



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

**Pedagogik : Menyusun Rancangan Pembelajaran
Profesional : Komponen Instalasi Motor Listrik**

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

Penyusun :

Drs. Syamsuarnis, M.Pd
UNP Padang
dessyamsunis@gmail.com
08126613526

Reviewer :

Drs. Hambali, M.Kes
UNP Padang
hambali_ksy@yahoo.co.id
081363663092

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.

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.

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

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	3
D. RUANG LINGKUP	5
E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL	5
Kegiatan Pembelajaran 1 PROSES PEMBELAJARAN YANG MENDIDIK	7
A. TUJUAN	7
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	7
C. URAIAN MATERI.....	8
Materi Pembelajaran.....	17
Pembelajaran Efektif.....	20
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	35
Kegiatan Pendahuluan	35
Kegiatan Inti.....	35
Kegiatan Penutup	37
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	37
Latihan	37
Tugas	40
F. RANGKUMAN	41
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	41
Kegiatan Pembelajaran 2 KOMPONEN DAN ALAT INSTALASI	
PENGONTROLAN MOTOR LISTRIK STANDAR PUIL/SNI	43
A. TUJUAN	43
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	43
C. URAIAN MATERI.....	43

BAHAN BACAAN 1: Titik Kontak dan Saklar Mekanis	43
BAHAN BACAAN 2: Saklar Elektromekanik dan Pengaman Motor....	50
BAHAN BACAAN 3: Klasifikasi Motor Listrik.....	61
D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN	68
Aktifitas 1: Memahami Simbol dan Fungsi Komponen Saklar Mekanis	69
Aktifitas 2: Memahami Simbol dan Fungsi Komponen Saklar Elektro Mekanik dan Pengaman	69
Aktifitas 3: Klasifikasi Motor Listrik	70
E. LATIHAN	75
F. RANGKUMAN	75
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT.....	76

Kegiatan Pembelajaran 3 MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN DAN ALAT

INSTALASI PENGONTROLAN MOTOR LISTRIK STANDAR

PUIL/SNI.....	78
A. TUJUAN	78
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	78
C. URAIAN MATERI	78
BAHAN BACAAN 1: Pengasutan Motor Induksi.....	78
BAHAN BACAAN 2: Proteksi Motor	93
BAHAN BACAAN 3: Pengontrolan Operasi Motor	96
D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN	107
Aktifitas 1: Memahami Pengasutan Motor 3 Fase	108
Aktifitas 2: Memahami Simbol dan Fungsi Komponen Saklar Elektro Mekanik Dan Pengaman.....	108
Aktifitas 3: Klasifikasi Motor Listrik	109
E. LATIHAN	113
F. RANGKUMAN	113
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT.....	113

Kegiatan Pembelajaran 4 MENENTUKAN JENIS DAN BESARAN

NOMINAL PENGAMAN INSTALASI MOTOR LISTRIK STANDAR

PUIL/SNI	115
A. TUJUAN	115
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	115
C. MATERI AJAR	115
Bahan Bacaan 1: Pengaman Instalasi Motor Listrik	115
Bahan Bacaan 2: Jenis dan Besaran Pengaman Motor Listrik	119
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	129
Aktifitas 1: Memahami Jenis Pengaman instalasi Motor Listrik	130
Aktifitas 2: Jenis dan Besaran Pengaman Motor Listrik	130
E. LATIHAN/ KASUS /TUGAS	134
F. RANGKUMAN	134
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	134
KUNCI JAWABAN (Pembelajaran 1 s.d 4)	136
A. Kunci Jawaban Pembelajaran 1	136
B. Kunci Jawaban Pembelajaran 2	136
C. Kunci Jawaban Pembelajaran 3	137
D. Kunci Jawaban Pembelajaran 4	138
EVALUASI	139
A. PEDAGOGIK	139
B. PROFESIONAL	141
PENUTUP	147
DAFTAR PUSTAKA	148
GLOSARIUM	150

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Alur Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	10
2. Contoh Format RPP.....	17
3. Kerangka Kerja Pengajaran	21
4. Strategi Pengajaran	23
5. Contoh Kontaktor Magnet	51
6. Konstruksi Kontaktor Magnet	53
7. Contoh TOR.....	54
8. Konstruksi MCB	57
9. Simbol MCB 1 fase	57
10. Konstruksi ELCB.....	58
11. Hubungan Rangkaian <i>Timer</i>	59
12. <i>Overload Relay</i>	61
13. Bagian-bagian Utama Motor Arus Bolak Balik.....	62
14. Konstruksi Motor Induksi.....	63
15. Rotor Sarang Angker	64
16. Potongan Melintang Motor Induksi Rotor Lilitan	65
17. Sirkuit Motor Seri	66
18. Sirkuit Motor <i>Compound</i>	68
19. Metoda Motor <i>Starting</i>	80
20. Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan.	81
21. Rangkaian Pengontrolan Motor.....	83
22. Kontruksi Motor Induksi.....	84
23. Pelat Nama Motor Induksi.....	84
24. Hubungan Bintang	85
25. Hubungan Segitiga.	86
26. Perbandingan Voltase Hubungan Bintang (Y) dan Segitiga (Δ).....	87
27. Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan.	87
28. Motor <i>Starting</i> Bintang-Segitiga.	88
29. Starter dengan Tahanan Primer (<i>Primary Resistance Starter</i>).	89
30. Starter dengan <i>Auto-Transformer</i>	90

31. Diagram Hubungan Arus dan Voltase pada DOL <i>Starting</i> dan Auto Transformer <i>starting</i>	91
32. Pengaturan Tahanan Rotor.....	92
33. Sistem Proteksi Pengontrolan Motor	94
34. Konduktor Pentanahan Motor	95
35. Rangkaian Kontrol dan Daya DOL	96
36. Diagram Daya Motor Dua Arah Putaran.....	97
37. Diagram Kontrol Motor Dua Arah Putaran.....	98
38. Diagram Daya Motor Diasut Y- Δ	99
39. Diagram Kontrol Motor Diasut Y- Δ	100
40. Diagram Daya Motor Dengan Dua Arah yang Diasut Y- Δ	101
41. Diagram Kontrol Motor Dengan Dua Arah yang Diasut Y- Δ	102
42. Pengawatan Peralatan Kontrol Motor Induksi Tiga Fase dengan Pengasutan Y- Δ	102
43. Diagram Daya Motor Berurutan	103
44. Diagram Kontrol Motor Berurutan.....	104
45. Diagram Daya Motor Dahlander.....	105
46. Diagram Kontrol Motor Dahlander	106
47. Diagram Daya Motor <i>Separate Winding</i>	107
48. Besaran Pangaman Hubungan Singkat	129

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) 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.

Penyusunan modul diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam melaksanakan kegiatan pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB.

Kegiatan PKB dilaksanakan oleh guru dan tenaga kependidikan didasarkan profil kinerja guru dan tenaga kependidikan sebagai tindak lanjut hasil dari pelaksanaan uji kompetensi guru dan tenaga kependidikan. Hasil uji kompetensi ini menentukan kegiatan PKB guru yang harus dilaksanakan dan didukung dengan modul-modul sesuai dengan kebutuhan pelatihan guru.

B. TUJUAN

Tujuan disusunnya modul diklat PKB ini adalah memberikan pemahaman bagi peserta diklat tentang konsep dasar dan penguasaan materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Secara khusus tujuan penyusunan modul ini adalah memberikan informasi awal tentang:

1. Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium maupun lapangan.
2. Melaksanakan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium, dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan.
3. Menjelaskan komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI
4. Mengidentifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI
5. Menjelaskan fungsi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI
6. Membedakan simbol komponen/alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai PUIL/ SNI
7. Menentukan Jenis dan besaran nominal pengaman instalasi motor listrik sesuai PUIL/SNI

C. PETA KOMPETENSI

MODUL GURU PEMBELAJAR KELOMPOK KOMPETENSI D TEKNIK PEMANFAATAN TENAGA LISTRIK

Jenjang Sekolah : SMK
Program Keahlian/Mapel : Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

Kompetensi Utama (KU)	Kompetensi Inti (KI)	Standar Kompetensi Guru (SKG)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Materi Modul	Grade								
					1								
Pedagogik	4. Menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik	4.3 Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan	4.3.1 Rancangan pembelajaran yang lengkap untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium maupun di lapangan. 4.3.2 Rancangan pembelajaran yang lengkap disusun untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun di lapangan sesuai dengan komponen-komponen RPP	Judul Pedagogik Materi 1									
		4.4 Melaksanakan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan	4.4.1 Pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan (memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan) disimulasikan sesuai dengan rancangan pembelajaran 4.4.2 Pelaksanaan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan (memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan) dilaksanakan sesuai dengan rancangan pembelajaran										

Profesional		Menganalisis komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI.	Komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI. Mengidentifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI. Menentukan fungsi komponen instalasi motor listrik. Membedakan simbol komponen/alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai PUIL/SNI. Menentukan jenis dan besaran nominal pengaman instalasi motor listrik sesuai PUIL/SNI.	Judul Profession al Materi 1 Materi 2 Materi 3. Materi 4													
-------------	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

D. RUANG LINGKUP

Modul diklat PKB ini berisi rangkaian kegiatan pembelajaran selama mengikuti pendidikan dan pelatihan pasca, khususnya pendidikan dan pelatihan pada kompetensi D untuk program keahlian Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik. Modul ini mencakup 4 kegiatan pembelajaran, yakni pedagogik dan profesional. Cakupan materi pedagogik meliputi: Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi dan telah dijabarkan dalam silabus. Setiap guru pada satuan pendidikan berkewajiban menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Cakupan materi profesional mencakup: Menentukan komponen dan fungsi alat instalasi pengontrolan motor, mengidentifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik, menentukan jenis dan besaran pengaman instalasi motor listrik sesuai standar PUIL/SNI.

E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL

1. Modul ini disusun berbasis aktifitas yang terbagi atas 4 Kegiatan Pembelajaran (KB). Materi pembelajaran pada setiap KB dibagi menjadi beberapa bahan bacaan yang dapat digunakan sebagai salah satu sumber informasi. Tetapi diharapkan peserta diklat dapat mencari sumber informasi lain yang relevan untuk memperluas wawasan.
2. Untuk meningkatkan efektifitas mempelajari materi pada modul ini, telah tersedia aktifitas belajar yang disusun secara sistematis, yaitu dimulai dengan Pengantar Aktivitas Belajar, kemudian dilanjutkan dengan Aktivitas Belajar 1, dan Aktivitas Belajar selanjutnya. Guna meningkatkan pemahaman dalam ranah pengetahuan dan keterampilan, melalui penelaahan bahan bacaan, menyelesaikan lembar kerja/tugas praktikum, dan menyelesaikan tes formatif untuk uji pemahaman.

3. Materi pembelajaran yang disajikan di modul ini terkait dengan materi pembelajaran lain
4. Waktu yang digunakan untuk mempelajari materi pembelajaran ini diperkirakan 150 JP dengan perincian untuk materi pedagogik 40 JP dan untuk materi profesi profesional 140 JP, melalui diklat PKB moda/model langsung atau tatap muka.
5. Peserta diklat harus mulai dengan membaca pengantar aktifitas belajar, menyiapkan dokumen-dokumen yang diperlukan, mengikuti tahap demi tahap kegiatan pembelajaran secara sistematis, dan mengerjakan perintah-perintah pada Lembaran Kerja (LK) baik pada ranah pengetahuan maupun keterampilan. Untuk melengkapi pengetahuan, peserta diklat dapat membaca bahan bacaan dan sumber-sumber lain yang relevan. Pada akhir kegiatan akan dinilai oleh pengampu dengan menggunakan format penilaian yang sudah dipersiapkan.

Kegiatan Pembelajaran 1

PROSES PEMBELAJARAN YANG MENDIDIK

A. TUJUAN

1. Guru mampu menyusun dan melaksanakan rancangan pembelajaran yang mendidik secara lengkap.
2. Guru melaksanakan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.
3. Guru menyusun dan menggunakan berbagai materi pembelajaran dan sumber belajar sesuai dengan karakteristik peserta didik.

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Guru Mampu menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan.
2. Guru melaksanakan aktivitas pembelajaran sesuai dengan rancangan yang telah disusun secara lengkap tersebut.
3. Guru Melaksanakan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan.
4. Guru mengkomunikasikan informasi baru (misalnya materi tambahan) sesuai dengan usia dan tingkat kemampuan belajar peserta didik.
5. Guru mampu menyesuaikan aktivitas pembelajaran yang dirancang dengan kondisi kelas.
6. Guru memberikan banyak kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya, mempraktekkan dan berinteraksi dengan peserta didik lainnya.
7. Guru melakukan aktivitas pembelajaran secara bervariasi dengan waktu yang cukup untuk kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan usia dan tingkat kemampuan belajar dan mempertahankan perhatian peserta didik.
8. Guru mengelola kelas dengan efektif tanpa mendominasi atau sibuk dengan kegiatannya sendiri agar semua waktu peserta didik dapat dimanfaatkan secara produktif.

C. URAIAN MATERI

Rencana pembelajaran adalah penggalan-penggalan kegiatan yang perlu dilakukan oleh guru untuk setiap pertemuan. Di dalamnya harus terlihat tindakan apa yang perlu dilakukan oleh guru untuk mencapai ketuntasan kompetensi serta tindakan selanjutnya setelah pertemuan selesai. Dengan kata lain rencana pembelajaran yang dibuat guru harus berdasarkan pada kompetensi dan kompetensi dasar. Standar kompetensi adalah kemampuan minimal yang harus dapat dilakukan atau ditampilkan siswa, yang meliputi: pengetahuan, keterampilan, dan sikap siswa setelah mengikuti mata pelajaran tertentu.

Keberhasilan dari suatu kegiatan sangat ditentukan oleh perencanaannya. Apabila perencanaan suatu kegiatan dirancang dengan baik, maka kegiatan akan lebih mudah dilaksanakan, terarah serta terkendali. Demikian pula halnya dalam proses belajar mengajar, agar pelaksanaan pembelajaran terlaksana dengan baik maka diperlukan perencanaan pembelajaran yang baik. Perencanaan pembelajaran berperan sebagai acuan bagi guru untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran agar lebih terarah dan berjalan efektif dan efisien. Dengan perkataan lain perencanaan pembelajaran berperan sebagai skenario proses pembelajaran. Oleh karena itu perencanaan pembelajaran hendaknya bersifat luwes (fleksibel) dan memberi kemungkinan bagi guru untuk menyesuaikannya dengan respon peserta didik dalam proses pembelajaran sesungguhnya.

Perencanaan yang dilakukan secara sistematis atau dilandasi dengan pendekatan sistem akan memberikan dua keuntungan besar seperti berikut:

1. Sebagai suatu alat untuk menganalisis, mengidentifikasi dan memecahkan masalah sesuai dengan yang diinginkan
2. Memiliki daya ramal dan kontrol yang baik karena didukung dengan langkah-langkah:
 - a. perumusan kebutuhan secara spesifik dan nyata.
 - b. penggunaan logika, proses setapak demi setapak untuk menuju perubahan yang diharapkan.
 - c. perhatian dan penentuan salah satu di antara berbagai pendekatan yang lebih sesuai dengan situasi dan kondisi.
 - d. penetapan mekanisme feedback yang memberi informasi tentang kemajuan, hambatan serta perubahan yang diperlukan.

- e. penggunaan istilah dan langkah yang jelas, mudah dikomunikasikan dan dipahami oranglain.

3. Pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi dan telah dijabarkan dalam silabus. Lingkup rencana pembelajaran paling luas mencakup satu kompetensi dasar yang terdiri atas satu atau beberapa indikator untuk satu kali pertemuan atau lebih.

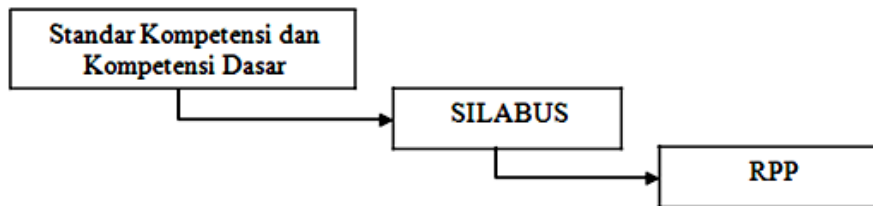
Setiap guru pada satuan pendidikan berkewajiban menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Perencanaan pembelajaran merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pendidikan di sekolah. Melalui perencanaan pembelajaran yang baik, guru akan lebih mudah dalam melaksanakan pembelajaran dan peserta didik akan lebih terbantu dan mudah dalam belajar. Perencanaan pembelajaran dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik, sekolah, mata pelajaran, dan sebagainya.

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang baik harus memenuhi kriteria:

- a. Kemampuan dasar dan materi mengacu pada silabus
- b. Proses pembelajaran memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi peserta didik
- c. Terdapat keselarasan antara kemampuan dasar, materi dan alat penilaian
- d. Mudah dimengerti/dipahami.

Alur Rencana Pelaksanaan Pembelajaran adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

RPP disusun untuk setiap KD yang dapat dilaksanakan dalam satu kali pertemuan atau lebih. Guru merancang penggalan RPP untuk setiap pertemuan yang disesuaikan dengan penjadwalan di satuan pendidikan. Komponen Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) minimal terdiri dari:

a. Identitas mata pelajaran

Identitas mata pelajaran, meliputi:

- 1) satuan pendidikan,
- 2) kelas,
- 3) semester,
- 4) program studi,
- 5) mata pelajaran atau tema pelajaran,
- 6) jumlah pertemuan.

b. Standar kompetensi

Merupakan kualifikasi kemampuan minimal peserta didik yang menggambarkan penguasaan pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang diharapkan dicapai pada setiap kelas dan/atau semester pada suatu mata pelajaran.

c. Kemampuan dasar (kompetensi dasar)

Adalah sejumlah kemampuan yang harus dikuasai peserta didik dalam mata pelajaran tertentu sebagai rujukan penyusunan indikator kompetensi dalam suatu pelajaran.

d. Indikator pencapaian kompetensi

Adalah perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk menunjukkan ketercapaian kompetensi dasar tertentu yang menjadi acuan penilaian mata pelajaran. Indikator pencapaian kompetensi dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, yang mencakup pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

- e. Tujuan Pembelajaran
Menggambarkan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai oleh peserta didik sesuai dengan kompetensi dasar.
- f. Materi pembelajaran/Materi ajar
Memuat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan, dan ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan indikator pencapaian kompetensi.
- g. Alokasi Waktu
Ditentukan sesuai dengan keperluan untuk pencapaian KD dan beban belajar.
- h. Metoda Pembelajaran
Digunakan oleh guru untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik mencapai kompetensi dasar atau seperangkat indikator yang telah ditetapkan. Pemilihan metode pembelajaran disesuaikan dengan situasi dan kondisi peserta didik, serta karakteristik dari setiap indikator dan kompetensi yang hendak dicapai pada setiap mata pelajaran.
- i. Kegiatan Pembelajaran
Susunlah kegiatan pembelajaran yang dilakukan guru dan peserta didik dalam berinteraksi dengan materi pembelajaran dan sumber belajar untuk mencapai kemampuan dasar. Pilihlah pendekatan dan metode yang tepat. Cantumkan struktur pengajarannya yang meliputi:
 - 1) Pendahuluan
Pendahuluan merupakan kegiatan awal dalam suatu pertemuan pembelajaran yang ditujukan untuk membangkitkan motivasi dan memfokuskan perhatian peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Kegiatan ini terdiri dari kegiatan (1) Apersepsi dan revisi dan (2) Bahan dan motivasi
 - 2) Inti
Kegiatan inti merupakan proses pembelajaran untuk mencapai KD. Kegiatan pembelajaran dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Kegiatan ini dilakukan

secara sistematis dan sistemik melalui proses eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi.

j. Media pembelajaran

Tuliskan media yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman/pemaknaan dari suatu konsep serta kelancaran proses pembelajaran.

k. Penilaian hasil belajar dan tindak lanjut

Tuliskanlah instrumen dan prosedur yang digunakan untuk menilai pencapaian belajar peserta didik berdasarkan sistem pengujian yang telah dikembangkan selaras dengan pengembangan silabus (gunakan dokumen sistem pengujian). Prosedur dan instrumen penilaian proses dan hasil belajar disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi dan mengacu kepada standar penilaian.

l. Sumber belajar

Penentuan sumber belajar didasarkan pada standar kompetensi dan kompetensi dasar, serta materi ajar, kegiatan pembelajaran, dan indikator pencapaian kompetensi. Cantumkan sumber bacaan yang digunakan dalam pembelajaran sesuai dengan kemampuan dasar yang telah ditentukan dalam silabus.

Prinsip-Prinsip Penyusunan RPP:

a. Memperhatikan perbedaan individu peserta didik

RPP disusun dengan memperhatikan perbedaan jenis kelamin, kemampuan awal, tingkat intelektual, minat, motivasi belajar, bakat, potensi, kemampuan sosial, emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan peserta didik.

b. Mendorong partisipasi aktif peserta didik

Proses pembelajaran dirancang dengan berpusat pada peserta didik untuk mendorong motivasi, minat, kreativitas, inisiatif, inspirasi, kemandirian, dan semangat belajar.

c. Mengembangkan budaya membaca dan menulis

Proses pembelajaran dirancang untuk mengembangkan kegemaran membaca, pemahaman beragam bacaan, dan berekspresi dalam berbagai bentuk tulisan.

- d. Memberikan umpan balik dan tindak lanjut
RPP memuat rancangan program pemberian umpan balik positif, penguatan, pengayaan, dan remedi.
- e. Keterkaitan dan keterpaduan
RPP disusun dengan memperhatikan keterkaitan dan keterpaduan antara SK, KD, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman belajar. RPP disusun dengan mengakomodasikan pembelajaran tematik, keterpaduan lintas mata pelajaran, lintas aspek belajar, dan keragaman budaya.
- f. Menerapkan teknologi informasi dan komunikasi
RPP disusun dengan mempertimbangkan penerapan teknologi informasi dan komunikasi secara terintegrasi, sistematis, dan efektif sesuai dengan situasi dan kondisi.

Langkah-Langkah Penyusunan RPP

Langkah-langkah minimal dari penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dimulai dari mencantumkan Identitas RPP, Tujuan Pembelajaran, Materi Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Langkah-langkah Kegiatan pembelajaran, Sumber Belajar, dan Penilaian. Setiap komponen mempunyai arah pengembangan masing-masing, namun semua merupakan suatu kesatuan. Penjelasan tiap-tiap komponen adalah sebagai berikut.

- a. Mencantumkan Identitas
Terdiri dari: Nama sekolah, Mata Pelajaran, Kelas, Semester, Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar, Indikator dan Alokasi Waktu. Yang perlu diperhatikan adalah:
 - 1) RPP boleh disusun untuk satu Kompetensi Dasar.
 - 2) Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar, dan Indikator dikutip dari silabus. (Standar kompetensi-Kompetensi Dasar-Indikator adalah suatu alur pikir yang saling terkait tidak dapat dipisahkan).
 - 3) Indikator merupakan:
 - a) ciri perilaku (bukti terukur) yang dapat memberikan gambaran bahwa peserta didik telah mencapai kompetensi dasar.

- b) penanda pencapaian kompetensi dasar yang ditandai oleh perubahan perilaku yang dapat diukur yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan.
 - c) dikembangkan sesuai dengan karakteristik peserta didik, satuan pendidikan, dan potensi daerah.
 - d) rumusannya menggunakan kerja operasional yang terukur dan/atau dapat diobservasi.
 - e) digunakan sebagai dasar untuk menyusun alat penilaian.
- 4) Alokasi waktu diperhitungkan untuk pencapaian satu kompetensi dasar, dinyatakan dalam jam pelajaran dan banyaknya pertemuan (contoh: 2 x 45 menit). Karena itu, waktu untuk mencapai suatu kompetensi dasar dapat diperhitungkan dalam satu atau beberapa kali pertemuan bergantung pada kompetensi dasarnya.
- b. Merumuskan Tujuan Pembelajaran
- Output (hasil langsung) dari satu paket kegiatan pembelajaran. Misalnya: Kegiatan pembelajaran: "Mendapat informasi tentang sistem peredaran darah pada manusia". Tujuan pembelajaran boleh salah satu atau keseluruhan dari tujuan pembelajaran, misalnya peserta didik dapat:
- 1) mendeskripsikan mekanisme peredaran darah pada manusia.
 - 2) menyebutkan bagian-bagian jantung.
 - 3) merespon dengan baik pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh teman-teman sekelasnya.
 - 4) mengulang kembali informasi tentang peredaran darah yang telah disampaikan oleh guru.
 - 5) Bila pembelajaran dilakukan lebih dari 1 (satu) pertemuan, ada baiknya tujuan.
 - 6) pembelajaran juga dibedakan menurut waktu pertemuan, sehingga tiap pertemuan dapat memberikan hasil.
- c. Menentukan Materi Pembelajaran
- Untuk memudahkan penetapan materi pembelajaran, dapat diacu dari indikator, misalnya: Indikator: Siswa dapat menyebutkan ciri-ciri kehidupan. Materi pembelajaran: Ciri-Ciri Kehidupan: Nutrisi, bergerak, bereproduksi, transportasi, regulasi, iritabilitas, bernapas, dan ekskresi.

d. Menentukan Metode Pembelajaran

Metode dapat diartikan benar-benar sebagai metode, tetapi dapat pula diartikan sebagai model atau pendekatan pembelajaran, bergantung pada karakteristik pendekatan yang dipilih. Karena itu pada bagian ini cantumkan pendekatan pembelajaran dan metode yang diintegrasikan dalam kegiatan pembelajaran siswa:

- 1) Pendekatan pembelajaran yang digunakan, misalnya: pendekatan proses, kontekstual, pembelajaran langsung, pemecahan masalah, dan sebagainya.
- 2) Metode-metode yang digunakan, misalnya: ceramah, inkuiri, observasi, tanya jawab, e-learning dan sebagainya.

e. Menetapkan Kegiatan Pembelajaran

Untuk mencapai suatu kompetensi dasar harus dicantumkan langkah-langkah kegiatan setiap pertemuan yang memuat unsur kegiatan pendahuluan/pembuka, kegiatan inti, dan kegiatan penutup. Langkah-langkah minimal yang harus dipenuhi pada setiap unsur kegiatan pembelajaran adalah sebagai berikut:

1) Kegiatan Pendahuluan

- a) Orientasi: memusatkan perhatian siswa pada materi yang akan diajarkan, dengan cara menunjukkan benda yang menarik, memberikan ilustrasi, membaca berita di surat kabar, menampilkan slide dsb.
- b) Apersepsi: memberikan persepsi awal kepada siswa tentang materi yang akan diajarkan.
- c) Motivasi: Guru memberikan gambaran manfaat mempelajari gempa bumi, bidang-bidang pekerjaan berkaitan dengan gempa bumi, dsb.
- d) Pemberian Acuan: biasanya berkaitan dengan kajian ilmu yang akan dipelajari. Acuan dapat berupa penjelasan materi pokok dan uraian materi pelajaran secara garis besar.
- e) Pembagian kelompok belajar dan penjelasan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar (sesuai dengan rencana langkah-langkah pembelajaran).

2) Kegiatan Inti

Berisi langkah-langkah sistematis yang dilalui peserta didik untuk dapat mengkonstruksi ilmu sesuai dengan skemata (*frame work*) masing-masing. Langkah-langkah tersebut disusun sedemikian rupa agar peserta didik dapat menunjukkan perubahan perilaku sebagaimana dituangkan pada tujuan pembelajaran dan indikator. Untuk memudahkan, biasanya kegiatan inti dilengkapi dengan Lembaran Kerja Siswa (LKS), baik yang berjenis cetak atau noncetak. Khusus untuk pembelajaran berbasis ICT yang online dengan koneksi internet, langkah-langkah kerja peserta didik harus dirumuskan detail mengenai waktu akses dan alamat *website* yang jelas. Termasuk alternatif yang harus ditempuh jika koneksi mengalami kegagalan.

3) Kegiatan penutup

- a) Guru mengarahkan siswa untuk membuat rangkuman/ simpulan.
- b) Guru memeriksa hasil belajar siswa. Dapat dengan tes tertulis, lisan atau meminta siswa mengulang kembali simpulan yang telah disusun atau dalam bentuk tanya jawab dengan mengambil $\pm 25\%$ siswa sebagai sampel.
- c) Memberikan arahan tindak lanjut pembelajaran, dapat berupa kegiatan di luar kelas, di rumah atau tugas sebagai bagian remidi/pengayaan.

Langkah-langkah pembelajaran dimungkinkan disusun dalam bentuk seluruh rangkaian kegiatan, sesuai dengan karakteristik model pembelajaran yang dipilih, menggunakan urutan sintaks sesuai dengan modelnya. Oleh karena itu, kegiatan pendahuluan/pembuka, kegiatan inti, dan kegiatan penutup tidak harus ada dalam setiap pertemuan.

f. Memilih Sumber Belajar

Pemilihan sumber belajar mengacu pada perumusan yang ada dalam silabus yang dikembangkan. Sumber belajar mencakup sumber rujukan, lingkungan, media, narasumber, alat dan bahan. Sumber belajar dituliskan secara lebih operasional, dan bisa langsung dinyatakan bahan ajar apa yang digunakan. Misalnya, sumber belajar dalam silabus dituliskan buku referensi, dalam RPP harus dicantumkan bahan ajar yang sebenarnya. Jika menggunakan buku, maka harus ditulis judul buku teks tersebut, pengarang, dan halaman yang

diacu. Jika menggunakan bahan ajar berbasis ICT, maka harus ditulis nama file, folder penyimpanan, dan bagian atau link file yang digunakan, atau alamat *website* yang digunakan sebagai acuan pembelajaran.

g. Menentukan Penilaian

Penilaian dijabarkan atas teknik penilaian, bentuk instrumen, dan instrumen yang dipakai.

Contoh minimal Format Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah sebagai berikut :

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

A. Identitas

Nama Sekolah	:	_____
Mata Pelajaran	:	_____
Kelas, Semester	:	_____
Standar Kompetensi	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Indikator	:	_____
Alokasi Waktu	:	_____ x _____ menit(_____ pertemuan)

B. Tujuan Pembelajaran

C. Materi Pembelajaran

D. Metode Pembelajaran

E. Kegiatan Pembelajaran

Langkah-langkah :

Pertemuan 1

- Kegiatan Awal
- Kegiatan Inti
- Kegiatan Penutup

Pertemuan 2

- Kegiatan Awal
- Kegiatan Inti
- Kegiatan Penutup

Pertemuan 3. dst

F. Sumber Belajar

G. Penilaian

Mengetahui Kepala Sekolah,	Guru Mata Pelajaran,
NIP.	NIP.

Gambar 2. Contoh Format RPP

Materi Pembelajaran

Keberhasilan pembelajaran secara keseluruhan sangat tergantung pada keberhasilan guru merancang materi pembelajaran. Materi Pembelajaran pada

hakekatnya merupakan bagian tak terpisahkan dari Silabus, yakni perencanaan, prediksi dan proyeksi tentang apa yang akan dilakukan pada saat Kegiatan Pembelajaran. Secara garis besar dapat dikemukakan bahwa Materi pembelajaran (*instructional materials*) adalah pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dikuasai peserta didik dalam rangka memenuhi standar kompetensi yang ditetapkan.

Materi pembelajaran menempati posisi yang sangat penting dari keseluruhan kurikulum, yang harus dipersiapkan agar pelaksanaan pembelajaran dapat mencapai sasaran. Sasaran tersebut harus sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar yang harus dicapai oleh peserta didik. Artinya, materi yang ditentukan untuk kegiatan pembelajaran hendaknya materi yang benar-benar menunjang tercapainya standar kompetensi dan kompetensi dasar, serta tercapainya indikator.

Materi pembelajaran dipilih seoptimal mungkin untuk membantu peserta didik dalam mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar. Hal-hal yang perlu diperhatikan berkenaan dengan pemilihan materi pembelajaran adalah jenis, cakupan, urutan, dan perlakuan (*treatment*) terhadap materi pembelajaran tersebut.

Jenis-jenis materi pembelajaran dapat diklasifikasi sebagai berikut.

- a. Fakta yaitu segala hal yang bewujud kenyataan dan kebenaran, meliputi nama-nama objek, peristiwa sejarah, lambang, nama tempat, nama orang, nama komponen suatu benda, dan sebagainya. Contoh dalam mata pelajaran Sejarah: Peristiwa sekitar Proklamasi 17 Agustus 1945 dan pembentukan Pemerintahan Indonesia.
- b. Konsep yaitu segala yang berwujud pengertian-pengertian baru yang bisa timbul sebagai hasil pemikiran, meliputi definisi, pengertian, ciri khusus, hakikat, inti /isi dan sebagainya. Contoh, dalam mata pelajaran Biologi: Hutan hujan tropis di Indonesia sebagai sumber plasma nutfah, Usaha-usaha pelestarian keanekaragaman hayati Indonesia secara in-situ dan ex-situ, dsb.
- c. Prinsip yaitu berupa hal-hal utama, pokok, dan memiliki posisi terpenting, meliputi dalil, rumus, adagium, postulat, paradigma, teorema, serta hubungan antarkonsep yang menggambarkan implikasi sebab akibat. Contoh, dalam mata pelajaran Fisika: Hukum Newton tentang gerak, Hukum 1 Newton,

Hukum 2 Newton, Hukum 3 Newton, Gesekan Statis dan Gesekan Kinetis, dan sebagainya.

- d. Prosedur merupakan langkah-langkah sistematis atau berurutan dalam mengerjakan suatu aktivitas dan kronologi suatu sistem. Contoh, dalam mata pelajaran TIK: Langkah-langkah mengakses internet, trik dan strategi penggunaan *Web browser* dan *Search engine*, dan sebagainya.
- e. Sikap atau Nilai merupakan hasil belajar aspek sikap, misalnya nilai kejujuran, kasih sayang, tolong-menolong, semangat dan minat belajar dan bekerja, dsb. Contoh, dalam mata pelajaran Geografi: Pemanfaatan lingkungan hidup dan pembangunan berkelanjutan, yaitu pengertian lingkungan, komponen ekosistem, lingkungan hidup sebagai sumberdaya, pembangunan berkelanjutan.

Prinsip-prinsip yang dijadikan dasar dalam menentukan materi pembelajaran:

- a. Relevansi atau kesesuaian. Materi pembelajaran hendaknya relevan dengan pencapaian standar kompetensi dan pencapaian kompetensi dasar. Jika kemampuan yang diharapkan dikuasai siswa berupa menghafal fakta, maka materi pembelajaranyang diajarkan harus berupa fakta, bukan konsep, prinsip atau jenis materi yang lain. Misalnya: kompetensi dasar yang harus dikuasai peserta didik adalah Menjelaskan hukum permintaan dan hukum penawaran serta asumsi yang mendasarinya maka pemilihan materi pembelajaran yang disampaikan seharusnya Referensi tentang hukum permintaan dan penawaran (materi konsep), bukan Menggambar kurva permintaan dan penawaran dari satu daftar transaksi (materi prosedur).
- b. Konsistensi artinya keajegan. Jika kompetensi dasar yang harus dikuasai peserta didik ada empat macam, maka materi yang harus diajarkan juga harus meliputi empat macam. Misalnya kompetensi dasar yang harus dikuasai peserta didik adalah Operasi Aljabar bilangan bentuk akar (Matematika Kelas X semester 1) yang meliputi penambahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian, maka materi yang diajarkan juga harus meliputi teknik penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan merasionalkan pecahan bentuk akar.
- c. Adequacy artinya kecukupan. Materi yang diajarkan hendaknya cukup memadai dalam membantu peserta didik menguasai kompetensi dasar yang diajarkan. Materi tidak boleh terlalu sedikit, dan tidak boleh terlalu banyak.

Jika terlalu sedikit maka kurang membantu tercapainya standar kompetensi dan kompetensi dasar. Sebaliknya, jika terlalu banyak maka akan mengakibatkan keterlambatan dalam pencapaian target kurikulum (pencapaian keseluruhan SK dan KD).

Adapun dalam pengembangan materi pembelajaran guru harus mampu mengidentifikasi Materi Pembelajaran dengan mempertimbangkan hal-hal di bawahini:

- a. potensi peserta didik;
- b. relevansi dengan karakteristik daerah;
- c. tingkat perkembangan fisik, intelektual, emosional, sosial, dan spritual peserta didik;
- d. kebermanfaatan bagi peserta didik;
- e. struktur keilmuan;
- f. aktualitas, kedalaman, dan keluasan materi pembelajaran;
- g. relevansi dengan kebutuhan peserta didik dan tuntutan lingkungan;
- h. alokasi waktu.

Pembelajaran Efektif

Prinsip-prinsip Kegiatan Pembelajaran yang efektif:

- a. Berpusat pada siswa
- b. Belajar dengan melakukan
- c. Mengembangkan kemampuan social
- d. Mengembangkan keingintahuan, imajinasi dan fitrah bertuhan
- e. Mengembangkan keterampilan pemecahan masalah
- f. Mengembangkan kreativitas siswa
- g. Mengembangkan kemampuan menggunakan ilmu dan teknologi
- h. Menumbuhkan kesadaran sebagai warga negara yang baik
- i. Belajar sepanjang hayat
- j. Perpaduan kompetisi, kerjasama dan solidaritas.

Panduan Prinsip-prinsip Kegiatan Pembelajaran yang efektif:

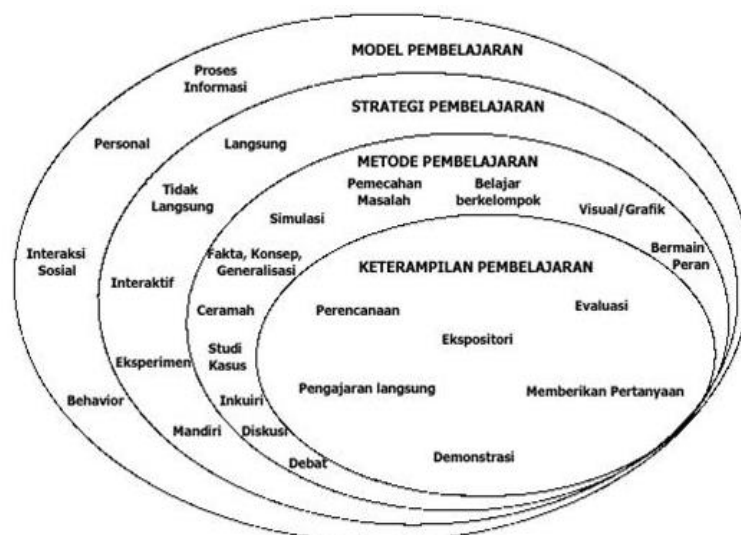
- a. Pembelajaran efektif bersifat eklektif
- b. Pembelajaran efektif berkaitan langsung dengan keberhasilan pencapaian pengalaman belajar

- c. Pembelajaran efektif menguatkan praktek dalam tindakan
- d. Pembelajaran efektif mengintegrasikan komponen-komponen kurikulum inti
- e. Pembelajaran efektif bersifat dinamis dan membangkitkan kegairahan
- f. Pembelajaran efektif merupakan perpaduan antara seni dan ilmu tentang pengajaran
- g. Pembelajaran efektif membutuhkan pemahaman komprehensif tentang siklus pembelajaran
- h. Pembelajaran efektif dapat menemukan ekspresi terbaiknya ketiga guru berkolaborasi untuk mengembangkan, mengimplementasikan dan menemukan bentuk praktek mengajar yang profesional

Sejumlah variabel sebaiknya dijadikan pertimbangan ketika guru menyeleksi model-model pembelajaran, strategi dan metode-metode yang akan digunakan. Variabel tersebut diantaranya adalah:

- a. Hasil dan pengalaman belajar siswa yang diinginkan
- b. Urutan pembelajaran (sequence) yang selaras: deduktif atau induktif
- c. Tingkat pilihan dan tanggung jawab siswa (degree)
- d. Pola interaksi yang dimungkinkan
- e. Keterbatasan praktik pembelajaran yang ada

Berikut adalah gambar dari kerangka kerja pengajaran:



Gambar 3. Kerangka Kerja Pengajaran

Model-model Pembelajaran:

- a. Model menggambarkan tingkat terluas dari praktek pendidikan dan berisikan orientasi filosofi pembelajaran.

- b. Model digunakan untuk menyeleksi dan menyusun strategi pengajaran, metode, keterampilan, dan aktivitas siswa untuk memberikan tekanan pada salah satu bagian pembelajaran.
- c. Joyce dan Weil (1986) mengidentifikasi empat model yakni:
 - 1) model proses informasi
 - 2) model personal
 - 3) model interaksi sosial
 - 4) model behavior

Strategi Pembelajaran

Dalam setiap model terdapat beberapa strategi yang dapat digunakan. Menurut arti secara leksikal, strategi adalah rencana atau kebijakan yang dirancang untuk mencapai suatu tujuan. Dengan demikian strategi mengacu kepada pendekatan yang dapat dipakai oleh guru untuk mencapai tujuan pembelajaran. Strategi dikelompokkan menjadi:

a. strategi langsung (*direct*)

Strategi pembelajaran langsung merupakan strategi yang kadar berpusat pada gurunya paling tinggi, dan paling sering digunakan. Pada strategi ini termasuk di dalamnya metode-metode ceramah, pertanyaan didaktik, pengajaran eksplisit, praktek dan latihan, serta demonstrasi. Strategi pembelajaran langsung efektif digunakan untuk memperluas informasi atau mengembangkan keterampilan langkah demi langkah.

b. strategi tidak langsung (*indirect*)

Pembelajaran tidak langsung memperlihatkan bentuk keterlibatan tinggi siswa dalam melakukan observasi, penyelidikan, penggambaran inferensi berdasarkan data, atau pembentukan hipotesis. Dalam pembelajaran tidak langsung, peran guru beralih dari penceramah menjadi fasilitator, pendukung, dan sumber personal (*resource person*). Guru merancang lingkungan belajar, memberikan kesempatan siswa untuk terlibat dan jika memungkinkan memberikan umpan balik kepada siswa ketika mereka melakukan inkuiri. Strategi pembelajaran tidak langsung mensyaratkan digunakannya bahan-bahan cetak, non cetak dan sumber-sumber manusia.

c. strategi interaktif (*interactive*)

Strategi pembelajaran interaktif merujuk kepada bentuk diskusi dan saling berbagi di antara peserta didik. Seaman dan Fellenz (1989) mengemukakan

bahwa diskusi dan saling berbagi akan memberikan kesempatan kepada siswa untuk memberikan reaksi terhadap gagasan, pengalaman, pandangan, dan pengetahuan guru atau kelompok serta mencoba mencari alternatif dalam berpikir. Strategi pembelajaran interaktif dikembangkan dalam rentang pengelompokkan dan metode-metode interaktif. Didalamnya terdapat bentuk-bentuk diskusi kelas, diskusi kelompok kecil, atau pengerjaan tugas berkelompok, dan kerjasama siswa secara berpasangan.

d. strategi melalui pengalaman (*experiential*)

- 1) Strategi belajar melalui pengalaman menggunakan bentuk sekuensi induktif, berpusat pada siswa, dan berorientasi pada aktivitas
- 2) Penekanan dalam strategi belajar melalui pengalaman adalah proses belajar, dan bukan hasil belajar.

Guru dapat menggunakan strategi ini baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Sebagai contoh di dalam kelas dapat digunakan metode simulasi, sedangkan di luar kelas dapat dikembangkan metode observasi untuk memperoleh gambaran pendapat umum.

e. strategi mandiri (*independent*)

Strategi Belajar Mandiri merujuk kepada penggunaan metode-metode pembelajaran yang tujuannya adalah mempercepat pengembangan inisiatif individu siswa, percaya diri dan perbaikan diri. Fokus strategi belajar mandiri ini adalah merencanakan belajar mandiri siswa di bawah bimbingan atau supervisi guru. Belajar mandiri menuntut siswa untuk bertanggungjawab dalam merencanakan dan menentukan kecepatan belajarnya.



Gambar 4 Strategi Pengajaran

Metode-metode Pembelajaran

- a. Metode digunakan oleh guru untuk mengkreasikan lingkungan belajar dan mengkhususkan aktivitas di mana guru dan siswa terlibat selama proses pembelajaran berlangsung.
- b. Biasanya metode digunakan melalui salah satu strategi, tetapi juga tidak tertutup kemungkinan beberapa metode berada dalam strategi yang bervariasi, artinya penetapan metode dapat divariasikan melalui strategi yang berbeda tergantung pada tujuan yang akan dicapai dan konten proses yang akan dilakukan dalam kegiatan pembelajaran.

Keterampilan-keterampilan Pembelajaran

- a. Keterampilan merupakan perilaku pembelajaran yang sangat spesifik.
- b. Didalamnya terdapat teknik-teknik pembelajaran seperti teknik bertanya, diskusi, pembelajaran langsung, teknik menjelaskan dan mendemonstrasikan.
- c. Dalam keterampilan-keterampilan pembelajaran ini juga mencakup kegiatan perencanaan yang dikembangkan guru, struktur dan fokus pembelajaran, serta pengelolaan pembelajaran.

Jenis dan Model-model Pembelajaran yang Efektif

a. *Examples non examples*

Contoh dapat dari kasus/gambar yang relevan dengan standar kompetensi (KD) Langkah-langkah pembelajaran:

- 1) Guru mempersiapkan gambar-gambar sesuai dengan tujuan pembelajaran.
- 2) Guru menempelkan gambar di papan atau ditayangkan melalui OHP atau LCD.
- 3) Guru memberi petunjuk dan memberi kesempatan pada siswa untuk memperhatikan/menganalisa gambar.
- 4) Melalui diskusi kelompok 2-3 orang siswa, hasil diskusi dari analisa gambar tersebut dicatat pada kertas.
- 5) Tiap kelompok diberi kesempatan membacakan hasil diskusinya.
- 6) Mulai dari komentar/hasil diskusi siswa, guru mulai menjelaskan materi sesuai tujuan yang ingin dicapai.
- 7) Kesimpulan

b. *Picture and Picture*

Langkah-langkah pembelajaran:

- 1) Guru menyampaikan kompetensi yang ingin dicapai.
- 2) Menyajikan materi sebagai pengantar.
- 3) Guru menunjukkan/memperlihatkan gambar-gambar kegiatan berkaitan dengan materi.
- 4) Guru menunjuk/memanggil siswa secara bergantian memasang/mengurutkan gambar-gambar menjadi urutan yang logis.
- 5) Guru menanyakan alasan/dasar pemikiran urutan tersebut.
- 6) Dari alasan/urutan gambar tersebut guru memulai menanamkan konsep/materi sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai.
- 7) Kesimpulan/rangkuman.

c. *Number Heads Together* (Kepala Bernomor) Spencer Kagan 1992

Langkah-langkah pembelajaran:

- 1) Siswa dibagi dalam kelompok, setiap siswa dalam setiap kelompok mendapat nomor.
- 2) Guru memberikan tugas dan masing-masing kelompok mengerjakan.
- 3) Kelompok mendiskusikan jawaban yang benar dan memastikan tiap anggota kelompok dapat mengerjakan/mengetahui jawabannya.
- 4) Guru memanggil salah satu nomor siswa dengan nomor yang dipanggil melaporkan hasil kerjasama mereka.
- 5) Tanggapan dari teman yang lain, kemudian guru menunjuk nomor yang lain
- 6) Kesimpulan

d. *Cooperative Script* (Skrip Kooperatif)

Metode belajar dimana siswa bekerja berpasangan dan bergantian secara lisan mengkhitiskan, bagian-bagian dari materi yang dipelajari. Langkah-langkah Pembelajaran:

- 1) Guru membagi siswa untuk berpasangan.
- 2) Guru membagikan wacana/materi tiap siswa untuk dibaca dan membuat ringkasan.
- 3) Guru dan siswa menetapkan siapa yang pertama berperan sebagai pembicara dan siapa yang berperan sebagai pendengar.

- 4) Pembicara membacakan ringkasannya selengkap mungkin dengan memasukkan ide-ide pokok dalam ringkasannya. Sementara pendengar: (1) menyimak/mengoreksi/menunjukkan ide-ide pokok yang kurang lengkap, (2) membantu mengingat/menghafal ide-ide pokok dengan menghubungkan materi sebelumnya atau dengan materi lainnya.
 - 5) Bertukar peran, semula sebagai pembicara ditukar menjadi pendengar dan sebaliknya. Serta lakukan seperti di atas
 - 6) Kesimpulan siswa bersama-sama dengan guru
 - 7) Penutup
- e. Kepala bernomor Struktur (modifikasi dari model *number heads*)
- Langkah-langkah Pembelajaran:
- 1) Siswa dibagi dalam kelompok, setiap siswa dalam setiap kelompok mendapat nomor
 - 2) Penugasan diberikan kepada setiap siswa berdasarkan nomor terhadap tugas yang berangkai. Misalnya siswa nomor satu bertugas mencatat soal, siswa nomor dua mengerjakan soal dan siswa nomor tiga melaporkan hasil pekerjaan dan seterusnya.
 - 3) Jika perlu, guru bisa menyuruh kerjasama antar kelompok. Siswa disuruh keluar dari kelompoknya dan bergabung bersama beberapa siswa bernomor sama dari kelompok lain. Dalam kesempatan ini siswa dengan tugas yang sama bisa saling membantu atau mencocokkan hasil kerjasama mereka
 - 4) Laporkan hasil dan tanggapan dari kelompok yang lain
 - 5) Kesimpulan
- f. *Student Teams Achievement Division* (STAD)
- Tim siswa kelompok prestasi. Langkah-langkah Pembelajaran:
- 1) Membentuk kelompok yang anggotanya = 4 orang secara heterogen (campuran menurut prestasi, jenis kelamin, suku dan lain-lain)
 - 2) Guru menyajikan pelajaran
 - 3) Guru memberi tugas kepada kelompok untuk dikerjakan oleh anggota-anggota kelompok. Anggotanya yang sudah mengerti dapat menjelaskan pada anggota lainnya sampai semua anggota dalam kelompok itu mengerti

- 4) Guru member kuis/pertanyaan kepada seluruh siswa. Pada saat menjawab kuis tidak boleh saling membantu
 - 5) Memberi evaluasi
 - 6) Kesimpulan
- g. Jigsaw (Model Tim Ahli)
- Langkah-langkah Pembelajaran:
- 1) Siswa dikelompokkan ke dalam 4 anggota tim
 - 2) Tiap orang dalam tim diberi bagian materi yang berbeda
 - 3) Tiap orang dalam tim diberi bagian materi yang ditugaskan
 - 4) Anggota dari tim yang berbeda yang telah mempelajari bagian/sub bab yang sama bertemu dalam kelompok baru (kelompok ahli) untuk mendiskusikan sub bab mereka
 - 5) Setelah selesai diskusi sebagai tim ahli anggota kembali ke kelompok asal dan bergantian mengajar teman satu tim mereka tentang sub bab yang mereka kuasai dan tiap anggota lainnya mendengarkan dengan sungguh-sungguh.
 - 6) Tiap tim ahli mempresentasikan hasil diskusi
 - 7) Guru member evaluasi
 - 8) Penutup
- h. *Problem Based Introduction (PBI)*
- Pembelajaran berdasarkan masalah. Langkah-langkah Pembelajaran
- 1) Guru menjelaskan kompetensi yang ingin dicapai dan menyebutkan sarana atau alat pendukung yang dibutuhkan. Memotivasi siswa untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah yang dipilih
 - 2) Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut (menetapkan topik, tugas, jadwal, dan lain-lain)
 - 3) Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah, pengumpulan data, hipótesis, pemecahan masalah.
 - 4) Guru membantu siswa dalam merencanakan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan dan membantu mereka berbagi tugas dengan temannya.

- 5) Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap eksperimen mereka dan proses-proses yang mereka gunakan.

i. Artikulasi

Langkah-langkah Pembelajaran:

- 1) Guru menyampaikan kompetensi yang ingin dicapai
- 2) Guru menyajikan materi sebagaimana biasa
- 3) Untuk mengetahui daya serap siswa, bentuklah kelompok berpasangan dua orang
- 4) Menugaskan salah satu siswa dari pasangan itu menceritakan materi yang baru diterima dari guru dan pasangannya mendengar sambil membuat catatan-catatan kecil, kemudian berganti peran. Begitu juga kelompok lainnya.
- 5) Menugaskan siswa secara bergiliran/dilacak menyampaikan hasil wawancaranya dengan teman pasangannya. Sampai sebagian siswa sudah menyampaikan hasil wawancaranya
- 6) Guru mengulang/menjelaskan kembali materi yang sekiranya belum dipahami siswa
- 7) Kesimpulan/penutup

j. *Mind Mapping*

Langkah-langkah Pembelajaran

- 1) Guru menyampaikan kompetensi yang ingin dicapai
- 2) Guru mengemukakan konsep/permasalahan yang akan ditanggapi oleh siswa dan sebaiknya permasalahan yang mempunyai alternative jawaban
- 3) Membentuk kelompok yang anggotanya 2-3 orang
- 4) Tiap kelompok menginventarisasi/mencatat alternative jawaban hasil diskusi
- 5) Tiap kelompok (atau dilacak kelompok tertentu) membaca hasil diskusinya dan guru mencatat di papan dan mengelompokkan sesuai kebutuhan guru
- 6) Dari data-data di papan siswa diminta membuat kesimpulan atau guru member perbandingan sesuai konsep yang disediakan guru

k. *Make a Match*

Mencari Pasangan. Langkah Pembelajaran:

- 1) Guru menyiapkan beberapa kartu yang berisi konsep atau topic yang cocok untuk sesi review, sebaliknya satu bagian kartu soal dan bagian lainnya kartu jawaban
- 2) Setiap siswa mendapat satu buah kartu
- 3) Tiap siswa memikirkan jawaban/soal dari kartu yang dipegang
- 4) Setiap siswa mencari pasangan yang mempunyai kartu yang cocok dengan kartunya (soal jawaban)
- 5) Setiap siswa yang dapat mencocokkan kartunya sebelum batas waktu diberi poin
- 6) Setelah satu babak kartu dikocok lagi agar tiap siswa mendapat kartu yang berbeda dari sebelumnya
- 7) Demikian seterusnya
- 8) Kesimpulan/penutup

l. Think pair and share

Langkah-langkah pembelajaran:

- 1) Guru menyampaikan inti materi dan kompetensi yang ingin dicapai
- 2) Siswa diminta untuk berpikir tentang materi/permasalahan yang disampaikan guru.
- 3) Siswa diminta berpasangan dengan teman sebelahnya (kelompok 2 orang) dan mengutarakan hasil pemikiran masing-masing
- 4) Guru memimpin pleno kecil diskusi, tiap kelompok mengemukakan hasil diskusinya
- 5) Berawal dari kegiatan tersebut, guru mengarahkan pembicaraan pada pokok permasalahan dan menambah materi yang belum diungkapkan para siswa
- 6) Guru memberi kesimpulan
- 7) Kesimpulan

m. Debate

Langkah-langkah pembelajaran:

- 1) Guru membagi dua kelompok peserta debat yang satu pro dan yang lainnya kontra
- 2) Guru memberikan tugas untuk membaca materi yang akan didebatkan oleh kedua kelompok di atas

- 3) Setelah selesai membaca materi, guru menunjuk salah satu anggota kelompok pro untuk berbicara saat itu, kemudian ditanggapi oleh kelompok kontra. Demikian seterusnya sampai sebagian besar siswa bisa mengemukakan pendapatnya.
- 4) Sementara siswa menyampaikan gagasannya, guru menulis inti/ide-ide dari setiap pembicaraan sampai mendapatkan sejumlah ide diharapkan.
- 5) Guru menambahkan konsep/ide yang belum terungkap
- 6) Dari data-data yang diungkapkan tersebut, guru mengajak siswa membuat kesimpulan/rangkuman yang mengacu pada topik yang ingin dicapai.

n. Role Playing

Langkah-langkah Pembelajaran

- 1) Guru menyusun/menyiapkan scenario yang akan ditampilkan
- 2) Menunjuk beberapa siswa untuk mempelajari skenario dalam waktu beberapa hari sebelum Kegiatan Belajar Mengajar
- 3) Guru membentuk kelompok siswa yang anggotanya 5 orang
- 4) Memberikan penjelasan tentang kompetensi yang ingin dicapai
- 5) Memanggil para siswa yang sudah ditunjuk untuk melakonkan scenario yang sudah dipersiapkan
- 6) Masing-masing siswa berada di kelompoknya sambil mengamati skenario yang sedang diperagakan
- 7) Setelah selesai ditampilkan, masing-masing siswa diberikan lembar kerja untuk membahas penampilan masing-masing kelompok
- 8) Masing-masing kelompok menyampaikan hasil kesimpulannya
- 9) Guru memberikan kesimpulan secara umum
- 10) Evaluasi
- 11) Penutup

o. Group investigation

Langkah-langkah Pembelajaran:

- 1) Guru membagi kelas dalam beberapa kelompok heterogen
- 2) Guru menjelaskan maksud pembelajaran dan tugas kelompok
- 3) Guru memanggil ketua kelompok dan setiap kelompok mendapatkan tugas satu materi/tugas yang berbeda dari kelompok lain

- 4) Masing-masing kelompok membahas materi yang sudah ada secara kooperatif yang bersifat penemuan
- 5) Setelah selesai diskusi, juru bicara kelompok menyampaikan hasil pembahasan kelompok
- 6) Guru memberikan penjelasan singkat sekaligus member kesimpulan
- 7) Evaluasi
- 8) Penutup

p. Talking stick

Langkah-langkah Pembelajaran

- 1) Guru menyiapkan sebuah tongkat
- 2) Guru menyampaikan materi pokok yang akan dipelajari, kemudian memberikan kesempatan kepada siswa untuk membaca dan mempelajarinya, siswa menutup bukunya.
- 3) Setelah selesai membaca materi/buku pelajaran dan mempelajarinya, siswa menutup bukunya
- 4) Guru mengambil tongkat dan memberikan kepada siswa, setelah itu guru memberikan pertanyaan dan siswa yang memegang tongkat tersebut harus menjawabnya, demikian seterusnya sampai sebagian besar siswa mendapat bagian untuk menjawab setiap pertanyaan dari guru
- 5) Guru memberikan kesimpulan
- 6) Evaluasi
- 7) Penutup

q. Bertukar pasangan

Langkah-langkah Pembelajaran

- 1) Setiap siswa mendapat satu pasangan (guru bisa menunjuk pasangannya atau siswa memilih sendiri pasangannya)
- 2) Guru memberikan tugas dan siswa mengerjakan tugas dengan pasangannya.
- 3) Setelah selesai setiap pasangan bergabung dengan satu pasangan yang lain.
- 4) Kedua pasangan tersebut bertukar pasangan, kemudian pasangan yang baru ini saling menanyakan dan mencari kepastian jawaban mereka.
- 5) Temuan baru yang didapat dari pertukaran pasangan kemudian dibagikan kepada pasangan semula

- 6) Snowball Throwing Langkah-langkah Pembelajaran
 - 7) Guru menyampaikan materi yang akan disajikan
 - 8) Guru membentuk kelompok dan memanggil masing-masing ketua kelompok untuk memberikan penjelasan tentang materi
 - 9) Masing-masing ketua kelompok kembali ke kelompoknya masing-masing kemudian menjelaskan materi yang disampaikan oleh guru kepada temannya
 - 10) Kemudian masing-masing siswa diberikan satu lembar kertas kerja, untuk menuliskan satu pertanyaan apa saja yang menyangkut materi yang sudah dijelaskan oleh ketua kelompok
 - 11) Kemudian kertas yang berisi pertanyaan tersebut dibuat seperti bola dan dilempar dari satu siswa ke siswa yang lain selama 15 menit
 - 12) Setelah siswa dapat satu bola/satu pertanyaan diberikan kesempatan kepada siswa untuk menjawab pertanyaan yang tertulis dalam kertas berbentuk bola tersebut secara bergantian
 - 13) Evaluasi
 - 14) Penutup
- r. *Student Facilitator and Explaining*
- Langkah-langkah Pembelajaran
- 1) Guru menyampaikan materi kompetensi yang ingin dicapai
 - 2) Guru mendemonstrasikan/menyajikan materi
 - 3) Memberikan kesempatan siswa untuk menjelaskan kepada siswa lainnya misalnya melalui bagian/peta konsep
 - 4) Guru menyimpulkan ide/pendapat dari siswa
 - 5) Guru menerangkan semua materi yang disajikan saat itu
 - 6) Penutup
- s. *Course Review Horay*
- Langkah-langkah pembelajaran
- 1) Guru menyampaikan kompetensi yang ingin dicapai
 - 2) Guru mendemonstrasikan/menyajikan materi
 - 3) Memberikan kesempatan siswa Tanya jawab
 - 4) Untuk menguji pemahaman, siswa disuruh membuat kotak 9/16/25 sesuai dengan kebutuhan dan tiap kotak diisi angka sesuai dengan selera masing-masing siswa

- 5) Guru membaca soal secara acak dan siswa menulis jawaban di dalam kotak yang nomornya disebutkan guru dan langsung didiskusikan, kalau benar diisi tanda benar (v) dan salah diisi tanda(x)
 - 6) Siswa yang sudah mendapat tanda (v) vertikal atau horizontal, atau diagonal harus berteriak horay atau yel-yel lainnya.
 - 7) Nilai siswa dihitung dari jawaban benar jumlah horay yang diperoleh
 - 8) Penutup
- t. *Demonstration* (khusus materi yang memerlukan peragaan atau percobaan)
- Langkah-langkah pembelajaran
- 1) Guru menyampaikan kompetensi yang ingin dicapai
 - 2) Guru menyajikan gambaran sekilas materi yang akan disampaikan
 - 3) Menyiapkan bahan atau alat yang diperlukan
 - 4) Merujuk salah seorang siswa untuk mendemonstrasikan sesuai scenario yang telah disiapkan
 - 5) Seluruh siswa memperhatikan demonstrasi dan menganalisisnya
 - 6) Tiap siswa mengemukakan hasil analisisnya dan juga pengalaman siswa didemonstrasikan
 - 7) Guru membuat kesimpulan
- u. *Explicit Intruction* (Pengajaran Langsung)
- Langkah-langkah Pembelajaran
- 1) Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa
 - 2) Mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan
 - 3) Membimbing pelatihan
 - 4) Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik
 - 5) Memberikan kesempatan untuk latihan lanjutan
- v. *Cooperative Integrated Reading and Composition* (CIRC) Kooperatif terpadu membaca dan menulis.
- Langkah-langkah Pembelajaran
- 1) Membentuk kelompok yang anggotanya 4 orang yang secara heterogen
 - 2) Guru memberikan wacana/kliping sesuai dengan topik pembelajaran
 - 3) Siswa bekerjasama saling membacakan dan menemukan ide pokok dan member tanggapan terhadap wacana/kliping dan ditulis pada lembar kertas.
 - 4) Mempresentasikan/membacakan hasil kelompok

- 5) Guru membuat kesimpulan bersama
- 6) Penutup
- w. *Inside outside circle* (lingkaran kecil lingkaran besar)

Siswa saling member informasi pada saat bersamaan dengan pasangan yang berbeda dengan singkat dan teratur. Langkah-langkah Pembelajaran:

 - 1) Separuh kelas berdiri membentuk lingkaran kecil dan menghadap keluar.
 - 2) Separuh kelas lainnya membentuk lingkaran di luar lingkaran pertama, menghadap ke dalam
 - 3) Dua siswa yang berpasangan dari lingkaran kecil dan besar berbagi informasi. Pertukaran informasi ini bisa dilakukan oleh semua pasangan dalam waktu yang bersamaan
 - 4) Kemudian siswa berada di lingkaran kecil diam di tempat, sementara siswa yang berada di lingkaran bergeser satu atau dua langkah searah jarum jam
 - 5) Sekarang giliran siswa berada di lingkaran besar yang membagi informasi, demikian seterusnya.
- x. Tebak kata

Media: Buat kartu ukuran 10 x 10 cm dan isilah cirri-ciri atau kata-kata lainnya yang mengarah pada jawaban (istilah) pada kartu yang ingin ditebak. Buat kartu ukuran 5 x 2 cm untuk menulis kata-kata atau istilah yang mau ditebak (kartu ini nanti dilipat dan ditempel pada dahi atau diselipkan di telinga. Langkah-langkah pembelajaran:

 - 1) Guru menjelaskan kompetensi yang ingin dicapai atau materi lebih kurang 45 menit
 - 2) Guru menyuruh siswa berdiri berpasangan di depan kelas
 - 3) Seorang siswa diberi kartu yang berukuran 10 x 10 cm yang nanti dibacakan pada pasangannya. Seorang siswa yang lainnya diberi kartu yang berukuran 5 x 2 cm yang isinya tidak boleh dibaca (dilipat) kemudian ditempelkan di dahi atau diselipkan di telinga.
 - 4) Sementara siswa membawa kartu 10 x 10 cm membacakan kata-kata yang tertulis di dalamnya sementara pasangannya menebak apa yang dimaksud dalam kartu 10 x 10 cm jawaban tepat bila sesuai dengan isi kartu yang ditempelkan di dahi atau telinga

- 5) Apabila jawabannya tepat (sesuai dengan yang tertulis di kartu) maka pasangan itu boleh duduk. Bila belum tepat pada waktu yang telah ditetapkan boleh mengarahkan dengan kata-kata lain asal jangan langsung memberi jawabannya
- 6) Dan seterusnya.

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Pelaksanaan pembelajaran meliputi kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup.

Kegiatan Pendahuluan

- a. Menyiapkan peserta diklat secara psikis dan fisik untuk mengikuti proses pembelajaran;
- b. mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang mengaitkan pengetahuan sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari;
- c. menjelaskan tujuan pembelajaran atau indikator kompetensi yang akan dicapai; dan
- d. menyampaikan cakupan materi dan penjelasan uraian kegiatan.

Kegiatan Inti

Pelaksanaan kegiatan inti merupakan proses pembelajaran untuk mencapai indikator pencapaian kompetensi yang dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta diklat untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta diklat.

Kegiatan inti menggunakan metode yang disesuaikan dengan karakteristik peserta diklat, yang dapat meliputi proses eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi.

1. Eksplorasi

- 1) melibatkan peserta diklat mencari informasi yang luas dan dalam tentang topik/tema materi yang akan dipelajari;
- 2) menggunakan beragam pendekatan pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar lain;

- 3) memfasilitasi terjadinya interaksi antarpeserta diklat serta antara peserta diklat dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) melibatkan peserta diklat secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) memfasilitasi peserta diklat melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

2. Elaborasi

- 1) membiasakan peserta diklat membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) memfasilitasi peserta diklat melalui pemberian tugas, diskusi, dan lain-lain untuk memunculkan gagasan baru baik secara lisan maupun tertulis;
- 3) memberi kesempatan untuk berpikir, menganalisis, menyelesaikan masalah, dan bertindak tanpa rasa takut;
- 4) memfasilitasi peserta diklat dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
- 5) memfasilitasi peserta diklat berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
- 6) memfasilitasi peserta diklat membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
- 7) memfasilitasi peserta diklat untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
- 8) memfasilitasi peserta diklat melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
- 9) memfasilitasi peserta diklat melakukan kegiatan yang menumbuhkan kebanggaan dan rasa percaya diri.

3. Konfirmasi

- 1) memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat, maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik;
- 2) memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi peserta didik melalui berbagai sumber;
- 3) memfasilitasi peserta diklat melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) memfasilitasi peserta diklat untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:

- 5) berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan peserta diklat yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
- 6) membantu menyelesaikan masalah;
- 7) memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
- 8) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
- 9) memberikan motivasi kepada peserta diklat yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

Kegiatan Penutup

- a. bersama-sama dengan peserta diklat dan/atau sendiri membuat rangkuman atau simpulan pelajaran;
- b. melakukan penilaian dan/atau refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan secara konsisten dan terprogram;
- c. memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran;
- d. merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta diklat; dan
- e. menyampaikan rencana kegiatan pembelajaran pada diklat berikutnya.

E. LATIHAN/KASUS/TUGAS

Latihan

1. Melatih peserta didik untuk berpikir komprehensif dari berbagai disiplin ilmu atau berbagai aspek, merupakan salah satu tujuan dari pembelajaran. . . .
 - A. CBSA/Cara Belajar Siswa Aktif
 - B. MBS/Manajemen Berbasis Sekolah
 - C. PKR/Pembelajaran Kelas Rangkap
 - D. Unit/Pembelajaran Terpadu.
2. Indikator yang digunakan untuk menilai produk yang dihasilkan oleh siswa di antaranya adalah. ..
 - A. kerapihan, kesesuaian ukuran, kemenarikan bentuk
 - B. pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan dalam membuat produk

- C. kesesuaian produk dengan kontribusi guru
 - D. kesesuaian kemampuan siswa dengan produk yang dihasilkan
3. Berikut ini merupakan cakupan penilaian ranah afektif, kecuali :
 - A. Mencatat (Recording)
 - B. Menerima (Receiving)
 - C. Menjawab (Responding)
 - D. Menilai (Valuing)
 4. Salah satu prediksi yang dapat diambil dari hasil analisis butir soal termasuk kategori sukar yaitu. ...
 - A. Pengecoh butir soal itu tidak berfungsi
 - B. Sebagian besar siswa telah memahami materi yang ditanyakan
 - C. Sebagian besar siswa menjawab benar butir soal itu
 - D. Butir soal itu "mungkin" salah kunci jawaban
 5. Yang tidak termasuk kegiatan mempersiapkan observasi adalah. ..
 - A. Menentukan siapa yang akan mengobservasi
 - B. Mewawancarai siswa yang hendak kita observasi
 - C. Menentukan kegiatan atau tindakan yang akan diobservasi
 - D. Menentukan rencana sampling
 6. Penilaian acuan patokan menentukan keberhasilan siswa berdasarkan. ..
 - A. rata-rata kelompok
 - B. kriteria yang telah ditetapkan
 - C. persentase kemampuan siswa
 - D. skor baku yang telah ditetapkan
 7. Referensi memuat semua rujukan yang
 - A. pernah dibaca penulis
 - B. perlu dibaca pembaca
 - C. dimuat dalam badan tulisan
 - D. diperlukan dalam pengembangan tulisan
 8. Kapan tahapan observasi dilakukan?
 - A. mulai sebelum pelaksanaan
 - B. pada saat pelaksanaan tindakan
 - C. setelah pelaksanaan tindakan
 - D. semua jawaban benar

9. Ciri utama dari inovasi dalam pendidikan adalah kekhasan, kebaharuan, terencana dan mempunyai tujuan. Salah satu contoh dari penerapan bidang pendidikan tahun 2000-an adalah. . . .
- A. Pembelajaran Kelas Rangkap
 - B. Lesson Study
 - C. PAKEM
 - D. CBSA
10. Batas lulus purposif mengacu pada penilaian. ..
- A. acuan norma
 - B. acuan kriteria
 - C. gabungan
 - D. acuan norma atau kriteria
11. Salah satu kegiatan guru untuk mengetahui tingkatan penguasaan kompetensi prasyarat peserta didik adalah....
- A. Melatih siswa mengerjakan tes persiapan ujian sekolah
 - B. Mengidentifikasi siswa kelas satu yang bisa menyebutkan bilangan 1 sampai 10
 - C. Melakukan kegiatan post test
 - D. Melakukan ulangan harian dadakan tanpa memberikan pemberitahuan terlebih dahulu kepada para siswa.
12. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut:
- 1) Hindari saran dan pernyataan negatif yang dapat melemahkan kegairahan belajar
 - 2) Ciptakan situasi-situasi bersaing antar sesama siswa secara sehat
 - 3) Jauhkan hukuman dan sanksi yang berat atas kelalaian dan ketidaktaatan terhadap ketentuan yang berlaku
 - 4) Berikan penghargaan yang tulus dan wajar kepada ranking lima besar di kelas
- Pernyataan di atas yang dapat dipergunakan untuk mengatasi kasus kesulitan belajar yang dihadapi oleh siswa-siswa yang disebabkan oleh kurangnya motivasi dan minat belajar adalah pernyataan....
- A. 1 dan 2.
 - B. 1 dan 3
 - C. 2 dan 3
 - D. 3 dan 4

13. Perhatikanlah pernyataan-pernyataan berikut

- 1) Faktor-faktor situasi yang tidak kondusif yang dialami siswa
- 2) Kapasitas belajar (tingkat keerdasan) umum terbatas/rendah
- 3) Kapasitas belajar (bakat) khusus tak sesuai dalam bidang-bidang tertentu
- 4) Populasi siswa di dalam kelas terlalu besar

Pernyataan di atas yang merupakan faktor penyebab kesulitan belajar yang bersumber dari dalam diri siswa adalah pernyataan....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 3.
- D. 3 dan 4

14. Salah satu cirri belajar rekonstruksionisme dalam proses pembelajaran adalah....

- A. Pembelajaran sangat mengutamakan kondisi lingkungan
- B. Guru memanfaatkan secara optimal pemberian penguatan
- C. Pengetahuan dibangun sedikit demi sedikit hasilnya diperluas melalui konteks yang terbatas.
- D. Kegiatan pembelajarn dipilih atas dasar minat siswa

15. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut:

- 1) Pembelajaran mengutamakan bagian-bagian kecil
- 2) Pembelajaran mementingkan pembentukan stimulus dan respon
- 3) Pengetahuan itu ditemukan sendiri oleh siswa melalui pengalaman belajar mandiri
- 4) Siswa menentukan sendiri apa yang akan dipelajari

Dari pernyataan di atas yang merupakan karakteristik teori belajar tingkah laku behavioristik adalah....

- A. 1 dan 2.
- B. 2 dan 3
- C. 1 dan 3
- D. 3 dan 4

Tugas

1. Buatlah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) untuk 4 pertemuan, pilihlah mata diklat yang proses pembelajarannya berada di dalam kelas.

Lakukan analisis dan gunakan salah satu metode pembelajaran yang dianggap paling cocok.

2. Buatlah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) untuk 4 pertemuan, pilihlah mata diklat yang proses pembelajarannya berada di laboratorium/workshop. Lakukan analisis dan gunakan salah satu metode pembelajaran yang dianggap paling cocok.

F. RANGKUMAN

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi dan telah dijabarkan dalam silabus. Setiap guru pada satuan pendidikan berkewajiban menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.
2. Materi pembelajaran (*instructional materials*) adalah pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dikuasai peserta didik dalam rangka memenuhi standar kompetensi yang ditetapkan. Materi pembelajaran dipilih seoptimal mungkin untuk membantu peserta didik dalam mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar. Hal-hal yang perlu diperhatikan berkenaan dengan pemilihan materi pembelajaran adalah jenis, cakupan, urutan, dan perlakuan (*treatment*) terhadap materi pembelajaran tersebut.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Belajar 1 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan:

- 1) Guru Mampu menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan.
- 2) Guru melaksanakan aktivitas pembelajaran sesuai dengan rancangan yang telah disusun secara lengkap tersebut.

- 3) Guru Melaksanakan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan.
- 4) Guru mengkomunikasikan informasi baru (misalnya materi tambahan) sesuai dengan usia dan tingkat kemampuan belajar peserta didik.
- 5) Guru mampu menyesuaikan aktivitas pembelajaran yang dirancang dengan kondisi kelas.
- 6) Guru memberikan banyak kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya, mempraktekkan dan berinteraksi dengan peserta didik lainnya.
- 7) Guru melakukan aktivitas pembelajaran secara bervariasi dengan waktu yang cukup untuk kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan usia dan tingkat kemampuan belajar dan mempertahankan perhatian peserta didik.
- 8) Guru mengelola kelas dengan efektif tanpa mendominasi atau sibuk dengan kegiatannya sendiri agar semua waktu peserta didik dapat dimanfaatkan secara produktif.

Bandingkan jawaban anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Hitunglah jumlah jawaban yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah 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 di bawah 75 %, anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

(Catatan: Kejujuran Intelektual Memegang Peranan Penting)

Kegiatan Pembelajaran 2

KOMPONEN DAN ALAT INSTALASI PENGONTROLAN MOTOR LISTRIK STANDAR PUIL/SNI

A. TUJUAN

Setelah mempelajari materi Kegiatan Pembelajaran 2 diharapkan guru/peserta diklat mengetahui dan menentukan komponen dan fungsi alat instalasi pengontrolan motor berdasarkan peraturan/persyaratan PUIL 2011/ SNI. 0255. Dengan demikian, guru/peserta diklat dapat menentukan komponen dan fungsi alat instalasi pengontrolan motor listrik yang aman bagi manusia dan harta benda dalam pembelajaran dengan sebaik-baiknya.

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Setelah selesai mempelajari materi pada bagian ini diharapkan guru/peserta diklat dapat menjelaskan komponen dan fungsi alat instalasi pengontrolan motor, antara lain:

1. Titik kontak
2. Saklar manual dan *push button*
3. Kontaktor
4. *Thermal Overload Relay*
5. *Time Delay Relay*
6. MCB dan ELCB
7. Lampu indikator dan *timer*
8. Motor listrik.

C. URAIAN MATERI

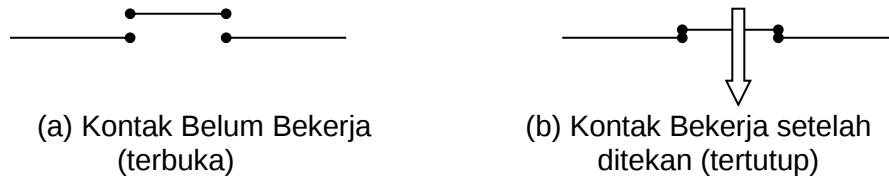
BAHAN BACAAN 1: Titik Kontak dan Saklar Mekanis

1. Titik Kontak

a. Titik Kontak Jenis a (*Normally Open/NO*)

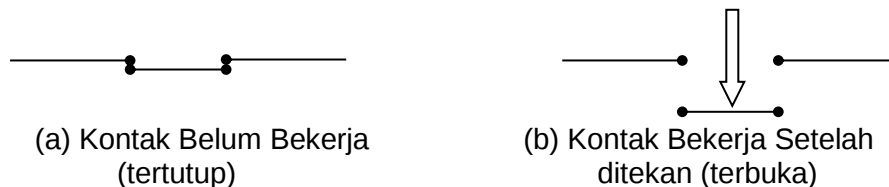
Titik kontak ini sebelum bekerja dalam keadaan terbuka dan bila bekerja maka titik kontak akan menutup sehingga mengalirkan arus listrik. Titik kontak

semacam ini banyak dipakai pada *Push button* untuk tombol *start* karena hanya akan menghubungkan kontak selama tombol ditekan.



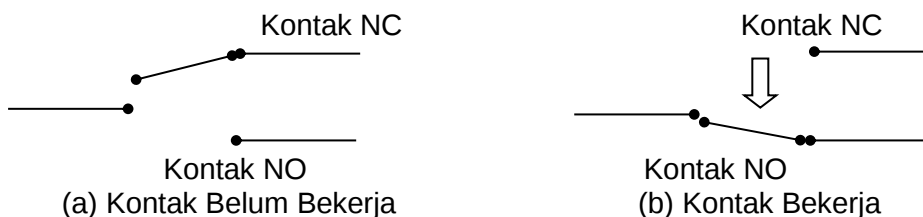
b. Titik Kontak Jenis b (*Normally Close/NC*)

Kontak ini dalam keadaan tertutup atau terhubung sehingga mengalirkan arus listrik. Apabila kontak ini ditekan atau bekerja, maka titik kontak akan terbuka sehingga arus akan terputus/terhenti. Titik kontak ini banyak dipakai dalam *Push button* untuk tombol stop karena kontakannya akan membuka, jika tombol ditekan



c. Titik Kontak Jenis c (*NO dan NC*)

Titik kontak ini bekerja dengan prinsip kedua kontak di atas. Kontak ini memiliki tiga buah titik kontak. Apabila kontak belum bekerja maka salah satu kontak akan terhubung dengan kontak lain sedangkan kontak yang lain akan terbuka. Kontak ini memiliki tiga buah titik kontak.



2. Saklar Manual

Saklar manual ialah saklar yang berfungsi menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang dilakukan secara langsung oleh orang yang mengoperasikannya. Dengan kata lain pengoperasian saklar ini langsung oleh manusia tidak menggunakan alat bantu. Sehingga dapat juga disebut saklar mekanis. Pada saat saklar memutuskan dan menghubungkan, pada kontak saklar akan terjadi percikan bunga api terutama pada beban yang besar dan voltase yang tinggi. Karena itu gerakan memutuskan dan menghubungkan saklar harus dilakukan secara cepat

sehingga percikan bunga api yang terjadi kecil. Dengan saklar ini motor listrik dapat dihubungkan langsung dengan jala-jala (*direct on line*), atau dapat pula saklar ini digunakan sebagai starter (alat asut) pada motor-motor listrik 3 fase daya kecil.

a. Saklar SPST (Single Pole Single Throw Switch)



Saklar SPST adalah saklar yang terdiri dari satu kutub dengan satu arah, Fungsinya untuk memutus dan menghubungkan saja. Saklar jenis SPST ini hanya digunakan pada motor dengan daya kurang dari 1 PK.

b. Sakelar SPDT (Single Pole Double Throw Switch)

Saklar SPDT adalah saklar yang terdiri dari satu kutub dengan dua arah hubungan. Saklar ini dapat bekerja sebagai penukar. Pemutusan dan penghubungan hanya bagian kutub positif atau fasenya saja.



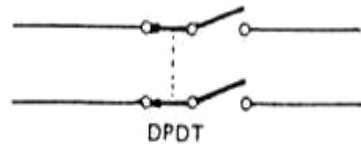
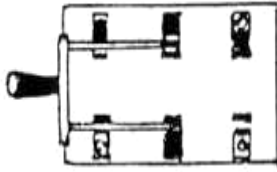
c. Saklar DPST (Double Pole Single Throw Switch)

Saklar DPST adalah saklar yang terdiri dari dua kutub dengan satu arah. Jadi hanya dapat memutus dan menghubungkan saja.



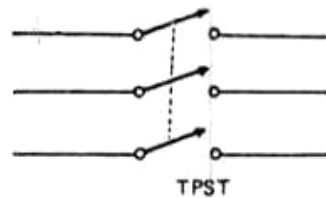
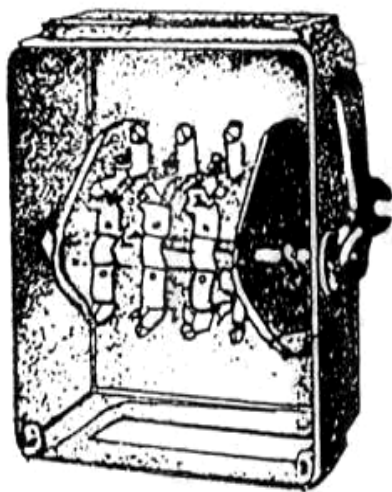
d. Saklar DPDT (Double Pole Double Throw Switch)

Saklar DPDT adalah saklar yang terdiri dari dua kutub dengan dua arah. Sakelar jenis ini dapat bekerja sebagai penukar. Pada instalasi motor dapat digunakan sebagai pembalik putaran motor arus searah dan motor satu fase. Juga dapat digunakan sebagai pelayanan dua sumber voltase pada satu motor.



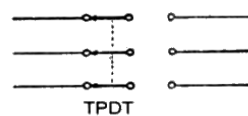
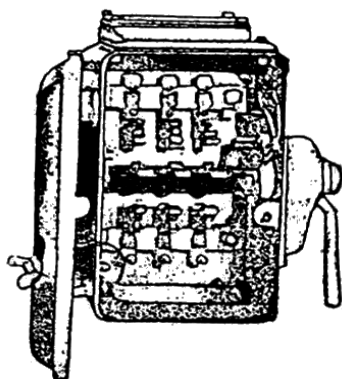
e. Saklar TPST (Three Pole Single Throw Switch)

Saklar TPST adalah sakelar dengan satu arah pelayanan. Digunakan untuk melayani motor 3 fase atau sistem 3 fase lainnya.



f. Saklar TPDT (Three Pole Double Throw Switch)

Saklar TPDT adalah saklar dengan tiga kutub yang dapat bekerja ke dua arah. Saklar ini digunakan pada instalasi motor 3 fase atau sistem 3 fase lainnya. Juga dapat digunakan sebagai pembalik putaran motor 3 fase, layanan motor 3 fase dari dua sumber dan juga sebagai starter bintang segitiga yang sangat sederhana.



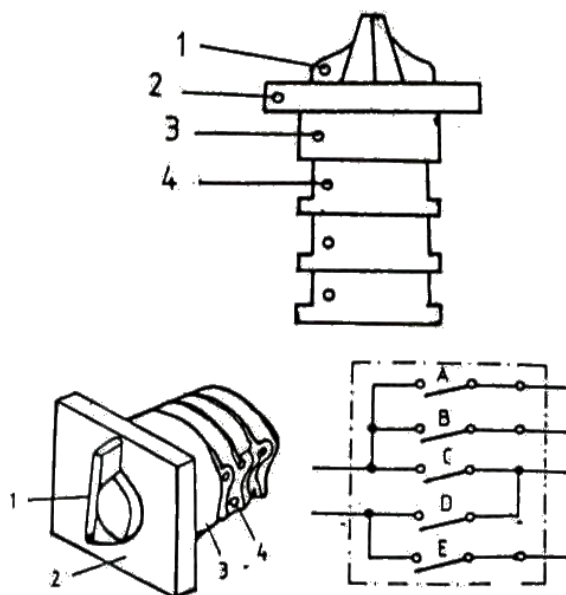
g. **Drum Switch**

Saklar *Drum Switch* adalah saklar yang mempunyai bentuk seperti drum dengan posisi *handle* (tangkai) penggerak memutus dan menghubungkan berada di ujungnya. *Drum Switch* digunakan pada motor-motor kecil sebagai penghubung motor dengan jala-jala (sumber voltase). Jenis saklar ini banyak dipakai pada industri dan perbengkelan. *Drum Switch* biasanya dipasang pada dinding mesinnya. Pada bagian bawah saklar terdapat lubang untuk pemasangan conduit



h. **Cam Switch (Saklar Putar Cam)**

Saklar ini adalah salah satu jenis dari sakelar manual. *Cam Switch* banyak digunakan dalam rangkaian utama pada rangkaian kontrol. Misalnya untuk hubungan bintang segitiga, membalik putaran motor 1 fase atau motor 3 fase. Alat ini terdiri dari beberapa kontak, arah pemutaran dan sakelar akan mengubah kontak-kontak menutup atau membuka dan beroperasi dalam satu putaran.



- 1) pemutar (*handle*),
- 2) plat dengan simbol pengoperasian,
- 3) mekanis yang berputar yang menentukan langkah putaran sakelar.

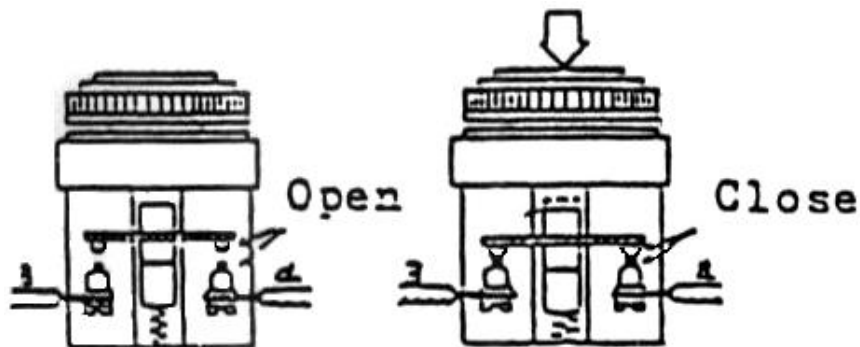
i. **Push button**

Push button merupakan suatu jenis saklar yang banyak dipergunakan dalam rangkaian pengendali dan pengaturan. Saklar ini bekerja dengan prinsip titik kontak NC atau NO saja, kontak ini memiliki 2 buah terminal baut sebagai kontak sambungan. Sedangkan yang memiliki kontak NC dan NO kontakannya memiliki 4 buah terminal baut. *Push button* akan bekerja bila ada tekanan pada tombol dan saklar ini akan memutus atau menghubungkan sesuai dengan jenisnya. Bila tekanan dilepas maka kontak akan kembali ke posisi semula karena ada tekanan pegas.

Push button pada umumnya memiliki konstruksi yang terdiri dari kontak bergerak dan kontak tetap. Dari konstruksinya, maka *Push button* dibedakan menjadi beberapa tipe yaitu:

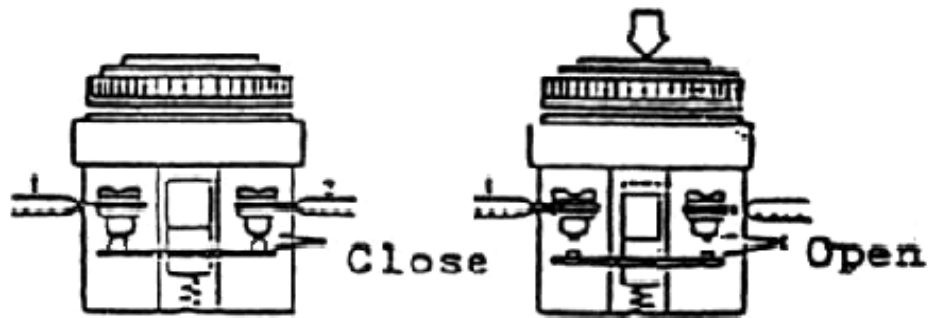
1) Tipe NO

Tombol ini disebut juga dengan tombol *start* karena kontak akan menutup bila ditekan dan kembali terbuka bila dilepaskan. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir.



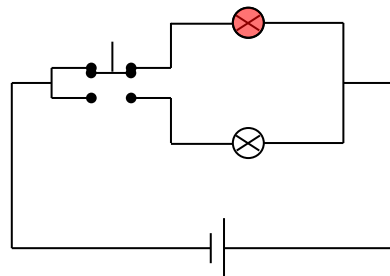
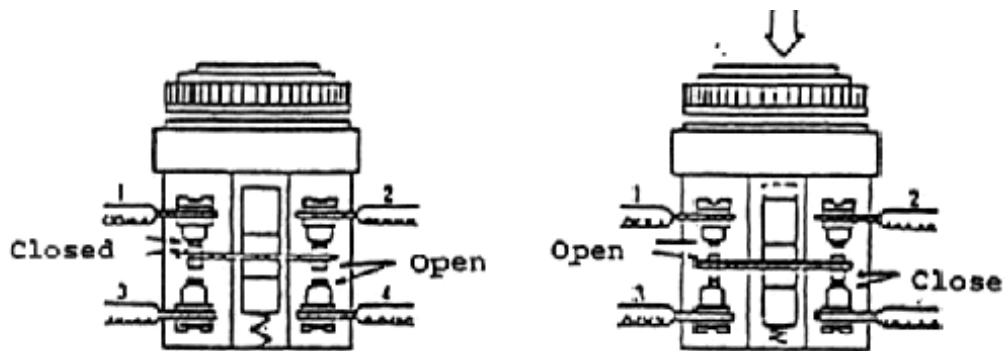
2) Tipe NC

Tombol ini disebut juga dengan tombol *stop* karena kontak akan membuka bila ditekan dan kembali tertutup bila dilepaskan. Kontak bergerak akan lepas dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.

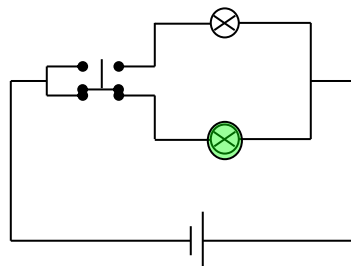


3) Tipe NC dan NO

Tipe ini kontak memiliki 4 buah terminal baut, sehingga bila tombol tidak ditekan maka sepasang kontak akan NC dan kontak lain akan NO, bila tombol ditekan maka kontak tertutup akan membuka dan kontak yang membuka akan tertutup.



Pada gambar di atas, posisi *Push button* pada kondisi normal (belum ditekan) maka lampu 1 (merah) yang akan hidup (on) dan lampu 2 akan mati (off)



Setelah ditekan, posisi *Push button* akan berubah, sehingga lampu 1 akan mati (off) sedangkan lampu 2 (hijau) akan hidup (on)

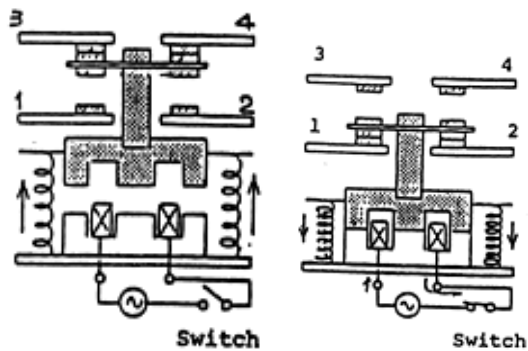
BAHAN BACAAN 2: Saklar Elektromekanik dan Pengaman Motor

1. Kontaktor Magnet

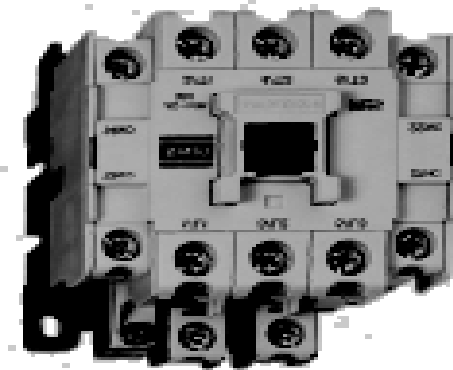
Motor-motor listrik yang mempunyai daya besar harus dapat dioperasikan dengan momen kontak yang cepat agar tidak menimbulkan loncatan bunga api pada alat penghubungnya. Selain itu, dalam pengoperasian yang dapat dilengkapi dengan beberapa alat otomatis paling mudah dengan menggunakan alat penghubung sakelar magnet yang biasa dikenal dengan kontaktor. Kontaktor magnet adalah suatu alat penghubung listrik yang bekerja atas dasar magnet yang dapat menghubungkan antara sumber arus dengan muatan. Bila inti koil pada kontaktor diberikan arus, maka koil akan menjadi magnet dan menarik kontak sehingga arus mengalir.

Kontaktor magnet atau saklar magnet ialah saklar yang bekerja berdasarkan kemagnetan. Artinya sakelar ini bekerja jika ada gaya kemagnetan. Magnet berfungsi sebagai penarik dan pelepas kontak-kontak. Sebuah kontaktor harus mampu mengalirkan arus dan memutuskan arus dalam keadaan kerja normal. Arus kerja normal ialah arus yang mengalir selama pemutusan tidak terjadi. Sebuah kontaktor dapat memiliki koil yang bekerja pada tegangan DC atau AC. Pada tegangan AC, voltase minimal adalah 85% voltase kerja, apabila kurang maka kontaktor akan bergetar.

Ukuran dari kontaktor ditentukan oleh batas kemampuan arusnya. Biasanya pada kontaktor terdapat beberapa kontak, yaitu kontak normal membuka (*Normally Open* = NO) dan kontak normal menutup (*Normally Close* = NC). Kontak NO berarti saat kontaktor magnet belum bekerja kedudukannya membuka dan bila kontaktor bekerja kontak itu menutup/menghubung. Sedangkan kontak NC berarti saat kontaktor belum bekerja kedudukan kontaknya menutup dan bila kontaktor bekerja kontak itu membuka. Jadi fungsi kerja kontak NO dan NC berlawanan. Kontak NO dan NC bekerja membuka sesaat lebih cepat sebelum kontak NO menutup.



Pada gambar di atas, kontak 3 dan 4 adalah NC sedangkan kontak 1 dan 2 adalah NO. Apabila tidak ada arus maka kontak akan tetap diam. Tetapi apabila arus dialirkan dengan menutup *switch* maka kontak 3 dan 4 akan menjadi NO sedangkan kontak 1 dan 2 menjadi NC.



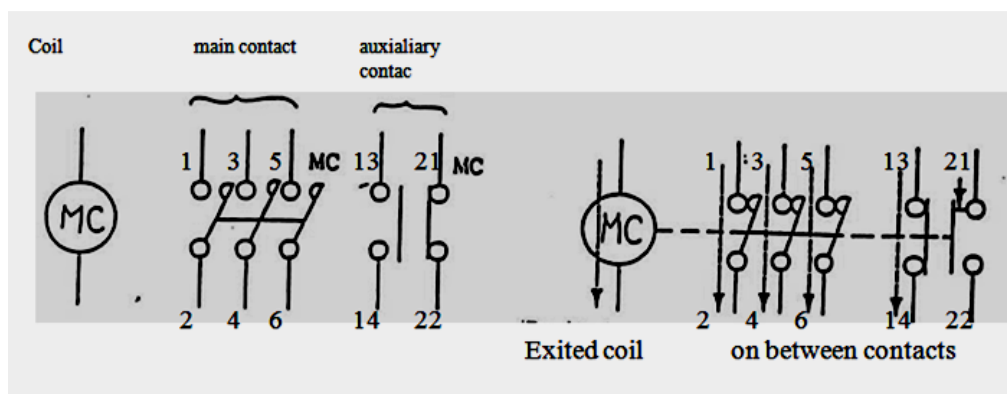
Gambar 5 Contoh Kontaktor Magnet

Fungsi dari kontak-kontak dibuat untuk kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama terdiri dari kontak NO dan kontak bantu terdiri dari kontak NO dan NC. Konstruksi dari kontak utama berbeda dengan kontak bantu, yang kontak utamanya mempunyai permukaan yang luas dan tebal. Kontak bantu luas permukaannya kecil dan tipis.

Kontaktor pada umumnya memiliki kontak utama untuk aliran 3 fase. Dan juga memiliki beberapa kontak bantu untuk berbagai keperluan. Kontak utama digunakan untuk mengalirkan arus utama, yaitu arus yang diperlukan untuk beban, misalnya motor listrik, pesawat pemanas dan sebagainya. Sedangkan kontak bantu digunakan untuk mengalirkan arus bantu yaitu arus yang diperlukan untuk kumparan magnet, alat bantu rangkaian, lampu lampu indikator, dan lain-lain. Notasi dan penomoran kontak-kontak kontaktor sebagai berikut:

Tabel 1. Notasi dan Penomoran Kontak-kontak Kontaktor

Kontak	Notasi		Jenis Kontak	Penggunaan
	Huruf	Angka		
Utama	L ₁ L ₂ L ₃	1 3 5	NO	Ke Jala-jala
	R S T			
	U V W	2 4 6	NO	Ke Motor
Bantu	-	13 14	NO	Pengunci
		19 20	NO	Fungsi Lain
		31 32		
		Dsb		
	-	21 22 41 42 dsb	NC	Proteksi dan Fungsi lain
Kumparan Magnet (COIL)		Notasi Huruf		a-b A ₁ -A ₂



Dewasa ini kontaktor magnet lebih banyak digunakan di bidang industri dan laboratonium. Hal ini karena kontaktor mudah dikendalikan dari jarak jauh. Selain itu, dengan perlengkapan elektronik dapat mengamankan rangkaian listrik.

Keuntungan menggunakan kontaktor ialah:

- pelayanannya mudah,
- momen kontak cepat.

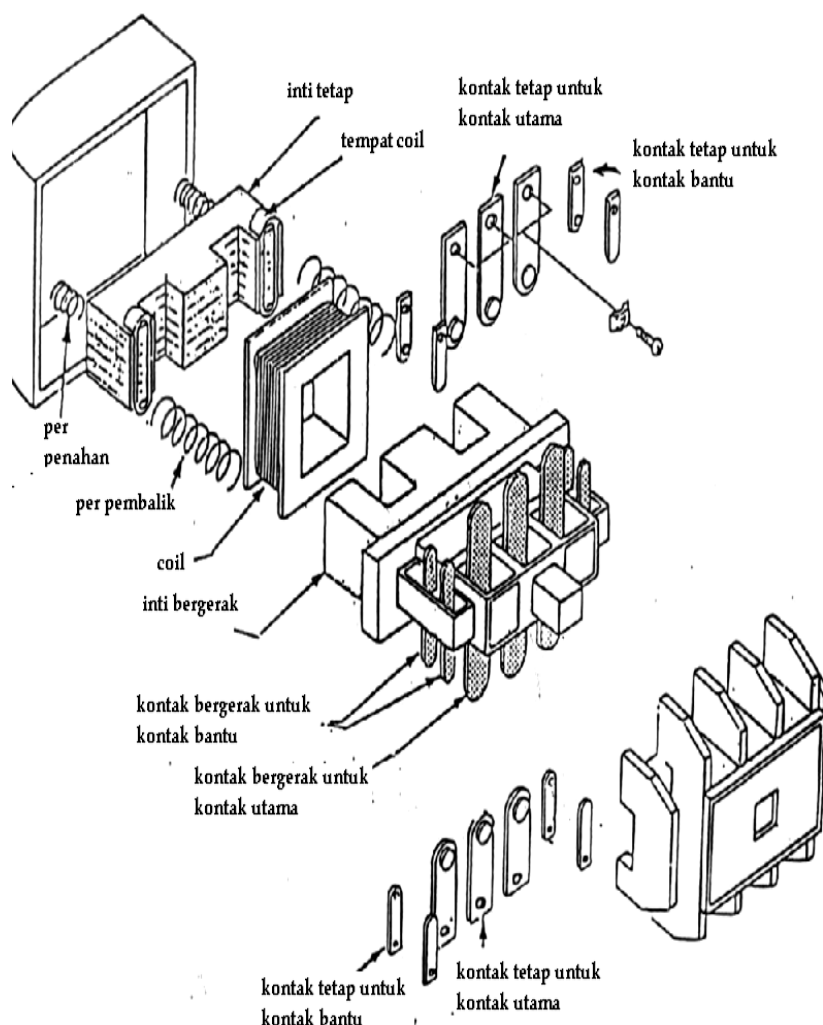
Sedangkan Kerugiannya:

- mahal harganya,
- perawatannya cukup sukar,
- jika saklar putus sedangkan kontaktor dalam keadaan bekerja, maka kontaktor akan lepas dengan sendirinya. Kontaktor tidak akan bekerja lagi walaupun sakelar induk telah disambung kembali sebelum tombol *start* ditekan lagi.

Tidak seperti sakelar mekanis, dalam merakit dan menggunakan kontaktor harus dipahami rangkaian pengendali (kontrol) dan rangkaian utama. Rangkaian

pengendali ialah rangkaian yang hanya menggambarkan bekerjanya kontaktor dengan kontak-kontak bantunya. Sedangkan rangkaian utama ialah rangkaian yang khusus memberikan hubungan beban dengan sumber voltase (jala-jala) 1 fase atau 3 fase. Bila kedua rangkaian itu dipadu akan menjadi rangkaian pengawatan (circuit diagram).

Konstruksi umum sebuah kontaktor dapat dilihat pada gambar di atas. Kontaktor memiliki kontak diam dan kontak-kontak yang bergerak apabila koil mendapat arus dari sumber. Kontaktor akan bekerja selama koil mendapat arus. Apabila arus terputus maka kontaktor akan kembali ke posisi semula.



Gambar 6 Konstruksi Kontaktor Magnet

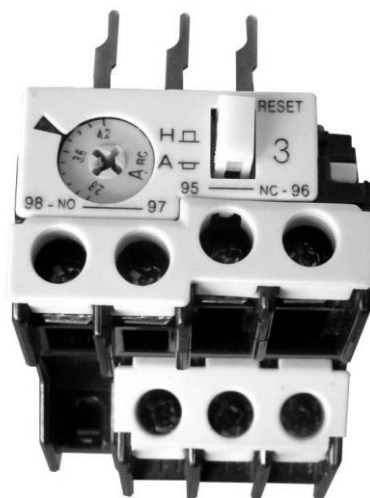
2. Thermal Overload Relay (TOR)

Dalam instalasi motor listrik, dibutuhkan proteksi untuk menjaga motor dari kerusakan akibat gangguan. *Thermal Overload Relay* (TOR) adalah salah satu proteksi motor dari arus yang berlebih. Bila Arus yang melewati motor terlalu besar maka motor akan rusak, oleh sebab itu TOR akan memutuskan rangkaian apabila ada arus yang melebihi batas beban.

Relay ini dihubungkan dengan kontaktor pada kontak utama 2, 4, 6 sebelum ke beban (motor). Gunanya untuk mengamankan motor atau memberi perlindungan kepada motor dari kerusakan akibat beban lebih. Beberapa penyebab terjadinya beban lebih antara lain:

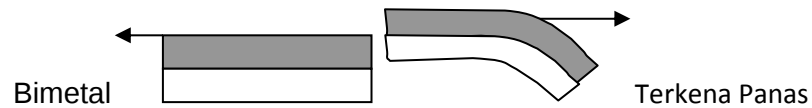
- a. terlalu besarnya beban mekanik dari motor
- b. arus *start* yang tertalu besar atau motor berhenti secara mendadak
- c. terjadinya hubung singkat
- d. terbukanya salah satu fase dari motor 3 fase.

Arus yang terlalu besar yang timbul pada beban motor akan mengalir pada belitan motor yang dapat menyebabkan kerusakan dan terbakarnya belitan motor. Untuk menghindari hal itu dipasang termal beban lebih pada alat pengontrol. Prinsip kerja termal beban lebih berdasarkan panas (temperatur) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen pemanas bimetal. Dan sifatnya pelengkungan bimetal akibat panas yang ditimbulkan, bimetal akan menggerakkan kontak-kontak mekanis pemutus rangkaian listrik (Kontak 95-96 membuka)

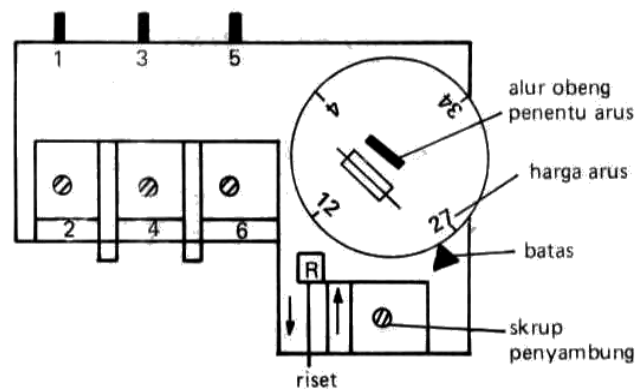


Gambar 7 Contoh TOR

TOR bekerja berdasarkan prinsip pemuaian dari benda bimetal. Apabila benda terkena arus yang tinggi, maka benda akan memuai sehingga akan melengkung dan memutuskan arus.



Arus yang berlebihan akan menimbulkan panas, sehingga dapat membengkokkan benda bimetal.



Untuk mengatur besarnya arus maksimum yang dapat melewati TOR, dapat diatur dengan memutar penentu arus dengan menggunakan obeng sampai didapat harga yang diinginkan.

3. Time Delay Relay

Relay timer atau relay penunda batas waktu banyak digunakan dalam instalasi motor terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Peralatan kontrol ini dapat dikombinasikan dengan peralatan kontrol lain, contohnya dengan MC (*Magnetic Contactor*), *Thermal Over Load Relay*, dan lain-lain.

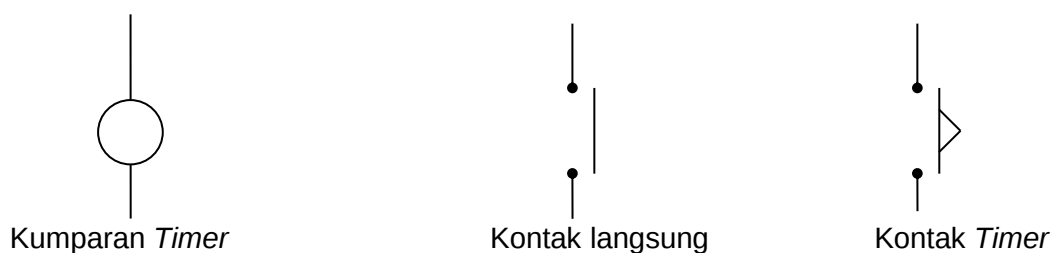
Fungsi dari peralatan kontrol ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. *Timer* ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor atau untuk merubah sistem bintang ke segitiga dalam delay waktu tertentu.

Timer dapat dibedakan dari cara kerjanya yaitu *timer* yang bekerja menggunakan induksi motor dan menggunakan rangkaian elektronik. *Timer* yang bekerja dengan prinsip induksi motor akan bekerja bila motor mendapat voltase AC

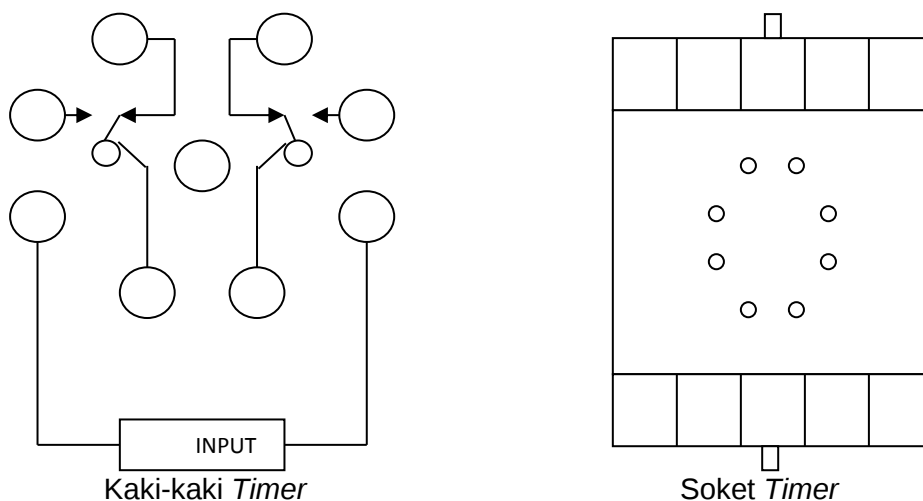
sehingga memutar gigi mekanis dan menarik serta menutup kontak secara mekanis dalam jangka waktu tertentu.

Sedangkan relay yang menggunakan prinsip elektronik, terdiri dari rangkaian R dan C yang dihubungkan seri atau paralel. Bila voltase sinyal telah mengisi penuh kapasitor, maka relay akan terhubung. Lamanya waktu tunda diatur berdasarkan besarnya pengisian kapasitor.

Bagian input *timer* biasanya dinyatakan sebagai kumparan dan bagian outputnya sebagai kontak NO atau NC.



Kumparan pada *timer* akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis *timer* akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO.



Timer memiliki 8 buah kaki yang 2 diantaranya merupakan kaki koil sebagai contoh pada gambar yaitu kaki 2 dan 7, sedangkan kaki yang lain akan berpasangan NO dan NC, kaki 1 akan NC dengan kaki 4 dan NO dengan kaki 3. Sedangkan kaki 8 akan NC dengan kaki 5 dan NO dengan kaki 6. Kaki kaki tersebut akan berbeda tergantung dari jenis *Relay timernya*.

4. Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB Adalah suatu alat yang bekerja dengan cara semi otomatis, MCB dapat memutuskan rangkaian arus listrik dengan cara mekanis dan dapat juga mengamankan rangkaian arus listrik dengan cara otomatis bila terjadi hubungan singkat serta beban lebih dalam suatu rangkaian.

Prinsip kerja MCB adalah asas kerja termis (panas) dengan menggunakan bimetal. Bila kawat resistansi yang terdapat pada bimetal dialiri arus yang melebihi harga nominalnya, maka bimetal akan bergerak atau melengkung akibat panas. Gerakan atau lengkungan ini akan menolak bagian mekanis dari MCB yang akan menyebabkan tuas MCB terlepas (OFF).

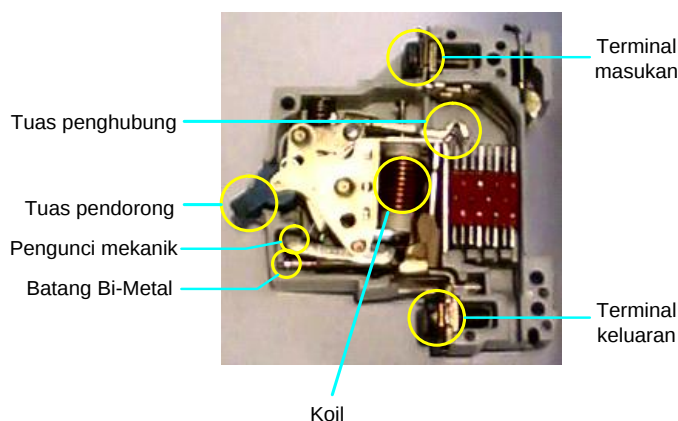
MCB terdiri dari MCB 1 fase dan MCB 3 fase yng masing-masingnya mempunyai ukuran arus yang berbeda-beda.

Perhitungan arus untuk MCB adalah sebagai berikut :

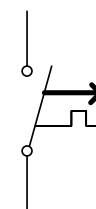
$$I_n \text{ motor} = 8,6 \text{ A}$$

$$1 \text{ MCB} = I_n \text{ motor} \times 1,25 = 8,6 \times 1,25 = 10,75 \text{ A}$$

Maka digunakan MCB 3 fase merk HANGER dengan arus maksimal 32 A.



Gambar 8 Konstruksi MCB



**Gambar 9
Simbol MCB 1 fase**

5. ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

Proteksi pada instalasi listrik dapat berupa proteksi untuk hubung singkat, arus lebih, arus bocor ke tanah dan proteksi dari berbagai gangguan listrik lainnya. Untuk proteksi arus bocor ke tanah pada umumnya digunakan ELCB.

ELCB merupakan alat yang dapat menghubungkan dan memutuskan arus listrik secara otomatis atau semi otomatis, alat ini dilengkapi dengan proteksi manusia dari voltase sentuh. Alat ini bekerja dengan mendeteksi apakah ada perbedaan arus yang mengalir pada kawat listrik.

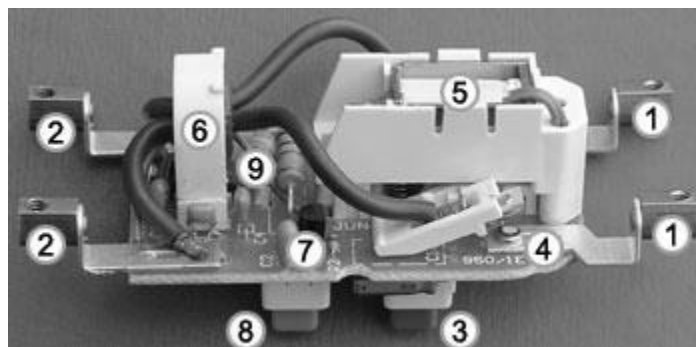
a. Prinsip Kerja ELCB

Rangkaian ELCB terdiri dari kumparan magnet dan saklar, saklar ini dikendalikan secara manual dan magnet listrik. Apabila kedudukan saklar penghubung ELCB dalam keadaan tertutup, maka sumber voltase listrik akan mengalir ke bagian beban. Kumparan magnet lah yang akan membuka rangkaian apabila ada arus listrik yang mengalir pada kumparannya. Kumparan magnet ELCB di sebut juga dengan Z. Trafo, yang keadaan normal tidak mendapat voltase. Apabila ada arus bocor maka kumparan akan bekerja membuka rangkaian dengan menarik saklar utama.

b. Konstruksi Saklar Arus Bocor Pada ELCB

Saklar arus bocor dan proteksi arus sisa (SPAS) bekerja dengan sistem diferensial. Saklar ini memiliki sebuah transformator arus dengan inti berbentuk gelang. Inti ini melingkari semua hantaran suplai ke mesin atau aparat yang di amankan, termasuk hantaran netral. Hal ini berlaku untuk sambungan satu phasa, sambungan tiga phasa tanpa netral maupun sambungan tiga phasa dengan netral.

Dalam keadaan normal, jumlah arus yang dilingkari oleh inti transformator sama dengan nol. Kalau ada arus bocor ke tanah misalnya 0,5 A, keadaan seimbang ini akan terganggu. Karena itu, dalam inti transformator akan timbul suatu medan magnetik yang membangkitkan suatu voltase dalam kumparan sekunder.



Gambar 10. Konstruksi ELCB

Keterangan :

- | | | |
|--------------------|---------------------|------------------------|
| 1) Terminal input | 4) Kotak-kontak | 7) Coil sensing |
| 2) Terminal output | 5) Solenoida | 8) Rangkaian |
| 3) Tombol reset | 6) Tombol pengujian | 9) Konduktor pengujian |

6. Lampu Indikator

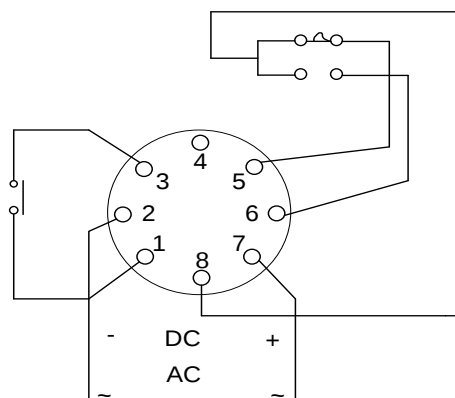
Penggunaan lampu indikator ini adalah sebagai isyarat atau tanda untuk mengetahui apakah rangkaian yang bersangkutan dalam keadaan bekerja atau tidak. Dalam hal ini lampu indikator berfungsi untuk menyatakan bahwa rangkaian kontrol sudah bekerja atau tidak, dan biasanya digunakan lampu indikator berwarna merah. Apabila lampu indikator tersebut menyala berarti rangkaian kontrol dalam keadaan bekerja.

7. Timer

Prinsip kerja *timer* apabila pada kumparan stator diberi arus bolak balik, maka pada stator akan timbul fluksi. Pada stator ini terdapat cincin berupa kawat tembaga yang dihubungkan singkat, pada cincin ini akan terinduksi arus fluksi stator sehingga terbentuk fluksi yang dihasilkan cincin ini berbeda fase 90° c tertinggal dengan fluksi stator utama. Kedua fluksi tersebut identik dengan medan putar dua phasa. Poros motor akan memutar piringan dengan perantaraan roda gigi. Roda gigi ini diberi suatu tuas dengan saklar yang dapat diatur, hingga waktu kumparan diberi daya dengan tertekannya saklar dapat diatur. Bila daya yang diberi ke kumparan hilang maka pegas akan menarik piringan kedudukan semula dan saklar akan kembali kedudukan semula.

Hubungan Rangkain *Timer* adalah sebagai berikut :

- Terminal 2-7 adalah terminal voltase masuk
- Terminal 5-8 adalah terminal kontak NC
- Terminal 6-8 adalah terminal kontak NO
- Terminal 1-3 adalah terminal kontak NO.



Gambar 11. Hubungan Rangkaian *Timer*

Prinsip Pengoperasiannya dapat dilihat pada gambar di atas yaitu saat pertama diberi voltase pada terminal 2-7, motor pun jalan dengan lama penyetingan waktu yang diberikan. Sementara lampu juga hidup selama motor berjalan, karena lampu dipasang parallel dengan motor *timer*. Setelah waktu penyetingan habis, maka kontak NC yang dihubungkan seri dengan *timer* akan membuka, akibatnya coil bekerja (kumparan otomatis) dan saat itu juga Kontak NC pada terminal 5-8 berpindah ke posisi NO pada terminal 6-8. Motor akan mati dan coil bekerja menghubungkan kontak 6-8, sementara kontak NC pada terminal akan membuka.

8. **Overload Relay**

Overload Relay pada dasarnya adalah proteksi untuk beban lebih yaitu untuk memberikan perlindungan dan proteksi dari kerusakan akibat pembebanan lebih. Relay beban lebih ini prinsip kerjanya memakai sistem Bimetal, dimana terdiri dari elemen pemanas (*heater element*) yang dilalui arus dari CT (trafo arus) dan memanaskan bimetal serta beberapa keping logam yang ketebalannya akan menentukan kecepatan kerja relai, jika peralatan listrik dibebani maka akan menjadi panas, yang disebabkan oleh arus beban, sehingga suhu peralatan akan naik secara eksponensial sehingga bila melebihi dari nilai settingnya relai akan bekerja.

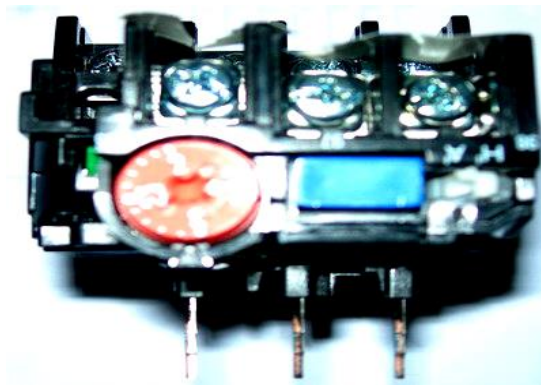
Keuntungan penggunaan *Overload Relay* antara lain :

- a. Proteksinya sederhana
- b. Dapat berfungsi sebagai proteksi utama dan proteksi cadangan
- c. Relatif harganya murah
- d. Penyetelannya sederhana

Perhitungan mencari arus TOR adalah :

$$I_n \text{ TOR} = 125 \% \times I_n \text{ motor} = 1.25 \times 8,6 = 10,75 \text{ A}$$

Sehingga dipilih TOR Mitsubishi TH-N 12 KP 4 A, dengan setingan arus 9-13 A.

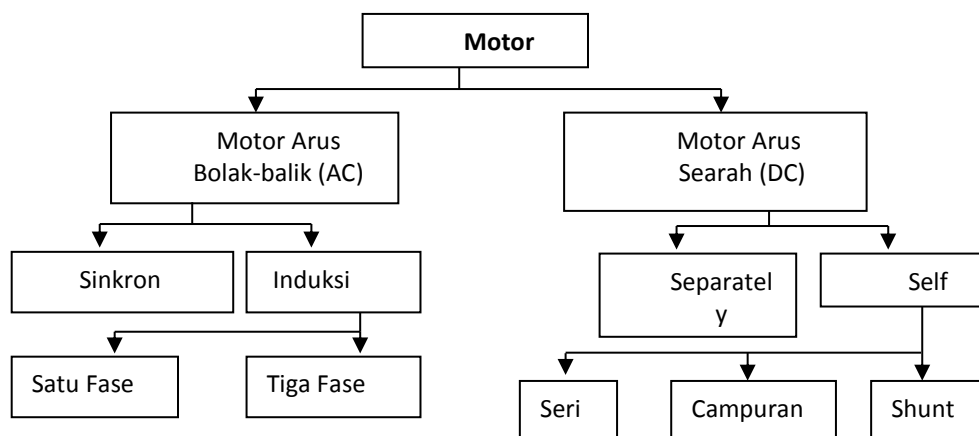


Gambar 12 Overload Relay

BAHAN BACAAN 3: Klasifikasi Motor Listrik

Motor merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi listrik yang dapat digunakan dapat berupa arus bolak-balik (AC) atau arus searah (DC), tergantung jenis motornya. Di dalam; unit pembangkit motor arus bolak-balik (motor AC) sangat umum digunakan.

Berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi motor listrik terbagi atas; motor AC dan motor DC. Motor AC terdiri dari motor sinkron dan motor induksi. Untuk lebih jelasnya klasifikasi motor listrik perhatikan bagan di bawah.



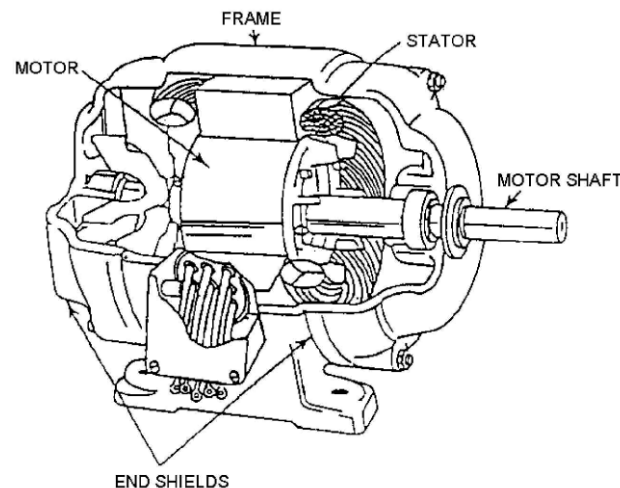
Bagan 1. Klasifikasi Motor Listrik

1. Motor Arus Bolak-balik

Peralatan utama motor arus bolak-balik adalah :

- a. Stator, yaitu bagian motor yang tidak bergerak
- b. Rotor, yaitu bagian motor yang berputar

- c. Pelindung ujung (*end shield*), yaitu dua buah penutup yang terbuat dari baja tuang untuk melindungi bantalan dan penyangga poros motor
 - d. Kerangka (*frame*). Yaitu rumah inti stator yang terbuat dari baja tuang
- Gambar di bawah memperlihatkan bagian-bagian utama motor induksi arus bolak-balik. Apabila motor dialiri arus listrik maka akan dibangkitkan dua buah medan magnet: pertama pada bagian motor yang tidak bergerak dan yang kedua pada bagian tengah inti (*center core*), yang berputar bebas. Reaksi yang terjadi diantara dua buah magnet ini menimbulkan suatu tenaga bolak-balik yang dinamakan momen putar (*torque*) pada poros motor, yang menyebabkan motor berputar dan bekerja. Motor arus bolak-balik dibagi menjadi dua, yaitu motor sinkron dan motor induksi.



Gambar 13. Bagian-bagian Utama Motor Arus Bolak Balik

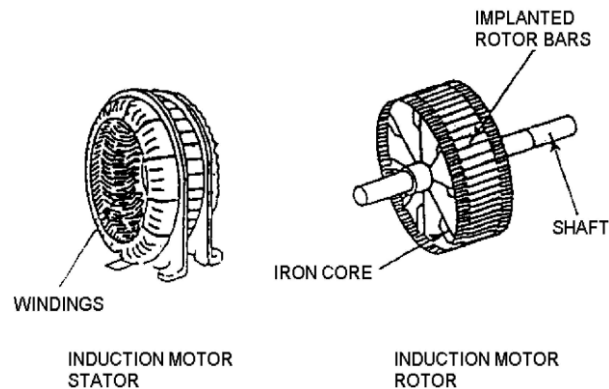
a. Motor Sinkron

Suatu motor sinkron mempunyai putaran yang berbanding lurus dengan frekwensi arus operasi yang keluar dari generator. Kumparan medannya harus digerakkan oleh sumber daya arus langsung dari luar. Dikarenakan putarannya dapat dijaga konstan pada kondisi beban yang berubah-ubah, maka motor sinkron cocok digunakan untuk menggerakkan blower, kompresor udara, pompa sentrifugal, generator arus searah dan peralatan lainnya.

b. Motor Induksi

Motor induksi adalah motor yang sangat umum digunakan. Di unit-unit pembangkit, kemampuan dayanya dapat mencapai 100 daya kuda (hp) atau lebih. Motor induksi mempunyai momen putar awal yang sangat tinggi, sehingga

dapat dijalankan pada beban yang berat dan dapat digunakan untuk menggerakkan pompa yang berat serta beban-beban lain yang besar. Keuntungan lainnya adalah motor tersebut dapat dioperasikan dalam waktu lama tanpa menimbulkan panas yang berlebihan.



Gambar 14. Konstruksi Motor Induksi

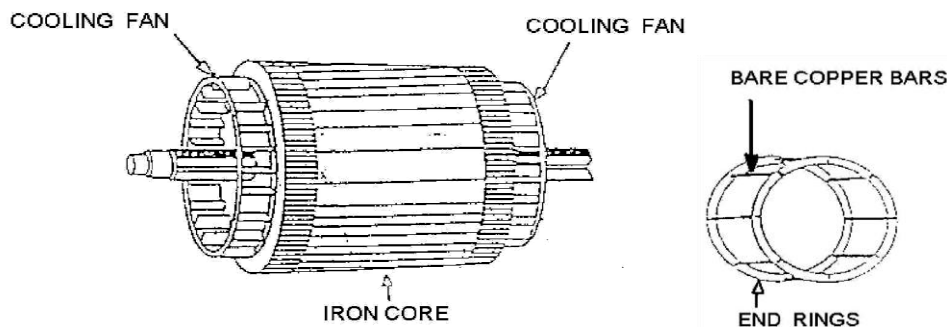
Motor induksi mempunyai dua buah lilitan utama, yaitu lilitan stator dan lilitan rotor, lilitan stator motor induksi tiga fase adalah suatu lilitan tiga fase yang membangkitkan suatu rangkaian magnet listrik. Apabila lilitan tersebut dihubungkan dengan sumber daya arus bolak balik tiga fase, akan membangkitkan suatu medan yang berputar. Lilitan rotor berbentuk sangkar yang dibuat dari batang tembaga yang dipasang didalam inti besi. Rotor diisolasi dari semua sumber daya.

Lilitan stator tersebut menyebabkan suatu voltase didalam lilitan rotor yang menghasilkan suatu arus besar pada rotor. Arus ini akan menciptakan suatu medan magnet disekitar rotor yang ditarik menuju medan magnet putar pada stator. Hal ini menyebabkan rotor berputar dan menghasilkan energi mekanik.

Ketika rotor mulai berputar, medan magnetnya berusaha menyusul putaran medan magnet stator, yang mana tidak dapat dilakukan. Motor induksi tidak dapat berputar pada kecepatan sinkron. Ia beroperasi pada kecepatan lebih rendah dari motor sinkron jumlah kutub-kutub yang sama. Lebih besar beban pada motor induksi, rotor harus lebih masuk lagi dibelakang medan putar stator untuk menghasilkan momen putar yang diperlukan. Pada suatu motor induksi perbedaan antara kecepatan sinkron dinamakan kecepatan *slip* (*slip speed*). Lilitan rotor yang digunakan pada motor-motor induksi ada dua macam, yaitu rotor sangkar angker (*squire/cage*) dan rotor lilit (*wound rotor*).

1) Rotor Sangkar Angker

Rotor sangkar angker jenis lilitan yang sangat umum digunakan pada motor induksi. Ia terdiri dari satu set batang tembaga yang disusun menyerupai sangkar dan diletakkan pada slot didalam inti otor. Suatu cincin tembaga dipasang pada ujung-ujung tembaga tersebut.



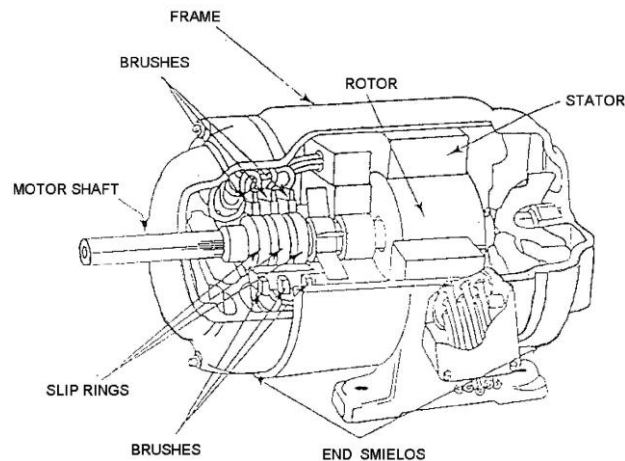
Gambar 15 Rotor Sarang Angker

Motor sangkar angker beroperasi pada kecepatan yang sama dengan kecepatan sinkron dikurangi kecepatan *slip*-nya. Kecepatan sinkron adalah tergantung pada jumlah kutub-kutub motor. Sejalan dengan bertambahnya beban, kecepatan *slip* akan naik dengan suatu pertambahan didalam momen putar motor dan daya yang dikeluarkan. Akhirnya kecepatan motor akan turun sejalan dengan beban yang bertambah. Motor tersebut menyediakan momen putar motor yang besar pada perubahan kecepatan *slip* yang kecil, maka motor induksi sangkar tupai dianggap sebagai suatu motor kecepatan konstan dengan karakteristik momen putar yang bervariasi.

2) Rotor Lilit

Rotor lilit atau motor cincin *slip* (*slip-ring motors*) konstruksi rotornya berbeda dengan motor sangkar angker. Sesuai dengan namanya, rotor tersebut dibalut dengan suatu lilitan yang diisolasi sejenis dengan lilitan stator. Lilitan-lilitan fase rotor tersebut disambung dengan hubungan bintang, dengan ujungnya terbuka pada setiap fase untuk mengalirkan arus listrik menuju cincin *slip* yang dipasang pada poros rotor. Potongan melintang dari motor rotor lilit. Tiga buah cincin *slip* dan borstel (*brush*) dapat dilihat pada sebelah kiri lilitan rotor. Lilitan rotor tidak dihubungkan ke suplai cincin *slip* dan borstel hanya sebagai alat untuk menghubungkan tahanan kontrol yang bervariasi pada bagian luar ke dalam sirkuit rotor. Motor lilit jarang digunakan jika dibandingkan dengan motor sangkar angker dikarenakan biaya pembelianya tinggi dan biaya pemeliharanya besar.

Dan juga kurang tahan lama dan berat. Meskipun begitu ia mempunyai momen putar *start* yang sangat besar.



Gambar 16. Potongan Melintang Motor Induksi Rotor Lilitan

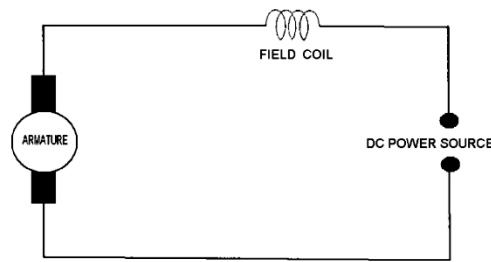
2. Motor Arus Searah

Motor arus searah merubah arus listrik searah menjadi energi mekanik. Prinsip dasar pengoperasian motor arus searah adalah sama dengan motor arus bolak-balik, bedanya hanya arus searah dialirkan ke armatur melewati komutator. Komutator ini mempunyai fungsi yang berlawanan dengan komutator yang ada pada generator, karena ia merubah arus searah menjadi arus bolak-balik didalam motor. Biasanya motor arus searah ukurannya kecil dan tidak begitu banyak digunakan didalam unit pembangkit.

Motor arus searah dibagi menjadi tiga golongan yaitu motor seri, shut dan *Compound*- tergantung pada bagaimana lilitan medan magnetnya dihubungkan dihubungkan sirkit.

c. Motor Seri

Pada motor seri kumparan medan dihubungkan seri dengan kumparan armatur, sehingga arus armaturnya juga mengalir melalui kumparan medan tersebut (lihat Gambar).



Gambar 17. Sirkuit Motor Seri

Kumparan medan tersebut dibuat dari kawat yang tebal dengan sedikit lilitan sehingga arus armaturnya akan mudah mengalir. Pada saat motor seri dijalankan, arus yang besar akan mengalir melalui armatur dan kumparan medan untuk menghasilkan momen putar yang baik. Arus armatur dan arus medan berkurang ketika kecepatan motor naik dan momen putarnya berkurang perlahan-lahan. Selama motor seri sedang beroperasi, pada saat beban dinaikan, putarannya menjadi lambat, arus armatur dan arus medannya bertambah, serta momen putarnya menjadi besar untuk menyamakan dengan beban. Pada waktu motor seri sedang beroperasi dan beban dipindahkan, maka kecepatan motor akan naik. Hal ini dapat menimbulkan situasi yang berbahaya. Ketika beban dipindahkan, arus armatur dan arus medan turun kesuatu harga yang sangat rendah. Daya dari kumparan medan tersebut turun dengan tajamnya karena arus yang melaluinya kecil. Oleh sebab itu, selama daya medan turun, putaran, motor menjadi bertambah tinggi. Proses naiknya putaran motor ini terus berlanjut serta dapat menyebabkan armatur berputar pada kecepatan cukup tinggi untuk dapat membuatnya terbang terpisah dan ini dinamakan *Running away*. Motor seri hendaknya selalu dihubungkan langsung dengan beban untuk mencegah *running away*. Peralatan-peralatan penyambungan yang mungkin menyebabkan *slip* atau rusak sebaiknya tidak digunakan pada motor ini. Kadang-kadang pada armatur motor dipasang saklar khusus untuk memisahkan armatur tersebut dari lin yang secara kebetulan beban arus dipindahkan dan putaran naik melampaui batas yang aman.

Momen putar awal yang tinggi pada motor seri berguna digunakan untuk mengatasi kelambanan dari beban-beban yang berat. Motor seri contohnya digunakan pada :

- *Belt drives o Cranes*

- Karakteristik utama dari motor seri adalah :1) Mempunyai momen putar *start* yang baik sekali; 2) Putarannya bervariasi selama perubahan beban; 3) Motor akan berputar dengan kecepatan tinggi yang membahayakan apabila tanpa beban

d. **Motor Shunt**

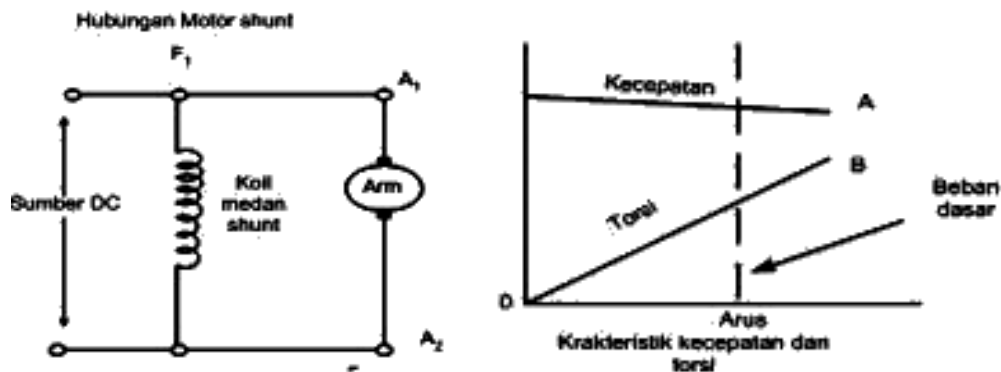
Motor *Shunt*, kumparan medannya dihubungkan paralel dengan kumparan armatur. Kumparan medan (medan *Shunt*) terdiri dari lilitan kawat yang halus untuk menghasilkan tahanan yang tinggi sehingga arus lin sebayak mungkin akan mengalir melalui armatur tersebut. Arus yang mengalir melewati kumparan medan tersebut sangat kecil karena kumparannya mempunyai banyak lilitan, maka kekuatan-kuatannya dijaga dan tetap konstan pada semua kondisi beban. Dengan demikian kecepatan putarnya akan konstan.

Saat motor *Shunt* dihidupkan, arus lin yang besar mengalir melalui armatur, seperti halnya pada motor seri. Tetapi karena kumparan medan *Shunt* mempunyai suatu tahanan yang lebih tinggi, maka arus lin yang melaluinya kecil. Oleh sebab itu, momen putar awal pada motor *Shunt* adalah sedikit lebih kecil daripada yang ada pada motor seri.

Bila kumparan medannya terbuka, kekuatan medan tersebut akan turun sampai pada suatu nilai yang rendah, yang tergantung pada magnet sisa. Sebagai akibatnya, kecepatan dan arus armatur akan naik dengan tajam, dan motor kemungkinan menjadi rusak. Umumnya, saklar *Overload* dan sikring (*fuse*) disambung seri untuk melepas sirkit bila tinggi. Motor *Shunt* cocok dipergunakan pada peralatan yang memerlukan kecepatan konstan. Seperti pompa dan kipas. Karakteristik motor *Shunt* pada umumnya adalah: 1) Memiliki kecepatan yang hampir konstan pada kondisi beban yang berbeda-beda. 2) Mempunyai momen putar awal dan momen putar yang cukup.

e. **Motor Compound**

Pada motor *Compound* digunakan dua kumparan medan. Satu kumparan medan seri dibalut dengan sedikit lilitan kawat yang tebal serta dihubungkan seri dengan kumparan armatur dan kumparan medan *Shunt* yang dibalut dengan banyak lilitan kawat yang halus serta dihubungkan paralel dengan kumparan armatur (lihat Gambar)



Gambar 18. Sirkuit Motor Compound

Kedua kumparan ini dapat digunakan untuk saling membantu atau saling berlawanan satu sama lain. Apabila kedua kumparan dimaksudkan untuk membantu satu sama lain, motornya dinamakan *Compound* kumulatif dan jika kedua kumparan tersebut dimaksudkan untuk saling berlawanan satu sama lain motornya dinamakan *Compound* diferensial. Motor *Compound* kumulatif mempunyai sifat lebih menyerupai motor seri. Motor *Compound* ini mempunyai momen putar awal yang sangat baik karena kedua kumparan medannya bekerja saling membantu satu sama lain. Karena motor tersebut mempunyai medan *Shunt* untuk mengatur kecepatannya, maka ia tidak akan terlepas apabila bebannya dilepaskan. Hal ini merupakan satu keuntungan dibandingkan dengan motor seri, sehingga *Compound* kumulatif dapat digunakan dimana beban bervariasi dari tanpa beban sampai dengan beban berat yang berlebihan.

Motor *Compound* diferensial mempunyai sifat lebih mendekati motor *Shunt*. Kedua kumparan medannya satu sama lain saling berlawanan, maka medan yang dihasilkan akan lebih kecil dibandingkan jika hanya menggunakan kumparan medan seri. Oleh sebab itu, momen putar awalnya jauh lebih rendah dari pada momen putar awal motor seri. Motor ini menghasilkan suatu putaran yang konstan pada kondisi beban berubah-ubah, tetapi jarang digunakan karena keuntungan yang dihasilkan jauh lebih kecil dibandingkan dengan motor *Shunt*.

D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN

Aktifitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi pembelajaran komponen dan fungsi alar instalasi motor? Sebutkan!
2. Bagaimana langkah-langkah peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat dimateri pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang harus dicapai oleh peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh peserta diklat bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan Lembaran Kerja (LK-20). Jika peserta diklat dapat menjawab pertanyaan di atas dengan baik, maka dapat melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktifitas 1: Memahami Simbol dan Fugsi Komponen Saklar Mekanis

Peserta diklat diminta membaca dan mengamati bahan bacaan 1. Apa yang ditemukan peserta diklat setelah mengamati komponen instalasi motor tersebut diskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah tabel LK-21 dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Jelaskan prinsip kerja saklar NO dan NC
2. Jelaskan perbedaan dan fungsi saklar SPST dengan SPDT
3. Jelaskan perbedaan dan fungsi saklar DPST dengan DPDT
4. Jelaskan perbedaan dan fungsi saklar TPST dengan TPDT
5. Jelaskan perbedaan pushbotton NO dan NC

Aktifitas 2: Memahami Simbol dan Fungsi Komponen Saklar Elektro Mekanik dan Pengaman

Bacalah dan amati komponen alat elektromekanik dan pengaman motor pada bahan bacaan 2, diskusikan dengan kelompok. Selanjutnya isilah Tabel LK-22 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan fungsi dan cara kerja kontaktor magnet!
2. Jelaskan perbedaaan TOR dan Time Delay Relay!
3. Jelaskan fungsi ELCB!

4. Jelaskan Fungsi Overload Relay!

Aktifitas 3: Klasifikasi Motor Listrik

Bacalah bacaan 3, amati klasifikasi motor-motor listrik, diskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah LK-23 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan perbedaan motor AC sinkron dengan Motor AC Induksi!
2. Jelaskan penggunaan Motor Rotor Sangkar dan Motor Rotor Lilit!
3. Motor seri banyak digunakan
4. Jelaskan perbedaan motor Shunt dengan motor Compound!

LEMBARAN KERJA KB-2

LK-20

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi pembelajaran komponen dan fungsi alar instalasi motor? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana langkah-langkah peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

3. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat dimateri pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

4. Apa kompetensi yang harus dicapai oleh peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

5. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh peserta diklat bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

LK-21

1. Jelaskan prinsip kerja saklar NO dan NC!

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan perbedaan dan fungsi saklar SPST dengan SPDT!

.....

.....

.....

.....

3. Jelaskan perbedaan dan fungsi saklar DPST dengan DPDT

.....

.....

.....

.....

4. Jelaskan perbedaan dan fungsi saklar TPST dengan TPDT

.....

.....

.....

.....

5. Jelaskan perbedaan pushbotton NO dan NC

.....

.....

.....

.....

LK-22

1. Jelaskan fungsi dan cara kerja kontaktor magnet!

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan perbedaan TOR dan Time Delay Relay!

.....

.....

.....

.....

3. Jelaskan fungsi ELCB!

.....

.....

.....

.....

4. Jelaskan Fungsi Overload Relay!

.....

.....

.....

.....

LK-23

1. Jelaskan perbedaan motor AC sinkron dengan Motor AC Induksi!

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan penggunaan Motor Rotor Sangkar dan Motor Rotor Lilit!

.....

.....

.....

.....

3. Motor seri banyak digunakan

.....

.....

.....

.....

4. Jelaskan perbedaan motor Shunt dengan motor Compound!

.....

.....

.....

.....

E. LATIHAN

1. Jelaskan perbedaan prinsip kerja saklar manual dengan saklar elektro mekanik?
2. Jelaskan kelebihan dan kekurangan antara saklar manual dengan saklar elektromekanik?
3. Jelaskan prinsip kerja TOR?
4. Jelaskan prinsip kerja time relay delay?
5. Jelaskan prinsip kerja MCB?
6. Jelaskan prinsip kerja ELCB?
7. Jelaskan prinsip kerja *timer*?

F. RANGKUMAN

1. Saklar manual ialah saklar yang berfungsi menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang dilakukan secara langsung oleh orang yang mengoperasikannya. Dengan kata lain pengoperasian saklar ini langsung oleh manusia tidak menggunakan alat bantu.
2. Kontaktor magnet atau saklar magnet ialah saklar yang bekerja berdasarkan kemagnetan. Artinya saklar ini bekerja jika ada gaya kemagnetan. Magnet berfungsi sebagai penarik dan pelepas kontak-kontak. Sebuah kontaktor harus mampu mengalirkan arus dan memutuskan arus dalam keadaan kerja normal.
3. *Thermal Overload Relay* (TOR) adalah salah satu proteksi motor dari arus yang berlebih. Bila Arus yang melewati motor terlalu besar maka motor akan rusak, oleh sebab itu TOR akan memutuskan rangkaian apabila ada arus yang melebihi batas beban.
4. *Relay timer* atau relay penunda batas waktu banyak digunakan dalam instalasi motor terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Peralatan kontrol ini dapat dikombinasikan dengan peralatan kontrol lain, contohnya dengan MC (*Magnetic Contactor*), *Thermal Over Load Relay*, dan lain-lain.
5. MCB Adalah suatu alat yang bekerja dengan cara semi otomatis, MCB dapat memutuskan rangkaian arus listrik dengan cara mekanis dan dapat juga mengamankan rangkaian arus listrik dengan cara otomatis bila terjadi hubungan singkat serta beban lebih dalam suatu rangkaian.

6. ELCB merupakan alat yang dapat menghubungkan dan memutuskan arus listrik secara otomatis atau semi otomatis, alat ini dilengkapi dengan proteksi manusia dari voltase sentuh. Alat ini bekerja dengan mendeteksi apakah ada perbedaan arus yang mengalir pada kawat listrik.
7. *Overload Relay* pada dasarnya adalah proteksi untuk beban lebih yaitu untuk memberikan perlindungan dan proteksi dari kerusakan akibat pembebanan lebih.
8. Motor merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi listrik yang dapat digunakan dapat berupa arus bolak-balik (AC) atau arus searah (DC), tergantung jenis motornya. didalam; unit pembangkit motor arus bolak-balik (motor AC) sangat umum digunakan

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Belajar 2 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan menjelaskan komponen-komponen instalasi pengontrolan motor, yaitu:

1. Titik kontak
2. Saklar manual dan *push button*
3. kontaktor
4. *Thermal Overload Relay*
5. *Time Delay Relay*
6. MCB dan ELCB
7. Lampu indikator dan *timer*
8. Motor listrik.

Hal ini bisa dilihat dengan tingkat penguasaan peserta diklat dalam menjawab soal-soal latihan yang diberikan pada kegiatan belajar ini. Tingkat penguasaan peserta diklat terhadap materi diperoleh dengan membandingkan jawabannya dengan kunci jawaban yang tersedia.

Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan formulasi berikut 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 $\geq 75\%$, Anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya. Apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 75%, Anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

Kegiatan Pembelajaran 3

MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN DAN ALAT INSTALASI PENGONTROLAN MOTOR LISTRIK STANDAR PUIL/SNI

A. TUJUAN

Setelah mempelajari materi Kegiatan Pembelajaran 3 diharapkan guru/peserta diklat mengetahui dan mampu mengidentifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik berdasarkan standar PUIL 2011/ SNI. 0255. Dengan demikian, guru/peserta diklat dapat mengidentifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik dengan benar, serta aman bagi manusia dan harta benda dalam pembelajaran dengan sebaik-baiknya.

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Setelah selesai mempelajari materi yang pada bagian ini diharapkan guru/peserta diklat dapat mengidentifikasi komponen instalasi pengontrolan motor, antara lain:

1. Pengasutan motor tiga fase
2. Proteksi motor
3. Pengontrolan operasi motor

C. URAIAN MATERI

BAHAN BACAAN 1: Pengasutan Motor Induksi

1. Prinsip 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:

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

Sesuai dengan perkembangan teknologi yang memicu perkembangan industri, cara atau sistem pengontrolan itu terus berkembang. Maka dari caranya dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. Pengontrolan cara manual (*manual control*)
- b. Pengontrolan semi-otomatis (*semi-automatic control*)
- c. Pengontrolan otomatis (*automatic control*)
- d. Pengontrolan terprogram (*programable controller*)

Dalam mengoperasikan motor listrik, agar dapat berfungsi andal dan terhindar dari gangguan dan kerusakan, dan terjamin keselamatan terhadap bahaya sengatan listrik, maka setiap instalasi motor-motor listrik dilengkapi dengan peralatan proteksi. Yaitu proteksi beban lebih, pentanahan, dan hubung singkat. Motor induksi (*Asynchronous motor*) secara luas banyak digunakan di fasilitas industri dan bangunan besar. Rancangan dan perawatannya sederhana, dapat disesuaikan pada berbagai aplikasi di lapangan dan pengoperasiannya ekonomis. Ini sangat menguntungkan sebagai solusi pengendali motor induksi pada sisi harga dan kualitas.

Karakteristik motor induksi tiga-fasa adalah arus bebannya tinggi pada sumber voltase dengan *Direct-On-Line starting*. Menghasilkan arus *start* dan lonjakan yang tinggi jika diaplikasikan pada voltase penuh, akan mengakibatkan penurunan voltase sumber dan pengaruh transien torsi pada sistem mekanik.

Sistem pengoprasian motor dilakukan pada saat *start*, *running* dan *Stop*. Keberhasilan suatu pengoperasian sebuah motor listrik bukan saja ditentukan pada “ *Running Performance* ” motor, tetapi juga juga ditentukan oleh “ *Starting Performance* ”

Pemilihan metoda *starting* banyak dipengaruhi oleh beberapa factor seperti kapasitas daya motor/keperluan arus *starting*, torsi *starting*, kecepatan, jenis atau tipe motor dan macam-macam beban yang digerakkan oleh motor tersebut.

Starting Motor induksi rotor sangkar dapat dilakukan antara lain :

- a. *Direct on line* (DOL)

Starting dengan metoda ini menggunakan voltase jala-jala/line penuh yang dihubungkan langsung ke terminal motor melalui rangkaian pengendali mekanik atau dengan relay kontaktor magnet.

b. *Star Delta*

Star awal dilakukan dalam hubungan bintang dan kemudian motor beroperasi normal dalam hubungan delta. Pengendalian bintang ke delta dapat dilakukan dengan sakelar mekanik Y / Δ atau dengan relay/kontaktor magnet.

c. *Starting Dengan Menggunakan Tahanan Primer (Primary Resistance)*

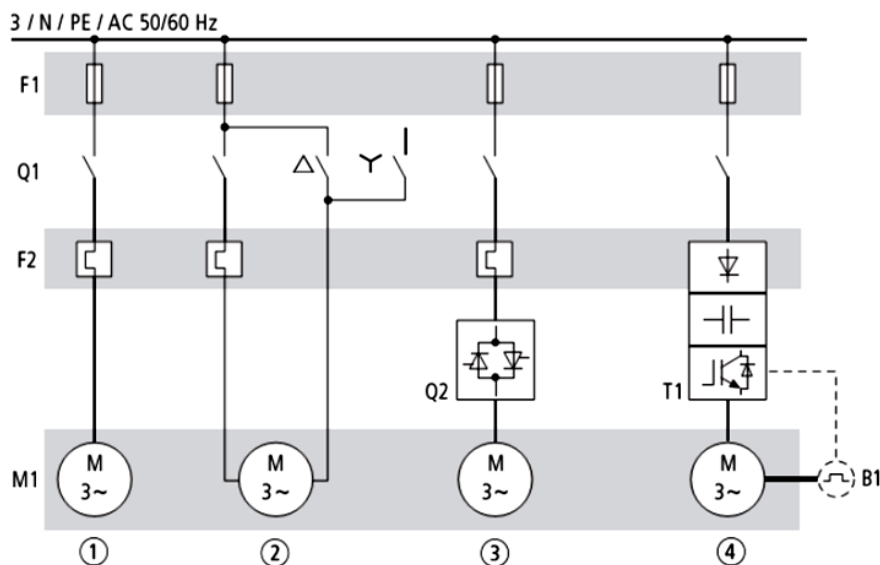
Starting dengan metoda ini adalah dengan menggunakan tahanan primer untuk menurunkan voltase yang masuk ke motor.

d. *Auto Transformer*

Starting dengan metoda ini adalah dengan menghubungkan motor pada tap voltase sekunder auto transformer terendah dan bertahap dinaikkan hingga mencapai kecepatan nominal motor dan motor terhubung langsung pada voltase penuh/voltase nominal motor.

e. *Motor Slip ring/Rotor lilit.*

Untuk motor rotor lilit (*Slip ring*) *starting* motor dilakukan dengan metoda pengaturan rintangan rotor (*Secondary Resistor*). Motor beroperasi normal pada rotor dalam hubungan bintang.



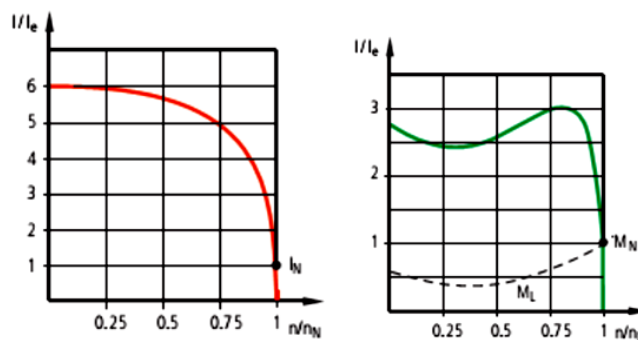
Gambar 19. Metoda Motor Starting.

- 1) *Direct-On-Line* motor starting.
- 2) *Start-delta* (bintang-segitiga) motor starting.
- 3) *Soft starter* (Q2), motor starter kontinyu dan bertahap, alternatif secara elektronik sebagai pengganti *Start-delta* (bintang-segitiga) motor starting.
- 4) *Variable Frequency Drivers* atau *inverter* sebagai pengendali kecepatan motor dan terintegrasi dengan proteksi motor secara elektronik.

2. Pengasutan Langsung (*Direct on line/DOL starter*)

Karakteristik umum:

- Arus *starting*: 4 sampai 8 kali arus nominal
- Torsi *starting*: 0,5 sampai 1,5 kali torsi nominal
- Kriteria pemakaian:
 - 3 terminal motor, daya rendah sampai menengah
 - Arus *starting* tinggi dan terjadi drop voltase
 - Peralatan sederhana
- Waktu total yang diperlukan untuk DOL *Starting* direkomendasikan tidak lebih dari 10 detik



Gambar 20. Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan.

Harga torsi dan arus pada saat *starting* dapat ditentukan dari persamaan berikut:

Daya = Torsi x kecepatan sudut

= $T \times \omega$watt

Jika $\omega = 2 \pi.Ns$, maka daya masukan motor (P_1)

$P_1 = 2 \pi.Ns.T$ atau $= K.T$

Perbandingan torsi *starting* dengan torsi beban penuh kalau

$$\frac{I_{St}}{T_f} = X^2 . a^2 . s_f$$

Contoh:

Jika motor listrik 3 fase arus *starting*nya 7 kali arus beban penuh dan *slip* motor pada beban penuh 4 % *distarting* pada voltase normal dengan DOL *starter*. Tentukan harga Torsi *Starting* ?

Diketahui: $I_{ST} = I_{SC} = 7 I_f$

$S_f = 4 \% = 0,04$

Ditanyakan $T_{st} = ?$

Penyelesaian :

Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa jika motor *distarting* langsung ke jala-jala (DOL), mengambil arus *starting* 7 kali arus beban penuh, makatorsi *starting* akan sama dengan 1,96 kali torsi beban penuh.

$$\begin{aligned}\frac{T_{ST}}{T_f} &= \left(\frac{I_{ST}}{I_f}\right)^2 \cdot S \\ &= \left(\frac{7 \cdot I_f}{I_f}\right)^2 \times 0,04^2 \times 0,04 \\ &= 7^2 \times 0,04\end{aligned}$$

$$T_{st} = 1,96 \cdot T_f$$

Pada awal pengasutan (*starting*), dimana voltase GGL kumparan stator dan kumparan rotor belum terbangkit, maka voltase sumber hanya melayani kumparan motor saja. Dimana putaran rotor $n_r=0$ dan *slip*=1 kuat arus yang mengalir sebesar:

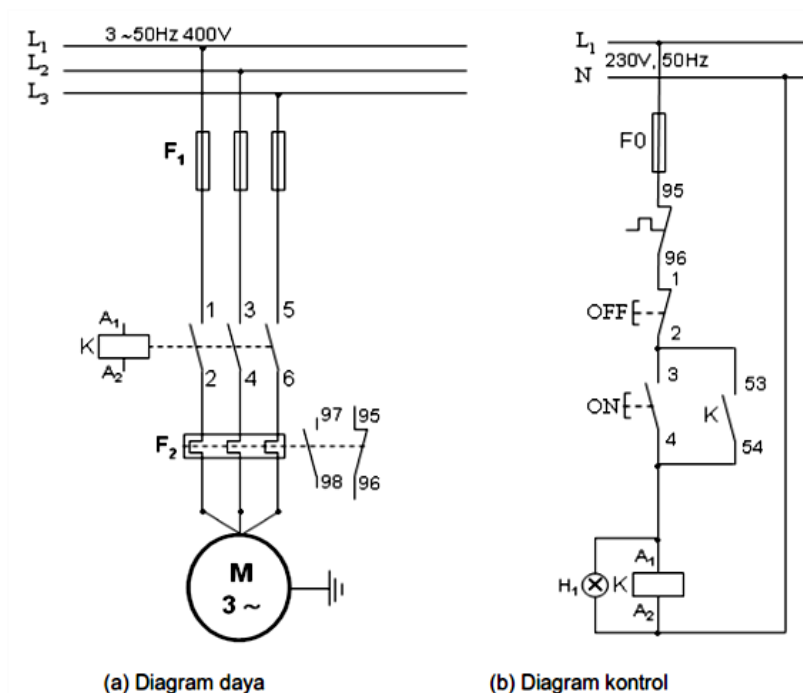
$$I_r = \frac{V}{R_1 + \frac{R_2}{s} + jX_T}$$

Karena $n_r=0$ dan *slip* $s=1$, maka persamaan di atas dapat ditulis:

$$I_{rst} = \frac{V}{(R_1 + R_2) + jX_T}$$

I_{rst} adalah arus pengasutan (*starting*) dengan mengabaikan arus pemagnetan I_ϕ yang sangat kecil besarnya. Maka arus *starting* motor induksi sangat besar dibanding arus nominalnya, tergantung pada tipe motor, maka arus *starting* dapat mencapai 6-7 kali arus normal.

Pengasutan secara langsung DOL (*direct on line*) akan menarik arus sangat besar dari jaringan ($\pm$ 6-7 kali arus normal), dan torsi pengasutan 0,5-1,5 x torsi nominal. Rangkaian kontrol pengasutan motor secara DOL dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 21. Rangkaian Pengontrolan Motor

Apabila motor induksi direkomendasikan diasut DOL, waktu pengasutan singkat, tidak lebih dari 10 detik dan kapasitas BHP motor maksimum 5kW. Pengasutan DOL dapat direkomendasikan dengan kapasitas motor hingga 0,5 -1MW apabila waktu asut ≤ 5 detik dan persediaan daya pada *feeder* cukup, dimana waktu t dan besaran kuat arus *starting* motor tidak melampau tripping alat proteksi.

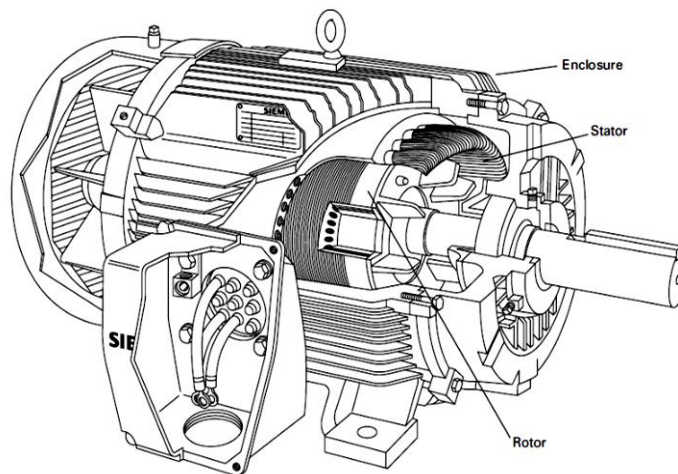
3. Kontruksi Motor Induksi Tiga Phasa

Motor induksi terdiri dari dua bagian utama:

- Bagian yang tetap, disebut Stator
- Bagian yang bergerak, disebut Rotor

Dilihat dari konstruksi rotor motor induksi ada dua jenis:

- Motor rotor sangkar rangkaian rotor nya dihubung singkat.
- Motor cicincin luncur (*Slip ring motor*), mempunyai rotor lilit



Gambar 22. Kontruksi Motor Induksi

Stator terdiri dari tiga bagian utama yaitu:

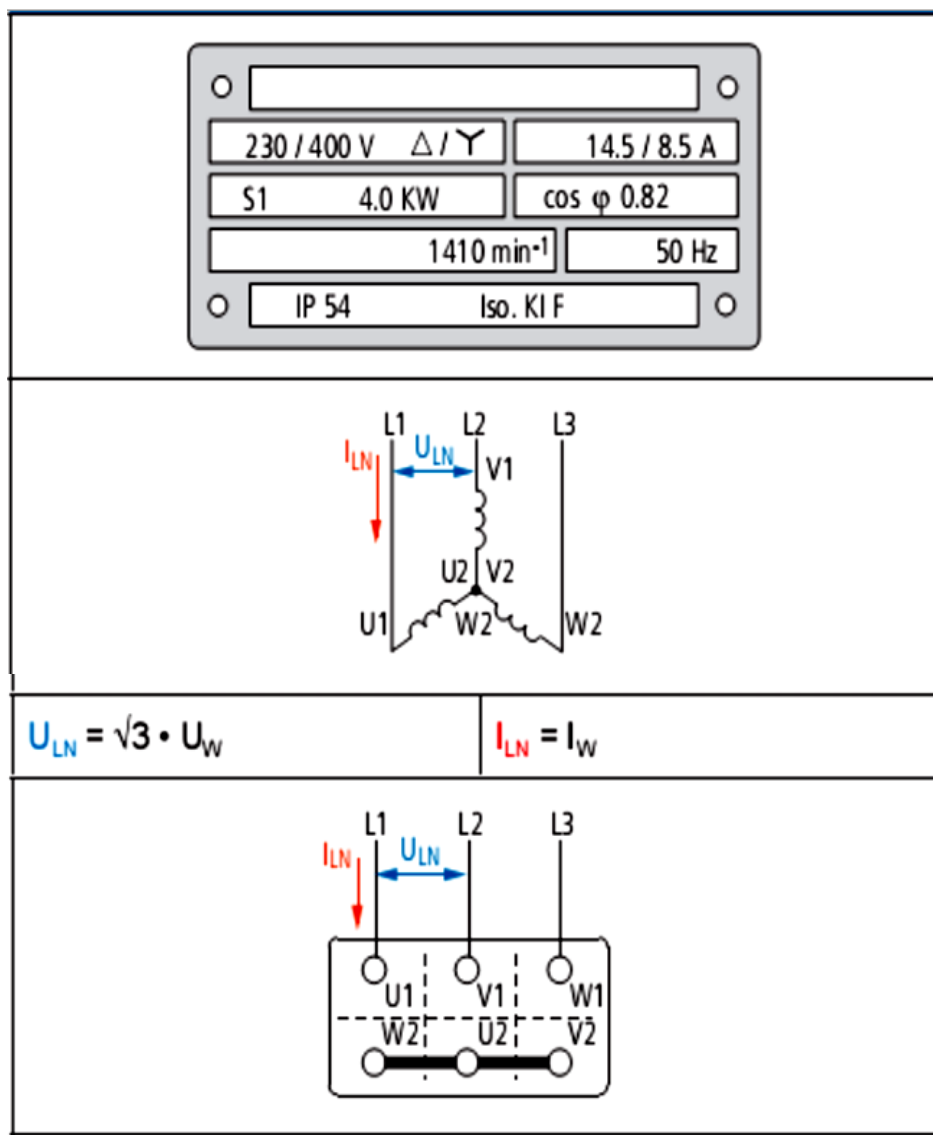
- Rangka, adalah rangka tuang atau baja tuang
- Inti stator yang berupa lembaran baja khusus yang dilaminasi untuk mengurangi kerugian inti dari arus pusar (*Eddy current*) dan dipres langsung pada rangka, inti stator dibuat alur-alur pada bagian dalam yang melingkar untuk menempatkan belitan/kumparan stator
- Belitan stator terdiri tiga belitan yang identik dengan belitan fase dan ditempatkan pada 120 derajat listrik disekeliling stator. Masing-masing belitan terdiri dari sejumlah kumparan yang dihubungkan seri dan menghasilkan jumlah kutub per fase yang dibutuhkan, Gambar di atas, memperlihatkan konstruksi stator dan rotor sangkar. Gambar di bawah, memperlihatkan pelat nama motor induksi menampilkan informasi penting yang diperlukan untuk pemilihan dan aplikasi.

SIEMENS									
PE•21 PLUS™					PREMIUM EFFICIENCY				
ORD.NO.	1LA02864SE41				E. NO.				
TYPE	RGZESD				FRAME	286T			
H. P.	30.00				SERVICE FACTOR	1.15			3 PH
AMPS	34.9				VOLTS	460			
R.P.M.	1765				HERTZ	60			
DUTY	CONT				40°C AMB.			DATE CODE	
CLASS INSUL	F	NEMA DESIGN	B	K.V.A. CODE	G	NEMA NOM. EFF.	93.6		
SH. END BRG.	50BC03JPP3				OPP. END BRG.	50BC03JPP3			
MILL AND CHEMICAL DUTY QUALITY INDUCTION MOTOR									
Siemens Energy & Automation, Inc. Little Rock, AR								MADE IN U.S.A.	

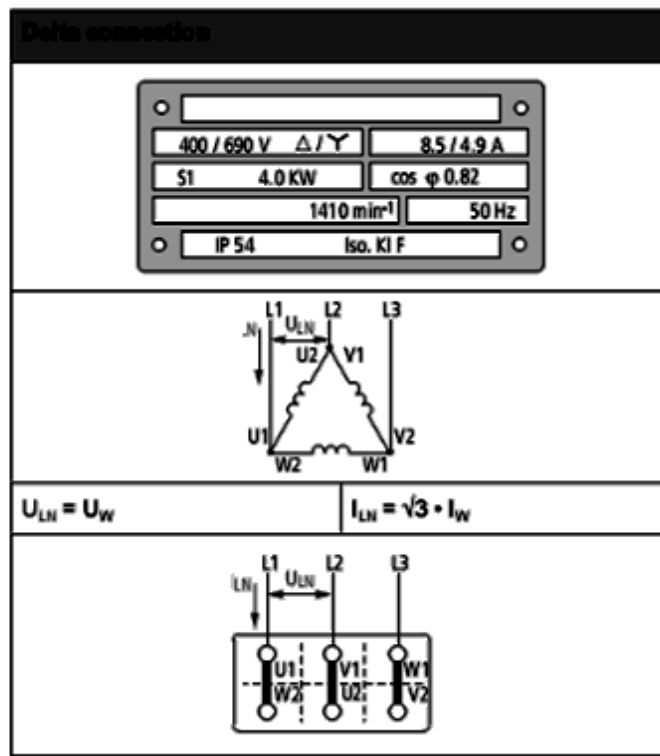
Gambar 23 Pelat Nama Motor Induksi

4. Hubungan motor induksi tiga-fasa

Jika motor induksi tiga-fasa dihubungkan ke sumber voltase, data pada pelat nama motor harus disesuaikan dengan sumber voltase dan frekuensinya. Hubungan diimplementasikan melalui enam terminal (versi standar) pada kotak terminal motor dan perbedaannya antara dua jenis rangkaian, hubungan bintang dan hubungan segitiga. Contoh untuk sumber voltase tiga fasa 400 Volt, 50 Hz (lihat gambar di bawah).



Gambar 24 Hubungan Bintang



Gambar 25. Hubungan Segitiga.

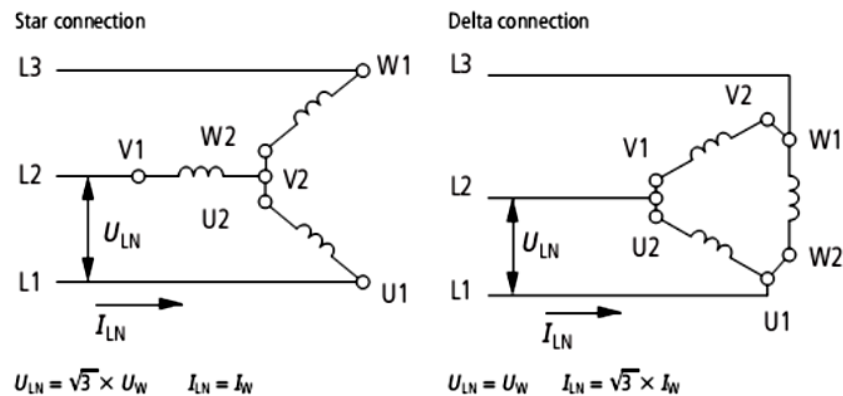
Secara umum, keadaan motor tiga-fasa ditentukan pada standar (DIN/VDE 0530, IEC/EN 60034). Bagaimanapun juga rancangan pabrikasi sangat dominan. Contoh, yang ada di pasaran untuk daya output motor yang kecil (<4 kW) secara khusus digunakan pada pompa dan kipas, kadang-kadang kita temukan motor tanpa kotak terminal. Disini kumparan dihubungkan dibagian dalam motor dan hanya tiga konduktor yang dapat dihubungkan untuk voltase tertentu.

5. Pengasutan bintang-segitiga (Motor Starting Star-Delta)

Metoda *starting* Y-Δ banyak digunakan untuk menjalankan motor induksi rotor sangkar yang mempunyai daya di atas 5 kW (atau sekitar 7 HP). Untuk menjalankan motor dapat dipilih *starter* yang umum dipakai antara lain: saklar rotari Y-Δ, saklar khusus Y- Δ atau dapat juga menggunakan beberapa kontaktor magnet beserta kelengkapannya yang dirancang khusus untuk rangkaian *starter* Y-Δ.

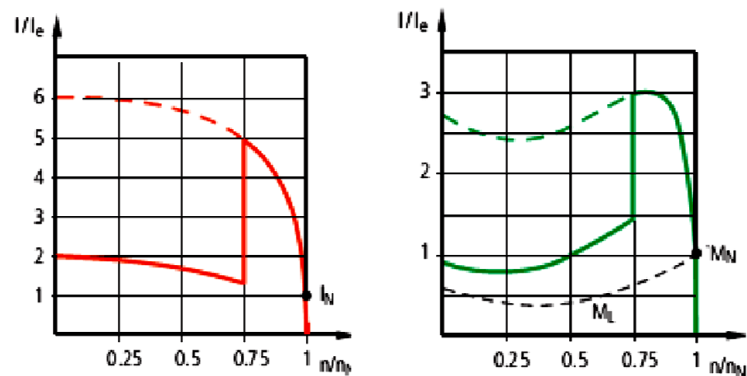
Perlu diingat jika pada name plat motor tertulis 220/380 V, sedangkan voltase jala-jala yang tersedia sumber 3 fase 380 V, maka motor tersebut hanya boleh dihubungkan bintang (Y) artinya motor berjalan normal pada hubungan bintang

pada voltase 380 V. Motor tersebut dapat dilakukan *starting* Y-Δ. Apabila dihubungkan pada voltase jala 3 fase 220 V.



Gambar 26. Perbandingan Voltase Hubungan Bintang (Y) dan Segitiga

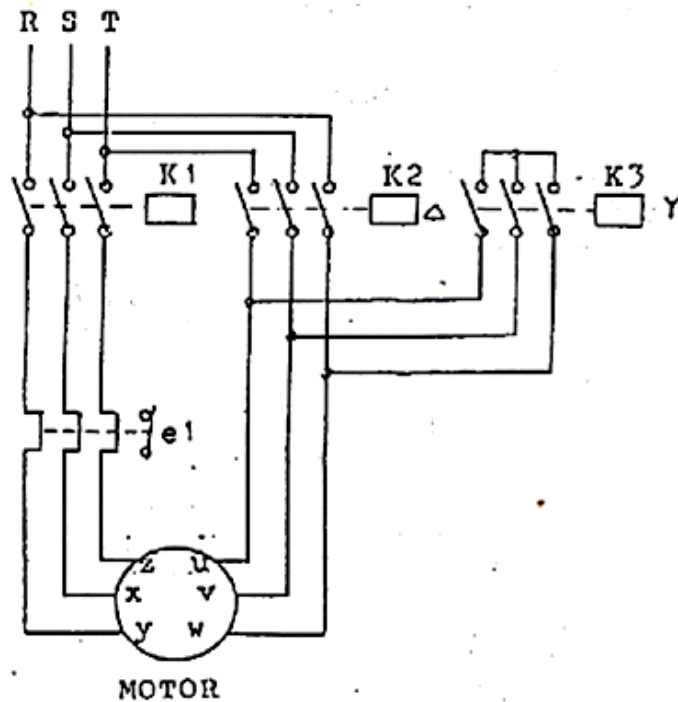
(Δ)



Gambar 27. Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan.

Karakteristik Umum:

- Arus *start* 1,8 sampai 2,6 kali arus nominal
- Torsi *start* 0,5 kali torsi nominal
- Kriteria pemakaian :
 - 6 terminal motor
 - Torsi puncak pada perubahan star ke delta



Gambar 28. Motor *Starting* Bintang-Segitiga.

Perbandingan arus *start* bintang-segitiga

$$I_{stY} = \frac{V/\sqrt{3}}{Z \text{ fasa}} = \frac{\text{tegangan fasa}}{Z \text{ fasa}}$$

$$I_{st\Delta} = \frac{V}{Z \text{ fasa}} \cdot \sqrt{3}$$

$$\frac{I_{stY}}{I_{st\Delta}} = \frac{V/\sqrt{3}}{Z \text{ fasa}} \times \frac{Z \text{ fasa}}{V \cdot \sqrt{3}}$$

$$\frac{I_{stY}}{I_{st\Delta}} = \frac{1}{3}$$

Dari hasil rumus di atas dapat dilihat bahwa besar arus pada hubungan bintang adalah 1/3 kali arus jika motor dihubungkan segitiga.

6. Pengasutan dengan Tahanan Primer (*Primary Resistance*).

Starting dengan menggunakan tahanan primer adalah suatu cara menurunkan voltase yang masuk ke motor melalui tahanan yang disebut tahanan primer karena tahanan ini terhubung pada sisi stator. Hal ini menggunakan prinsip voltase jatuh sehingga berlaku persamaan :

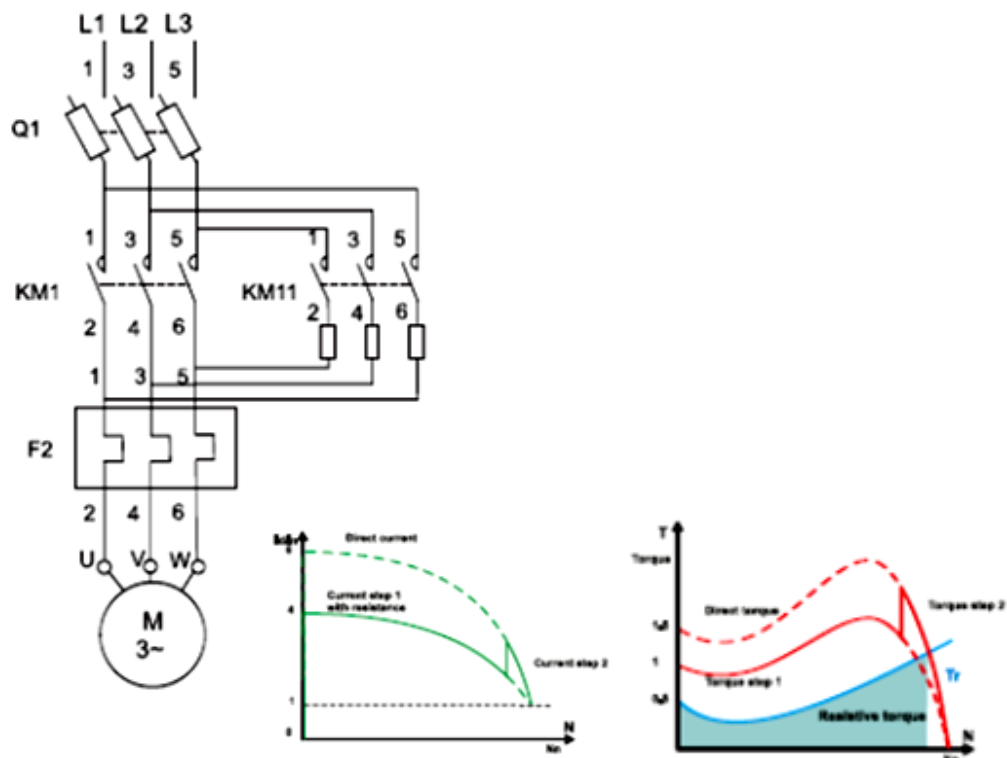
$$I_{start} = X I_{sc} \text{ dan } T_{start} = X^2 T_{sc}$$

$$\frac{T_{start}}{T_f} = \left(\frac{I_{start}}{I_f} \right)^2 \cdot S_f$$

$$= \left(\frac{X I_{sc}}{I_f} \right)^2 \cdot S_f$$

$$= X^2 \left(\frac{I_{sc}}{I_f} \right)^2 \cdot S_f$$

$$= X^2 \cdot a^2 \cdot S_f$$



Gambar 29 Starter dengan Tahanan Primer (*Primary Resistance Starter*).

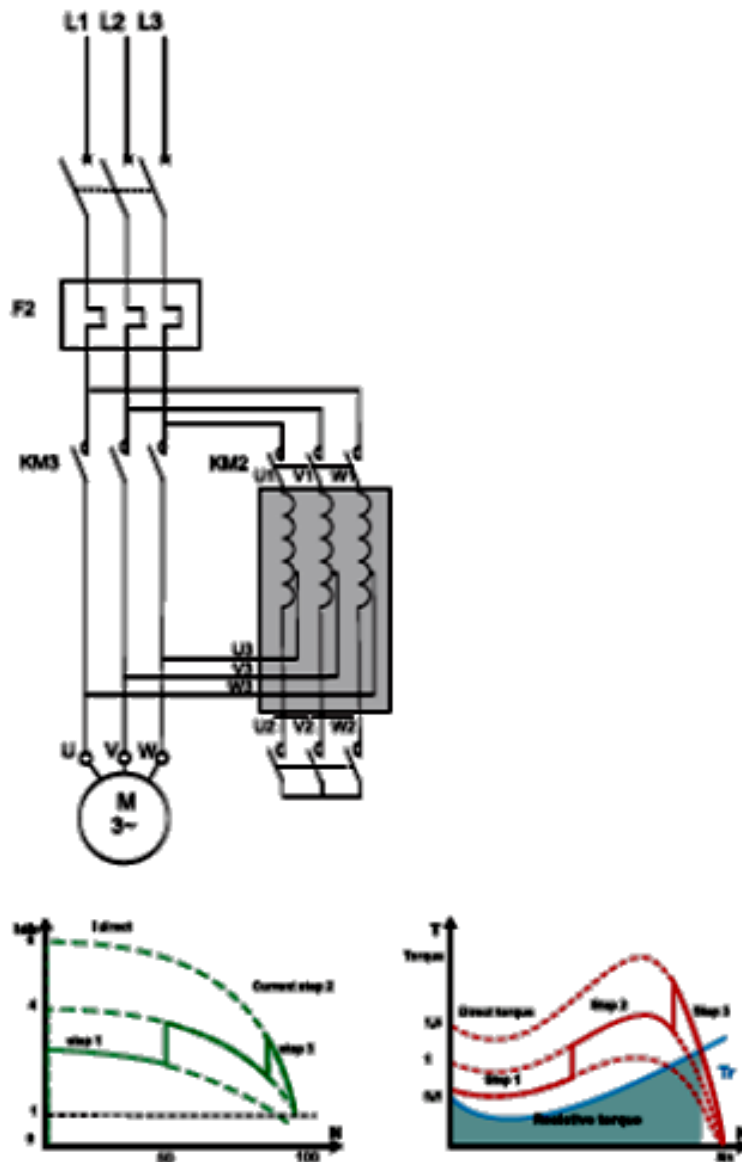
Perbandingan torsi dengan torsi beban penuh :

$$\frac{I_{St}}{T_f} = X^2 \cdot a^2 \cdot S_f$$

Penggunaan metoda *starting* ini banyak digunakan untuk motor-motor kecil.

7. Pengasutan dengan Auto transformer (*Auto Transformer Starting*)

Starting dengan cara ini adalah dengan menghubungkan motor pada tahapan voltase sekunder auto transformer terendah. Setelah beberapa saat motor dipercepat, transformator diputuskan dari rangkaian dan motor terhubung langsung pada voltase penuh.



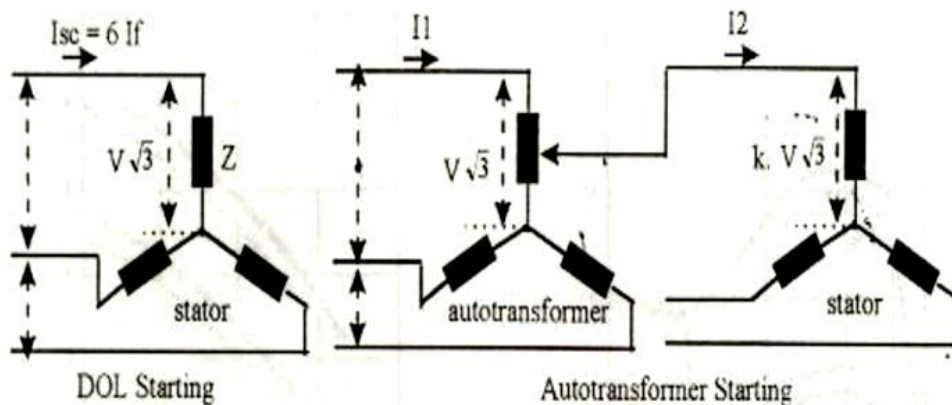
Gambar 30. Starter dengan Auto-Transformer

Transformator dibuat dari sejumlah tahapan voltase sekunder yang biasanya 83%, 67 % dan 50 % dari voltase primer. Jika perbandingan tahapan voltase = k , maka fase tap 67 % $k = 0,67$. Ini berarti bahwa voltase pada motor akan sama dengan kali voltase jaring atau sama dengan $k \cdot V$ volt

Arus yang diambil motor akan menjadi k kali bila motor tersebut *distarting* langsung ke jala-jala (DOL *starting*) yang sama dengan I_l . Dengan mengabaikan arus magnetisasi transformator, arus primer yang diambil sama dengan kali arus sekunder yang sama dengan $k^2 I_l$. Jadi K^2 adalah penurunan arus aktual motor jika *distarting* dengan auto transformer *starting*.

Sebagai contoh :

Jika motor *distart* langsung ke jala-jala mengambil arus 600 % kali arus beban penuh. Pada tap 67 %, arus pada terminal motor akan sama dengan 400 %, akan tetapi arus primer pada waktu *starting* akan sama dengan k kali 400 % atau sama dengan 267 % dari arus beban penuh ini adalah arus yang diambil dari sistem suplay.



Gambar 31. Diagram Hubungan Arus dan Voltase pada DOL Starting dan Auto Transformer starting.

Torsi *starting* sebanding dengan kuadrat arus motor. Pada tap dengan perbandingan voltase k , torsi akan menjadi k^2 kali torsi *starting* yang dihasilkan pada waktu motor *distarting* langsung ke jala-jala. Pada tap 67 %, torsi *starting* akan menjadi 67 % kuadrat atau sama dengan 45 % dari harga torsi DOL.

Keuntungan dari metoda *starting* ini adalah voltase motor pada saat *distart* pada kondisi torsi yang telah besar daripada metoda *starting* dengan tahanan primer (*Primary Resistance starting*), pada penurunan voltase yang sama dan arus jaringan yang sama.

8. Pengasutan dengan Pengaturan Tahanan Rotor

Metoda lain untuk menurunkan arus *starting* (I_2) adalah dengan menggunakan tahanan (R) yang dihubungkan pada rangkaian rotor. *Starting* ini hanya dapat dipakai untuk motor induksi motor rotor lilit (motor *slip ring*), sedangkan untuk motor induksi rotor sangkar hal ini tidak bisa dilakukan.

Motor induksi rotor lilit juga disebut motor induksi cincin geser (*slipring*), rotornya mempunyai lilitan yang dihubungkan ke tahanan luar. Pada waktu *starting*, motor dihubungkan dengan tahanan (*Rheostat*) dengan harga R yang maksimum. Setelah motor *running*, maka *Rheostat* dihubung singkat.

Pada saat motor diam $slip = 1$

Jadi $f_2 = f_1$

$$\text{Arus motor } I_2 = \frac{E_2}{Z_2} = \frac{E_2}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}}$$

Pada saat rotor bergerak harga $slip$ mulai berkurang dari $slip = 1$ sampai pada suatu harga $slip$ beban penuh.

Perubahan $slip$:

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

$$n_r \cdot r_r = S \cdot n_s$$

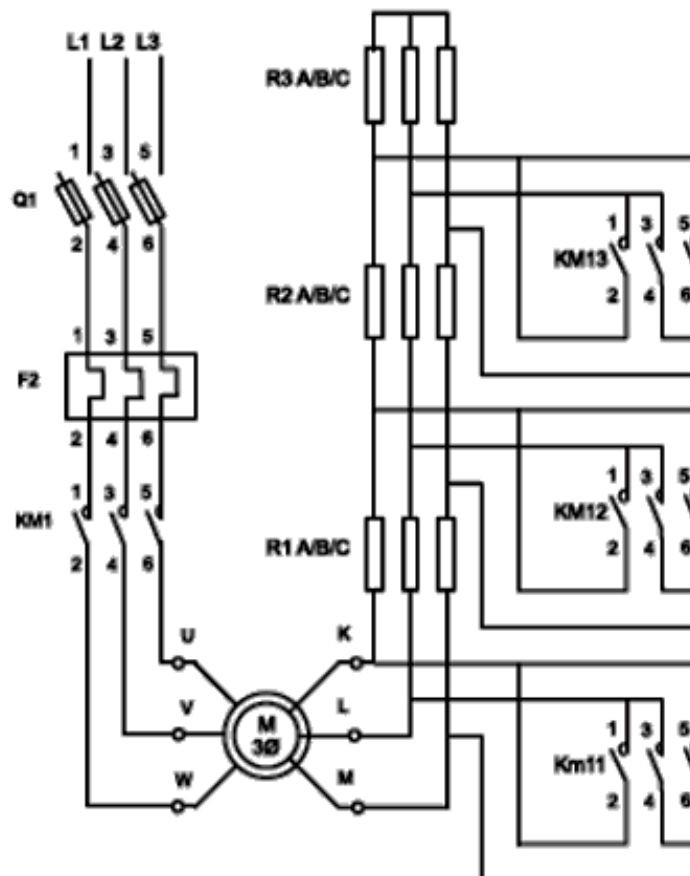
$$n_r = n_s - S \cdot n_s$$

$$n_r = n_s (1 - S)$$

$$n_r = \frac{120 f}{p} (1 - S)$$

sewaktu diam, reaktansinya $X_2 = 2 \pi f_2 L_2 = 2 \pi f L_2 = X_2$

Pada saat berputar, reaktansinya $X = 2 \pi f_2 s L_2 = 2 \pi F_2 L_2 = s \cdot X_2$



Gambar 32. Pengaturan Tahanan Rotor.

Contoh soal :

Motor induksi 4 kutub dipasang pada jala-jala dengan frekuensi $f = 50$ Hz, putaran motor = 1455 rpm. Hitung beban *slip* dan f_z ?

$$n_r = \frac{120 f}{p} (1 - S)$$

$$1445 = \frac{6000}{4} (1 - S)$$

$$1445 = 1500(1 - s)$$

$$S = \frac{1500 - 1445}{1500}$$

$$\text{Slip } S = 0,03$$

$$f_z = S \cdot f$$

$$= 0,03 \times 50$$

$$\text{frekuensi rotor } f_z = 1,5 \text{ Hz}$$

BAHAN BACAAN 2: Proteksi Motor

1. Persyaratan Proteksi

Persyaratan tentang instalasi listrik di Indonesia adalah Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yang diterbitkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI), yang telah disesuaikan dengan *International Electrotechnical Commission (IEC)*. Persyaratan proteksi tentang instalasi pada PUIL meliputi bahaya kejut, sentuh langsung maupun tak langsung, pembumian, efek termal, arus lebih, dan lain sebagainya.

Berkenaan dengan instalasi motor listrik, pasal-pasal pentingnya adalah; pasal 3.4.6 tentang *IP (International Protection)*, yang melindungi motor dari benda padat dan benda cair. Dimana pada pelat nama motor tercantum *IP*.

2. Peralatan Proteksi

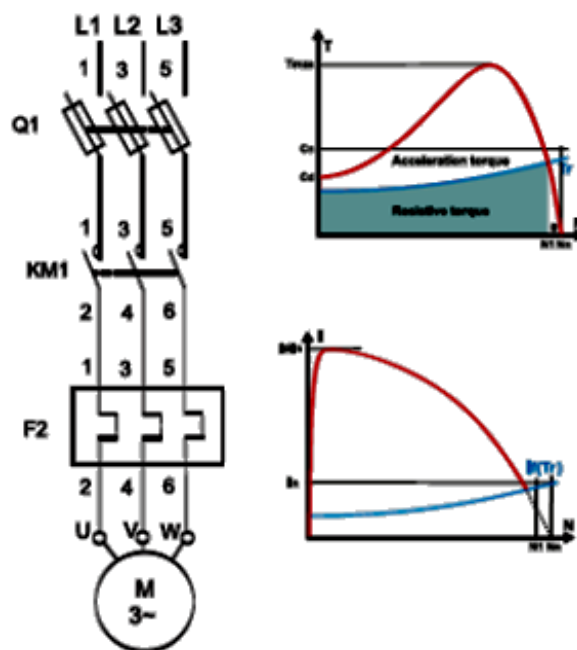
Proteksi untuk instalasi pengontrolan motor listrik secara umum meliputi proteksi:

- a. Hubung singkat
- b. Arus lebih
- c. Sambar Petir
- d. Voltase lebih

Komponen-komponen peralatan proteksi instalasi pengontrolan motor antara lain sekering (1 fase dan fase), MCB, Kontaktor, TOR, TOL. Selain sebagai alat proteksi juga berfungsi sebagai saklar pemutus.

3. Proteksi Beban Lebih Motor

Memproteksi operasi motor terhadap gangguan dan kerusakan, pada rangkaian kontrolnya diterapkan peralatan proteksi. Keandalan kinerja proteksi sangat menentukan perlindungan motor terhadap gangguan. Rangkaian pengontrolan motor dengan dua kecepatan dan dua arah putaran yang dilengkapi dengan alat-alat Proteksi TOL dan sekring atau MCB.



Gambar 33. Sistem Proteksi Pengontrolan Motor

Gambar di atas, sistem proteksi pengontrolan motor mempunyai dua alat proteksi, dimana masing-masing akan memproteksi arus yang berbeda, maka batas penyetelan pemutusan arus tidak sama besar.

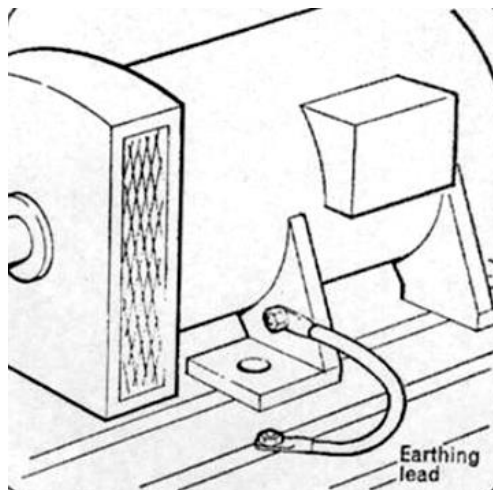
Proteksi dari sumber voltase dengan sekering, baik untuk rangkaian daya maupun untuk rangkaian kontrol. Fungsi sekering dapat diganti dengan MCB, lihat gambar di atas. Keandalan TOL (*thermal over load*) sebagai alat proteksi adalah besaran arus proteksi dapat disetel mengacu kepada arus nominal motor. Besaran arus TOL yang disetel adalah 110-120% dari arus nominal motor. Sebagai contoh: suatu motor mempunyai arus nominal sebesar 9A, maka batas pemutusan arus disetel. Penyetelan pemutusan arus $TOL = 110\% \times 9 \text{ A} = 10\text{A}$ untuk alat proteksi lainnya seperti MCB, batas pemutusan arusnya tidak dapat disetel. Untuk menentukan nominal arus MCB sebagai proteksi rangkaian adalah minimum 120% dari kuat arus rangkaian yang diproteksi, misalnya beban motor.

Kontaktor-kontaktor magnet dari gambar di atas, selain sebagai saklar, juga berfungsi sebagai **proteksi voltase nol**. Dimana bila ke kumparannya tidak bervoltase, maka kontaktor akan memutuskan hubungan ke beban. Hal ini akan terjadi apabila sistem kontrol tersambar petir.

Koordinasi waktu *tripping* alat-alat proteksi dari gambar di atas, harus tepat, dimana waktu pemutusan TOL harus lebih singkat dari waktu pemutusan sekering, terutama saat terjadi gangguan hubung singkat.

4. Pembumian Motor

Sistem pentanahan suatu motor listrik seperti diperlihatkan pada gambar di bawah, adalah peralatan proteksi motor terhadap voltase sentuh dan sambaran petir.



Gambar 34. Konduktor Pentanahan Motor

Apabila baut pengikat konduktor pentanahan dari gambar atas, tidak terikat kencang akan terjadi pengapian saat badan motor tersentuh voltase yang disebabkan oleh kegagalan isolasi motor atau motor disambar petir. Akibat ikatan baut pentanahan tidak sempurna mengakibatkan resistansi pentanahan tambah besar, apabila badan motor tersentuh voltase seperti tersebut di atas dan badan motor itu disentuh manusia, maka voltase pentanahan yang tidak baik akan mengalirkan arus melalui tubuh manusia yang besarannya dapat berakibatkan fatal.

Oleh sebab itu, periksa konduktor pentanahan motor, terutama kekencangan ikatan sambungan konduktor seperti terlihat pada gambar atas. Pentanahan yang baik besarnya tahanan maksimum adalah $0,8 \Omega$.

BAHAN BACAAN 3: Pengontrolan Operasi Motor

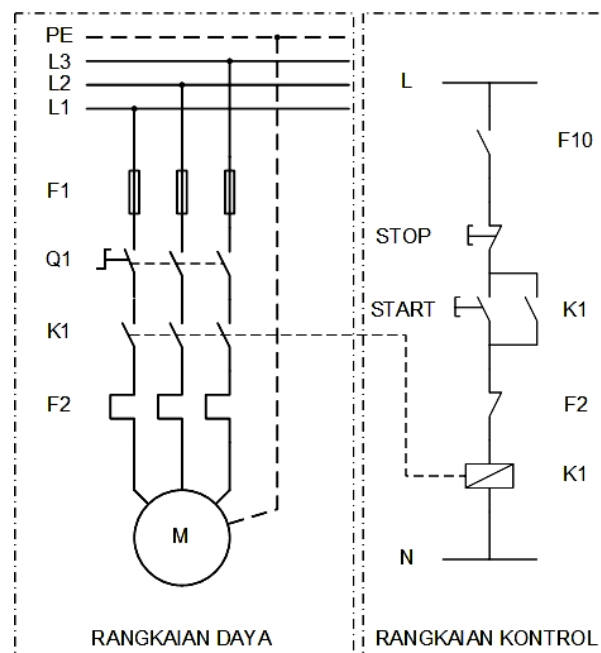
Dalam pelaksanaan membangun rangkaian pengontrolan motor di bengkel atau laboratorium, keselamatan dan kesehatan kerja harus dipatuhi, dimana langkah-langkah kerja yang telah ditetapkan harus ditaati, tindakan ceroboh akan berakibat:

1. Pelaksana pekerjaan dapat menanggung bahaya resiko sengatan listrik.
2. Membahayakan bagi orang yang berada di sekitar kejadian resiko.
3. Merusak peralatan laboratorium/bengkel.

Penggambaran pengontrolan setiap motor terdiri dari diagram daya dan diagram kontrol. Berikut ini akan dijelaskan rangkaian diagram kontrol dan daya, seperti:

1. Pengontrolan Motor dengan DOL

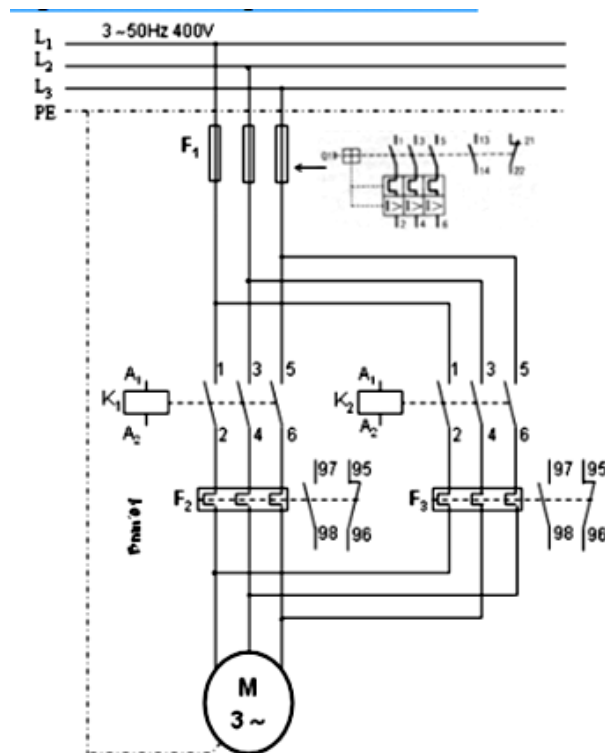
Apabila tersedia voltase untuk rangkaian daya dan rangkaian kontrol, tekan tombol ON, kontaktor K akan bekerja, akan menyala dan motor akan bekerja. Setelah tekanan ke tombol ON dilepas, tombol ON kembali keposisi NO, rangkaian kontrol tetap bekerja, karena fungsi Tombol ON diambil alih oleh kontak NO nomor 53-54 kontaktor K (saklar pengunci). Apabila arus ke motor naik melampaui arus penyetelan TOL F_2 , maka TOL F_2 akan bekerja yang mengubah posisi kontak-kontak relainya.



Gambar 35 Rangkaian Kontrol dan Daya DOL

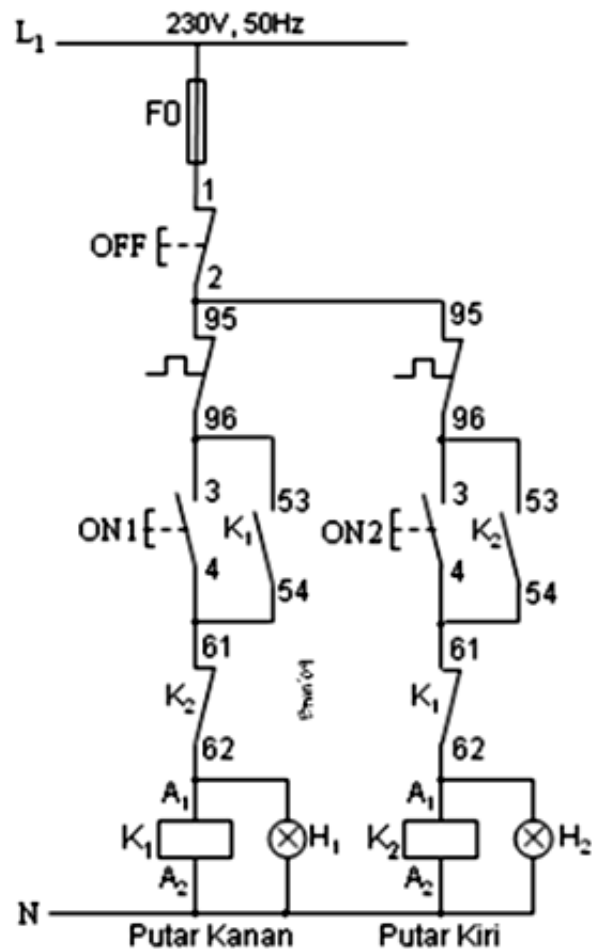
Kontak relai TOL F_2 nomor 95-96 berubah posisi dari NC ke posisi terbuka. Akibatnya hubungan rangkaian kontrol sumber voltase terputus dan system pengontrolan motor berhenti beroperasi. Apabila hal ini terjadi, periksa dan analisa gangguan yang mungkin terjadi terhadap sistem operasi motor. Untuk mengembalikan sistem kontrol ke posisi semula adalah dengan menekan *ESET* agar kontak relai nomor 95-96 kembali ke posisi semula (NC). Untuk menghentikan motor adalah dengan menekan tombol *OFF*.

2. Pengontrolan Motor dengan Dua Arah Putaran



Gambar 36. Diagram Daya Motor Dua Arah Putaran

Dengan membalik polaritas voltase input ke stator motor induksi 3 fase maka medan putar yang dihasilkannya juga berubah arah. Karena putaran rotor searah dengan medan putar stator, oleh sebab itu dengan mengubah polaritas voltase input maka putaran rotor juga berubah arah. Pada gambar diagram daya dan gambar diagram kontrol diperlihatkan suatu pengontrolan motor tiga fase dengan dua arah putaran (*reverse-forward*).



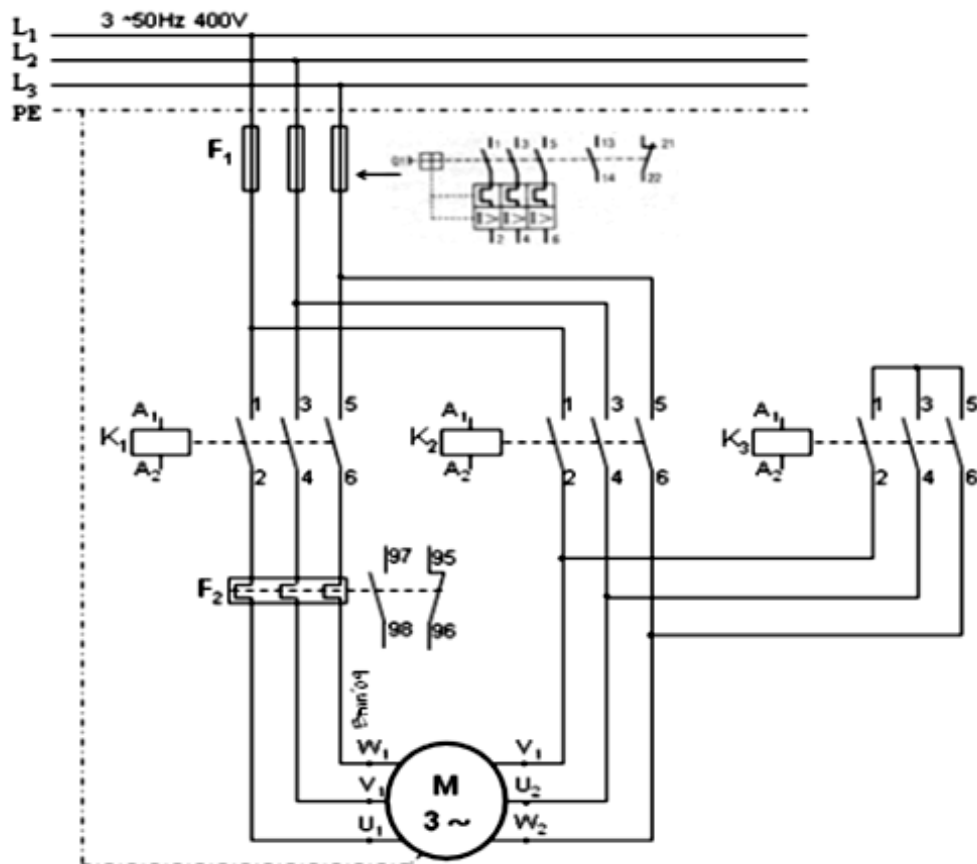
Gambar 37. Diagram Kontrol Motor Dua Arah Putaran

Dengan menekan tombol ON1 di tekan dari gambar di atas, akibatnya kontaktor K_1 bekerja dan lampu H_1 menyala maka motor berputar searah jarum jam. Kemudian tombol ON2 ditekan, kontaktor K_2 tidak bekerja karena kontak 61- 62 kontaktor K_1 posisi terbuka. Untuk merubah arah putaran motor ke arah yang berlawanan dengan jarum jam, sistem harus distop terlebih dahulu dengan menekan tombol OFF. Kemudian tekan tombol ON2, motor akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam. Demikian sebaliknya kontaktor K_1 tidak dapat bekerja walau tombol ON1 ditekan. Untuk keandalan proteksi motor dari gambar di atas, dilengkapi dengan dua buah TOL, yaitu F_2 dan F_3 . Batas arus penyetelan antara F_2 dan F_3 harus sama, bila sifat dan besar pembebanan motor berbeda arah putaran tetap sama.

Pemindahan penekanan antara tombol ON1 dan ON2 harus dengan jeda waktu setelah putaran motor telah berhenti.

3. Pengontrolan Motor dengan Pengasut Y-Δ

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

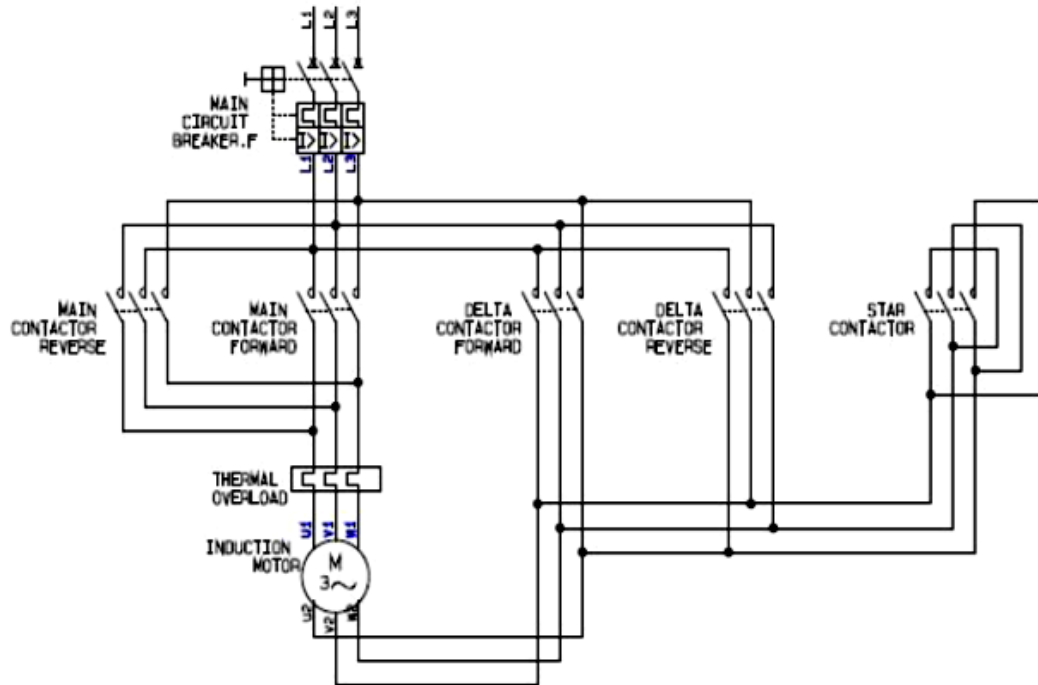


Gambar 38. Diagram Daya Motor Diasut Y-Δ.



Lakukan pencatatan arus *starting* pada awal pengasutan dan ukur voltase fase motor saat tersambung Y dan tersambung Δ . Mengapa voltase lebih kecil saat sambung Y dibanding setelah tersambung Δ ? Berikan alasan anda dan catat. Catat arus *starting* pada awal pengasutan dan ukur voltase fase motor saat tersambung Y dan tersambung Δ . Mengapa voltase lebih kecil saat sambung

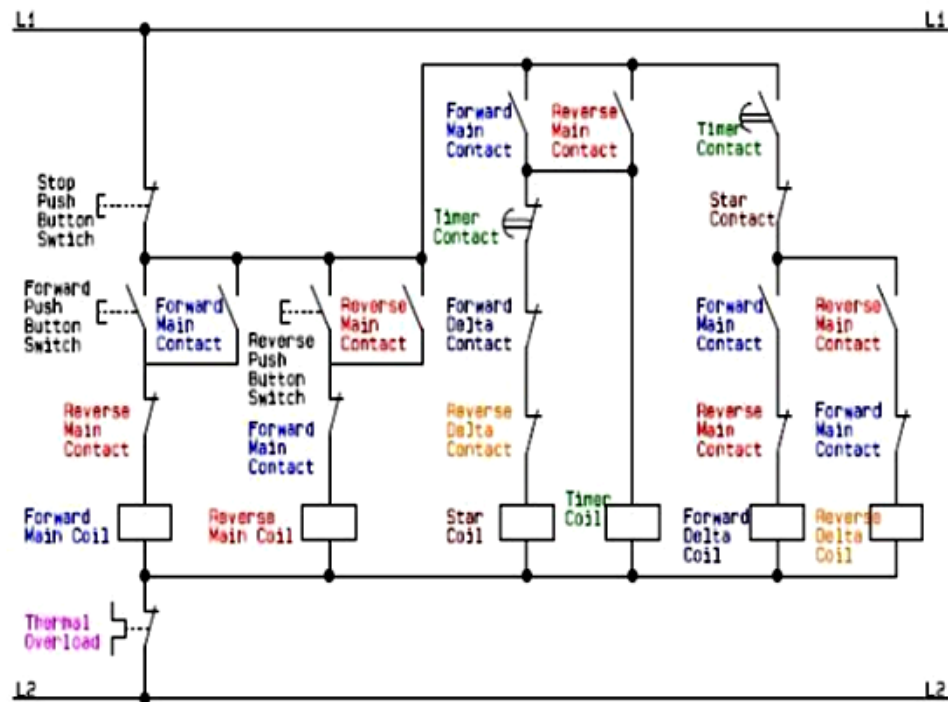
Y dibanding setelah tersambung Δ ? Berikan alasan anda dan catat.



Gambar 40. Diagram Daya Motor Dengan Dua Arah yang Diasut Y- Δ .

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

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



Gambar 41. Diagram Kontrol Motor Dengan Dua Arah yang Diasut Y-Δ



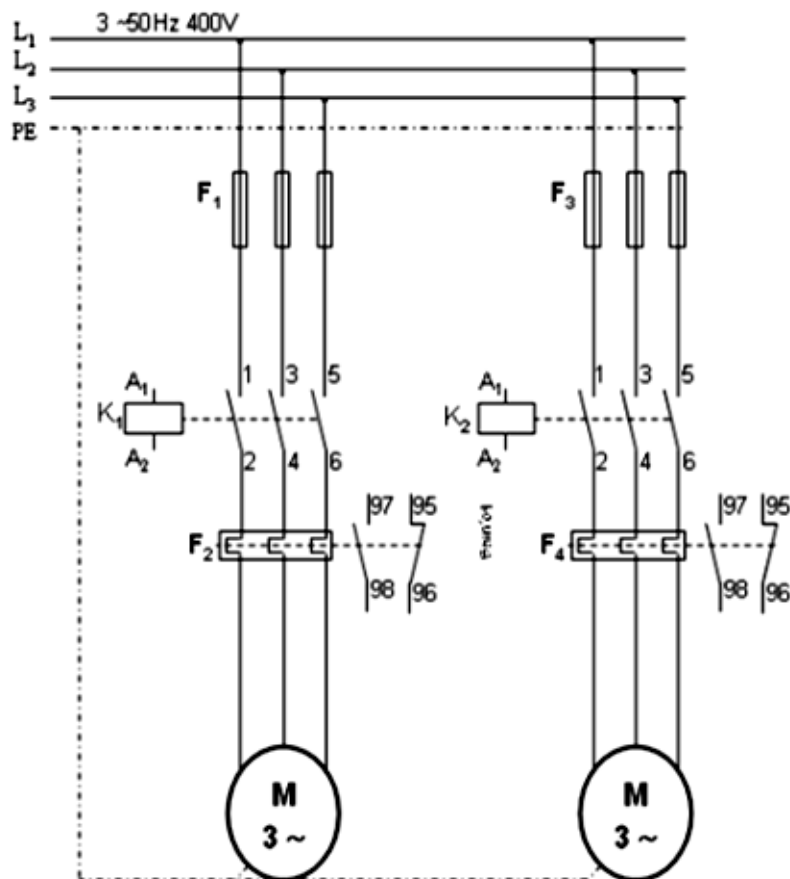
Gambar 42. Pengawatan Peralatan Kontrol Motor Induksi Tiga Fase dengan Pengasutan Y-Δ.

4. Pengontrolan Motor Berurutan

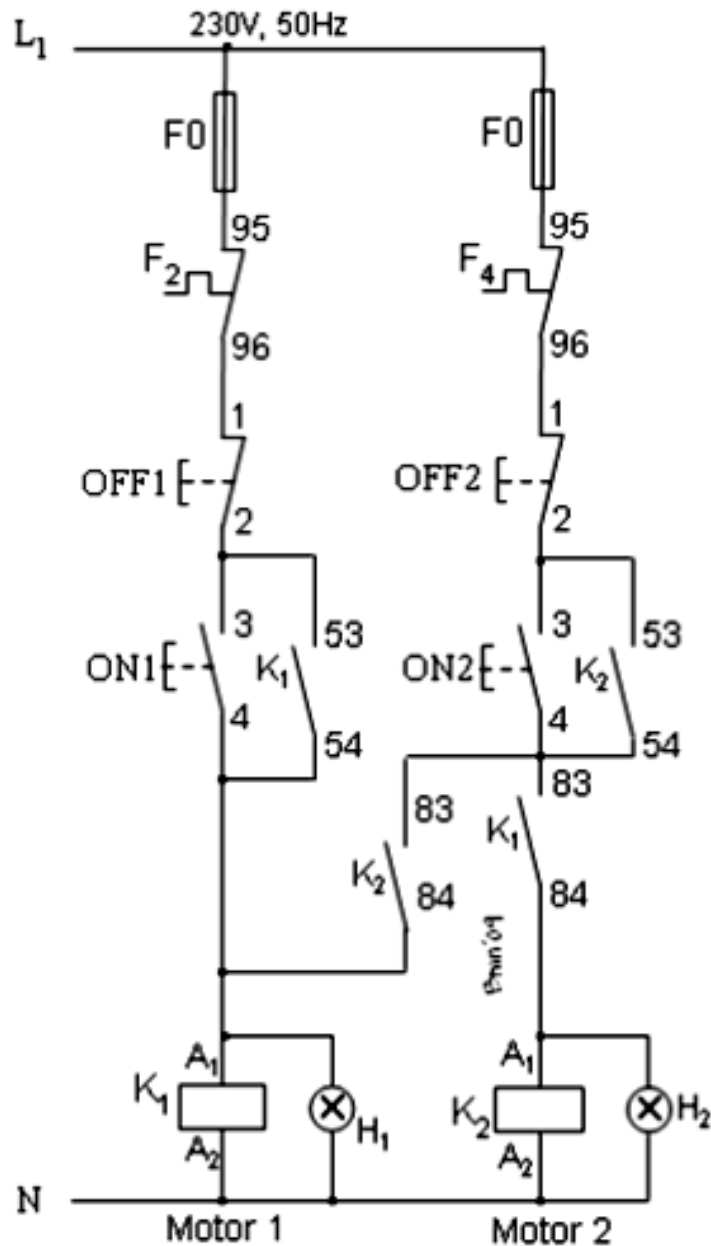
Dalam mengontrol operasi motor berurutan ada dua buah motor atau lebih yang diterapkan. Cara mengoperasikan beberapa motor harus dilaksanakan berurutan satu sama lain dari motor-motor tersebut. Diterapkan umumnya pada konveyor pembawa material produksi. Dimana proses urutan *starting* motor adalah dimulai

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 berikut.

Kinerja rangkaian rangkaian motor berurutan ini: Pada gambar daya berurutan, ada dua buah motor 1 dan motor 2. Pada star awal harus dimulai dari motor 1 (motor 2 tidak bisa distar sebelum motor 1 beroperasi) dengan menekan tombol ON1 dari gambar diagram kontrol berurutan. 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 di bawah, selanjutnya menstop motor 1 beroperasi.



Gambar 43. Diagram Daya Motor Berurutan



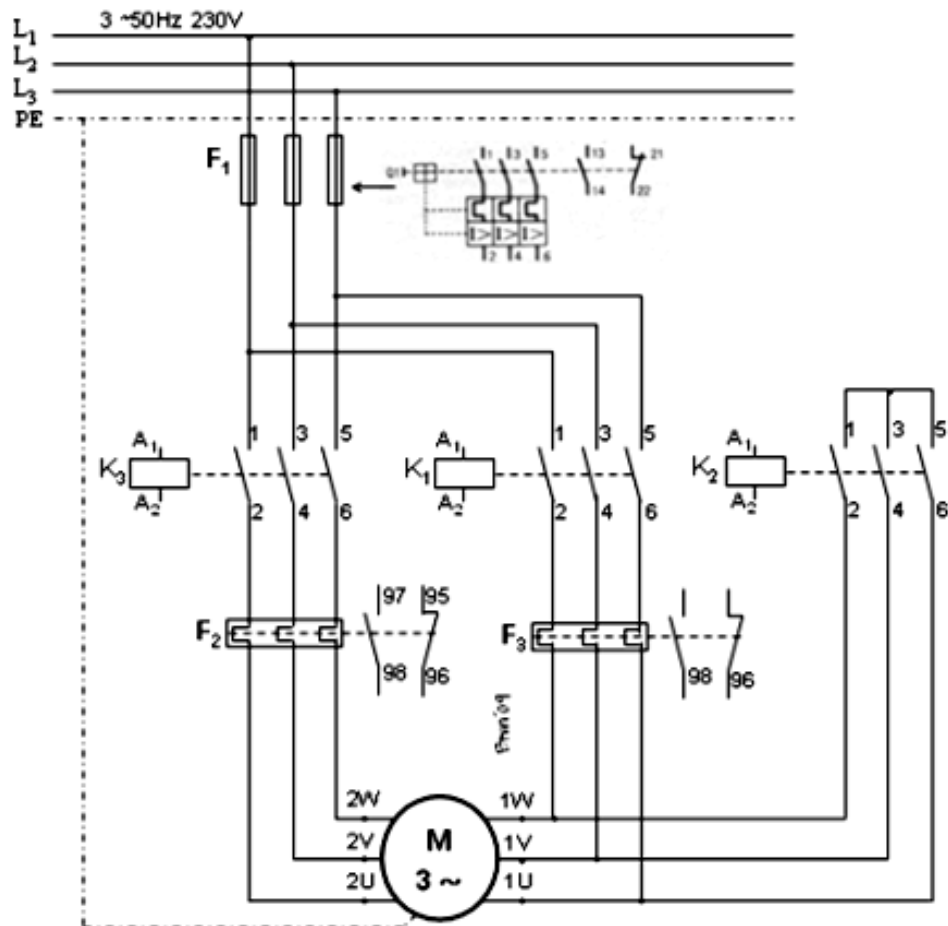
Gambar 44. Diagram Kontrol Motor Berurutan

5. Pengontrolan Kecepatan Putaran Motor

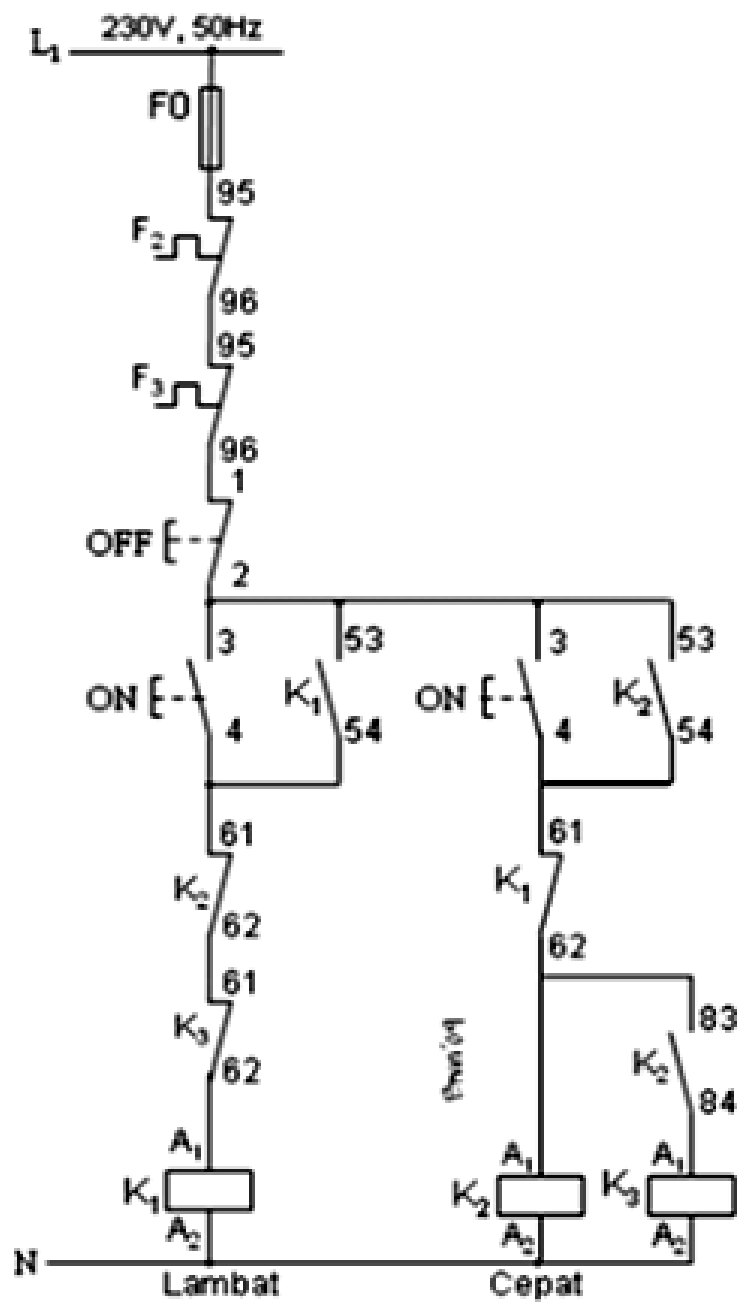
Mengatur kecepatan putar motor induksi berbasis pada rumus $n = \frac{120 \cdot f}{p}$, yang dilakukan dengan mengatur jumlah kutub atau besaran frekuensi, motor yang dapat diatur jumlah kutubnya salah satunya adalah motor dahlander. Pengaturan kecepatan putar motor induksi dengan mengatur jumlah kutub-kutubnya.

Kinerja rangkaian kontrol kecepatan putaran motor: Motor yang mempunyai dua kecepatan putar. Melalui pengontrolan motor, dapat diatur putarannya pada 1440

rpm atau 2800 rpm. Anda dapat mengatur kecepatan putar dengan menekan tombol ON1 atau ON2.



Gambar 45. Diagram Daya Motor Dahlander



Gambar 46. Diagram Kontrol Motor Dahlander

2. Bagaimana langkah-langkah peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat dimateri pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang harus dicapai oleh peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh peserta diklat bahwa dia telah mencapai kompetesnsi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan Lembaran Kerja (LK-30). Jika peserta diklat dapat menjawab pertanyaan di atas dengan baik, maka dapat melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktifitas 1: Memahami Pengasutan Motor 3 Fase

Peserta diklat diminta membaca dan mengamati bahan bacaan 1. Apa yang ditemukan peserta diklat setelah mengamati Komponen Pengasutan motor 3 Fase tersebut didiskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah tabel LK-31 dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Jelaskan 3 fungsi bagian pengontrolan motor!
2. Jelaskan faktor yang harus dipertimbangkan bila pengasutan motor secara langsung!
3. Jelaskan persyaratan Pengasutan Motor Bintang-segitiga!
4. Jelaskan tujuan Pengasutan Motor dengan Tahanan Primer!
5. Jelaskan persyaratan pengasutan Motor dengan Pengaturan tahanan rotari!

Aktifitas 2: Memahami Simbol dan Fungsi Komponen Saklar Elektro Mekanik Dan Pengaman

Bacalah dan amati komponen proteksi Motor pada bahan bacaan 2, diskusikan dengan kelompok. Selanjutnya isilah Tabel LK-32 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan peralatan proteksi yang digunakan untuk hubungan singkat!
2. Jelaskan peralatan proteksi yang digunakan untuk arus lebih!
3. Jelaskan peralatan proteksi yang digunakan untuk sambar Petir!
4. Jelaskan peralatan proteksi yang digunakan untuk voltase lebih!

Aktifitas 3: Klasifikasi Motor Listrik

Bacalah bacaan 3, amati pengontrolan operasi motor, diskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah LK-33 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan perbedaan diagram daya dan diagram kontrol pada pengontrolan motor!
2. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor dengan DOL!
3. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor dengan 2 putaran!
4. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor dengan bintang-segitiga!
5. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor berurutan!

LEMBARAN KERJA KB-3

LK-30

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi pembelajaran Pengasutan Motor 3 Fase? Sebutkan!

.....

.....

.....

2. Bagaimana langkah-langkah peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

3. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat dimateri pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

4. Apa kompetensi yang harus dicapai oleh peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

5. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh peserta diklat bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

LK-31

1. Jelaskan 3 fungsi bagian pengontrolan motor!

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

2. Jelaskan faktor yang harus dipertimbangkan bila pengasutan motor secara langsung!

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

3. Jelaskan persyaratan Pengasutan Motor Bintang-segitiga!

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

4. Jelaskan tujuan Pengasutan Motor dengan Tahanan Primer!

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

5. Jelaskan persyaratan pengasutan Motor dengan Pengaturan tahanan rotari!

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

LK-33

1. Jelaskan perbedaan diagram daya dan diagram kontrol pada pengontrolan motor!

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor dengan DOL!

.....

.....

.....

.....

3. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor dengan 2 arah putaran!

.....

.....

.....

.....

4. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor dengan bintang-segitiga!

.....

.....

.....

.....

5. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor berurutan!

.....

.....

.....

.....

E. LATIHAN

1. Jelaskan kelemahan dan kelebihan pengasutan langsung!
2. Jelaskan alasan penggunaan pengasutan motor Y A!
3. Jelaskan alasan penggunaan pengasutan tahanan primer!
4. Jelaskan alasan penggunaan pengasutan auto transformer!
5. Jelaskan maksud pengontrolan motor dengan dua arah putaran!
6. Jelaskan maksud pengontrolan motor berurutan!

F. RANGKUMAN

1. Sistem pengoperasian motor dilakukan pada saat *start*, *running* dan *Stop*. Keberhasilan suatu pengoperasian sebuah motor listrik bukan saja ditentukan pada "*Running Performance*" motor, tetapi juga juga ditentukan oleh "*Starting Performance*"
2. Pemilihan metoda *starting* banyak dipengaruhi oleh beberapa factor seperti kapasitas daya motor/keperluan arus *starting*, torsi *starting*, kecepatan, jenis atau tipe motor dan macam-macam beban yang digerakkan oleh motor tersebut.
3. Apabila motor induksi direkomendasikan diasut DOL, waktu pengasutan singkat, tidak lebih dari 10 detik dan kapasitas BHP motor maksimum 5kW. Atau pengasutan DOL dapat direkomendasikan dengan kapasitas motor hingga 0,5 -1MW apabila waktu asut ≤ 5 detik dan persediaan daya pada *feeder* cukup, dimana waktu t dan besaran kuat arus *starting* motor tidak melampau tripping alat proteksi.
4. Jenis pengasutan motor antara lain: Pengasutan langsung (DOL), pengasutan, dengan tahanan primer, pengasutan dengan auto transformator, dan Pengasutan dengan pengaturan rotor.
5. Pengontrolan motor terdiri dari, pengontrolan motor dengan DOL, pengontrolan motor dengan dua arah putaran, pengontrolan motor dengan pengasut, pengontrolan motor berurutan.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Belajar 3 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan menjelaskan yaitu:

1. Pengasutan motor tiga fase

2. Proteksi motor
3. Pengontrolan operasi motor

Hal ini bisa dilihat dengan tingkat penguasaan peserta diklat dalam menjawab soal-soal latihan yang diberikan pada kegiatan belajar ini. Tingkat penguasaan peserta diklat terhadap materi diperoleh dengan membandingkan jawabannya dengan kunci jawaban yang tersedia.

Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan formulasi berikut 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 $\geq 75\%$, Anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya. Apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 75%, Anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

Kegiatan Pembelajaran 4

MENENTUKAN JENIS DAN BESARAN NOMINAL PENGAMAN INSTALASI MOTOR LISTRIK STANDAR PUIL/SNI

A. TUJUAN

Setelah mempelajari materi Kegiatan pembelajaran 4 diharapkan guru/peserta diklat mengetahui dan menentukan jenis dan besaran nominal pengaman instalasi motor listrik berdasarkan standar PUIL 2011/ SNI. 0255. Dengan demikian, guru/peserta diklat dapat menentukan jenis dan besaran nominal pengaman instalasi motor listrik dengan benar, serta aman bagi manusia dan harta benda dalam pembelajaran dengan sebaik-baiknya.

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Setelah selesai mempelajari materi yang pada bagian ini diharapkan guru/peserta diklat dapat memahami dan menjelaskan:

1. Motor Listrik
2. Pengaman starting motor listrik
3. Pengaman pada pengontrolan motor listrik
4. Jenis dan besaran pengaman pengontrolan motor listrik
5. Besaran pengaman hubungan pendek dan sirkit utama serta cabang instalasi motor.

C. MATERI AJAR

Bahan Bacaan 1: Pengaman Instalasi Motor Listrik

1. Motor Listrik

Motor listrik adalah suatu alat yang dapat merubah energi listrik menjadi energi gerak. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo.

a. Prinsip Kerja Motor Listrik

Apabila motor dialiri arus listrik maka akan dibangkitkan dua buah medan magnet: pertama pada bagian motor yang tidak bergerak dan yang kedua pada

bagian tengah inti (*center core*), yang berputar bebas. Reaksi Yang terjadi diantara dua buah magnet ini menimbulkan suatu tenaga bolak-balik yang dinamakan momen putar (*torque*) pada poros motor, yang menyebabkan motor berputar dan bekerja.

b. Bagian-bagian dari motor listrik adalah:

1) Stator

Stator adalah bagian dari motor listrik yang tidak dapat bergerak. Stator terdiri dari rumah dengan alur alur yang di buat dari pelat pelat yang di pejalakan berikut tutupnya.

2) Rotor

Rotor adalah bagian dari motor listrik yang dapat bergerak. Bentuk rotor motor induksi, yaitu terdiri dari pelat pelat yang di pejalakan berbentuk silinder. Di sekeliling terdapat alur alur kemudian di tempatkan batang batang kawat. Batang kawat tersebut biasanya di buat dari tembaga, bagian bagian ini adalah bagian yang bergerak.

Selain dari dua komponen di atas bagian dari motor listrik yang lainnya adalah:

- 1) Celah udara adalah jarak antara kedudukan stator dengan rotor.
- 2) Terminal adalah titik penyambungan sumber tenaga dengan ujung ujung kumparan motor.
- 3) Bearing adalah bantalan AS motor.
- 4) Badan motor adalah tempat lilitan stator.
- 5) *Slip ring* adalah penghubung antara tahanan asut dengan kumparan motor (khusus rotor lilit).
- 6) Kipas terpasang pada rotor (AS motor) sebagai media pendingin saat motor beroperasi.
- 7) Tutup motor (Body) adalah pelindung motor dari lingkungan.

Motor listrik yang umum digunakan di dunia Industri adalah motor listrik asinkron, dengan dua standar global yakni IEC dan NEMA. Motor asinkron IEC berbasis metrik (milimeter), sedangkan motor listrik NEMA berbasis imperial (inch), dalam aplikasi ada satuan daya dalam horsepower (hp) maupun kiloWatt (kW).

2. Sistem Pengaman Motor Listrik

Sistem pengaman motor listrik dipasang untuk melindungi motor listrik yang sedang bekerja dari kerusakan akibat beban lebih (*Overload*), arus lebih (*over*

current), *over voltage*, dan kadang-kadang adanya tegangan hilang (*fase failure*) maka di perlukan pengaman motor yang memadai.

Terjadinya gangguan pada motor induksi tiga fase adalah karena sering dioperasikan melebihi kapasitas yang dimiliki oleh motor dan kurangnya perawatan secara berkala oleh operator atau teknisi disebuah industri. Timbulah kerusakan yang mengakibatkan kegagalan operasi dari motor. Gangguan-gangguan tersebut segera di tanggulangi dengan cara memutuskan sumber 3 fase oleh kontaktor.

Standar yang digunakan untuk tegangan yang tak seimbang (*unbalance voltage*) ANSI Std C 84.1-1989, gangguan *Overload* sesuai dengan protektor relay, sedangkan toleransi *over voltage* sebesar -5 % dan + 10 %, untuk gangguan kehilangan fase (*fase failure*) dideteksi dari adanya sambungan sumber tiga fase yang hilang. Berikut dijelaskan batasan standar tegangan tak seimbang dari berbagai standar.

Tabel 2. Standar Unbalance Voltage

<i>Standar Unbalance Voltage</i>	% maksimum
ANSI Std C 84.1-1989	3
Pasific Gas and Electronic	2,5
NEMA Std MGI.1993	1

3. Pengaman Starting Motor Listrik

Motor-motor listrik yang mempunyai daya besar harus dapat dioperasikan dengan momen kontak yang cepat agar tidak loncatan bunga api pada alat penghubung. Metode yang digunakan untuk *starting* (menjalankan awal) motor listrik cukup banyak. Sistem ini terkait dengan sifat motor listrik yang menyerap arus listrik yang tinggi pada saat *start*. Setelah beberapa saat, arus tersebut akan menurun sesuai dengan arus yang diserap motor berdasarkan beban yang digerakkan. Metode yang digunakan antara lain sistem DOL (*Direct on line*), Star-Delta, Auto Transformer, Reostat, *soft starter* dll.

Dengan memperhatikan sifat dari arus *start* motor listrik, maka dapat ditentukan jenis dan besarnya nilai *Overload Relay* (TOR). Arus *start* sistem DOL sebesar $6 \times I_n$ (Arus nominal motor), sedangkan pada sistem *Start-delta* maksimal sebesar $3 \times I_n$. Berdasarkan karakter tersebut, maka apabila menggunakan sistem DOL, nilai TOR = I_n , apabila Star-Delta, nilai TOR = $I_n/\sqrt{3} = 0,732 I_n$. Oleh sebab itu, dalam pemilihan besarnya pengaman motor pada starting sangat tergantung

pada besarnya daya motor, dan juga sangat ditentukan oleh jenis pengasutannya.

4. Pengaman pada Pengontrolan Motor Listrik

Pengaman motor listrik pada pengontrolan motor listrik terdiri atas 3 macam, yaitu sebagai berikut.

a. Pengaman Hubungan Singkat

Arus hubungan singkat dalam suatu rangkaian motor terjadi karena adanya hubungan singkat. Baik hubungan singkat dalam lilitan motor maupun hubungan dari komponen-komponen pada rangkaian motornya. Arus hubungan singkat pada rangkaian tersebut menimbulkan panas yang berlebihan pada motor dan komponen-komponen lain, yang dapat menimbulkan kerusakan. Maka, untuk melindungi motor listrik digunakan alat pengaman. Macam alat pengaman yang digunakan, yaitu: sekering dan pengaman otomatis.

b. Pengaman Beban Lebih

Masalah beban dalam rangkaian listrik, akan teringat pada beban fisik yang berupa lampu-lampu, tahanan, beban mekanik dari motor listrik dan sebagainya. Apabila motor mengangkat beban yang lebih berat, maka arus yang mengalir pada motor itu akan bertambah besar. Suatu motor listrik dikatakan mempunyai beban lebih, apabila arus yang mengalir melebihi arus nominalnya. Seperti telah dijelaskan di atas bahwa motor yang berbeban lebih akan menyerap arus yang berlebihan, sehingga timbul panas yang tinggi. Panas yang tinggi dan terus-menerus akan menyebabkan kerusakan pada lilitan motor, yang akhirnya dapat membakar lilitan motor.

Besar panas yang dihasilkan oleh arus listrik dinyatakan dengan persamaan:

$$P_{eu} = e \cdot I^2 \cdot R \cdot t.$$

di mana: e: Konstanta Joule

Ternyata panas itu merupakan kuadrat dari arus. Apabila arus itu naik menjadi 2 kali, maka panasnya naik menjadi 4 kali. Oleh karena itu, untuk melindungi atau mengamankan motor dari panas yang berlebihan, maka dipasanglah *relay* suhu beban lebih. Dalam perdagangan, dikenal dengan nama *Thermal Overload Relays (TOR)*.

c. Pengaman Hubungan Singkat dan Beban Lebih

Alat yang dapat melindungi motor listrik terhadap adanya hubungan singkat dan beban lebih dalam perdagangan dikenal dengan nama "Pengaman Pemutus Rangkaian Motor atau *Motor Protection Circuit Breaker* (MPCB). Di dalam MPCB terdapat dua buah relay yaitu relay magnet dan relay thermis. Relay magnet akan memutuskan rangkaian apabila terjadi hubungan singkat, sedangkan relay thermis akan memutuskan rangkaian apabila terjadi beban lebih pada motor. Konstruksi MPCB ada yang dilengkapi dengan pengaman terhadap tegangan rendah, ada yang tidak. Apabila motor listrik dikontrol langsung dengan menggunakan MPCB, maka gunakanlah MPCB yang dilengkapi dengan relay pelindung terhadap tegangan rendah. Sebaliknya apabila motor dikontrol dengan menggunakan kontaktor magnet, maka gunakanlah MPCB yang tidak dilengkapi dengan relay pelindung terhadap tegangan rendah, sebab kontaktor magnet itu sendiri sudah dapat melindungi sendiri terhadap adanya penurunan tegangan.

Bahan Bacaan 2: Jenis dan Besaran Pengaman Motor Listrik

1. Jenis dan Besaran Pengaman Pengontrolan Motor Listrik

a. Circuit Breaker (CB)

CB adalah alat yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus pada rangkaian instalasi motor yang dilengkapi dengan pengaman yang akan trip, apabila terjadi hubung singkat. Biasanya CB yang digunakan untuk motor listrik adalah CB magnetic.

Keuntungan sebuah pengaman otomatis ialah dapat segera digunakan lagi setelah terjadi pemutusan. Dalam pengaman otomatis terdapat kopeling jalan bebas. Karena kopeling ini otomatisnya tidak bisa dihubungkan kembali, kalau gangguannya belum diperbaiki. Pengaman otomatis memberi pengamanan *termis* maupun *elektromagnetik*. Untuk pengamanan termis digunakan sebuah elemen dwilogam. Kalau melebihi nilai yang telah ditentukan, arusnya diputuskan oleh elemen ini. Untuk pengamanan elektromagnetik digunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak. Umumnya pemutusan secara elektromagnetik ini berlangsung tanpa hambatan. Kalau melebihi nilai yang telah ditentukan, arusnya akan segera diputuskan. Pemutusan secara termis berlangsung dengan kelambatan. Waktu pemutusan

tergantung pada nilai arusnya. Arus paling rendah yang lama-kelamaan masih menyebabkan otomatnya membuka, dinamakan *arus jatuh*.

Berdasarkan waktu pemutusannya, pengaman-pengaman otomatis dapat dibagi atas otomat-L, otomat-H dan otomat-G.

1) Otomat-L (untuk hantaran)

Pada otomat jenis ini pengaman termisnya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran. Kalau terjadi beban lebih dan suhu hantarannya melebihi suatu nilai tertentu, elemen dwilogamnya akan memutuskan arusnya. Kalau terjadi hubung singkat, arusnya diputuskan oleh pengaman elektromagnetiknya. Untuk arus bolak-balik yang sama dengan $4 I_n - 6 I_n'$ dan arus searah yang sama dengan $8 I_n'$ pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0,2 sekon.

2) Otomat-H (untuk instalasi rumah)

Secara termis jenis ini sama dengan Otomat-L. tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan dalam waktu 0,2 sekon, kalau arusnya sama dengan $2,5 I_n - 3 I_n$ untuk arus bolak-balik atau sama dengan $4 I_n$ untuk arus searah. Jenis otomat ini digunakan untuk instalasi rumah. Pada instalasi rumah, arus gangguan yang rendah pun harus diputuskan dengan cepat. Jadi kalau terjadi gangguan tanah, bagian-bagian yang terbuat dari logam tidak akan lama bertegangan.

3) Otomat-G

Jenis otomat ini digunakan untuk mengamankan motor-motor listrik kecil untuk arus bolak-balik dan arus searah, alat-alat listrik dan juga rangkaian akhir besar untuk penerangan, misalnya penerangan bangsal pabrik. Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada $8 I_n - 11 I_n$ untuk arus bolak-balik, atau pada $14 I_n$ untuk arus searah. Kontak-kontak saklarnya dan ruang, pemadam busur apinya memiliki konstruksi khusus. Karena itu jenis otomat ini dapat memutuskan arus hubung-singkat yang besar, yaitu hingga 1500 A. Untuk bangunan-bangunan besar, misalnya bangunan flat, diperlukan hantaran suplai utama sampai 35 mm^2 atau lebih. Arus hubung-singkat yang dapat timbul dalam instalasi-instalasi ini dapat melebihi 2000 A. arus yang demikian besar akan merusak pengaman otomatisnya, sebelum arusnya dapat diputuskan. Elemen dwilogamnya akan menjadi lebur atau kontak-kontaknya menjadi lengket, sehingga otomatnya tidak dapat digunakan lagi.

Untuk mencegah kerusakan ini, didepan otomat dipasang sebuah patron lebur yang tahan hubung singkat. Patron lebur ini dinamakan *pengaman pengawal*, dan harus sudah putus sebelum otomatnya menjadi rusak. Tabel di bawah ini memuat beberapa data untuk menentukan patron lebur yang harus digunakan sebagai pangaman pengawal.

TABEL UNTUK MENENTUKAN PANGAMAN PENGAWAL

Pengaman otomatis	Pengaman pengawal Minimum		Pengaman pengawal patron lebur lambat maksimum
	Patron lebur cepat	Patron lebur lambat	
A	A	A	A
≤ 6	20	16	100
≤ 10	25	20	
≤ 16	35	25	
20	50	35	
25	63	50	

Kini ada *pengaman*-pengaman otomatis yang pada 220 V sepenuhnya tahan hubung singkat. Kemampuan pemutusnyalah:

12000 A pada 220V dengan $\cos \phi = 0,6$; 3000 A

pada 220V dengan $\cos \phi = 0,7$.

Kontak-kontak *hubung* otomat-otomat ini dibuat dari bahan yang tidak menjadi lengket, walaupun arus hubung-singkatnya besar. Untuk otomat jenis ini tidak diperlukan pengaman pengawal lagi. Saklarnya memiliki pemutus *ganda*. Tiap-tiap pasang kontak pemutusan berada di dalam suatu *ruang pemadam* panjang dari bahan keramik khusus. Kecepatan pemutusnyalah sangat besar. Karena suatu konstruksi khusus dari mekanik pemutusan elektromagnetiknya, waktu antara terjadinya hubungan singkat dan pemutusan, pendek sekali. Untuk arus hubung-singkat 12000 A, waktu pemutusannya hanya 0,0003 sekon.

b. Pemutus Sirkuit Mini (MCB)

MCB sebagai pengaman arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih dan arus lebih karena adanya hubung pendek. Fungsi dasar kerjanya yaitu untuk pemutus hubungan yang disebabkan beban lebih dengan relai termis digunakan bimetal dan pengaman hubung pendek dengan relai arus lebih seketika digunakan elektromagnet. Bila bimetal ataupun elektromagnet bekerja, maka ini akan memutus dengan kontak yang terletak pada pemadam busur dan membuka saklar. Berdasarkan IEC 898-95 terdapat tiga macam karakteristik, yaitu tipe B, C dan D. Arus nominal yang digunakan untuk rumah hunian bukan pada APP

dengan pengenal tegangan 230/400 V ialah: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, dan 63 A. Dengan kemampuan membuka (Breaking Capacity) bila terjadi hubung pendek 3 kA, 6 kA atau 10 kA. Sedang MCB pada APP diutamakan sebagai pembatas arus dengan karakteristik CL (Current Limiter) disamping itu juga sebagai gawai pengaman arus hubung pendek yang bekerja seketika.

Arus nominal yang digunakan pada APP dengan pengenal tegangan 230/400 V ialah: 1, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 35, dan 50 A disesuaikan dengan VA konsumen. Adapun kemampuan membuka bila terjadi hubung singkat 3 kA dan 6 kA (SPLN 108-1993) MCB yang khusus digunakan oleh PLN mempunyai tombol biru. MCB yang berfungsi sebagai pengaman tunggal, didalamnya hanya terdapat relay hubungan singkat (Short Circuit Relay) yang bertindak sebagai pemutus rangkaian apabila terjadi hubungan singkat.

MCB pada saat sekarang paling banyak digunakan untuk instalasi industri maupun instalasi gedung bertingkat.

Adapun penggunaan tipe-tipe adalah :

Tipe B : Sebagai pengaman kabel atau penghantar terutama untuk perumahan.

Tipe C : Sebagai pengaman kabel atau penghantar terutama sangat menguntungkan bila arus inrush tinggi misalnya lampu mercury, dan motor.

Tipe D : Untuk penerapan yang menyangkut menimbulkan pulsa cukup besar: contoh transformator, katup selenoid, kapasitor.

MCB terdiri dari MCB 1 fase dan MCB 3 fase yang masing-masingnya mempunyai ukuran arus yang berbeda-beda.

Perhitungan arus untuk MCB adalah sebagai berikut :

Misal arus motor 8,6 A

$$1 \text{ MCB} = I_n \text{ motor} \times 1,25 = 8,6 \times 1,25 = 10,75 \text{ A}$$

Untuk MCB 3 fase digunakan merk HANGER dengan arus maksimal 32 A

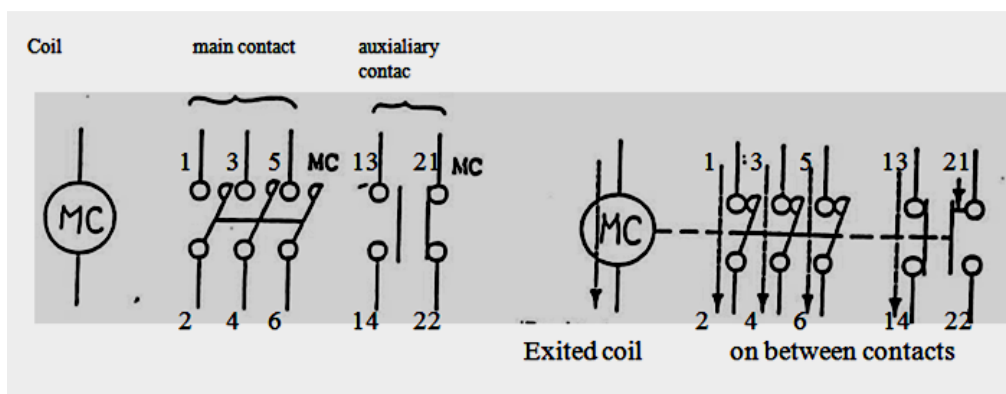
c. **Kontaktor Magnet (*Magnetic Contactor*)**

Kontaktor magnet atau saklar magnet ialah saklar yang bekerja berdasarkan kemagnetan. Artinya saklar ini bekerja jika ada gaya kemagnetan. Magnet berfungsi sebagai penarik dan pelepas kontak-kontak. Sebuah kontaktor harus mampu mengalirkan arus dan memutuskan arus dalam keadaan kerja normal. Arus kerja normal ialah arus yang mengalir selama pemutusan tidak terjadi.

Sebuah kontaktor dapat memiliki koil yang bekerja pada tegangan DC atau AC. Pada tegangan AC, voltase minimal adalah 85% voltase kerja, apabila kurang maka kontaktor akan bergetar.

Ukuran dari kontaktor ditentukan oleh batas kemampuan arusnya. Biasanya pada kontaktor terdapat beberapa kontak, yaitu kontak normal membuka (*Normally Open* = NO) dan kontak normal menutup (*Normally Close* = NC). Kontak NO berarti saat kontaktor magnet belum bekerja kedudukannya membuka dan bila kontaktor bekerja kontak itu menutup/menghubung. Sedangkan kontak NC berarti saat kontaktor belum bekerja kedudukan kontakannya menutup dan bila kontaktor bekerja kontak itu membuka. Jadi fungsi kerja kontak NO dan NC berlawanan. Kontak NO dan NC bekerja membuka sesaat lebih cepat sebelum kontak NO menutup.

Kontak	Notasi		Jenis Kontak	Penggunaan
	Huruf	Angka		
Utama	L ₁ L ₂ L ₃	1 3 5	NO	Ke Jala-jala
	R S T			
	U V W	2 4 6	NO	Ke Motor
Bantu	-	13 14	NO	Pengunci
		19 20	NO	Fungsi Lain
		31 32		
		Dsb		
	-	21 22 41 42 dsb	NC	Proteksi dan Fungsi lain
Kumparan Magnet (COIL)		Notasi Huruf		a-b A ₁ -A ₂



Dewasa ini kontaktor magnet lebih banyak digunakan di bidang industri dan laboratorium. Hal ini karena kontaktor mudah dikendalikan dari jarak jauh. Selain itu, dengan perlengkapan elektronik dapat mengamankan rangkaian listrik.

Tidak seperti sakelar mekanis, dalam merakit dan menggunakan kontaktor harus dipahami rangkaian pengendali (kontrol) dan rangkaian utama. Rangkaian pengendali ialah rangkaian yang hanya menggambarkan bekerjanya kontaktor dengan kontak-kontak bantu. Sedangkan rangkaian utama ialah rangkaian yang khusus memberikan hubungan beban dengan sumber voltase (jala-jala) 1 fase atau 3 fase. Bila kedua rangkaian itu dipadu akan menjadi rangkaian pengawatan (*circuit diagram*).

d. **Fuse (Sekring)**

Alat ini merupakan pengaman motor dari gangguan arus lebih apabila terjadi hubung singkat pada rangkaian instalasi motor. Kawat *fuse* akan memutuskan rangkaian apabila nilai arusnya melebihi batas kemampuan *fuse* itu sendiri.

Patron lebur memiliki kawat lebur dari perak dengan campuran logam lain seperti timbal, seng dan tembaga. Untuk kawat lebur digunakan perak karena pada perak tidak terjadi oksidasi dan daya hantarnya tinggi. Jadi diameter kawat leburnya dapat sekecil mungkin, sehingga kalau kawatnya menjadi lebur tidak menimbulkan banyak uap. Selain kawat lebur, dalam patron juga terdapat kawat isyarat dari kawat *resistance*. Kawat isyarat ini dihubungkan paralel dengan kawat lebur. Karena *resistance* besar arus yang mengalir dalam kawat isyarat kecil. Pada ujung kawat isyarat terdapat sebuah piringan kecil berwarna yang berfungsi sebagai isyarat. Piringan isyarat ini menekan pegas kecil. Kalau kawat leburnya putus karena arus yang terlalu besar, kawat isyarat juga akan langsung putus dan pegas akan menekan piringan keluar, sehingga dapat diketahui kalau patron leburnya putus.

Dalam patron lebur juga terdapat pasir yang bersifat bahan isolasi. Pasir ini dimaksudkan untuk memadamkan busur api yang timbul kalau kawat leburnya putus dan juga untuk meningkatkan penyaluran panas. Diameter luar dari ujung dari patron lebur berbeda-beda tergantung dari arus nominalnya, makin tinggi arus nominalnya makin besar ujung patronnya. Warna kode yang digunakan untuk menandai patron lebur dan pengepas patron adalah sebagai berikut.

Merah muda	: 2 A	Biru	: 20 A
Coklat	: 4 A	Kuning	: 25 A
Hijau	: 6 A	Hitam	: 35 A
Merah	: 10 A	Putih	: 50 A
Kelabu	: 16 A	Warna Tembaga	: 63 A

Karakteristik pengaman lebur menunjukkan hubungan antara arus dan waktu putus berbanding terbalik. Artinya apabila arus yang melalui patron lebur makin besar waktu pemutusannya makin singkat. Sehingga patron lebur ini merupakan Gawai Proteksi Arus Lebih (GPAL) dengan karakteristik waktu terbalik (*inverse*)

e. Overload Relay (TOR)

Alat ini berfungsi mengamankan motor dari kerusakan akibat adanya beban lebih (*Overload*). Pengaman ini akan bekerja membatasi arus pada motor listrik saat beroperasi.

Overload Relay mempunyai karakteristik sesuai dengan standar-standar kelistrikan, diantaranya IEEE, NEMA, IEC, dll. Standar IEC yang cukup banyak digunakan di Indonesia. Standar IEC membagi *Overload Relay* dalam 3 kelas, yaitu *Class 10*, *Class 20* dan *Class 30*. Grafik di atas, lajur mendatar merupakan arus kelipatan dari nilai *Overload Relay*. Vertikal ke atas merupakan waktu trip dalam detik (sec) dan menit (min). Jadi dengan memilih *Class* yang berbeda, maka kecepatan trip TOR akan berbeda pula.

Misalnya suatu *Overload Relay* (TOR) tertulis IEC 947-4-1, *Class 20* bernilai trip = 10 Ampere. Saat arus mencapai 60 A, TOR akan trip setelah mencapai waktu 20 detik. Dengan membaca grafik tersebut, maka kita tahu karakteristik *Overload Relay* tersebut. Selang waktu trip digunakan agar TOR tidak trip bila sedang *start* maupun ketika ada beban kejut. Dengan berpedoman pada karakteristik tersebut, maka bisa didesain nilainya dengan memperhatikan arus *start* dan selang waktunya sehingga tidak trip serta nilai yang tepat untuk trip (sesuai dengan kemampuan motor listrik yang dikendalikan). Jika terjadi *Overload* sehingga jaringan listrik segera terputus dan motor listrik aman dari kerusakan/terbakar. Karakteristik motor harus diketahui pula karakteristik thermalnya berdasarkan informasi dari motor (*name plate*) tersebut.

TOR sebagai pengaman motor listrik mutlak digunakan pada perangkat-perangkat motor listrik di industri yang berdaya besar, pada instalasi motor listrik, dibutuhkan pengaman terhadap beban lebih dengan tujuan untuk menjaga dan melindungi motor listrik dari kerusakan yang fatal akibat gangguan beban lebih. TOR disebut juga Pengaman Relay Termis adalah salah satu pengaman motor listrik dari arus yang berlebihan. Bila Arus yang melewati motor listrik terlalu besar maka akan merusak beban, oleh sebab itu TOR akan memutuskan

rangkaian apabila ada arus listrik yang melebihi batas beban. Relay ini dihubungkan dengan kontaktor pada kontak utama 2, 4, 6 sebelum ke beban (motor listrik). Gunanya untuk mengamankan motor listrik atau memberi perlindungan kepada motor listrik dari kerusakan akibat beban lebih.

Prinsip kerja termal beban lebih berdasarkan panas (temperatur) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen pemanas bimetal. Pelengkungan bimetal akibat panas yang ditimbulkan, bimetal akan menggerakkan kontak-kontak mekanis pemutus rangkaian listrik (Kontak 95-96 membuka) TOR bekerja berdasarkan prinsip pemuaian dan benda bimetal.

Contoh menentukan besar *Thermal Overload Relay* sebagai proteksi motor induksi.

Sebuah motor induksi 3 fasa: 1.1 kW, 380 V

tentukan seting arus pada TOR yang digunakan sebagai proteksi dari beban lebih?

Dari rumus: $P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos \phi$, dimana harga $\cos \phi = 0,85 \sim 0,92$

didapat $I = 1100 / (380 \times 1,73 \times 0,85 \sim 0,92) = \text{sekitar } 2 \text{ A}$

Jadi TOR harus diset $> 2 \text{ A}$

f. **ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)**

Selain alat pengaman di atas pada motor listrik juga harus dipasang pembumian, hal ini penting untuk menjaga keselamatan jiwa manusia dan peralatan listrik terhadap bahaya sentuh jika terjadi arus bocor pada motor tersebut.

Guna ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*) untuk memutuskan rangkaian dari sumber jika terjadi tegangan sentuh. Komponen utama ELCB adalah sebuah mekanik pemutus, sebuah penghantar fase, inti trafo arus seimbang dan penghantar netral. Jika tidak ada arus gangguan pada rangkaian maka arus seimbang, sehingga tidak ada pengaruh kemagnetan pada trafo dan tidak ada tegangan yang diimbaskan pada belitan sekunder trafo arus. Jika terjadi arus gangguan pada beban karena kerusakan isolasi sehingga mengalir arus ke bumi, maka keseimbangan pada trafo arus terganggu dan menghasilkan medan magnet yang mengimbaskan suatu tegangan pada belitan sekunder trafo arus yang menyebabkan rangkaian diputuskan oleh system pemutusnya. ELCB bekerja berdasarkan keseimbangan arus beban antara fase dan netral.

2. Besaran Pengaman Hubungan Pendek dan Sirkuit Utama dan Cabang Instalasi Motor.

Pada bagian ini akan dijelaskan dengan contoh perhitungan pengaman hubungan pendek motor listrik dan perhitungan sirkuit utama dan cabang instalasi motor. Berdasarkan PUIL 2011, suatu sirkuit cabang yang menyuplai beberapa motor dan terdiri atas konduktor dengan ukuran berdasarkan 510.5.3.2. harus dilengkapi dengan proteksi arus lebih yang tidak melebihi nilai pengenalan atau setelan gawai proteksi sirkuit akhir motor yang tertinggi berdasarkan 510.5.5.2.3 ditambah dengan jumlah arus beban penuh semua motor lain yang di suplai oleh sirkuit tersebut.

Jika dua motor atau lebih dari suatu kelompok harus diasut serentak, perlu dipasang konduktor saluran utama yang lebih besar, disamping itu perlu dipasang proteksi arus lebih dengan nilai pengenalan atau setelan yang sesuai.

Contoh.

Sebuah instalasi motor listrik besar sirkuit cabang motor, voltase kerja 230 V. menyuplai motor-motor, yaitu:

- a. motor sangkar dengan pengasutan bintang-delta, arus pengenalan beban penuh 42 A;
- b. motor serempak dengan pengasutan autotransformator, arus pengenalan beban penuh 54 A
- c. motor rotor lilit, arus pengenalan beban penuh 68 A.

Masing-masing motor di proteksi terhadap hubung pendek dengan pemutus sirkuit
Tentukan:

KHA konduktor sirkuit cabang

- a. Setelan proteksi hubungan pendek sirkuit cabang
- b. Setelan proteksi saluran utama dan hubung pendek bila sirkuit cabang itu di suplai oleh satu saluran utama yang juga menyuplai motor rotor lilit dengan arus pengenalan beban penuh 68 A

Penyelesain (perhatikan gambar dibawah)

- a. Menurut 510.5.4.3, arus pengenalan GPAL masing-masing motor adalah sebagai berikut (diambil 115% arus pengenalan motor):
 - 1) Motor sangkar: $115\% \times 42 \text{ A} = 48,3 \text{ A}$, diambil 50 A (sesuai standar)
 - 2) Motor serempak: $115\% \times 54 \text{ A} = 62,1 \text{ A}$, diambil 63 A (sesuai standar)
 - 3) Motor rotor lilit: $115\% \times 68 \text{ A} = 78,2 \text{ A}$, diambil 80 A (sesuai standar)

Menurut 510.5.3.1, KHA masing-masing kabel sirkit akhir motor (I_z) adalah sebagai berikut (misalnya NYY 3 Inti di udara, lihat tabel 7.3.-5a):

- 1) Motor sangkar: $125\% \times 42 \text{ A} = 52,5 \text{ A}$, diambil 60 A (NYY 10 mm²)
- 2) Motor serempak: $125\% \times 54 \text{ A} = 67,5 \text{ A}$, diambil 80 A (NYY 16 mm²)
- 3) Motor rotor lilit: $125\% \times 68 \text{ A} = 85 \text{ A}$, diambil 106 A (NYY 25 mm²)

b. Menurut 433.1, maka I_n gawai proteksi $\leq I_z$

- 1) Motor sangkar, I_n gawai proteksi diambil 50 A
- 2) Motor serempak, I_n gawai proteksi diambil 63 A
- 3) Motor rotor lilit, I_n gawai proteksi diambil 100 A

c. Menurut 510.5.3.2 KHA kabel sirkit cabang tidak boleh kurang dari $42 \text{ A} + 54 \text{ A} + 1,25 \times 68 \text{ A} = 181 \text{ A}$, diambil 202 A (NYY 70 mm²)

d. Saklar sirkit cabang harus mempunyai arus pengenalan 200 A.

e. Arus pengenalan gawai proteksi untuk sirkit cabang $\leq 200 \text{ A}$, diambil 160 A

f. Motor lilit ke 2:

Arus pengenalan GPAL: $115\% \times 68 \text{ A} = 78,2 \text{ A}$ diambil 80 A (sesuai standar)

KHA kabel = $125\% \times 68 \text{ A} = 85 \text{ A}$ diambil 106 A (NYY 25 mm²),

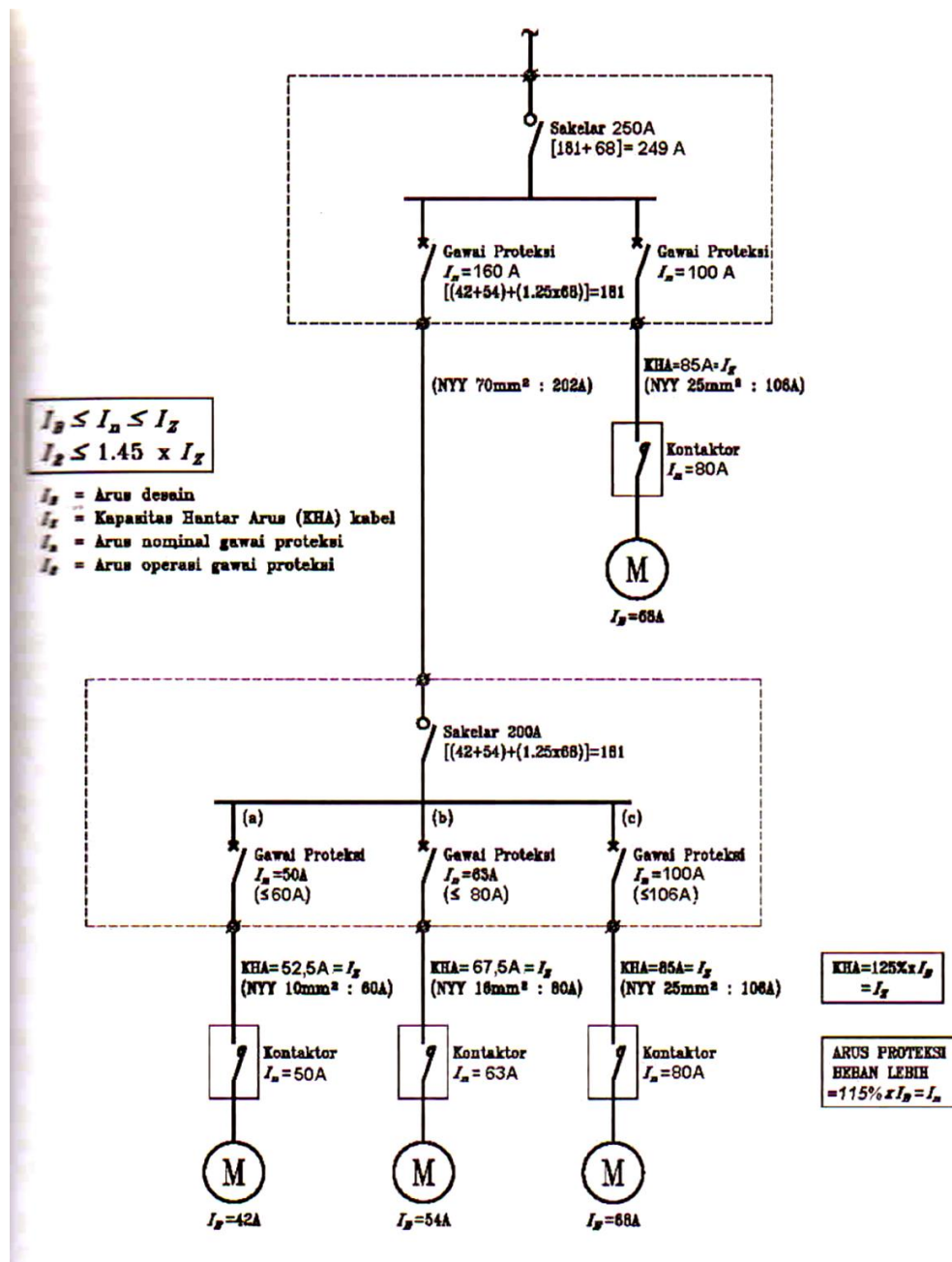
I_n gawai proteksi diambil 100 A

g. Sirkit utama

KHA kabel = $181 \text{ A} + 68 \text{ A} = 249 \text{ A}$ diambil 244 A (NYY 95 mm²)

Arus pengenalan saklar sirkit utama diambil 250 A.

Arus pengenalan gawai proteksi diambil 200 A



Gambar 48. Besaran Pangaman Hubungan Singkat

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Aktifitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi pembelajaran menentukan jenis dan Besaran Pengaman motor listrik? Sebutkan!
2. Bagaimana langkah-langkah peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat dimateri pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang harus dicapai oleh peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh peserta diklat bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan diatas dengan menggunakan Lembaran Kerja (LK-40). Jika peserta diklat dapat menjawab pertanyaan di atas dengan baik, maka dapat melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktifitas 1: Memahami Jenis Pengaman instalasi Motor Listrik

Peserta diklat diminta membaca dan mengamati bahan bacaan 1. Apa yang ditemukan peserta diklat setelah mengamati Jenis Pengaman instalasi Motor Listrik tersebut, didiskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah tabel LK-41 dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Jelaskan apasaja sistim pengaman yang diperlukan untuk melindungi motor listrik dari kerusakan!
2. Jelaskan metode yang digunakan untuk pengaman starting motor listrik!
3. Jelaskan tiga macam pengaman pada pengontrolan motor listrik!

Aktifitas 2: Jenis dan Besaran Pengaman Motor Listrik

Bacalah dan amati alat Pengaman Pengontrolan Motor Listrik pada bahan bacaan 2, diskusikan dengan kelompok. Selanjutnya isilah Tabel LK-42 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan jenis alat pengaman pengontrolan motor listrik!
2. Jelaskan bagaimana menentukan besaran pengaman sirkit breaker!
3. Jelaskan bagaimana menentukan besaran pengaman MCB!
4. Jelaskan bagaimana menentukan besaran pengaman TOR!

LEMBARAN KERJA KB-3

LK-40

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi pembelajaran dalam menentukan jenis dan Besaran Pengaman motor listrik? Sebutkan!

.....

.....

.....

2. Bagaimana langkah-langkah peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

3. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat dimateri pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

4. Apa kompetensi yang harus dicapai oleh peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

5. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh peserta diklat bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

LK-41

1. Jelaskan apasaja sistim pengaman yang diperlukan untuk melindungi motor listrik dari kerusakan!

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan metode yang digunakan untuk pengaman starting motor listrik!

.....

.....

.....

.....

3. Jelaskan tiga macam pengaman pada pengontrolan motor listrik!

.....

.....

.....

.....

LK-42

1. Jelaskan jenis alat pengaman pengontrolan motor listrik!

.....

.....

.....

2. Jelaskan bagaimana menentukan besaran pengaman sirkit breaker!

.....

.....

.....

3. Jelaskan bagaimana menentukan besaran pengaman MCB!

.....

.....

.....

4. Jelaskan bagaimana menentukan besaran pengaman TOR!

.....

.....

.....

E. LATIHAN/ KASUS /TUGAS

1. Jelaskan dengan singkat apa persamaan dan perbedaan sekering dan *Circuit Breaker*.
2. Sebutkan 4 type *Circuit Breaker* berdasarkan tipe pemutusannya.
3. Sebutkan dua tipe dasar sekering berdasarkan tipe pemutusannya.
4. Jelaskan mengapa motor kapasitas besar dianjurkan tidak menggunakan pengasutan DOL!
5. Sebuah motor mempunyai arus nominal 20 A, dengan pengasutan DOL arus starting 6 kali arus nominal. Apabila diasut dengan bintang segitiga hitung arus pengasutannya.
6. Sebuah motor induksi 3 fase: 3 kW, 380 V tentukan seting arus TOR yang akan digunakan sebagai proteksi dari beban lebih!
7. Jelaskan rumus menentukan KHA konduktor sirkit cabang, dan setelan proteksi hubungan pendek sirkit cabang.

F. RANGKUMAN

1. Metode yang digunakan untuk *starting* (menjalankan awal) motor listrik cukup banyak. Sistem ini terkait dengan sifat motor listrik yang menyerap arus listrik yang tinggi pada saat *start*. Setelah beberapa saat, arus tersebut akan menurun sesuai dengan arus yang diserap motor berdasarkan beban yang digerakkan. Metode yang digunakan antara lain sistem DOL (*Direct on line*), Star-Delta, Auto Transformer, Reostat, *soft starter* dll.
2. Pengaman motor listrik pada pengontrolan motor listrik terdiri atas 3 macam, yaitu sebagai berikut. Pengaman hubung singkat, pengaman beban lebih, serta pengaman hubung singkat dan pengaman beban lebih.
3. Jenis Pengaman Pengontrolan Motor Listrik antara lain CB, MCB, Kontaktor magnet, fuse/sekring, Overload relay, dan ELCB.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Belajar 6 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan menjelaskan:

1. Motor Listrik
2. Pengaman starting motor listrik
3. Pengaman pada pengontrolan motor listrik

4. Jenis dan besaran pengaman pengontrolan motor listrik
5. Besaran pengaman hubungan pendek dan sirkit utama serta cabang instalasi motor.

Bandingkan jawaban anda dengan kunci jawaban yang tersedia. Hitunglah jumlah jawaban yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah 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 di bawah 75 %, anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

KUNCI JAWABAN (Pembelajaran 1 s.d 4)

A. Kunci Jawaban Pembelajaran 1

- | | |
|------|-------|
| 1. D | 9. C |
| 2. B | 10. B |
| 3. A | 11. D |
| 4. D | 12. A |
| 5. B | 13. C |
| 6. B | 14. C |
| 7. C | 15. A |
| 8. D | |

B. Kunci Jawaban Pembelajaran 2

1. Saklar manual adalah pengontrolan motor listrik yang menggunakan saklar manual mekanis. Saklar elektro mekanik adalah pengontrolan motor listrik menggunakan saklar magnet atau elektro mekanik.
2. Saklar manual, perawatan mudah, operator lebih berat sedangkan saklar elektro mekanik, harganya mahal, perawatan mahal, kerja operator lebih mudah
3. TOR bekerja berdasarkan pemanasan atau temperature yang berlebih dari motor akibat beban lebih
4. *Time Delay Relay* adalah relay penunda batas waktu yang bekerja dengan kendali memutar gigi mekanis dan memantik serta menutup kontak mekanis dalam jangka waktu tertentu.
5. MCB bekerja untuk memutuskan hubungan motor listrik akibat beban lebih dengan relay thermis (panas) digunakan bimetal.
6. ELCB dapat menghubungkan dan memutuskan arus listrik secara otomatis atau semi otomatis, alat ini dilengkapi dengan proteksi manusia dari voltase sentuh. Alat ini bekerja dengan mendeteksi apakah ada perbedaan arus yang mengalir pada kawat listrik.
7. Prinsip kerja *timer* apabila pada kumparan stator diberi arus bolak balik, maka pada stator akan timbul fluksi bila daya yang diberi ke kumparan hilang maka pegas akan menarik piringan kedudukan semula dan saklar akan kembali kedudukan semula

C. Kunci Jawaban Pembelajaran 3

1. Kelemahan motor dengan pengasutan langsung arus *starting* sampai 8 kali arus nominal, arus *starting* tinggi dan terjadi drop tegangan tidak bisa untuk daya motor yang besar. Kelebihannya komponen sederhana, perawatan murah.
2. Besar arus pada hubungan bintang adalah sepertiga kali arus jika motor dihubungkan segitiga, sehingga waktu star motor arus lebih kecil.
3. Menggunakan pengasutan tahanan primer, dimaksudkan untuk menurunkan voltase yang masuk ke motor melalui tahanan primer yang terhubung pada sisi stator, dengan demikian arus star motor yang besar dapat lebih kecil.
4. Menggunakan pengasutan auto transformer, dimaksudkan untuk menurunkan arus star melalui penurunan tegangan setelah beberapa saat motor bekerja dalam voltase penuh.
5. Untuk membalikan polaritas putaran motor dengan mengubah polaritas tegangan input.
6. Dimaksudkan untuk mengontrol beberapa motor yang bekerja berurutan satu sama lain misalnya konveyor pembawa materi produksi. Proses urutan *starting* motor dimulai dari hilir ke hulu dan sebaliknya, proses stop dimulai dari hulu ke hilir.

D. Kunci Jawaban Pembelajaran 4

1. Persamaan sekering dan *Circuit Breaker* kedua-duanya adalah digunakan untuk mengamankan sistem dan komponen kelistrikan terhadap gangguan beban lebih dan hubung singkat.
2. Tipe *Circuit Breaker* berdasarkan pemutusan adalah:
 - a. Tipe pemutusan thermal
 - b. Tipe pemutusan magnetic
 - c. Tipe pemutusan termal dan magnetic
 - d. Tipe pemutusan solid state atau elektronik
3. Tipe dasar sekering berdasarkan pemutusan:
 - a. Semi enclosed type
 - b. Cartridge type.
4. Motor yang dilakukan pengasutan dengan sistem DOL mempunyai arus star 6-7 kali arus nominal motor, sehingga membutuhkan pengaman yang lebih besar, konduktor yang lebih besar.
5. Bila di asut dengan bintang segitiga maka arus asutnya $\frac{1}{3} \times 20 = 6.6 \text{ A}$
6. Rumus $P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos \phi$
dimana harga $\cos \phi = 0,85 \sim 0,92$
didapat $I = 3000 / (380 \times 1,73 \times 0,90) = \text{sekitar } 5 \text{ A}$
Jadi TOR harus diset $> 5 \text{ A}$
7. Rumus untuk menentukan KHA adalah $125\% \times I_n$ sedangkan untuk setelan proteksi hubungan pendek sirkit cabang (GPAL) adalah $115\% \times \text{arus pengenal Motor}$

EVALUASI

A. PEDAGOGIK

1. Silabus sebuah standar kompetensi adalah:
 - A. Silabus adalah rencana pembelajaran pada suatu kelompok mata pelajaran/tema tertentu yang mencakup standard kompetensi, kompetensi dasar, indikator, materi pokok/pembelajaran, kegiatan pembelajaran, penilaian, alokasi waktu, dan sumber/bahan/alatbelajar.
 - B. Silabus merupakan penjabaran standard kompetensi dan kompetensi dasar kedalam materipokok/pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian.
 - C. Silabus adalah rencana pembelajaran pada suatu dan/atau kelompok mata pelajaran/tema tertentu yang mencakup standard kompetensi, kompetensi dasar, indikator, materi pokok/pembelajaran, kegiatan pembelajaran, penilaian, alokasi waktu, dan sumber/bahan/alatbelajar.
 - D. Silabus merupakan penjabaran standard kompetensi dan kompetensi dasar kedalam materi pokok/pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian.
2. Langkah-langkah dalam menyusun silabus adalah:
 - A. Mengidentifikasi materi pembelajaran; Mengembangkan kegiatan pembelajaran; Mengkaji standar kompetensi dan kompetensi dasar; Merumuskan indikator; Penentuan jenis penilaian; Menentukan alokasi waktu; Menentukan sumber belajar.
 - B. Mengkaji standar kompetensi dan kompetensi dasar; Merumuskan indikator; Penentuan jenis penilaian; Mengidentifikasi materi pembelajaran; Mengembangkan kegiatan pembelajaran; Menentukan alokasi waktu; Menentukan sumber belajar.
 - C. Mengidentifikasi materi pembelajaran; Mengkaji standar kompetensi dan kompetensi dasar; Merumuskan indikator; Penentuan jenis penilaian; Mengembangkan kegiatan pembelajaran; Menentukan alokasi waktu; Menentukan sumber belajar.
 - D. Mengkaji standar kompetensi dan kompetensi dasar; Mengembangkan kegiatan pembelajaran; Merumuskan indikator; Penentuan jenis penilaian;

Mengidentifikasi materi pembelajaran; Menentukan alokasi waktu;
Menentukan sumber belajar.

3. Yang dimaksud dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) sebagai berikut, kecuali:
 - A. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi dan telah dijabarkan dalam silabus.
 - B. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi dan telah dijabarkan dalam silabus.
 - C. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi dan telah dijabarkan dalam silabus.
 - D. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam silabus.
4. Fungsi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran adalah, kecuali:
 - A. Meningkatkan kemampuan guru dalam merancang pembelajaran sebagai bagian dari kompetensi paedagogik yang harus dimiliki guru.
 - B. Proses pembelajaran yang dilakukan akan lebih terarah karena tujuan pembelajaran, materi yang akan diajarkan, metode dan penilaian yang akan digunakan telah direncanakan dengan berbagai pertimbangan.
 - C. Meningkatkan kemampuan guru dalam merancang pembelajaran sebagai bagian dari kompetensi profesional yang harus dimiliki guru.
 - D. Meningkatkan rasa percaya diri pendidik pada saat pembelajaran, karena seluruh proses sudah direncanakan dengan baik.
5. Rancanglah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Mata Pelajaran yang Anda ampu dilaksanakan di: a) Kelas dan b) Laboratorium

B. PROFESIONAL

1. Perbedaan prinsip kerja saklar manual dengan saklar elektro mekanik adalah....
 - a. Saklar manual adalah pengontrolan motor listrik yang menggunakan saklar elektronik. Saklar elektromekanik adalah pengontrolan motor listrik menggunakan saklar magnet atau elektronik.
 - b. Saklar manual adalah pengontrolan motor listrik yang menggunakan saklar manual mekanis. Saklar elektro mekanik adalah pengontrolan motor listrik menggunakan saklar magnet atau elektromekanik.
 - c. Saklar manual adalah pengontrolan motor listrik yang menggunakan saklar elektromekanik. Saklar manual adalah pengontrolan motor listrik menggunakan saklar magnet atau elektromekanik.
 - d. Saklar manual adalah pengontrolan motor listrik yang menggunakan saklar. Saklar elektro mekanik adalah pengontrolan motor listrik menggunakan magnet.
2. Kelebihan saklar elktromekanik adalah...
 - A. Perawatan mudah, harganya murah, operator lebih berat
 - B. Perawatan mudah, harganya mahal, operator lebih berat
 - C. Harganya mahal,perawatan mahal, kerja operator lebih mudah
 - D. Harganya mahal,perawatan mahal, kerja operator lebih berat
3. Bekerja berdasarkan pemanasan atau temperatur yang berlebih dari motor akibat beban lebih adalah prinsip kerja dari...
 - A. MCB
 - B. TOR
 - C. ELCB
 - D. Time delay relay
4. Bekerja dengan kendali memutar gigi mekanis dan memantik serta menutup kontak mekanis dalam jangka waktu tertentu adalah adalah prinsip kerja dari...
 - A. MCB
 - B. TOR
 - C. ELCB
 - D. Time delay relay
5. Memutuskan hubungan motor listrik akibat beban lebih dengan relay thermis (panas) menggunakan bimetal adalah prinsip kerja dari...
 - A. MCB

- B. TOR
 - C. ELCB
 - D. Time delay relay
6. Bekerja dengan mendeteksi apakah ada perbedaan arus yang mengalir pada kawat listrik. Adalah prinsip kerja dari...
- A. MCB
 - B. TOR
 - C. ELCB
 - D. Time delay relay
7. Apabila pada kumparan stator diberi arus bolak-balik, maka pada stator akan timbul fluksi bila daya yang diberi kekumparan hilang maka pegas akan menarik piringan kedudukan semula dan saklar akan kembali kedudukan semula. Ini adalah prinsip kerja dari...
- A. MCB
 - B. Timer
 - C. ELCB
 - D. Time delay relay
8. Arus *starting* sampai 8 kali arus nominal, arus *starting* tinggi dan terjadi drop tegangan tidak bisa untuk daya motor yang besar. Hal ini merupakan ciri-ciri...
- A. Kelemahan motor dengan pengasutan autotransformer
 - B. Kelemahan motor dengan pengasutan Y A
 - C. Kelemahan motor dengan pengasutan tahanan primer
 - D. Kelemahan motor dengan pengasutan langsung
9. Besar arus pada hubungan bintang adalah sepertiga kali arus jika motor dihubungkan segitiga, sehingga waktu start motor arus lebih kecil. Hal ini adalah salah satu alasan untuk menggunakan...
- A. Motor dengan pengasutan autotransformer
 - B. Motor dengan pengasutan Y A
 - C. Motor dengan pengasutan tahanan primer
 - D. Motor dengan pengasutan langsung
10. Menggunakan pengasutan tahanan primer, dimaksudkan untuk menurunkan voltase yang masuk ke motor melalui tahanan primer yang terhubung pada

sisi stator, dengan demikian arus star motor yang besar dapat lebih kecil. Hal ini adalah salah satu alasan untuk menggunakan...

- A. Motor dengan pengasutan autotransformer
 - B. Motor dengan pengasutan Y A
 - C. Motor dengan pengasutan tahanan primer
 - D. Motor dengan pengasutan langsung
11. Menurunkan arus star melalui penurunan tegangan setelah beberapa saat motor bekerja dalam voltase penuh merupakan salah satu alasan untuk menggunakan...
- A. Motor dengan pengasutan autotransformer
 - B. Motor dengan pengasutan Y A
 - C. Motor dengan pengasutan tahanan primer
 - D. Motor dengan pengasutan langsung
12. Pengontrolan motor dengan dua arah putaran adalah....
- A. Membalikan polaritas putaran motor dengan mengubah polaritas tegangan output
 - B. Membalikan polaritas putaran motor dengan mengubah polaritas tegangan input
 - C. Membalikan polaritas putaran motor dengan mengubah polaritas tegangan motor
 - D. Membalikan polaritas putaran motor dengan mengubah polaritas tegangan sumber
13. Dimaksudkan untuk mengontrol beberapa motor yang bekerja berurutan satu sama lain misalnya konveyor pembawa materil produksi. Proses urutan *starting* motor dimulai dari hilir ke hulu dan sebaliknya, proses stop dimulai dari hulu ke hilir. Hal ini merupakan tujuan dari...
- A. pengontrolan motor dengan dua arah putaran
 - B. pengontrolan motor berurutan
 - C. pengontrolan motor dengan pengasutan Y Δ
 - D. pengontrolan motor berurutan dengan pengasutan langsung
14. Fungsi Kontaktor magnet adalah...
- A. Sebagai alat penghubung listrik yang bekerja atas dasar elektromagnet yang dapat menghubungkan sumber arus dengan beban

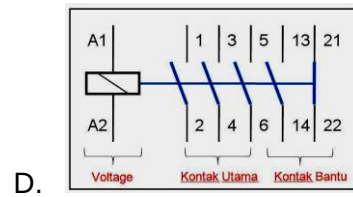
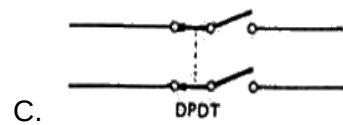
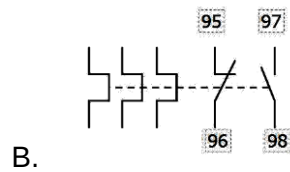
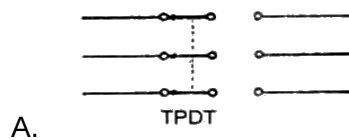
- B. Sebagai alat penghubung listrik yang bekerja atas dasar magnet yang dapat menghubungkan voltmeter dengan muatan
 - C. Sebagai alat penghubung listrik yang bekerja atas dasar magnet yang dapat menghubungkan sumber daya dengan beban
 - D. Sebagai alat penghubung listrik yang bekerja atas dasar magnet yang dapat menghubungkan sumber arus dengan muatan
15. Manfaat sekering dan *Circuit Breaker* adalah...
- A. Untuk mengamankan sistem dan komponen kelistrikan terhadap gangguan hubung singkat.
 - B. Untuk mengamankan sistem dan komponen kelistrikan terhadap gangguan beban lebih dan hubung singkat.
 - C. Untuk mengamankan sistem dan komponen kelistrikan terhadap gangguan beban lebih
 - D. Untuk mengamankan sistem dan komponen kelistrikan terhadap gangguan arus lebih
16. Tipe *Circuit Breaker* berdasarkan pemutusan adalah:
- 1. Tipe pemutusan thermal
 - 2. Tipe pemutusan magnetic
 - 3. Tipe pemutusan termal dan magnetic
 - 4. Tipe pemutusan mekanik
- Type *Circuit Breaker* berdasarkan tipe pemutusannya...
- A. 1 dan 3
 - B. 2 dan 4
 - C. 1,2, dan 3
 - D. 4 saja
17. Tipe dasar sekering berdasarkan pemutusannya....
- A. Semien closed type
 - B. Cartridge type
 - C. a dan b benar
 - D. a dan b salah
18. Motor yang dilakukan pengasutan dengan sistem DOL mempunyai arus start...
- A. 6-10 kali arus nominal motor
 - B. 6-9 kali arus nominal motor

- C. 6-8kali arus nominal motor
- D. 6-7 kali arus nominal motor

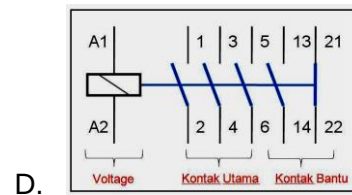
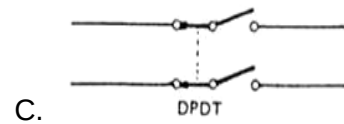
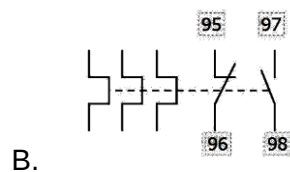
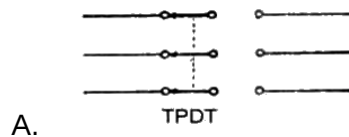
19. Sebuah motor mempunyai arus nominal 20 A dengan pengasutan DOL. Apabila diasut dengan bintang segitiga arus pengasutannya adalah...

- A. 8 A
- B. 7 A
- C. 6 A
- D. 5 A

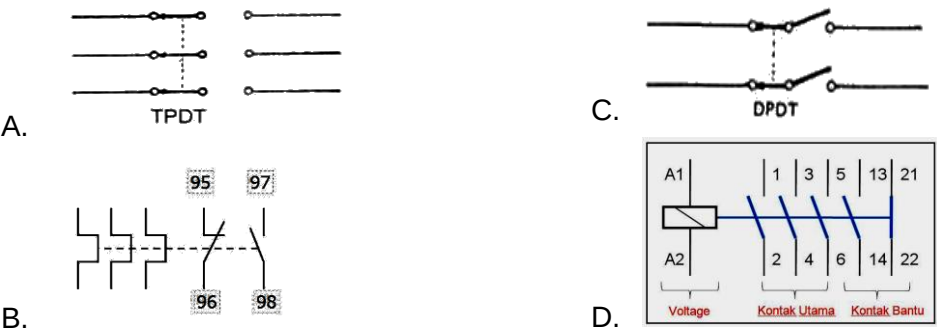
20. Simbol DPDT adalah...



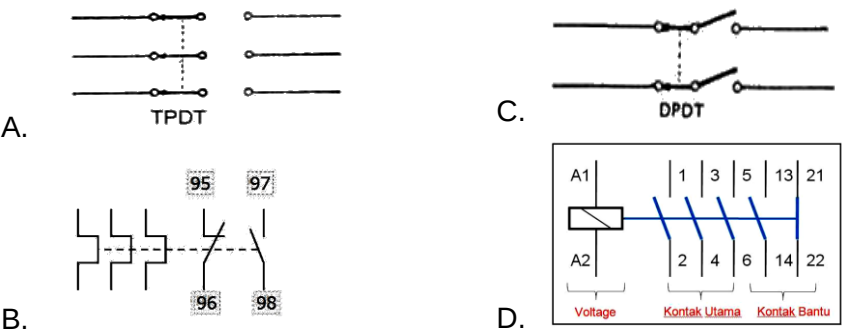
21. Simbol TPDT adalah...



22. Simbol TOR adalah...



23. SimbolKontaktor Magnet adalah...



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

- Andrew Parr, Hidrolik dan Pneumatik Pedoman untuk Teknisi dan Insinyur, Edisi dua, Erlangga 2003.
- Badan Standar Nasional Pendidikan, Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah, BNSP, Jakarta, 2006.
- Badan Standarisasi Nasional.2012. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011*. Jakarta: Yayasan PUIL
- Brown, Mark. 2005. *Practical Troubleshooting Electrical Equipment and Control Circuit*, Newnes Linacre, Jordan Hill, Oxford,
- D. Waller, H. Werner, *Pneumatics, Workbook Basic Level*, Denkendorf, 2002.
- Deutsche Gesellschaft fur Zusammenarbeit (GTZ).1993. *Tables for the Electric Trades*, Eschborn, Deutschland,.
- Enco Mulyasa, Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan: Suatu Panduan Praktis. Bandung, PT. Remaja Rosdakarya, 2007.
- Frank Ebel, *Fundamentals of Pneumatics-Collection of Transparencies*, Festo Didactic GmbH & Co, Denkendorf, 2000.
- Harjanto, Perencanaan Pengajaran, Rineka Cipta, 2007.
- Sugandi, Imam.,2001. dkk. *Panduan Instalasi Listrik untuk Rumah Berdasarkan PUIL 200*.Yayasan Usaha Penunjang Tenaga Listrik: Jakarta
- Kasatkin, A.,. 1960. *Basic Electrical Engineering*. Peace Publisher, Moscow,.
- Klockner, Muller, *Automatisieren und Energie verteilen Schaltungsbuch*. Deutschland:Postfach,
- Miftahu Soleh, Sudaryono, Agung S, *Sistem Pneumatik dan Hidrolik*, BSE, 2009.
- Munthe, Brayan. 2009.*Kontrol Magnetik*. Bandung:PPPPTK BMTI,.
- Munthe, Brayan. 2010. *Karakteristik Motor Listrik*. Bandung: PPPPTK BMTI,

- P. Croser, F. Ebel, *Pneumatics Basic Level*, Festo-Didactic Esslingen, 2002.
- Pakpahan, F. Masse. 1997. *Rangkaian Kontrol Magnetik*. Bandung. Instalasi Listrik TEDC
- PPPG Teknologi Bandung.2006. *Electrical Machine Control*,
- SR Majumdar, Oil Hydraulic Systems Principles and maintenance, Mc. Graw Hill, 2002.
- _____, *Elektro Pneumatik & Hidrolik*, FESTO Didactic, Jakarta.
- _____, *Fundamentals of Mechatronics*, FESTO Didactic, Jakarta.
- Theraja, BL. Theraja, *Electrical Technology*, Nirja Construction &Development Co, (P) Ltd.
- Thomas E. Kissell. 1990. *Modern Industrial/Electrical Motor Controls: Operation, Installation, and Troubleshooting*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- _____, 2007. *Automation Solution Guide*, Indonesia: Schneider Electric

GLOSARIUM

- Ampere** = ampere dilambangkan dengan A, adalah satuan SI untuk arus listrik yang sering dipendekkan menjadi amp. Satu ampere adalah suatu arus listrik yang mengalir dari kutub positif ke kutub negatif, sedemikian sehingga di antara dua penghantar lurus dengan panjang tak terhingga, dengan penampang yang dapat diabaikan, dan ditempatkan terpisah dengan jarak satu meter dalam vakum, menghasilkan gaya sebesar 2×10^{-7} newton per meter
- APP** = Alat Pengukur dan Pembatas
- Armatur** = suatu peralatan yang mendistribusikan, menyaring dan merubah cahaya yang dikeluarkan dari satu lampu atau lebih dan termasuk seluruh komponennya, perlengkapan bantu, pemantul, diffuser, kap dan lainnya untuk berhubungan dengan suplai
- CAI** = *Computer-Assisted Instruction*
- CAI** = suatu program pembelajaran yang dibuat dalam sistem komputer, di mana dalam menyampaikan suatu materi sudah deprogramkan langsung kepada pengguna.
- CAL** = *Computer-Assisted Learning*
- CB** = *Circuit Breaker*
- DOL** = *Starting* dengan metoda ini menggunakan voltase jala-jala/line penuh yang dihubungkan langsung ke terminal motor melalui rangkaian pengendali mekanik atau dengan relay kontaktor magnet.
- DPDT** = Double Pole Double Throw Switch
- DPST** = Double Pole *Single Throw Switch*
- ELCB** = *Eart Leakage Circuit Breaker*
- Fase** = Tegangan
- Fuse** = sekering, berfungsi sebagai pemutus daya yang berlebih.
- IEC** = International Electrotechnical Commission
- Konduit:** =Pipa Instalasi
- Konduktor** = Penghantar arus
- Magnetik Kontaktor** = kontaktor yang bekerja berdasarkan kemagnetan.
- MCB** = Miniature Circuit Breaker
- MCCB** = *Moulded Case Circuit Breaker*/Pemutus sirkit kotak dicetak
- NYA** = konduktor berurat satu
- NYM** = konduktor berurat banyak
- PHB** = Papan Hubung Bagi
- PSM** = Pemutus Sirkit Mini
- PUIL** = Persyaratan Umum Instalasi Listrik
- Push Botton** = Jenis saklar yang dipergunakan dalam rangkaian pengendali dan pengaturan
- SPST** = Single Pole Single Throw Switch
- Timer** = mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor atau untuk merubah sistem bintang ke segitiga dalam delay waktu tertentu
- TOR** = Thermal Overload/Pemutusan rangkaian apabila ada arus yang melebihi batas beban.
- TPST** = Three Pole Single Throw Switch

- Volt** = satuan turunan di dalam Standar Internasional (SI) untuk mengukur perbedaan tegangan listrik. 1 Volt berarti beda tegangan yang diperlukan untuk membuat arus tepat sebesar 1 ampere di dalam suatu rangkaian dengan resistensi 1 ohm
- Wat** = Watt (simbol: W) adalah satuan turunan SI untuk daya. 1 Watt didefinisikan sebagai 1 joule dibagi 1 detik (1 J/d), atau dalam satuan listrik, satu volt ampere (1 V·A)