegiatan pembelajaran yang sering dilakukan guru beraneka ragam. Ada guru yang memulai mengajar dengan mengajukan pertanyaan kepada siswa, ada pula yang menjelaskan kompetensi hasil belajar yang akan dicapai, ada pula langsung ceramah dari awal hingga akhir pembelajaran. Di akhir pembelajaran, ditutup dengan pemberian tugas atau merangkum materi. Dan masih banyak cara lain yang dilakukan guru dalam mengelola pembelajaran.

Setiap guru mempunyai model sendiri untuk menentukan urutan kegiatan pembelajaran. Setiap model itu dipilih atas dasar keyakinan akan keberhasilannya dalam mengajar. Pemilihan itu mungkin didasarkan atas intuisi, kepraktisan atau mungkin pula atas dasar teori-teori tertentu. Apa yang dimaksud model? Berdasarkan pendekatan sistematis pembelajaran, model merupakan suatu cara bagaimana bahan ajar disajikan pada lingkungan pembelajaran. Cara yang dimaksud meliputi sifat, cakupan dan prosedur kegiatan yang memberikan pengalaman belajar (Gerlach and Ely, 1980).

Model pembelajaran harus dapat menyampaikan tujuan yang telah ditentukan dan mengelola kegiatan belajar siswa. Pada konteks yang sama, menurut Suparman (1993) menyatakan bahwa model pembelajaran berkenaan dengan pendekatan pembelajaran dalam mengelola kegiatan pembelajaran untuk menyampaikan materi atau isi pelajaran secara sistematis, sehingga kemampuan yang diharapkan dapat dikuasai oleh siswa secara efektif dan efisien. Seels dan Richey (1996) menyatakan bahwa model pembelajaran adalah perincian untuk memilih dan mengurutkan kejadian dan kegiatan dalam pembelajaran. Dari ketiga definisi tersebut menjelaskan bahwa model pembelajaran merupakan perencanaan guru dalam pengelolaan tahapan mengajar.

a. *Discovery Learning*

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81A Tahun 2013, untuk mencapai kualitas yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum, kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip yang: (1) berpusat pada peserta didik, (2) mengembangkan kreativitas peserta didik, (3) menciptakan kondisi menyenangkan dan menantang, (4) bermuatan nilai, etika, estetika, logika, dan kinestetika, dan (5) menyediakan pengalaman belajar yang beragam melalui penerapan berbagai strategi dan metode pembelajaran yang menyenangkan, kontekstual, efektif, efisien, dan bermakna.

Di dalam pembelajaran, peserta didik didorong untuk menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi kompleks, mengecek informasi baru dengan yang sudah ada dalam ingatannya, dan melakukan pengembangan menjadi informasi atau kemampuan yang sesuai dengan lingkungan dan jaman tempat dan waktu ia hidup. Kurikulum 2013 menganut pandangan dasar bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke peserta didik. Peserta didik adalah subjek yang memiliki kemampuan untuk secara aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Untuk itu pembelajaran harus berkenaan dengan

kesempatan yang diberikan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya.

1) Definisi Strategi *Discovery Learning*

Strategi *discovery learning* adalah teori belajar yang didefinisikan sebagai proses pembelajaran yang terjadi bila pelajar tidak disajikan dengan pelajaran dalam bentuk finalnya, tetapi diharapkan mengorganisasi sendiri. Sebagaimana pendapat Bruner, bahwa: "*Discovery Learning can be defined as the learning that takes place when the student is not presented with subject matter in the final form but rather is required to organize it him self*" (Lefancois dalam Emetembun, 1986:103). Yang menjadikan dasar ide Bruner ialah pendapat dari Piaget yang menyatakan bahwa anak harus berperan aktif dalam belajar di kelas.

Bruner memakai strategi yang disebutnya *discovery learning*, dimana murid mengorganisasi bahan yang dipelajari dengan suatu bentuk akhir (Dalyono, 1996:41). Strategi *discovery learning* adalah memahami konsep, arti, dan hubungan, melalui proses intuitif untuk akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan (Budiningsih, 2005:43). *Discovery* terjadi bila individu terlibat, terutama dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip. *Discovery* dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan. Proses tersebut disebut *cognitive process* sedangkan *discovery* itu sendiri adalah *the mental process of assimilating concepts and principles in the mind* (Robert B. Sund dalam Malik, 2001:219).

Sebagai strategi belajar, *discovery learning* mempunyai prinsip yang sama dengan inkuiri (*inquiry*) dan *problem solving*. Tidak ada perbedaan yang prinsipil pada ketiga istilah ini, pada *discovery learning* lebih menekankan pada ditemukannya konsep atau prinsip yang sebelumnya tidak diketahui. Perbedaannya dengan

discovery ialah bahwa pada *discovery* masalah yang diperhadapkan kepada peserta didik semacam masalah yang direkayasa oleh guru. Sedangkan pada inkuiri masalahnya bukan hasil rekayasa, sehingga peserta didik harus mengerahkan seluruh pikiran dan keterampilannya untuk mendapatkan temuan-temuan di dalam masalah itu melalui proses penelitian, sedangkan *problem solving* lebih memberi tekanan pada kemampuan menyelesaikan masalah.

2) Konsep Strategi *Discovery Learning*

Dalam Konsep Belajar, sesungguhnya strategi *discovery learning* merupakan pembentukan kategori-kategori atau konsep-konsep, yang dapat memungkinkan terjadinya generalisasi. Sebagaimana teori Bruner tentang kategorisasi yang nampak dalam *discovery*, bahwa *discovery* adalah pembentukan kategori-kategori, atau lebih sering disebut *sistem-sistem coding*.

Pembentukan kategori-kategori dan *sistem-sistem coding* dirumuskan demikian dalam arti relasi-relasi (*similaritas & difference*) yang terjadi diantara obyek-obyek dan kejadian-kejadian (events). Bruner memandang bahwa suatu konsep atau kategorisasi memiliki lima unsur, dan peserta didik dikatakan memahami suatu konsep apabila mengetahui semua unsur dari konsep itu, meliputi: 1) Nama; 2) Contoh-contoh baik yang positif maupun yang negatif; 3) Karakteristik, baik yang pokok maupun tidak; 4) Rentangan karakteristik; 5) Kaidah (Budiningsih, 2005:43). Bruner menjelaskan bahwa pembentukan konsep merupakan dua kegiatan mengkategorikan yang berbeda yang menuntut proses berfikir yang berbeda pula. Seluruh kegiatan mengkategorikan meliputi mengidentifikasi dan menempatkan contoh-contoh (obyek-obyek atau peristiwa-peristiwa) ke dalam kelas dengan menggunakan dasar kriteria tertentu.

Di dalam proses belajar, Bruner mementingkan partisipasi aktif dari tiap peserta didik, dan mengenal dengan baik adanya perbedaan kemampuan. Untuk menunjang proses belajar perlu lingkungan memfasilitasi rasa ingin tahu peserta didik pada tahap eksplorasi. Lingkungan ini dinamakan *discovery learning environment*, yaitu lingkungan dimana peserta didik dapat melakukan eksplorasi, penemuan-penemuan baru yang belum dikenal atau pengertian yang mirip dengan yang sudah diketahui. Lingkungan seperti ini bertujuan agar peserta didik dalam proses belajar dapat berjalan dengan baik dan lebih kreatif.

Untuk memfasilitasi proses belajar yang baik dan kreatif harus berdasarkan pada manipulasi bahan pelajaran sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik. Manipulasi bahan pelajaran bertujuan untuk memfasilitasi kemampuan peserta didik dalam berfikir (merepresentasikan apa yang dipahami) sesuai dengan tingkat perkembangannya. Menurut Bruner perkembangan kognitif seseorang terjadi melalui tiga tahap yang ditentukan oleh bagaimana cara lingkungan, yaitu: *enactiv*, *iconic*, dan *symbolic*.

Tahap *enaktiv*, seseorang melakukan aktivitas-aktivitas dalam upaya untuk memahami lingkungan sekitarnya, artinya, dalam memahami dunia sekitarnya anak menggunakan pengetahuan motorik, misalnya melalui gigitan, sentuhan, pegangan, dan sebagainya. **Tahap *iconic***, seseorang memahami objek-objek atau dunianya melalui gambar-gambar dan visualisasi verbal. Maksudnya, dalam memahami dunia sekitarnya anak belajar melalui bentuk perumpamaan (tampil) dan perbandingan (komparasi). **Tahap *symbolic***, seseorang telah mampu memiliki ide-ide atau gagasan-gagasan abstrak yang sangat dipengaruhi oleh kemampuannya dalam berbahasa dan logika. Dalam memahami dunia sekitarnya anak belajar melalui simbol-simbol bahasa, logika, matematika, dan sebagainya.

Pada akhirnya yang menjadi tujuan dalam strategi *discovery learning* menurut Bruner adalah hendaklah guru memberikan kesempatan kepada muridnya untuk menjadi seorang *problem solver*, seorang scientist, historin, atau ahli matematika. Dan melalui kegiatan tersebut peserta didik akan menguasainya, menerapkan, serta menemukan hal-hal yang bermanfaat bagi dirinya. Karakteristik yang paling jelas mengenai *discovery* sebagai strategi mengajar ialah bahwa sesudah tingkat-tingkat inisial (pemulaan) mengajar, bimbingan guru hendaklah lebih berkurang dari pada strategi-strategi mengajar lainnya. Hal ini tak berarti bahwa guru menghentikan untuk memberikan suatu bimbingan setelah problema disajikan kepada pelajar. Tetapi bimbingan yang diberikan tidak hanya dikurangi direktifnya melainkan pelajar diberi responsibilitas yang lebih besar untuk belajar sendiri.

3) Kelebihan Penerapan *Discovery Learning*

- a) Membantu peserta didik untuk memperbaiki dan meningkatkan keterampilan-keterampilan dan proses-proses kognitif. Usaha penemuan merupakan kunci dalam proses ini, seseorang tergantung bagaimana cara belajarnya.
- b) Pengetahuan yang diperoleh melalui strategi ini sangat pribadi dan ampuh karena menguatkan pengertian, ingatan dan transfer.
- c) Menimbulkan rasa senang pada peserta didik, karena tumbuhnya rasa menyelidiki dan berhasil.
- d) Strategi ini memungkinkan peserta didik berkembang dengan cepat dan sesuai dengan kecepatannya sendiri.
- e) Menyebabkan peserta didik mengarahkan kegiatan belajarnya sendiri dengan melibatkan akalnya dan motivasi sendiri.
- f) Strategi ini dapat membantu peserta didik memperkuat konsep dirinya, karena memperoleh kepercayaan bekerja sama dengan yang lainnya.
- g) Berpusat pada peserta didik dan guru berperan sama-sama

aktif mengeluarkan gagasan-gagasan. Bahkan gurupun dapat bertindak sebagai peserta didik, dan sebagai peneliti di dalam situasi diskusi.

- h) Membantu peserta didik menghilangkan skeptisme (keraguan) karena mengarah pada kebenaran yang final dan tertentu atau pasti.
- i) Peserta didik akan mengerti konsep dasar dan ide-ide lebih baik;
- j) Membantu dan mengembangkan ingatan dan transfer kepada situasi proses belajar yang baru;
- k) Mendorong peserta didik berfikir dan bekerja atas inisiatif sendiri;
- l) Mendorong peserta didik berfikir intuisi dan merumuskan hipotesis sendiri;
- m) Memberikan keputusan yang bersifat intrinsik;
- n) Situasi proses belajar menjadi lebih terangsang;
- o) Proses belajar meliputi sesama aspeknya peserta didik menuju pada pembentukan manusia seutuhnya;
- p) Meningkatkan tingkat penghargaan pada peserta didik;
- q) Kemungkinan peserta didik belajar dengan memanfaatkan berbagai jenis sumber belajar;
- r) Dapat mengembangkan bakat dan kecakapan individu.

4) Langkah-langkah Operasional Implementasi dalam Proses Pembelajaran Discovery

a) Langkah Persiapan Strategi *Discovery Learning*

- (1) Menentukan tujuan pembelajaran.
- (2) Melakukan identifikasi karakteristik peserta didik (kemampuan awal, minat, gaya belajar, dan sebagainya).
- (3) Memilih materi pelajaran.
- (4) Menentukan topik-topik yang harus dipelajari peserta didik secara induktif (dari contoh-contoh generalisasi).
- (5) Mengembangkan bahan-bahan belajar yang berupa contoh-contoh, ilustrasi, tugas dan sebagainya untuk

dipelajari peserta didik.

- (6) Mengatur topik-topik pelajaran dari yang sederhana ke kompleks, dari yang konkret ke abstrak, atau dari tahap enaktif, ikonik sampai ke simbolik.
- (7) Melakukan penilaian proses dan hasil belajar peserta didik.

b) Prosedur Aplikasi Strategi *Discovery Learning*

Menurut Syah (2004:244) dalam mengaplikasikan strategi *discovery learning* di kelas, ada beberapa prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar secara umum sebagai berikut:

(1) *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan)

Pertama-tama pada tahap ini pelajar dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Disamping itu guru dapat memulai kegiatan PBM dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu peserta didik dalam mengeksplorasi bahan.

(2) *Problem statement* (pernyataan/ identifikasi masalah)

Setelah dilakukan *stimulation* langkah selanjutnya adalah guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah) (Syah 2004:244). Memberikan kesempatan peserta didik untuk mengidentifikasi dan menganalisa permasalahan yang mereka hadapi, merupakan teknik yang berguna

dalam membangun peserta didik agar mereka terbiasa untuk menemukan suatu masalah.

(3) *Data collection* (pengumpulan data).

Ketika eksplorasi berlangsung guru juga memberi kesempatan kepada para peserta didik untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis (Syah, 2004:244). Pada tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis, dengan demikian anak didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan (*collection*) berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. Konsekuensi dari tahap ini adalah peserta didik belajar secara aktif untuk menemukan sesuatu yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi, dengan demikian secara tidak disengaja peserta didik menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

(4) *Data processing* (pengolahan data)

Menurut Syah (2004:244) pengolahan data merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan, dan semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung dengan cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu (Djamarah, 2002:22). *Data processing* disebut juga dengan pengkodean coding/kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Dari generalisasi tersebut peserta didik akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/ penyelesaian yang perlu

mendapat pembuktian secara logis

(5) *Verification* (pembuktian)

Pada tahap ini peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data processing (Syah, 2004:244). Berdasarkan hasil pengolahan dan tafsiran, atau informasi yang ada, pernyataan atau hipotesis yang telah dirumuskan terdahulu itu kemudian dicek, apakah terjawab atau tidak, apakah terbukti atau tidak.

(6) *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi)

Tahap generalisasi/menarik kesimpulan adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi (Syah, 2004:244). Berdasarkan hasil verifikasi maka dirumuskan prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi. Setelah menarik kesimpulan peserta didik harus memperhatikan proses generalisasi yang menekankan pentingnya penguasaan pelajaran atas makna dan kaidah atau prinsip-prinsip yang luas yang mendasari pengalaman seseorang, serta pentingnya proses pengaturan dan generalisasi dari pengalaman-pengalaman itu.

b. Model Pembelajaran Problem based learning

1) Pengertian Pembelajaran Problem based learning

Ciri-ciri utama pembelajaran berdasarkan masalah meliputi suatu pengajuan pertanyaan atau masalah, memusatkan pada keterkaitan antar disiplin, penyelidikan autentik, kerjasama, dan menghasilkan karya dan peragaan. Pembelajaran berdasarkan masalah tidak dirancang untuk membantu guru memberikan

informasi sebanyak-banyaknya kepada siswa. Pembelajaran berdasarkan masalah bertujuan untuk (a) membantu siswa mengembangkan keterampilan berfikir dan keterampilan pemecahan masalah, (b) belajar peranan orang dewasa yang autentik dan (c) menjadi pebelajar yang mandiri.

2) Pelaksanaan Pembelajaran Berdasarkan Masalah

Karena hakekat interaktifnya, pembelajaran berdasarkan masalah membutuhkan banyak perencanaan, seperti halnya pembelajaran yang berpusat pada siswa lainnya.

a) Penetapan Tujuan

Pertama kali kita mendeskripsikan bagaimana pembelajaran berdasarkan masalah direncanakan untuk membantu mencapai tujuan-tujuan seperti keterampilan menyelidiki, memahami peran orang dewasa, dan membantu siswa menjadi pebelajar yang mandiri. Dalam pelaksanaannya pembelajaran berdasarkan masalah bisa saja diarahkan untuk mencapai tujuan-tujuan yang telah disebutkan tadi.

b) Merancang situasi masalah

Beberapa guru dalam pembelajaran berdasarkan masalah lebih suka memberikan siswa suatu keleluasaan dalam memilih masalah untuk diselidiki karena cara ini meningkatkan motivasi siswa. Situasi masalah yang baik seharusnya autentik, mengandung teka-teki, dan tidak terdefiniskan secara ketat, memungkinkan kerjasama, bermakna bagi siswa, dan konsisten dengan tujuan kurikulum.

c) Organisasi sumber daya dan rencana logistik

Dalam pembelajaran berdasarkan masalah siswa dimungkinkan bekerja dengan beragam material dan peralatan, dan pelaksanaannya bisa dilakukan di dalam kelas, bisa juga dilakukan di perpustakaan atau laboratorium, bahkan dapat pula dilakukan di luar sekolah. Oleh karena itu

tugas mengorganisasikan sumber daya dan merencanakan kebutuhan untuk penyelidikan siswa haruslah menjadi tugas perencanaan yang utama bagi guru yang menerapkan pembelajaran berdasarkan masalah.

d) Merancang tugas Interaktif

Siswa perlu memahami bahwa tujuan pembelajaran berdasarkan masalah adalah tidak untuk memperoleh informasi baru dalam jumlah besar, tapi untuk melakukan penyelidikan terhadap masalah-masalah penting dan untuk menjadi pembelajar yang mandiri. Cara yang baik untuk menyajikan masalah untuk sebuah pelajaran dalam pembelajaran berdasarkan masalah adalah dengan menggunakan kejadian yang mencengangkan yang menimbulkan misteri dan suatu keinginan untuk memecahkan masalah.

e) Mengorganisasikan siswa untuk belajar

Pada pembelajaran berdasarkan masalah dibutuhkan pengembangan keterampilan kerjasama diantara siswa dan saling membantu untuk menyelidiki masalah secara bersama. Berkenaan dengan hal tersebut siswa memerlukan bantuan guru untuk merencanakan penyelidikan dan tugas-tugas pelaporan. Bagaimana mengorganisasikan siswa ke dalam kelompok belajar kooperatif juga berlaku untuk mengorganisasikan siswa kedalam kelompok pembelajaran berdasarkan masalah.

f) Membantu Penyelidikan Mandiri dan Kelompok

Guru membantu siswa dalam pengumpulan informasi dari berbagai sumber, siswa diberi pertanyaan yang membuat mereka memikirkan masalah dan jenis informasi yang dibutuhkan untuk pemecahan masalah. Siswa diajarkan menjadi penyelidik yang aktif dan dapat menggunakan metode

yang sesuai untuk masalah yang dihadapinya. Selain itu diajarkan etika penyelidikan yang benar.

Guru mendorong pertukaran ide secara bebas dan penerimaan sepenuhnya ide-ide itu merupakan hal penting sekali dalam tahap penyelidikan pembelajaran berdasarkan masalah. Selama tahap penyelidikan guru memberi bantuan yang dibutuhkan tanpa mengganggu siswa. Puncak proyek-proyek pembelajaran berdasarkan masalah adalah penciptaan dan peragaan artifak seperti laporan, poster, fisik, dan videotape.

g) Analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah

Tugas guru pada tahap akhir pembelajaran berdasarkan masalah adalah membantu siswa menganalisis dan mengevaluasi proses berfikir mereka sendiri, dan keterampilan penyelidikan yang mereka gunakan.

h) Lingkungan Belajar dan Tugas-tugas Manajemen

Penting untuk guru agar memiliki seperangkat aturan yang jelas supaya pelajaran dapat berlangsung tertib tanpa gangguan, menangani tingkah laku yang menyimpang secara cepat dan tepat, memiliki panduan mengenai bagaimana mengelola kerja kelompok. Salah satu masalah dalam pengelolaan yang cukup rumit bagi guru yang menggunakan pembelajaran berdasarkan masalah adalah bagaimana menangani siswa baik individual maupun kelompok yang menyelesaikan tugas lebih awal atau terlambat. Jadi dalam hal ini kecepatan penyelesaian yang siswa miliki berbeda.

Pada pembelajaran berdasarkan masalah dimungkinkan siswa mengerjakan tugas multi (rangkap), waktu penyelesaian tugas-tugas tersebut bisa berbeda-beda. Akibatnya diperlukan pemantauan dan pengelolaan kerja siswa yang rumit. Pada

pembelajaran berdasarkan masalah sering sebagai guru menggunakan sejumlah bahan dan peralatan, oleh karena itu pengelolaannya dapat merepotkan guru. Guru yang efektif harus memiliki prosedur untuk pengelolaan, penyimpanan dan pendistribusian bahan dan bahan. Dan yang tidak boleh dilupakan guru adalah menyampaikan aturan dan sopan santun untuk mengendalikan tingkah laku siswa ketika mereka melakukan penyelidikan di luar kelas termasuk di dalamnya penyelidikan di masyarakat.

i) Asesmen dan Evaluasi

Seperti halnya pada pembelajaran kooperatif, pada pembelajaran berdasarkan masalah perhatian pembelajaran tidak pada perolehan pengetahuan deklaratif, oleh karena itu tugas penilaian tidak cukup bila penilaiannya hanya dengan tes kertas dan pensil (paper and pencils test). Teknik penilaian dan evaluasi yang sesuai dengan pembelajaran berdasarkan masalah adalah menilai pekerjaan yang dihasilkan oleh siswa yang merupakan hasil penyelidikan mereka. Tugas asesmen dan evaluasi yang sesuai untuk pembelajaran berdasarkan masalah terutama terdiri dari menemukan prosedur penilaian alternatif yang dapat digunakan untuk mengukur pekerjaan siswa, misalnya dengan asesmen kinerja dan peragaan hasil. Adapun prosedur-prosedur yang telah disebutkan tersebut dinamakan asesmen kinerja, asesmen autentik, dan portfolio. Penjelasan mengenai asesmen kinerja dan asesmen autentik secara mendetil ada pada modul tersendiri.

c. Inquiry Learning

1) Pengertian Metode Inquiry Learning

“Inkuiri yang dalam bahasa inggris Inquiry Learning, berarti pertanyaan, atau pemeriksaan, penyelidikan. Inkuiri sebagai suatu proses umum yang dilakukan manusia untuk mencari atau memahami informasi. Menurut E. Mulyasa inquiry adalah cara

menyadari apa yang telah dialami. Sistem belajar mengajar ini menuntut peserta didik berpikir. Metode ini menempatkan peserta didik pada situasi yang melibatkan mereka pada kegiatan intelektual, dan memproses pengalaman belajar menjadi sesuatu yang bermakna.

Sedangkan menurut Syafrudin Nurdin, metode inquiry learning adalah suatu metode yang dapat disusun oleh guru dalam proses belajar mengajar, sebagai alat untuk mencapai tujuan pendidikan. Melalui metode ini siswa akan mampu mengembangkan rasa ingin tahunya, dan keberanian berpartisipasi dalam proses belajar mengajar. Inquiry Learning adalah belajar mencari dan menemukan sendiri. Sistem belajar mengajar ini guru menyajikan bahan pelajaran tidak dalam bentuk yang final, tetapi anak didik diberi peluang untuk mencari dan menemukannya sendiri dengan mempergunakan teknik pendekatan pemecahan masalah.

Metode Inquiry Learning adalah suatu teknik instruksional dimana dalam proses belajar mengajar Siswa dihadapkan dengan suatu masalah. Bentuk pengajaran terutama memberi motivasi kepada siswa untuk menyelidiki masalah-masalah yang ada dengan menggunakan cara-cara dan keterampilan ilmiah dalam rangka mencari penjelasan. Pengajaran ini untuk menolong siswa mengembangkan keterampilan-keterampilan penemuan ilmiah (scientific Inquiry Learning). Pengajaran ini untuk menarik siswa menyelidiki sejumlah informasi dalam rangka mencari pemecahan masalah serta untuk melatih siswa mengembangkan fakta-fakta, membangun konsep-konsep dan menarik kesimpulan umum atau teori-teori yang menerangkan fenomena-fenomena yang dihadapkan kepadanya.

Metode Inquiry Learning adalah sebagai suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis,

logis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri.

Melihat hal di atas, metode inquiry learning ialah belajar pencarian dan penemuan. Dalam proses belajar mengajar dengan model Inquiry Learning, seorang guru dalam menyajikan bahan pelajaran tidak dalam bentuk yang final (utuh dari awal hingga akhir) atau dengan kata lain guru hanya menyajikan sebagian. Selebihnya diserahkan kepada siswa untuk mencari dan menemukannya sendiri. Kemudian guru memberi kesempatan seluas- luasnya kepada siswa untuk mendapatkan apa-apa yang belum disampaikan oleh guru dengan pendekatan belajar problem solving. Ini berarti tekanan dalam metode inquiry discovery learning adalah sebagai usaha menemukan dan meneliti pola-pola hubungan, fakta, pertanyaan-pertanyaan, pengertian, kesimpulan-kesimpulan, masalah, pemecahan-pemecahan dan implikasi-implikasi yang ditonjolkan oleh salah satu bidang studi. Sehingga dalam pembelajaran terjadi sebuah penelitian yang dapat dipertanggung jawabkan.

Penggunaan metode Inquiry Learning dalam proses belajar mengajar, untuk melatih siswa melakukan berbagai macam aktivitas, yaitu pengamatan, penyelidikan, percobaan, membandingkan penemuan yang satu dengan yang lain, mengajukan pertanyaan dan mencari jawaban atas pertanyaan sendiri. Sehingga hasil dari kegiatan itu siswa akan mendapatkan fakta-fakta secara lengkap tentang obyek yang diamati.

Dari beberapa pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa metode inquiry discovery learning adalah suatu proses belajar mengajar yang berpusat pada siswa, guru tidak perlu menjejalkan seluruh informasi kepada siswa. Guru perlu membimbing suasana belajar siswa sehingga mencerminkan proses penemuan bagi siswa. Materi yang disajikan bukan berupa informasi, akan tetapi

siswa diberi kesempatan untuk mencari dan menemukan informasi dari bahan ajar yang dipelajari. Dengan metode Inquiry Learning mendorong siswa untuk mengembangkan potensi intelektualnya. Dengan menemukan hubungan dan keteraturan dari materi yang sedang dipelajari, siswa menjadi lebih mudah mengerti struktur materi yang telah dipelajari.

2) Tujuan dan Manfaat Metode Inquiry Learning

Tujuan adalah suatu cita-cita yang akan dicapai dalam kegiatan belajar mengajar. Tujuan akan memberi arah kemana kegiatan belajar mengajar akan tercapai bila seorang guru bias memilih dan menerapkan strategi yang tepat. Tujuan dirumuskan agar anak didik memiliki keterampilan tertentu, maka strategi atau metode yang digunakan harus sesuai dengan tujuannya. Seorang guru sebaiknya menggunakan strategi atau metode yang dapat menunjang kegiatan belajar mengajar, sehingga dapat dijadikan sebagai alat yang efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Menurut Bruner sebagaimana dikutip Syaiful Bahri Djamarah dan Aswan Zain, sistem pembelajaran itu bertujuan agar hasil belajar dengan cara ini lebih mudah dihafal dan diingat, mudah ditransfer untuk memecahkan masalah pengetahuan dan kecakapan anak didik dapat menumbuhkan motivasi intrinsik, karena anak didik merasa puas atas usahanya sendiri. Seorang guru menggunakan metode Inquiry Learning dengan tujuan agar siswa terangsang oleh tugas, dan aktif mencari serta meneliti pemecahan masalah itu sendiri, mencari sumber dan belajar bersama di dalam kelompok. Diharapkan juga siswa mampu mengemukakan pendapatnya, berdebat, menyanggah, dan memperhatikan pendapatnya, menumbuhkan sikap obyektif, jujur, hasrat ingin tahu, terbuka dan lain sebagainya.

Tujuan pelaksanaan inquiry learning adalah mengarah pada peningkatan kemampuan baik dalam bentuk kognitif, afektif,

maupun psikomotor. Hal ini tidak terlepas dari tujuan dan perencanaan (kurikulum) pengajaran, sehingga tujuan pengajaran dapat tercapai sesuai dengan pemilihan metode yang dilakukan.

Manfaat diterapkannya metode inquiry discovery learning sebagai berikut:

- a) Merupakan suatu cara belajar siswa aktif
- b) Melalui penemuan sendiri, dan menyelidiki sendiri, maka hasil yang diperoleh akan tahan lama dalam ingatan, tak mudah dilupakan.
- c) Pengertian yang ditemukan sendiri merupakan pengertian yang betul-betul dikuasai dan mudah ditransfer dalam situasi lain.
- d) Anak belajar berpikir analisis dan mencoba memecahkan problema yang dihadapi sendiri, kebiasaan ini akan ditransfer dalam kehidupan bermasyarakat.
- e) Metode ini akan meningkatkan potensi intelektual siswa. Melalui metode ini siswa diberi kesempatan untuk mencari dan menemukan hal-hal yang saling berhubungan melalui pengamatan dan pengalamannya sendiri.
- f) Jika siswa telah berhasil dalam penemuannya, ia akan memperoleh kepuasan intelektual yang datang dari diri siswa sendiri yang merupakan suatu hadiah intrinsik.
- g) Belajar bagaimana melakukan penemuan hanya dapat dicapai secara efektif melalui proses melakukan penemuan.

3) Macam-macam Pelaksanaan Metode Inquiry Learning

Sund dan Trow Bridge (1973) mengemukakan tiga macam metode Inquiry Learning, sebagai berikut:

- a) Inquiry dipimpin (Guide inquiry)
Siswa memperoleh pedoman sesuai dengan yang dibutuhkan. Pedoman-pedoman tersebut biasanya berupa pertanyaan-pertanyaan yang membimbing. Metode ini digunakan terutama bagi siswa yang belum berpengalaman belajar dengan metode

Inquiry Learning, dalam hal ini guru memberikan bimbingan dan pengarahan yang cukup luas. Tahap awal pembelajaran, bimbingan lebih banyak diberikan, dan sedikit demi sedikit dikurangi sesuai dengan pengembangan pengalaman siswa. Pelaksanaannya, sebagian besar perencanaan dibuat oleh guru. Siswa tidak merumuskan permasalahan. Petunjuk yang cukup luas tentang bagaimana menyusun dan mencatat data diberikan oleh guru.

b) Inquiry bebas (Free inquiry)

Pada Inquiry Learning bebas, siswa melakukan penelitian sendiri bagaikan seorang ilmuwan. Siswa harus dapat mengidentifikasi dan merumuskan berbagai topik permasalahan yang hendak diselidiki. Pelaksanaannya, melibatkan siswa dalam kelompok tertentu. Setiap anggota kelompok memiliki tugas, misalnya koordinator, pembimbing teknis, pencatatan data dan mengevaluasi proses.

c) Inquiry bebas yang dimodifikasi (Modified free inquiry)

Pada Inquiry Learning ini guru memberikan permasalahan atau problem, selanjutnya siswa diminta untuk memecahkan permasalahan tersebut melalui pengamatan, eksplorasi, dan prosedur penelitian.

4) Proses Metode Inquiry Learning

Mengingat belajar merupakan proses bagi siswa dalam membangun pemahaman atau gagasan sendiri, maka kegiatan pembelajaran hendaknya memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan hal itu secara lancar dan termotivasi. Suasana belajar yang diciptakan guru harus melibatkan siswa secara aktif: mengamati, bertanya, mempertanyakan, menjelaskan, dan sebagainya. Situasi seperti itu sangat cocok dengan metode inquiry discovery learning yang memberikan kesempatan bagi siswa untuk mencari dan menemukan konsep-konsep sendiri.

Pembelajaran Inquiry Learning merupakan kegiatan pembelajaran yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki sesuatu (benda, manusia atau peristiwa) secara sistematis, kritis, logis, analitis sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri.

Tahapan pembelajaran inquiry learning yang dikemukakan oleh Eggen & Kauchak (1996) sebagai berikut:

Tabel
Tahap pembelajaran Inquiry Learning.

Fase	Perilaku guru
1. Menyajikan pertanyaan atau masalah	Guru membimbing siswa mengidentifikasi masalah dan masalah dituliskan di papan tulis. Guru membagi siswa dalam kelompok.
2. Membuat hipotesis	Guru memberikan kesempatan pada siswa untuk curah pendapat dalam membentuk hipotesis.
	membimbing siswa dalam menentukan hipotesis yang relevan dengan permasalahan dan memprioritaskan hipotesis mana yang menjadi prioritas pendidikan.
3. Merancang percobaan	Guru memberikan kesempatan pada siswa untuk menentukan langkah- langkah yang sesuai dengan hipotesis yang akan dilakukan. Guru membimbing siswa mengurutkan langkah-langkah pemecahan masalah.
4. Melakukan diskusi untuk memperoleh informasi	Guru membimbing siswa mendapatkan informasi melalui diskusi.
5. Mengumpulkan dan menganalisis data	Guru memberi kesempatan pada tiap kelompok untuk menyampaikan hasil pengolahan data yang terkumpul
6. Membuat kesimpulan	Guru membimbing siswa dalam membuat kesimpulan

5) Keunggulan dan Kelemahan Metode Inquiry Learning

Metode Inquiry Learning memiliki keunggulan dan kelemahan. Adapun keunggulan metode Inquiry Learning adalah sebagai berikut:

- a) Menekankan pada pengembangan aspek kognitif, afektif, dan psikomotor secara seimbang, sehingga pembelajaran melalui strategi ini dianggap lebih bermakna.
- b) Mampu melayani kebutuhan siswa yang memiliki kemampuan di atas rata-rata, sehingga siswa yang memiliki kemampuan belajar bagus tidak akan terhambat oleh siswa yang lemah dalam belajar.
- c) Dapat membentuk dan mengembangkan diri siswa, sehingga siswa dapat mengerti tentang konsep dasar dan ide-ide lebih baik.
- d) Membantu dalam menggunakan ingatan dan transfer pada situasi proses belajar yang baru.
- e) Mendorong siswa untuk berfikir dan bekerja atas inisiatifnya sendiri, bersikap obyektif, jujur dan terbuka.
- f) Mendorong siswa untuk berpikir intuitif dan merumuskan hipotesisnya sendiri.
- g) Dapat mengembangkan bakat atau kecakapan individu.
- h) Dapat memberikan waktu pada siswa secukupnya sehingga mereka dapat mengasimilasi dan mengakomodasi informasi.

Inquiry Learning menyediakan siswa beraneka ragam pengalaman konkrit dan pembelajaran aktif yang mendorong dan memberikan ruang dan peluang kepada siswa untuk mengambil inisiatif dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan penelitian sehingga memungkinkan mereka menjadi pembelajar sepanjang hayat. Inquiry learning melibatkan komunikasi yang berarti tersedia suatu ruang, peluang, dan tenaga bagi siswa untuk mengajukan pertanyaan dan pandangan yang logis, obyektif, dan bermakna, dan untuk melaporkan hasil-hasil kerja mereka. Inquiry learning

memungkinkan guru belajar tentang siapakah siswa mereka, apa yang siswa ketahui, dan bagaimana pikiran siswa dalam bekerja, sehingga guru dapat menjadi fasilitator yang lebih efektif berkat adanya pemahaman guru mengenai siswa mereka.

Di samping memiliki beberapa keunggulan, metode Inquiry Learning juga mempunyai beberapa kelemahan. Berikut ini kelemahan metode Inquiry Learning:

- a) Sulit mengontrol kegiatan dan keberhasilan siswa.
- b) Tidak mudah mendesainnya, karena terbentur pada kebiasaan siswa.
- c) Terkadang dalam implementasinya memerlukan waktu yang panjang, sehingga guru sulit menyesuaikannya dengan waktu yang telah ditentukan.
- d) Selama kriteria keberhasilan belajar ditentukan oleh kemampuan siswa menguasai materi pelajaran, maka strategi ini akan sulit diimplementasikan oleh setiap guru.
- e) Metode ini kurang berhasil untuk mengajar kelas besar. Misalnya sebagian besar waktu dapat hilang karena membantu seorang siswa menemukan teori-teori atau menemukan bagaimana ejaan dari bentuk kata-kata tertentu.
- f) Strategi ini tidak memberi kesempatan untuk berpikir kreatif kalau pengertian-pengertian yang akan ditemukan telah diseleksi terlebih dahulu oleh guru.

Dari pendapat di atas jelaslah, bahwa metode Inquiry Learning mempunyai kebaikan dan kelemahan. Kebaikan metode inquiry discovery learning dapat mengembangkan konsep yang mendasar pada diri siswa, daya ingatan siswa akan lebih baik, dan dapat mengembangkan kreatifitas siswa dalam kegiatan belajarnya, serta melatih siswa untuk belajar sendiri. Metode inquiry learning ini akan dapat membantu tercapainya tujuan pengajaran yang diinginkan oleh pengajar. Kelemahan metode ini bagi para pendidik dituntut benar-benar menguasai konsep-konsep dasar,

harus pandai merangsang siswa, tujuan yang diinginkan harus benar-benar jelas serta pendidik dituntut untuk member pertanyaan-pertanyaan yang bersifat mengarahkan pada tujuan.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktifitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran tentang peserta didik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Aktifitas peserta diklat:

1. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan.
2. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
3. Meminta instruktur untuk merespon kegiatan anda.
4. Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
5. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
6. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
7. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan pembelajaran.

Perlengkapan yang harus disiapkan oleh Instruktur

1. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
2. Memberi bantuan pada peserta yang mengalami hambatan belajar
3. Memeriksa tugas-tugas peserta.
4. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul.

Aktifitas yang harus dilakukan Instruktur

1. Membantu peserta dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
2. Membimbing peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
3. Membantu peserta dalam memahami konsep dan praktek.
4. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
5. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
6. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
7. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Latihan/ Kasus /Tugas

1. Di bawah ini tujuan dari pembelajaran berbasis masalah kecuali :
 - a. Meningkatkan kemampuan intelektual
 - b. Memahami peran orang dewasa
 - c. Meningkatkan kemampuan berfikir holistic
 - d. Membantu siswa untuk menjadi pelajar yang mandiri
2. Hasil analisis kekuatan dan kelemahan pembelajaran yang telah dilaksanakan dapat digunakan guru untuk :
 - a. mempertahankan kebiasaan mengajar karena sudah lama dan banyak pengalaman
 - b. mengusulkan penyediaan media pembelajaran yang canggih untuk meningkatkan pembelajaran
 - c. merancang ulang rancangan pembelajaran yang berdasarkan analisis terbukti memiliki kelemahan
 - d. melakukan latihan tambahan berupa test untuk para siswa
3. Upaya merancang pengayaan bagi peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar optimal tampak dalam kegiatan guru sebagai berikut:

- a. memberikan tambahan materi berupa sumber ajar dari pengarang yang berbeda
 - b. memberikan test tambahan dengan tingkat kesukaran lebih tinggi
 - c. memberikan tambahan sumber bacaan yang lebih mendalam dan tingkat variasi yang tinggi berikut instrumen testnya yang sesuai
 - d. diberikan materi bahan ajar yang lebih tinggi tingkatannya dan mengerjakan soal-soal yang memiliki kesulitan tinggi
4. Dasar rancangan program remedial bagi peserta didik yang capaian prestasinya di bawah ketuntasan belajar
- a. proses pengajaran remedial pada dasarnya adalah proses belajar mengajar biasa
 - b. tujuan pengajaran remedial adalah sama dengan test diagnostic
 - c. sasaran terpenting pengajaran remedial adalah peningkatan kecerdasan siswa
 - d. strategi yang dipilih hanya berbentuk test ulang
5. Salah satu prinsip merancang program remedial bagi peserta didik tampak dalam kegiatan guru
- a. membuat rancangan pembelajaran khusus untuk siswa peserta remedial
 - b. menggunakan rancangan pembelajaran yang telah dibuat dengan memperhatikan hasil temuan analisis evaluasi belajar siswa
 - c. menggunakan rancangan pembelajaran baru yang berbeda sama sekali dengan rancangan yang ada.
 - d. merancang test ulang saja tanpa ada pengulangan penjelasan materi
6. Upaya guru menggunakan hasil analisis untuk menentukan ketuntasan belajar antara lain sebagai berikut...
- a. menentukan kriteria keberhasilan belajar
 - b. mengklasifikasi siswa berdasarkan hasil capaian belajarnya
 - c. mencari letak kelemahan secara umum dilihat dari kriteria keberhasilan yang diharapkan
 - d. merencanakan pengajaran remedial
7. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut :
- a. Mendata siswa yang memiliki kecerdasan (IQ) tinggi

- b. Menganaalisis soal yang paling banyak salah dan pling banyak benar dijawab siswa
- c. Menganalisis latar belakang sosial, ekonomi, dan budaya orang tua mereka
- d. Mengevaluasi sistem PBM secara menyeluruh berdasarkan atas dasar analisis penilaian belajar

Pernyataan di atas yang merupakan langkah guru menginterpretasi hasil analisis evaluasi hasil belajar adalah...

- a. 1 dan 2
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 4
 - d. 3 dan 4
8. Media pembelajaran dalam sistem komunikasi merupakan komponen :
- a. Sumber
 - b. Tidak ada jawaban
 - c. Saluran
 - d. Penerima
 - e. Pesan

F. Rangkuman

1. Pendekatan Pembelajaran Dapat diartikan sebagai titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran, yang merujuk pada pandangan tentang terjadinya suatu proses yang sifatnya masih sangat umum, di dalamnya mewadahi, menginspirasi, menguatkan, dan melatari metode pembelajaran dengan cakupan teoretis tertentu. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang “ditemukan”. Pendekatan saintifik dimaksudkan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik dalam mengenal, memahami berbagai materi

menggunakan pendekatan ilmiah, bahwa informasi bisa berasal dari mana saja, kapan saja, tidak bergantung pada informasi searah dari guru. Oleh karena itu kondisi pembelajaran yang diharapkan tercipta diarahkan untuk mendorong peserta didik dalam mencari tahu dari berbagai sumber melalui observasi, dan bukan hanya diberi tahu. Penerapan pendekatan saintifik dalam pembelajaran melibatkan keterampilan proses seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, meramalkan, menjelaskan, dan menyimpulkan. Dalam melaksanakan proses-proses tersebut, bantuan guru diperlukan. Akan tetapi bantuan guru tersebut harus semakin berkurang dengan semakin bertambah dewasanya siswa atau semakin tingginya kelas siswa. Metode saintifik sangat relevan dengan tiga teori belajar yaitu teori Bruner, teori Piaget, dan teori Vygotsky.

2. Strategi Pembelajaran merupakan suatu kegiatan pembelajaran yang harus dikerjakan guru dan siswa agar tujuan pembelajaran dapat dicapai secara efektif dan efisien. Dalam strategi pembelajaran terkandung makna perencanaan, artinya bahwa strategi pada dasarnya masih bersifat konseptual tentang keputusan-keputusan yang akan diambil dalam suatu pelaksanaan pembelajaran. Model Pembelajaran merupakan bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh guru. Dengan kata lain, model pembelajaran merupakan bungkus atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran.
3. Model pembelajaran berbasis masalah merupakan suatu model pembelajaran yang didasarkan pada banyaknya permasalahan. Permasalahan tersebut membutuhkan penyelidikan autentik. Penyelidikan autentik yaitu penyelidikan yang membutuhkan penyelesaian dari permasalahan nyata. Konsep model pembelajaran berbasis masalah adalah “Berusaha sendiri untuk mencari pemecahan masalah serta pengetahuan yang menyertainya, menghasilkan pengetahuan yang bermakna”. Suatu konsekuensi logis karena berusaha untuk mencari pemecahan masalah secara mandiri akan memberikan pengalaman konkret dan makna tersendiri bagi siswa. Pelaksanaan model pembelajaran berbasis masalah, terdiri dari kelompok-kelompok kecil diantara siswa untuk yang saling bekerjasama. Aktivitas dalam kelompok

untuk memecahkan masalah yang telah disepakati. Guru memandu siswa menguraikan rencana pemecahan masalah menjadi tahap-tahap kegiatan. Tahapan kegiatan yang dilakukan, mengenai penggunaan keterampilan dan strategi yang dibutuhkan agar masalah dapat diselesaikan. Dengan demikian kegiatan selama proses pembelajaran ini akan memberikan pengalaman kongkret kepada siswa dalam belajar.

4. Metode inkuiri berarti suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri. Sasaran utama kegiatan mengajar pada strategi ini ialah (a) Keterlibatan siswa secara maksimal dalam proses kegiatan belajar, (b) Keterarahan kegiatan secara logis dan sistematis pada tujuan pengajaran, (c) Mengembangkan sikap percaya diri pada diri sendiri (*self belief*) pada diri siswa tentang apa yang ditemukan dalam proses inkuiri. Metode inkuiri merupakan metode yang mempersiapkan peserta didik pada situasi untuk melakukan eksperimen sendiri secara luas agar melihat apa yang terjadi, ingin melakukan sesuatu, mengajukan pertanyaan-pertanyaan, dan mencari jawaban sendiri, serta menghubungkan penemuan yang satu dengan penemuan yang lain, dan membandingkan apa yang ditemukannya dengan yang ditemukan peserta didik lain". Metode inkuiri adalah suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk berfikir ilmiah dalam melakukan eksperimen sendiri secara luas agar melihat apa yang terjadi, ingin melakukan sesuatu, mengajukan pertanyaan-pertanyaan dan mencari jawaban sendiri, serta menghubungkan penemuan yang satu dengan penemuan yang lain, dan membandingkan apa yang ditemukannya dengan yang ditemukan peserta didik lainnya. Untuk menciptakan kondisi seperti itu, maka peranan guru sangat menentukan. Guru tidak lagi berperan sebagai pemberi informasi dan siswa sebagai penerima informasi. Peranan utama guru dalam menciptakan kondisi inkuiri ialah: (a) Motivator, (b) Fasilitator, (c) Penanya, (d) Administrator, (e) Pengarah, (f) Manajer, (g) Rewarder.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan jawaban anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Hitunglah jumlah jawaban yang benar. Kemudian gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi kegiatan belajar.

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah Jawaban benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Jika anda mencapai tingkat penguasaan 75 % keatas, anda dapat meneruskan ke modul berikutnya. Tetapi bila tingkat penguasaan anda masih dibawah 75 %, anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

(*Catatan* : Kejujuran Intelektual Memegang Peranan Penting)

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

SENSOR DAN KOMPONEN KONTROL

ELEKTROMEKANIK

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi ini guru dapat:

1. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan sensor pada sistem otomasi industri.
2. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan aktuator pada sistem otomasi industri.
3. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan komponen kontrol elektromekanik pada sistem otomasi industri.
4. Mengkomisioning kontrol elektromekanik berdasarkan hasil rakitannya

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menemukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan sensor, aktuator dan komponen kontrol elektromekanik pada sistem otomasi industri.
2. Mengkomisioning kontrol elektromekanik berdasarkan hasil rakitannya.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1

Penggunaan sensor pada otomasi industri

1. Switch / saklar

Switch / saklar biasanya digunakan untuk memutus atau menyambungkan rangkaian dari sumber listrik. Contoh: saklar toggle, adalah bentuk saklar yang paling sederhana, dioperasikan oleh sebuah tuas toggle yang dapat ditekan ke atas atau ke bawah. Menurut konvensinya, posisi ke bawah mengindikasikan keadaan 'hidup', atau 'menutup' atau 'disambungkan'. Saklar toggle yang diperlihatkan di dalam foto memiliki tuas dengan posisi ke atas. Di belakang tuas terdapat sebuah alur sekrup (dolly) yang dilengkapi dengan sebuah mur besar.

Alur dan mur ini digunakan untuk memasang saklar disebuah panel. Di bagian belakang saklar terdapat dua buah tap (cantolan) terminal, tempat dimana kawat-kawat listrik disambung dan disolder.



Gambar 1. Toggle switch

Masih banyak jenis saklar yang digunakan dalam otomasi industri, misalnya saklar kunci, yaitu saklar yang hanya bisa dihidupkan atau dimatikan menggunakan sebuah kunci. Ada juga saklar putar, gunanya untuk menyambungkan satu jalur ke salah satu diantara beberapa jalur yang ada. Saklar putar ini memiliki satu kontak yang berputar atau lebih yang dikelilingi oleh sebuah cincin dengan banyak kontak stasioner (diam).

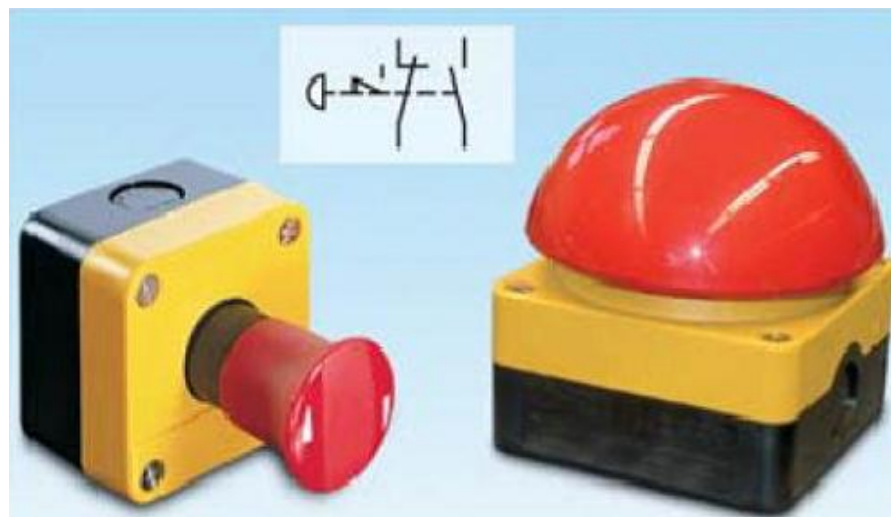
2. Push button

Push button NO digunakan untuk mengaktifkan rangkaian, sedangkan yang NC digunakan untuk memutus rangkaian dari sumber listrik. Switch ini sangat banyak digunakan, dalam sebuah operation panel bisa terdapat beberapa Push Button tergantung dari keperluan, alat ini juga memiliki kode warna pada bagian knopnya untuk membedakan fungsi dari masing-masing alat, seperti warna merah digunakan untuk tombol berhenti/ stop, lalu warna hitam/ hijau digunakan untuk tombol jalan/start kemudian warna kuning digunakan untuk tombol reset atau alarm stop, ada beberapa contoh penggunaan Push Button seperti untuk menjalankan motor/ pompa, menjalankan conveyor, menghidupkan lampu, mereset alarm, menyalakan bell, menghidupkan cylinder dan masih banyak lagi.



Gambar 2. Push button

Saklar ON/OFF banyak digunakan sebagai alat penghubung atau pemutus rangkaian kontrol seperti terlihat pada Gambar 3, yang memiliki dua kontak, yaitu NC dan NO. Artinya saat saklar tidak digunakan satu kontak terhubung Normally Close, dan satu kontak lainnya Normally Open. Ketika kontak ditekan secara manual kondisinya berbalik posisi menjadi NO dan NC.



Gambar 3. Bentuk lain Push button

3. Limit switch

Limit switch bisa dikatakan sebagai sensor pembatas, dalam artian mendeteksi gerakan dari suatu mesin sehingga bisa mengontrolnya atau memberhentikan gerakan dari mesin tersebut sehingga dapat membatasi gerakan mesin dan tidak sampai melewati batas, pemakaiannya pun sangat umum dan banyak.



Gambar 4. Bentuk Limit Switch

4. Penggunaan sensor proksimiti

Proksimiti adalah sensor atau saklar yang dapat mendeteksi adanya target (jenis logam) dengan tanpa adanya kontak fisik, sensor jenis ini biasanya terdiri dari alat elektronis solid-state yang terbungkus rapat untuk melindunginya dari pengaruh getaran, cairan, kimiawi, dan korosif yang berlebihan. Sensor ini dapat diaplikasikan pada kondisi penginderaan pada objek yang dianggap terlalu kecil/lunak untuk menggerakkan suatu mekanis saklar.

Bahan Bacaan 2

Penggunaan aktuator pada otomasi industri

1. Relai adalah alat yang dioperasikan dengan listrik dan secara mekanis mengontrol penghubungan rangkaian listrik, bermanfaat untuk kontrol jarak jauh dan untuk pengontrolan alat tegangan dan arus tinggi dengan sinyal kontrol tegangan dan arus rendah. Bekerja berdasarkan pembentukan elektromagnet yang menggerakkan elektromekanis

penghubung dari dua atau lebih titik penghubung (konektor) rangkaian sehingga dapat menghasilkan kondisi kontak ON atau kontak OFF atau kombinasi dari keduanya.

Dalam dunia otomasi saat ini, Penggunaan Relay masih menjadi Pilihan yang tepat untuk mengendalikan beban arus tinggi. Karena mengingat kemampuannya yang dapat mengendalikan dan mengontrol Rangkaian Beban Arus Tinggi menggunakan Rangkaian Pengendali Arus Rendah.

2. Selenoid adalah alat yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik atau arus listrik menjadi gerakan mekanis linear. Terbentuk dari kumparan dengan inti besi yang dapat bergerak, besarnya gaya tarikan atau dorongan yang dihasilkan adalah ditentukan dengan jumlah lilitan kumparan tembaga dan besar arus yang mengalir melalui kumparan.
3. Stepper adalah alat yang mengubah pulsa listrik yang diberikan menjadi gerakan rotor diskret (berlainan) yang disebut step (langkah). Satu putaran motor memerlukan 360 derajat dengan jumlah langkah yang tertentu perderajatnya. Ukuran kerja dari stepper biasanya diberikan dalam jumlah langkah per-putaran per-detik. Motor stepper mempunyai kecepatan dan torsi yang rendah namun memiliki kontrol gerakan posisi yang cermat, hal ini dikarenakan memiliki beberapa segment kutub kumparan.
4. Motor DC adalah alat yang mengubah pulsa listrik menjadi gerak, mempunyai prinsip dasar yang sama dengan motor stepper namun gerakannya bersifat kontinyu atau berkelanjutan. Motor DC dibagi menjadi 2 jenis yaitu; Motor DC dengan sikat (mekanis komutasi), yaitu motor yang memiliki sikat karbon berfungsi sebagai pengubah arus pada kumparan sedemikian rupa sehingga arah tenaga putaran motor akan selalu sama. Motor DC tanpa sikat, menggunakan semi konduktor untuk merubah maupun membalik arus sehingga layaknya pulsa yang menggerakkan motor tersebut. Biasa digunakan pada sistem servo, karena mempunyai efisiensi tinggi, umur pemakaian lama, tingkat




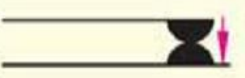
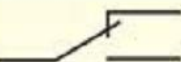

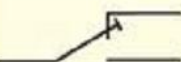

kebisingan suara listrik rendah, karena putarannya halus seperti stepper namun putarannya terus menerus tanpa adanya step. (Sumber: Buku Elektronik Industri, Frank D. Petruzella)

Bahan Bacaan 3

Penggunaan komponen kontrol elektromekanik

1. Relay. Komponen ini merupakan perangkat pensakelaran yang beroperasi dengan prinsip elektromagnet. Bagian elektromagnet terdiri atas koil belitan kawat yang melilit pada inti besi. Ketika koil elektromagnet diberi energi, inti besi menghasilkan magnet yang dapat menarik armature yang terhubung dengan kontak, sehingga kontak beroperasi dan menyambungkan rangkaian. Ketika energi pada koil habis, kontak akan kembali ke posisi normal akibat pengaruh pegas yang terhubung ke kontak.

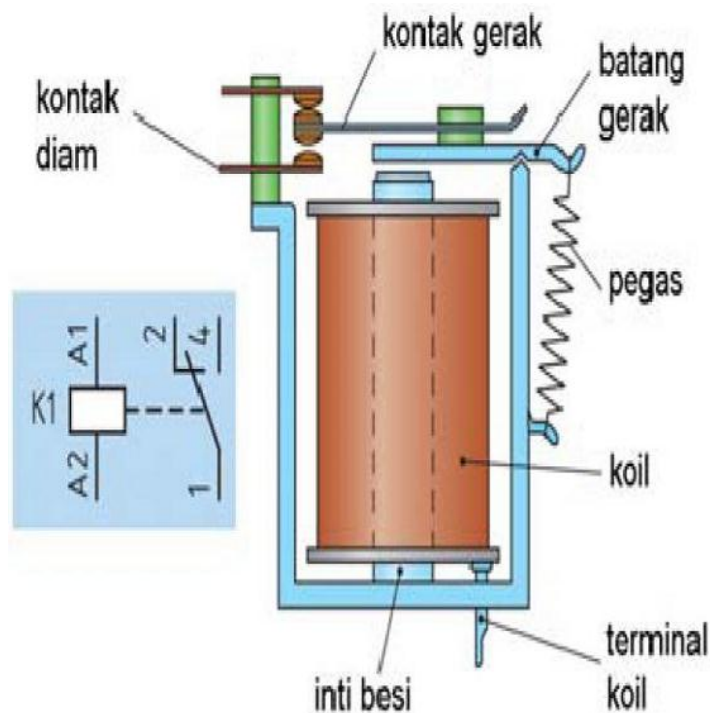
Tabel 1. Jenis Kontak Pada Relay.

Tabel Jenis kontak pada relay		
Nama	Simbol	Bentuk fisik
Normally open		
Normally close		
Saklar utama 2 cabang		
Saklar utama 2 cabang		

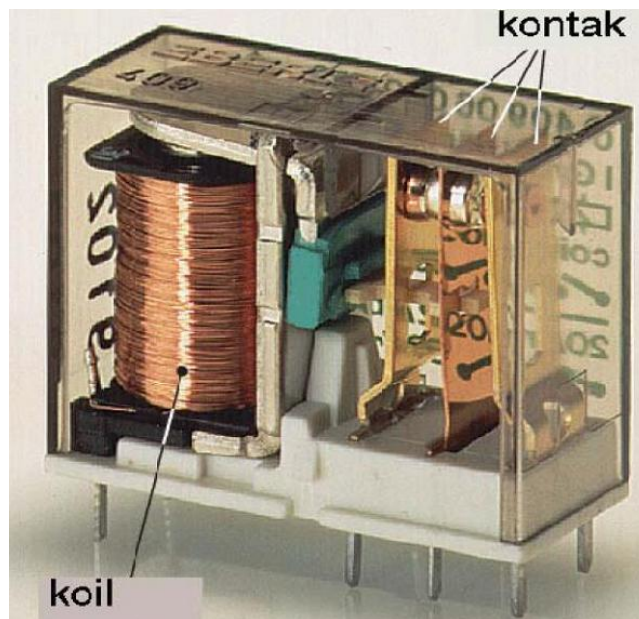
Komponen relay bekerja secara elektromagnetis, ketika koil K terminal A1 dan A2 diberikan arus listrik angker akan menjadi magnet dan menarik lidah kontak yang ditahan oleh pegas, kontak utama 1 terhubung dengan kontak cabang 4 seperti terlihat pada Gambar 5. Ketika arus

listrik putus (unenergized), elektromagnetiknya hilang dan kontak akan kembali posisi awal karena ditarik oleh tekanan pegas, kontak utama 1 terhubung kembali dengan kontak cabang 2. Relay menggunakan tegangan DC 12V, 24V, 48V dan AC 220V.

Bentuk fisik relay dikemas dengan wadah plastik transparan, memiliki dua kontak SPDT (Single Pole Double Throgh seperti ditunjukkan pada Gambar 6., satu kontak utama dan dua kontak cabang). Relay jenis ini menggunakan tegangan DC 6V, 12V, 24V dan 48V. Juga tersedia dengan tegangan AC 220V. Kemampuan kontak mengalirkan arus listrik sangat terbatas kurang dari 5 Amper. Untuk dapat mengalirkan arus daya yang besar untuk mengendalikan motor induksi, relay dihubungkan dengan kontaktor yang memiliki kemampuan hantar arus dari 10–100 Amper.



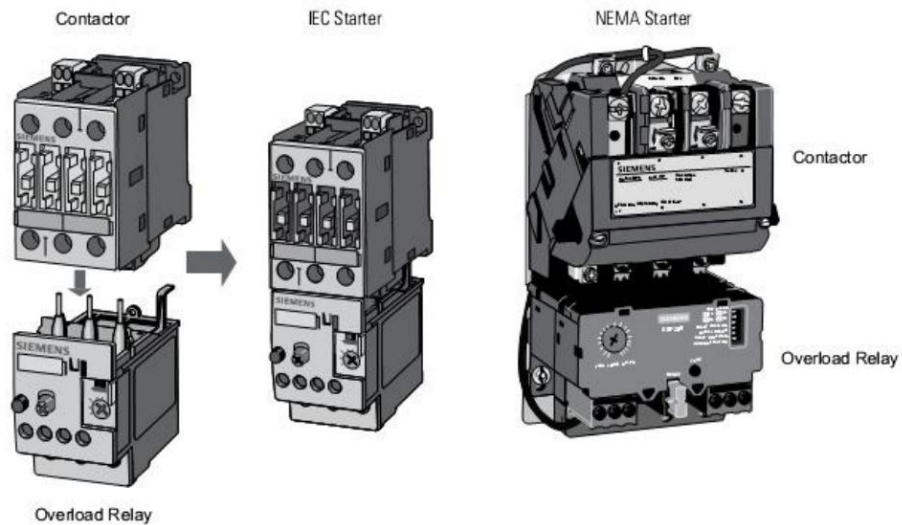
Gambar 5. Simbol dan bentuk fisik relay



Gambar 6. Relay dikemas plastik tertutup

2. Kontaktor. Kontaktor memiliki rating tegangan dan arus yang lebih besar dari relay sehingga umumnya digunakan sebagai high power switch pada motor, lampu dan peralatan listrik lainnya.

Kontaktor magnet atau sakelar magnet adalah sakelar yang bekerja berdasarkan kemagnetan, artinya saklar ini dapat bekerja apabila ada gaya kemagnetan. Magnet berfungsi sebagai penarik dan pelepas kontak-kontak. Sebuah kontaktor harus mampu mengalirkan dan memutuskan arus listrik dalam keadaan normal. Arus listrik yang mengalir secara normal adalah arus listrik yang mengalir selama pemutusan tidak terjadi. Kumputan magnet kontaktor (coil) dapat dirancang untuk arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC). Kontaktor AC pada inti magnetnya dipasang cincin hubung singkat untuk menjaga arus kemagnetan tetap stabil, sehingga kontaktor tersebut bekerja normal. Sedangkan pada kumputan magnet DC tidak dipasang cincin hubung singkat. Bila kontaktor DC digunakan pada tegangan bolak-balik (AC) maka kemagnetannya akan timbul dan hilang setiap saat mengikuti bentuk gelombang tegangan bolak-balik (AC).

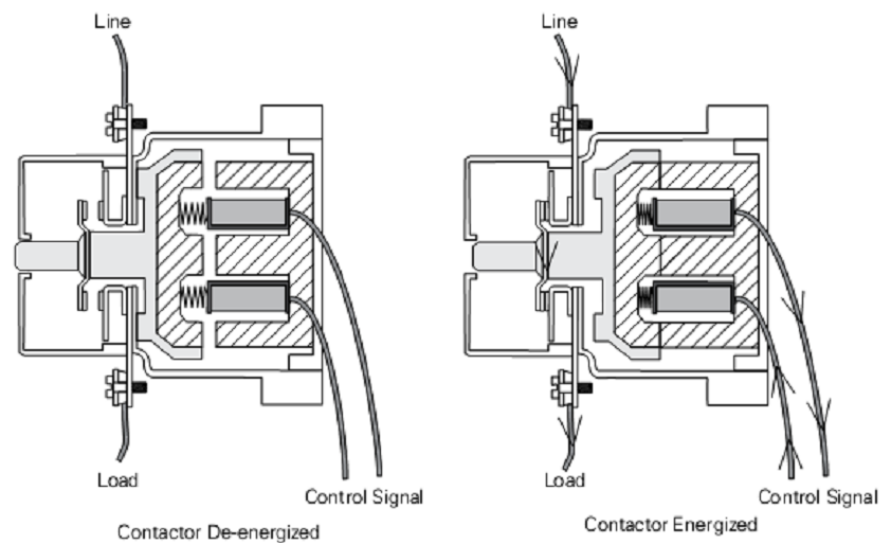


Gambar 7. Kontaktor magnet

Bila kontaktor yang dirancang untuk tegangan bolak-balik (AC) digunakan pada tegangan searah (DC), maka pada kumparan tersebut tidak akan menimbulkan induksi sehingga kumparan menjadi panas. Sebaliknya bila kontaktor untuk tegangan searah (DC) yang tidak mempunyai cincin hubung singkat dihubungkan dengan tegangan bolak-balik (AC) maka kontaktor tersebut akan bergetar yang disebabkan oleh kemagnetan pada kumparan magnet yang timbul dan hilang setiap detik 100 kali.

Biasanya pada kontaktor terdapat beberapa kontak, yaitu kontak normal terbuka (normaly open/NO) dan kontak normal tertutup (normaly close/NC). Kontak NO berarti saat kontaktor belum bekerja kedudukannya membuka dan bila kontaktor bekerja kedudukan kontakannya menutup/menghubung. Jadi fungsi kontak NO dan NC berlawanan.

Fungsi kontak-kontak tersebut terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama terdiri dari kontak NO dan kontak bantu terdiri dari kontak NO dan NC. Kontruksi dari kontak utama berbeda dengan kontak bantu, dimana kontak utama mempunyai luas permukaan yang luas dan tebal. Sedangkan kontak bantu luas permukaannya kecil dan tipis,



Gambar 8. Kontak-kontak pada kontaktor magnet

Kontak utama digunakan untuk mengalirkan arus pada rangkaian utama, yaitu arus yang diperlukan untuk peralatan listrik misalnya: motor listrik, perangkat pemanas dan sebagainya. Sedangkan kontak bantu digunakan untuk mengalirkan arus pada rangkaian pengendali (kontrol) yang diperlukan untuk kumparan magnet, alat bantu rangkaian, lampu indikator, dan sebagainya. Kategori penggunaan kontaktor magnet sebagai berikut :

Tabel 2. Kategori Kontaktor menurut IEC

Kategori	Uraian Katagori menurut IEC
AC1	Non Induktif atau beban induktif ringan
AC2	Starting Motor slip-ring
AC3	Starting Motor Induksi Rotor Sangkar dan hanya pensaklaran setelah kecepatan motor naik
AC4	Starting Motor Induksi Rotor Sangkar dengan pengendali inching dan plugging. Rangkaian Start/Stop
AC11	Rangkaian Kontrol (Auxiliary)

Penggunaan kontaktor harus dipahami rangkaian pengendali (kontrol) dan rangkaian daya (utama). Rangkaian pengendali adalah rangkaian

yang hanya menggambarkan bekerjanya kontaktor dengan kontak-kontak bantu. Sedangkan rangkaian utama adalah rangkaian yang khusus melayani hubungan peralatan listrik dengan sumber tegangan (jala-jala).

3. Thermal Over Load Relay (TOR/TOL).

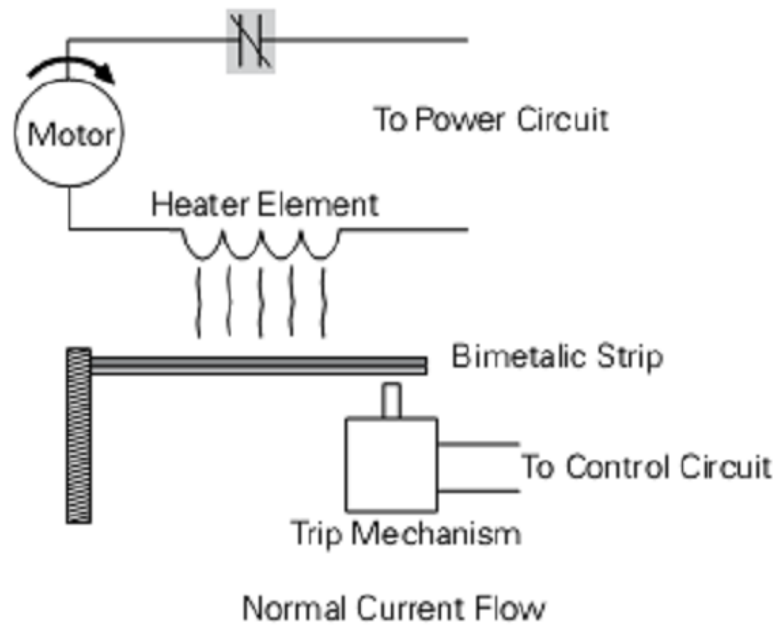
Alat pengaman yang digunakan bila pada motor terjadi beban lebih disebut Thermal Over Load Relay (TOR/TOL) biasanya digandengkan dengan kontaktor, dipasaran ada juga pengaman beban lebih yang terintegrasi pada Motor Circuit Breaker. Relay ini biasanya dihubungkan pada kontaktor ke kontak utama sebelum dihubungkan ke beban (motor). Gunanya untuk memberikan perlindungan terhadap motor dari kerusakan akibat beban lebih.

Beberapa penyebab terjadinya beban lebih adalah :

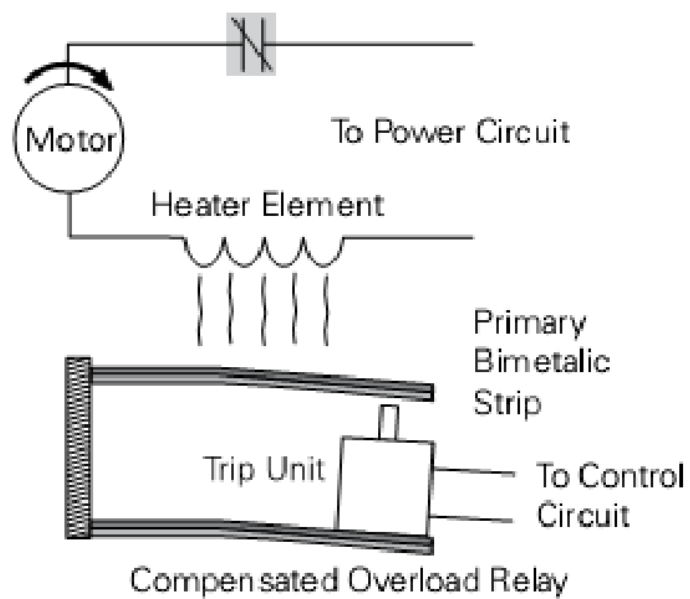
- a. Terlalu besarnya beban mekanik pada motor.
- b. Arus start yang terlalu besar atau motor berhenti secara mendadak.
- c. Terbukanya salah satu fasa dari motor 3 fasa.

Arus yang terlalu besar timbul pada beban motor akan mengalir pada belitan motor yang dapat menyebabkan kerusakan dan terbakarnya belitan motor. Untuk menghindari hal tersebut terjadi dipasang Thermal Over Load Relay (TOR/TOL) pada rangkaian pengendali.

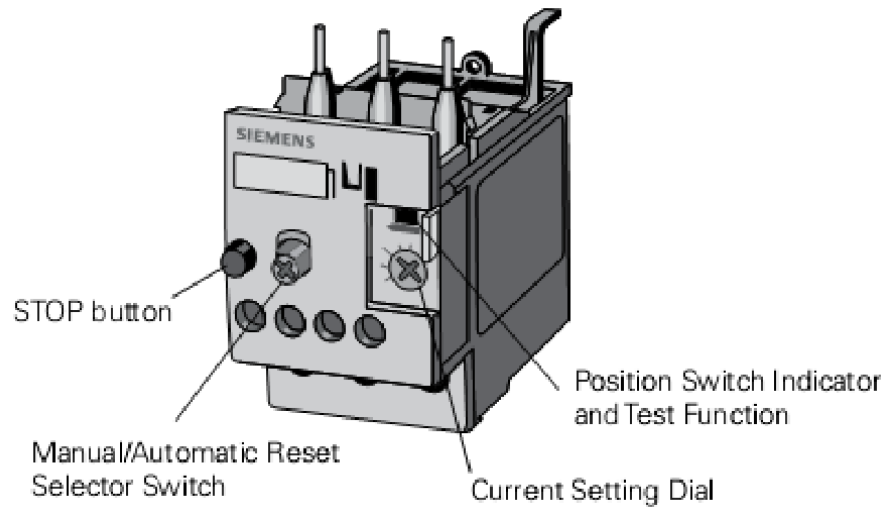
Prinsip kerja Thermal Over Load Relay (TOR/TOL) berdasarkan panas (temperatur) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen pemanas bimetal, yang mengakibatkan bimetal melengkung selanjutnya akan menggerakkan kontak-kontak mekanik pemutus rangkaian listrik kontak 95 – 96 membuka dan kontak 97 – 98 menutup.



Gambar 9. TOR dalam keadaan normal



Gambar 10. TOR dalam keadaan beban lebih



Gambar 11. Konstruksi Thermal Overload Relay (TOR)

Perlengkapan lain dari thermal beban lebih adalah reset mekanik yang fungsinya untuk mengembalikan kedudukan kontak 95 – 96 pada posisi semula (menghubung dalam keadaan normal) dan kontak 97 – 98 (membuka dalam keadaan normal). Setelah tombol reset ditekan maka kontak 95 – 96 yang semula membuka akibat beban lebih akan kembali menutup dan kontak 97 – 98 akan kembali membuka. Bagian lain dari thermal beban lebih adalah pengatur batas arus.

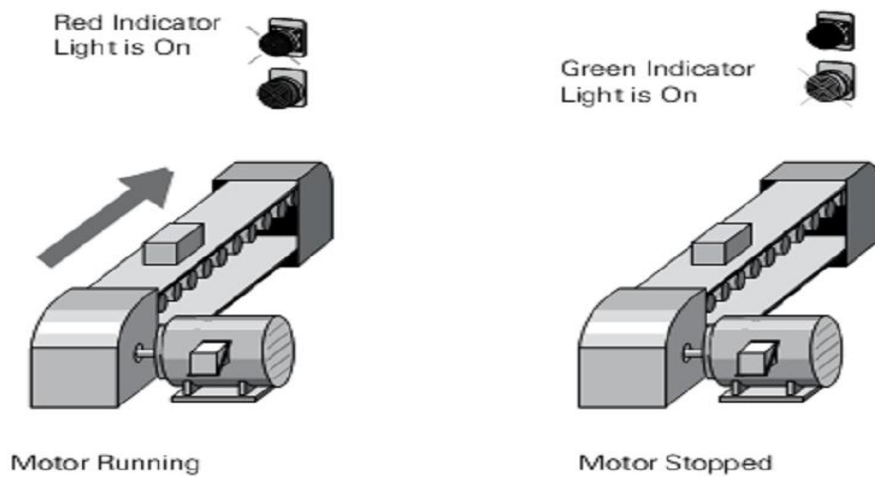
4. Lampu Indikator

Lampu-lampu indikator merupakan komponen yang digunakan sebagai lampu tanda. Lampu-lampu tersebut digunakan untuk berbagai keperluan misalnya untuk lampu indikator pada panel penunjuk fasa R, S dan T atau L1, L2 dan L3.

Selain itu juga lampu indikator digunakan sebagai indikasi bekerjanya suatu sistem kontrol misalnya lampu indikator merah menyala motor bekerja dan lampu indikator hijau menyala motor berhenti.

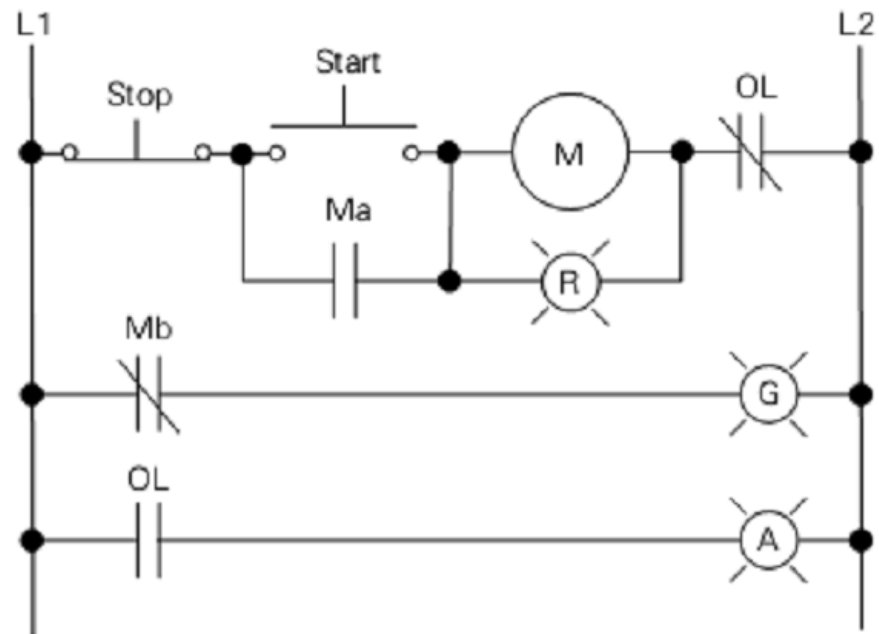


Gambar 12. Konstruksi Lampu Indikator



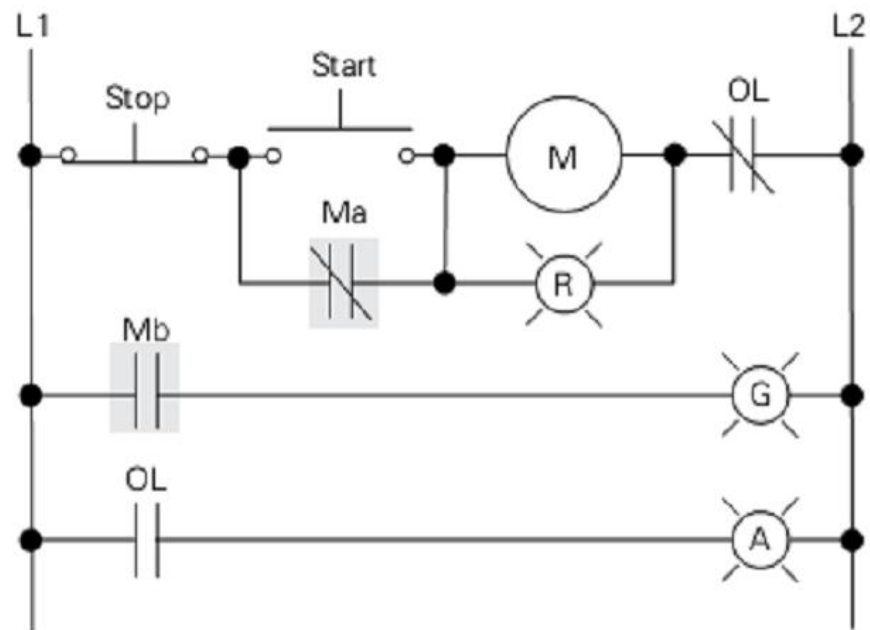
Gambar 13. Contoh penggunaan lampu indikator pada otomasi industri

Menurut gambar rangkaian berikut ini, jika motor di stop, kontak normaly close kontaktor Mb tertutup, dan lampu indicator warna hijau menyala.



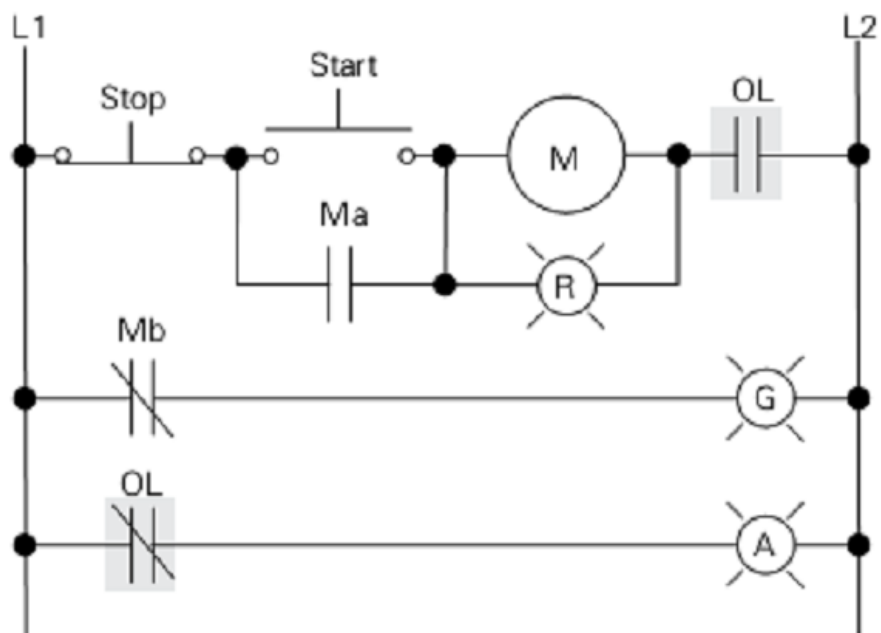
Gambar 14. Penggunaan lampu indikator pada rangkaian kontrol

Jika kumparan kontaktor energize, lampu indikator merah menyala mengindikasikan bahwa motor jalan (berputar). Dalam kondisi ini, kontak Mb menjadi terbuka, dan lampu indicator hijau padam. Lampu indikator merah dihubungkan parallel dengan kumparan kontaktor sehingga motor akan berputar terus jika lampu indikator tersebut terbakar.



Gambar 15. Kumparan kontaktor energize

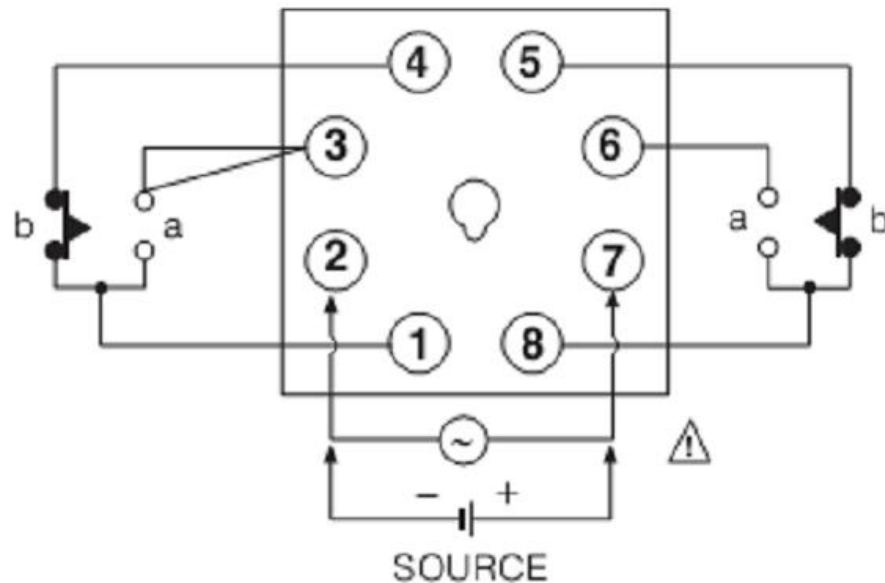
Jika terjadi beban lebih, kontak normaly close OL terbuka, motor berhenti dan lampu indikator merah menyala, kontak Mb terbuka, lampu indikator hijau menyala dan kontak normaly open OL tertutup, lampu indikator kuning (A) menyala



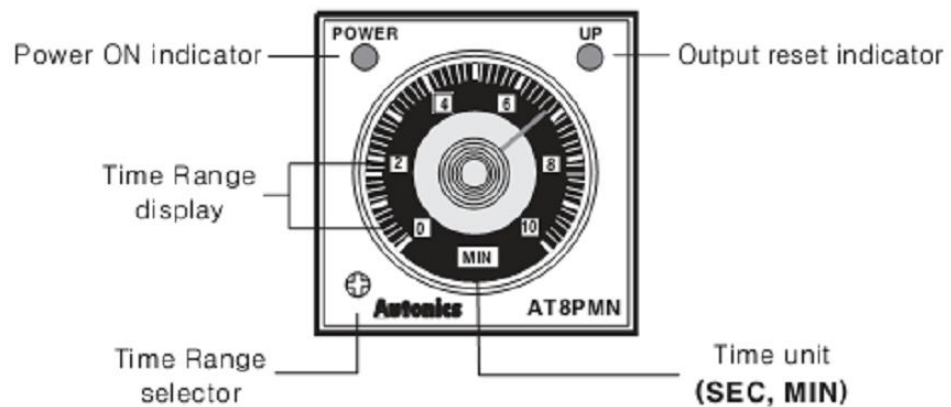
Gambar 16. Saat terjadi beban lebih

5. Relay penunda waktu (Time Delay Relay/TDR).

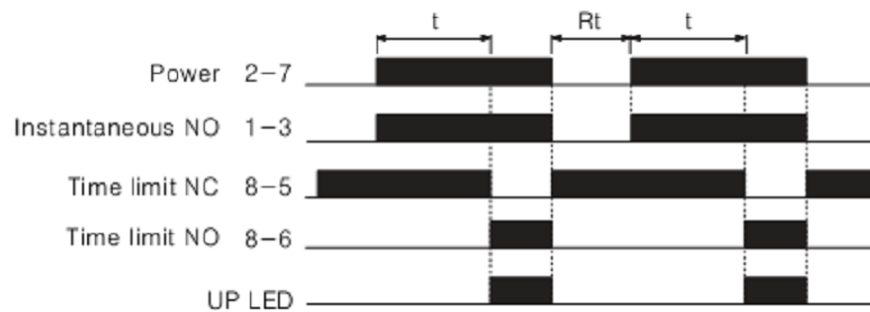
Time Delay adalah saklar penunda waktu yang digunakan sebagai alat bantu sistim pengendali. Terminal sumber tegangan terdapat pada nomor 2-7, Kontak NO pada terminal 1-3 dan 6-8 dan kontak NC terdapat pada terminal 1-4 dan 5-8.



Gambar 17. Hubungan terminal relay penunda waktu (TDR)

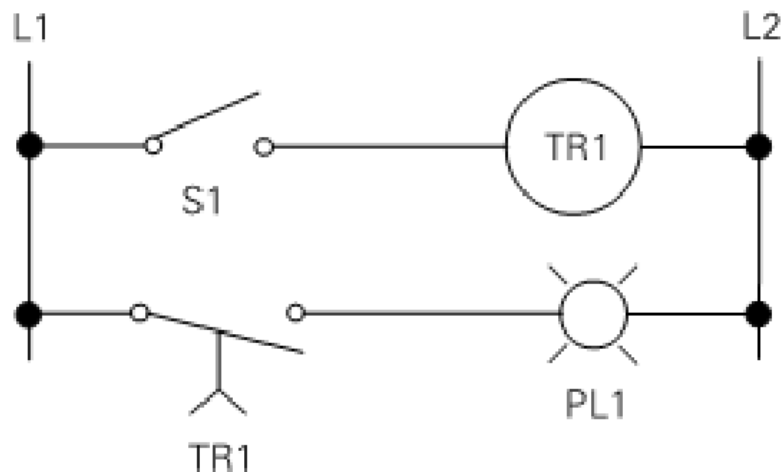


Gambar 18. Bagian depan relay penunda waktu (TDR)



Gambar 19. Mode operasi relay penunda waktu (TDR)

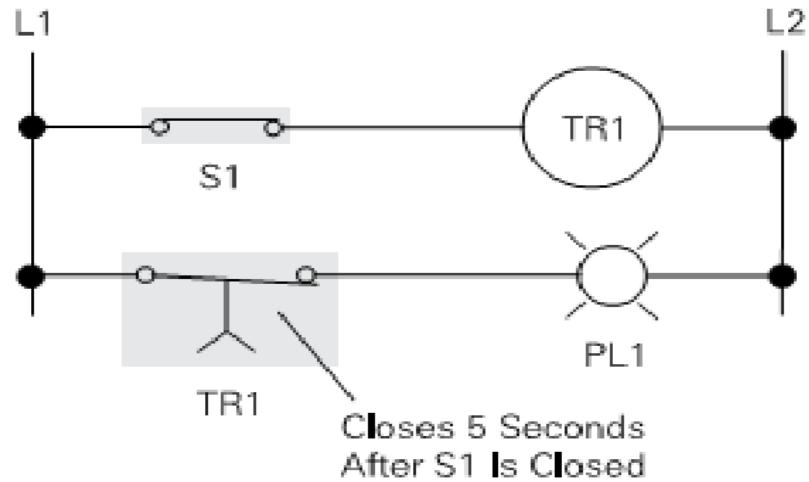
Kebanyakan dari relay penunda waktu yang mempunyai batas pengesetan waktu bervariasi. Contoh, relay penunda waktu memiliki pengesetan waktu dari 0,05 sampai 100 jam. Relay penunda waktu jenisnya ada dua on-delay atau off-delay yang dapat dihubungkan dengan beban, tergantung bagaimana keluaran dari pengawatan rangkaian. Pada ilustrasi yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini, sebagai contoh on-delay atau closed timer, juga disebut relay penunda waktu normally open, time closed (NOTC). Pada contoh ini relay penunda waktu diset untuk menunda waktu 5 detik.



Gambar 20. Relay penunda waktu on-delay

Jika S1 tertutup, relay penunda waktu mulai bekerja atau energizes (menghitung waktu). Setelah 5 detik, kotak dari relay tersebut tertutup, dan lampu indikator menyala. Jika S1 terbuka, relay penunda

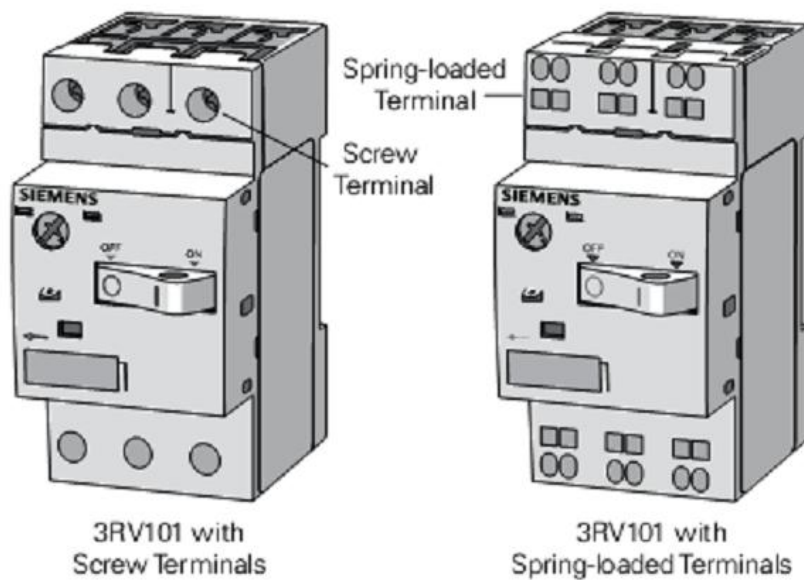
waktu tidak bekerja atau de-energizes, kotak dari relay tersebut secara bersamaan terbuka, sehingga lampu indikator padam.



Gambar 21. Relay penunda waktu on-delay setelah 5 detik

6. Motor Circuit Breaker.

Motor Circuit Breaker adalah pengaman motor listrik yang mengintegrasikan pengaman hubung singkat dan beban lebih.



Gambar 22. Kontruksi Motor Circuit Breaker

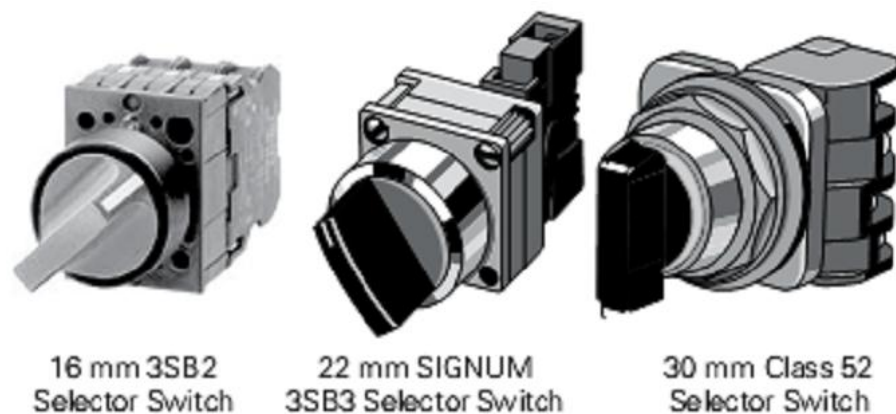
7. Kontak auxiliary, merupakan kontak tambahan yang dapat dipasang pada bagian atas atau samping dari kontaktor utama.

8. Interlock unit merupakan bagian tambahan yang dapat dipasang antara dua kontaktor sehingga masing – masing kontaktor tidak bekerja bersamaan. Interlock unit ini dipergunakan untuk switching perubahan arah putaran pada motor.

9. Sakelar Selektor

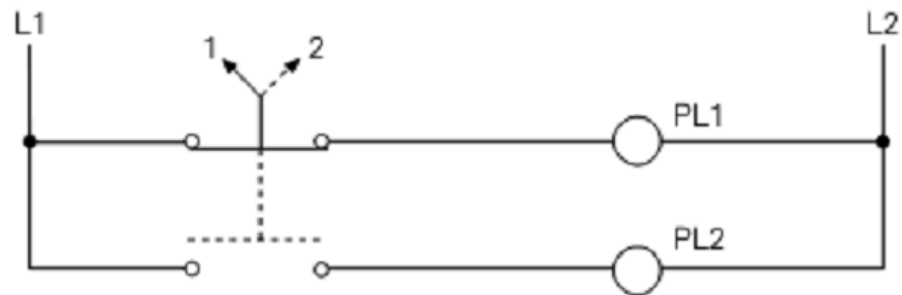
Sakelar selektor juga digunakan secara manual mempunyai kontak tertutup dan terbuka. Sakelar selektor dapat dioperasikan dengan per pengembali dan kunci tersedia dua, tiga atau empat jenis posisi.

Perbedaan yang mendasar antara tombol tekan dan sakelar selektor adalah dioperasikan secara mekanik. Dengan sakelar selektor operator dapat memutar menjadi kontak terbuka dan tertutup. Sakelar selektor digunakan untuk memilih satu dari dua atau lebih rangkaian yang memungkinkan. Contoh berhenti dan jalan atau berhenti, kecepatan rendah dan kecepatan tinggi.



Gambar 23. Kontruksi saklar selektor

Pada contoh berikut, lampu pilot PL1 akan menyala jika saklar pada posisi 1, dan lampu pilot PL2 akan menyala pada posisi 2. Ini hanya bagian dari rangkaian kontrol untuk permesinan dan status lampu pilot dapat digunakan untuk mengindikasikan kondisi mesin, contoh berhenti (stop) dan jalan (run).



Gambar 24. Saklar selektor dua posisi

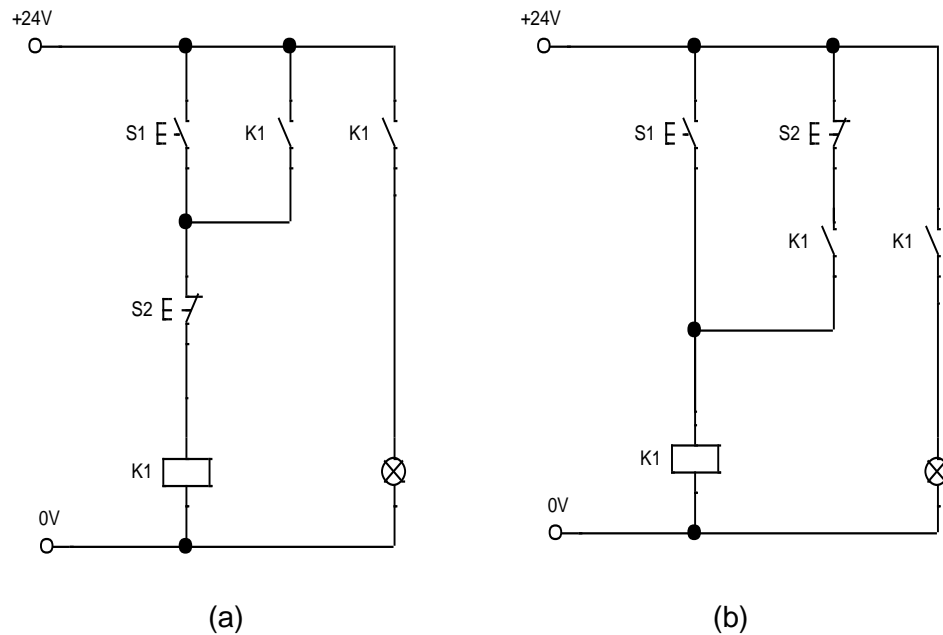
Bahan Bacaan 4

Rangkaian Kontrol Elektromekanik pada otomasi industri

1. Rangkaian Pengunci

Rangkaian ini adalah rangkaian dasar dari sistem kontrol yang sangat sederhana yakni hanya menggunakan satu saklar pengaman saja terhadap beban yang akan dijalankan, artinya kebutuhan dari rangkaian ini hanya sebagai ON dan OFF saja. Rangkaian pengunci menggunakan *relay logic* diperagakan pada Gambar 25. Ketika tombol S1 (NO, *normally open*) yang berfungsi untuk ON atau START diaktifkan sesaat maka beban aktif terus menerus sampai diaktifkan tombol S2 (NC, *normally close*) yang berfungsi untuk OFF atau STOP.

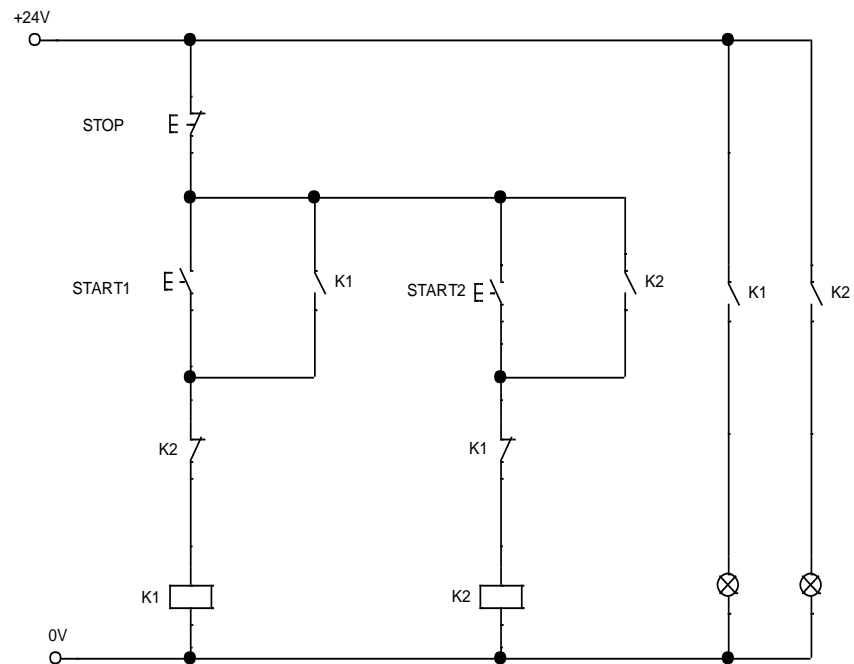
Prinsip rangkaian ini diterapkan hampir pada setiap rangkaian kontrol otomatis. Dalam penerapannya tersebut terdapat dua macam rangkaian pengunci, Dominant-Set, dan Dominant-Reset.



Gambar 25. Rangkaian Pengunci (a) Dominant–Reset (b) Dominant-Set

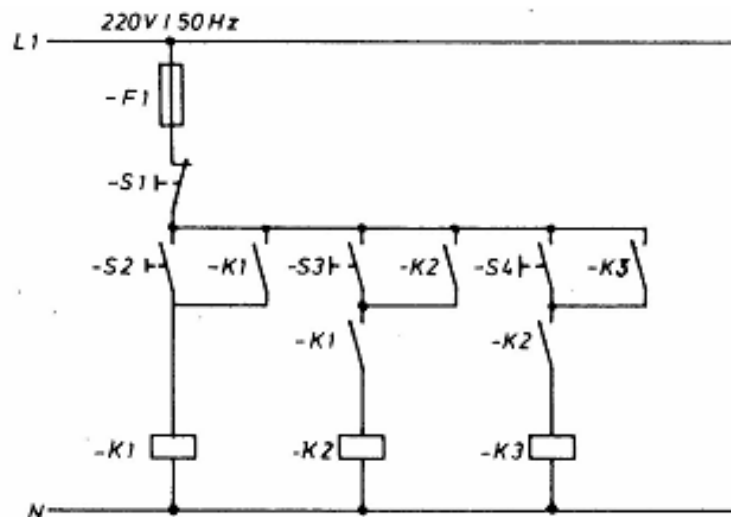
2. Rangkaian Operasi Bergantian (*interlocking*).

Rangkaian kontrol ini berfungsi sebagai Operasi bergantian terhadap kerja beban, yang menggunakan fasilitas Kontak NC sebagai pengaman terhadap masing-masing *coil relay*, yakni kontak NC K1 sebagai pemutus bagi coil K2 yang terhubung dengan beban B dan kontak NC K2 berfungsi sebagai pemutus coil K1 yang terhubung dengan beban A (lihat Gambar 2). Rangkaian ini hanya menggunakan dua beban saja, dengan kata lain rangkaian ini mencegah beban bekerja secara bersamaan, beban B tidak dapat diaktifkan selama beban A masih bekerja dan sebaliknya.



Gambar 26. Rangkaian Operasi bergantian (*interlocking*)

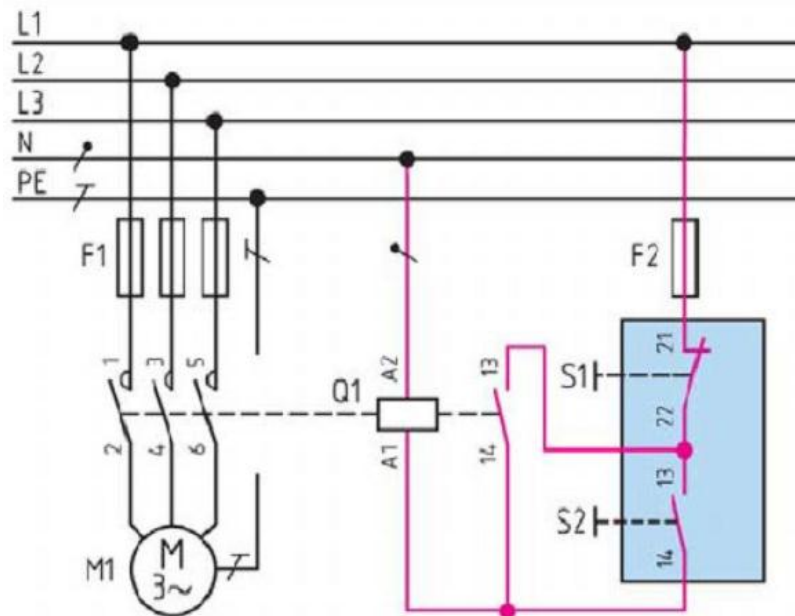
3. Rangkaian Operasi Berurutan Manual (Sequential Operational Circuit)



Gambar 27. Rangkaian Kontrol Operasi Berurutan

4. Pengendalian Motor Listrik 3 Fase Menggunakan 1 MC dan 1 Tombol On-Off.

Pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC dan 1 tombol on-Off seperti terlihat pada Gambar 28. Pada gambar tersebut memperlihatkan ada lima kawat penghantar, yaitu L1, L2, L3, N dan PE, ada tiga buah fuse F1 yang gunanya sebagai pengaman hubung singkat jika ada gangguan pada rangkaian daya. Sebuah kontaktor memiliki enam kontak, sisi supply terminal 1, 3 dan 5, sedangkan disisi beban terhubung ke motor terminal 2, 4 dan 6. notasi ini tidak boleh dibolakbalikkan.



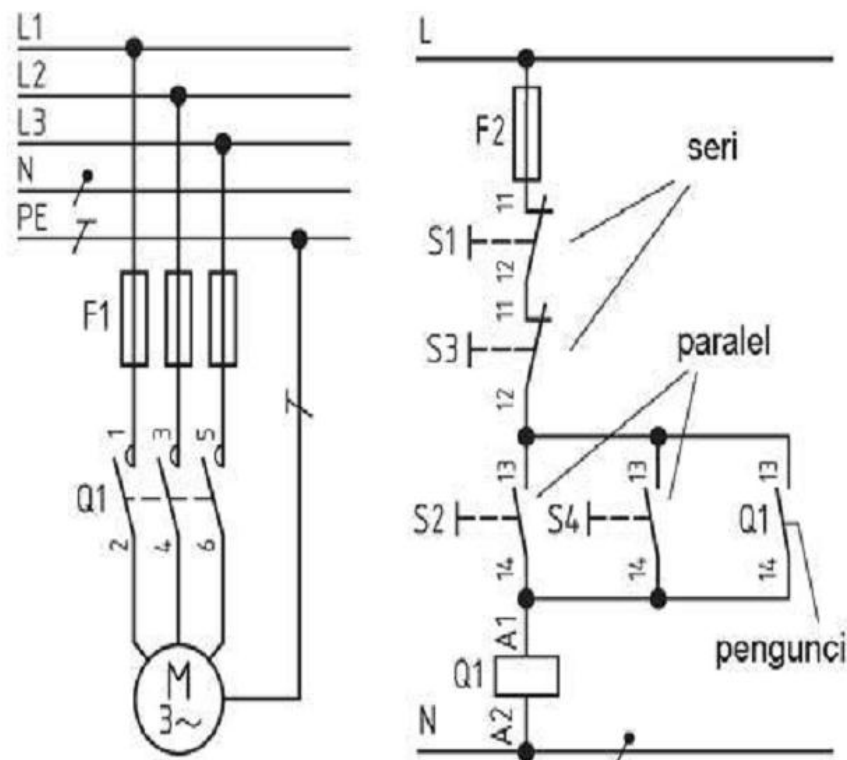
Gambar 28. Rangkaian daya dan kontrol motor menggunakan 1 MC.

Rangkaian kontrol dipasangkan fuse F2 sebagai pengaman jika terjadi hubung singkat pada rangkaian kontrol. Untuk posisi menghidupkan atau ON, Jika tombol Normally Open S1 di ON kan listrik dari jala-jala L akan mengalir melewati fuse F2, S1, S2 melewati terminal koil A1 A2 dari koil Q1 ke netral N. Akibatnya koil kontaktor Q1 akan energized dan mengaktifkan kontak Normally Open Q1 terminal 13, 14 akan ON dan berfungsi sebagai pengunci. Sehingga ketika salah satu tombol S1 posisi OFF aliran listrik ke koil Q1 tetap energized dan motor induksi berputar. Untuk posisi mematikan atau OFF, Tombol tekan Normally Close S2

ditekan, maka loop tertutup dari rangkaian akan terbuka, hilangnya aliran listrik pada koil kontaktor Q1 akan de-energized. Akibatnya koil kontaktor OFF maka kontak-kontak daya memutuskan aliran listrik ke motor.

5. Pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC dan 2 tombol On-Off.

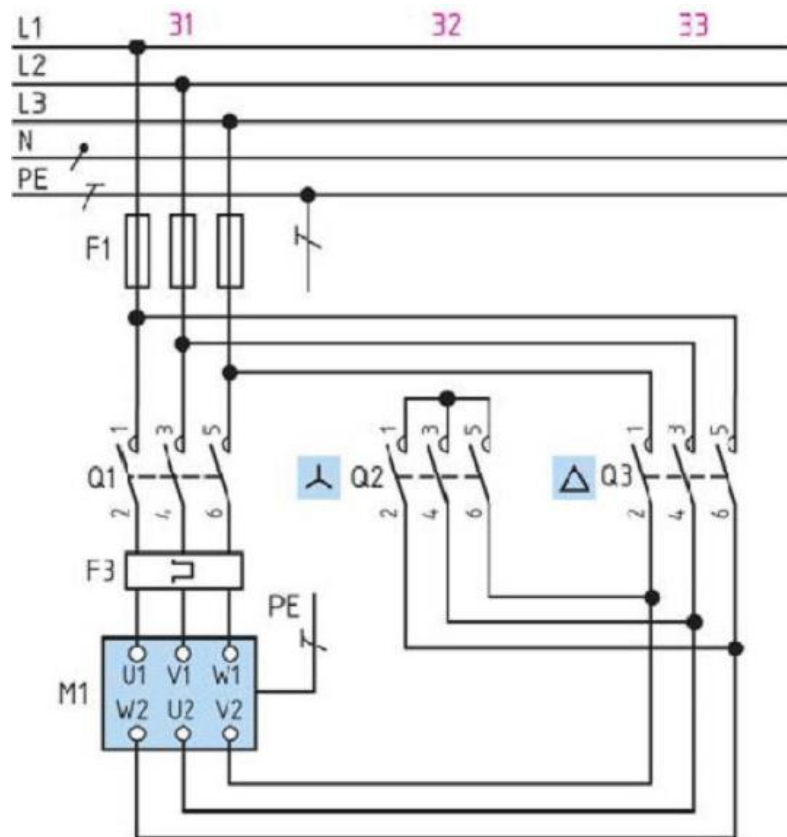
Pada Gambar 29. berikut ini merupakan pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC, dan 2 tombol On-Off. Secara prinsip hampir sama cara kerjanya dengan Gambar 15 di atas, namun yang membedakan adalah terdapat dua tombol Normally Open S1 dan S3 untuk menghidupkan rangkaian. Juga terdapat dua tombol Normally Close S2 dan S4 untuk mematikan rangkaian.



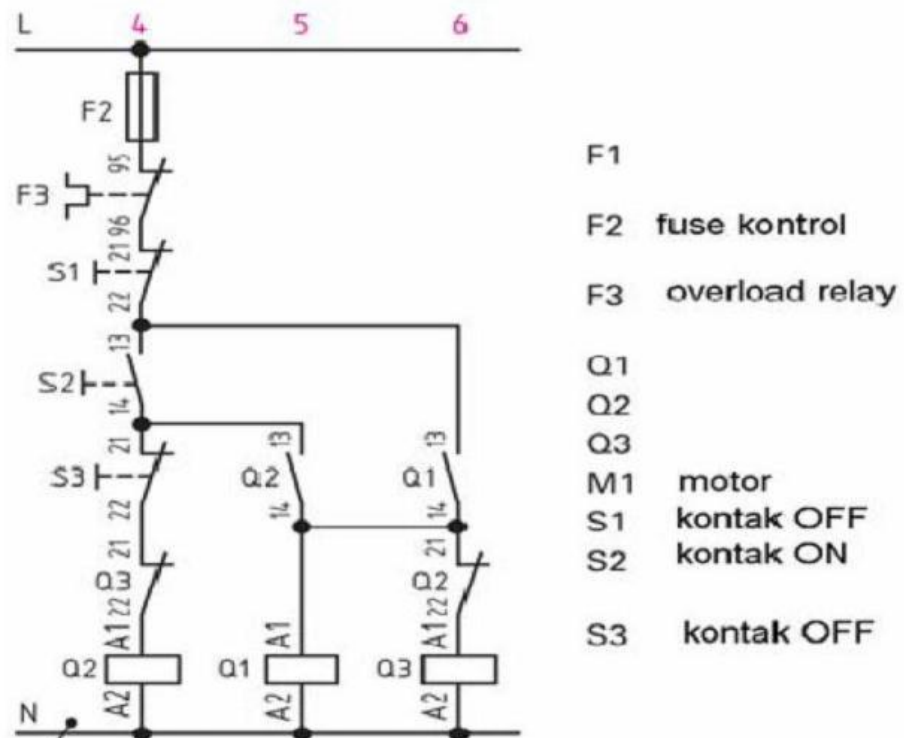
Gambar 29. Rangkaian pengendalian motor listrik 3 fase menggunakan 1 MC dan 2 tombol On-Off.

6. Pengendalian starting motor listrik 3 fasa bintang-segitiga manual.

Rangkaian daya atau rangkaian utama pengendalian starting motor 3 fasa bintang–segitiga manual ditunjukkan seperti terlihat pada Gambar 30. Perpindahan dari hubungan bintang ke hubungan segitiga dilakukan secara manual oleh operator. Fuse F1 untuk mengamankan jika terjadi hubungan singkat pada rangkaian daya, thermal overload relay F3 berfungsi sebagai pengaman beban lebih. Saat kontaktor Q1 dan Q2 posisi ON motor terhubung secara bintang. Operator harus menekan tombol tekan S3 ditekan maka Q1 tetap ON, kontaktor Q2 akan OFF sementara kontaktor Q3 akan ON dan motor kini terhubung segitiga. Untuk mematikan tombol S1 ditekan, maka rangkaian kontrol terputus, koil Q1, Q2 dan Q3 akan OFF, rangkaian daya dan kontrol terputus. Jika terjadi beban lebih thermal overload relay berfungsi kontak F3 akan membuka rangkaian kontrol dan rangkaian daya terputus. Untuk rangkaian kontrolnya seperti ditunjukkan pada Gambar 31.



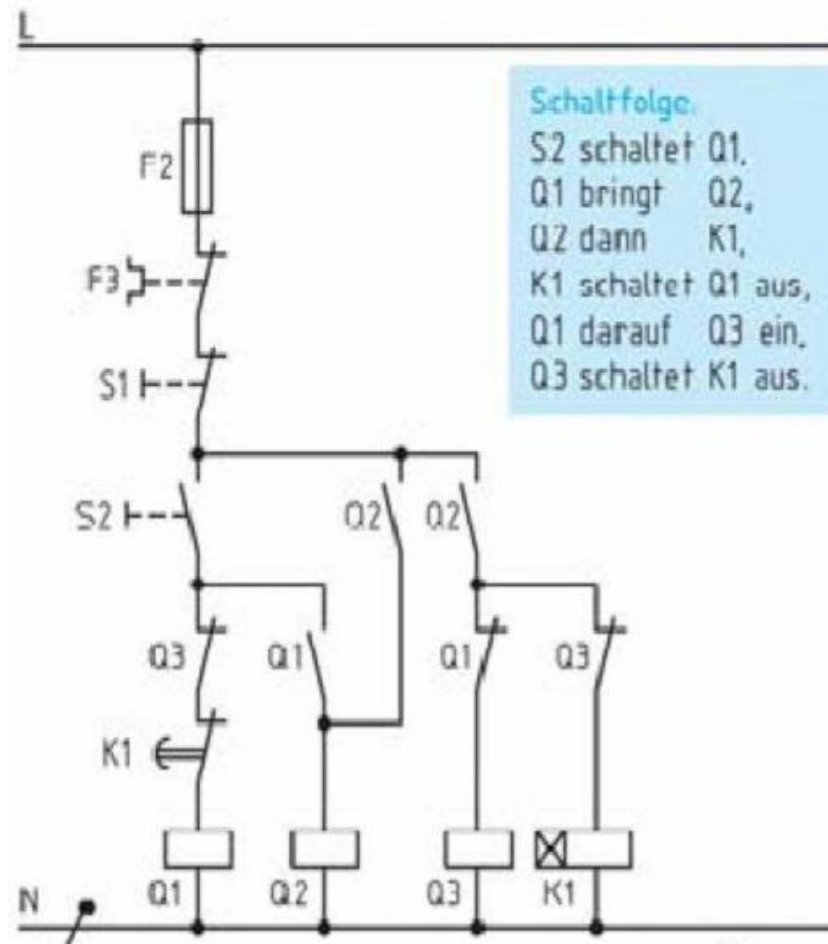
Gambar 30. Rangkaian daya atau rangkaian utama pengendalian starting motor listrik 3 fasa bintang–segitiga manual.



Gambar 31. Rangkaian kontrol starting bintang-segitiga motor 3 fasa manual.

7. Pengendalian starting motor listrik 3 fasa bintang-segitiga otomatis.

Untuk rangkaian daya atau utama pengendalian starting motor 3 fasa bintang-segitiga otomatis mempunyai rangkaian yang sama dengan rangkaian utama starting motor 3 fasa bintang-segitiga manual seperti ditunjukkan pada Gambar 30. di atas. Namun untuk rangkaian kontrolnya seperti ditunjukkan pada Gambar 32 berikut ini.

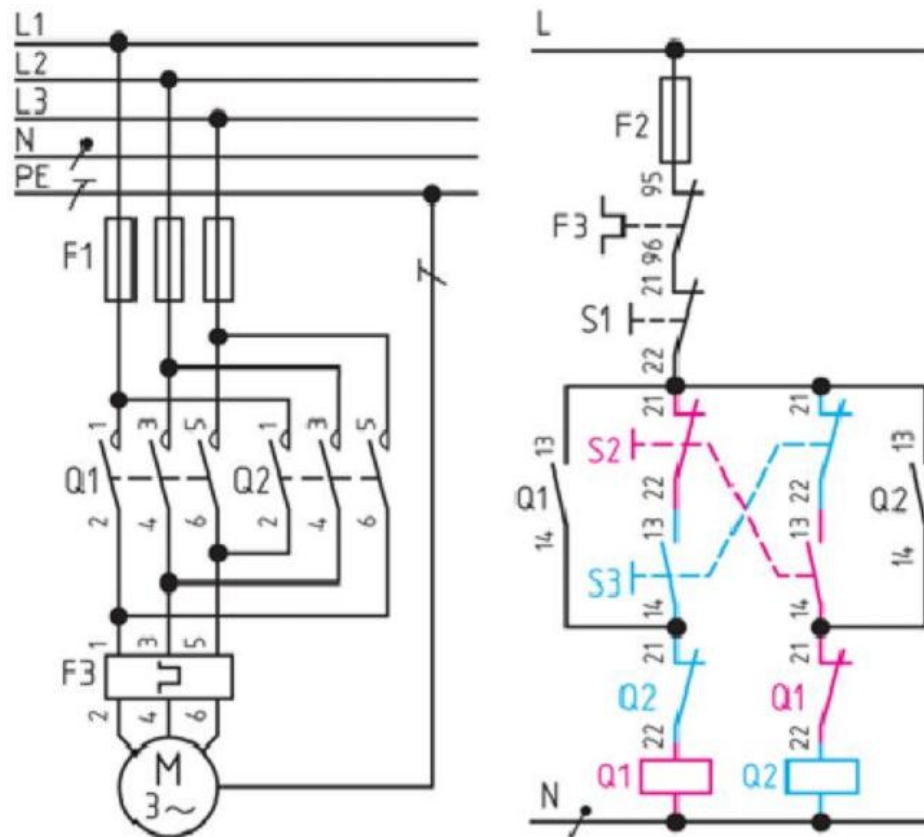


Gambar 32. Rangkaian kontrol starting motor 3 fasa bintang-segitiga otomatis.

8. Pengendalian motor listrik 3 fasa putar kanan dan kiri manual.

Rangkaian utama dan rangkaian kontrol pengendalian motor 3 fasa putar kanan dan kiri manual seperti ditunjukkan pada Gambar 33. Motor induksi 3 fasa dapat diputar arah kanan atau putar arah kiri, caranya dengan mempertukarkan dua kawat terminal box. Putaran kanan-kiri diperlukan misalkan untuk membuka atau menutup pintu garasi. Rangkaian daya putaran kanan-putaran kiri motor induksi terdiri atas dua kontaktor yang bekerja bergantian, tidak bisa bekerja bersamaan. Fuse F1 digunakan untuk pengaman hubung singkat rangkaian daya. Ketika kontaktor Q1 posisi ON motor putarannya ke kanan, saat Q1 di OFF kan dan Q2 di ON kan maka terjadi pertukaran kabel supply menuju terminal motor, motor akan berputar ke kiri. Rangkaian daya dilengkapi pengaman thermal

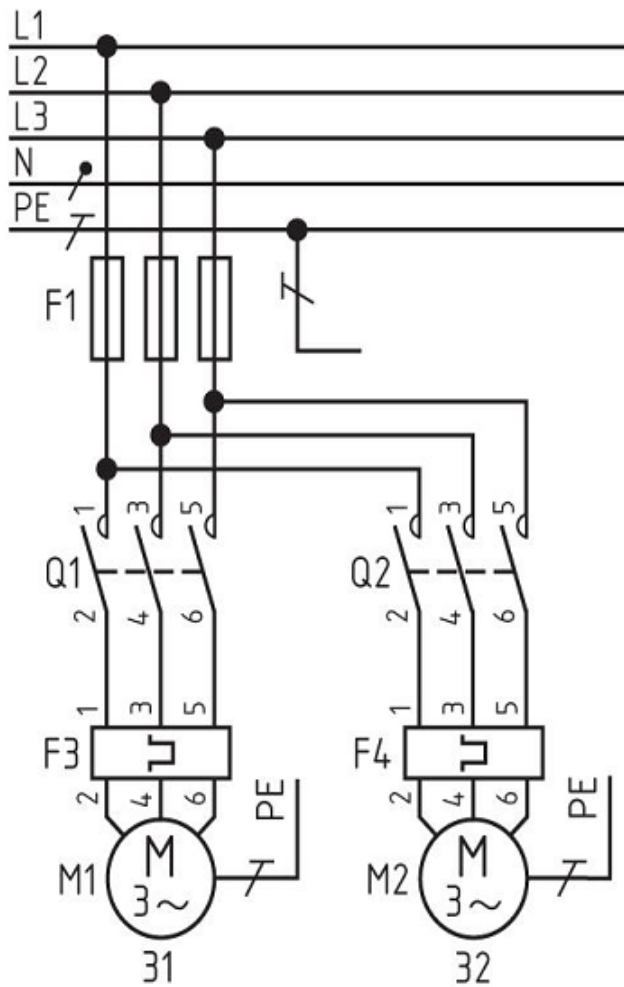
overload relay F3, yang akan memutuskan rangkaian daya dan rangkaian kontrol ketika motor mendapat beban lebih.



Gambar 33. Rangkaian utama dan rangkaian kontrol pengendalian motor 3 fasa putar kanan dan kiri manual.

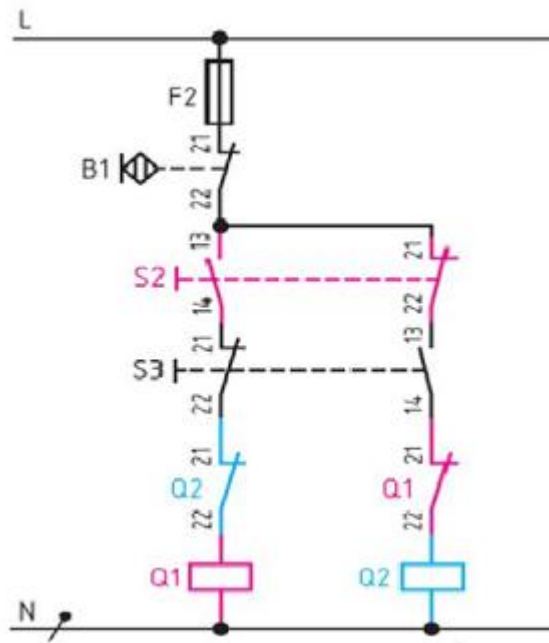
9. Pengendalian 2 buah motor induksi 3 fasa bergantian.

Dalam proses diperlukan kerja dua atau beberapa motor induksi bekerja secara bergantian sesuai kebutuhan. Berikut ini dua motor induksi dirancang untuk bekerja secara bergantian, dengan interval waktu tertentu. Pada rangkaian daya dua motor bekerja bergantian, fuse F1 berfungsi sebagai pengaman jika terjadi gangguan hubung singkat rangkaian daya baik motor-1 dan motor-2 seperti terlihat pada Gambar 41. Kontaktor Q1 mengendalikan motor-1 dan kontaktor Q2 mengendalikan motor-2. Masing-masing motor dipasang thermal overload F3 dan F4. Kontaktor Q1 dan kontaktor Q2 dirancang interlocking, artinya mereka akan bekerja secara bergantian.

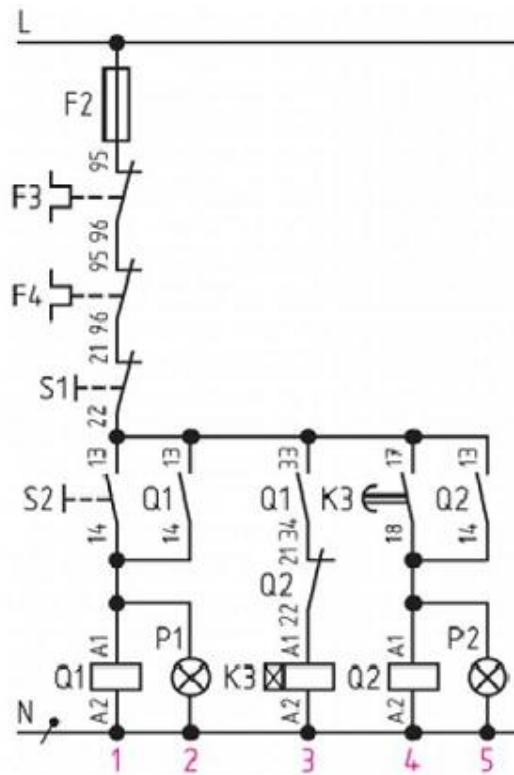


Gambar 34. Rangkaian utama atau daya pengendalian 2 buah motor induksi 3 fasa bergantian.

Adapun rangkaian kontrol secara manual seperti ditunjukkan pada Gambar 35, sedangkan rangkaian kontrol secara otomatis seperti ditunjukkan pada Gambar 36.



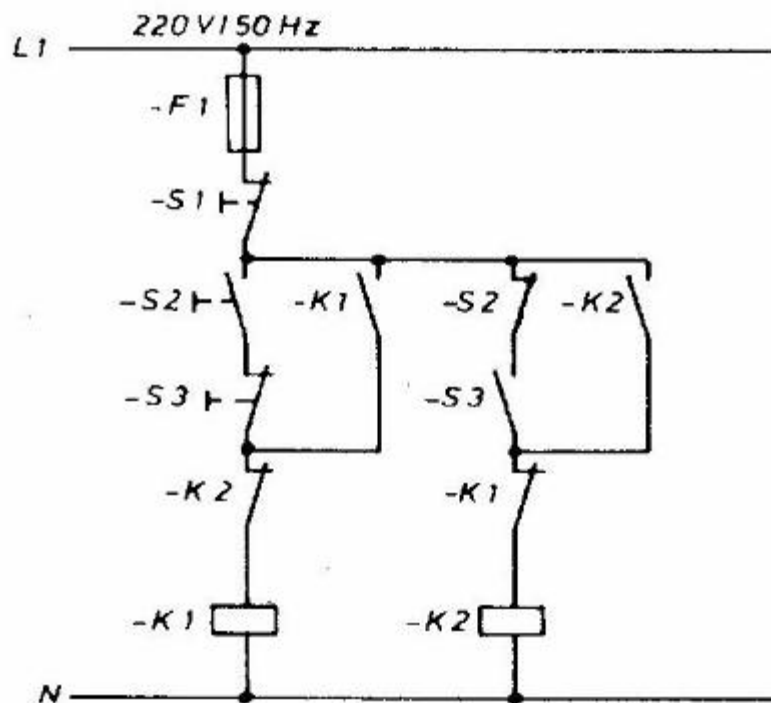
Gambar 35. Rangkaian kontrol 2 buah motor 3 fasa bekerja bergantian manual.



Gambar 36. Rangkaian kontrol 2 buah motor 3 fasa bekerja bergantian otomatis.

10. Pengendalian kelompok dengan bekerja bergantian.

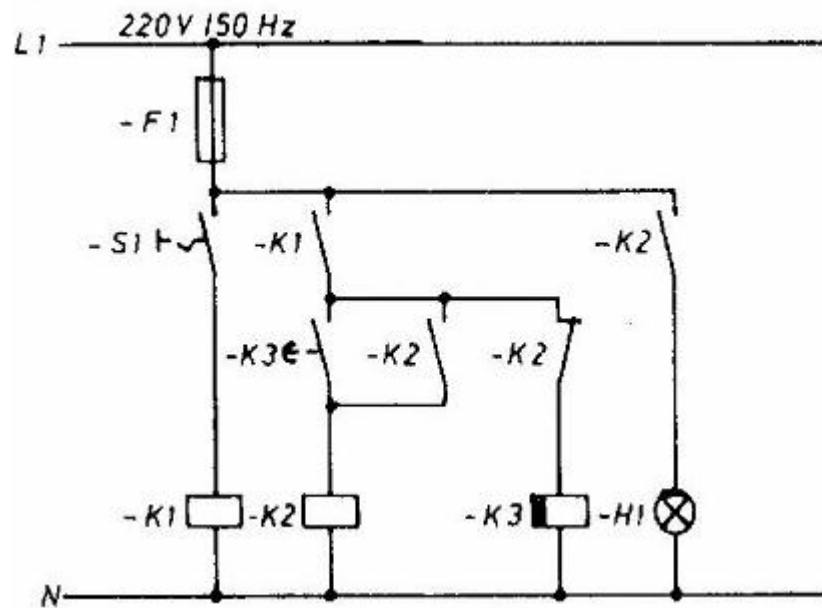
Seperti terlihat pada Gambar 37, jika tombol S2 ditekan, kontaktor K1 akan bekerja dan mengunci. Jika tombol S3 ditekan maka K2 akan bekerja kalau K1 sedang terputus. Kemudian kalau tombol S2 dan S3 ditekan secara bersamaan, tidak akan ada kontaktor yang bekerja. Dengan menekan S1 akan dapat memutus setiap kontaktor yang sedang bekerja. Kedua kontaktor sangat tergantung dari tombol S2 dan tombol S3 dan juga tergantung dari kontak K1 dan K2 yang dipasang secara berlawanan fungsi.



Gambar 37. Rangkaian control pengendalian kelompok motor bekerja bergantian.

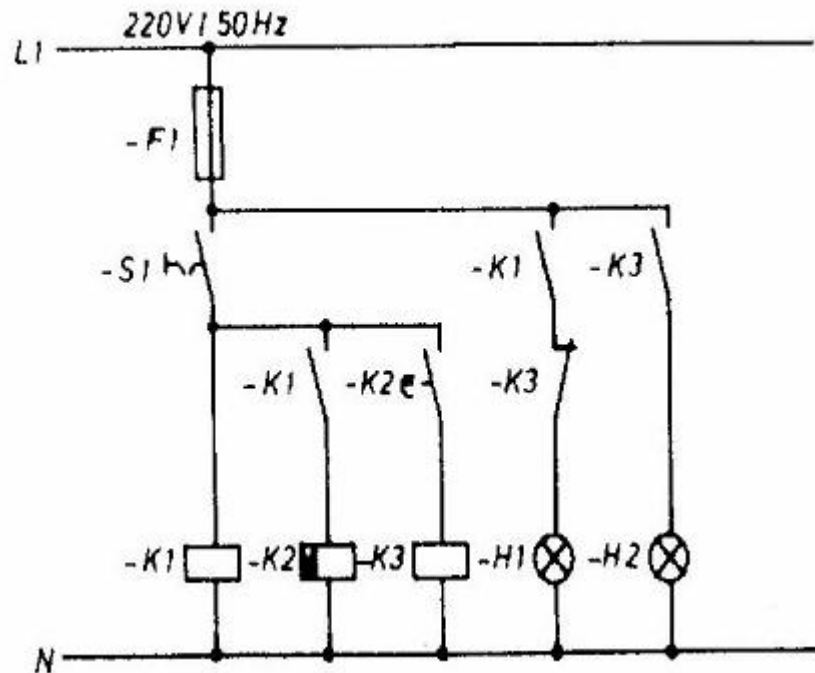
11. Penyalaan Lampu dengan waktu tunda (Perlambatan).

Seperti terlihat pada Gambar 38, jika saklar S1 dihubungkan (ON), maka dengan segera kontaktor K1 bekerja, kontak K1 menghubungkan rele penunda waktu (TDR) K3. Setelah penyetelan waktu tunda (TDR) K3 tercapai, maka kontak K3 pada kontaktor K2 menutup. Kontaktor K2 bekerja menhidupkan lampu H1. Dengan memutus saklar S1, maka kontaktor K1 lepas dan lampu H1 terputus.



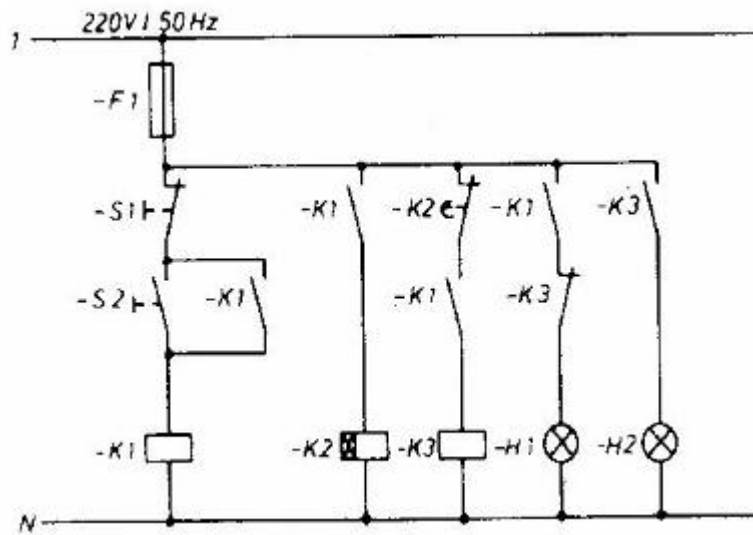
Gambar 38. Rangkaian control penyalan lampu dengan waktu tunda.

Pada Gambar 39, juga disajikan rangkaian control penyalan 2 lampu dengan tunda waktu. Coba Anda jelaskan cara kerja rangkaian control tersebut.



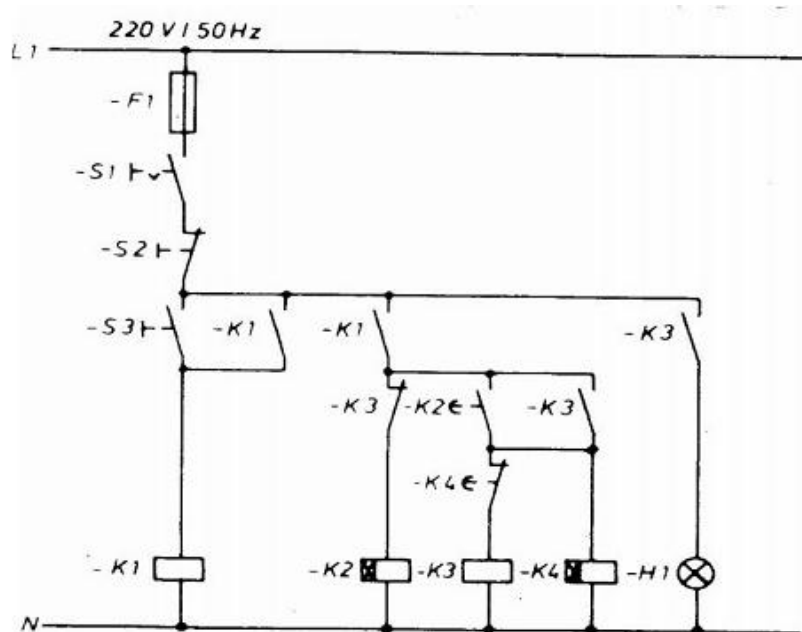
Gambar 39. rangkaian control penyalan 2 lampu dengan tunda waktu.

Demikian halnya pada Gambar 40 berikut disajikan tentang rangkaian kontrol dua lampu indikator dengan penunda waktu. Coba Anda sekalian jelaskan cara kerja rangkaian control tersebut.



Gambar 40. Rangkaian control dua lampu indikator dengan penunda waktu.

Pada Gambar 41 berikut disajikan pengendalian lampu nyala kedip. Anda jelaskan cara kerja rangkaian control tersebut.



Gambar 41. Pengendalian lampu nyala kedip.

12. Penggunaan Kontrol berbasis Rele di Industri

Dalam dunia otomasi saat ini, penggunaan relay/rele masih menjadi pilihan yang tepat untuk mengendalikan beban arus tinggi. Mengingat kemampuannya yang dapat mengendalikan dan mengontrol Rangkaian beban arus tinggi menggunakan rangkaian pengendali arus rendah.

Pertanyaan: Apakah relay ini dapat dikatakan sebuah switch?. apakah ada perbedaan switching response time dari berbagai jenis/type relay, dan apakah kecepatan proses switching akan mempengaruhi proses pengendalian terutama pada system sequensial. Sehingga apakah perlu pemilihan spesifikasi relay yang tepat untuk stabilitas dan kontinuitas system yang dibuat.

Kontrol berbasis relay masih banyak digunakan industry saat ini terutama pada pengendalian beban dan proses produksi. Namun sebelum melangkah lebih jauh kepada penerapannya alangkah lebih baik jika kita mengenal berbagai jenis dan type relay berdasarkan cara kerja dan sumber daya yang digunakannya. Berdasarkan cara kerjanya relay dapat dibedakan menjadi relay elektronik dan relay elektromekanik. Apa sih perbedaan keduanya, bagaimana sisi penggunaannya, seperti apa kekurangan dan kelebihan keduanya?. Perhatikan dengan seksama paparan informasi berikut ini.

Topik-topik yang akan dibahas pada unit ini antara lain: Solid State Relay, Kontaktor magnet, tombol tekan, thermal over load relay (TOL), relay penunda waktu (time delay relay), lampu indikator, motor circuit breaker.

Relay elektronik

Yang dimaksud relay elektronik disini adalah Solid State Relay (SSR), merupakan saklar elektronis yang tidak seperti relay elektromekanis, dimana SSR ini tidak berisi bagian yang bergerak. Jenis SSR adalah foto-coupled SSR, transformer-coupled SSR, dan hibrida SSR. Sebuah foto-digabungkan SSR dan dikontrol oleh sinyal tegangan rendah yang terisolasi secara optik dari beban. Sinyal kontrol dalam foto yang

biasanya digabungkan dengan SSR energi adalah sebuah LED yang mengaktifkan sebuah foto-dioda sensitif. Dioda berputar pada back-to-back thyristor, silikon penyearah terkendali, atau MOSFET transistor untuk mengaktifkan beban.



Gambar 42. Solid State Relay

SSR ditetapkan sebagaimana kontrol ON-OFF di mana arus beban dilakukan oleh satu atau lebih semikonduktor - misalnya, sebuah transistor daya, sebuah SCR, atau TRIAC. SCR dan TRIAC sering disebut "thyristors" sebuah istilah yang diperoleh dengan menggabungkan thyatron dan transistor, karena dipicu thyristor semikonduktor switch. (Sebagai referensi tolong dibaca kembali teori dasar komponen semikonduktor dan elektronika daya pada mata pelajaran Dasar dan Pengukuran Listrik 2 atau referensi lain).

Pada relay umumnya, SSR relatif rendah membutuhkan kontrol - sirkuit energi untuk beralih keadaan menjadi keluaran dari OFF ke AKTIF, atau sebaliknya karena energi kontrol ini sangat jauh lebih rendah daripada daya keluaran yang dikendalikan oleh relay pada beban penuh, "power gain" dalam SSR adalah substansial - sering banyak lebih tinggi daripada di estafet elektromagnetik yang sebanding. Dengan kata lain, sensitivitas dari SSR seringkali jauh lebih tinggi daripada sebuah EMR

(Elektromekanik Relai) dari output yang sebanding rating. Solid State Relay (SSR) mampu melakukan banyak tugas yang sama sebagai relay elektromekanis (EMR). Perbedaan utama adalah bahwa SSR tidak memiliki bagian mekanik yang bergerak didalamnya. Pada dasarnya, ini adalah perangkat elektronik yang bergantung pada listrik, magnetik, dan optic semi konduktor dan sifat komponen listrik untuk mencapai isolasi dan fungsi switching Relay.

Tugas 1.

Buatlah kelompok, cari dan diskusikan mengenai jenis-jenis Solid State Relay (SSR) dan apakah rangkaian Opto-Isolator pada antar muka I/O Programmable Logic Control (PLC) termasuk Solid State Relay ? Jika Ya. Bagaimana prinsip kerjanya?.

Aplikasi SSR

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

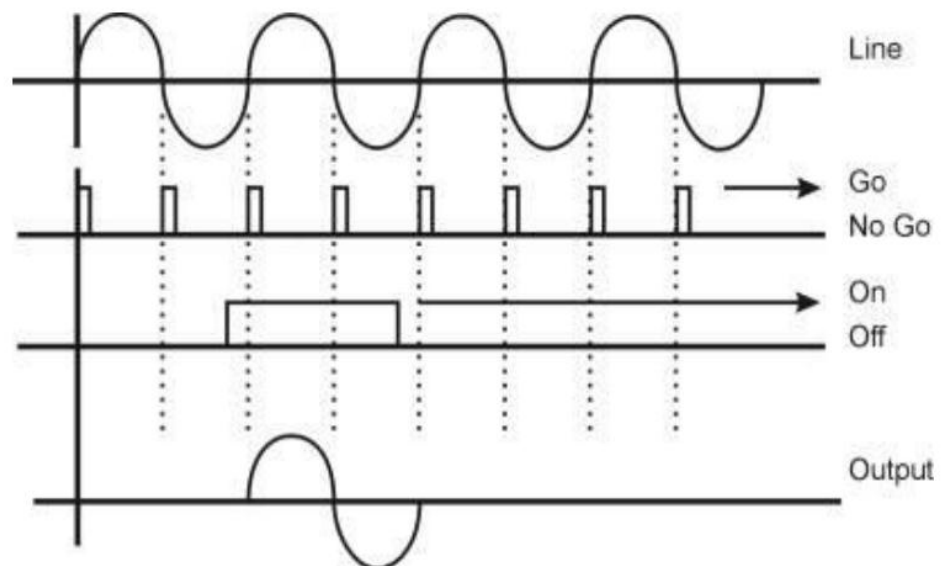
Contoh Aplikasi SSR mencakup:

- Otomasi Industri
- Peralatan elektronik
- Peralatan industry
- Mesin kemasan
- Tooling mesin
- Peralatan Manufaktur
- Peralatan makan
- Sistem keamanan
- Industry pencahayaan
- Api dan sistem keamanan
- Dispensing mesin
- Peralatan produksi
- On-board power control

- Traffic control
- Sistem instrumentasi
- Mesin penjual
- Uji sistem
- Mesin kantor
- Peralatan medis
- Tampilan pencahayaan
- kontrol lift
- Metrologi peralatan

Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Solid-State Relay

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



Gambar 43. Proses Kerja Solid-State Relay

Keuntungan solid-state relay :

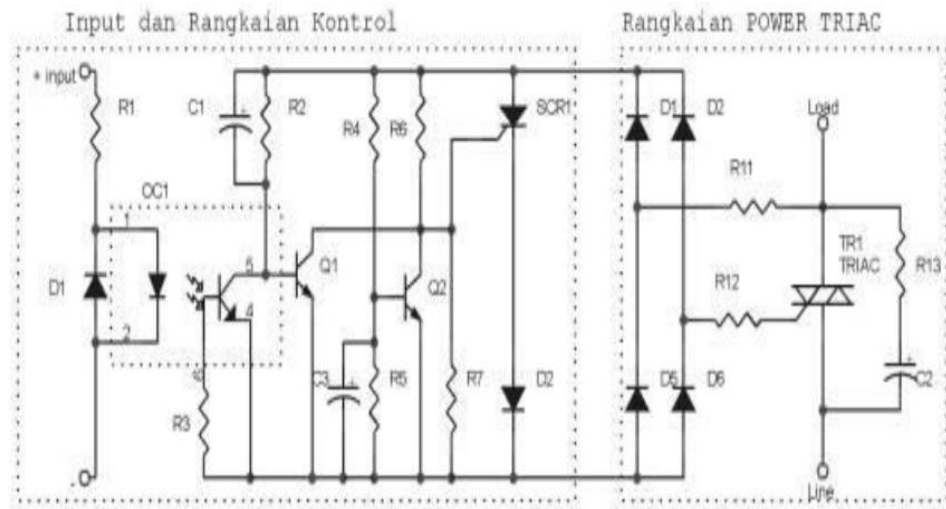
1. Pada solid-state relay tidak terdapat bagian yang bergerak seperti halnya pada relay. Relay mempunyai sebuah bagian yang bergerak yang disebut kontaktor dan bagian ini tidak ada pada solid-state relay. Sehingga tidak mungkin terjadi “no contact” karena kontaktor tertutup debu bahkan karat.
2. Tidak terdapat “bounce”, karena tidak terdapat kontaktor yang bergerak pada solid-state relay tidak terjadi peristiwa “bounce” yaitu peristiwa terjadinya pantulan kontaktor pada saat terjadi perpindahan keadaan. Dengan kata lain dengan tidak adanya bounce maka tidak terjadi percikan bunga api pada saat kontaktor berubah keadaan.
3. Proses perpindahan dari kondisi “off” ke kondisi “on” atau sebaliknya sangat cepat hanya membutuhkan waktu sekitar 10 μ s sehingga solid-state relay dapat dengan mudah dioperasikan bersama-sama dengan zero-crossing detektor. Dengan kata lain operasi kerja solid-state relay dapat disinkronkan dengan kondisi zero crossing detektor.
4. Solid-State relay kebal terhadap getaran dan guncangan. Tidak seperti relay mekanik biasa yang kontaktornya dapat dengan mudah berubah bila terkena guncangan/getaran yang cukup kuat pada body relay tersebut.
5. Tidak menghasilkan suara “klik”, seperti relay pada saat kontaktor berubah keadaan.
6. Kontaktor output pada solid-state relay secara otomatis “latch” sehingga energi yang digunakan untuk aktivasi solid-state relay lebih sedikit jika dibandingkan dengan energi yang digunakan untuk aktivasi sebuah relay. Kondisi ON sebuah solid-state relay akan di-latch sampai solid-state relay mendapatkan tegangan sangat rendah, yaitu mendekati nol volt.
7. Solid-State relay sangat sensitif sehingga dapat dioperasikan langsung dengan menggunakan level tegangan CMOS bahkan level tegangan TTL. Rangkaian kontrolnya menjadi sangat sederhana karena tidak memerlukan level konverter.

8. Masih terdapat couple kapasitansi antara input dan output tetapi sangat kecil sehingga arus bocor antara input output sangat kecil. Kondisi diperlukan pada peralatan medical yang memerlukan isolasi yang sangat baik.

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

Kerugian solid-state relay adalah sebagai berikut :

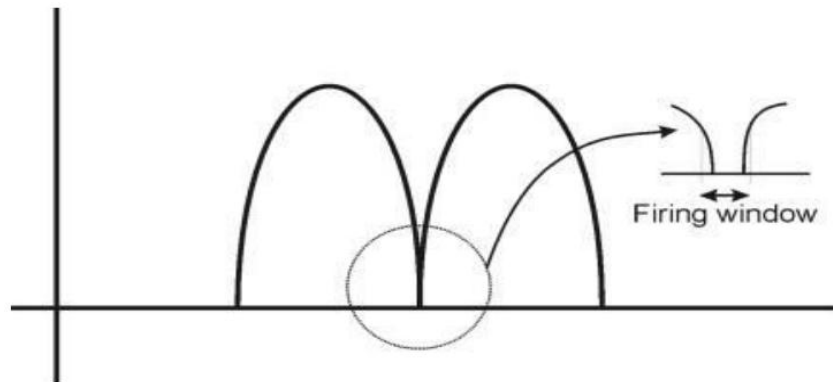
1. Resistansi Tegangan transien. Tegangan yang diatur/dikontrol oleh solid-state relay benar-benar tidak bersih. Dengan kata lain tidak murni tegangannya berupa sinyal sinus dengan tegangan peak to peak 380 vpp tetapi terdapat spike-spike yang dihasilkan oleh induksi motor atau peralatan listrik lainnya. Spike ini level tegangannya bervariasi jika terlalu besar maka dapat merusakkan solid-state relay tersebut. Selain itu sumber-sumber spike yang lain adalah sambaran petir, imbas dari selenoid valve dan lain sebagainya.
2. Tegangan drop. Karena solid-state relay dibangun dari bahan silikon maka terdapat tegangan jatuh antara tegangan input dan tegangan output. Tegangan jatuh tersebut kira-kira sebesar 1 volt. Tegangan jatuh ini menyebabkan adanya dissipasi daya yang besarnya tergantung dari besarnya arus yang lewat pada solid-state relay ini.
3. Arus bocor "Leakage current". Pada saat solid-state relay ini dalam keadaan off atau keadaan open maka dalam kondisi yang ideal seharusnya tidak ada arus yang mengalir melewati solid-state relay tetapi tidak demikian pada komponen yang sebenarnya. Besarnya arus bocor cukup besar untuk jika dibandingkan arus pada level TTL yaitu sekitar 10mA rms.
4. Sukar dimplementasikan pada aplikasi multi fasa.
5. Lebih mudah rusak jika terkena radiasi nuklir.



Gambar 44. Rangkaian Internal Solid State Relay

Pada solid-state relay, switching unit-nya biasanya menggunakan TRIAC sehingga solid-state relay ini dapat mengalirkan arus baik arus positif maupun arus negatif. Walaupun demikian untuk mengontrol TRIAC ini digunakan SCR yang mempunyai karakteristik gate yang sangat sensitif. Kemudian untuk mengatur trigger pada SCR sendiri diatur dengan menggunakan rangkaian transistor. Rangkaian transistor ini menjadi penguat level tegangan yang didapat dari optocoupler. Penggunaan SCR untuk mengatur gate TRIAC karena gate SCR mempunyai karakteristik yang lebih sensitif dari pada gate TRIAC.

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



Gambar 45. Daerah Pengaktifan sebuah SSR

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

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

Penambahan C1 dan C2 akan menghindari trigger SCR pada saat tegangan anode SCR turun (down slope), kondisi ini memang tidak diharapkan. Komponen D2 akan memperbolehkan gate SCR di-reverse bias untuk menghasilkan kekebalan terhadap noise. D1 berfungsi untuk melindungi tegangan input yang berlebihan di atas rating tegangan

optocoupler OC1. Komponen SCR yang digunakan, jika ingin membangun sebuah SSR sendiri, adalah SCR dengan tipe 2N5064, 2N6240.

TRIAC yang digunakan adalah 2N6343 dengan C11 sebesar 47nF dengan tegangan disesuaikan dengan rating tegangan aplikasi TRIAC dan diode yang mentrigger gate TRIAC ini harus 1N4004. TRIAC merupakan komponen yang terdiri dari 2 buah SCR yang terpasang paralel tetapi terbalik. Kondisi ini menyebabkan timbulnya masalah pada beban induktif yaitu pada saat kondisi turn-off TRIAC. TRIAC harus mati pada saat setiap $\frac{1}{2}$ cycle yaitu pada saat tegangan jala-jala PLN mendekati nol volt. TRIAC harus melakukan bloking tegangan pada saat tegangan mulai mencapai 1-2 volt dalam keadaan tegangan inverse. Kejadian ini terjadi sekitar 30us pada rate frekuensi jala-jala 60Hz. Pada beban induktif TRIAC tidak sempat dalam kondisi benar-benar OFF untuk dapat ditrigger kembali. Kejadian ini akan menyebabkan TRIAC pada beban induktif tertentu akan menyebabkan TRIAC tidak dapat OFF dan kontrol tidak akan berfungsi untuk mengontrol TRIAC ini kecuali dengan jalan memutuskan aliran arus yang menuju terminal TRIAC ini secara manual.

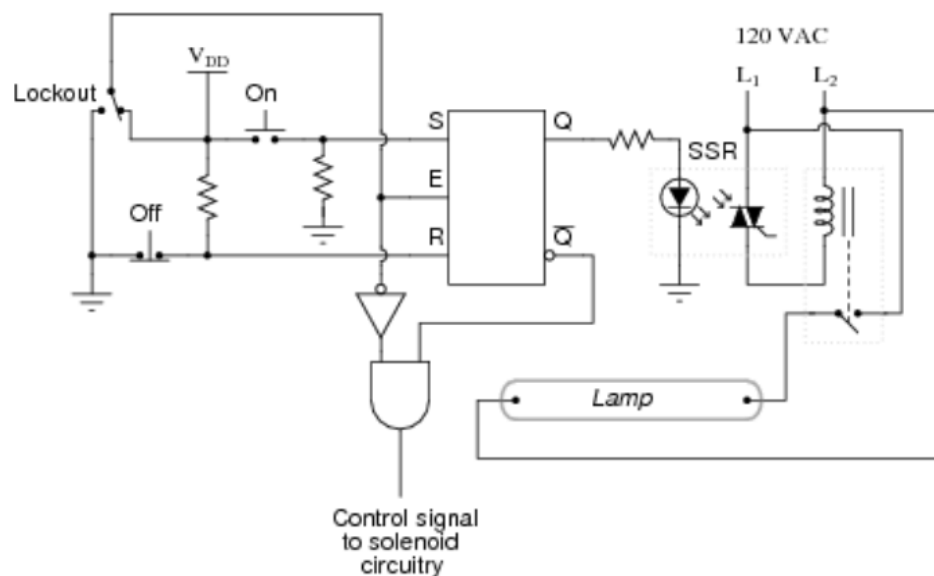
Untuk menghindari kejadian seperti ini maka output sebuah solid-state relay harus ditambahkan sebuah rangkaian snubber jika solid-state relay ini digunakan untuk beban yang bersifat induktif. Walaupun demikian dapat digunakan solid-state relay yang komponen output unitnya berupa SCR. SCR lebih mudah digunakan dalam mengontrol beban induktif, walaupun demikian untuk amannya sebuah sistem kontrol maka perlulah dipertimbangkan untuk diberikannya sebuah rangkaian snubber pula untuk beban induktif.

Walaupun solid-state relay dengan SCR maupun TRIAC-nya yang membuat perlunya sedikit pertimbangan dalam pemberian rangkaian snubber pada beban induktif, solid-state relay secara umum lebih baik pada penggunaannya terutama untuk aplikasi yang membutuhkan isolasi

antara input dan output yang baik. Memang harga bolehlah mahal tetapi untuk kualitas yang baik maka komponen ini bisa menjadi sebuah alternatif untuk menggantikan sebuah relay mekanik pada aplikasi-aplikasi tertentu.

Tugas 2.

Perhatikan rangkaian berikut, jelaskan prinsip kerja SSR pada rangkaian ini.



Gambar 46. Rangkaian dengan lampu

Bahan Bacaan 5

Pengontrolan Motor Listrik

Kata kontrol berarti mengatur atau mengendalikan, jadi yang dimaksud dengan pengontrolan motor adalah pengaturan atau pengendalian motor mulai dari pengasutan, pengoperasian hingga motor itu berhenti. Maka pengontrolan motor dapat dikategorikan menjadi tiga bagian menurut fungsinya, yaitu:

- Pengontrolan pada saat pengasutan (starting)
- Pengontrolan pada saat motor dalam keadaan beroperasi (pengaturan kecepatan, pembalikan arah putaran dan lain-lain)
- Pengontrolan pada saat motor berhenti beroperasi (pengereman).

1. Kontrol kecepatan motor Arus Searah (DC)

Pengendali arus-searah banyak digunakan dalam industri karena kecepatan variabel, regulasi kecepatan yang baik, pengereman, dan kemampuan pembalikannya. Di masa lalu, motor arus searah digunakan di sebagian besar aplikasi VFD (Variable Frequency Drive) terlepas dari kompleksitas, biaya tinggi, dan keperluan pemeliharaan tinggi seperti motor arus searah.

Bahkan sekarangpun pengendali arus searah masih sering digunakan untuk aplikasi-aplikasi VFD yang lebih rumit. Contoh-contoh dari ini adalah pengendali seksional untuk mesin kertas yang memerlukan respon dinamik cepat dan kontrol kecepatan dan torsi terpisah.

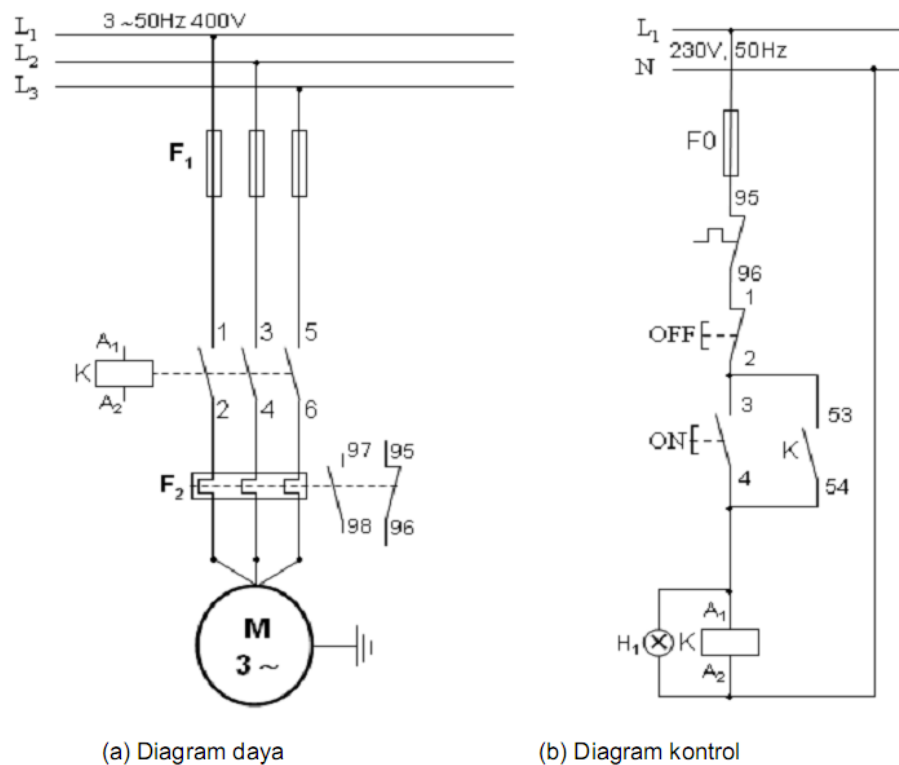
Metode-metode kontrol kecepatan adalah sebagai berikut :

- a. Kontrol Tegangan armature
- b. Kontrol field flux.

Sebagian besar pengendali arus searah menggunakan metode kontrol tegangan jangkar dan kontrol fluksi medan, untuk mencapai regulasi kecepatan, masing-masing di bawah kecepatan nominal (rated speed) dan di atas kecepatan nominal. Dalam kedua kasus, konverter atau penyearah yang setengah terkontrol atau terkontrol sepenuhnya digunakan untuk mencapai tegangan searah variabel, dari tegangan bolak-balik, untuk mensuplai ke tegangan jangkar. Pengendali AC dan pengendali DC biasanya menggunakan konverter atau penyearah dan inverter. Bagian berikut merinci alat-alat seperti itu.

2. Pengontrolan Motor dengan DOL

Perhatikan rangkaian gambar 47 (rangkaian pengontrol motor asut langsung DOL). Apabila tersedia tegangan untuk rangkaian daya dan rangkaian kontrol, tekan tombol ON, kontaktor K akan bekerja, lampu H1 akan menyala dan motor akan bekerja. Setelah tekanan ke tombol ON dilepas, tombol ON kembali keposisi NO, rangkaian kontrol tetap bekerja, karena fungsi Tombol ON diambil alih oleh kontak NO nomor 53 – 54 kontaktor K (saklar pengunci). Apabila arus ke motor naik melampaui arus penyetelan TOL F2, maka TOL F2 akan bekerja yang mengubah posisi kontak-kontak relainya.

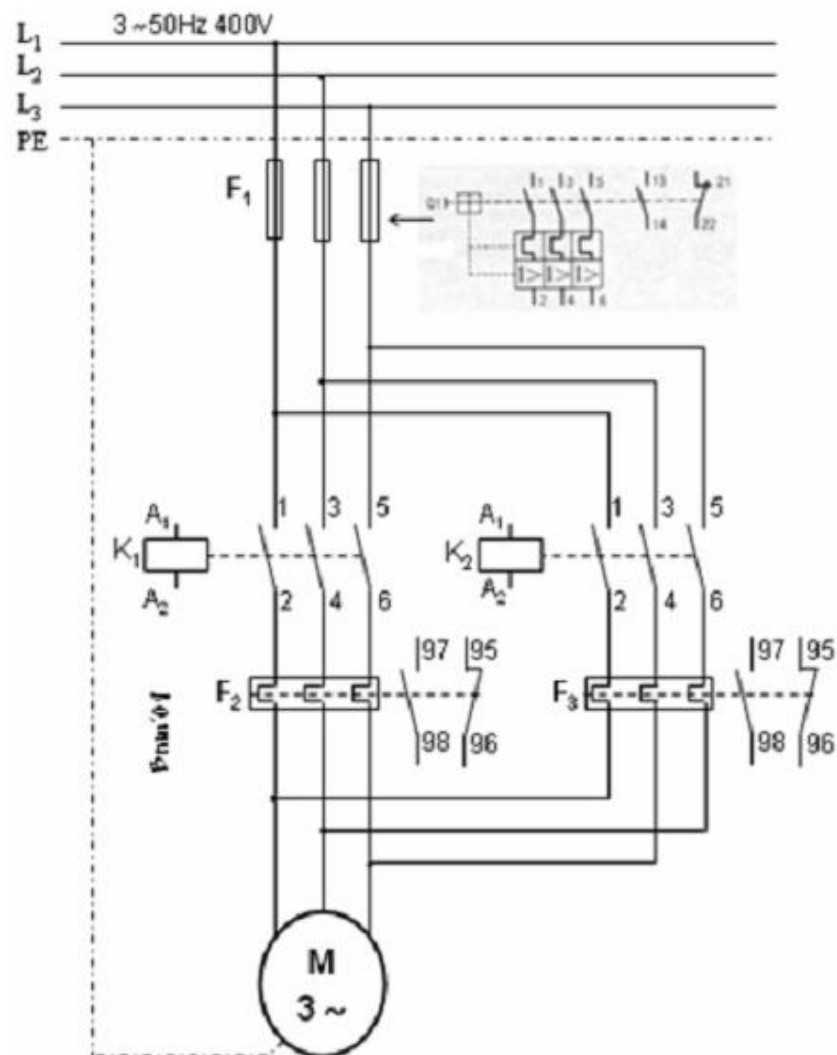


Gambar 47. Pengontrolan Motor dengan DOL (Direct on Line)

Kontak relai TOL F2 nomor 95 – 96 berubah posisi dari NC ke posisi terbuka. Akibatnya hubungan rangkaian kontrol sumber tegangan terputus dan sistem pengontrolan motor berhenti beroperasi. Apabila hal ini terjadi, periksa dan analisa gangguan yang mungkin terjadi terhadap sistem operasi motor. Untuk mengembalikan sistem kontrol ke posisi semula adalah dengan menekan RESET agar kontak relai nomor 95 – 96 kembali ke posisi semula (NC). Untuk menghentikan motor adalah dengan menekan tombol OFF.

3. Pengontrolan Motor dengan Dua Arah Putaran

Dengan membalik polaritas tegangan input ke stator motor induksi 3 fasa maka medan putar yang dihasilkannya juga berubah arah. Karena putaran rotor searah dengan medan putar stator, oleh sebab itu dengan mengubah polaritas tegangan input maka putaran rotor juga berubah arah.



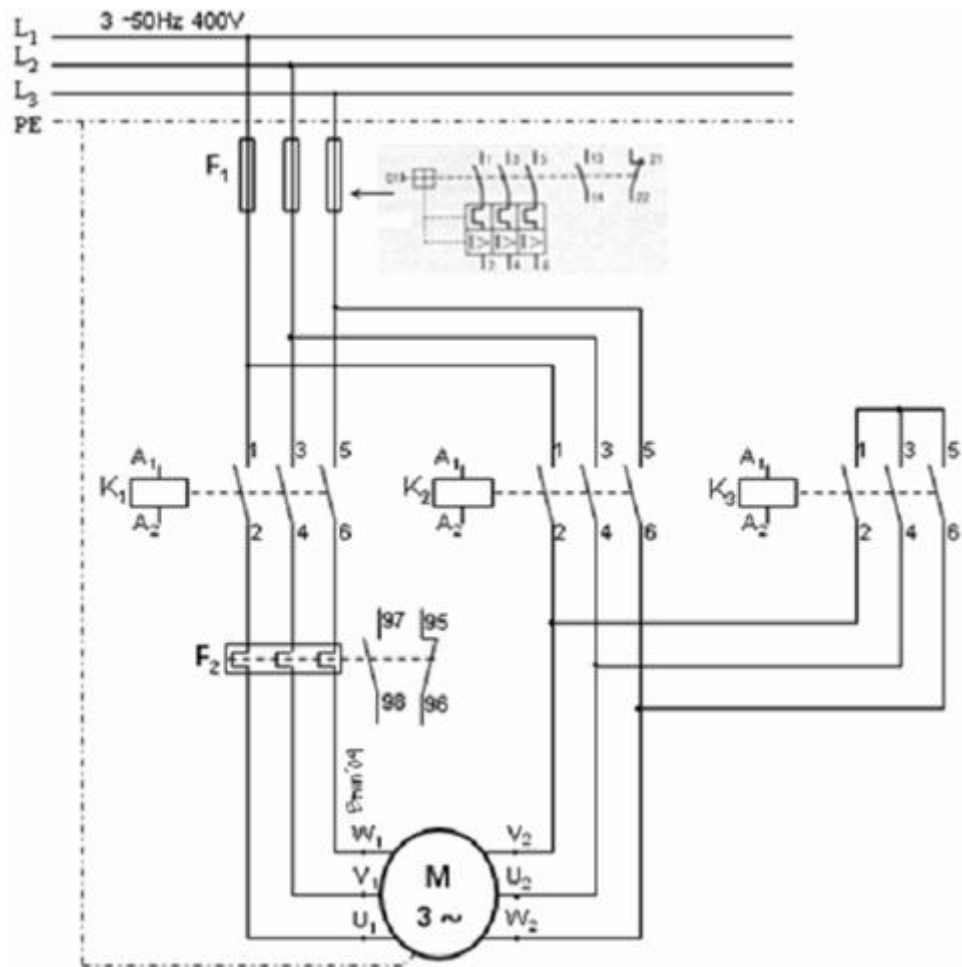
Gambar 48. Diagram daya motor dua arah putaran

Pada gambar 48, (diagram daya) dan gambar 49, (diagram kontrol) diperlihatkan suatu pengontrolan motor tiga fasa dengan dua arah putaran (reverse-foward).

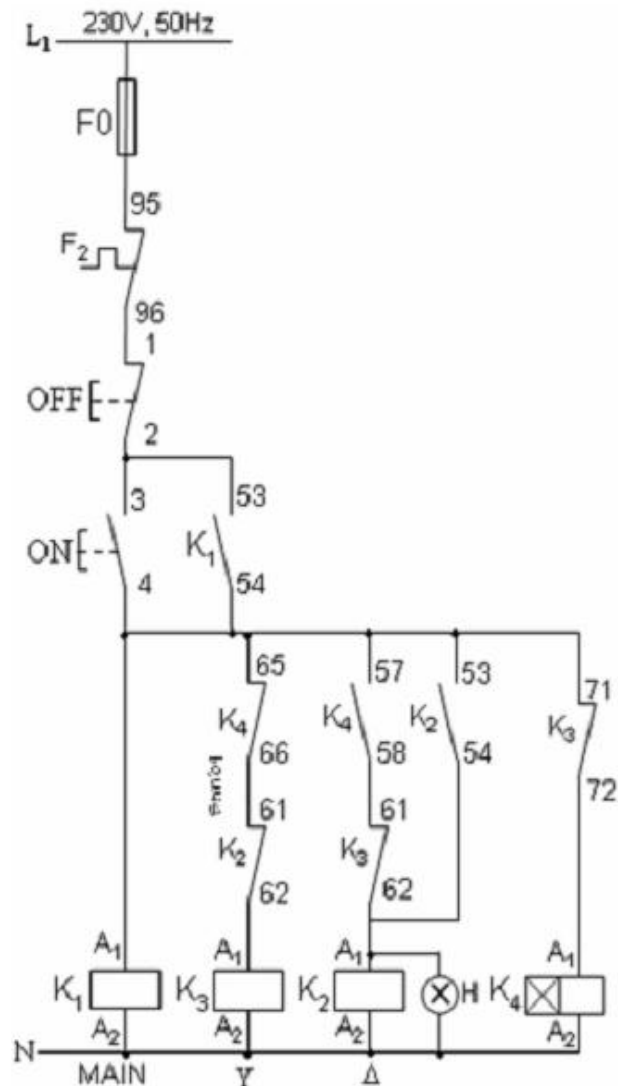
Pemindahan penekanan antara tombol ON1 dan ON2 harus dengan jeda waktu setelah putaran motor telah berhenti, apa sebabnya?

4. Pengontrolan Motor dengan Pengasut Y-Δ

Pengasutan Y-Δ bertujuan untuk menurunkan arus starting sebesar 33,33% dari arus start DOL motor. Pada gambar 50 dan 51, memperlihatkan pengontrolan motor dengan pengasut Y-Δ secara otomatis.



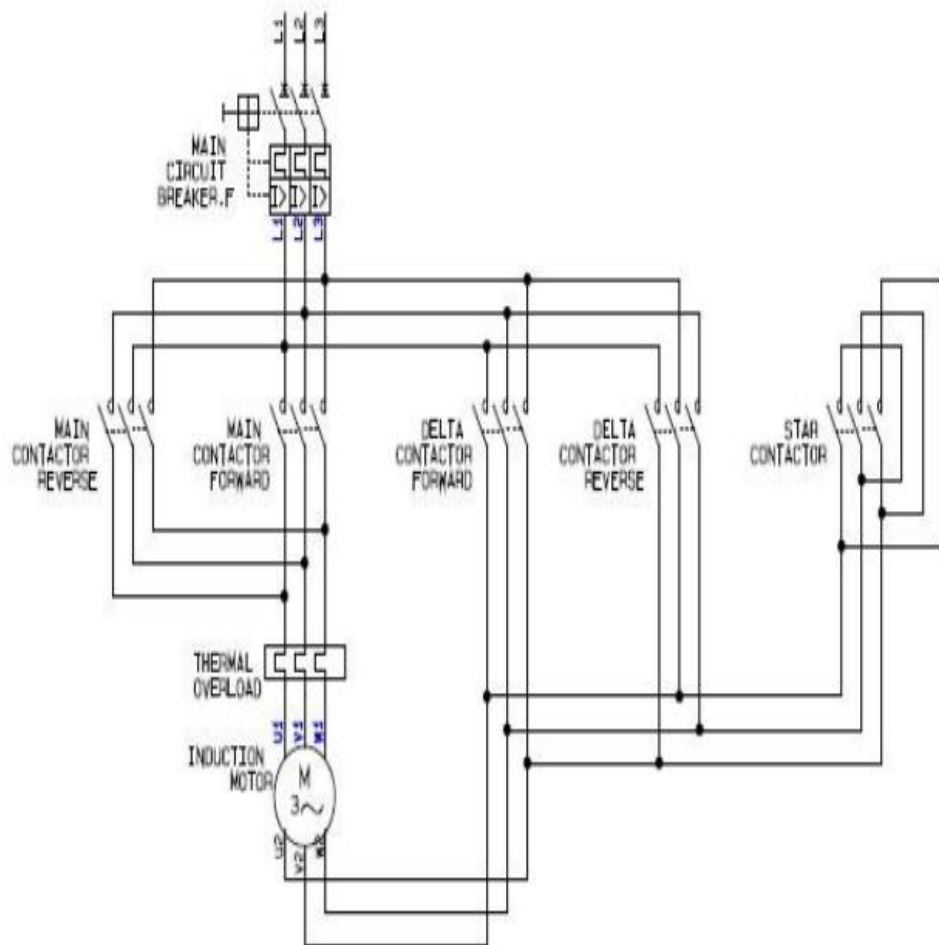
Gambar 50. Diagram daya motor diasut Y-Δ



Gambar 51. Diagram kontrol motor diasut Y-Δ

Kinerja Rangkaian: Apabila tombol ON dari gambar 51. ditekan, motor akan bekerja pada sambung Y, ditandai dengan tegangan terminal motor = tegangan fasa jaringan. Setelah ± 8 detik (sesuai dengan penyetelan waktu time delay K4 dari gambar 51. secara otomatis bekerja pada sambung Δ , ditandai dengan lampu H menyala.

Catat arus starting pada awal pengasutan dan ukur tegangan fasa motor saat tersambung Y dan tersambung Δ . Mengapa tegangan lebih kecil saat sambung Y dibanding setelah tersambung Δ ? Berikan alasan anda dan catat.

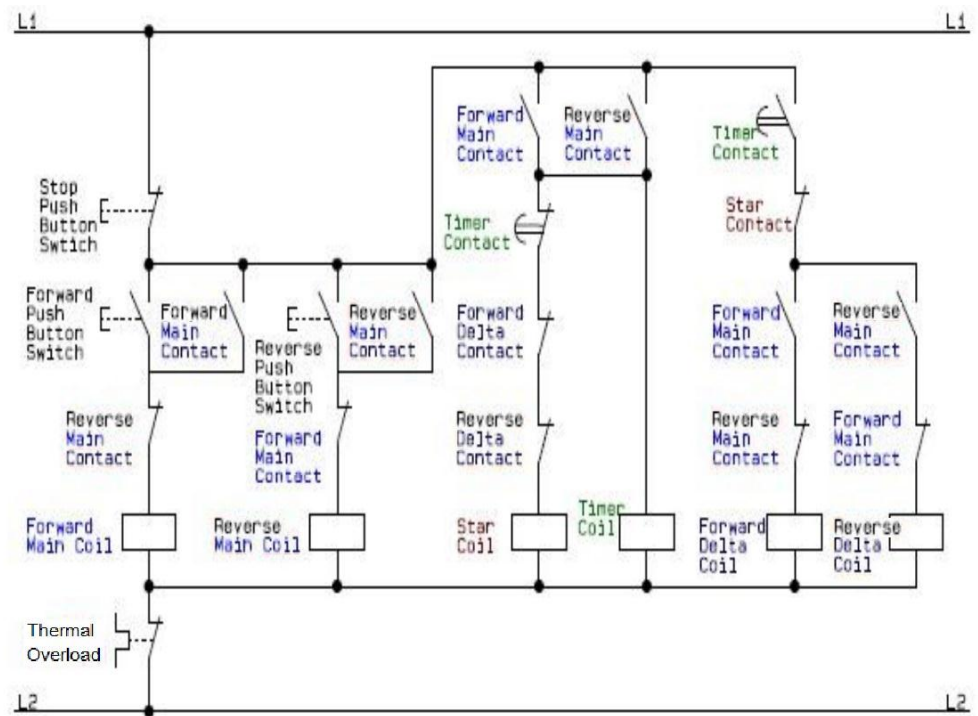


Gambar 52. Diagram daya motor dengan dua arah yang diasut Y-Δ

Untuk keperluan tertentu di industri ada kalanya suatu motor penggerak produksi diperlukan dua arah putaran seperti pada gambar 48, tetapi saat awal berputar harus diasut Y-Δ seperti pada gambar 50. Maka rangkaian diagram dayanya seperti pada gambar 53, yang merupakan penjumlahan gabungan gambar 48 dan gambar 50.

Sedangkan rangkaian diagram kontrol dari motor dengan dua arah yang diasut Y-Δ dapat dilihat pada gambar 53.

Pengawatan (instalasi terpasang) peralatan kontrol motor induksi tiga fasa dengan pengasutan bintang-segitiga (Y-Δ), bekerja pada tegangan 3 fasa, 380V, 125A, dapat dilihat pada gambar 54.



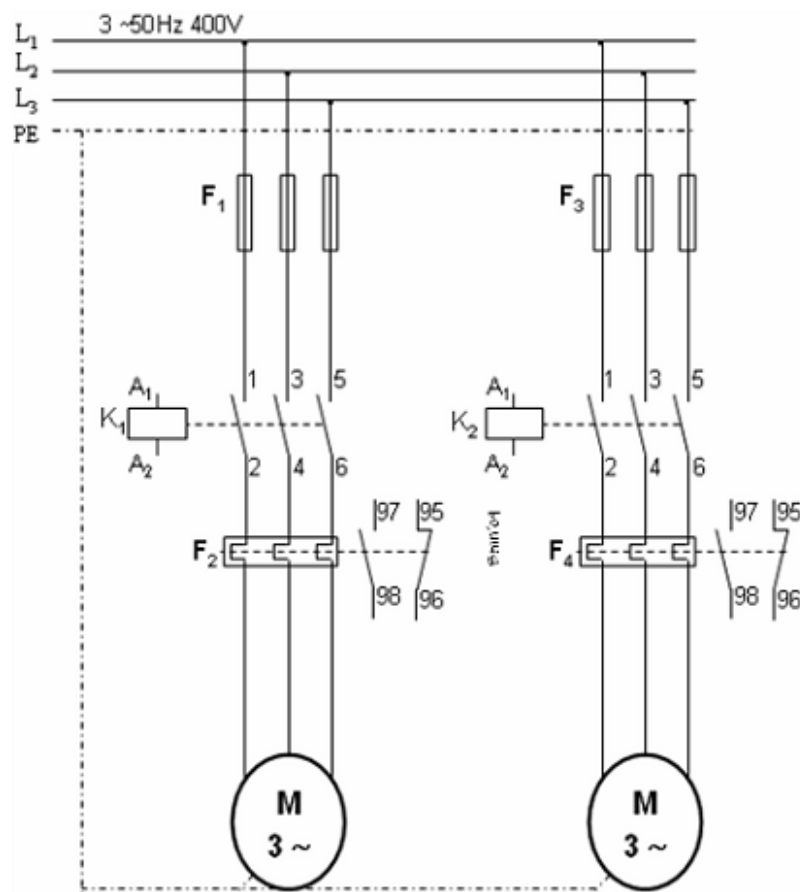
Gambar 53. Diagram kontrol motor dengan dua arah yang diasut Y-Δ



Gambar 54. Pengawatan peralatan kontrol motor induksi tiga fasa dengan pengasutan Y-Δ

5. Pengontrolan Motor Berurutan

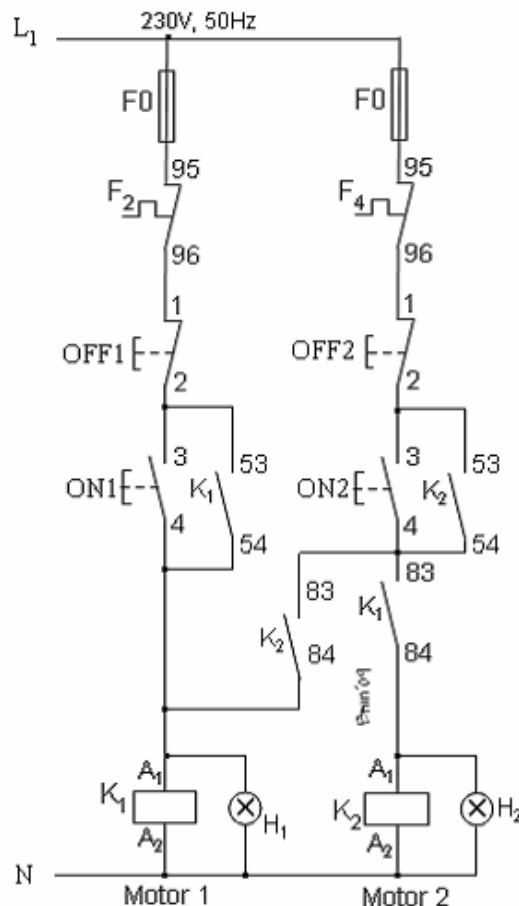
Dalam mengontrol operasi motor berurutan ada dua buah motor atau lebih yang diterapkan. Cara mengoperasikan beberapa motor harus dilaksanakan berurutan satu sama lain dari motor-motor tersebut. Diterapkan umumnya pada konveyor pembawa material produksi. Dimana proses urutan starting motor adalah dimulai dari hilir ke hulu, dan sebaliknya proses stop dimulai dari hulu ke hilir. Diagram daya dan diagram kontrol dari motor beroperasi berurutan dapat dilihat pada gambar 55 dan 56.



Gambar 55. Diagram daya motor berurutan

Kinerja rangkaian: Pada gambar 55, ada dua buah motor 1 dan motor 2. Pada start awal harus dimulai dari motor 1 (motor 2 tidak bisa distart sebelum motor 1 beroperasi) dengan menekan tombol ON1 dari gambar

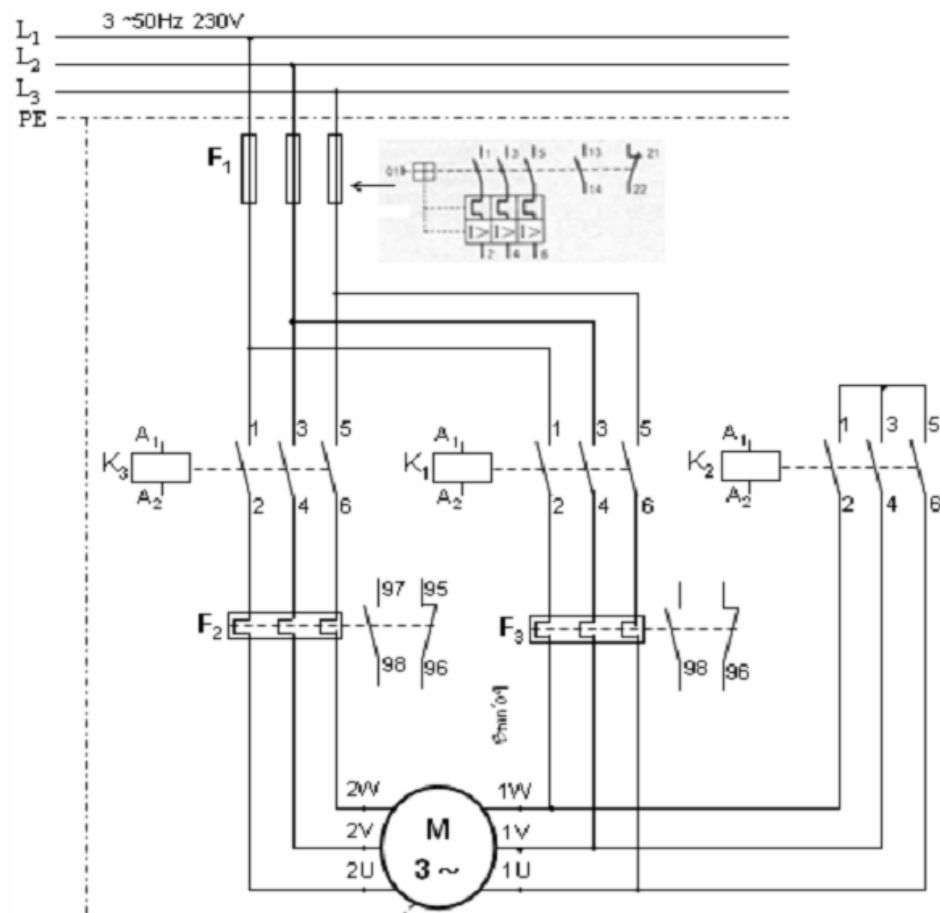
56. Setelah motor 1 bekerja, motor 2 dapat beroperasi dengan menekan tombol ON2. Untuk menghentikan motor beroperasi, harus dimulai dengan menstop motor 2 terlebih dahulu dengan menekan tombol OFF2 dari gambar 56, selanjutnya men-stop motor 1 beroperasi.



Gambar 56. Diagram kontrol motor berurutan

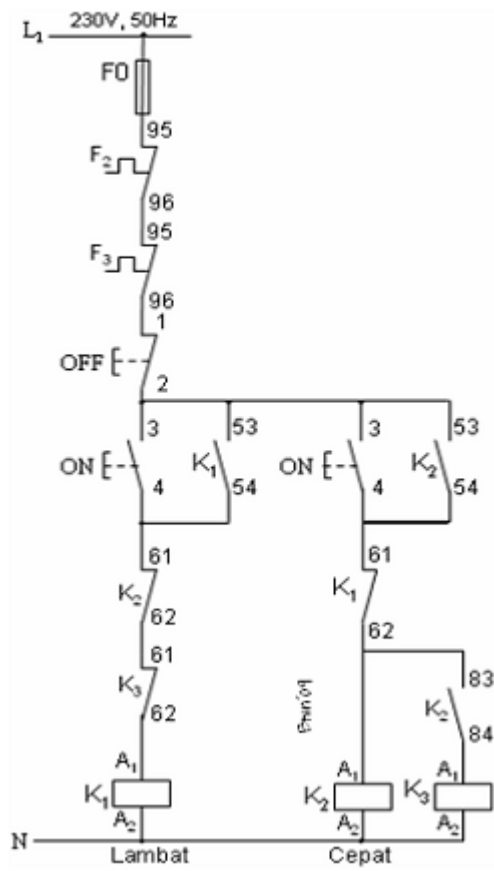
6. Mengatur Kecepatan Putar Motor

Mengatur kecepatan putar motor induksi berbasis pada $n = \frac{120 \cdot f}{p}$, yang dilakukan dengan mengatur jumlah kutub atau besaran frekuensi, motor yang dapat diatur jumlah kutubnya salah satunya adalah motor dahlander. Pengaturan kecepatan putar motor induksi dengan mengatur jumlah kutub-kutubnya diperlihatkan pada gambar 57 dan 58.



Gambar 57. Diagram daya motor dahlander

Kinerja rangkaian: Motor yang mempunyai dua kecepatan putar. Melalui pengontrolan seperti pada gambar 58, motor seperti pada gambar 57, dapat diatur putarannya pada 1440 rpm atau 2800 rpm. Anda dapat mengatur kecepatan putar dengan menekan tombol ON1 atau ON2.



Gambar 58. Diagram kontrol motor dahlander

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktifitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi Sistem Kontrol Elektromekanik? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-01.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran pada aktifitas berikutnya.

Aktifitas 1. Mengamati penggunaan relay dan kontaktor.

Saudara diminta untuk mengamati penggunaan relay dan kontaktor dalam otomasi industri. Selanjutnya diskusikan secara berkelompok bagaimana cara kerja relay dan kontaktor tersebut tersebut, kemudian jawablah pertanyaan berikut ini:

1. Jelaskan cara kerja dari relay dan kontaktor!
2. Jelaskan kegunaan relay dan kontaktor dalam otomasi industri!
3. Gambarkan rangkaian kontrol menggunakan relay/kontaktor!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-02.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran pada aktifitas berikutnya

Aktifitas 2. Mengamati penggunaan TOR

Saudara diminta untuk mengamati penggunaan TOR dalam otomasi industri. Kemudian diskusikan bagaimana cara kerjanya. Selanjutnya jawablah pertanyaan berikut:

1. Jelaskan kegunaan TOR dalam otomasi industri!
2. Jelaskan cara kerja dari TOR
3. Buat diagram pengawatan pemasangan TOR!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-03. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran pada aktifitas berikutnya

Aktifitas 3. Mengamati penggunaan TDR

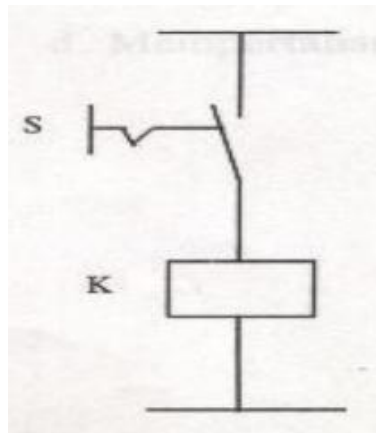
Saudara diminta untuk mengamati penggunaan TDR dalam otomasi industri. Kemudian diskusikan bagaimana cara kerjanya. Selanjutnya jawablah pertanyaan berikut:

1. Jelaskan kegunaan TDR dalam otomasi industri!
2. Jelaskan cara kerja dari TDR
3. Buat diagram pengawatan pemasangan TDR!

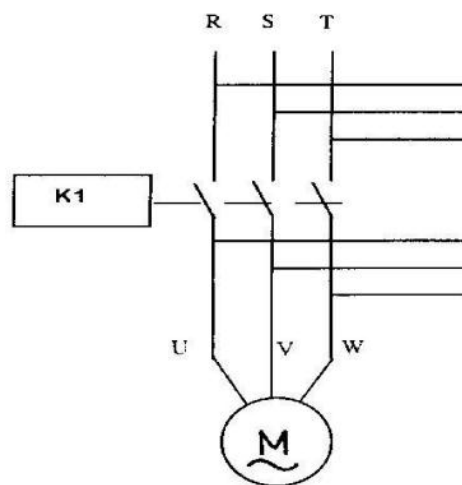
Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-04. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan mengerjakan soal latihan pada kegiatan pembelajaran ini.

E. Latihan/ Kasus /Tugas

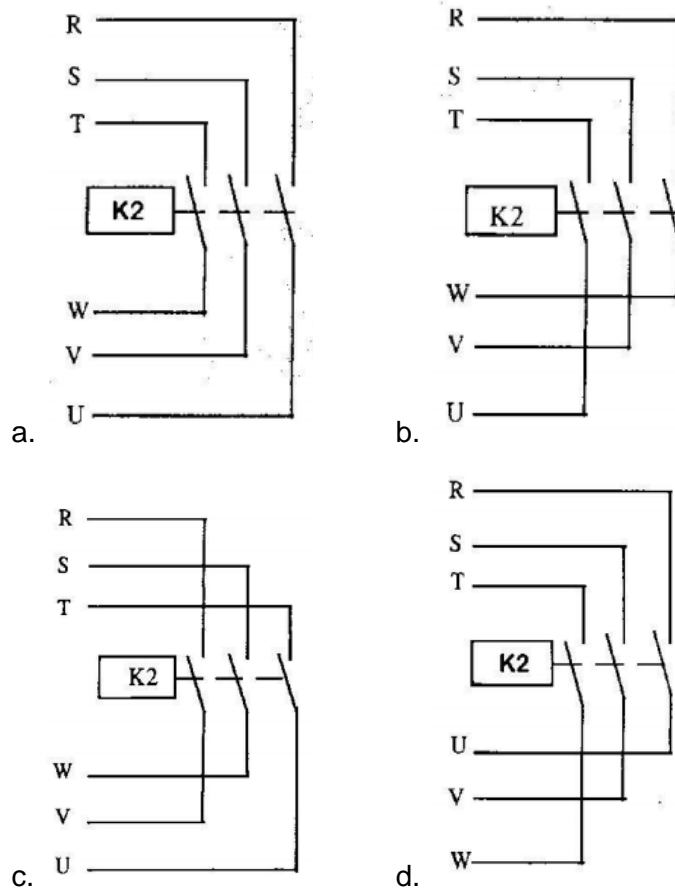
1. Gambar diagram kontrol berikut ini menunjukkan :



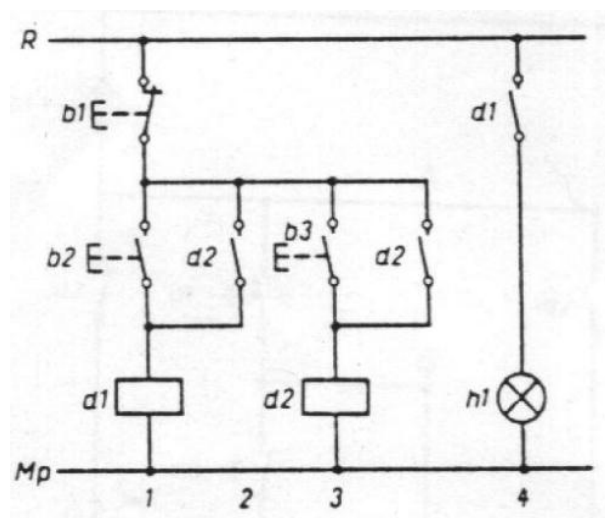
- a. Kontaktor terus bekerja setelah tombol ditekan
- b. Kontaktor tidak bekerja jika tombol berhenti ditekan
- c. Kontaktor akan bekerja selang beberapa saat setelah tombol ditekan
- d. Jika tombol ditekan kontaktor tidak bekerja



2. Untuk membalik arah putaran motor dari gambar di atas, maka sambungan kontaktor K2 adalah :

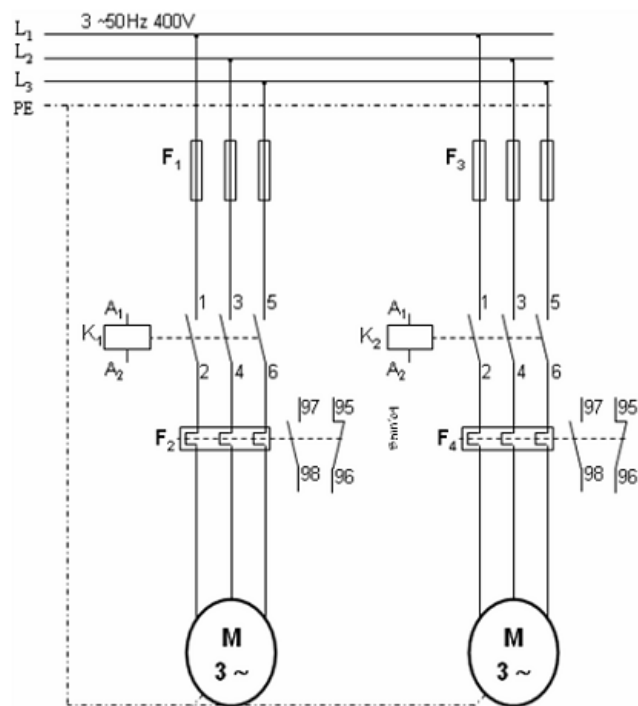


3. Rangkaian pengendali berikut ini yang menandakan lampu indikator menyala bila :



- a. b1 ditekan
b. b1 dan b2 ditekan

- c. b2 ditekan
 - d. b3 ditekan
4. Menjalankan motor dengan cara DOL (Direct On Line) adalah :
- a. Motor dihubungkan dengan jaringan melalui tahanan pengasut
 - b. Motor dihubungkan dengan jaringan melalui sakelar Y-Δ
 - c. Motor dihubungkan langsung dengan jaringan
 - d. Motor dihubungkan dengan jaringan melalui auto transformator



5. Gambar di atas adalah rangkaian daya dari pengendalian motor..
- a. Penghasutan Y-Δ
 - b. Kontrol motor pembalik putaran
 - c. Kontrol kecepatan motor
 - d. Kontrol motor hidup berurutan

F. Rangkuman

Switch / saklar biasanya digunakan untuk memutus atau menyambungkan rangkaian dari sumber listrik.

Contoh: saklar toggle, adalah bentuk saklar yang paling sederhana, dioperasikan oleh sebuah tuas toggle yang dapat ditekan ke atas atau ke bawah. Menurut konvensinya, posisi ke bawah mengindikasikan keadaan 'hidup', atau 'menutup' atau 'disambungkan'. Saklar toggle yang diperlihatkan di dalam foto memiliki tuas dengan posisi ke atas. Di belakang tuas terdapat sebuah alur sekrup (dolly) yang dilengkapi dengan sebuah mur besar. Alur dan mur ini digunakan untuk memasang saklar disebuah panel. Di bagian belakang saklar terdapat dua buah ta (cantolan) terminal, tempat dimana kawat-kawat listrik disambung dan disolder.

Push button NO digunakan untuk mengaktifkan rangkaian, sedangkan yang NC digunakan untuk memutus rangkaian dari sumber listrik.

Switch ini sangat banyak digunakan, dalam sebuah operation panel bisa terdapat beberapa Push Button tergantung dari keperluan, alat ini juga memiliki kode warna pada bagian knopnya untuk membedakan fungsi dari masing-masing alat, seperti warna merah digunakan untuk tombol berhenti/ stop, lalu warna hitam/ hijau digunakan untuk tombol jalan/start kemudian warna kuning digunakan untuk tombol reset atau alarm stop, ada beberapa contoh penggunaan Push Button seperti untuk menjalankan motor/ pompa, menjalankan conveyor, menghidupkan lampu, mereset alarm, menyalakan bell, menghidupkan cylinder dan masih banyak lagi.

Limit switch bisa dikatakan sebagai sensor pembatas, dalam artian mendeteksi gerakan dari suatu mesin sehingga bisa mengontrolnya atau memberhentikan gerakan dari mesin tersebut sehingga dapat membatasi gerakan mesin dan tidak sampai melewati batas, pemakaiannya pun sangat umum dan banyak.

Relai adalah alat yang dioperasikan dengan listrik dan secara mekanis mengontrol penghubungan rangkaian listrik, bermanfaat untuk kontrol jarak jauh dan untuk pengontrolan alat tegangan dan arus tinggi dengan sinyal

kontrol tegangan dan arus rendah. Bekerja berdasarkan pembentukan elektromagnet yang menggerakkan elektromekanis penghubung dari dua atau lebih titik penghubung (konektor) rangkaian sehingga dapat menghasilkan kondisi kontak ON atau kontak OFF atau kombinasi dari keduanya.

Motor DC adalah alat yang mengubah pulsa listrik menjadi gerak, mempunyai prinsip dasar yang sama dengan motor stepper namun gerakannya bersifat kontinyu atau berkelanjutan. Motor DC dibagi menjadi 2 jenis yaitu; Motor DC dengan sikat (mekanis komutasi), yaitu motor yang memiliki sikat karbon berfungsi sebagai pengubah arus pada kumparan sedemikian rupa sehingga arah tenaga putaran motor akan selalu sama. Motor DC tanpa sikat, menggunakan semi konduktor untuk merubah maupun membalik arus sehingga layaknya pulsa yang menggerakkan motor tersebut. Biasa digunakan pada sistem servo, karena mempunyai efisiensi tinggi, umur pemakaian lama, tingkat kebisingan suara listrik rendah, karena putarannya halus seperti stepper namun putarannya terus menerus tanpa adanya step.

Relay. Komponen ini merupakan perangkat pensakelaran yang beroperasi dengan prinsip elektromagnet. Bagian elektromagnet terdiri atas koil belitan kawat yang melilit pada inti besi. Ketika koil elektromagnet diberi energi, inti besi menghasilkan magnet yang dapat menarik armature yang terhubung dengan kontak, sehingga kontak beroperasi dan menyambungkan rangkaian. Ketika energi pada koil habis, kontak akan kembali ke posisi normal akibat pengaruh pegas yang terhubung ke kontak.

Rangkaian Pengunci

Rangkaian ini adalah rangkaian dasar dari sistim kontrol yang sangat sederhana yakni hanya menggunakan satu saklar pengaman saja terhadap beban yang akan dijalankan, artinya kebutuhan dari rangkaian ini hanya sebagai ON dan OFF saja. Rangkaian pengunci menggunakan *relay logic* diperagakan pada Gambar 1. Ketika tombol S1 (NO, *normally open*) yang berfungsi untuk ON atau START diaktifkan sesaat maka beban aktif terus

menerus sampai diaktifkan tombol S2 (NC, *normally close*) yang berfungsi untuk OFF atau STOP.

Rangkaian kontrol ini berfungsi sebagai Operasi bergantian terhadap kerja beban, yang menggunakan fasilitas Kontak NC sebagai pengaman terhadap masing-masing *coil relay*, yakni kontak NC K1 sebagai pemutus bagi coil K2 yang terhubung dengan beban B dan kontak NC K2 berfungsi sebagai pemutus coil K1 yang terhubung dengan beban A (lihat Gambar 2). Rangkaian ini hanya menggunakan dua beban saja, dengan kata lain rangkaian ini mencegah beban bekerja secara bersamaan, beban B tidak dapat diaktifkan selama beban A masih bekerja dan sebaliknya.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Bandingkan jawaban anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Hitunglah jumlah jawaban yang benar. Kemudian gunakan rumus dibawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi kegiatan belajar.

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah Jawaban benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Jika anda mencapai tingkat penguasaan 75 % keatas, anda dapat meneruskan ke modul berikutnya. Tetapi bila tingkat penguasaan anda masih dibawah 75 %, anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

(*Catatan : Kejujuran Intelektual Memegang Peranan Penting*)

LEMBAR KERJA KB-2

LK – 01

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi Sistem Kontrol Elektromekanik? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini?Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....

LK - 02

1. Jelaskan cara kerja dari relay dan kontaktor!

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

2. Jelaskan kegunaan relay dan kontaktor dalam otomasi industri!

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

3. Gambarkan rangkaian kontrol menggunakan relay/kontaktor!

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

.....

.....

.....

LK - 03

1. Jelaskan kegunaan TOR dalam otomasi industri!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan cara kerja dari TOR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Buat diagram pengawatan pemasangan TOR!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK - 04

1. Jelaskan kegunaan TDR dalam otomasi industri!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan cara kerja dari TDR

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Buat diagram pengawatan pemasangan TDR!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

KUNCI JAWABAN

Soal pedagogik

1. b
2. c
3. c
4. c
5. a
6. b
7. a
8. c

Soal Profesional

1. b
2. a
3. c
4. c
5. d

EVALUASI

A. Pedagogik

1. Di bawah ini tujuan dari pembelajaran berbasis masalah kecuali :
 - a. Meningkatkan kemampuan intelektual
 - b. Memahami peran orang dewasa
 - c. Meningkatkan kemampuan berfikir holistic
 - d. Membantu siswa untuk menjadi pelajar yang mandiri
2. Hasil analisis kekuatan dan kelemahan pembelajaran yang telah dilaksanakan dapat digunakan guru untuk :
 - a. mempertahankan kebiasaan mengajar karena sudah lama dan banyak pengalaman
 - b. mengusulkan penyediaan media pembelajaran yang canggih untuk meningkatkan pembelajaran
 - c. merancang ulang rancangan pembelajaran yang berdasarkan analisis terbukti memiliki kelemahan
 - d. melakukan latihan tambahan berupa test untuk para siswa
3. Upaya merancang pengayaan bagi peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar optimal tampak dalam kegiatan guru sebagai berikut:
 - a. memberikan tambahan materi berupa sumber ajar dari pengarang yang berbeda
 - b. memberikan test tambahan dengan tingkat kesukaran lebih tinggi
 - c. memberikan tambahan sumber bacaan yang lebih mendalam dan tingkat variasi yang tinggi berikut instrumen testnya yang sesuai
 - d. diberikan materi bahan ajar yang lebih tinggi tingkatannya dan mengerjakan soal-soal yang memiliki kesulitan tinggi
4. Dasar rancangan program remedial bagi peserta didik yang capaian prestasinya di bawah ketuntasan belajar
 - a. proses pengajaran remedial pada dasarnya adalah proses belajar mengajar biasa
 - b. tujuan pengajaran remedial adalah sama dengan test diagnostic
 - c. sasaran terpenting pengajaran remedial adalah peningkatan kecerdasan siswa

- d. strategi yang dipilih hanya berbentuk test ulang
- 5. Salah satu prinsip merancang program remedial bagi peserta didik tampak dalam kegiatan guru
 - a. membuat rancangan pembelajaran khusus untuk siswa peserta remedial
 - b. menggunakan rancangan pembelajaran yang telah dibuat dengan memperhatikan hasil temuan analisis evaluasi belajar siswa
 - c. menggunakan rancangan pembelajaran baru yang berbeda sama sekali dengan rancangan yang ada.
 - d. merancang test ulang saja tanpa ada pengulangan penjelasan materi
- 6. Upaya guru menggunakan hasil analisis untuk menentukan ketuntasan belajar antara lain sebagai berikut...
 - a. menentukan kriteria keberhasilan belajar
 - b. mengklasifikasi siswa berdasarkan hasil capaian belajarnya
 - c. mencari letak kelemahan secara umum dilihat dari kriteria keberhasilan yang diharapkan
 - d. merencanakan pengajaran remedial
- 7. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut :
 - a. Mendata siswa yang memiliki kecerdasan (IQ) tinggi
 - b. Menganaalisis soal yang paling banyak salah dan pling banyak benar dijawab siswa
 - c. Menganalisis latar belakang sosial, ekonomi, dan budaya orang tua mereka
 - d. Mengevaluasi sistem PBM secara menyeluruh berdasarkan atas dasar analisis penilaian belajar

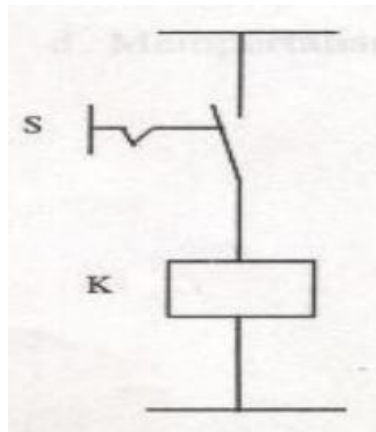
Pernyataan di atas yang merupakan langkah guru menginterpretasi hasil analisis evaluasi hasil belajar adalah...

 - e. 1 dan 2
 - f. 1 dan 3
 - g. 2 dan 4
 - h. 3 dan 4
- 8. Media pembelajaran dalam sistem komunikasi merupakan komponen :
 - a. Sumber
 - b. Tidak ada jawaban

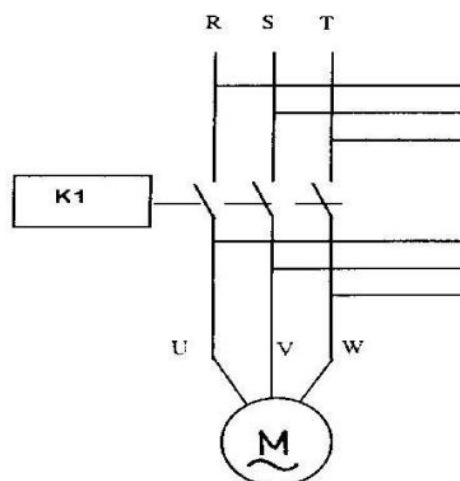
- c. Saluran
- d. Penerima
- e. Pesan

B. Professional

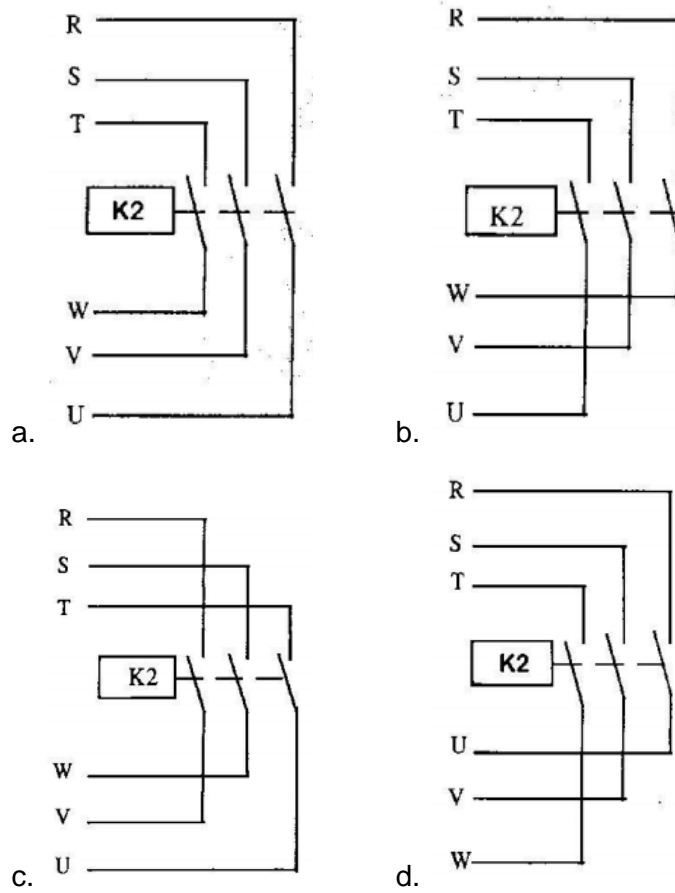
5. Gambar diagram kontrol berikut ini menunjukkan :



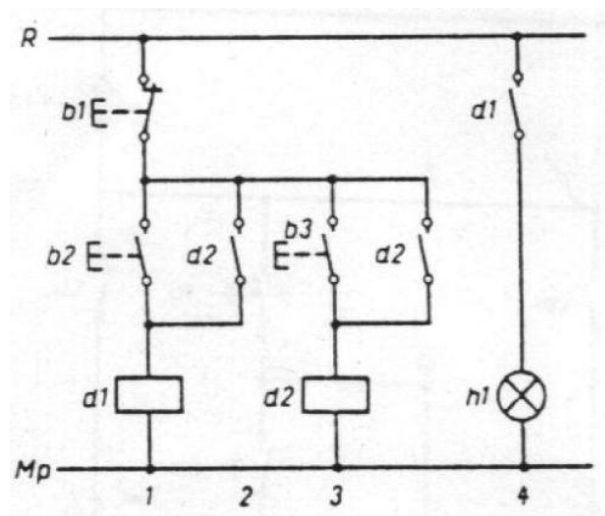
- a. Kontaktor terus bekerja setelah tombol ditekan
- b. Kontaktor tidak bekerja jika tombol berhenti ditekan
- c. Kontaktor akan bekerja selang beberapa saat setelah tombol ditekan
- d. Jika tombol ditekan kontaktor tidak bekerja



6. Untuk membalik arah putaran motor dari gambar di atas, maka sambungan kontaktor K2 adalah :

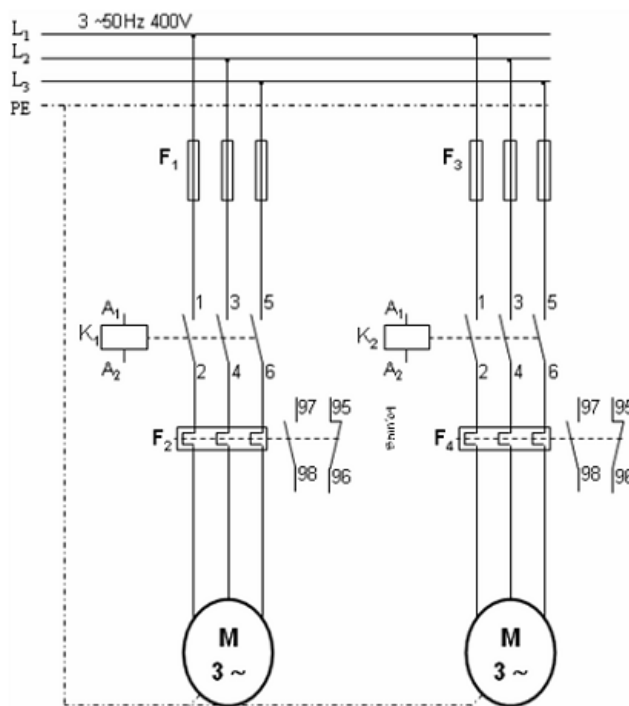


7. Rangkaian pengendali berikut ini yang menandakan lampu indikator menyala bila :



a. b1 ditekan

- b. b1 dan b2 ditekan
 - c. b2 ditekan
 - d. b3 ditekan
8. Menjalankan motor dengan cara DOL (Direct On Line) adalah :
- a. Motor dihubungkan dengan jaringan melalui tahanan pengasut
 - b. Motor dihubungkan dengan jaringan melalui sakelar Y-Δ
 - c. Motor dihubungkan langsung dengan jaringan
 - d. Motor dihubungkan dengan jaringan melalui auto transformator



9. Gambar di atas adalah rangkaian daya dari pengendalian motor..
- a. Penghasutan Y-Δ
 - b. Kontrol motor pembalik putaran
 - c. Kontrol kecepatan motor
 - d. Kontrol motor hidup berurutan

PENUTUP

Upaya menyiapkan tenaga menengah kejuruan untuk memenuhi kebutuhan akan tenaga pelaksana di bengkel atau di industri, dalam kenyataannya sekarang ini sangat dipengaruhi oleh persaingan yang sangat ketat baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Karena setiap pengusaha akan bersaing dalam kualitas produksinya yang dilaksanakan sehingga menghasilkan barang berdasarkan kebutuhan pasar dengan harga yang bersaing.

Dalam hal ini maka untuk menjawab tantangan tersebut setiap orang yang akan terlibat di dalam proses produksi harus mampu dan mempunyai KOMPETENSI yang dikuasai, diakui, sedangkan untuk memperoleh kompetensi tersebut harus melalui pendidikan dan pelatihan di institusi/sekolah kejuruan .

Salah satu perangkat pembelajaran diklat kompetensi adalah buku MODUL/BAHAN AJAR, yang diharapkan dengan mempelajari buku modul ini peserta akan dibekali dengan pengetahuan dan keterampilan dasar yang harus dikuasai untuk mengikuti UJI KOMPETENSI.

Modul Diklat PKB bagi Guru dan Tenaga Kependidikan ini disusun sebagai acuan bagi peserta diklat PKB. Melalui modul ini selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan terkait informasi yang diberikan sesuai dengan bidang tugas masing-masing.

Modul Pembelajaran Diklat PKB ini merupakan informasi umum bagi para peserta diklat agar dapat dikembangkan atau digali lebih mendalam sesuai dengan tujuan dan harapan dunia pendidikan, yakni menjadi pendidik yang profesional. Terutama kegiatan pembelajaran yang dapat mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, Owen. 2002. *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Bishop, Robert H. 2002. *The Mechatronics Handbook*. USA: CRC PRESS
- Boeree, George, 2008. *Mertode Pembelajaran dan Pengajaran*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media
- Bolton, W., *Mechatronics, Electronic control systems in mechanical Engineering*, Longman Scientific & Technical
- Hamalik, Oemar, 2007. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Karim, Syaiful. 2013. *Sensor Dan Aktuator*. Malang: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan.
- Kemendikbud. 2013. *Instalasi Motor Listrik Semester 3*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
- Kemendikbud. 2014. *Instalasi Motor Listrik Semester 6*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
- Petruzella, Frank D. 1996. *Industrial Electronics*. McGRAW-HILL International Editions.
- Putranto, Agus; Dkk. 2008. *Teknik Otomasi Industri*. Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Reni. 2014. *Sensor Dan Aktuator*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Suardi, Edi. 1986. *Pedagogik*. Bandung: Angkasa
- Sudjana, Nana. 2009. *Dasar- Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo
- Wirawan, Pramono. *Pneumatik – Hidrolik*. Bahan Ajar. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

GLOSSARIUM

Adaptor	Momentary
Aktuator	Moulded
Bimetal	Mounting
Daya	Noise
Decibel	Normally
Deteksi	Obyek
Eksternal	Oksida
Elektromekanik	Optik
Elemen	Otomasi
Energi	Panel
Energi	Photovoltaic
Frekuensi	Presisi
Induktif	Proksimiti
Industri	Prosedur
Instrumen	Push-button
Intensitas	Relatif
Internal	Relay
Kapasitansi	Resistansi
Kapasitif	Resistivitas
Kapiler	Robotic
Klasifikasi	Rotary
Koefisien	Semikonduktor
Kompensasi	Sensitif
Kompensasi	Sensitivitas
Komponen	Sensor
Kontak	Siklus
Kontak	Sinyal
Kontaktor	Surface
Kontinyu	Switch
Kurva	Switch
Latching	Tanggapan
LDR	Teknologi
Level	Temperatur
Linearitas	Termoelektrik
Listrik	Termokopel
Logika	Termometer
Mekanik	Thermocouple
Merkuri	Transduser
Modular	