



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

Pedagogik : Pembelajaran Berbasis TIK
Profesional : Aturan Instalasi Penerangan Listrik

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

Penyusun :

Drs. Syamsuarnis, M.Pd

UNP Padang

dessyamsunis@gmail.com

08126613526

Reviewer :

S. Sibarani

AB Electronics

—

—

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



KATA PENGANTAR

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

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 TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
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 TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI UNTUK KEPENTINGAN PEMBELAJARAN	7
A. TUJUAN	7
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	7
C. URAIAN MATERI	7
Pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)	7
Potensi TIK dalam Pembelajaran	10
Penerapan TIK pada Media Pembelajaran	12
Multimedia	25
Pertimbangan dalam Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran	26
Langkah-langkah/Prosedur Pemanfaatan TIK dalam Kegiatan Pembelajaran	33
D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN	36
1. Kegiatan Pendahuluan	37
2. Kegiatan Inti	37
3. Kegiatan Penutup	39
E. LATIHAN	39
F. RANGKUMAN	39
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	42
Kegiatan Pembelajaran 2 PERSYARATAN, SPESIFIKASI KOMPONEN DAN ALAT INSTALASI PENERANGAN LISTRIK STANDAR PUIL/SNI	44
A. TUJUAN	44
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	44
C. URAIAN MATERI	44
Bahan Bacaan 1: Rancangan Instalasi Listrik	44
Bahan Bacaan 2: PHBK dan Penempatan Titik Beban	53
Bahan bacaan 3: Kebutuhan Maksimum Instalasi Rumah Tinggal	78
D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN	88
Aktifitas 1: Memahami Rancangan Instalasi Listrik	88
Aktifitas 2: Memahami PHBK dan Penempatan Titik Beban	89
Aktifitas 3: Memahami Kebutuhan Maksimum Instalasi Rumah Tinggal	89

E. LATIHAN	93
F. RANGKUMAN	93
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	94

Kegiatan Pembelajaran 3 KESALAHAN SISTEMATIS PROSEDUR

PEMASANGAN INSTALASI PENERANGAN LISTRIK STANDAR PUIL/SNI... 96

A. TUJUAN	96
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI.....	96
C. URAIAN MATERI	96
Bahan Bacaan 1: Pemilihan dan Pemasangan Konduktor.....	96
Bahan Bacaan 2: Pemasangan Konduktor dalam Konduit	105
D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN	116
Aktifitas 1: Memahami Pemilihan dan Pemasangan Konduktor	116
Aktifitas 2:Memahami Pemasangan Konduktor dalam Konduit.....	117
E. LATIHAN 121	
F. RANGKUMAN	121
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	123

Kegiatan Pembelajaran 4 PERSYARATAN, SPESIFIKASI KOMPONEN

DAN ALAT INSTALASI TENAGA LISTRIK STANDAR PUIL/SNI..... 124

A. TUJUAN 124	
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI.....	124
C. URAIAN MATERI	124
Bahan Bacaan 1: Kompoen Instalasi Tenaga	124
Bahan Bacaan 2: Proteksi Motor Listrik	139
D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN	149
Aktifitas 1: Memahami Komponen Instalasi Tenaga	149
Aktifitas 2: Memahami Proteksi Motor Listrik.....	150
E. LATIHAN	154
F. RANGKUMAN	154
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	155

Kegiatan Pembelajaran 5 PERSYARATAN, SPESIFIKASI KOMPONEN

DAN ALAT INSTALASI PENGONTROLAN MOTOR LISTRIK STANDAR PUIL/SNI..... 157

A. TUJUAN 157	
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI.....	157
C. URAIAN MATERI	158
Bahan Bacaan 1: Pengasutan dan Proteksi Motor Listrik	158
Bahan Bacaan 2: Pengontrolan Operasi Motor Listrik	168
D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN	188
Aktifitas 1: Memahami Pengasutan dan Proteksi Motor Listrik.....	189
Aktifitas 2: Memahami Pengontrolan Operasi Motor Listrik	189

E. LATIHAN	193
F. RANGKUMAN.....	193
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	194
KUNCI JAWABAN (Kegiatan Pembelajaran 1 s.d 5)	196
EVALUASI.....	210
A. PEDAGOGIK.....	210
B. PROFESIONAL	214
PENUTUP.....	218
DAFTAR PUSTAKA.....	219
GLOSARIUM	221

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jumlah titik sambung untuk sirkit akhir penggunaan tunggal instalasi rumah.....	76
2. Pembebanan dan jumlah titik sambung pada sirkit akhir beban campuran dalam instalasi rumah.	78
3. Kebutuhan Maksimum Instalasi Rumah Tinggal dan Rumah Ganda.....	79
4. Pengenal Inti atau Rel.....	97
5. Warna selubung konduktor PVC atau PE untuk instalasi tetap	98
6. Diameter dalam Minimum Konduit Listrik Untuk Pemasangan Konduktor Rumah Berisolasi PVC (NYA)	111
7. Faktor pengisian maksimum	111
8. Jarak minimum antara konduktor udara dan tanah diukur dari titik Lendutan terendah terhadap tanah	115
9. Jarak minimum antara dua titik Tumpu konduktor udara	115
10. Jarak minimum antara konduktor udara dan jaringan telekomunikasi	115
11. Penempatan Unsur Pengindera Proteksi Beban Lebih (510.5-1).....	140
12. Penempatan Unsur Pengindera Proteksi Beban Lebih (510.5-1).....	166

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Tanggungjawab Konsumen dan Pengusaha Ketenagalistrikan.....	53
2. PSM (MCB).....	56
3. Hubungan Perlengkapan PHBK dengan Pembumian Sistim TN-S.....	60
4. a) PHBK Menggunakan Sekring b) PHBK Menggunakan MCB.....	60
5. PHBK Dua Grup.....	61
6. PHBK Terbuat dari Plastik Keras	61
7. PHBK Utama Melayani Sirkuit Akhir dan Sirkuit Cabang.....	61
8. Bagan Satu Garis PHBK dan Kotak Kontak	62
9. Wiring dan <i>Single Saklar</i> Kutub 1 dengan Satu Lampu Tanpa Proteksi	70
10. Wiring dan <i>Single Saklar</i> Kutub 1 dengan Satu Lampu dengan Proteksi.....	71
11. Wiring dan <i>Single line</i> Saklar Kutub 2 dengan Satu Lampu.....	71
12. Wiring dan <i>Single Line</i> Saklar Seri dengan Dua (kelompok) Lampu.....	72
13. Wiring dan <i>Single Line</i> Mengendalikan Satu Lampu dari Dua Tempat	73
14. Wiring dan <i>Single Line</i> Mengendalikan Satu Lampu dari Tiga Tempat.....	73
15. Seklar Lampu Kotak Kontak dan Tusuk Kontak	74
16. Fitting Lampu	75
17. Armatuur Lampu	75
18. Konduit dan Sambungannya	84
19. Lasdop.....	84
20. NYA dimasukkan ke dalam Pipa Instalasi	98
21. Pemasangan Konduktor dalam Dinding Berongga.....	98
22. a)Tanpa Sekat Bila Jarak b) Dengan Sekat Bila.....	99
23. Pengaturan Sirkuit Daya dan Sirkuit Bantu dalam Satu Konduit.....	100
24. Sambungan Selongsong dengan Sekrup	100
25. Sambungan Selongsong di Jepit Tanpa Sekrup.....	100
26. Sambungan Selongsong Dipres.....	100
27. Setelah Dipilin Sambungan Di Tutup dengan Lasdop	100
28. Kotak Sambung Delapan Jalur Empat Arah	101
29. Posisi Ujung Konduktor dan Cara Terminasi yang Benar	101
30. Posisi Ujung Konduktor dan Cara Terminasi Kawat yang Salah	101
31. Cara Menyambung untuk Dua Beban	102
32. Hubungan atau Terminasi Konduktor Fleksibel Pada Peralatan Listrik	102
33. Terminasi Konduktor Fleksibel pada Instalasi Seharusnya Tetap Melalui Tusuk Kontak.....	103
34. Lubang Pemasukan untuk mencegah Konduktor Lecet	103
35. Sambungan dengan Spatu Konduktor atau Selongsong	103
36. Sebelum Menyambung Konduktor Kawat Banyak di Solder Terlebih Dahulu	104

37. Cara Terminasi Dengan Konduktor Berselubung atau dengan Konduktor Tanpa Selubung dalam Konduit	105
38. Rentangan Konduktor dengan Isolator	105
39. Konduktor Dipasang dalam Konduit	105
40. Jarak Konduktor Sejajar	106
41. Jarak Konduktor Sejajar Memanjang	106
42. Pemasangan Konduktor Lansung di klem Pada dinding	107
43. Pemasangan Konduktor Lansung di dalam atau di Bawah Plaster	107
44. Konduktor Dipasang di dalam Plester	107
45. Konduktor Dipasang di dalam Dinding Berongga	107
46. Pemasangan Konduktor NYM dalam Dinding Beton Harus dalam Konduit	108
47. a)Pemasangan Lampu b) Bila Menggunakan Konduktor Snur Harus Diikat.....	109
48. Kotak Sambung Dipasang Sedemikian Rupa Sehingga Pemasangan Konduit atau Konduktor Tegak Lurus atau Mendatar	109
49. Jalur Pengantar Berbentuk Cell dapat sebagai Dinding atau Lantai	112
50. Motor Sirkuit dan Kendali	128
51. Bagian-bagian Kontaktor.....	130
52. Bentuk Kontaktor	133
53. <i>Push Button</i>	133
54. Simbol NO	134
55. Simbol NC.....	134
56. Simbol Rangkaian TOL.....	134
57. <i>Thermal Overload</i>	135
58. Simbol <i>Timer</i>	136
59. <i>Timer</i>	137
60. <i>On Delay</i>	137
61. <i>On Delay</i>	138
62. <i>Off Delay</i>	138
63. <i>Off Delay</i>	139
64. Proteksi Hubungan Pendek Sirkuit Cabang Instalasi Besar	143
65. Metoda Motor <i>Starting</i>	159
66. Sistem Proteksi Pengontrolan Motor.	163
67. Konduktor Pentanahan Motor	164
68. Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan.	169
69. Rangkaian Pengontrolan Motor DOL	171
70. Perbandingan Voltase Hubungan Bintang (Y) dan Segitiga (Δ).....	172
71. Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan.	172
72. Motor <i>Starting</i> Bintang-Segitiga.	173
73. Starter dengan Tahanan Primer (Primary Resistance Starter). Perbandingan Torsi dengan Torsi Beban Penuh.....	174
74. Starter dengan Auto-Transformer	175
75. Diagram Hubungan Arus dan Voltase pada DOL <i>Starting</i> dan Auto Transformer <i>Starting</i>	176

76. Pengaturan Tahanan Rotor.....	177
77. Diagram Daya Motor Dua Arah Putaran.....	179
78. Diagram Kontrol Motor Dua Arah Putaran.....	179
79. Diagram Daya Motor Diasut Y- Δ	180
80. Diagram Kontrol Motor Diasut Y- Δ	181
81. Diagram Daya Motor Dengan Dua Arah yang Diasut Y- Δ	182
82. Diagram Kontrol Motor dengan Dua Arah Yang Diasut Y- Δ	182
83. Diagram Daya Motor Berurutan	183
84. Diagram Kontrol Motor Berurutan.....	184
85. Diagram Daya Motor Dahlander.....	184
86. Diagram Kontrol Motor Dahlander.....	185
87. Diagram Daya Motor <i>Separate Winding</i>	185
88. Rangkaian Kontrol Motor dengan Pengereman System Plugging (a) Rangkaian Utama b) Rangkaian Kontrol	187
89. Rangkaian Kontrol Motor dengan Pengereman System Dinamik (a) Rangkaian Utama (b) Rangkaian Kontrol	188

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. Memanfaatkan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pembelajaran yang diampu.
2. Menerapkan ketentuan persyaratan pada instalasi penerangan listrik satandar PUIL/SNI
3. Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI.
4. Menemukan kesalahan secara sistematis tentang prosedur pemasangan instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI.
5. Menerapkan ketentuan/persyaratan instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI
6. Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI
7. Menerapkan ketentuan/persyaratan instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI
8. Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI

C. PETA KOMPETENSI

MODUL GURU PEMBELAJAR, KELOMPOK KOMPETENSI E 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	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pedagogik	5. Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran	5.1 Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran yang diampu	5.1.1 Macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran dijelaskan sesuai dengan kegunaannya	Teknologi Informasi dan Informasi Untuk Kepentingan Pembelajaran						v						
Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	Menganalisis komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI.	<p>Komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p> <p>Mengidentifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p> <p>Menentukan fungsi komponen instalasi motor listrik.</p> <p>Membedakan simbol komponen/alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai PUIL/SNI.</p> <p>Menentukan jenis dan besaran nominal pengaman instalasi motor listrik sesuai PUIL/SNI.</p>	<p>Profesional</p> <p>Materi 2</p> <p>Materi 3</p> <p>Materi 4</p> <p>Materi 5</p> <p>Materi 6</p>												

Kompetensi Utama (KU)	Kompetensi Inti (KI)	Standar Kompetensi Guru (SKG)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Materi Modul	Grade										
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Mengevaluasi ketentuan/peraturan instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI	<p>Menerapkan ketentuan/peraturan pada instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p> <p>Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p> <p>Menemukan kesalahan secara sistematis tentang prosedur pemasangan instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p>						√						
		Mengevaluasi ketentuan/peraturan instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI.	<p>Menerapkan ketentuan/peraturan instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p> <p>Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p>						√						
		Mengevaluasi ketentuan/peraturan instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI.	<p>Menerapkan ketentuan/peraturan instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p> <p>Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p>						√						

D. RUANG LINGKUP

Modul diklat PKB ini berisi rangkaian kegiatan pembelajaran selama mengikuti pendidikan dan pelatihan, khususnya pendidikan dan pelatihan pada kompetensi E untuk program keahlian Teknik pemanfaatan Tenaga Listrik. Modul ini mencakup 2 kegiatan pembelajaran, yakni pedagogik dan profesional. Cakupan materi pedagogik meliputi : memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam pembelajaran yang diampu.

Cakupan materi profesional mencakup : Menerapkan ketentuan persyaratan pada instalasi penerangan listrik, Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi penerangan listrik, Menemukan kesalahan secara sistematis tentang prosedur pemasangan instalasi penerangan listrik, Menerapkan ketentuan/persyaratan instalasi tenaga listrik, Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi tenaga listrik, Menerapkan ketentuan/persyaratan instalasi pengontrolan motor listrik, dan, Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik sesuai standar PUIL/SNI

E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL

1. Modul ini disusun berbasis aktifitas yang terbagi atas 5 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 Aktifitas Belajar 1, dan Aktifias Belajar selanjutnya. Guna meningkatkan pemahaman dalam ranah pengetahuan dan keterampilan, melalui penelaahan bahan bacaan, menyelesaikan lembaran 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

TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI UNTUK KEPENTINGAN PEMBELAJARAN

A. TUJUAN

Setelah mempelajari materi Kegiatan Pembelajaran 1 diharapkan guru/peserta diklat mengetahui macam-macam TIK, dan memahami potensi TIK dalam pembelajaran, serta mampu mengaplikasikan TIK sebagai media pembelajaran. Dengan demikian, guru/peserta diklat dapat memanfaatkan TIK dalam pembelajaran dengan sebaik-baiknya.

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Setelah selesai mempelajari materi yang dipaparkan pada bagian ini diharapkan peserta pelatihan dapat:

1. menjelaskan pengertian TIK
2. menyebutkan komponen-komponen TIK
3. menjelaskan potensi TIK,
4. menjelaskan fungsi TIK dalam pendidikan/pembelajaran
5. mengetahui penerapan TIK sebagai media pembelajaran
6. menyebutkan jenis-jenis TIK yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran
7. menjelaskan dampak kemajuan TIK terhadap pendidikan/pembelajaran
8. menjelaskan prinsip-prinsip pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran

C. URAIAN MATERI

Pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)

Istilah teknologi informasi dan komunikasi (TIK) sudah sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari termasuk dalam kegiatan pembelajaran. Teknologi merupakan alat atau sarana teknis yang digunakan manusia untuk meningkatkan perbaikan/penyempurnaan lingkungannya. Teknologi merupakan suatu pengetahuan tentang cara menggunakan alat dan mesin untuk *melaksanakan tugas secara efisien*. Selain itu, teknologi dapat juga dikatakan sebagai pengetahuan, alat, dan sistem yang digunakan untuk *membuat hidup lebih*

mudah dan lebih baik. Melalui pemanfaatan teknologi memungkinkan orang dapat berkomunikasi dengan lebih baik dan lebih cepat. Teknologi ada di mana-mana dan dapat membuat kehidupan manusia menjadi lebih baik.

Esensi dari rumusan yang sudah dipaparkan pada paragraph sebelumnya adalah bahwa teknologi itu pada dasarnya merupakan pengetahuan yang menjawab pertanyaan tentang bagaimana (*“know how”*). Dengan memanfaatkan teknologi, pekerjaan atau tugas dapat dilaksanakan secara efisien. Salah satu contoh aplikasinya dalam kegiatan pembelajaran adalah seorang guru yang telah melaksanakan pembaharuan terhadap *“know how”* dalam membelajarkan para siswanya sehingga terjadi efisiensi. Berikut ini disajikan contoh tentang penerapan teknologi dalam kegiatan pembelajaran.

Seorang guru memperkenalkan metode pembelajaran yang menekankan pengembangan kemampuan/keterampilan bertanya di kalangan para siswa sebagai ganti dari metode ceramah. Manakala kemampuan/keterampilan bertanya telah tumbuh dan berkembang di kalangan para siswanya, berarti sang guru telah berhasil menerapkan teknologi dalam kegiatan pembelajarannya. Atau, sang guru telah melakukan suatu pembaharuan dalam kegiatan pembelajaran.

Seorang guru berinisiatif melakukan pembaharuan di bidang metode pembelajaran yang menekankan keaktifan belajar para siswanya. Dalam kaitan ini, guru dapat saja mempersiapkan beberapa kasus misalnya untuk didiskusikan para siswa secara berkelompok. Para siswa digugah untuk mencari berbagai sumber atau referensi yang akan dijadikan sebagai acuan proposisi yang akan dikemukakan dalam diskusi kelompok. Setelah diskusi kelompok berakhir, maka kepada setiap kelompok diberikan waktu untuk menyajikan hasil kerja kelompoknya di depan semua siswa untuk mendapatkan tanggapan, pendapat, atau sanggahan. Pada akhirnya, guru menyampaikan hal-hal penting sebagai inti dari kegiatan pembelajaran.

Pada konteks yang sudah diuraikan, guru tidak lagi harus sepenuhnya berceramah selama jam pelajaran yang berlangsung. Guru lebih cenderung berfungsi sebagai fasilitator yang memfasilitasi terjadinya kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien. Para siswa juga dikondisikan untuk berlatih

mencari/menggali sendiri berbagai informasi yang berkaitan dengan materi pelajaran yang dibahas atau didiskusikan. Disamping itu, para siswa juga dikondisikan untuk berlatih mengemukakan pendapatnya terhadap suatu kasus atau pemikiran yang disampaikan guru. Dalam kegiatan pembelajaran yang demikian ini, sang guru telah berinisiatif untuk melakukan pembaharuan khususnya di bidang metode pembelajaran.

Pemahaman lain mengenai teknologi dalam konteks pembelajaran di kelas adalah sebagai alat atau sarana yang digunakan untuk melakukan perbaikan/penyempurnaan kegiatan pembelajaran sehingga para *siswa menjadi lebih otonom dan kritis dalam menghadapi masalah*, yang pada akhirnya bermuara pada peningkatan hasil kegiatan belajar siswa. Teknologi dapat dan benar-benar membantu siswa mengembangkan semua jenis keterampilan, mulai dari tingkat yang sangat mendasar sampai dengan tingkat keterampilan berpikir kritis yang lebih tinggi.

Sebagai salah satu contoh dari sampel potret kegiatan pembelajaran yang menerapkan teknologi adalah seorang guru SD yang menggunakan media kaset audio interaktif dalam kegiatan belajar-mengajarnya. Dengan pemanfaatan teknologi (dalam hal ini adalah media kaset audio interaktif), terjadilah efisiensi dalam arti guru masih mempunyai waktu yang tersisa dari yang disediakan. Waktu yang tersisa ini merupakan nilai tambah yang dihasilkan melalui pemanfaatan teknologi. Dalam kaitan ini, guru dapat menggunakan waktu yang tersisa untuk membimbing para siswanya mengerjakan soal-soal latihan atau untuk berdiskusi sehingga pada akhirnya akan memberikan implikasi pada peningkatan hasil prestasi belajar para siswa.

Contoh lainnya adalah mengenai pengelola lembaga pendidikan sekolah yang dengan antusiasnya ingin memperlihatkan kepada masyarakat bahwa sekolah yang dikelolanya telah memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Salah satu cara yang ditempuh adalah melakukan pengadaan perangkat komputer. Pada masa penerimaan siswa baru, dipromosikanlah bahwa sekolahnya telah memanfaatkan TIK.

Kementerian Negara Riset dan Teknologi memberikan rumusan pengertian mengenai TIK sebagai bagian dari ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK).

Lebih jauh dikemukakan bahwa TIK secara umum adalah semua teknologi yang berhubungan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi. Pemahaman TIK yang demikian ini mencakup semua perangkat keras, perangkat lunak, kandungan isi, dan infrastruktur.

Pemaparan yang telah dikemukakan mengenai TIK, maka penerapannya di lingkungan pendidikan/pembelajaran dapat dikatakan bahwa TIK mencakup perangkat keras, perangkat lunak, kandungan isi (materi pelajaran), dan infrastruktur yang fungsinya berkaitan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi (materi pelajaran). Apabila dihadapkan dengan beberapa contoh yang telah dikemukakan, maka pemahaman mengenai TIK tidak lagi hanya sebatas pada hal-hal yang canggih (*sophisticated*), seperti komputer dan internet, tetapi juga mencakup yang konvensional, seperti bahan cetakan, kaset audio, Overhead Transparency (OHT)/Overhead Projector (OHP), bingkai suara (*sound slides*), radio, dan TV.

TIK selalu terdiri dari *hardware* dan *software*. *Hardware* atau perangkat keras adalah segala sesuatu peralatan teknologi yang berupa fisik. Cirinya yang paling mudah adalah terlihat dan bisa disentuh. Sedangkan *software* atau perangkat lunak adalah sistem yang dapat menjalankan atau yang berjalan dalam perangkat keras tersebut. *Software* dapat berupa *operating system* (OS), aplikasi, ataupun konten.

Potensi TIK dalam Pembelajaran

TIK dikatakan dapat memberikan suatu solusi praktis untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas pendidikan. Dalam kaitan ini, keberhasilan untuk memecahkan masalah pendidikan/pembelajaran dan yang mengarah pada peningkatan kualitas dan kuantitas pendidikan adalah sepenuhnya sangat ditentukan oleh guru yang melaksanakan pemanfaatan TIK itu sendiri. Para peneliti telah menyadari bahwa TIK tidak dapat diperlakukan sebagai variabel bebas tunggal, dan prestasi belajar siswa tidak semata-mata hanya ditentukan oleh sebaik apapun para siswa mencapai hasil tes standar tetapi ditentukan juga oleh kemampuan siswa untuk menggunakan keterampilan berpikir tingkat tinggi

(seperti: berpikir kritis, berpikir analitis, membuat inferensi, dan pemecahan masalah). Dampak TIK jenis apapun menuntut suatu pemahaman tentang bagaimana TIK itu dimanfaatkan di dalam kelas dan untuk mencapai tujuan pembelajaran apa (perlu ditetapkan oleh para guru yang memanfaatkannya) di samping pengetahuan tentang jenis penilaian yang akan digunakan untuk menilai peningkatan prestasi belajar siswa, dan kesadaran tentang hakekat perubahan yang kompleks di lingkungan sekolah.

Kenyataan mengindikasikan bahwa apabila dimanfaatkan secara efektif, “pendayagunaan TIK dapat mendukung keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan cara melibatkan (*engaging*) siswa melaksanakan tugas-tugas yang autentik dan kompleks dalam konteks belajar kolaboratif’. Selanjutnya, sebagian kecil aplikasi teknologi (misalnya: *drill*, latihan, tutorial) yang berkaitan dengan pembelajaran yang terarah (*directed instruction*); sebagian besar lainnya (misalnya: pemecahan masalah, aplikasi multimedia, telekomunikasi) dapat meningkatkan tidak hanya pembelajaran yang terarah tetapi juga lingkungan yang konstruktif tergantung pada bagaimana para guru mengintegrasikannya ke dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Secara sederhana dapatlah dikemukakan bahwa pada umumnya fasilitas/peralatan TIK dimanfaatkan untuk kegiatan pembelajaran karena potensinya antara lain yang dapat:

- a. membuat konkrit konsep yang abstrak, misalnya untuk menjelaskan sistem peredaran darah;
- b. membawa obyek yang berbahaya atau sukar didapat ke dalam lingkungan belajar, seperti: binatang-binatang buas, atau penguin dari kutub selatan;
- c. menampilkan obyek yang terlalu besar, seperti pasar, candi borobudur;
- d. menampilkan obyek yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti: mikro organisme;
- e. mengamati gerakan yang terlalu cepat, misalnya dengan *slow motion* atau *time-lapse photography*;
- f. memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan lingkungannya;
- g. memungkinkan keseragaman pengamatan dan persepsi bagi pengalaman belajar siswa;
- h. membangkitkan motivasi belajar siswa;

- i. menyajikan informasi belajar secara konsisten, akurat, berkualitas dan dapat diulang penggunaannya atau disimpan sesuai dengan kebutuhan; atau
- j. menyajikan pesan atau informasi belajar secara serempak untuk lingkup sasaran yang sedikit/kecil atau banyak/luas, mengatasi batasan waktu (kapan saja) maupun ruang di mana saja).

TIK memiliki potensi yang sangat besar dalam membantu peningkatan efektivitas pembelajaran, sebagai berikut:

- a. 10% informasi diperoleh dengan cara membaca (teks).
- b. 20% informasi diperoleh dengan cara mendengar (suara).
- c. 30% informasi diperoleh dengan cara melihat (grafis/foto).
- d. 50% informasi diperoleh dengan cara melihat dan mendengar (video/animasi).
- e. 80% informasi diperoleh dengan cara berbicara.
- f. 80% informasi diperoleh dengan cara berbicara dan melakukan (interaktif).

Penerapan TIK pada Media Pembelajaran

Kata “media” berasal dari bahasa Latin merupakan bentuk jamak dari kata “medium”, yang secara marfiah berarti perantara atau pengantar. Dengan demikian, media merupakan wahana penyalur informasi belajar atau penyalur pesan. Istilah medium sebagai perantara yang mengantar informasi antara sumber dengan penerima. Jadi, televisi, film, foto, radio, rekaman audio, gambar yang diproyeksikan, bahan-bahan cetakan, dan sejenisnya adalah media komunikasi. Apabila media itu membawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan instruksional atau mengandung maksud-maksud pengajaran maka media itu disebut media pembelajaran.

Media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran, antara lain: film, video, LCD, televisi, dan *slide proyektor*. Sebenarnya media pembelajaran tidak hanya terbatas pada media elektronik melainkan segala sesuatu yang digunakan untuk memperlancar proses belajar mengajar yang mempunyai tujuan agar materi yang diajarkan lebih mudah dipahami oleh peserta termasuk papan tulis, penggaris, buku, maupun peraga manual. Sehingga perbedaan alat peraga dan media, terletak

pada fungsinya bukan pada substansinya. Suatu sumber belajar disebut alat peraga jika hanya berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran. Sedangkan sumber belajar disebut media jika merupakan bagian integral dari seluruh proses pembelajaran.

Media memiliki peran yang sangat penting dalam kegiatan pembelajaran. Media berfungsi menjembatani antara guru dan siswa dalam rangka menyampaikan materi bahan ajar, membantu siswa memahami bahan ajar dan memfasilitasi siswa melakukan kegiatan pembelajaran. Dan akhirnya media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang dan waktu, serta dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka. Penerapan TIK untuk media pembelajaran meliputi :

- a. Media yang tidak diproyeksikan (*non projected media*), contohnya: realita, model, bahan grafis (*graphical material*), display.
- b. Media yang di proyeksikan (*projected media*), contohnya: *OHT, Slide, Opaque*.
- c. Media audio (*audio*) kaset, contohnya: *vision, active audio vision*.
- d. Media video (*video*).
- e. Media berbasis komputer (*computer based media*), contohnya: *Computer Assisted Instruction (CAI), Computer Managed Instruction (CMI)*.

Manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa, yaitu:

- a. Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar;
- b. Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami oleh siswa dan memungkinkannya menguasai dan mencapai tujuan pembelajaran
- c. Metode mengajar akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi kalau guru mengajar pada setiap jam pelajaran.
- d. Siswa dapat lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, memerankan, dan lain-lain.

Manfaat media dalam pendidikan sebagai berikut:

- a. Meletakkan dasar-dasar yang konkret untuk berpikir, oleh karena itu mengurangi verbalisme.
- b. Memperbesar perhatian siswa.
- c. Meletakkan dasar-dasar yang penting untuk perkembangan belajar, oleh karena itu membuat pelajaran lebih mantap.
- d. Memberikan pengalaman nyata yang dapat menumbuhkan kegiatan berusaha sendiri di kalangan siswa
- e. Menumbuhkan pemikiran yang teratur dan kontinyu, terutama melalui gambar hidup.
- f. Membantu tumbuhnya pengertian yang dapat membantu perkembangan kemampuan berbahasa.
- g. Memberikan pengalaman yang tidak mudah diperoleh dengan cara lain, dan membantu efisiensi dan keragaman yang lebih banyak dalam belajar.

Berdasarkan uraian pada bagian sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa manfaat dari penggunaan media pembelajaran di dalam proses belajar mengajar sebagai berikut :

- a. Media pembelajaran dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar.
- b. Media pembelajaran dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dan lingkungannya, dan kemungkinan siswa untuk belajar sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya.
- c. Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu;
 - 1) Objek atau benda yang terlalu besar di tampilkan langsung di ruang kelas dapat diganti dengan gambar, foto, slide, realita, film, radio, atau model.
 - 2) Objek atau benda yang terlalu kecil yang tidak tampak oleh indera dapat disajikan dengan bantuan mikroskop, film, slide, atau gambar.
 - 3) Kejadian langka yang terjadi di masa lalu atau terjadi sekali dalam puluhan tahun dapat ditampilkan melalui rekaman video, film, foto, slide disamping secara verbal.

- 4) Objek atau proses yang amat rumit seperti peredaran darah dapat ditampilkan secara kongkret melalui film, gambar, slide, atau simulasi komputer.
- 5) Kejadian atau percobaan yang dapat membahayakan dapat disimulasikan dengan media seperti komputer, film, dan video.
- 6) Peristiwa alam seperti terjadinya letusan gunung berapi atau proses yang dalam kenyataan memakan waktu lama seperti proses kepompong menjadi kupu-kupu dapat disajikan dengan teknik-teknik rekaman seperti *time-lapse* untuk film, video, slide, atau simulasi komputer.
- 7) Media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru, masyarakat, dan lingkungannya misalnya melalui karyawisata, kunjungan-kunjungan ke museum atau kebun binatang.

Pada proses pembelajaran, media memiliki fungsi sebagai pembawa informasi dari sumber (guru) menuju penerima (siswa). Adapun metode adalah prosedur untuk membantu siswa dalam menerima dan mengolah informasi guna mencapai tujuan pembelajaran

Pada kegiatan interaksi antara siswa dan lingkungan, fungsi media dapat diketahui berdasarkan adanya kelebihan media dan hambatan yang mungkin timbul dalam proses pembelajaran. Tiga kelebihan kemampuan media sebagai berikut :

- a. Kemampuan *fiksatif*, artinya dapat menangkap, menyimpan, dan menampilkan kembali suatu objek atau kejadian. Dengan kemampuan ini, objek atau kejadian dapat digambar, dipotret, direkam, difilmkan, kemudian dapat disimpan dan pada saat diperlukan dapat ditunjukkan dan diamati kembali seperti kejadian aslinya.
- b. Kemampuan *manipulative*, artinya media dapat menampilkan kembali objek atau kejadian dengan berbagai macam perubahan (manipulasi) sesuai keperluan. Misalnya, diubah ukurannya kecepatannya, warnanya, dan dapat pula diulang-ulang penyajiannya.

- c. Kemampuan *distributive*, artinya media mampu menjangkau *audiens* yang besar jumlahnya dalam satu kali penyajian secara serempak, misalnya siaran TV atau Radio.

Mulanya media hanya dianggap sebagai alat bantu mengajar guru (*teaching aids*). Alat bantu yang dipakai adalah alat bantu visual, misalnya gambar, model, objek, dan alat-alat lain yang dapat memberikan pengalaman konkret, motivasi belajar serta mempertinggi daya serap dan retensi belajar siswa. Dengan masuknya pengaruh teknologi audio pada sekitar pertengahan abad ke-20, alat visual untuk mengkonkretkan ajaran ini dilengkapi dengan alat audio sehingga kita kenal adanya alat audio visual atau *audio visual aids* (AVA). Dalam usaha memanfaatkan media sebagai alat bantu ini Edgar Dale mengadakan klasifikasi pengalaman menurut tingkat dari yang paling konkret ke yang paling abstrak. Klasifikasi tersebut kemudian dikenal dengan nama kerucut pengalaman (*cone of experience*).

Media memiliki fungsi sebagai pembawa informasi dari sumber (guru) menuju penerima (siswa). Fungsi utama media adalah menambah pengalaman serta menanggulangi keterbatasan pengalaman yang dimiliki siswa. Media pembelajaran dapat digunakan untuk menggantikan objek-objek riil yang sulit ditemukan siswa sebagai pengalaman belajar. Materi belajar seperti binatang buas, organ tubuh manusia, sifat cahaya, planet dan sebagainya yang umumnya sulit ditemukan secara konkret, dalam hal ini media pembelajaran dapat digunakan sebagai sarana untuk menggantikannya, kendati dalam bentuk buku, film, video, slide, bentuk miniatur, model atau bentuk gambar-gambar/foto yang disajikan secara audio, visual, dan audio visual.

Empat fungsi media pembelajaran khususnya media visual, yaitu (a) fungsi *atensi* merupakan inti, yaitu menarik dan mengarahkan perhatian siswa untuk berkonsentrasi kepada isi pelajaran yang berkaitan dengan makna visual yang ditampilkan atau menyertai teks materi pelajaran; (b) fungsi *afektif*, dapat terlihat dari tingkat kenikmatan siswa ketika belajar (atau membaca) teks yang bergambar; (c) fungsi *kognitif*, terlihat dari temuan-temuan penelitian yang mengungkapkan bahwa lambang visual atau gambar memperlancar pencapaian tujuan untuk memahami dan mengingat informasi atau pesan yang terkandung

dalam gambar dan; (d) fungsi *kompensatoris*, media pembelajaran terlihat dari hasil penelitian bahwa media visual yang memberikan konteks untuk memahami teks membantu siswa yang lemah dalam membaca untuk mengorganisasikan informasi dalam teks dan mengingatkannya kembali. Dengan kata lain, media pembelajaran berfungsi untuk mengakomodasi siswa yang lemah dan lambat menerima serta memahami isi pelajaran yang disajikan dengan teks atau disajikan secara verbal. Ada tiga kelebihan kemampuan media adalah sebagai berikut:

- a. kemampuan *fiksatif*, artinya dapat menangkap, menyimpan, dan menampilkan kembali suatu obyek atau kejadian dapat digambar, dipotret, direkam, difilmkan, kemudian dapat disimpan dan pada saat diperlukan dapat ditunjukkan dan diamati kembali seperti kejadian aslinya;
- b. Kemampuan *manipulatif*, artinya media dapat menampilkan kembali obyek atau kejadian dengan berbagai macam perubahan (manipulasi) sesuai keperluan, misalnya diubah ukurannya, kecepatannya, warnanya, serta dapat pula diulang-ulang penyajiannya;
- c. Kemampuan *distributif*, artinya media mampu menjangkau audien yang besar jumlahnya dalam satu kali penyajian secara serempak, misalnya siaran TV atau radio.

Media pembelajaran mempunyai kelebihan dalam beberapa hal di antaranya: a) Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan pengalaman yang dimiliki oleh para peserta didik. Pengalaman tiap peserta didik berbeda-beda, tergantung dari faktor-faktor yang menentukan kekayaan pengalaman anak, seperti ketersediaan buku, kesempatan melancong, dan sebagainya. Media pembelajaran dapat mengatasi perbedaan tersebut. Jika peserta didik tidak mungkin dibawa ke peserta didik. Obyek dimaksud bisa dalam bentuk nyata, miniatur, model, maupun bentuk gambar-gambar yang dapat disajikan secara audiovisual dan audio; b) Media pembelajaran dapat melampaui batasan ruang kelas. Banyak hal yang tidak mungkin dialami secara langsung di dalam kelas oleh para peserta didik tentang suatu obyek, yang disebabkan karena : obyek terlalu besar, obyek terlalu kecil, obyek yang bergerak terlalu lambat, obyek yang bergerak terlalu cepat, obyek yang terlalu kompleks, obyek yang bunyinya terlalu halus, obyek mengandung berbahaya dan resiko tinggi. Melalui penggunaan

media yang tepat, maka semua obyek itu dapat disajikan kepada peserta didik; c) Media pembelajaran memungkinkan adanya interaksi langsung antara peserta didik dengan lingkungannya; d) Media menghasilkan keseragaman pengamatan; e) Media dapat menanamkan konsep dasar yang benar, konkrit dan realistis; f) Media membangkitkan keinginan dan minat baru; g) Media membangkitkan motivasi dan merangsang anak untuk belajar; h) Media memberikan pengalaman yang integral/menyeluruh dari yang konkrit sampai dengan abstrak.

Berikut adalah jenis-jenis teknologi informasi dan komunikasi yang sering digunakan sebagai alat bantu dalam pembuatan media pembelajaran:

Alat Bantu Visual. Pada konsep pengajaran visual adalah setiap gambar, model, benda, atau alat-alat lain yang memberikan pengalaman visual yang nyata kepada siswa. Alat bantu visual itu bertujuan untuk: (a) memperkenalkan, membentuk, memperkaya, serta memperjelas pengertian atau konsep yang abstrak kepada siswa, (b) mengembangkan sikap-sikap yang dikehendaki, (c) mendorong kegiatan siswa lebih lanjut. Konsep pengajaran visual didasarkan atas asumsi bahwa pengertian-pengertian yang abstrak dapat disajikan lebih konkrit. Pengongkretan pengajaran visual sampai sekarang masih tetap berguna. Di samping itu, gerakan pengajaran visual memperkenalkan dua macam konsep pemikiran lainnya yang masih dipakai, yaitu: pertama, pentingnya pengelompokan jenis-jenis alat bantu visual yang dipakai dalam kegiatan instruksional, kedua, perlunya pengintegrasian bahan-bahan visual ke dalam kurikulum sehingga penggunaannya tidak terpisahkan (*integrated teaching materials*).

Alat Bantu Audiovisual. Konsep pengajaran visual kemudian berkembang menjadi audiovisual pada tahun 1940. Istilah ini bermakna sejumlah peralatan yang dipakai oleh para guru dalam menyampaikan konsep, gagasan, dan pengalaman yang dianggap oleh indra pandang dan pendengaran. Penekanan utama dalam pengajaran audiovisual adalah pada nilai belajar yang diperoleh melalui pengalaman konkret, tidak hanya didasarkan atas kata-kata belaka. Pengajaran audiovisual bukan metode mengajar. Materi audiovisual hanya dapat berarti bila dipergunakan sebagai bagian dari proses pengajaran. Peralatan audiovisual tidak harus digolongkan sebagai pengalaman belajar yang diperoleh

dari penginderaan pandang dan dengar, akan tetapi sebagai alat teknologis yang dapat memperkaya serta memberikan pengalaman kongkret kepada para siswa. Pengajaran audiovisual menambahkan komponen “audio” kepada materi pengajaran visual, yang secara konseptual sebenarnya tidak banyak memberikan perbedaan berarti. Gerakan audiovisual tetap mempertahankan kontinum kongkret abstrak dan pengelompokan materi instruksional dalam klasifikasi gradual yang diperlihatkan dalam bentuk “kerucut pengalaman” (cone of experiences) tentang perlunya pengintegrasian materi audiovisual ke dalam kurikulum tetap dipertahankan.

Komunikasi Audiovisual. Pendekatan yang lebih menguntungkan dalam arti memperoleh pengertian yang lebih efektif di bidang audiovisual terdapat dalam konsep komunikasi. Orientasi terhadap proses komunikasi yang diaplikasikan dalam kegiatan instruksional telah mengubah kerangka teoritis teknologi instruksional. Dengan demikian maka tekanan tidak lagi diletakkan pada benda atau bahan pelajaran dalam bentuk materi audiovisual untuk pengajaran, melainkan dipusatkan pada keseluruhan proses komunikasi informasi/pesan (*Message*) dari sumber (*Source*) yaitu guru, kepada penerima (*Receiver*) yaitu siswa. Dari berbagai model komunikasi yang ada, maka model komunikasi SMCR merupakan yang paling sederhana dan sangat berguna dalam melahirkan konsep-konsep teknologi instruksional. Model SMCR memperlihatkan dua konsep, yaitu: pertama, berhubungan dengan keseluruhan proses penyampaian pesan dari sumber, yaitu guru, kepada penerima pesan yaitu siswa kedua, memperlihatkan unsur-unsur yang terlibat di dalam proses dan adanya hubungan yang dinamis di antara unsur-unsur yang terlibat di dalam proses.

Selain itu unsur-unsur yang terdapat di dalam model ini dapat menjelaskan konsep-konsep penting lainnya. Penerima pesan yaitu siswa dan sumber pesan yaitu guru atau bahan pelajaran, merupakan bagian yang integral dari teknologi instruksional serta dipandang sebagai komponen komunikasi yang sangat penting. Isi pesan, yaitu pelajaran, struktur, dan cara perlakuan atau metode dan media yang dipergunakan merupakan bagian proses komunikasi dan termasuk juga dalam teknologi pengajaran. Sedangkan kelima macam indra merupakan saluran komunikasi sebagai bagian dari proses komunikasi. Hal ini merupakan perluasan konsep lama dari gerakan pengajaran audiovisual yang semata-mata

memperoleh pengalaman belajar melalui “mata dan telinga” saja. Model proses komunikasi pengajaran ini memperlihatkan salah satu komponen di dalam sistem, yaitu desain komunikasi audiovisual yang diklasifikasikan menurut jenisnya. Pesan atau informasi merupakan komponen yang harus dimasukkan ke dalam desain komunikasi audiovisual. Dan orang, sebagai materi, dianggap sebagai komponen di dalam sistem. Di samping itu ditambahkan pula konsep baru, yaitu cara-cara menggunakan media dan menciptakan lingkungan (*settings*) di mana media dipergunakan untuk mempengaruhi, memodifikasi, memanipulasi kondisi penyajian materi instruksional dan respon penerima informasi, yaitu siswa.

Komputer/Internet Sebagai Media Pembelajaran, sebagai media yang diharapkan akan menjadi bagian dari suatu proses belajar mengajar di sekolah, komputer/internet diharapkan mampu memberikan dukungan bagi terselenggaranya proses komunikasi interaktif antara guru, siswa, dan bahan belajar sebagaimana yang di persyaratkan dalam suatu kegiatan pembelajaran. Kondisi yang perlu didukung oleh komputer/internet tersebut terutama berkaitan dengan strategi pembelajaran yang akan dikembangkan, yang kalau dijabarkan secara sederhana, bisa diartikan sebagai kegiatan komunikasi yang dilakukan untuk mengajak siswa mengerjakan tugas-tugas dan membantu siswa dalam memperoleh pengetahuan yang dibutuhkan dalam rangka mengerjakan tugas-tugas tersebut. Strategi pembelajaran yang meliputi pengajaran, diskusi, membaca, penugasan, presentasi dan evaluasi, secara umum keterlaksanaannya tergantung dari satu atau lebih dari tiga mode dasar dialog/komunikasi sebagai berikut: dialog/komunikasi antara guru dengan siswa, dialog/komunikasi antara siswa dengan sumber belajar, dan dialog/komunikasi di antara siswa. Apabila ketiga aspek tersebut bisa diselenggarakan dengan komposisi yang serasi, maka diharapkan akan terjadi proses pembelajaran yang optimal. Para pakar pendidikan menyatakan bahwa keberhasilan pencapaian tujuan dari pembelajaran sangat ditentukan oleh keseimbangan antara ketiga aspek tersebut.

Kemudian dinyatakan pula bahwa perancangan suatu pembelajaran dengan mengutamakan keseimbangan antara ketiga dialog/komunikasi tersebut sangat penting pada lingkungan pembelajaran berbasis Web. Dari sejumlah studi yang

telah dilakukan, menunjukkan bahwa internet memang bisa dipergunakan sebagai media pembelajaran, seperti studi telah dilakukan oleh Center for Applied Special Technology (CAST) pada tahun 1996, yang dilakukan terhadap sekitar 500 murid kelas lima dan enam sekolah dasar. Ke 500 murid tersebut dimasukkan dalam dua kelompok yaitu kelompok eksperimen yang dalam kegiatan belajarnya dilengkapi dengan akses ke Internet dan kelompok kontrol. Setelah dua bulan menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mendapat nilai yang lebih tinggi berdasarkan hasil tes akhir.

Sebuah studi eksperimen mengenai penggunaan Internet untuk mendukung kegiatan belajar mengajar Bahasa Inggris yang dilakukan oleh Anne L. Rantie dan kawan-kawan di SMU 1 BPK Penabur Jakarta pada tahun 1999, menunjukkan bahwa murid yang terlibat dalam eksperimen tersebut memperlihatkan peningkatan kemampuan mereka secara signifikan dalam menulis dan membuat karangan dalam bahasa Inggris. Dengan demikian terlihat bahwa sebagaimana media lain yang selama ini telah dipergunakan sebagai media pendidikan secara luas, komputer/internet juga mempunyai peluang yang tak kalah besarnya dan bahkan mungkin karena karakteristiknya yang khas maka disuatu saat nanti bisa menjadi media pembelajaran yang paling terkemuka dan paling dipergunakan secara luas. Dalam bidang pendidikan, penggunaan teknologi berbasis komputer merupakan cara untuk menyampaikan materi dengan menggunakan sumber-sumber yang berbasis mikroprosesor, di mana informasi atau materi yang disampaikan disimpan dalam bentuk digital.

Aplikasi teknologi komputer dalam pembelajaran umumnya dikenal dengan istilah "Computer Assisted Instruction (CAI)". atau dalam istilah yang sudah diterjemahkan disebut sebagai "Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK)". Istilah CAI umumnya merujuk kepada semua software pendidikan yang diakses melalui komputer di mana pengguna dapat berinteraksi dengannya. Sistem komputer dapat menyajikan serangkaian program pembelajaran kepada peserta didik, baik berupa informasi konsep maupun latihan soal-soal untuk mencapai tujuan tertentu, dan pengguna melakukan aktivitas belajar dengan cara berinteraksi dengan sistem komputer. Sementara dalam kedudukannya dapat dikatakan bahwa CAI adalah penggunaan komputer sebagai bagian integral dari sistem instruksional, di mana biasanya pengguna terlibat pada interaksi dua arah

dengan komputer. CAI dapat diartikan sebagai bentuk-bentuk pembelajaran yang menempatkan komputer dalam peran guru.

CAI juga merupakan suatu program pembelajaran yang dibuat dalam sistem komputer, di mana dalam menyampaikan suatu materi sudah deprogramkan langsung kepada pengguna. Materi pelajaran yang sudah terprogram dapat disajikan secara serentak antara komponen gambar, tulisan, warna, dan suara. Sementara itu penggunaan CAI sebagai "sarana atau media belajar" lebih diarahkan sebagai media pembelajaran mandiri, sehingga dalam pemanfaatannya peran guru sangat minimal. Dalam hal ini peserta didik dituntut untuk lebih aktif dalam mendalami materi-materi pembelajaran yang mungkin tidak bisa didapatkan hanya dari pembelajaran konvensional (klasikal). Sehingga dalam proses pembelajaran yang memanfaatkan multimedia pembelajaran guru lebih berperan sebagai fasilitator. Dengan kelebihan tersebut maka program pembelajaran berbasis komputer mempunyai kemampuan untuk mengisi kekurangan-kekurangan guru. Namun tentu saja tidak ada satupun media yang mampu menggantikan seluruh peran guru, karena masih banyak hal-hal yang bersifat pedagogik dan humanisme yang tidak bisa digantikan oleh komputer.

Program CAI mempunyai 2 (dua) karakteristik, yaitu : pertama, CAI merupakan integrated multimedia yang dapat menyajikan suatu paket bahan ajar (tutorial) yang berisi komponen visual dan suara secara bersamaan. Kedua, CAI mempunyai komponen intelligence. yang membuat CAI bersifat interaktif dan mampu memproses data atau jawaban dari si pengguna. Kedua karakteristik inilah yang membedakan antara program pembelajaran yang disajikan lewat CAI dengan program pembelajaran yang disajikan lewat media lainnya karena mampu menyajikan suatu model pembelajaran yang bersifat interaktif. Berkaitan dengan karakteristiknya tersebut dan kegunaannya sebagai media pembelajaran, Pustekkom kemudian memberikan nama "Multimedia Pembelajaran", untuk program-program pembelajaran berbantuan komputer yang dikembangkan. Melihat namanya maka kita bisa segera berasumsi bahwa multimedia pembelajaran mempunyai pengertian penggunaan banyak media (teks, grafis, gambar, foto, audio, animasi dan video) atau paling tidak bermakna lebih dari satu media, yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran secara bersama-sama guna mencapai suatu tujuan pembelajaran

tertentu. Jadi multimedia pembelajaran bisa dipahami sebagai: adanya lebih dari satu media yang konvergen interaktif mandiri, dalam pengertian memberi kemudahan dan kelengkapan isi sedemikian rupa sehingga pengguna bisa menggunakan tanpa bimbingan orang lain.

Memperkuat respon pengguna secepatnya dan sesering mungkin. Memberikan kesempatan kepada siswa untuk: mengontrol laju kecepatan belajarnya sendiri. Memperhatikan bahwa peserta didik mengikuti suatu urutan yang koheren dan terkendalikan. Memberikan kesempatan adanya partisipasi dari pengguna dalam bentuk respon baik berupa jawaban, pemilihan, keputusan, percobaan dan lain lain. Sementara itu program multimedia sebagai media pembelajaran yang juga merupakan program pembelajaran berbantuan komputer (CAI) bisa dikelompokkan dalam format penyampaian pesannya sebagai berikut:

1. Tutorial

Program ini merupakan program yang dalam penyampaian materinya dilakukan secara tutorial, sebagaimana layaknya tutorial yang dilakukan oleh guru atau instruktur. Informasi yang berisi suatu konsep disajikan dengan teks, gambar baik diam atau bergerak, dan grafik. Pada saat yang tepat yaitu ketika dianggap bahwa pengguna telah membaca, menginterpretasi dan menyerap konsep itu, diajukan serangkaian pertanyaan atau tugas. Jika jawaban atau respon pengguna benar, kemudian dilanjutkan dengan materi berikutnya. Jika jawaban atau respon pengguna salah, maka pengguna harus mengulang memahami konsep tersebut secara keseluruhan ataupun pada bagian-bagian tertentu saja (remedial). Kemudian pada bagian akhir biasanya akan diberikan serangkaian pertanyaan yang merupakan tes untuk mengukur tingkat pemahaman pengguna atas konsep atau materi yang disampaikan.

2. Drill and practice

Format ini dimaksudkan untuk melatih pengguna sehingga memiliki kemahiran dalam suatu keterampilan atau memperkuat penguasaan suatu konsep. Program menyediakan serangkaian soal atau pertanyaan yang biasanya ditampilkan secara acak, sehingga setiap kali digunakan maka soal atau pertanyaan yang tampil selalu berbeda, atau paling tidak dalam kombinasi yang berbeda. Program ini dilengkapi dengan jawaban yang benar lengkap dengan penjelasannya

sehingga diharapkan pengguna akan bisa pula memahami suatu konsep tertentu. Pada bagian akhir, pengguna bisa melihat skor akhir yang dia capai, sebagai indikator untuk mengukur tingkat keberhasilan dalam memecahkan soal-soal yang diajukan.

3. Simulasi

Program multimedia dengan format ini mencoba menyamai proses dinamis yang terjadi di dunia nyata, misalnya untuk mensimulasikan pesawat terbang di mana pengguna seolah-olah melakukan aktivitas menerbangkan pesawat terbang, menjalankan usaha kecil, atau pengendalian pembangkit listrik tenaga nuklir dan lain-lain. Pada dasarnya format ini mencoba memberikan pengalaman masalah dunia nyata yang biasanya berhubungan dengan suatu resiko, seperti pesawat akan jatuh atau menabrak, perusahaan akan bangkrut, atau terjadi malapetaka nuklir.

4. Percobaan atau eksperimen

Format ini mirip dengan format simulasi, namun lebih ditujukan pada kegiatan-kegiatan yang bersifat eksperimen, seperti kegiatan praktikum di laboratorium IPA, biologi atau kimia. Program menyediakan serangkaian peralatan dan bahan, kemudian pengguna bisa melakukan percobaan atau eksperimen sesuai petunjuk dan kemudian mengembangkan eksperimen-eksperimen lain berdasarkan petunjuk tersebut. Diharapkan pada akhirnya pengguna dapat menjelaskan suatu konsep atau fenomena tertentu berdasarkan eksperimen yang mereka lakukan secara maya tersebut.

5. Permainan

Tentu saja bentuk permainan yang disajikan di sini tetap mengacu pada proses pembelajaran, dan dengan program multimedia berformat ini diharapkan terjadi aktivitas belajar sambil bermain. Dengan demikian pengguna tidak merasa bahwa mereka sesungguhnya sedang mempelajari suatu konsep. Selama ini multimedia pembelajaran yang dikembangkan Putckkom lebih banyak yang menggunakan format tutorial. Dengan berbagai pertimbangan antara lain karena lebih mudah struktur dan pengembangannya, bisa dikemas secara lebih menarik, tidak terlalu sulit dalam pengembangannya, baik dalam penulisan naskah maupun produkasinya. Pemanfaatan multimedia pembelajaran bisa dilakukan

peserta didik secara mandiri, dalam kelompok, atau bersama-sama dalam lab komputer dengan bimbingan guru. Walaupun memiliki karakteristik sebagai media pembelajaran mandiri, yang mampu mengakomodir tingkat kecepatan belajar berbeda, baik peserta didik yang mempunyai *learning style slow learner*, *average* maupun *fast learner*.

Multimedia

Disebut multimedia, karena media ini merupakan kombinasi dari berbagai media yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu menggunakan audio, video, grafis, dan lain sebagainya. Sekarang ini, multimedia diarahkan kepada komputer yang dalam perkembangannya sangat pesat, dan sangat membantu dalam dunia pendidikan. Program multimedia adalah media pembelajaran yang berbasis komputer. Media ini menggabungkan dan mensinergikan semua media yang terdiri dari teks, grafis, foto, video, animasi, musik, narasi, dan interaktivitas yang diprogram berdasarkan teori pembelajaran. Program ini sering disebut sebagai CAI (*Computer-Assisted Instruction*), CAL (*Computer-Assisted Learning*).

Kelebihan dari multimedia ini adalah memberikan kemudahan kepada siswa untuk belajar secara individual maupun secara kelompok. Selain memberikan kemudahan bagi guru dalam menyampaikan materi, media komputer juga memberikan rangsangan yang cukup besar dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. Penggunaan multimedia interaktif tidak terlepas dari penggunaan komputer sebagai media karena multimedia interaktif hanya dapat di jalankan melalui komputer atau teknologi berbasis komputer, sehingga selain pengadaan komputer dan program sebagai media yang dibutuhkan keterampilan dalam mengoperasikan komputer. Ada 3 tipe pemanfaatan multimedia pembelajaran, yaitu :

- a. Multimedia digunakan sebagai salah satu unsur pembelajaran di kelas. Misal jika guru menjelaskan suatu materi melalui pengajaran di kelas atau berdasarkan suatu buku acuan, maka multimedia digunakan sebagai media pelengkap untuk menjelaskan materi yang diajarkan di depan kelas. Latihan dan tes pada tipe pertama ini tidak diberikan dalam paket multimedia melainkan dalam bentuk print yang diberikan oleh guru.
- b. Multimedia digunakan sebagai materi pembelajaran mandiri. Pada tipe kedua ini multimedia mungkin saja dapat mendukung pembelajaran di kelas

mungkin juga tidak. Berbeda dengan tipe pertama, pada tipe kedua seluruh kebutuhan instruksional dari pengguna dipenuhi seluruhnya di dalam paket multimedia. Artinya seluruh fasilitas bagi pembelajaran, termasuk latihan, *feedback* dan tes yang mendukung tujuan pembelajaran disediakan di dalam paket.

- c. Multimedia digunakan sebagai media satu-satunya di dalam pembelajaran. Dengan demikian seluruh fasilitas pembelajaran yang mendukung tujuan pembelajaran juga telah disediakan di dalam paket ini atau sering disebut CBL (*Computer Based Learning*).

Pertimbangan dalam Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran

Berdasarkan pengalaman sebagai seorang guru atau instruktur pelatihan yang mengelola kegiatan pembelajaran, tentunya ANDA setidaknya-tidaknya atau mungkin juga sering menghadapi *masalah atau kesulitan dalam menjelaskan berbagai bagian dari materi pelajaran kepada para siswa atau peserta pelatihan secara verbal (keterbatasan diri atau self-limitation)*. Atau dengan kata lain, ANDA merasakan adanya keterbatasan diri untuk menyampaikan atau memberikan penjelasan materi pelajaran tertentu secara lisan.

Dalam menghadapi keterbatasan yang ANDA miliki (pengetahuan, kemampuan, keterampilan) tentunya ANDA senantiasa berupaya untuk mencari dan kemudian memberikan solusi terhadap masalah atau keterbatasan yang ada. Upaya ini tentunya di samping menyita tenaga, tentunya juga membutuhkan waktu. Apakah ANDA juga terusik untuk mengkaji peluang memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran sebagai salah satu alternatif solusinya? Jika YA, tentunya ANDA berupaya untuk mendapatkan informasi mengenai potensi atau kontribusi TIK dalam kegiatan pembelajaran. Kemudian, ANDA juga akan tergugah untuk mempelajari cara-cara mengoperasikan, mengembangkan bahan-bahan belajarnya, dan yang tidak kalah pentingnya juga adalah cara-cara merawat/memeliharanya.

Pertimbangan lain adalah adanya informasi tentang keberhasilan berbagai lembaga pendidikan dalam meningkatkan kualitas belajar hasil lulusannya melalui pemanfaatan TIK. Bukti keberhasilan ini dapat menjadi salah satu pertimbangan yang menggerakkan atau memotivasi Kepala Sekolah dan guru

untuk mencoba menerapkan pemanfaatan TIK bagi kepentingan pembelajaran yang dikelolanya. Artinya ada dulu bukti nyata tentang keberhasilan pemanfaatan TIK atau nilai tambah terhadap hasil belajar siswa/peserta pelatihan (*seeing*), barulah timbul kepercayaan yang menggerakkan (tumbuh atau berkembang) sikap Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan untuk melakukan penerapan pemanfaatan TIK. Inilah yang disebut pameo atau ungkapan yang mengatakan bahwa “*seeing is believing*” (melihat dulu, baru percaya dan kemudian termotivasi untuk melakukan).

Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan yang bersikap melihat bukti terlebih dahulu ini masih relatif lebih mudah dimotivasi untuk berperanserta dalam pemanfaatan TIK untuk pembelajaran. Atau bahkan ada kemungkinan juga bahwa di antara Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan yang bersikap demikian ini, telah mempunyai inisiatif sendiri untuk merencanakan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran/pelatihan.

Adanya “*pressure*” yang berupa kebijakan dari supra sistem dapat juga menjadi salah satu pertimbangan bagi Kepala Sekolah dan guru untuk menerapkan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Pada umumnya, Kepala Sekolah tidak mau menanggung resiko sebagai akibat dari tindakan yang tidak responsif atau tidak melaksanakan kebijakan supra sistem. Kepala Sekolah akan berupaya sedapat mungkin untuk menerapkan kebijakan yang ditetapkan oleh supra sistem. Dalam kaitan ini, tingkat kesiapan sekolah akan sangat menentukan tingkat keberhasilan penerapan kebijakan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran.

Tingkat pemahaman mengenai potensi TIK dapat pula menjadi salah satu pertimbangan yang mendorong atau memotivasi Kepala Sekolah dan guru untuk menerapkan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Kepala Sekolah dan guru yang telah mempunyai pemahaman, pengetahuan, dan keterampilan di bidang TIK tentunya akan lebih termotivasi dan lebih siap untuk melakukan penerapan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran dibandingkan dengan Kepala Sekolah dan guru yang tingkat pemahaman yang sangat minim mengenai TIK. Setelah memiliki pemahaman yang baik mengenai potensi TIK, maka pertimbangan lainnya adalah *ketersediaan fasilitas dan infrastruktur TIK serta*

dana operasional yang akan mendukung penerapan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran.

Pada kenyataannya, masih ada sebagian Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan yang masih belum termotivasi untuk menerapkan pemanfaatan TIK untuk kegiatan pembelajaran. Dalam kaitan ini, cobalah ANDA identifikasi apa yang menjadi pertimbangan mengapa sebagian Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan belum termotivasi untuk memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran mereka? Apakah dikarenakan belum adanya: (a) pengetahuan dan keterampilan Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan mengenai TIK, (b) fasilitas dan infrastruktur di bidang TIK di sekolah atau lembaga pelatihan, dan (c) dana operasional untuk memanfaatkan TIK.

Faktor Penyebab Belum Memanfaatkan TIK dalam Kegiatan Pembelajaran. Memang bukan rahasia umum lagi bahwa belum semua Kepala Sekolah dan guru menerapkan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran di sekolah. Tentu banyak faktor penyebabnya. Apakah Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan memang tidak atau belum mengetahui manfaat atau potensi TIK dalam kegiatan pembelajaran? Apakah mereka memang tidak mempunyai kepedulian akan kontribusi potensi TIK terhadap kegiatan pembelajaran? Atau, apakah mereka belum memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran karena belum ada kesempatan mempelajarinya namun mempunyai motivasi dan komitmen yang tinggi untuk mempelajari dan memanfaatkannya dalam kegiatan pembelajaran.

Pengenalan inovasi termasuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran perlu dilakukan secara bertahap melalui percontohan (*pilot project*). Melalui percontohan inilah para Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan dapat mempelajari berbagai hal termasuk faktor-faktor pendukung atau penghambat dalam pengelolaan pemanfaatan TIK untuk kegiatan pembelajaran. Dengan demikian, para Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan dapat belajar dari berbagai kelemahan atau keberhasilan yang dicapai selama masa perintisan/percontohan dan sekaligus juga menumbuhkan rasa percaya diri atau keyakinan untuk menerapkan pemanfaatan TIK.

Keberhasilan penerapan suatu pembaharuan di bidang pendidikan khususnya di tingkat satuan pendidikan atau pelatihan sangatlah ditentukan oleh tingkat pemahaman dan sikap para guru serta dukungan Kepala Sekolah mengenai TIK. Keterbukaan pemikiran di kalangan para guru dan Kepala Sekolah terhadap gagasan pembaharuan termasuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran merupakan “pintu gerbang” untuk mempercepat kemajuan di bidang pendidikan/pembelajaran. Pembaharuan, apapun jenis dan sekecil apapun kadarnya, jika diperkenalkan kepada para Kepala Sekolah dan guru yang memiliki keterbukaan pemikiran dan sikap, maka dapatlah dikatakan bahwa pembaharuan akan dilaksanakan dengan penuh komitmen.

Berikut ini diuraikan beberapa kecenderungan sikap guru dalam pemanfaatan TIK untuk kepentingan pembelajaran:

1. Tidak Mau Repot atau Merasa Puas dengan Hasil Pekerjaan yang Telah Dicapai

Guru biasanya cenderung merasa puas dengan hasil pekerjaan yang telah dicapainya melalui cara kerja yang telah diterapkan. Tipe guru yang demikian ini “cenderung tidak mau repot-repot dengan hal-hal yang baru (termasuk pemanfaatan TIK dalam pembelajaran)”. Mengapa? Karena mereka berpikir bahwa dengan cara mengajar yang lama saja, telah memberikan hasil prestasi belajar siswa yang menggembirakan atau bernilai baik. Mengandalkan pengalamannya yang telah berhasil membawa para siswanya mencapai prestasi belajar yang menggembirakan, maka tipe guru yang demikian ini akan cenderung memperlihatkan “sikap yang resistan terhadap setiap gagasan pembaharuan”.

Guru dengan kecenderungan sikap “tidak mau repot-repot dengan hal-hal yang baru” akan terlalu sulit untuk dipengaruhi atau diminta berperanserta dalam menerapkan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Terlebih lagi apabila pengalaman mengajarnya telah membuktikan bahwa para siswa yang dibimbingnya selalu memperlihatkan prestasi belajar yang menggembirakan. Pada umumnya, guru-guru senior yang telah lama mengajar cenderung berpegang pada prinsip “pengalaman telah membuktikan” sehingga sikapnya resistan terhadap gagasan baru. Kalaupun sangat terpaksa, guru yang bertipe demikian ini akan melaksanakan pembaharuan sekedarnya saja atau sesuka hatinya.

Sekalipun seandainya, sekolah tetangganya telah membuktikan adanya peningkatan efisiensi dalam pengelolaan kegiatan pembelajaran dan peningkatan hasil prestasi belajar siswa, maka guru bertipe “tidak mau repot-repot dengan sesuatu yang baru” atau “merasa puas dengan hasil belajar yang telah dicapai siswa” cenderung akan berpegang pada pengalamannya. Atau, sulit untuk dapat menerima atau menelaah manfaat yang dapat dihasilkan melalui penerapan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi.

2. Sikap yang Menghendaki Bukti Konkrit Terlebih Dahulu

Sikap guru yang “menghendaki bukti konkrit terlebih dahulu” masih dinilai lebih moderat dalam menyikapi gagasan pembaharuan dibandingkan dengan sikap guru yang “tidak mau repot-repot dengan sesuatu yang baru” atau “merasa puas dengan hasil belajar yang telah dicapai siswa”. Dalam kaitan ini, perlu dilakukan terlebih dahulu suatu model perintisan pemanfaatan TIK di beberapa sekolah yang guru-gurunya mempunyai keterbukaan terhadap gagasan pembaharuan. Keberhasilan penerapan pemanfaatan TIK di sekolah-sekolah perintisan akan menjadi acuan bagi beberapa sekolah yang ada di sekitarnya.

Guru-guru yang berada di beberapa sekolah di sekitar sekolah perintisan akan tergugah dengan melihat langsung dampak positif dari hasil pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Guru-guru di sekitar sekolah perintisan yang sudah tergugah ini akan lebih mudah diajak untuk turut melaksanakan pemanfaatan TIK dalam pembelajaran.

3. Sikap yang Sekedar Melaksanakan Tugas yang Diberikan Pimpinan Sekolah

Guru yang pada dasarnya tidak berminat untuk memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran, tetapi karena ditugaskan oleh pimpinan, maka agar dinilai loyal terhadap pimpinan, maka sang guru yang sekalipun dengan berat hati akan melaksanakan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajarannya. Pada umumnya, iklim yang demikian ini tidak akan berlangsung lama. Akan selalu saja ada alasan yang akan disampaikan sang guru apabila pimpinan sekolah sewaktu-waktu mengetahui bahwa sang guru tidak melaksanakan pemanfaatan TIK secara berkelanjutan dalam kegiatan pembelajarannya.

Pemanfaatan TIK yang diterapkan oleh guru yang bersikap “sekedar melaksanakan tugas dari pimpinan” ini tidak akan membuahkan hasil sekalipun dipahami bersama bahwa TIK dapat memberikan nilai tambah. Nilai tambah akan diperoleh apabila memang TIK itu dimanfaatkan secara tepat (*appropriate*) dan dengan sungguh-sungguh. Tetapi justru sebaliknya, bukan nilai tambah yang diperoleh apabila sang guru hanya sekedar melaksanakan tugas pimpinan.

4. Sikap yang Suka Mencoba Hal-hal yang Baru (Responsif)

Seorang guru yang “suka mencoba hal-hal yang baru (responsif)” biasanya akan sangat berterima kasih apabila pimpinannya memintanya untuk melaksanakan suatu gagasan yang baru, misalnya saja pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Sekalipun tanpa adanya permintaan dari pimpinan, biasanya sang guru yang “suka mencoba hal-hal yang baru (responsif)” akan membawa gagasan baru yang diperolehnya di luar ke dalam sekolah. Bisa saja terjadi bahwa sang guru tidak menginformasikan penerapan gagasan pembaharuan yang telah dilaksanakannya di kelas kepada pimpinan sekolah. Justru pimpinan sekolah yang justru kemungkinan terkejut sewaktu ada pihak luar atau siswa yang bercerita bahwa sang guru telah memperkenalkan gagasan baru kepada para siswa.

Memang ada hambatan apabila penerapan gagasan pembaharuan itu harus menggunakan fasilitas/peralatan tertentu yang tidak memungkinkan untuk dibiayai oleh sang guru sendiri. Dalam hal ini, sang guru memang terpaksa mendiskusikan gagasan pembaharuan yang akan dicoba diterapkannya di sekolah dengan Kepala Sekolah. Harapannya adalah bahwa Kepala Sekolah dapat mendukung gagasan pembaharuan yang akan diterapkan termasuk dukungan terhadap pengadaan fasilitas/peralatan yang dibutuhkan. Seandainya Kepala Sekolah belum mendukung, maka ada kemungkinan sang guru akan berusaha untuk mendapatkan fasilitas/peralatan yang dibutuhkan.

Sang guru akan merasakan adanya kepuasan di dalam dirinya apabila berhasil memperkenalkan gagasan pembaharuan kepada para siswanya. Kepuasan sang guru akan bertambah apabila para siswanya memperlihatkan hasil belajar yang meningkat pula.

5. Sikap Pamrih dalam Melaksanakan Hal-hal Yang Baru

Pengenalan suatu gagasan pembaharuan, misalnya saja pemanfaatan TIK untuk kegiatan pembelajaran akan disambut positif oleh para guru. Mengapa? Karena mereka berpendapat bahwa kegiatan pengenalan ini akan diikuti dengan langkah berikutnya yaitu penerapannya apabila para guru memang memberikan respons yang positif. Pada umumnya, para guru yang merespons positif dan ditugaskan sekolah untuk berperanserta dalam penerapan pemanfaatan TIK akan dibekali dengan berbagai persiapan termasuk pelatihan untuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Selain bekal yang bersifat substansi, para guru juga dibekali dengan insentif atau biaya partisipasi. Kedua jenis bekal yang dalam hal ini disebut sebagai “pamrih”.

Selama dukungan yang bersifat substansi maupun yang bersifat finansial masih berjalan, maka sang guru yang bersikap “melaksanakan hal-hal yang baru berdasarkan pamrih” akan melaksanakan pemanfaatan TIK sebagaimana yang telah didiskusikan. Namun, apabila dukungan substansi dan finansial telah berhenti dan tindak lanjut kegiatan pemanfaatan TIK diserahkan kepada sekolah, maka kecenderungan yang terjadi adalah bahwa sang guru juga berhenti memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajarannya. Pengelola sekolah juga kemungkinan akan mengatakan bahwa tidak ada dana khusus untuk melanjutkan pelaksanaan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran sehingga kegiatannya juga turut segera berhenti. Sebaliknya dapat terjadi manakala pimpinan sekolah memang orang yang bersikap positif dan terbuka terhadap pembaharuan.

6. Sikap Ikut-ikutan Agar Tidak Dikatakan Ketinggalan Jaman

Seorang guru cenderung tidak akan menolak apabila ditugaskan untuk turut serta melaksanakan sesuatu gagasan pembaharuan misalnya pemanfaatan TIK sekalipun mungkin dirinya tidak begitu yakin akan komitmen untuk penerapannya secara berkelanjutan. Setidak-tidaknya, sang guru akan dilihat oleh para koleganya sebagai orang yang tidak ketinggalan. Yang penting di dalam pemikiran sang guru adalah bahwa dirinya sudah mengikuti perkembangan atau kemajuan yang ada, terlepas bagaimana porsi atau kadar keikutsertaannya.

Guru yang bersikap “sekedar ikut-ikutan agar tidak dikatakan ketinggalan jaman” ini sebenarnya tidaklah sepenuh hati untuk melaksanakan pemanfaatan TIK sehingga kalau dipertanyakan tentang berbagai hal yang berkaitan dengan pemanfaatan TIK, maka sang guru akan melemparkannya kepada pimpinan sekolah. Dapat saja sang guru berkata, “saya ini kan hanya sekedar melaksanakan apa adanya saja; yang tahu sepenuhnya tentang pemanfaatan TIK ini adalah Kepala Sekolah.

7. Sikap Inovatif Atau Kreatif dalam Melaksanakan Tugas

Guru yang memang memiliki keterbukaan, baik dalam hal pemikiran maupun sikapnya terhadap setiap gagasan pembaharuan (misalnya pemanfaatan TIK yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hasil pembelajaran siswa), akan lebih mudah tergugah untuk mempelajari dan memahami suatu gagasan pembaharuan. Dengan kesediaan mempelajari suatu gagasan pembaharuan, maka guru akan memiliki pemahaman yang jelas di bidang pemanfaatan TIK sebelum menerima dan menerapkan gagasan.

Melalui pemahaman yang jelas, maka seorang guru tentunya akan lebih mudah menerapkan gagasan pembaharuan dalam kegiatan pembelajaran yang dikelolanya. Seandainya juga mengalami hambatan/kesulitan pada tahap penerapannya di dalam kelas, ia tentunya tidak mudah menyerah; melainkan akan berupaya untuk mencari solusinya, tidak hanya dengan sesama guru yang ada di sekolahnya tetapi juga dengan pihak-pihak lain yang mempunyai kompetensi di bidang yang relevan. Selain responsif terhadap gagasan pembaharuan yang dalam hal ini berupa pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran, maka sang guru akan selalu mengupayakan adanya kreativitas dalam kegiatan pembelajaran yang dikelolanya.

Langkah-langkah/Prosedur Pemanfaatan TIK dalam Kegiatan Pembelajaran

1. Umum

Pertama-tama, tentukan dulu tujuan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran di kelas, yang tentunya haruslah mengacu pada tujuan pendidikan/pembelajaran yang bersifat khusus! Apakah TIK dimanfaatkan untuk

mendukung inkuiri, meningkatkan komunikasi, memperluas akses ke berbagai sumber, membimbing siswa untuk menganalisis dan memvisualisasikan data, memungkinkan dilakukannya pengembangan produk, atau mendorong pengungkapan gagasan? Kedua, pilihlah jenis TIK yang sesuai dengan kebutuhan dan dilanjutkan dengan pengembangan kurikulum. Kembangkanlah suatu rencana untuk mengevaluasi pekerjaan siswa dan juga penilaian dampak dari pemanfaatan teknologi.

Di samping dukungan yang bersifat pedagogis membantu para siswa memanfaatkan TIK untuk mencapai tujuan-tujuan pembelajaran, para guru juga membutuhkan waktu untuk menyesuaikan diri dengan produk, piranti lunak, dan sumber-sumber elektronik yang tersedia. Para guru juga membutuhkan waktu untuk berdiskusi mengenai TIK dengan guru-guru lainnya, baik yang digunakan maupun yang akan digunakan. Kolaborasi profesional mencakup komunikasi dengan para pendidik dalam berbagai situasi dan juga dengan yang lain yang mempunyai pengalaman dalam pemanfaatan teknologi.

Pengembangan kemampuan profesional guru yang sesuai dengan perkembangan tuntutan/kebutuhan adalah penting untuk dilaksanakan secara berkesinambungan. Dengan demikian, ada kesempatan bagi guru untuk belajar, tidak hanya yang terkait dengan cara-cara pemanfaatan TIK baru tetapi juga tentang cara-cara menyajikan materi pembelajaran yang bermakna, dan berbagai kegiatan lainnya yang terkait dengan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Tetapi pelatihan guru haruslah lebih dari sekedar cara memanfaatkan TIK (termasuk komputer), tetapi sampai pada strategi pembelajaran yang dibutuhkan untuk (*infuse*) keterampilan teknologis ke dalam proses belajar”.

2. Khusus

a. Perencanaan

Pada tahap perencanaan, sebagai seorang guru atau instruktur pelatihan tentunya ANDA akan melakukan serangkaian kegiatan, seperti: (a) merancang/mengemas materi pelajaran, (b) mempersiapkan strategi pembelajaran, (c) mempersiapkan lembar kerja siswa, dan (d) mempersiapkan lembar penilaian hasil belajar siswa.

Berbicara mengenai kegiatan merancang/mengemas materi pelajaran berbasis TIK pada hakekatnya mencakup keempat kegiatan tersebut di atas. Oleh karena itu, pembahasan tentang merancang/mengemas materi pelajaran berbasis TIK hendaknya dimaknai sebagai pembahasan keempat kegiatan tahap perencanaan. Kegiatan merancang/mengemas materi pelajaran berbasis TIK tidaklah seluruhnya harus dilakukan oleh seorang guru mata pelajaran. Dapat saja seorang guru mencari sebagian materi pelajaran berbasis TIK yang sudah dikemas oleh pihak lain (baik guru maupun institusi) melalui berbagai sumber dan kemudian menyajikannya kepada siswa.

Tentunya sangat diharapkan apabila seorang guru berupaya untuk meningkatkan pengetahuan dan kemampuan dirinya sehingga memiliki kemampuan untuk merancang/mengemas sendiri seluruh materi pelajaran yang diampunya berbasis TIK. Memang kegiatan yang demikian ini akan sangat menyita banyak waktu, tetapi penerapannya dalam kegiatan pembelajaran akan sangat menghemat banyak waktu. Oleh karena itu, para guru mata pelajaran sejenis yang berada di suatu wilayah dapat saja secara bersama-sama merancang/mengembangkan materi pelajaran berbasis TIK (*team work*). Materi pelajaran yang dirancang/dikemas guru didasarkan atas hasil analisis terhadap kurikulum yang digunakan.

Hasil kerja suatu tim akan lebih baik lagi apabila membuka diri untuk mendapatkan masukan dari kelompok guru mata pelajaran sejenis dari wilayah lainnya. Atau, asosiasi guru mata pelajaran sejenis (jika telah ada) berdasarkan wilayah misalnya dapat berbagi tugas untuk merancang dan mengembangkan topik-topik tertentu yang telah diinventarisasi secara asosiasi. Selanjutnya, hasil finalisasi dan kompilasi keseluruhan topik pelajaran dapat dimanfaatkan oleh semua anggota asosiasi.

b. Pelaksanaan Pemanfaatan TIK dalam Kegiatan Pembelajaran

Pada tahap pelaksanaan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran, seorang guru haruslah benar-benar yakin bahwa fasilitas TIK yang akan dimanfaatkannya dalam keadaan berfungsi baik. Artinya, guru harus melakukan tes terhadap fasilitas TIK sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Hanya dengan cara yang demikian ini diharapkan bahwa kegiatan pembelajaran melalui pemanfaatan fasilitas TIK akan dapat berjalan lancar.

Kemudian, para siswa juga perlu disiapkan agar masing-masing mereka fokus terhadap materi pelajaran yang akan dibahas. Penyiapan siswa dapat dilakukan dengan mengarahkan perhatian mereka terhadap kompetensi yang perlu mereka kuasai pada akhir kegiatan pembelajaran. Strategi pembelajaran yang akan diterapkan selama kegiatan pembelajaran juga perlu dikomunikasikan kepada para siswa agar mereka memiliki kejelasan mengenai kegiatan-kegiatan belajar yang dituntut untuk mereka lakukan.

Manakala para siswa dan fasilitas/peralatan TIK telah sepenuhnya dalam siap, barulah guru membagikan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) dan dilanjutkan dengan penyelenggaraan kegiatan pembelajaran. Selama berlangsung kegiatan pembelajaran, guru haruslah memantau keadaan penerimaan siswa terhadap materi pelajaran. Siswa yang mengalami kesulitan memahami bagian tertentu dari materi pelajaran, hendaknya menjadi perhatian guru dan diberi bimbingan. Sedangkan siswa yang memperlihatkan tingkat penguasaan yang lebih cepat terhadap materi pelajaran dapat diberi tugas-tugas tertentu sehingga tidak mengganggu siswa lainnya.

Pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran tidak selamanya berjalan lancar. Adakalanya terjadi hambatan/kendala, baik yang diakibatkan oleh fasilitas TIK itu sendiri maupun oleh guru dalam mengoperasikannya atau dapat juga disebabkan oleh faktor lainnya seperti listrik yang tiba-tiba padam. Dalam kaitan ini, seorang guru hendaknya mengantisipasi kemungkinan terjadinya kendala/hambatan ini agar tidak mengganggu perhatian siswa. Tentunya masih ada beberapa hambatan lainnya, misalnya: tidak tersedianya peralatan, mahalnya akses internet, kurangnya pengetahuan dan kemampuan menggunakan TIK alias gagap teknologi (gaptek), dan

D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN

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

1. 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.

2. 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.

3. 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

1. Jelaskan pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK).
2. Penerapan TIK pada bidang pendidikan membutuhkan 2 (dua) komponen penting. Jelaskan.
3. Jelaskan potensi-potensi TIK dalam pembelajaran, dan bagaimana potensi-potensi tersebut bisa meningkatkan efektifitas pembelajaran.
4. Bagaimana penerapan TIK sebagai media pembelajaran?
5. Beberapa jenis TIK dapat digunakan sebagai media pembelajaran, jelaskan 1 (satu) jenis TIK saja. Penjelasan Anda mencakup bagaimana peran siswa dan guru dalam pembelajaran.
6. Apa yang dimaksud dengan multimedia?
7. Jelaskan kelebihan multimedia untuk pembelajaran, dan lengkapi jawaban Anda dengan 1 (satu) tipe pemanfaatan multimedia.
8. Jelaskan 1 (satu) kecenderungan sikap guru dalam pemanfaatan TIK untuk kepentingan pembelajaran.

F. RANGKUMAN

Pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan (TIK) tidak hanya mencakup perangkat keras dan lunak saja tetapi juga konten dan infrastruktur, tidak hanya terbatas pada bentuk yang konvensional saja tetapi juga yang paling mutakhir (*sophisticated*). Perkembangan/kemajuan TIK telah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan termasuk bidang pendidikan/pembelajaran.

Jenis-jenis teknologi informasi dan komunikasi yang sering digunakan sebagai alat bantu dalam pembuatan media pembelajaran:

Alat Bantu Visual. Pada konsep pengajaran visual adalah setiap gambar, model, benda, atau alat-alat lain yang memberikan pengalaman visual yang nyata kepada siswa. Alat bantu visual itu bertujuan untuk: (a) memperkenalkan, membentuk, memperkaya, serta memperjelas pengertian atau konsep yang abstrak kepada siswa, (b) mengembangkan sikap-sikap yang dikehendaki, (c) mendorong kegiatan siswa lebih lanjut. Konsep pengajaran visual didasarkan atas asumsi bahwa pengertian-pengertian yang abstrak dapat disajikan lebih konkrit.

Alat Bantu Audiovisual. Istilah ini bermakna sejumlah peralatan yang dipakai oleh para guru dalam menyampaikan konsep, gagasan, dan pengalaman yang dianggap oleh indra pandang dan pendengaran. Penekanan utama dalam pengajaran audiovisual adalah pada nilai belajar yang diperoleh melalui pengalaman konkret, tidak hanya didasarkan atas kata-kata belaka. Pengajaran audiovisual bukan metode mengajar. Materi audiovisual hanya dapat berarti bila dipergunakan sebagai bagian dari proses pengajaran.

Komunikasi Audiovisual. Pendekatan yang lebih menguntungkan dalam arti memperoleh pengertian yang lebih efektif di bidang audiovisual terdapat dalam konsep komunikasi. Orientasi terhadap proses komunikasi yang diaplikasikan dalam kegiatan instruksional telah mengubah kerangka teoritis teknologi instruksional. Dengan demikian maka tekanan tidak lagi diletakkan pada benda atau bahan pelajaran dalam bentuk materi audiovisual untuk pengajaran, melainkan dipusatkan pada keseluruhan proses komunikasi informasi/pesan (*Message*) dari sumber (*Source*) yaitu guru, kepada penerima (*Receiver*) yaitu siswa.

Komputer/Internet Sebagai Media Pembelajaran, sebagai media yang diharapkan akan menjadi bagian dari suatu proses belajar mengajar di sekolah, komputer/internet diharapkan mampu memberikan dukungan bagi terselenggaranya proses komunikasi interaktif antara guru, siswa, dan bahan belajar sebagaimana yang di persyaratkan dalam suatu kegiatan pembelajaran. Kondisi yang perlu didukung oleh komputer/internet tersebut terutama berkaitan

dengan strategi pembelajaran yang akan dikembangkan, yang kalau dijabarkan secara sederhana, bisa diartikan sebagai kegiatan komunikasi yang dilakukan untuk mengajak siswa mengerjakan tugas-tugas dan membantu siswa dalam memperoleh pengetahuan yang dibutuhkan dalam rangka mengerjakan tugas-tugas tersebut. Strategi pembelajaran yang meliputi pengajaran, diskusi, membaca, penugasan, presentasi dan evaluasi, secara umum keterlaksanaannya tergantung dari satu atau lebih dari tiga mode dasar dialog/komunikasi sebagai berikut: dialog/komunikasi antara guru dengan siswa, dialog/komunikasi antara siswa dengan sumber belajar, dan dialog/komunikasi di antara siswa. Apabila ketiga aspek tersebut bisa diselenggarakan dengan komposisi yang serasi, maka diharapkan akan terjadi proses pembelajaran yang optimal. Para pakar pendidikan menyatakan bahwa keberhasilan pencapaian tujuan dari pembelajaran sangat ditentukan oleh keseimbangan antara ketiga aspek tersebut.

Potensi TIK yang apabila dimanfaatkan secara terintegrasi dan optimal di bidang pendidikan/pembelajaran, maka dampaknya antara lain dapat memperluas akses terhadap layanan pendidikan, meningkatkan efisiensi pengelolaan kegiatan pembelajaran, meningkatkan kualitas pendidikan, mendorong peserta didik untuk belajar lebih mandiri, memudahkan guru menyajikan berbagai jenis materi pelajaran yang sulit, dan membantu mempermudah peserta didik mempelajari materi pelajaran. Supaya pemanfaatan TIK dapat dilakukan secara terintegrasi dan optimal dalam kegiatan pembelajaran, maka dituntut adanya sikap terbuka terhadap gagasan pembaharuan khususnya pemanfaatan TIK dari semua aparat kependidikan terutama Kepala Sekolah, guru, dan tenaga pendukung di semua satuan pendidikan.

Setiap guru mempunyai keterbatasan dalam menyajikan materi pelajaran kepada para siswanya karena berbagai sebab, seperti: konsep yang abstrak, obyek yang berbahaya, obyek yang tidak terlihat secara kasat mata, biaya yang sangat mahal untuk menghadirkan obyek bahasan ke dalam kelas. Berbagai keterbatasan guru dapat di atasi antara lain dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam kegiatan pembelajaran. Gagasan pembaharuan khususnya pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran dapat berasal dari siapa saja. Pembaharuan dapat dimulai dari yang sangat kecil,

seperti: guru yang memberikan tugas kepada para siswanya untuk mencari informasi tentang topik tertentu dari internet, memanfaatkan media kaset audio dalam kegiatan pembelajaran, guru mengembangkan komunikasi dengan para siswa melalui email atau *short message services* (SMS). Manakala kondisi yang kecil ini terus ditingkatkan, tentu pada akhirnya akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap hasil belajar siswa dan efisiensi pengelolaan kegiatan pembelajaran. Dalam kaitan ini, perlu dilakukan perencanaan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran sehingga pemanfaatan TIK tidak hanya bersifat “tempelan” atau kalau guru berhalangan hadir di dalam kelas karena berbagai alasan.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

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

1. Menjelaskan pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK).
2. Menjelaskan komponen-komponen TIK pada bidang pendidikan/pembelajaran.
3. Menjelaskan potensi-potensi TIK dan keefektifannya dalam pembelajaran.
4. Menerapkan TIK sebagai media pembelajaran.
5. Memaparkan jenis-jenis TIK yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran.
6. Menjelaskan pengertian multimedia.
7. Mengungkapkan kelebihan multimedia dalam pembelajaran, dan tipe-tipe pemanfaatannya.
8. Menjelaskan kecenderungan sikap guru dalam pemanfaatan TIK untuk kepentingan pembelajaran.

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 2

PERSYARATAN, SPESIFIKASI KOMPONEN DAN ALAT INSTALASI PENERANGAN LISTRIK STANDAR PUIL/SNI

A. TUJUAN

Setelah mempelajari materi Kegiatan Pembelajaran 2 diharapkan guru/peserta diklat: 1) Mengetahui dan menerapkan peraturan/persyaratan instalasi penerangan listrik standar PUIL 2011/SNI. 0255. 2) mengetahui dan memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi penerangan listrik standar PUIL 2011/SNI. 0255. Dengan demikian, guru/peserta diklat dapat melaksanakan persyaratan dan memeriksa spesifikasi komponen/alat instalasi penerangan yang 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 menjelaskan, yaitu:

1. Pengertian dan ruang lingkup PUIL;
2. Rancangan instalasi penerangan;
3. PHBK;
4. Penempatan titik beban dan saklar;
5. Penghubung lampu dan kotak kontak;
6. Perhitungan kebutuhan beban maksimum;
7. Penentuan saluran konduktor;
8. Pengusahaan instalasi listrik.

C. URAIAN MATERI

Bahan Bacaan 1: Rancangan Instalasi Listrik

1. Pengantar

Listrik merupakan energi yang bersih, mudah dibangkitkan, disalurkan, dikendalikan dan diubah dalam berbagai bentuk energi lain seperti cahaya, gerak, panas dan sebagainya. Oleh sebab itu listrik banyak dimanfaatkan untuk

menunjang kehidupan, baik dalam rumah tangga, industry, komersial maupun pelayanan umum. Menurut Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi, instalasi ketenagalistrikan adalah bangunan-bangunan sipil dan elektromekanik, mesin-mesin, peralatan, saluran dan perlengkapannya, yang digunakan untuk pembangkitan, konversi, transformasi, penyaluran, distribusi dan pemanfaatan tenaga listrik.

Instalasi ketenagalistrikan terdiri dari Instalasi Pengusaha Ketenagalistrikan, dengan batas sampai dengan Alat Pembatas dan Pengukur (APP) dan Instalasi Pelanggan, dalam PUIL disebut Instalasi Konsumen, yakni instalasi sesudah APP.

Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2011 berlaku untuk semua instalasi listrik bangunan dan mengacu kepada standar International Electrotechnical Commission (IEC) 60364-1 Edisi 5.0 tahun 2005 Electrical Installations of Buildings dengan modifikasi PUIL 2000.

Listrik disamping memberi manfaat, juga dapat menimbulkan bahaya sebagai berikut:

- a. Kejut listrik, yaitu arus berlebihan melalui tubuh yang dapat mengakibatkan cedera atau kematian.
- b. Suhu tinggi yang dapat menimbulkan luka bakar.
- c. Api yang dapat mengakibatkan kebakaran.
- d. Gaya berlebihan yang dapat menimbulkan kerusakan terutama pada keadaan gangguan hubung pendek.

2. Maksud dan Tujuan Instalasi Listrik

Berdasarkan maksud dan tujuan PUIL 2011, instalasi pencahayaan harus direncanakan, dipasang, dan diperiksa agar:

- a. Instalasi listrik dapat dioperasikan dengan baik
- b. Terjamin keselamatan manusia
- c. Terjamin keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya
- d. Terjamin keamanan gedung serta isinya terhadap kebakaran akibat listrik
- e. Terjamin perlindungan lingkungan
- f. Tercapai tujuan dari pencahayaan yaitu terwujudnya interior yang efisien dan nyaman.

Dengan demikian dapat disimpulkan syarat utama instalasi listrik adalah sebagai berikut:

- a. AMAN, bagi manusia, ternak dan harta benda,
- b. ANDAL, dalam arti memenuhi fungsinya secara aman bagi instalasi,
- c. AKRAB lingkungan, dalam arti tidak merusak lingkungan, baik dalam operasi normal, maupun dalam kondisi gangguan.

Modul ini membahas instalasi listrik dalam bangunan untuk perumahan/tempat tinggal yang biasa disebut instalasi domestic.

3. Ruang Lingkup PUIL

Puil memberikan persyaratan untuk desain, pemasangan dan verifikasi instalasi listrik. Persyaratan ini dimaksudkan untuk menetapkan keselamatan manusia, ternak dan harta benda terhadap bahaya dan kerusakan yang dapat timbul pada pemakaian secara wajar instalasi listrik dan untuk menetapkan fungsi yang tepat dari instalasi tersebut.

Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) adalah standar yang berisi kumpulan-kumpulan ketentuan-ketentuan tentang instalasi listrik bangunan dengan tujuan agar pelaksanaan instalasi listrik terselenggara dengan baik, terutama yang menyangkut keselamatan manusia dan ternak terhadap bahaya listrik serta keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya dan bangunan serta isinya terhadap kebakaran akibat listrik dan perlindungan lingkungan. Berbagai pihak yang terkait dengan instalasi listrik antara lain; pemilik, perencana, kontraktor, pengawas, produsen perlengkapan, pengawas keselamatan kerja, pengawas bangunan, penguji, penghuni operator (jika ada), pemadam kebakaran, asuransi, harus diperhatikan kepentingannya.

Instalasi yang diatur dalam PUIL 2011 adalah semua instalasi tenaga listrik dalam bangunan dan sekitar sampai dengan voltase menengah arus bolak balik 1000 Va.b atau voltase 1500 Va.s, baik mengenai perencanaan, pemasangan, pemeriksaan dan pengujian, pelayanan, pemeliharaan maupun pengawasannya, kecuali untuk keadaan khusus yang diatur dalam peraturan lain.

4. Prinsip Dasar

Menurut standar International Electrotechnical Commission (IEC) 364-1: Electrical installations, Prinsip Dasar Instalasi Listrik Bangunan mencakup:

- a. Proteksi untuk keselamatan (Protection for Safety) yang bertujuan menjamin keselamatan manusia, ternak dan harta benda dari bahaya dan kerusakan yang bisa timbul akibat penggunaan instalasi listrik secara wajar.
- b. Perancangan dengan memperhatikan factor-faktor yang diperlukan untuk menjamin keselamatan manusia, ternak dan harta benda serta berfungsinya instalasi listrik dengan baik sesuai dengan maksud penggunaannya.
- c. Pemilihan perlengkapan yang memenuhi ketentuan PUIL 2011 atau standar yang berlaku dan mendapat izin dari instansi yang berwenang (131.8.1.2) dan tidak boleh dibebani melebihi kemampuannya (131.8.1.3).
- d. Perlengkapan listrik harus dipasang dengan rapi, dengan cara yang baik dan tepat. (134.1.1.6).
- e. Pengujian instalasi listrik sebelum dioperasikan atau sebelum perubahan penting untuk membuktikan bahwa pekerjaan pemasangan telah dilaksanakan sesuai dengan PUIL 2011 dan atau standar lain yang berlaku.

5. Standar dan Peraturan/Persyaratan

Standar adalah spesifikasi teknis atau sesuatu yang dibakukan, disusun berdasarkan konsensus semua pihak yang terkait dengan memperhatikan syarat-syarat kesehatan, keselamatan, lingkungan, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta berdasarkan pengalaman, perkembangan masa kini dan masa yang akan datang untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya (definisi Badan Standarisasi Nasional- BSN).

Standar menjadi wajib jika diberlakukan oleh instansi yang berwenang dengan peraturan perundangan, misalnya: Undang-undang, Peraturan Pemerintah, Peraturan atau Keputusan Menteri, atau dijadikan persyaratan dalam kontrak.

PUIL 2011 merupakan revisi PUIL 2000, selanjutnya PUIL 2000 merupakan revisi PUIL 1987 yang merupakan revisi PUIL 1977. Sebelum PUIL 1977 berlaku PUIL 1964 yang merupakan saduran dari *Algemeene Voorschriften voor Electriche Sterkstroom-Installaties (AVE) 1937 (N2004)*. PUIL 2011 diterbitkan sejalan dengan keluarnya Standar Nasional Indonesia (SNI) : 0225:1011 oleh BSN.

a. Umum

Instalasi listrik mempunyai fungsi untuk menyalurkan energy listrik ke titik-titik beban seperti lampu, peranti, perlengkapan, mesin atau motor listrik.

Beban pencahayaan makin meningkat karena kesadaran akan perlunya tingkat iluminasi yang memadai bagi kenyamanan melihat dan membaca. Selain itu banyak pula dipasang lampu dinding dan lampu meja yang selain harus memberi pencahayaan yang cukup, juga mempunyai fungsi dekoratif. Tangga dan gang di rumah harus mendapat pencahayaan yang cukup dan mudah dikendalikan oleh sakelar yang ditempatkan secara mudah terjangkau.

Peranti listrik merupakan pemanfaat yang sangat membantu di dalam rumah tinggal. Peranti listrik baru untuk berbagai keperluan makin banyak tersedia di pasaran dan peranti yang lama ditingkatkan kemudahan penggunaan dan kinerjanya. Peranti listrik baru untuk rumah tangga seperti oven pembakaran, oven microwave, penarik sari buah (juicer), mesin cuci, dan pengering baju, pemanas air, pesawat audio dan video, serta mesin penyejuk udara. Mesin penyejuk udara (AC) makin banyak digunakan terutama di tempat-tempat yang suhunya panas. Untuk itu pengawatan instalasi harus mencukupi untuk menghindari gangguan pemutusan sirkit karena beban lebih.

Dalam merancang instalasi listrik bagi rumah tinggal terdapat berbagai pemecahan. Oleh sebab itu seorang perancang dan pemasang harus memperhatikan beberapa pertimbangan untuk mencapai suatu rancangan yang paling memenuhi persyaratan dari pemilik bangunan atau pemesan tanpa mengabaikan pertimbangan ekonomi. Beberapa unsur pertimbangan diuraikan di bawah ini.

1) Keselamatan dan Proteksi

Keselamatan menyangkut orang yang mengoperasikan instalasi listrik dan menghindari orang serta harta bendanya dari bahaya karena penggunaan listrik seperti bahaya tersentuh voltase dan bahaya kebakaran. Maksud dan tujuan PUIL 2011 sebagaimana disebutkan dalam adalah terselenggaranya dengan baik pengoperasian instalasi listrik terutama untuk mencegah bahaya listrik. Untuk meyakini bahwa instalasi listrik telah memenuhi standar yang

berlaku dan PUIL, maka instalasi listrik harus diperiksa oleh suatu lembaga inspeksi instalasi independen yang akan menerbitkan sertifikat kesesuaian.

Untuk mencapai tingkat keamanan dan juga keandalan yang tinggi, beberapa factor pendukung adalah:

- a) Sistem proteksi (proteksi)
- b) Sistem pembumian
- c) Pelaksanaan pemasangan instalasi yang benar
- d) Penggunaan komponen instalasi yang memenuhi standar dengan mutu yang andal.

2) Keandalan

Unsur ini penting sekali bagi bangunan bertingkat, bangunan umum, apartemen, rumah sakit, kompleks pertokoan dan bangunan industry dimana kegagalan suplai listrik dapat mengakibatkan panic, membahayakan keselamatan orang dan kehilangan penghasilan.

Seorang perancang harus memperhatikan apakah akan diperlukan perlengkapan cadangan tenaga darurat, menetapkan beban-beban mana yang tidak boleh terputus sehingga membuat instalasi listrik lebih andal. Adanya gangguan harus dapat segera ditemukan dan diperbaiki.

3) Kapasitas Daya

Pada umumnya sistem tenaga harus mempunyai kapasitas daya yang dapat melayani beban yang terpasang ditambah dengan kapasitas cadangan untuk mengantisipasi pertumbuhan di hari depan. Atas dasar ini besarnya konduktor, perlengkapan hubung bagi dan gawai proteksi perlu ditentukan lebih longgar ke atas.

4) Biaya atau Ekonomi

Biaya dari sistem instalasi merupakan persentase yang kecil (7 sampai 15 %) dari biaya bangunan. Walaupun demikian sistem instalasi yang dipilih dalam perancangan perlu memperhatikan segi ekonomi. Sistem instalasi sebagai hasil perancangan dengan biaya yang paling rendah, yang memenuhi secara efektif dapat menjadi pilihan. Biaya ini terdiri atas dua bagian ialah biaya awal pada pemasangan dan biaya operasi. Biaya awal yang rendah karena menggunakan material yang bermutu rendah sering mengakibatkan biaya

energy (kWh) dan pemeliharaan yang lebih tinggi dan umur materal instalasi yang lebih pendek.

5) Perkembangan Teknik dan Kemungkinan Perluasan

Seorang perancang akan memperhatikan kecenderungan perkembangan teknik, kondisi khusus dari lokasi, keinginan dan persyaratan penghuni rumah dan kemungkinan akan adanya perluasan instalasi di kemudian hari.

6) Instalasi, Operasi dan Pemeliharaan

Unsur ini mempunyai dampak langsung terhadap perkembangan teknik dan kemungkinan perluasan. Setelah instalasi terpasang pengguna instalasi harus dapat mengoperasikan dan memelihara instalasi tanpa menggunakan perlengkapan yang khusus. Perlengkapan instalasi harus ditempatkan di ruangan yang terjangkau sehingga pengoperasian dan pemeliharaan dapat mudah dilaksanakan tanpa biaya yang tinggi. Kemudahan pengontrolan dengan penempatan sarana pengontrol yang mudah dicapai perlu diperhatikan.

7) Standar dan Peraturan

Perancang harus mengetahui standar dan peraturan yang berlaku yang langsung berhubungan dengan instalasi maupun peraturan pemerintah daerah dan lingkungan.

8) Persyaratan Khusus

Persyaratan khusus yang dimaksud adalah spesifikasi dan persyaratan yang diterima dari pemesan yang harus dipenuhi, seperti penjadwalan pemasangan, pengadaan material dan lain persyaratan seperti pencemaran lingkungan dan estetika.

b. Langkah-langkah Rancangan Instalasi Pencahayaan

Perancangan instalasi listrik untuk bangunan didasarkan atas pengetahuan beban listrik yang harus dipikul, berapa besarnya daya, bagaimana karakteristiknya serta kapan beban listrik itu harus dioperasikan. Jika pengetahuan itu telah dimiliki maka dapat dirancang sirkit akhir yang dapat melayani beban tersebut sesuai kebutuhannya. Beberapa titik beban dilayani oleh satu sirkit akhir dari kotak hubung bagi, sedangkan kotak hubung bagi ini

mendapat suplai listriknya dari sirkit cabang atau langsung dari panel hubung bagi utama.

Langkah-langkah berikut ini dapat membantu dalam pembuatan rancangan yang memenuhi kebutuhan pemakaian instalasi. Data berikut antara lain:

Langkah ke 1:

Dapatkan suatu gambar denah dari bangunan atau pelataran dan catat dimana beban akan ditempatkan dan besarnya beban. Data berikut perlu dimiliki.

Beban tersambung, jumlah daya nominal kontinyu dari mesin, peranti perlengkapan yang disambungkan pada instalasi atau sebagian instalasi dalam VA, kVA, Watt atau kW. Kebutuhan beban listrik pada terminal penerima dipikul rata selama jangka waktu tertentu, dinyatakan dalam VA, kVA, Watt atau kW. Jangka waktu yang lazim adalah 15 menit, 30 menit atau 1 jam.

Kebutuhan maksimum, adalah kebutuhan terbesar yang terjadi dalam jangka waktu tertentu. Untuk rumah biasanya kebutuhan maksimum terjadi pada malam hari. Misalnya: Dari kebutuhan yang diukur dalam jangka waktu setiap 15 menit dalam satu hari, maka kebutuhan maksimum dari pukul 20.00 sampai 20.15 adalah yang terbesar.

Kebutuhan kebersamaan, adalah semua kebutuhan yang terjadi pada waktu yang sama.

Beban sirkit cabang, yaitu beban pada suatu sirkit cabang dari suatu instalasi yang berawal dari panel distribusi. Unit/kepadatan beban, data ini dinyatakan dalam kebutuhan suatu jenis beban seperti pencahayaan dalam lux, mesin-mesin listrik dalam VA atau Watt.

Langkah 2:

Tentukan apakah tenaga listrik akan diminta dari perusahaan umum atau dibangkitkan sendiri, apakah untuk sebagian atau seluruh beban yang sesuai dengan keinginan konsumen dan didukung atas suatu studi ekonomik. Berkaitan dengan keputusan ini ditentukan pula tingkat voltase. Untuk voltase rendah 220

V fase 1 atau 220/380 V fase 3 dan untuk voltase 20.000 V fase 3 diperoleh dari perusahaan umum.

Apabila pembangkit sendiri, perlu ditentukan pula pola operasinya jika pembangkit sendiri hanya diperlukan untuk melayani sebagian dari kebutuhannya. Jika ada pemikiran untuk dilaksanakannya kerja paralel dengan jaringan perusahaan umum, maka harus diperoleh pengaturan dan persetujuan tentang pertukaran energy antar kedua sistem.

Langkah 3:

Tentukan daya, jumlah dan tempat panel pembagi. Untuk ini perlu ada persiapan untuk dapat menampung perkembangan dihari depan yang dimasukkan dalam perancangan sekarang. Panel pembagi sebaiknya ditempatkan di titik pusat beban-beban yang akan disambungkan padanya.

Langkah 4:

Tentukan sistem proteksi terhadap sentuh langsung atau tidak langsung (voltase sentuh). Tentukan sistem proteksi terhadap arus lebih, arus hubung pendek dan terhadap beban lebih. Sistem pembumian dan sistem proteksi terhadap sambaran petir dan proteksi terhadap voltase lebih, harus dikaji secara terpadu karena yang satu mempengaruhi yang lain.

Langkah 5:

Adakan perhitungan susut voltase dan pengaturan voltase agar mesin dan perlengkapan listrik dapat berfungsi dengan baik. Perhitungan ini terkait pula dengan perbaikan factor daya (cos) atau pemakaian beban kVArh.

Langkah 6:

Buat uraian perlengkapan yang diperlukan bagi instalasi listrik. Dalam hal ini factor keamanan pengoperasian dan penyesuaian terhadap standar telah diperhatikan, termasuk factor ekonomi. Tentukan bahwa daya dari mesin dan perlengkapan instalasi telah memenuhi kebutuhan dari Kemampuan Hantar Arusnya sampai ke segi keamanannya. Uraian ini dilampiri dengan diagram satu garis sehingga pemasok mendapat kejelasan dari apa yang diminta.

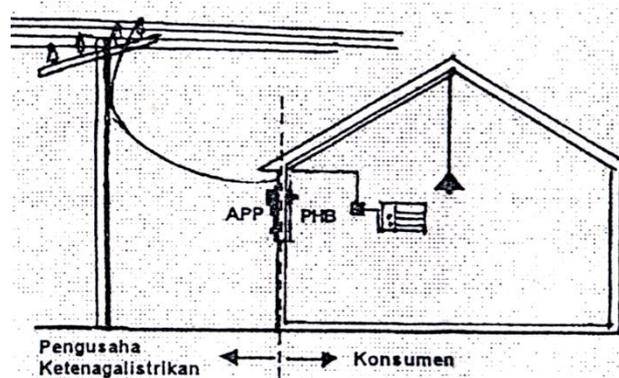
Suatu gambar instalasi lengkap perlu dibuat dengan jelas sehingga kontraktor listrik tahu apa yang harus dipasang dan bagaimana tiap mesin dan perlengkapannya harus disambungkan pada fase yang mana. Hal ini diperlukan agar penghubungan berbagai beban fase satu itu menjamin tercapainya keseimbangan antara ke tiga fase dari sistem fase tiga.

Bahan Bacaan 2: PHBK dan Penempatan Titik Beban

1. Perlengkapan Instalasi

Komponen instalasi listrik merupakan peralatan listrik yang digunakan dalam suatu rangkaian listrik. Komponen yang digunakan dalam pemasangan instalasi listrik bermacam-macam jenisnya dan pada dasarnya adalah perlengkapan yang lazim digunakan pada instalasi konsumen. Perlengkapan instalasi harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak membahayakan, harus tahan terhadap kemungkinan kerusakan mekanis, termal, kimiawi, biologis (jamur), kontaminasi medan elektromagnetik.

Berdasarkan PUIL perlengkapan yang menjadi tanggungjawab konsumen dan pengusaha ketenagalistrikan (PLN) dapat dilihat pada gambar di bawah



Gambar 1
Tanggungjawab Konsumen dan Pengusaha Ketenagalistrikan

a. Alat Pengukur dan Pembatas (APP):

Pemasangan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) menjadi tanggungjawab Pengusaha Ketenagalistrikan misalnya PLN. Alat ini terdiri dari pengukuran KWh dan pembatas arus yang biasanya berupa MCB (*Mini Circuit Breaker*) ialah

pemutus sirkit mini yang membatasi arus ke instalasi konsumen sesuai dengan daya sambungnya.

Alat Pembatas dan Pengukur (APP) adalah tempat penyambungan konduktor Saluran Masuk Pelayanan (SMP) ke instalasi Konsumen. APP digunakan juga untuk mengukur pemakaian energy listrik dan pembatasan daya sesuai dengan paket pelanggan. Energi listrik disalurkan dari APP ke Saluran Utama Konsumen menuju Papan Hubung Bagi Konsumen (PHBK) Utama dan seterusnya didistribusikan ke jaringan instalasi rumah.

b. Ketentuan Mengenai APP, antara lain:

- 1) Di APP terdapat meter energy, terminal netral, dan pembatas arus yang kemampuannya harus sesuai dengan paket daya pelanggan yang telah ditetapkan.
- 2) Bila jenis konduktor yang disambung berbeda, misalnya konduktor SMP dari bahan almanium, maka harus digunakan terminal khusus.
- 3) Meter energi yang dipasang pada APP harus sudah ditera oleh instansi yang berwenang. Kotak APP harus dalam keadaan tersegel selama dioperasikan.
- 4) Pada APP harus tersedia juga terminal untuk pembumian BKT, karena umumnya kotak APP terbuat dari logam.
- 5) APP harus dipasang dengan baik, ditempat yang mudah dilihat dan dicapai untuk kepentingan pencatatan rutin energy terpakai dan pemeriksaan.

Beberapa ketentuan PUIL 2011 mengenai perlengkapan instalasi antara lain;

- 1) Perlengkapan listrik yang baik dalam kerja normal tidak akan membahayakan atau merusak, dan harus tahan terhadap kerusakan mekanik, termis dan kimia
- 2) Perlengkapan listrik harus disusun dan dipasang secara baik sehingga pelayanan, pemeliharaan dan pemeriksaan dapat dilakukan dengan aman.
- 3) Menurut (131.8.1.1) pada setiap perlengkapan listrik harus tercantum dengan jelas:
 - a) Nama pembuat dan merek dagang
 - b) Daya, voltase, dan/atau arus pengenal.
 - c) Data teknis yang disyaratkan SNI. atau standar yang relevan.

c. **Gawai untuk Menutup dan Membuka Sirkuit Listrik**

Gawai untuk menutup dan membuka sirkuit listrik terdapat dalam berbagai maksud penggunaan. Berikut ini adalah alat yang dapat menutup dan membuka sirkuit listrik antara lain:

- 1) Saklar, jika penutupan dan pembukaan sirkuit listrik dilaksanakan dalam keadaan berbeban. Pada sakelar ini terdapat nilai pengenalan arus dan voltase kerjanya yang harus sesuai atau lebih besar dari pada beban yang dilayaninya, tetapi tidak kurang 5 A.
- 2) Pemutus sirkuit, mempunyai fungsi sebagai sakelar pula tetapi dimaksudkan untuk memutuskan sirkuit dalam keadaan tidak normal secara otomatis. Misalnya jika arus yang melaluinya melebihi nilai tertentu seperti keadaan hubung pendek. MCB pada APP berfungsi sebagai pembatas arus dan sebagai pemutus sirkuit.
- 3) Saklar pemisah atau disebut pemisah saja, digunakan untuk menutup dan membuka sirkuit listrik dalam keadaan tidak berbeban atau hampir tidak berbeban (P.7). Fungsinya adalah untuk memisahkan sirkuit di belakang dari voltase.
- 4) sekring, dapat pula sebagai pemisah dengan membuka atau mencabut pemegang patron leburnya. sekring bekerja sebagai pemutus sirkuit jika arus yang melaluinya melebihi nilai pengenalnya dengan meleburnya kawat lebur. sekring sering dipasang seri dengan sakelar beban yang digunakan sebagai pemutus beban dan dengan membuka pemegang patron sirkuit dipisah dari voltase.
- 5) Kotak kontak dan tusuk kontak, dapat pula digolongkan sebagai gawai untuk menutup dan membuka sirkuit listrik, dengan memasukkan dan mencabut tusuk kontak. Pencabutan tusuk kontak hanya dapat dilakukan untuk beban yang kecil saja.
- 6) Pemutus Sirkuit Mini (PSM), lebih dikenal dengan nama MCB (*Mini Circuit Breaker*). Sekarang PLN menggunakan PSM untuk membatasi arus ke konsumen sesuai dengan daya sambung yang dimintanya. Contoh: untuk daya sambung 900 VA, arus batasnya $I_n = 900/225 \text{ V} = 4 \text{ A}$ (dipakai MCB 4 A) bila daya sambung 1300 VA, MCB yang digunakan 6 A, dan bila daya sambung 2200 VA, MCB yang digunakan 10 A dan seterusnya. Pemakaian PSM makin banyak digunakan termasuk di panel hubung bagi konsumen,

baik sebagai sakelar masuk maupun sebagai sakelar keluar menggantikan pasangan seri sakelar beban dan sekering. Gambar berikut PSM yang banyak digunakan konsumen listrik, karena alat ini berfungsi sebagai proteksi arus lebih dan proteksi arus hubung pendek.



Gambar 2 PSM (MCB)

2. Proteksi Hubung Pendek

Alat proteksi hubung pendek oleh pihak pengusaha ketenagalistrikan (PLN) yang dipasang pada konsumen adalah pemutus sirkit mini (MCB). Sedangkan untuk daya yang lebih besar dipakai MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker* = Pemutus sirkit kotak dicetak). Daya pemutusannya ditentukan oleh daya hubung pendek yang terdapat di tempat pemasangan pemutus sirkit itu.

Pemutus sirkit otomatis harus dilengkapi dengan alat yang menjamin pemutusan secara bebas (*trip-free*), artinya jika pemutus sirkit sudah mentrip karena adanya beban lebih atau hubung pendek, maka tuas saklar tidak dapat dikembalikan ke keadaan menutup selama beban lebih masih bertahan. Sekring yang sudah putus tidak boleh digunakan lagi misalnya dengan menjembatani kontak yang putus dengan kawat di luarnya. Pada sekering berulir, konduktor fase harus dihubungkan dengan kontak alas rumah patron.

3. Rancangan Instalasi Penerangan

Rancangan instalasi listrik merupakan pegangan dan pedoman untuk dilaksanakannya pemasangan suatu instalasi listrik sebagaimana ketentuan PUIL 2011 (2.1.1.1.). Rancangan harus jelas, serta mudah dibaca dan dipahami oleh pelaksana lapangan. Karena gambar rancangan harus memenuhi ketentuan dan standar yang berlaku.

Uraian dan syarat pekerjaan yang ditetapkan oleh pemesan/konsultan harus diperhatikan. Hal ini menyangkut mutu pekerjaan dan material yang dipersyaratkan, jadwal pengerjaan dalam kordinasi dengan pekerjaan sipil dan mekanik pada bangunan yang dikerjakan sesuai ketentuan (2.1.2.3).

Berkas rancangan instalasi terdiri dari:

a. Gambar situasi.

Gambar yang menunjukkan dengan jelas letak gedung atau gedung tempat instalasi tersebut akan dipasang dan rencana penyambungan dengan sumber tenaga listrik.

b. Gambar instalasi, yang meliputi:

- 1) Rencana tata letak yang menunjukkan dengan jelas tata letak perlengkapan listrik beserta sarana kendalinya (pelayanannya), seperti titik lampu, kotak kontak, sakelar motor listrik, PHBK dan lain-lain.
- 2) Rencana hubungan perlengkapan listrik dengan gawai pengendaliannya seperti hubungan lampu dengan sakelarnya, motor dengan pengasutnya, dan dengan gawai pengatur kecepatannya, yang merupakan sebagian dari sirkit akhir atau cabang sirkit akhir.
- 3) Gambar hubungan antara bagian sirkit akhir tersebut dalam butir b dan PHBK yang bersangkutan, ataupun pemberian tanda (keterangan yang jelas) mengenai hubungan tersebut.
- 4) Tanda ataupun keterangan yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik.

c. Diagram Garis Tunggal (*Single line Diagram*), meliputi:

- 1) Diagram PHBK lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran nominal komponennya.
- 2) Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya.
- 3) Sistem pembumian
- 4) Ukuran dan jenis konduktor yang dipakai.

d. Gambar rinci meliputi:

- 1) Perkiraan ukuran fisik PHBK,
- 2) Cara pemasangan perlengkapan listrik,

- 3) Cara pemasangan kabel,
- 4) Cara kerja instalasi kendali.

Catatan:

Gambar rinci dapat juga diganti dan atau dilengkapi dengan keterangan atau uraian.

- e. Bila dianggap perlu diberikan perhitungan teknis, yang meliputi:
 - 1) Susut voltase
 - 2) Perbaikan factor daya
 - 3) Beban terpasang dan kebutuhan maksimum
 - 4) Arus hubung pendek dan daya hubung pendek
 - 5) Tingkat pencahayaan (lux)
- f. Tabel Bahan Instalasi, meliputi:
 - 1) Jumlah dan jenis kabel, konduktor dan perlengkapan
 - 2) Jumlah dan jenis perlengkapan bantu
 - 3) Jumlah dan jenis PHBK
 - 4) Jumlah dan jenis armatur lampu.
- g. Uraian Teknik, meliputi:
 - 1) Ketentuan tentang sistem proteksi
 - 2) Ketentuan teknis perlengkapan listrik yang dipasang dan cara pemasangannya.
 - 3) Cara pengujian
 - 4) Jadwal waktu pelaksanaan
- h. Perkiraan Biaya.

4. Papan Hubung Bagi Konsumen (PHBK)

a. Sirkuit Utama Konsumen

Dari APP tenaga listrik disalurkan ke PHBK utama konsumen dengan konduktor dalam conduit. Saluran ini disebut sirkuit utama konsumen. Selanjutnya dari PHBK utama konsumen tenaga listrik dibagikan ke titik-titik beban melalui sirkuit akhir atau lebih dahulu melalui sirkuit cabang dan dari PHBK cabang ke sirkuit akhir.

Jenis sambungan dan dayanya dari APP dapat berupa sirkuit fase satu atau sirkuit fase tiga sesuai dengan kebutuhan konsumen. Untuk sirkuit satu fase, jumlah

konduktornya ada tiga, yaitu konduktor fase, konduktor netral dan konduktor proteksi. Konduktor proteksi ini pada PHBK dicabangkan dari konduktor netral dan dihubungkan melalui konduktor pembumi dengan elektroda bumi. Konduktor proteksi ini dihubungkan ke APP pada bagian konduktivitas terbuka (BKT) APP.

Untuk sirkit fase tiga, jumlah konduktornya ada lima diantaranya, tiga konduktor fase, satu konduktor netral dan satu konduktor proteksi, yang juga berawal dari pencabangan konduktor netral. Berdasarkan PUIL penampang minimum untuk konduktor sirkit utama konsumen adalah 4 mm². Untuk kebutuhan penampang yang lebih besar tergantung kepada besarnya dari instalasi rumah.

Jika kebutuhan daya 11.000 VA, maka sirkit fase satu, voltase 220 V adalah:

$$I = 11.000 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 50 \text{ A.}$$

Maka konduktor-konduktor NYA atau NYM yang digunakan berdasarkan tabel adalah luas penampang konduktor 10 mm².

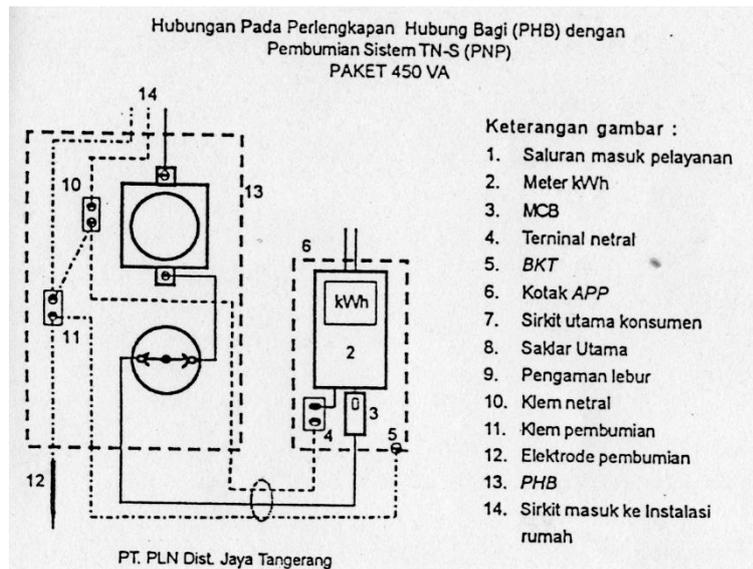
Bila digunakan sirkit fase tiga, voltase kerja 220 V/380 V, maka

$$I = 11.000 \text{ VA} / 380 \sqrt{3} = 16,7 \text{ A.}$$

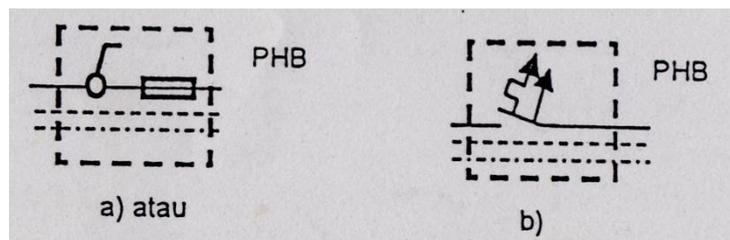
Berdasarkan besar arus di atas, maka konduktor NYA atau NYM yang digunakan adalah dengan luas penampang 2,5 mm² sudah mencukupi. Tetapi dengan ketentuan mengenai batas minimum, maka digunakan konduktor penampang 4 mm².

b. PHBK Utama Fase Satu

Instalasi rumah berdaya kecil misalnya 450 VA. PHBK utama hanya berupa satu kotak sekering dengan sakelar kendalinya untuk melayani satu sirkit akhir yang terdiri atas beberapa titik lampu dan kotak kontak. Hubungan PHBK berupa kotak sekering 450 VA dengan pembumian sistem TN-S (PNP) yang dihubungkan pada APP.

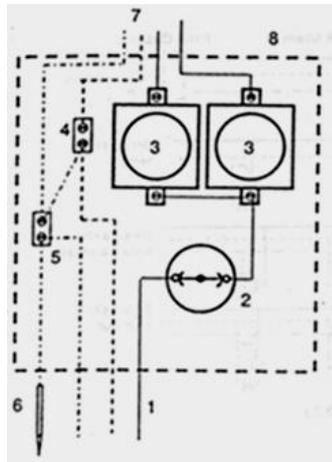


Gambar 3. Hubungan Perlengkapan PHBK dengan Pembumian Sistem TN-S



Gambar 4 a) PHBK Menggunakan Sekring b) PHBK Menggunakan MCB

Ukuran PHBK yang lebih besar adalah paket dengan daya sambung 900 VA, 1300 VA, 220 VA, dan seterusnya. Untuk kemudahan pelayanan, konsumen sering mengganti patron sekering dengan sekering otomatis, supaya tidak perlu mengganti elemen pelebur yang putus. Namun dewasa ini konsumen makin berminat dengan bentuk PHBK yang terbuat dari plastic keras, dengan pintu plastic tembus pandang yang menggunakan MCB baik sebagai saklar utama maupun saklar.



Keterangan gambar

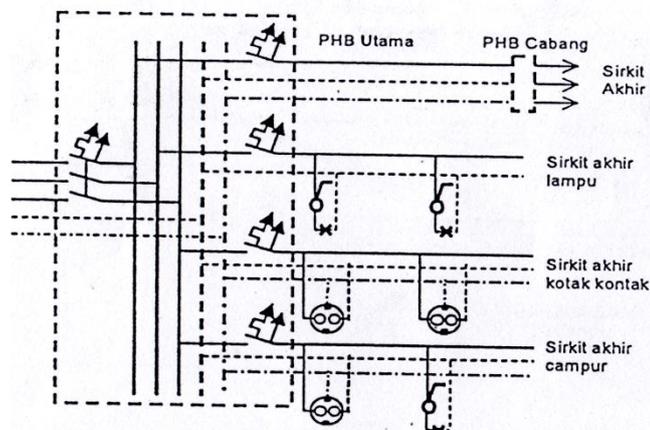
1. Saluran ke APP PLN/sirkuit utama konsumen
2. Saklar utama
3. MCB
4. Klem netral kotak APP
5. Sirkuit masuk ke instalasi rumah
6. PHBK

Gambar 5. PHBK Dua Grup

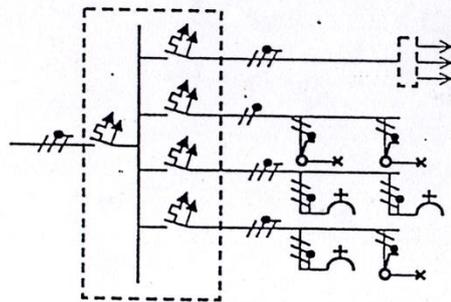


Gambar 6 PHBK Terbuat dari Plastik Keras

Sakelar masuk PHBK harus mempunyai kemampuan minimum 10 A dan arus minimum sama besar dengan arus nominal konduktor masuk. Saklar masuk dapat diganti dengan sakelar pemisah, asalkan pada setiap sirkuit keluar dipasang sakelar keluar (6.2.4.3). Sakelar masuk pada PHBK harus diberi tanda pengenal khusus sehingga mudah dikenal dan dibedakan dari sakelar lain (6.2.4.5). Jika sekring dan sakelar kedua-duanya dipasang seri pada sirkuit masuk atau sirkuit keluar sebaiknya sekring dipasang sesudah sakelar (6.2.7.1 dan 6.2.7.2).



Gambar 7 PHBK Utama Melayani Sirkuit Akhir dan Sirkuit Cabang



Gambar 8. Bagan Satu Garis PHBK dan Kotak Kontak

PHBK harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga pemeliharaan dan pelayanan mudah dan aman dicapai. Penyambungan saluran masuk dan saluran keluar pada PHBK harus menggunakan terminal, agar penyambungan dengan komponen dapat dilakukan dengan mudah, teratur dan aman. Semua mur-baut dan komponen dari logam dan berfungsi sebagai konduktor harus dilapisi logam pencegah karat untuk menjamin kontak listrik yang baik. Tiap konduktor fase, konduktor netral dan konduktor atau rel proteksi/pembumi harus dapat dibedakan secara mudah dengan warna atau tanda.

c. PHBK Utama Fase Tiga

Berdasarkan ketentuan PUIL (511.2.5) bahwa PHBK yang mempunyai banyak sirkit keluar fase tunggal dan fase tiga, baik untuk instalasi daya maupun instalasi pencahayaan, gawai proteksi, sakelar, dan terminal yang serupa harus dikelompokkan sehingga:

- 1) Kelompok perlengkapan instalasi daya sebaiknya terpisah dari kelompok perlengkapan instalasi pencahayaan.
- 2) Kelompok perlengkapan fase tunggal, fase dua, dan fase tiga merupakan kelompok sendiri-sendiri yang terpisah.

d. Penempatan PHBK

- 1) Lokasi PHBK Utama (2.13.1)

Lokasi PHBK utama dijelaskan dalam ketentuan (2.13.1.2) adalah:

- a) Umum

PHBK Utama atau panel untuk kendali jarak jauh dari sakelar utama sesuai 2.8.1.5. harus ditempatkan tidak lebih jauh dari satu tingkat di atas atau di bawah jalan masuk gedung dan harus dapat dicapai dengan mudah dari jalan masuk.

Ketentuan ini tidak berlaku:

- (1) Pada instalasi rumah.
- (2) Hal yang telah memperoleh persetujuan

b) Instalasi ganda

Dalam instalasi ganda, PHBK utama tidak boleh ditempatkan di instalasi rumah.

Lokasi PHBK utama yang dilarang dan yang dibatasi (213.1.4) diatur sebagai berikut:

a) Tinggi di atas tanah, lantai atau panggung

(1) Pada ketinggian 1,2 m di atas tanah, lantai panggung

Suatu PHBK yang dipasang pada ketinggian kurang dari 1,2 m di atas tanah, lantai atau panggung harus memenuhi setidaknya satu dari persyaratan di bawah ini:

- (a) Tertutup sepenuhnya dengan pintu, yang membuka pintunya tidak kurang dari 1,2 m di atas tanah, lantai atau panggung.
- (b) Hanya terdiri dari perlengkapan yang bagian aktifnya berada dalam rumah atau kotak perlindungannya dan tidak dapat dicapai tanpa alat atau kunci.
- (c) Terletak di daerah yang hanya dapat dicapai oleh orang-orang yang berwenang.

(2) Instalasi rumah dan instalasi ganda

Suatu PHBK tidak boleh dipasang kurang dari 0,9 m di atas tanah, lantai atau panggung pada lokasi seperti:

- (a) Instalasi rumah
- (b) Instalasi ganda, dimana pencapaian ke sakelar pemisah dari suatu instalasi individual disyaratkan sesuai ketentuan.
- (c) Berdampingan atau dalam selungkup yang sama seperti (2).

b) Di dekat tandon air atau dapur listrik, daerah terlarang bagi pemasangan HB adalah sebagai berikut:

(1) Daerah terlarang. Suatu PHBK tidak boleh dipasang di dalam ruangan yang dibatasi oleh bidang vertikal, seperti:

- (a) 0,15 m dari tepi peranti pemasak, tungku, pelat panas atau peranti masak sejenis yang magum.

- (b) 0,15 m dari batas tandom air tempat cuci piring, tempat cuci tangan atau wadah sejenis.
- (c) 0,15 m dari keliling tandom air suatu kloset untuk buang air, atau tempat buang air kecil, tangki air atau
- (d) 0,5 m dari keliling tandom air dari tungku pemanas untuk mencuci, bak cuci atau tempat mandi.
- (e) Memanjang dari lantai sampai ke langit-langit.

(2) Lokasi terbatas. Suatu PHBK dapat dipasang di luar ruang yang ditentukan dalam butir (a) akan tetapi di dalam batas 2,5 m dari tandom air atau tepi suatu dapur pemasak hanya jika PHBK mempunyai, atau dipasang di dalam suatu selungkup yang mempunyai suatu tingkat proteksi yang tinggi.

Persyaratan ini dianggap terpenuhi terhadap kebocoran air jika PHBK dipasang dalam lemari yang mempunyai pintu-pintu yang tertutup dengan rapat (kedap air), seperti:

(a) Dalam lemari penyimpanan

Suatu PHBK boleh dipasang di dalam sebagian dari lemari penyimpanan yang dirancang atau dibuat khusus untuk pemasangan PHBK asal:

- PHBK ditempat di bagian depan dari lemari
- PHBK dipisahkan dari bagian lain dari lemari, dan
- PHBK disusun sedemikian hingga pencapaian ke PHBK tidak dapat terhalang oleh struktur atau isi dari lemari.

(b) Di dekat pancuran mandi

Suatu PHBK tidak boleh dipasang di dalam ruang yang dibatasi oleh bidang vertical berjarak 3 m dari pusat mulut pancuran mandi dan memanjang dari lantai ke langit-langit.

(c) Di dekat kolam renang, SPA atau sauna.

Suatu PHBK tidak boleh dipasang di dalam atau di atas daerah kolam renang arau daerah SPA atau di dalam sauna.

(d) Di tangga yang terisolasi dari kebakaran, lorong jalan dan lereng

Suatu PHBK tidak boleh dipasang di dalam tangga yang terisolasi dari kebakaran, lorong jalan lereng, atau sarana sejenis untuk jalan keluar darurat dari gedung.

(e) Di dekat gulungan selang kebakaran

Suatu PHBK tidak boleh dipasang di dalam lemari yang berisi gulungan selang kebakaran.

2) Pencapaian PHBK

Di sekeliling papan pembagi harus disediakan ruangan yang cukup di segala sisinya supaya orang dapat lewat untuk mengoperasikan dan menyetel semua perlengkapan dengan aman dan efektif, dan dapat segera keluar dari lingkungan PHBK dalam keadaan darurat. Ruangan tersebut dapat diperoleh dengan menyediakan:

- a) Jarak bebas mendatar tidak kurang dari 6 m dari sembarang bagian dari PHBK atau perlengkapan, termasuk pintu penutup PHBK, dalam kedudukan normal dalam operasi, pembukaan dan penarikan keluar, dan
- b) Jarak bebas tegak lurus dari lantai dasar atau panggung atau permukaan bidang jalan lainnya sampai ketinggian 2 m, atau suatu jarak yang tidak kurang daripada tinggi PHBK, mana yang lebih besar.

5. Penempatan Titik Beban dan Saklar

a. Penempatan Titik Lampu

Tingkat iluminasi yang memadai merupakan unsure dasar bagi rumah tangga modern. Seringkali hasil yang baik diperoleh dengan kombinasi pencahayaan dari titik lampu yang permanen dan armatur yang tidak dipasang tetap. Penempatan titik lampu menjadi penting untuk memperoleh hasil pencahayaan yang diinginkan.

b. Penempatan Titik Kotak Kontak

Kotak kontak sebaiknya ditempatkan di dekat ujung dinding dari pada di tengah untuk menghindarinya terhalang karena penempatan mebel atau lemari yang besar. Kotak kontak sebaiknya ditempatkan kurang lebih 30 cm di atas lantai dengan dilengkapi penutup/proteksi atau 30 cm di atas landasan bidang kerja meja.

c. Penempatan Sakelar Dinding

Sakelar dinding biasanya ditempatkan kurang lebih 120 cm di atas lantai di jalan yang biasa dilalui. Jika harus dilayani dengan membuka pintu terlebih dahulu, maka sakelar dinding ditempatkan di dekat dan di sisi daun pintu

yang membuka. Kadang-kadang perlu satu titik pencahayaan dalam suatu ruangan, dalam gang atau tangga dikendalikan dari lebih satu sakelar, maka untuk itu dipasang sejumlah sakelar alih (saklar tukar/salar hotel) di tiap pintu masuk atau di tiap ujung gang atau tangga.

Rekomendasi Penempatan Titik Beban dan Sakelar

Pintu Masuk Utama

1) Titik pencahayaan

Satu atau lebih titik lampu perlu dipasang untuk menerangi daerah sekitar pintu gerbang utama halaman rumah. Satu titik lampu perlu dipasang di depan pintu masuk utama ke rumah, untuk menerangi tangga naik ke rumah dan untuk menerangi muka orang yang berdiri di depan pintu. Untuk mengendalikan lampu tersebut di atas dipasang sakelar di dekat pintu masuk utama di sebelah dalam rumah.

2) Titik Kotak Kontak

Kotak kontak sebaiknya dipasang di dinding luar dekat pintu masuk untuk memungkinkan dipasangnya lampu berdiri portable jika diperlukan pencahayaan luar tambahan atau untuk mesin perkakas listrik. Sebaiknya kotak kontak ini dikendalikan dengan sakelar dari dalam rumah.

Ruang Keluarga

1) Titik pencahayaan

Pencahayaan umum perlu diadakan yang dapat diberikan oleh armatur langit-langit atau armatur dinding. Pencahayaan tambahan dapat diberikan dengan lampu berdiri atau lampu meja melalui kotak kontak. Sakelar untuk pencahayaan ditempatkan di dekat pintu masuk atau dekat pintu ke kamar tidur. Sakelar hotel juga dapat digunakan untuk kamar tidur yaitu dengan menempatkan satu sakelar di dekat pintu masuk, dan satu lagi dekat tempat tidur, agar lampu dapat dimatikan dari dua tempat.

2) Titik Kotak Kontak

Kotak kontak ditempatkan di tempat-tempat yang tidak akan terhalang oleh mebel pada dinding bebas. Pada dinding bebas ini ditempatkan kotak kontak, sebaiknya tiap 2 s.d 2,5 meter satu sama lain. Jika sebagai pengganti titik lampu teta untuk pencahayaan umum digunakan lampu

portable yang dilengkapi sakelar atau melalui kotak kontak. Kotak kontak ini sebaiknya dikendalikan dengan sakelar dinding.

Kotak kontak perlu disediakan untuk perlengkapan audio, video. Kotak Kontak Khusus (KKK) perlu disediakan jika dipasang untuk penyejuk ruangan (AC) dinding.

Ruang Makan

1) Titik Pencahayaan

Setiap ruangan makan/sarapan pagi harus mempunyai sekurang-kurangnya satu titik pencahayaan yang dikendalikan dari sakelar dinding. Titik pencahayaan ini ditempatkan di atas pusat meja makan dengan memberikan armature pencahayaan langsung.

2) Titik Kotak Kontak

Di rumah modern sering kali di ruangan makan itu ditempatkan meja/lemari pelayanan, lemari es, dan penyedia air panas/dingin (dispenser). Di atas lemari pelayanan dapat dipasang pembakar roti, oven microwave, blender, juicer, dan sebagainya. Untuk semua alat-alat listrik rumah tangga tersebut perlu disediakan kotak kontak secukupnya dan diperhitungkan kemungkinan bekerjanya beberapa peranti tersebut secara bersamaan. Kotak kontak dapat dipasang dengan jarak dekat + 1,2 m satu sama lain dan ditempatkan 20 s.d 30 cm di atas landasan atas lemari pelajaran.

Ruang Tidur

1) Titik Pencahayaan

Tingkat pencahayaan (iluminasi) yang baik dan penting harus diperhatikan di ruangan tidur. Hal ini biasanya disediakan oleh armatur langit-langit atau armatur dinding. Armatur yang dipasang di atas atau di kiri kanan cermin dapat berfungsi sebagai pencahayaan umum. Untuk kemudahan pengendalian di ruang tidur utama, sekelompok sakelar dipasang dekat ujung kepala tempat tidur dan dapat mengendalikan semua lampu di ruangan tidur.

2) Titik Kotak Kontak

Kotak kontak ditempatkan di kedua sisi tempat tidur untuk kemudahan pelayanannya. Tambahan kotak kontak disediakan pada dinding yang masih terbuka setiap 2 m satu sama lain. Suatu kotak kontak khusus disediakan untuk disambung pada penyejuk udara (AC) yang tergantung dari besarnya ruangan tidur biasanya untuk AC berkapasitas $\frac{3}{4}$ s.d 1,5 PK.

Ruangan Mandi dan Toilet

1) Titik Pencahayaan

Armatur biasanya dipasang di atas atau di kedua sisi cermin atau jika mungkin kena cipratan air sebaiknya dipasang pada palapon. Semua titik pencahayaan dikendalikan dari sakelar dinding di luar ruangan mandi yang mudah dijangkau jika akan membuka pintu ruangan mandi. Dapat juga titik pencahayaan dikendalikan di dalam kamar mandi, apabila tersedia ruangan yang cukup luas dan jauh dari kemungkinan cipratan air.

2) Titik Kotak Kontak

Satu kotak kontak ditempatkan di dekat cermin, 1 s.d 1,5 meter di atas lantai untuk keperluan pengering rambut atau mesin cukur listrik. Lantai ruang kamar mandi sebaiknya diusahakan selalu kering, kecuali di ruangan tertutup pancoran air dan bak rendam.

Pemanas air sebaiknya ditempatkan di luar ruang mandi. Semua kotak kontak untuk dihubungkan dengan perlengkapan listrik di kamar mandi tentu harus dilengkapi dengan kotak kontak proteksi dan direkomendasikan semua kotak kontak tersebut proteksi dengan GPAS.

Ruangan Kerja

1) Titik Pencahayaan

Pencahayaan umum dapat diberikan oleh armatur yang dipasang di langit-langit atau di dinding. Di atas meja tulis perlu dipasang lampu meja untuk membaca dan menulis yang dikendalikan dengan sakelar. Untuk menerangi mesin tik dan atau computer harus tersedia lampu yang sesuai penempatannya. Rak dan lemari buku harus mendapat pencahayaan tersendiri.

2) Titik Kotak Kontak

Titik kotak kontak harus tersedia secukupnya untuk melayani mesin tik dan peralatan computer, printer dan mungkin pula mesin fotokopi. Sebaiknya juga tersedia jaringan telepon untuk internet. Kotak kontak juga harus disediakan untuk penyejuk udara (AC).

6. Penghubung Lampu dan Kotak-kontak

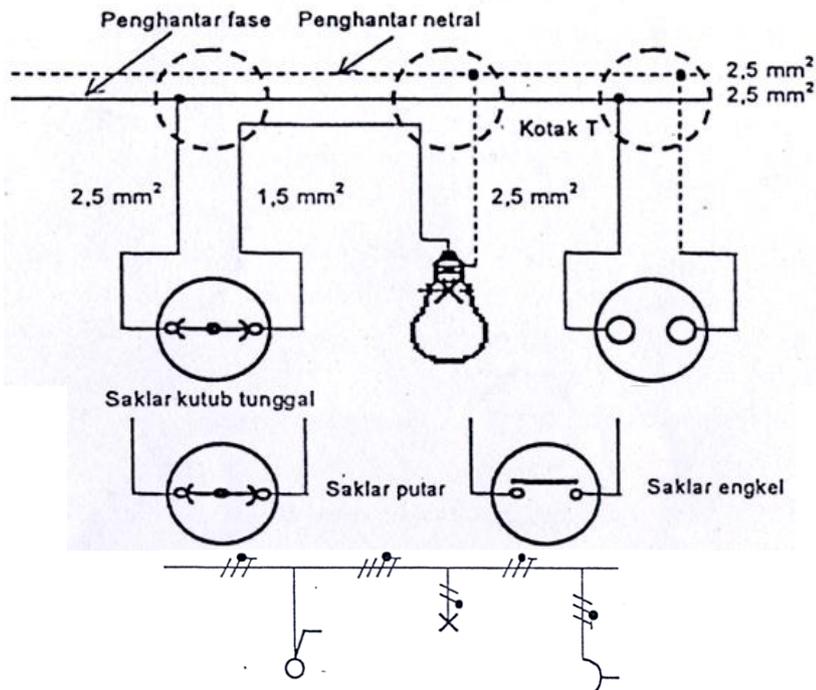
Sakelar adalah gawai pemutus dan penyambung rangkaian listrik dalam keadaan berbeban atau tanpa beban. Sakelar ini disebut juga saklar beban. Pada sakelar terdapat nilai arus dan voltase kerjanya yang harus sesuai atau lebih besar dari pada beban yang dilayaninya, tetapi tidak kurang dari 5 A. Berdasarkan segi pemasangan sakelar dibedakan atas jenis terpasang pada permukaan dan jenis terpasang rata permukaan. Sedangkan dari keadaan lingkungan terdapat pula sakelar yang tahan cuaca atau kedap air.

Jenis-jenis saklar dapat dikelompokkan sesuai dengan penggunaannya, antara lain:

- a. Sakelar kotak, untuk menjalankan lampu pencahayaan, antara lain sakelar satu/ganda, sakelar kecil, sakelar tukar, sakelar silang.
- b. Sakelar tumpuk/paket, adalah sakelar putar jenis tutup digunakan untuk beban-beban besar dengan rating di atas 16 A.
- c. Sakelar sanding, adalah sakelar untuk variasi perubahan rangkaian listrik, misalnya hubungan lampu/motor dengan rating beban minimum 16 A.
- d. Sakelar tuas, adalah sakelar yang memiliki pisau-pisau/kotak bergerak untuk pemakaian buka tutup rangkaian beban berat. Contoh Ohm sakelar.
- e. Sakelar giling, hampir sama dengan sakelar tuas, hanya mekanisme tuasnya yang berbeda.

a. **Sakelar Kutub Satu dengan Satu Lampu Tanpa Konduktor Proteksi**

Hubungan pengendalian satu lampu dengan saklar kutub satu dan hubungan kotak kontak tanpa kontak proteksi dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 9. Wiring dan Single Saklar Kutub 1 dengan Satu Lampu Tanpa Proteksi

Gambar pengawatan (wiring) saklar satu kutub dengan satu lampu

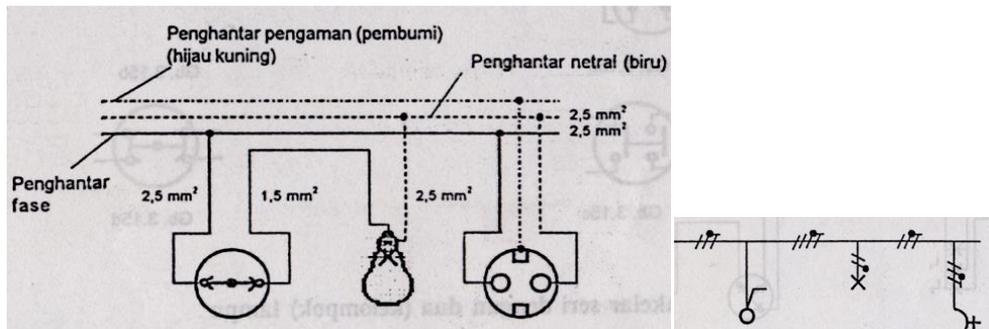
Hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- Konduktor sakelar ke lampu dapat digunakan konduktor berpenampang 1,5 mm², berwarna biru.
- Dalam keadaan terbuka, kontak gerak sakelar harus tidak bervoltase.
- Kontak ke konduktor fase pada pemegang lampu terdapat di bagian dalam dan ulir lampu dihubungkan dengan konduktor netral.
- Konduktor netral harus berwarna biru.
- Pada kotak kontak, kontak fase terletak di sebelah kiri dan kontak netral di sebelah kanan.
- Arus pengenalan kotak kontak harus sesuai dengan daya perlengkapan listrik yang dihubungkan padanya, tetapi tidak kurang dari 5 A.

Jenis sakelar kutub satu dapat dibuat dari jenis ungit atau dari jenis putar yang sekarang tidak lagi dipasarkan. Pada gambar di atas diperlihatkan bagan satu garis (single line), seperti biasa dilaksanakan pada gambar instalasi. Disini satu garis mewakili satu saluran atau satu konduit. Garis-garis pendek miring untuk menandakan jumlah konduktor dan jenisnya dalam satu saluran.

b. Sakelar Kutub Satu dengan Satu Lampu Dengan Konduktor Proteksi

Pada gambar di bawah diperlihatkan pengawatan hubungan lampu dan kotak kontak yang dilengkapi dengan kontak proteksi/pembumi (ground), dan diperlihatkan juga bagan satu garis.

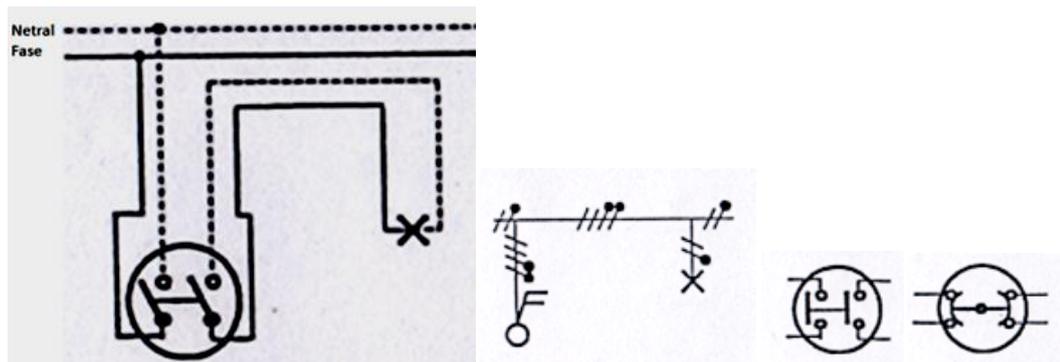


Gambar 10.

Wiring dan *Single Saklar* Kutub 1 dengan Satu Lampu dengan Proteksi

c. Sakelar Kutub Dua dengan Satu Lampu

Untuk lampu yang dapat dihubungkan pada dua konduktor (fase dan netral), diperlukan sakelar berkutub dua. Bila sakelar membuka, maka pekerjaan yang kita lakukan pada fitting atau armatur dapat dilaksanakan dengan aman, karena kedua konduktor telah terputus dari sumbernya. Pada gambar di bawah diperlihatkan gambar pengawatannya, dan bagan satu garis dengan simbol-simbol saklar kutub dua.

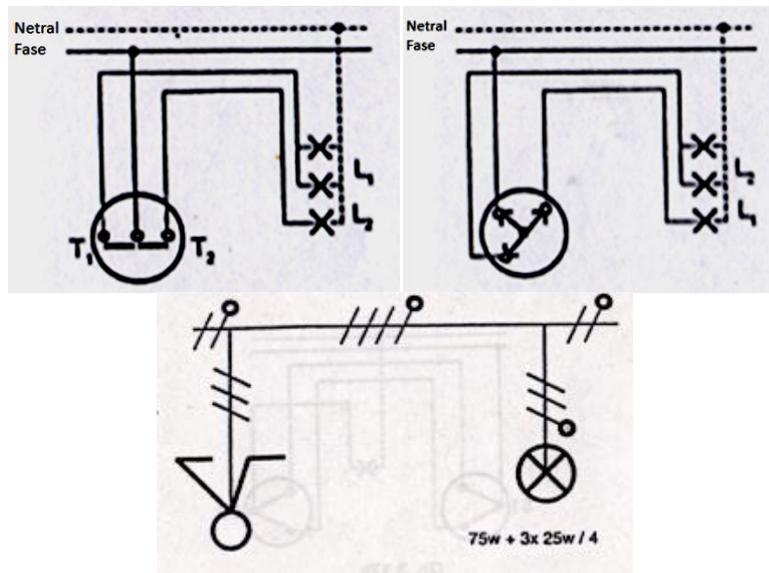


Gambar 11. Wiring dan *Single line* Saklar Kutub 2 dengan Satu Lampu

d. Sakelar Seri dengan Dua (Kelompok) Lampu

Sakelar seri digunakan untuk mengendalikan lampu-lampu dalam satu armatur. Gambar di atas memperlihatkan sakelar jenis unkit. Dengan menggerakkan tuas T1 dan L1 mengala, selanjutnya dengan menggerakkan T2 kelompok lampu L2 menyala. Sakelar seri unkit dapat dipandang sebagai dua sakelar karena

masing-masing tuas T1 dan T2 secara bebas dapat melayani lampu-lampu L1 dan L2.

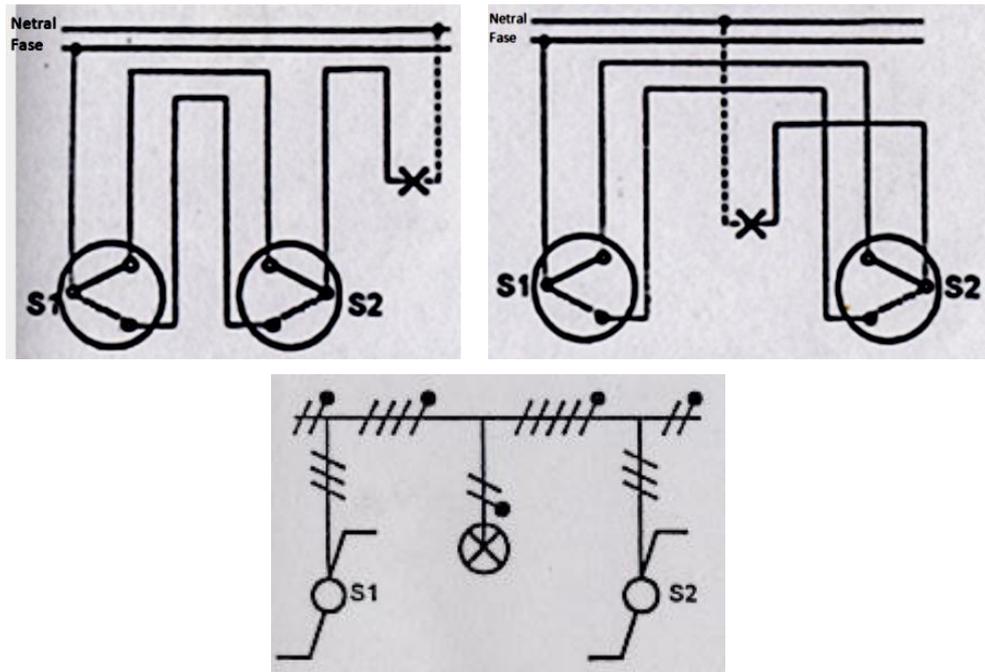


Gambar 12. Wiring dan *Single Line* Saklar Seri dengan Dua (kelompok) Lampu

Sakelar seri jenis putar diperlihatkan seperti gambar di atas, semua lampu dalam keadaan menyala. Jika tombol diputar $\frac{1}{4}$ putaran ke kanan, maka lampu L1 menyala dan 2 mati. Selanjutnya jika tombol diputar lagi $\frac{1}{4}$ putaran ke kanan, semua lampu akan mati. Jika diputar lagi $\frac{1}{4}$ putaran ke kanan L2 menyala.

e. Mengendalikan Satu Lampu Dari Dua Tempat dengan Sakelar Tukar

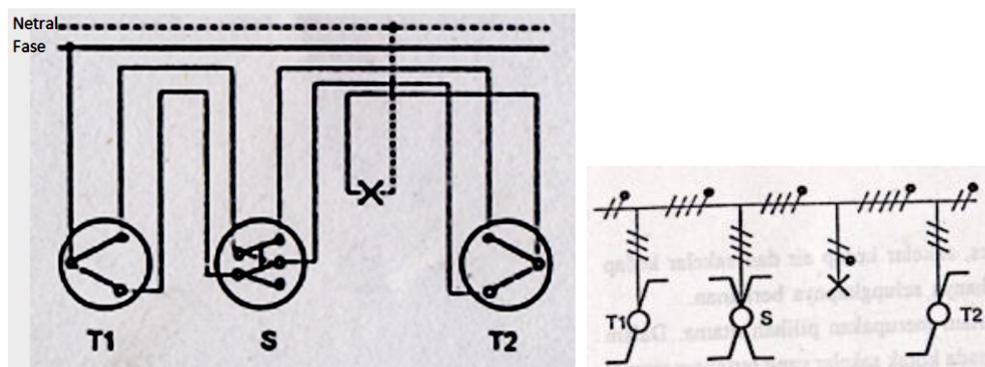
Cara pengendalian satu lampu dari dua tempat diperlihatkan pada gambar.13a. dengan menggunakan sakelar tukar atau lazim disebut sakelar hotel. Gambar 13b lampu terletak diantara kedua sakelar tukar. Cara pemasangan ini dapat diterapkan pada kamar tidur, misalnya sakelar pertama S1 terletak di pintu masuk ke kamar dan sakelar kedua S2 ditempatkan dekat di tempat tidur. Gambar 13c memperlihatkan bagan satu garis dari hubungan sakelar tukar.



Gambar 13. Wiring dan *Single Line* Mengendalikan Satu Lampu dari Dua Tempat

f. Mengendalikan Satu Lampu dari Tiga Tempat

Hubungan dua buah sakelar tukar dan ditambah dengan sebuah sakelar silang, maka dapat mengendalikan lampu dari tiga tempat. Gambar 16a memperlihatkan hubungan satu lampu dengan dua sakelar tukar dan satu sakelar silang. Gambar 16b diperlihatkan bagan satu garis dari rangkaian sebuah lampu yang dapat dikendalikan dari tiga tempat.



Gambar 14. Wiring dan *Single Line* Mengendalikan Satu Lampu dari Tiga Tempat

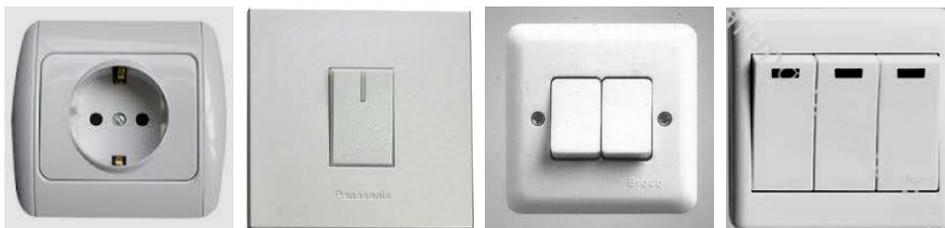
7. Tusuk Kontak

PUIL 2011 menyatakan (510.4.1.4.1) bahwa dalam suatu instalasi, lubang kotak kontak dengan voltase pengenal tertentu tidak boleh dapat dimasuki tusuk kontak dengan voltase pengenal yang lebih rendah lihat (414.4.3).

Lubang kotak kontak dengan arus pengenal tertentu tidak boleh dapat dimasuki tusuk kontak dengan arus pengenal yang lebih besar, kecuali bagi kotak kontak atau tusuk kontak dengan arus pengenal setinggi-tingginya 16 A (510.4.1.4.2)

Pada kotak kontak dan tusuk kontak harus tercantum voltase tertinggi dan arus terbesar yang diperbolehkan (510.4.1.5). Tusuk kontak untuk voltase instalasi listrik domestik tidak boleh dipakai untuk menjalankan dan mematikan mesin atau peranti portabel dengan daya lebih dari 2 kW dengan arus pengenal lebih dari 16 A (510.4.1.6).

Kotak kontak yang ditempatkan pada lantai harus tertutup dalam kotak lantai yang khusus diizinkan untuk penggunaan ini (510.4.2.4). Kotak kontak fase satu, baik yang berkutub dua maupun tiga harus dipasang sedemikian hingga kutub netralnya berada di sebelah kanan atau di sebelah bawah kutub bervoltase. Kotak kontak harus dipasang tidak kurang setinggi minimum 1,25 m dari lantai. Jika dipasang kurang dari 1,25 m, kotak kontak harus tertutup.



Gambar 15. Seklar Lampu Kotak Kontak dan Tusuk Kontak

8. Fitting Lampu

Fitting atau pemegang lampu terdiri dari atas badan atau pangkal yang berlubang (socket) tempat untuk dipasangnya lampu dan suatu penutup. Badan dan penutup biasanya dipersatukan dengan hubungan ulir untuk memudahkan melaksanakan hubungan dengan konduktor lampu. Cara memasang lampu dapat dilaksanakan dengan memutar ulir pada fitting Edison atau dengan cara sangkur bayonet dengan memasukkan dan memutar lampu seperempat putaran pada fitting Swan.

Pada pemasangan lampu terdapat bahaya jika jari terkena pada ulir lampu ketika lampu sedang dimasukkan. Untuk menghindari hal ini maka konduktor lampu yang dihubungkan pada ulir fitting lampu jangan kawat fase, tetapi konduktor netral. Gambar di bawah memperlihatkan beberapa jenis bentuk fitting lampu pijar dan yang dapat dipasang pada fitting lampu ulir.



Gambar 16. Fitting Lampu

9. Armatur

Armatur adalah 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. Armatur pencahayaan harus terinsulasi dari bagian lampu dan fitting lampu yang bervoltase (510.3.1.5). Armatur pencahayaan harus terinsulasi dari penggantung dan pengukuhnya yang terbuat dari logam, kecuali apabila pemindahan voltase pada bagian ini praktis tidak akan menimbulkan bahaya (51.3.1.6).



Gambar 17. Armatur Lampu

Rumah armatur dari pelat logam yang tertanam harus dilindungi dari kemungkinan korosi dan tebalnya tidak boleh kurang dari 0,6 mm (510.3.7.1.2). Konstruksi rumah armatur yang tertanam tidak boleh menggunakan solder (51.3.7.1.3.). Semua armatur yang memerlukan transformator, termasuk transformator ballas atau ototransformator harus ditandai jelas dengan keterangan tentang voltase, frekuensi dan kuat rus, dari transformator tersebut (510.3.7.5.1).

10. Pengelompokan Beban

a. Jenis Beban

Beban yang terdapat dalam rumah dan bangunan beragam sesuai dengan keadaan penghuni dan jenis bangunannya. Dalam rancangan instalasi ada baiknya untuk mengelompokkan beban-beban sebagai berikut:

- Pencahayaan : Dalam dan luar ruangan
- Peranti rumah : Untuk memasak, mendinginkan, mengolah makanan, mencuci piring, dan pakaian, dsb.
- Peranti kantor : Mesin tik, computer, printer, fax, dsb
- Penyejuk udara (AC): Pendinginan dan pertukaran udara
- Sistem air : Pompa air, pemanas air, penyedot air, dsb
- Beban khusus : Perlengkapan teknik rumah, seperti mesin bor, gergaji, mesin pemelihara kesehatan, dsb
- Aneka beban : Pesawat audio visual, CCTV, motor pembuka pintu otomatis, dsb.

b. Jumlah Maksimum Titik Beban di Sirkuit Akhir

Jumlah maksimum titik beban yang dapat dihubungkan paralel pada suatu sirkuit ditentukan dalam peraturan PUIL 2011 (2.4.1.2) sampai (2.4.2.5). Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel di bawah. Ketentuan ini tidak berlaku untuk sirkuit akhir yang menyuplai perlengkapan yang mempunyai nilai nominal lebih dari 20 A, atau lebih dari 20 A per fase, sirkuit akhir yang hanya mempunyai satu titik beban berupa perlengkapan tersebut.

Jumlah titik beban yang dapat dihubungkan pada suatu sirkuit akhir tergantung pada nilai nominal gawai roteksi, yang nilai maksimumnya tidak boleh melebihi KHA konduktor sirkuit.

Tabel 1
Jumlah titik sambung untuk sirkuit akhir
penggunaan tunggal instalasi rumah

1	2	3	4	5
Jenis Sirkuit	Proteksi dengan pemutus sirkuit atau sekering kemampuan tinggi		Proteksi dengan sekering yang dapat dikawati kembali	
	Nilai nominal dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum	Nilai nominal dari gawai proteksi (a)A	Jumlah titik sambung maksimum
Itik pencahayaan (c)	6 ≥ 10	20 Tidak terbatas	8 12	20 25

				16 ≥ 20	40 Tidak terbatas
KKB atau KK fase tunggal atau fase banyak (b, c) 10 A	Kondisi i A	16	8	16	4
		20	8	20	6
		25	10	25	8
		32	15		
	Kondisi i B (d)	16	15	16	15
		20	20	20	20
		25	25	25	25
		32	35	32	
KK fase tunggal atau fase banyak 15 A		16	1	16	1
		20	2	20	2
		25	3	25	3
		32	4	32	4
KK fase tunggal atau fase banyak 20 A		20	1	20	1
		25	1	25	1
		32	2	32	2

c. Sirkit Akhir untuk Penggunaan Tunggal

Berdasarkan ketentuan PUIL 2011 (2.4.1.2) sirkit akhir untuk penggunaan tunggal adalah sirkit akhir yang hanya menyuplai:

- a) Titik pencahayaan
- b) K.K.B
- c) K.K 10 A
- d) K.K 15 A atau
- e) K.K 20 A

Yang harus memenuhi persyaratan dalam tabel di atas

d. Sirkit Satu Titik Beban dan Sirkit Campuran

Berdasarkan ketentuan PUIL pasal (2.4.1.3) bahwa sirkit dari hanya satu titik beban dan sirkit campuran adalah sirkit akhir yang menyuplai:

- a) Peranti tunggal yang tersambung permanen
- b) K. K tunggal untuk penyambungan peranti tunggal terpasang magun atau pegun atau
- c) Gabungan dari peranti yang tersambung magun, titik pencahayaan atau K.K

Untuk sirkit akhir yang mempunyai gawai proteksi sirkit dengan nilai pengenal lebih besar dari pada yang tersedia dalam tabel di atas (tabel Jumlah titik sambung untuk sirkit akhir penggunaan tunggal instalasi rumah) dan tabel di bawah menetapkan bahwa jumlah titik yang akan disambung tidak dibatasi jumlahnya dengan ketentuan bahwa tidak boleh ada KKB disambungkan pada sirkit akhir yang disuplai melalui:

- a) Pemutus sirkit atau sekring kemampuan tinggi yang nilai nominalnya melebihi 32 A, atau
- b) sekring setengah tertutup yang dapat diperbaharui elemennya yang mempunyai nilai nominal melebihi 25 A.

Tabel 2
Pembebanan dan jumlah titik sambung pada
sirkuit akhir beban campuran dalam instalasi rumah.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai nominal dari gawai proteksi (a) A		Beban maksimum yang diperbolehkan A	Jumlah titik sambung maksimum	Kontribusi setiap titik pada beban total, A (jumlahnya tidak boleh melampaui nilai dalam kolom 3)					
Pemutus sirkit atau sekring kemampuan tinggi	Pengaman lebur yang dapat dikawai kembali			Titik pencahayaan	KKB atau KK fase tunggal atau fase banyak 10 A (d.g)		KK fase tunggal atau fase banyak 15 A (g)	KK fase tunggal atau fase banyak 20 A (g)	Perlengkapan magun atau pegun yang terpasang permanen (c)
					Kondisi A	Kondisi B			
10	-	10	20	0,5	-	-	15	-	Beban tersambung
16	-	16	20	0,5	4	1,1	12	-	
20	-	20	25	0,5	4	1	10	26	
25	-	25	30	0,5	4	1	8	18	
32	-	32	40	0,5	4	1	-	16	
-	8	8	20	0,5	-	-	-	-	
-	12	12	20	0,5	-	-	15	-	
-	16	16	20	0,5	4	1,1	12	-	
-	20	20	25	0,5	4	1	10	20	
-	25	25	30	0,5	4	1	8	18	
-	32	32	40	0,5	-	-	-	16	

Bahan bacaan 3: Kebutuhan Maksimum Instalasi Rumah Tinggal

1. Perhitungan Kebutuhan Maksimum

Perhitungan kebutuhan beban listrik sangat diperlukan agar pemanfaatan energi tersebut sesuai dengan kebutuhan, dengan kata lain adalah hemat dan tidak boros. Untuk itu tujuan memperkirakan kebutuhan beban adalah sebagai berikut:

- Untuk mengetahui beban tersambung total
- Untuk menetapkan kebutuhan maksimum beban
- Untuk menetapkan daya sambung untuk melayani beban ditambah daya untuk memenuhi perluasan di kemudian hari
- Untuk membuat rancangan rinci lebih lanjut.

a. Perhitungan Kebutuhan Maksimum di Sirkuit Utama Konsumen dan Sirkuit Cabang

Perhitungan kebutuhan maksimum di sirkuit diatur dalam ketentuan (2.3). Sedangkan kebutuhan maksimum di sirkuit utama konsumen dan sirkuit cabang diatur (2.3.1.1.), dengan ketentuan, dipilih salah satu cara seperti di bawah:

- a. Dengan perhitungan sesuai dengan ketentuan (2.3.2)
- b. Dengan penaksiran sesuai dengan ketentuan (2.3.3)
- c. Dengan pengukuran atau pembatasan sesuai dengan ketentuan (2.3.4).

Khusus untuk instalasi rumah tinggal dan rumah ganda ketentuannya terdapat dalam PUIL 2011 (2.3.2.2). Perhitungan kebutuhan maksimum untuk tiap fase dari instalasi harus ditentukan berdasarkan tabel di bawah.

Tabel 3. Kebutuhan Maksimum Instalasi Rumah Tinggal dan Rumah Ganda

1	2	3	4	5
Kelompok beban	Instalasi rumah tunggal atau unit petak per fase	Gedung rumah petak (a,b)		
		2 sampai 5 unit petak per fase	6 sampai 20 unit Petak per fase	21 atau lebih petak per fase
A. Pencahayaan (i) Pencahayaan di luar kelompok dan kelompok beban H di bawah (c,m)	2 A untuk 1 sampai 20 titik + 2 A untuk tiap tambahan 20 titik atau bagian dari padanya	6 A tiap unit petak	5 A + 0,25 A tiap unit petak	0,5 A tiap unit petak
(ii) Pencahayaan luar yang melebihi 1000 W (h,i)	75 % dan beban tersambung			
B. (i) KKB dan KK yang tidak melebihi 10 A (e,m) perlengkapan yang tersambung permanen tidak melebihi 10 A dan tidak termasuk kelompok beban lain(n)	5 A untuk 1 sampai 20 titik + 5 A untuk tiap tambahan 20 titik atau bagian dari padanya	10 A + 5 A tiap unit petak	15 A + 3,75 A tiap unit petak	0,5 A + 1,9 A tiap unit petak
(ii) Untuk instalasi yang mencakup satu atau lebih KK 15 A, diluar KK yang telah terpasang untuk menyuplai perlengkapan yan termasuk dalam kelompok S,D,E,F dan L (e,f).	10 A	10 A	10 A	10 A
(iii) Untuk instalasi yang mencakup satu atau lebih KK 15 A, diluar KK yang telah terpasang untuk menyuplai perlengkapan yan termasuk dalam kelompok C,D,E,F dan L (e,f).	15 A	15 A	15 A	15 A
C. Dapur listrik, eranti masak, perlengkapan binatu atu KK dengan arus nominal lebih dari 10 A untuk sambungan ke perlengkapan tersebut (e)	50 % beban tersambung	15 A	2,8 A tiap unit petak	2,8 A tiap unit petak
D. Perlengkapan pemanas udara atau AC, sauna yang tersambung tetap	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung

1	2	3	4	5
atau KK dengan arus nominal lebih 10 A untuk menghubungkan perlengkapan tersebut.				
E. Pemanas air sesat	33,3 % beban tersambung	6 A tiap unit petak	6 A tiap unit petak	100 A) 0,8 A per unit petak
F. Pemanas air tandon	Arus beban penuh per unit petak	6 A tiap unit petak	6 A tiap unit petak	100 A) 0,8 A per unit petak
G. Pencahayaan bersama (h,i)	Tidak berlaku	Beban tersambung penuh	Beban tersambung penuh	Beban tersambung penuh
I. Motor, lift	Sesuai dengan 410 B3 Tabel 410-2 kolom 2	Sesuai dengan 410 B3 Tabel 410-2 kolom 2		

b. **Kebutuhan Maksimum Sirkuit Akhir (2,3.5)**

Umumnya kebutuhan maksimum sirkuit akhir dianggap sama dengan beban penuh yang tersambung padanya (2.3.5.1). Kebutuhan maksimum sirkuit akhir dapat pula ditentukan dengan salah satu metode tersebut dalam (2.3.5.2) sampai (2.3.5.6). Kebutuhan maksimum sirkuit akhir dalam hal-hal tertentu dapat ditaksir oleh instansi pemeriksa yang berwenang (2.3.5.2).

Untuk sirkuit yang dihubungkan dengan lebih dari satu peranti atau kotak kontak kebutuhan maksimum sama dengan:

- a) Jumlah beban sebenarnya peranti dan kota kontak atau
- b) Nilai pengenalan gawai proteksi sirkuit mana yang lebih akhir dapat dianggap kebutuhan maksimum tertinggi yang kecil antara keduanya lihat tabel 1 dan 2 (2.3.5.3).

Lampu, peranti listrik atau KKB voltase rendah dengan nilai nominal lebih dari 20 A atau lebih dari 20 A per fase, masing-masing harus disuplai dari sirkuit akhir yang jelas terpisah. Peranti gabungan, mesin gabungan yang terdiri dari sejumlah gawai pemakai individual, harus dianggap sebagai satu unit tunggal untuk maksud penerapan ini (2.3.6.1).

2. Penentuan Konduktor

a. **Identifikasi Warna**

Berdasarkan ketentuan PUIL 2011 tentang warna isolasi konduktor tertera pada (5210). Warna loreng kuning hijau hanya boleh digunakan untuk menandai konduktor pembumian, konduktor proteksi dan konduktor penyama voltase bumi (5210.2). Warna biru hanya digunakan untuk menandai

konduktor netral atau kawat tengah (5210.3). Untuk perkawatan perlengkapan lainnya disarankan agar hanya digunakan satu warna, khususnya hitam

b. Konduktor Rumah dan Konduktor Instalasi

Jenis konduktor yang banyak digunakan untuk instalasi rumah adalah konduktor rumah berurat satu NYA dan konduktor berurat banyak NYM. Mengenai penggunaan kedua konduktor ini dijelaskan tentang jenis-jenis konduktor dan kemampuan hantar arusnya.

PUIL menetapkan bahwa setiap konduktor harus mempunyai KHA yang tidak kurang dari arus yang mengalir di dalamnya.

c. Penampang dan KHA Konduktor

Luas penampang konduktor sirkit yang digunakan terkait pada kebutuhan maksimum sirkit, dan ditentukan oleh KHA konduktor keadaan sekeliling seperti suhu dan isolasi termal dan susut voltase yang diperkenankan adalah 5 %. Selain itu harus dipertimbangkan pula kemungkinan perluasan instalasi di kemudian hari. Untuk instalasi permanen rumah tinggal, luas konduktor minimum adalah 1,5 mm². Menurut ketentuan (524.1) dan (524.2) konduktor sirkit utama konsumen dan sirkit cabang harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm² untuk konduktor berisolasi dan berpenyangga, hal ini terutama didasarkan atas kekuatan mekanis konduktor.

d. Konduktor Netral

Konduktor netral bersama dapat digunakan untuk sirkit utama pelanggan dan sirkit cabang, tetapi tidak boleh digunakan untuk dua atau lebih sirkit akhir. Pengecualiannya dimungkinkan sesuai ketentuan. Konduktor netral bersama dapat digunakan untuk penyambungan pada perlengkapan dengan ketentuan apabila:

- 1) Peranti fase banyak integral dan armatur yang disambung pada sirkit akhir sistem fase dua, tiga kawat dan fase tiga, empat kawat.
- 2) Unit penyuplai tersendiri, seperti pelat panas dan bagian tungku yang terpisah dari suatu dapur listrik yang di suplai dari sirkit akhir terpisah dari fase berbeda dan diperlakukan sebagai peranti tunggal sesuai dengan.

- 3) Kelompok armatur fase tunggal yang disusun untuk disambungkan pada sirkit akhir sistem dua fase tiga kawat, atau sistem tiga fase empat kawat, dengan ketentuan bahwa:
 - a) Sirkit tersebut dikontrol dan proteksi dengan pemutus sirkit yang bekerja pada semua konduktor aktif, dan
 - b) Kontinuitas dari konduktor sirkit netral tidak tergantung pada terminal di armatur atau sakelar kontrol.

- 4) Peranti seperti pemanas air yang disuplai dari sumber suplai alternative, asalkan:
 - a) Hanya satu suplai dapat disambung pada suatu saat, dan
 - b) Kedua suplai mempunyai sakelar pemisah bersama.
 - c) Susut Voltase

Susut voltase antara sisi masuk PHBK konsumen dan sembarang titik dan instalasi sesuai dengan ketentuan (525), tidak boleh melebihi 4 % dari voltase pengenal (220 Volt) pada terminal konsumen, bila semua konduktor dari instalasi dialiri arus sesuai dengan kebutuhan.

Untuk instalasi rumah, variasi berikut dapat digunakan untuk menentukan susut voltase, yaitu:

- a) Untuk sirkit dengan panjang jalan tidak melebihi 25 m susut voltase di sirkit akhir dapat diabaikan.
- b) Untuk sirkit dengan panjang jalan melebihi 25 m susut voltase di sirkit akhir harus ditentukan dengan menggunakan arus 50 % dari nilai pengenal arus gawai proteksi yang dipasang.

3. Saluran Konduktor

Sumber tenaga listrik dari PLN diterima melalui PHBK saluran utama konsumen dan dibagikan melalui sirkit-sirkit ke berbagai titik-titik beban atau melalui sirkit cabang ke PHBK cabang lain. Saluran konduktor untuk sirkit akhir atau sirkit cabang dapat dilaksanakan dengan konduktor NYM atau konduktor NYA dalam conduit. Cara pemasangannya tertanam di bawah permukaan dinding sehingga tidak tampak atau dengan cara tampak pada permukaan dinding.

Untuk penyaluran selanjutnya di atas plafon, dapat dilaksanakan dengan berbagai cara;

- a. Konduktor rumah NYA di atas rol isolator
- b. Konduktor rumah NYA dalam conduit
- c. Konduktor NYM berinti banyak.

a. Saluran di Atas Rol Isolator

Konduktor instalasi rumah tunggal NYA dipasang di plafon sebagai saluran regang ditumpu dan dikukuhkan pada isolator sehingga cukup tegang (7.12.1.8). Jarak tumpu antar isolator pada pemasangan horizontal tidak boleh lebih besar dari 1 meter untuk konduktor rumah berpenampang $1,5 \text{ mm}^2$ atau $2,5 \text{ mm}^2$ (7.12.1.5). Jaraknya terhadap dinding atau bagian bangunan, konduktor rumah harus mempunyai jarak minimum 1 cm (7.11.1.2), sedangkan jarak antara satu konduktor rumah dengan yang lain harus sekurang-kurangnya 3 cm (7.11.1.3).

b. Conduit (Pipa Instalasi)

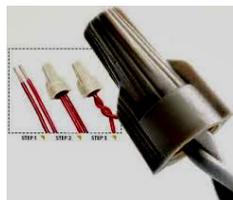
Konduit harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap tekanan mekanis, tahan terhadap panas, tidak menyalurkan nyala api dan tahan kelembaban, misalnya baja, PVC atau bahan lain sederajat (7.8.3.2). Permukaan conduit bagian dalam dan luar haruslah licin dan rata, tidak boleh berlobang atau mempunyai tonjolan yang tajam. Bagian dalam maupun luar conduit harus dilindungi secara baik terhadap karat (7.8.3.3.2). Pada ujung bebas conduit baja yang biasanya tajam harus dipasang selubung masuk (tule), sedangkan untuk conduit PVC tidak diperlukan tule. Conduit dapat diperpanjang dengan benda sambung atau sok, atau disambung dengan benda bengkok 90° atau dengan benda siku (knie). Contoh penggunaan konduktor pada instalasi rumah menggunakan kabel NYA $2,5 \text{ mm}^2$ dengan jumlah konduktor 5, dapat dipakai conduit dengan diameter dalam minimum 14 mm ($5/8$ inch di pasaran). Selanjutnya bila menggunakan konduktor 4 mm^2 , 6 mm^2 , dan 10 mm^2 , dengan jumlah konduktor 5, dapat digunakan conduit dengan diameter dalam minimum 25 mm (1 inchi dipasaran).

Gambar berikut adalah bermacam-macam konduit dan sambungannya.



Gambar 18. Konduit dan Sambungannya

Pencabangan, penyambungan atau persilangan konduktor dalam konduit dilaksanakan pada kotak khusus (kotak sambung) seperti T, kotak silang. Penyambungan dan pencabangan konduktor dilaksanakan dengan menutup ujung puntiran dengan lasdop, dan dilakukan dalam kotak sambung. Gambar berikut memperlihatkan penampang suatu lasdop. Ukuran lasdop dalam satu tutup dapat disambungkan 2 x 1,5; 3 x 1,5; 4 x 1,5; 2 x 2,5; 3 x 2,5 dan sebagainya. Besarnya kotak sambung harus disesuaikan untuk dapat menyimpan sejumlah tutup lasdop dan masih dapat menutup kotak sambung dengan rapih.



Gambar 19. Lasdop

4. Perhitungan Pencahayaan (Iluminasi)

Untuk menghitung kebutuhan tingkat kekuatan pencahayaan (iluminasi) di dalam ruangan dapat menggunakan rumus di bawah ini:

$$n = \frac{E \times A}{\phi \text{ lampu} \times \eta \times d}$$

Keterangan:
 n = jumlah lampu
 E = intensitas pencahayaan pada bidang kerja (lux)
 A = luas bidang kerja (m²)
 φ = fluk cahaya lampu (lumen)
 η = efisiensi pencahayaan, ditentukan dari tabel efisiensi pencahayaan untuk lampu yang digunakan, berdasarkan nilai, yaitu:
 rp = factor refleksi langit-langit
 rw = factor refleksi dinding
 rm = factor refleksi lantai.

$$k = \frac{p \cdot l}{h (P + L)}$$

p = panjang ruang

l = lebar ruang

h = tinggi ruang dari bidang kerja

$$\eta = \text{efisiensi armatur} = \frac{\text{fluk cahaya yang dipancarkan armatur}}{\text{Fluk cahaya yang dipancarkan sumber cahaya}}$$

$$d = \text{faktor penyusutan (depresiasi)} = \frac{E \text{ dalam keadaan terpakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}}$$

Contoh:

Sebuah kantin 10 x 20 m, tinggi 3,85 m diberi pencahayaan dengan intensitas rata-rata 225 lux. Warna dindingnya kuning muda, langit-langitnya putih. Armatur yang digunakan TMX 200 dengan lampu (1 x 36 W). Fluk lampu 2500 lumen. Pengotoran sedikit dan lampu dibersihkan tiap tahun. Armatur digantung 1,5 m di bawah langit-langit. Faktor refleksi untuk langit-langit 0,7 dan untuk dinding 0,5. $d = 0,85$.

Tentukan jumlah armature yang diperlukan.

Jawab:

$$p = 20 \text{ m}; l = 10 \text{ m}; h = 3,85 - 0,8 = 3,05 \text{ m}$$

$$r_p = 0,7 : r_w = 0,5 : r_m = 0,1$$

$$k \frac{p \cdot l}{h(p+l)} = \frac{20 \times 10}{3,05 (20+10)} = 2,2$$

Dari tabel efisiensi pencahayaan:

Untuk $k = 2$ ---- $\rightarrow 0,69$ dan

Untuk $k = 2,5$ ---- $\rightarrow 0,75$

Efisiensi pencahayaan untuk $k = 2,2$, ditentukan dengan interpolasi, yaitu:

$$= 0,69 + \frac{2,2-2}{2,5-2} (0,75 - 0,69) = 0,71$$

Jumlah armature (bila dalam keadaan baru)

$$n = \frac{E \cdot A}{\Phi_{\text{lampu}} \cdot \eta \cdot d} = \frac{225 \times 20 \times 10}{2500 \times 0,71} = 25 \text{ buah armatur}$$

Bila dalam keadaan terpakai setelah 2 tahun, depresiasi $d = 0,85$ maka iluminasinya (E) akan berkurang menjadi

$$E = \frac{\phi_{lampu} \cdot \eta \cdot d}{A} \frac{25 \times 2500 \times 0,71 \times 0,8}{20 \times 10} = 177,5 \text{ lux}$$

Dalam tabel. Diberikan standar intensitas pencahayaan untuk berbagai jenis ruangan dan tabel data berbagai jenis lampu.

5. Keinstalaturan

Berdasarkan PUIL (134.1) pengerjaan yang baik oleh personel yang kompeten dan bahan yang tepat harus digunakan pada pemasangan instalasi listrik. Perlengkapan listrik harus dipasang sesuai dengan petunjuk yang disediakan oleh pabrikan perlengkapan. Untuk itu berlaku Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 2500 K/40/M.PE/1997 tentang Usaha Penunjang Tenaga Listrik Bidang Konsultasi, Bidang Pembangunan dan Pemasangan dan Bidang Pemeliharaan Peralatan Ketenagalistrikan, yang antara lain menetapkan klasifikasi Usaha Penunjang Ketenagalistrikan Bidang Pembangunan dan Pemasangan, lebih dikenal sebagai kontraktor listrik atau instalatur.

Instalasi listrik harus difervikasi (diperiksa dan diuji) sebelum diopersikan dan/atau setelah mengalami perubahan penting untuk membuktikan bahwa pekerjaan pemasangan telah dilaksanakan sebagaimana mestinya sesuai dengan PUIL dan/atau standar lain yang berlaku (134.2.1). Instalasi dalam pabrik atau bengkel dengan seratus titik beban atau lebih, dan instalasi dengan daya lebih dari 5 kW, sebaiknya keadaan resistance insulasi diperiksa secara berkala, dan jika resistance insulasinya tidak memenuhi ketentuan atau terlihat ada gejala penurunan, instalasi itu harus diperbaiki (134.2.2).

Direkomendasikan bahwa setiap instalasi listrik dikenai verifikasi periodik (134.3). Pemeliharaan instalasi listrik meliputi program pemeriksaan, perawatan, perbaikan, dan pengujian ulang berdasarkan petunjuk pemeliharaan yang telah ditentukan (134.4.1.1). pemeliharaan tersebut pada 134.4.1.1 dimaksudkan agar instalasi selalalu baik dan bersih serta penggunaan dan perbaikannya dengan mudah dan aman sehingga instalasi berfungsi dengan baik sesuai danggan yang diharapkan (134.4.1.2).

6. Pengusahaan Instalasi Listrik

a. Ruang lingkup (9.1)

Bagian ini mengatur pengusahaan instalasi listrik yang meliputi desain, pembangunan, pemasangan, pelayanan, pemeliharaan, pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik serta pengamanannya. Pengusahaan instalasi listrik desa diatur dalam 8.17.

b. Izin (9.2)

Setiap orang atau badan perancang, pemasang dan pemeriksa atau penguji instalasi listrik harus mendapat izin kerja dari instansi yang berwenang (9.2.1) setiap instalasi listrik harus dilengkapi dengan desain instalasi yang dibuat oleh perancang yang dapat izin kerja dari instansi yang berwenang (9.2.2).

Catatan: desain instalasi termasuk pula gambar yang diperlukan sesuai dengan standar yang berlaku.

c. Pelaporan (9.3)

Para petugas yang ditunjuk untuk melaksanakan pemasangan, pemeliharaan, atau pelayanan instalasi diwajibkan untuk segera melaporkan secara tertulis kepada atasannya yang bertanggung jawab, segala kejadian dan keadaan yang mungkin membahayakan atau kerusakan yang di ketahuinya.

d. Tenaga Kerja (9.5.3)

Orang yang disertai tanggung jawab atas semua pekerjaan, desain, pemasangan, pemeriksaan atau pengujian instalasi listrik harus ahli dibidang kelistrikan sesuai ketentuan yang berlaku, memahami peraturan kelistrikan, memahami ketentuan keselamatan dan kesehatan kerja, menguasai pekerjaan instalasi listrik, dan memiliki izin bekerja dari instansi yang berwenang (9.5.3.1). Orang yang mengawasi pemasangan instalasi listrik harus ahli dibidang kelistrikan, memahami peraturan kelistrikan, memahami peraturan keselamatan dan kesehatan kerja serta menguasai pemasangan instalasi agar jangan terjadi kesalahan yang mengakibatkan kecelakaan atau kebakaran (9.5.3.2.) Orang yang mengerjakan pemasangan instalasi listrik harus sehat jasmani dan rohani, serta memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam pekerjaan tersebut (9.5.3.3)

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 Spesifikasi Komponen dan Alat Instalasi Penerangan 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 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 Rancangan Instalasi Listrik

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

1. Jelaskan minimal 4 tujuan instalsi listrik!
2. PUIL 2011 mengatur instalasi...
3. Jelaskan beberapa faktor pendukung untuk mencapai tingkat keamanan dan keandalan yang tinggi
4. Jelaskan langkah dalam pembuatan rancangan kebutuhan instalasi!

Aktifitas 2: Memahami PHBK dan Penempatan Titik Beban

Bacalah dan amati komponen PHBK dan Penempatan Titik Beban pada bahan bacaan 2, diskusikan dengan kelompok. Selanjutnya isilah Tabel LK-22 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan fungsi APP!
2. Jelaskan fungsi PHBK!
3. Jelaskan fungsi PSM!
4. Jelaskan persyaratan titik lampu ruangan keluarga dan ruangan makan!
5. Jelaskan persyaratan penempatan kotak-kontak pada ruang makan dan ruang tidur!

Aktifitas 3: Memahami Kebutuhan Maksimum Instalasi Rumah

Tinggal

Bacalah bacaan 3, amati Kebutuhan Maksimum Instalasi Rumah Tinggal, diskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah LK-23 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan tujuan menentukan kebutuhan maksimum instalasi rumah tinggal!
2. Jelaskan warna isolasi konduktor fasa, netral, dan konduktor pembumian!
3. Jelaskan besar susut voltase yang diizinkan untuk instalasi rumah tinggal!
4. Jelaskan mengapa instalasi listrik harus diperiksa dan diuji sebelum dioperasikan!

LEMBARAN KERJA KB-2

LK-20

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi Spesifikasi Komponen dan Alat Instalasi Penerangan 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-21

1. Jelaskan fungsi APP!

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

2. Jelaskan fungsi PHBK!

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

3. Jelaskan fungsi PSM!

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

4. Jelaskan persyaratan titik lampu ruangan keluarga dan ruangan makan!

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

5. Jelaskan persyaratan penempatan kotak-kontak pada ruang makan dan ruang tidur!

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

LK-22

1. Jelaskan tujuan menentukan kebutuhan maksimum instalasi rumah tinggal!

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

2. Jelaskan warna isolasi konduktor fasa, netral, dan konduktor pembumian!

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

3. Jelaskan besar susut voltase yang diizinkan untuk instalasi rumah tinggal!

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

4. Jelaskan mengapa instalasi listrik harus diperiksa dan diuji sebelum dioperasikan!

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

E. LATIHAN

1. Jelaskan ruang lingkup PUIL!
2. Jelas syarat utama instalasi listrik!
3. Jelaskan fungsi PHBK!
4. Jelaskan maksud pemasangan APP pada instalasi listrik!
5. Untuk keamanan yang baik pada instalasi rumah diperlukan pengaman
6. Jelaskan keuntungan dan kerugian pemasangan konduktor dalam conduit
7. Jelaskan ruang lingkup gambar instalasi dengan ringkas!
8. Jelaskan penempatan titik beban kamar mandi dan toilet!
9. Jelaskan titik beban di ruang kerja rumah!
10. Jelaskan apa maksud perhitungan kebutuhan maksimum beban listrik!
11. Jelaskan maksud standarisasi warna konduktor!
12. Jelaskan maksud KHA kabel!

F. RANGKUMAN

1. Listrik merupakan energi yang bersih, mudah dibangkitkan, disalurkan, dikendalikan dan diubah dalam berbagai bentuk energi lain seperti cahaya, gerak, panas dan sebagainya. Oleh sebab itu listrik banyak dimanfaatkan untuk menunjang kehidupan, baik dalam rumah tangga, industry, komersial maupun pelayanan umum. Dengan demikian dapat disimpulkan syarat utama instalasi listrik adalah sebagai berikut:
 - a. AMAN, bagi manusia, ternak dan harta benda,
 - b. ANDAL, dalam arti memenuhi fungsinya secara aman bagi instalasi,
 - c. AKRAB lingkungan, dalam arti tidak merusak lingkungan, baik dalam operasi normal, maupun dalam kondisi gangguan.
2. Seorang perancang akan memperhatikan kecenderungan perkembangan teknik, kondisi khusus dari lokasi, keinginan dan persyaratan penghuni rumah dan kemungkinan akan adanya perluasan instalasi di kemudian hari.
3. Rancangan instalasi listrik merupakan pegangan dan pedoman untuk dilaksanakannya pemasangan suatu instalasi listrik sebagaimana ketentuan PUIL 2011 (2.1.1.1.). Perhitungan kebutuhan beban listrik sangat diperlukan agar pemanfaatan energi tersebut sesuai dengan kebutuhan, dengan kata lain adalah hemat dan tidak boros.

4. Setiap orang atau badan perancang, pemasang dan pemeriksa atau penguji instalasi listrik harus mendapat izin kerja dari instansi yang berwenang (9.2.1) setiap instalasi listrik harus dilengkapi dengan desain instalasi yang dibuat oleh perancang yang dapat izin kerja dari instansi yang berwenang (9.2.2).
5. Komponen yang digunakan dalam pemasangan instalasi listrik bermacam-macam jenisnya dan pada dasarnya adalah perlengkapan yang lazim digunakan pada instalasi konsumen. Perlengkapan instalasi penerangan diantaranya: PHBK, MCB, Konduktor, saklar, lampu, kotak kontak, tusuk kontak, fitting lampu, armatur lampu, conduit, dan roll isolator harus memenuhi syarat PUIL/SNI harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak membahayakan, harus tahan terhadap kemungkinan kerusakan mekanis, termal, kimiawi, biologis (jamur), kontaminasi medan elektromagnetik.

Catatan: desain instalasi termasuk pula gambar yang diperlukan sesuai dengan standar yang berlaku

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Pembelajaran 2 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan menjelaskan, yaitu:

1. Pengertian dan ruang lingkup PUIL;
2. Rancangan instalasi penerangan;
3. PHBK;
4. Penempatan titik beban dan saklar;
5. Penghubung lampu dan kotak kontak;
6. Perhitungan kebutuhan beban maksimum;
7. Penentuan saluran konduktor;
8. Pengusahaan instalasi 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

KESALAHAN SISTEMATIS PROSEDUR PEMASANGAN INSTALASI PENERANGAN LISTRIK STANDAR PUIL/SNI

A. TUJUAN

Setelah mempelajari materi Kegiatan Pembelajaran 3 diharapkan guru/peserta diklat mengetahui dan mengidentifikasi kemungkinan kesalahan prosedur pemasangan komponen dan alat instalasi penerangan listrik berdasarkan standar PUIL 2011/SNI. 0255. Dengan demikian, guru/peserta diklat dapat melaksanakan prosedur dan pemasangan komponen/alat instalasi penerangan 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 menjelaskan dengan baik:

1. Pemasangan konduktor voltase rendah
2. pemasangan sambungan dan terminal konduktor
3. pemasangan konduktor dalam bangunan
4. pemasangan konduktor dalam conduit
5. pemasangan konduktor tanah
6. pemasangan konduktor udara

C. URAIAN MATERI

Bahan Bacaan 1: Pemilihan dan Pemasangan Konduktor

1. Pemasangan Konduktor Voltase Rendah

a. Ketentuan Umum

Berdasarkan ketentuan PUIL 2011 persyaratan umum pemasangan konduktor voltase rendah dalam gedung dan bangunan agar persyaratan keamanan dan keselamatan manusia dan harta dapat dipenuhi. Pemasangan konduktor perlu

memperhatikan daerah penggunaan (7.10.1.1). Pemasangan, penyambungan dan terminasi konduktor pada peralatan instalasi maupun peralatan pemanfaat, perlu memperhatikan tanda pengenal inti atau fase, rel dan terminal sesuai dengan ketentuan standar yang telah ditetapkan demi tercapainya keselamatan kerja listrik. Demikian pula ketentuan pemasangan konduktor dengan konduit dan pemasangan jalur konduktor pada jarak-jarak aman yang telah ditetapkan, hendaknya dipatuhi.

b. Pemilihan Konduktor

Beberapa persyaratan penting PUIL 2011 tentang pemilihan konduktor adalah:

- 1) Semua konduktor yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat, sesuai dengan tujuan penggunaannya serta telah diperiksa dan di uji menurut standar yang berlaku (7.1.1.1)
- 2) Konduktor netral atau konduktor nol sistim konduktor penyalur arus dalam bangunan pada seluruh panjangnya harus berinsulasi, yang memenuhi ketentuan yang sama dengan yang diisyaratkan untuk konduktor kutub atau konduktor fase dari sistim yang bersangkutan, kecuali jika konduktor kutub atau konduktor fase ini juga tidak berinsulasi (710.1.2.2)

Pemilihan konduktor cenderung dengan kualitas rendah karena murah, bahkan ada yang menggunakan konduktor tanpa merk tanpa SNI.

Untuk lebih jelasnya ketentuan pemilihan konduktor dapat lihat tabel di bawah ini:

Tabel 4. Pengenal Inti atau Rel

Pengganti inti atau rel	Pengenal		
	Dengan huruf	Dengan lambang	Dengan warna
1	2	3	4
A. Instalasi arus bolak balik Fase Satu Fase dua Fase tiga	L1/R L2/S L3/T		Merah Kuning Hitam
B. Instalasi perlengkapan listrik Fase Satu Fase dua Fase tiga	U/X V/Y W/Z		Merah Kuning Hitam
C. Instalasi arus searah Positif Negatif Kawat tengah	L + L- M	+ -	Tidak ditetapkan Tidak ditetapkan Biru
D. Netral	N		Biru
E. Konduktor pembumian	PE		Loreng hijau-kuning

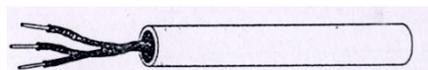
Tabel 5. Warna selubung konduktor PVC atau PE untuk instalasi tetap

No	Jenis kabel	Voltase pengenalan (Volt)	Warna selubung
1	2	3	4
1.	Konduktor berisolasi PVC	500	Putih
2.	Konduktor udara berisolasi PE, PVC atau XLPE	600-1000	Hitam
3.	Konduktor tanah berselubung PVC dan PE	600-1000	Hitam
4.	Konduktor tanah berselubung PVC dan PE	> 1000	merah

c. Persyaratan Pemasangan Kabel

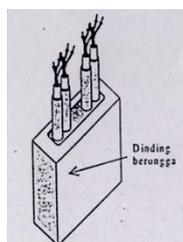
Beberapa pertimbangan dalam pemasangan konduktor pada instalasi dijelaskan di bawah ini:

- 1) Konduktor harus dilindungi terhadap kerusakan mekanis dengan cara pemasangannya yang tepat atau dengan selubung khusus, pada jarak yang masih terjangkau oleh tangan, konduktor harus diberi perlindungan yang memenuhi syarat terhadap kerusakan mekanis, kecuali pada tempat tertutup (7.10.1.5)



Gambar 20. NYA dimasukkan ke dalam Pipa Instalasi

- 2) Kabel instalasi (misalnya NYM) di dalam dan di bawah plesteran, pada atau di atas langit-langit dan di dalam dinding berongga dapat dianggap sebagai instalasi diluar jangkauan tangan serta dianggap telah dilindungi secara mekanis. Di tempat-tempat tersebut di atas, kabel instalasi harus dipasang tegak lurus atau mendatar (7.10.1.8)

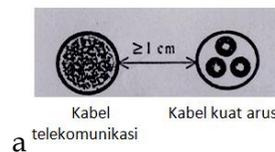


Gambar 21. Pemasangan Konduktor dalam Dinding Berongga

- 3) Yang boleh dipasang di dalam tanah atau di dalam air hanya konduktor berisolasi dan berselubung yang dibuat khusus untuk itu. Konduktor NYM tidak dirancang untuk konduktor tanah maupun konduktor udara. Konduktor ini hanya khusus untuk di dalam gedung.(7.12.2.1).

Di lapangan banyak ditemukan pemakaian konduktor NYM untuk konduktor tanah dan konduktor udara.

- 4) Bumi tidak boleh sekali-kali digunakan Sebagai konduktor balik untuk instalasi arus kuat, digunakan konduktor tersendiri (7.10.1.18).
- 5) Di dalam bangunan, konduktor instalasi arus kuat dipasang berjarak minimal 1 cm dari konduktor arus lemah (telekomunikasi) disekat dengan dinding pemisah. Klem dari instalasi arus kuat dan arus lemah yang letaknya berdekatan disusun terpisah dan diletakkan demikian rupa sehingga mudah dibedakan yang satu dengan yang lain. Di luar bangunan konduktor listrik arus kuat dan bagan konstruksi yang bersangkutan, sedapat mungkin berjarak minimum 1 m dari konduktor listrik arus lemah yang tidak dilindungi oleh pelindung elektromagnetik.



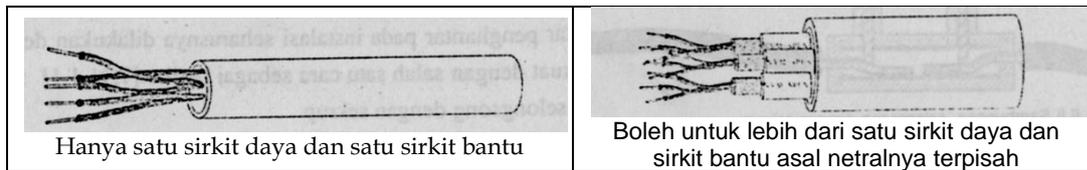
**Gambar 22. a) Tanpa Sekat Bila Jarak
b) Dengan Sekat Bila**

- 6) Di dalam bangunan konduktor netral berwarna biru dan konduktor pembumi berwarna loreng hijau-kuning, termasuk pula semua konduktor cabang yang dihubungkan padanya harus dapat dikenal secara jelas dan seragam pada seluruh panjangnya sesuai ketentuan.

Kesalahan yang terjadi dilapangan adalah penggunaan warna konduktor yang tidak standar. Konduktor berwarna hitam dianggap sebagai hantaran netral disamping itu kabel pengaman (pembumi) dipakai warna biru, kekeliruan ini mengakibatkan apabila terjadi kerusakan pada instalasi maka perbaikannya akan menyulitkan.

- 7) Dalam pemasangan konduktor perlu diperhatikan pengaturan sirkit daya sebagai berikut:
 - a) Pada pemasangan konduktor berinsulasi dan berinti tunggal (NYA) di dalam konduit, yang boleh dipasang di dalam suatu konduit hanya kabel dari satu sirkit daya dan atau sirkit bantu (7.10.1.9).
 - b) Pada pemasangan konduktor berinti banyak, boleh dipasang lebih dari satu sirkit daya dalam satu konduit, berikut sirkit bantunya. Pada pemasangan ini, konduktor netral dari suatu sirkit tidak boleh digunakan sebagai konduktor netral sirkit yang lain.

Di lapangan banyak ditemukan pemakaian konduktor netral dan konduktor pengaman (pembumi) dipakai untuk beberapa sirkit, hal ini menyalahi persyaratan PUIL. Alasan yang dikemukakan, untuk menghemat biaya.

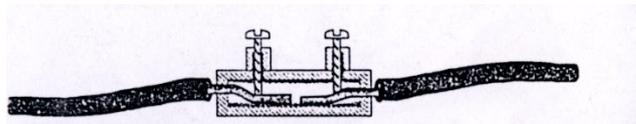


Gambar 23. Pengaturan Sirkit Daya dan Sirkit Bantu dalam Satu Konduit

2. Pemasangan Sambungan dan Terminal Konduktor

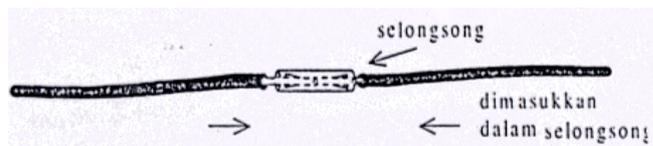
a. Persyaratan Umum

- 1) Sambungan antar konduktor pada instalasi seharusnya dilakukan dengan baik dan kuat dengan salah satu cara sebagai berikut.
 - a) Sambungan selongsong dengan sekrup



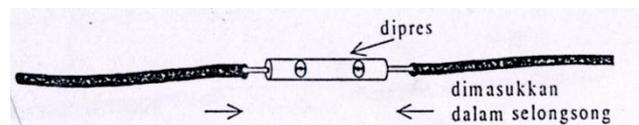
Gambar 24. Sambungan Selongsong dengan Sekrup

- b) Sambungan selongsong tanpa sekrup



Gambar 25. Sambungan Selongsong di Jepit Tanpa Sekrup

- c) Sambungan selongsong dipres



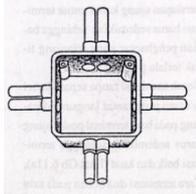
Gambar 26. Sambungan Selongsong Dipres

- d) Sambungan puntiran kawat padat dengan memuntir dan memakai lasdop



Gambar 27. Setelah Dipilin Sambungan Di Tutup dengan Lasdop

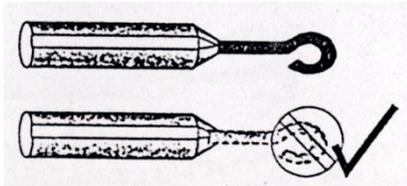
- 2) Sambungan antar konduktor instalasi yang fleksibel lainnya boleh dilaksanakan dengan pertolongan kotak sambung.



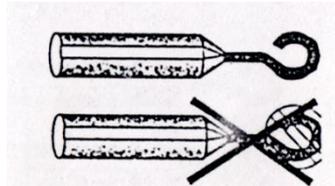
Gambar 28. Kotak Sambung Delapan Jalur Empat Arah

Dilapangan banyak ditemukan sambungan puntiran kawat padat (ekor babi) yang ada dalam kotak sambungan, tidak kuat puntirannya, terlalu panjang puntirannya, bahkan arah puntirannya tidak searah jarum jam. Hal ini akan terkendala bila digunakan lasdop untuk menutup sambungan yang terbuka tersebut.

- 3) Sambungan dengan solder tidak boleh dipakai pada setiap bagian instalasi dimana suhunya akan melampaui 120 °C. Sambungan dengan solder tidak boleh dipakai pada konduktor yang mengalami gaya mekanis (7.11.1.13)
- 4) Terminal perlengkapan lampu tidak boleh digunakan untuk menyambung konduktor utama instalasi magun di luar perlengkapan tersebut (7.11.1.6).



Gambar 29. Posisi Ujung Konduktor dan Cara Terminasi yang Benar



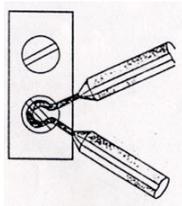
Gambar 30. Posisi Ujung Konduktor dan Cara Terminasi Kawat yang Salah

Terminasi kawat yang salah arah sangat banyak ditemukan di lapangan, sehingga bila dikunci murnya, konduktor tidak semakin kuat, malah terjadi sebaliknya.

- 5) Persiapan ujung konduktor untuk terminasi harus sedemikian sehingga bagian konduktor yang telanjang tidak terlalu panjang.
- 6) Untuk terminasi tanpa sepatu konduktor dimana konduktor langsung dipasang pada baut terminal posisi ujung harus sedemikian sehingga terminasi baik dan kuat.

Di lapangan banyak ditemukan bagian konduktor yang telanjang terlalu panjang kupasannya, baik sambungan terminasi baut, maupun pada sambungan puntiran kawat padat.

- 7) Cara terminasi dua beban pada satu terminal dapat dilakukan dengan cara sebagaimana diperlihatkan seperti gambar di bawah.

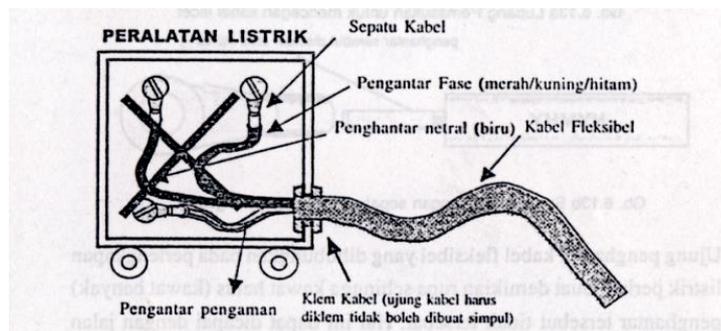


Gambar 31. Cara Menyambung untuk Dua Beban

b. Terminasi Konduktor Fleksibel dengan Perlengkapan Listrik

- 1) Semua terminasi konduktor fleksibel pada perlengkapan listrik seharusnya dilaksanakan dengan baik dan rapi serta harus tahan terhadap gaya tarik dan gesekan. Konduktor proteksi, pada terminasi ini harus demikian panjangnya sehingga apabila terminasi terlepas, maka konduktor proteksi tersebut akan putus paling akhir.
- 2) Konduktor proteksi dan netral yang diperlihatkan pada gambar di bawah kurang panjang. Hal ini berbahaya, karena bila hubungannya terlepas karena tarikan mekanis, konduktor proteksi dan netral akan putus lebih awal dari konduktor fase.

Gambar 32. Hubungan atau Terminasi Konduktor Fleksibel Pada Peralatan Listrik

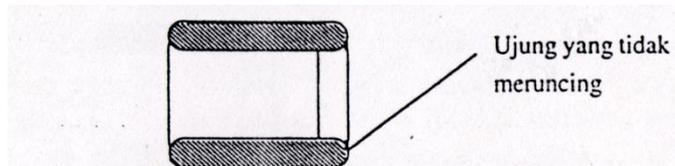


Panjang sambungan konduktor pada terminasi peralatan listrik banyak yang tidak seimbang panjangnya, sehingga bila ada tarikan mekanis, konduktor akan mudah putus. Sebaiknya konduktor pengaman lebih panjang, sehingga apabila terminasi terlepas konduktor pengaman akan putus paling akhir.

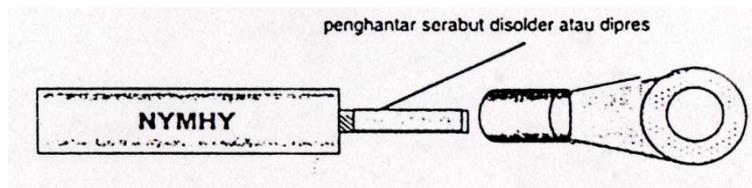


Gambar 33. Terminasi Konduktor Fleksibel pada Instalasi Seharusnya Tetap Melalui Tusuk Kontak

- 3) Kerusakan konduktor fleksibel akibat penekukan pada lubang pemasukan seharusnya dihindarkan, misalnya dengan menghaluskan tepi lubang pemasukan atau dengan menggunakan alat khusus perhatikan gambar. Membuat simpul dan mengikat mati konduktor fleksibel pada perlengkapan listrik tidak dibolehkan.



Gambar 34. Lubang Pemasukan untuk mencegah Konduktor Lecet



Gambar 35. Sambungan dengan Spatu Konduktor atau Selongsong

- 4) Ujung konduktor konduktor fleksibel yang dihubungkan pada perlengkapan listrik harus dibuat demikian rupa sehingga kawat halus (kawat banyak) konduktor tersebut tidak tersebar. Hal ini dapat dicapai dengan jalan menyolder, menggunakan selongsong, atau dengan menggunakan sepatu konduktor sesuai dengan 7.11.3.2, sepatu konduktor yang disolder tidak dibolehkan pada tempat hubungan, dimana terdapat getaran kerja (7.11.1.11).

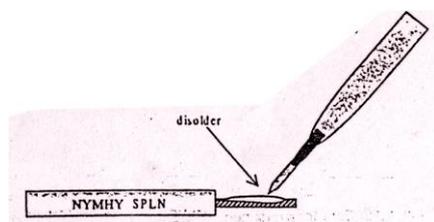
c. Persyaratan Sambungan Konduktor dan Konduktor Tanah

- 1) Pada konduktor dan konduktor tanah, penyambungan harus dilaksanakan dengan solder, dengan selongsong, disekrup atau dipres, atau dengan cara lain yang sekurang-kurangnya sederajat (7.11.2.1).

- 2) Semua konduktor harus dipasang demikian rupa sehingga pada setiap hubungan dan sambungan tidak terdapat tekanan atau tarikan yang tidak dikehendaki (7.11.2.6).
- 3) Penyambungan konduktor udara yang aluminium dengan konduktor tembaga ke rumah, harus menggunakan sambungan khusus(7.11.2.7).

d. Persyaratan Terminasi Konduktor pada Instalasi Tetap

- 1) Semua terminasi konduktor pada terminal harus baik secara mekanis dan listrik. Terminasi konduktor pada kotak hubung dan semacamnya dilaksanakan dengan cara menjepit konduktor, sehingga terminasi tersebut tidak akan mengendur atau menjadi terlalu panas pada keadaan kerja normal.
- 2) Terminasi konduktor kawat banyak (tujuh atau lebih) dilaksanakan sebagai berikut:
 - a) Dipres pada sepatu konduktor
 - b) Dijepit pada kotak hubung yang mempunyai alat yang dapat mencegah penyebaran kawat-kawat.
 - c) Kawat-kawat disatukan terlebih dahulu dengan cara mensolder bersama dan kemudian menjepitnya antara permukaan logam atau dengan sekrup penjepit (perhatikan gambar) .
 - d) Dimasukkan terlebih dahulu ke dalam selongsong kemudian dipres.
 - e) Cara lain yang sudah diijinkan.



Gambar 36.
Sebelum Menyambung Konduktor Kawat Banyak di Solder Terlebih Dahulu

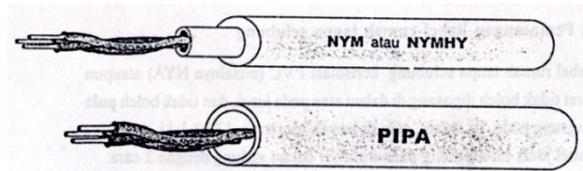
e. Cara Terminasi Konduktor Instalasi Tetap dengan Perlengkapan listrik

- 1) Perlengkapan listrik dapat disambungkan pada sirkit instalasi dengan salah satu cara tersebut di bawah ini, kecuali perlengkapan listrik tertentu yang memerlukan cara khusus (7.11.4.1):

a) Hubungan langsung

Konduktor yang dipasang dalam konduit biasa atau konduit fleksibel, atau konduktor berpelindung yang untuk selanjutnya tidak perlu dilindungi lagi dihubungkan dan dikokohkan dengan baik pada perlengkapan listrik yang bersangkutan.

Gambar 37. Cara Terminasi Dengan Konduktor Berselubung atau dengan Konduktor Tanpa Selubung dalam Konduit



b) Hubungan tidak langsung

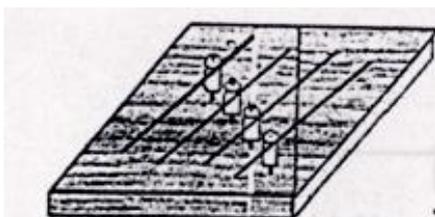
Pengawatan tetap dari instalasi berujung pada kotak kontak yang sesuai, atau pada kotak sambung atau alat sambung yang lain. Hubungan pengawatan selanjutnya ke perlengkapan listrik dilaksanakan dengan menggunakan konduktor fleksibel yang dihubungkan secara baik pada kedua ujungnya. Pengawatan permanen berujung juga pada elektroda bumi atau instalasi pembumi yang lain

Bahan Bacaan 2: Pemasangan Konduktor dalam Konduit

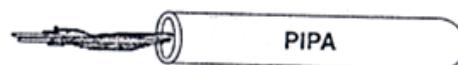
1. Pemasangan Konduktor dalam Bangunan

a. Pemasangan Konduktor Rumah Tanpa Selubung

- 1) Konduktor rumah tanpa selubung berisolasi PVC (misalnya NYA) ataupun karet tidak boleh dipasang di dalam atau pada kayu, dan tidak boleh pula langsung pada, di dalam, atau di bawah plesteran (7.12.1.1).
- 2) Konduktor jenis ini dipasang pada instalasi gedung dengan 2 cara:
 - a) Direntang pada isolator jepit atau isolator rol (perhatikan gambar di bawah) (7.12.1)



Gambar 38. Rentangan Konduktor dengan Isolator



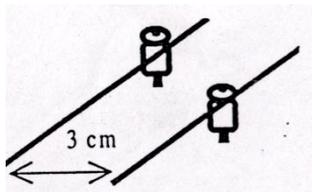
Gambar 39. Konduktor Dipasang dalam Konduit

b) Dipasang dalam konduit (perhatikan gambar di atas) (7.13)

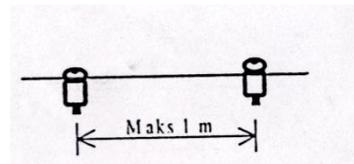
3) Isolator dan pemasangannya

a) Isolator seperti isolator rel, isolator lonceng, isolator jepit, dan lain-lainnya terbuat dari porselin atau dari bahan lain yang sekurang-kurangnya sederajat. Isolator mempunyai sudut lekuk yang licin dan tidak tajam dan memenuhi syarat mekanis, termis dan elektrik (7.8.2.1).

b) Isolator dipasang demikian rupa sehingga konduktor yang dipasang padanya tetap berada pada jarak yang ditetapkan antara konduktor yang satu dan yang lain, antara konduktor dan dinding, antara konduktor dan bagian konstruksi dan lain sebagainya (7.8.4.1).



Gambar 40. Jarak Konduktor Sejajar



Gambar 41.

Jarak Konduktor Sejajar Memanjang

4) Pemasangan pada Isolator Dilaksanakan dengan ketentuan sebagai berikut:

a) Jarak konduktor terhadap dinding atau bagian bangunan paling kurang 1 cm, demikian juga bila bersilang dengan konduktor atau bagian bangunan lain. Jarak antara konduktor yang dipasang sejajar sekurang-kurangnya 3 cm, kecuali untuk cabang dengan polaritas yang sama (perhatikan gambar). (7.12.1.2) ; (7.12.1.3).

b) Jarak titik tumpu maksimum 1 m, untuk konduktor berpenampang 1,5 mm² dan 2,5 mm². Jarak ini dapat diperbesar menjadi 6 cm, bila kabelnya berpenampang 4 mm² atau lebih (7.12.1.5).

c) Konduktor rumah NYA tidak boleh dipasang pada isolator dengan cara dibelitkan, kecuali pada ujung tarikan, dan pada setiap isolator tidak boleh dipasang lebih dari 2 kabel, kecuali untuk konduktor dengan polaritas yang sama yang tidak dapat diputuskan sendiri-sendiri (7.12.1.16).

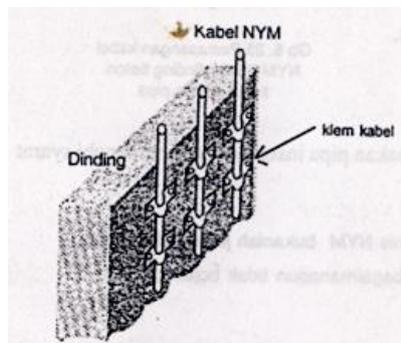
- d) Pemasangan konduktor pada isolator ini seharusnya tegang, lurus serta terlihat jelas, tetapi tidak oleh terjadi gaya mekanis yang berlebih sehingga mengubah sifat konduktor (perhatikan gambar di atas) (7.12.1.8).

Sering ditemukan pemasangan konduktor NYA pada isolator tidak regang dan jarak yang tidak sesuai standar, serta pada bagian tengah dengan cara dibelitkan. .

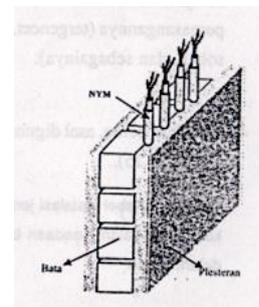
b. Pemasangan Konduktor Instalasi Berselubung

Konduktor instalasi berselubung yang tercantum dalam tabel 3 boleh dipasang (7.12.2.1):

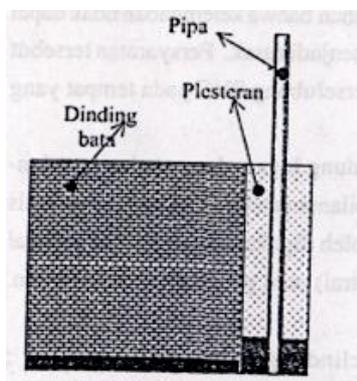
- a) Langsung pada, di dalam, atau di bawah plesteran dengan pertolongan penjepit (perhatikan gambar). Jarak antara klem-klem konduktor instalasi tersebut di atas secukupnya sehingga konduktor tersebut tidak terlihat melendut.



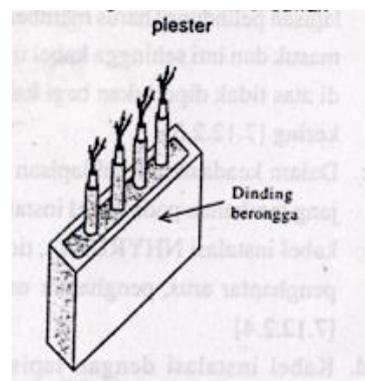
Gambar 42. Pemasangan Konduktor Langsung di klem Pada dinding



Gambar 43. Pemasangan Konduktor Langsung di dalam atau di Bawah Plester

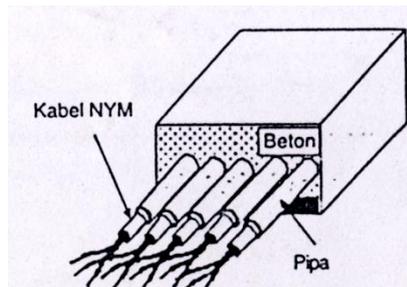


Gambar 44. Konduktor Dipasang di dalam Plester



Gambar 45. Konduktor Dipasang di dalam Dinding Berongga

- b) Dalam ruangan lembab
- c) Langsung pada bagian bangunan, konstruksi, rangka, dinding berongga dan sebagainya, asalkan lapisan pelindungnya tidak menjadi rusak karena cara pemasangannya (tergencet, sobek, dan sebagainya).

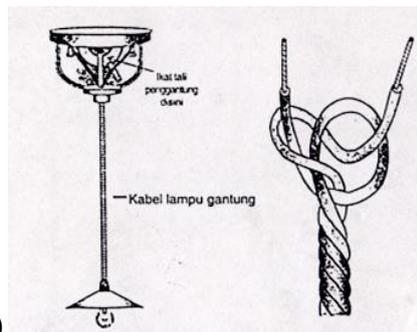


Gambar 46. Pemasangan Konduktor NYM dalam Dinding Beton Harus dalam Konduit

- d) Di dalam beton, asal digunakan konduit yang memenuhi syarat (lihat gambar)
- c. Pemasangan Konduktor Instalasi yang Fleksibel
Penggunaan konduktor instalasi yang fleksibel, sedapat mungkin dibatasi, hanya dalam hal penggunaan konduktor instalasi yang tidak fleksibel tidak dimungkinkan. (7.12.5.1).

Konduktor lampu gantung atau pendel (contoh NYPLYw), harus digantungkan demikian rupa sehingga inti konduktor tersebut bebas dari gaya tarik, dengan cara menggunakan tali konduktor yang dikokohkan pada roset langit-langit atau perlengkapan lainnya yang sejenis. (7.12.5.4)

Dilapangan sering terjadi kesalahan penyambungan fitting lampu, yaitu konduktor fase disambungkan ke ulir fitting lampu. Hal ini apabila terjadi penggantian lampu walaupun saklar sudah dimatikan maka kemungkinan tersentrum listrik sangat besar.



**Gambar 47. a)Pemasangan Lampu
b) Bila Menggunakan Konduktor
Snur Harus Diikat**

a) b)

d. Pemasangan Konduktor Fleksibel

1) Konduktor untuk perlengkapan listrik tersebut di bawah ini sepatutnya dari jenis konduktor fleksibel (7.12.6.1).

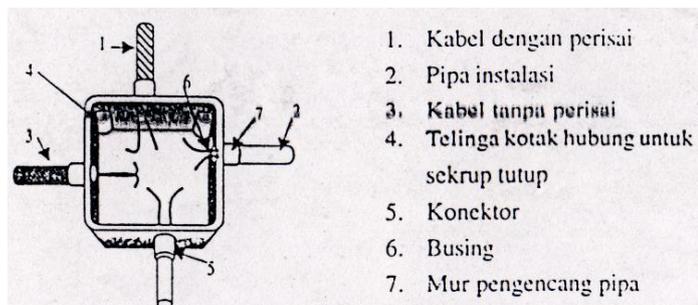
a) Perlengkapan listrik yang untuk maksud tertentu, misalnya untuk pemeliharaan dan penghubungan, harus dapat dipindah-pindahkan seperti: setrika, pompa air, TV, alat pemanas ruangan, alat pemanas air, Air Conditioner, mesin cuci dan lemari es.

b) Perlengkapan yang karena pemakaiannya, misalnya karena getaran, berpindah-pindah tempat secara terbatas.

c) Perlengkapan yang tetap letaknya, tetapi terminalnya bukan untuk instalasi tetap atau tidak dapat dimasuki konduktor instalasi tetap.

Pelaksanaan hubungan konduktor fleksibel, dengan perlengkapan listrik harus sesuai dengan ketentuan.

2) Bilamana timbul kemungkinan adanya suatu beban tarik pada konduktor fleksibel, maka tidak boleh digunakan klem sekrup terminal sebagai satu-satunya yang bekerja sebagai alat pengurang beban tarik. Untuk itu digunakan klem kabel, atau alat pengurang beban tarik lainnya, misalnya tali atau jepitan karet. (7.12.6.3)



1. Kabel dengan perisai
2. Pipa instalasi
3. Kabel tanpa perisai
4. Telinga kotak hubung untuk sekrup tutup
5. Konektor
6. Busing
7. Mur pengencang pipa

Gambar 48. Kotak Sambung Dipasang Sedemikian Rupa Sehingga Pemasangan Konduit atau Konduktor Tegak Lurus atau Mendatar

2. Pemasangan Konduktor dalam Konduit

a. Ketentuan Umum

- 1) Hanya konduktor rumah yang tidak rusak boleh dipasang di dalam konduit. (7.13.1.1)
- 2) Di dalam konduit tidak boleh ada sambungan konduktor, penyambungan konduktor ini dilaksanakan dalam kotak sambung atau kotak cabang yang diperuntukkan bagi maksud itu. (7.12.1.2)
- 3) Konduktor rumah berisolasi tanpa selubung (misalnya NYA) dipasang dalam konduit, jika tidak dipasang dan direntangkan pada isolator. (7.13.1.3)

b. Ketentuan Konduit Instalasi dan Pemasangannya

- 1) Konduit dan lengkapannya dipilih yang memenuhi ketentuan dan persyaratan yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang. Seperti halnya kabel, konduit yang bertanda SNI IEC atau SPLN cukup memenuhi persyaratan ini. (7.8.3.1)
- 2) Konduit dan lengkapannya terbuat dari bahan yang tahan terhadap tekanan mekanis, tahan terhadap panas, tidak menyalakan nyala api, dan tahan kelembaban, misalnya baja, PVC atau bahan lain yang sederajat. (7.8.3.2)
- 3) Permukaan bagian dalam dan luar konduit dan lengkapannya haruslah licin dan rata, tidak boleh terdapat lubang atau tonjolan yang tajam atau cacat lainnya yang sejenis. (7.8.3.3.2)
- 4) Bagian dalam maupun luar konduit tersebut harus dilindungi secara baik terhadap karat. (7.8.3.3.2)
- 5) Konduit yang terbuat dari logam dan terbuka yang terdapat dalam jarak jangkauan tangan dibumikan dengan baik. (7.8.5.3)
- 6) Konduit dipasang tegak lurus atau mendatar. Pemasangan kotak sambung diperlihatkan seperti gambar. (7.8.5.4)

c. Ketentuan Pemasangan Konduktor Dalam Konduit

- 1) Konduktor rumah dan konduktor instalasi hanya boleh dimasukkan ditarik ke dalam konduit setelah konduit setiap sirkit daya terpasang lengkap. (7.13.14)

- 2) Konduktor rumah dan konduktor instalasi tidak boleh dipasang dalam conduit sebelum pekerjaan kasar, antara lain pembetonan dan plesteran diselesaikan. (7.13.1.5)

Tabel 6. Diameter dalam Minimum Conduit Listrik Untuk Pemasangan Konduktor Rumah Berisolasi PVC (NYA)

No	Jumlah konduktor rumah PVC (NYA)		1	2	3	4	5	6
	Luas penampang nominal (mm ²)	Diameter luar maksimum (mm)	Diameter dalam minimum dari conduit (mm)					
1.	1,5	3,3	7	9	9	11	13	13
2.	2,5	2,9	7	10	11	13	14	16
3.	4	4,4	7	11	13	14	16	17
4.	6	2,4	9	14	16	17	20	21
5.	10	6,8	10	17	19	22	24	27
6.	16	8	13	20	22	26	29	34
7.	25	9,8	14	24	27	34	35	38
8.	35	11	16	27	34	35	40	44
9.	50	13	19	34	36	44	46	56
10	70	15	22	36	34	48	56	-
11	95	17	24	44	48	56	-	-
12	120	19	27	48	56	-	-	-
13	150	21	34	56	-	-	-	-

- 3) Jumlah konduktor rumah berisolasi PVC (NYA) yang dipasang dalam conduit, harus memungkinkan penarikan dengan mudah. Jumlah konduktor rumah tersebut, tidak boleh melebihi apa yang tercantum dalam tabel di atas. (7.13.1.6)

Kenyataan di lapangan, jumlah konduktor yang diisikan dalam conduit, melebihi dari ketentuan yang ada. Hal ini tentu mengakibatkan konduktor akan semakin panas karena banyaknya jumlah konduktor dalam sebuah conduit.

- 4) Ukuran macam konduktor rumah tersebut yang mempunyai diameter luar lebih besar dari apa yang terdapat dalam tabel, jumlahnya harus dikurangi sehingga penarikan yang dimaksud di atas dapat dilakukan dengan mudah, dengan memperhatikan factor pengisian maksimum di bawah ini. (7.13.1.7)

Tabel 7. Faktor pengisian maksimum

Jumlah konduktor dalam conduit	Faktor pengisian (%)
1	50
2	40
3 atau lebih	35

$$\text{Faktor pengisian} = \frac{\text{Jumlah luas penampang seluruh konduktor}}{\text{Jumlah luas penampang seluruh konduktor}} \times 100 \%$$

d. Jalur Konduktor

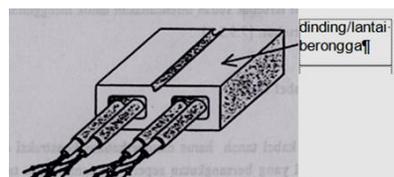
1) Pengertian

Jalur konduktor adalah sarana untuk memegang dan atau menopang kawat, konduktor atau rel yang direncanakan untuk digunakan hanya untuk keperluan tersebut. Jalur konduktor dapat terbuat dari logam atau dari bahan isolasi/bukan logam, yang diijinkan untuk digunakan oleh instansi yang berwenang. (7.9.1.1) ; (7.9.1.2)

2) Jenis dan Penggunaan

- a) Jalur konduktor permukaan dari logam dan bukan logam dimaksudkan untuk dipasang di tempat yang kering. (7.9.3.1)
- b) Jalur konduktor bawah lantai dipasang di bawah permukaan lantai beton atau lantai dari bahan lain, misalnya dalam kantor dimana sisi atas jalur konduktor dipasang rata dengan lantai beton dan ditutup dengan linoleum atau tutup lantai lain yang sejenis. (7.9.3.2)
- c) Jalur konduktor kerangka adalah kerangka dari baja yang digunakan untuk pemasangan kawat dan konduktor listrik di dalamnya. Jalur konduktor ini hanya dipakai pada rumah tinggal. (7.9.3.4)

Gambar 49. Jalur Pengantar Berbentuk Cell dapat sebagai Dinding atau Lantai



3. Pemasangan Konduktor Tanah

a. Umum

- 1) Pemasangan konduktor tanah harus dilakukan dengan cara demikian rupa sehingga konduktor itu cukup terlindung terhadap kerusakan mekanis dan kimiawi yang mungkin timbul di tempat konduktor tanah dipasang. Perlindungan mekanis dianggap mencukupi bila konduktor tanah dipasang dengan ketentuan:
 - a) Minimal 0,8 m di bawah permukaan tanah pada jalan yang dilewati kendaraan. (7.15.1.2)

- b) Minimal 0,6 m di bawah permukaan tanah yang tidak dilewati kendaraan.
(7.15.1.2)
- 2) Konduktor tanah diletakkan di dalam pasir atau tanah halus bebas dari batubatuan, di atas galian tanah yang stabil, kuat, rata, dengan ketentuan tebal lapisan pasir atau tanah halus tersebut tidak kurang dari 5 cm di sekeliling konduktor tanah tersebut. (7.15.1.4)
- 3) Pada umumnya konduktor tanah untuk voltase yang lebih tinggi dipasang di bawah konduktor tanah untuk voltase yang lebih rendah, konduktor tanah listrik arus kuat di bawah konduktor tanah telekomunikasi. (7.15.1.5)

Catatan:

Sebagai tambahan perlindungan, maka di atas urugan pasir dapat dipasang beton, batu, atau bata pelindung.

b. Pendekatan dengan Konduktor Tanah Instalasi Telekomunikasi

- 1) Pada tempat persilangan dengan konduktor tanah telekomunikasi, konduktor tanah arus kuat dilindungi pada bagian atasnya dengan konduit belah, plat atau konduit dari bahan bangunan yang tidak dapat terbakar. Konduktor tanah voltase menengah ataupun voltase rendah harus dipasang di bawah konduktor tanah telekomunikasi. (7.15.2.1)
- 2) Jika konduktor tanah arus kuat menyilang di atas konduktor tanah telekomunikasi dengan jarak lebih kecil dari 0,3 m untuk konduktor tanah voltase rendah dan 0,5 m untuk konduktor tanah voltase menengah, maka perlu tambahan perlindungan pada sisi konduktor tanah arus kuat yang menghadap konduktor telekomunikasi dengan memasang plat atau konduit dari bahan bangunan yang tidak dapat terbakar. Perlindungan ini harus menjorok keluar paling sedikit 0,5 m dari kedua sisi persilangan itu. (7.15.2.2)

c. Pendekatan dengan Instalasi Listrik di atas Tanah

- 1) Jarak konduktor tanah arus kuat dipertahankan sekurang-kurangnya 0,3 m, diukur secara proyeksi mendatar dari bagian konstruksi konduktor listrik di atas tanah. (7.15.5.1)

- 2) Bila jarak tersebut di atas antara 0,3 m dan 0,8 m, konduktor tanah itu dilindungi dengan konduit dari baja atau bahan yang kuat, tahan lama, dan tahan api, atau dengan perlindungan yang sekurang-kurangnya sederajat. Perlindungan ini harus menjorok sekurang-kurangnya 0,5 m dari kedua ujung tempat yang jaraknya kurang dari 0,8 m. (7.15.5.2)

d. Konduktor Tanah yang Keluar dari Tanah

Konduktor tanah yang dipasang keluar dari tanah pada tempat di luar bangunan dipasang di dalam konduit atau selubung dari baja atau dari bahan yang lain yang cukup kuat sampai di luar jangkauan tangan, kecuali jika telah terdapat perlindungan lain yang sekurang-kurangnya sederajat. (7.15.6)

4. Pemasangan Konduktor Udara di Sekitar Bangunan

a. Ketentuan Umum

- 1) Pemasangan konduktor udara arus kuat di luar bangunan dilaksanakan demikian rupa sehingga konduktor udara tersebut, baik langsung maupun oleh sebab lain tidak menyebabkan timbulnya pengaruh yang membahayakan, merusak atau mengganggu konduktor listrik lain dalam keadaan bekerja normal. (7.16.1.1.)
- 2) Apabila saluran udara voltase rendah (SUTR) dipasang bersilang ataupun sejajar dengan saluran telekomunikasi, saluran telekomunikasi ini berada di bawahnya dengan jarak seperti tersebut pada tabel 23. (7.16.2.3).

b. Jarak Aman

- 1) Jarak minimum antara 2 konduktor udara telanjang adalah. (7.16.3.1):
 - a) 15 cm untuk jarak tumpu kurang 6 m.
 - b) 20 cm untuk jarak tumpu antara 6-10 m.
 - c) 25 cm untuk jarak tumpu lebih dari 10 m.Jarak minimum antara konduktor udara telanjang diukur dari titik lendutan terendah terhadap tanah adalah 5 m.
- 2) Jarak antara konduktor udara dan tanah diukur dari titik terendah lendutan konduktor udara sekurang-kurangnya seperti tercantum dalam tabel. (7.16.3.2)

- 3) Jarak minimum antara konduktor udara dan konduktor telekomunikasi tercantum dalam tabel (7.16.3.5)

Tabel 8. Jarak minimum antara konduktor udara dan tanah diukur dari titik Lendutan terendah terhadap tanah

No	Lokasi pemasangan	Jarak minimum terhadap tanah (m)
1	2	3
1.	Bukan jalan umum	4
2.	Halaman rumah	3

Tabel 9. Jarak minimum antara dua titik Tumpu konduktor udara

No	Cara pemasangan	Jarak maksimum (m)
1	2	3
1.	Antara tiang jaringan umum dan atau titi tumpu konduktor pada bangunan.	30
2.	Antar tiang jaringan bangunan alain (maksimum 5 bangunan)	30

Tabel 10. Jarak minimum antara konduktor udara dan jaringan telekomunikasi

No	Macam konduktor	Berjajar	Bersilangan
1	2	3	4
1.	Konduktor udara	1 m	1 m
2.	telanjang	1 m	0,3 m
3.	Konduktor udara		
4.	berisolasi		

c. Perencanaan Konduktor Telanjang di Atas Bangunan

- 1) Penanaman konduktor luar voltase rendah yang dipasang di atas atap, aman dan mudah dipelihara, walaupun konduktor itu masih bervoltase. (7.16.4.1)
- 2) Tinggi konduktor sekurang-kurangnya 2,5 m (di luar jangkauan tangan) dari balkon, bordes, lorong, panggung dan tempat lain yang menjulang tinggi, yang pada keadaan biasa didatangi atau dilewati orang, kecuali jika dilengkapi dengan pelindung, sehingga dapat dipastikan bahwa dari tempat tersebut tidak dapat terjadi penjamahan konduktor. (7.16.4.3)

Untuk konduktor sambungan rumah sederhana diperkenankan menyimpang dari ketentuan dalam, apabila pelaksanaan ketentuan di atas menimbulkan keberatan

yang berarti (teknis dan ekonomis), penyimpangan tersebut diatur oleh instansi yang berwenang. (7.16.4.5).

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 Kesalahan Sistematis Prosedur Pemasangan Instalasi Penerangan? 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 diunjukkan oleh peserta diklat bahwa dia telah mencapai kompetensi 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 Pemilihan dan Pemasangan Konduktor

Peserta diklat diminta membaca dan mengamati bahan bacaan 1. Apa yang ditemukan peserta diklat setelah mengamati Pemilihan dan Pemasangan Konduktor tersebut diskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah tabel LK-31 dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Jelaskan jenis dan persyaratan konduktor yang digunakan pada instalasi rumah tinggal!
2. Jelaskan bentuk sambungan antar konduktor pada instalasi rumah tinggal!

3. Jelaskan bagaimana sambungan konduktor pada terminasi peralatan listrik yang baik!

Aktifitas 2: Memahami Pemasangan Konduktor dalam Konduit

Bacalah dan amati Pemasangan Konduktor dalam Konduit pada bahan bacaan 2, diskusikan dengan kelompok. Selanjutnya isilah Tabel LK-32 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan persyaratan pemasangan konduktor pada isolator!
2. Jelaskan persyaratan penyambungan konduktor pada fitting lampu!
3. Jelaskan persyaratan pemasangan konduktor dalam konduit!
4. Jelaskan persyaratan pemasangan konduktor dalam tanah!

LEMBARAN KERJA KB-3

LK-30

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi pembelajaran Kesalahan Sistematis Prosedur Pemasangan Instalasi Penerangan? 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 jenis dan persyaratan konduktor yang digunakan pada instalasi rumah tinggal!

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

2. Jelaskan bentuk sambungan antar konduktor pada instalasi rumah tinggal!

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

3. Jelaskan bagaimana sambunga konduktor pada terminasi peralatan listrik yang baik!

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

LK-32

1. Jelaskan persyaratan pemasangan konduktor pada isolator!

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

2. Jelaskan persyaratan penyambungan konduktor pada fitting lampu!

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

3. Jelaskan persyaratan pemasangan konduktor dalam conduit!

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

4. Jelaskan persyaratan pemasangan konduktor dalam tanah!

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

E. LATIHAN

1. Jelaskan standarisasi warna konduktor fase netral, dan ground pada instalasi 1 fase dan 3 fase!
2. Jelaskan ciri-ciri puntiran kawat padat yang baik dan memenuhi syarat aman!
3. Jelaskan ciri-ciri terminasi yang benar untuk menyambung kedudukan utama instalasi magun perlengkapan listrik!
4. Jelaskan ciri-ciri pemasangan konduktor fleksibel pada peralatan listrik!
5. Jelaskan ciri-ciri pemasangan konduktor yang benar pada isolator!

F. RANGKUMAN

1. Berdasarkan ketentuan PUIL 2011 persyaratan umum pemasangan konduktor voltase rendah dalam gedung dan bangunan agar persyaratan keamanan dan keselamatan manusia dan harta dapat dipenuhi. Pemasangan konduktor perlu memperhatikan daerah penggunaan. Pemasangan, penyambungan dan terminasi konduktor pada peralatan instalasi maupun peralatan pemanfaat, perlu memperhatikan tanda pengenal inti atau fase, rel dan terminal sesuai dengan ketentuan standar yang telah ditetapkan demi tercapainya keselamatan kerja listrik.
2. Di dalam bangunan konduktor netral berwarna biru dan konduktor pembumi berwarna loreng hijau-kuning, termasuk pula semua konduktor cabang yang dihubungkan padanya harus dapat dikenal secara jelas dan seragam pada seluruh panjangnya sesuai ketentuan.
3. Pemilihan konduktor cenderung dengan kualitas rendah karena murah, bahkan ada yang menggunakan konduktor tanpa merk tanpa SNI.
4. Di lapangan banyak ditemukan pemakaian konduktor NYM untuk konduktor tanah dan konduktor udara.
5. Kesalahan yang terjadi dilapangan adalah penggunaan warna konduktor yang tidak standar. Konduktor berwarna hitam dianggap sebagai hantaran netral disamping itu kabel pengaman (pembumi) dipakai warna biru, kekeliruan ini mengakibatkan apabila terjadi kerusakan pada instalasi maka perbaikannya akan menyulitkan.

6. Di lapangan banyak ditemukan pemakaian konduktor netral dan konduktor pengaman (pembumi) dipakai untuk beberapa sirkit, hal ini menyalahi persyaratan PUIL. Alasan yang dikemukakan, untuk menghemat biaya.
7. Pada pemasangan konduktor berinti banyak, boleh dipasang lebih dari satu sirkit daya dalam satu konduit, berikut sirkit bantunya. Pada pemasangan ini, konduktor netral dari suatu sirkit tidak boleh digunakan sebagai konduktor netral sirkit yang lain.
8. Kesalahan yang terjadi dilapangan adalah penggunaan warna konduktor yang tidak standar. Konduktor berwarna hitam dianggap sebagai hantaran netral disamping itu kabel pengaman (pembumi) dipakai warna biru, kekeliruan ini mengakibatkan apabila terjadi kerusakan pada instalasi maka perbaikannya akan menyulitkan.
9. Dilapangan banyak ditemukan pemakaian konduktor netral dipakai untuk beberapa sirkit. Alasan yang dikemukakan, untuk menghemat biaya.
10. Dilapangan banyak ditemukan sambungan puntiran kawat padat (ekor babi) yang ada dalam kotak sambungan, tidak kuat puntirannya, terlalu panjang puntirannya, bahkan arah puntirannya tidak searah jarum jam. Hal ini akan terkendala bila digunakan lasdop untuk menutup sambungan yang terbuka tersebut.
11. Terminasi kawat yang salah arah sangat banyak ditemukan di lapangan, sehingga bila dikunci murnya, konduktor tidak semakin kuat, malah terjadi sebaliknya.
12. Panjang sambungan konduktor pada terminasi peralatan listrik banyak yang tidak seimbang panjangnya, sehingga bila ada tarikan mekanis, konduktor akan mudah putus. Sebaiknya konduktor pengaman lebih panjang, sehingga apabila terminasi terlepas konduktor pengaman akan putus paling akhir
13. Sering ditemukan pemasangan konduktor NYA pada isolator tidak regang dan jarak yang tidak sesuai standar, serta pada bagian tengah dengan cara dibelitkan

14. Dilaporkan sering terjadi kesalahan penyambungan fitting lampu, yaitu konduktor fase disambungkan ke ulir fitting lampu. Hal ini apabila terjadi penggantian lampu walaupun saklar sudah dimatikan maka kemungkinan tersentrum listrik sangat besar.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

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

1. Pemasangan konduktor voltase rendah
2. pemasangan sambungan dan terminal konduktor
3. pemasangan konduktor dalam bangunan
4. pemasangan konduktor dalam conduit
5. pemasangan konduktor tanah
6. pemasangan konduktor udara

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

PERSYARATAN, SPESIFIKASI KOMPONEN DAN ALAT INSTALASI TENAGA LISTRIK STANDAR PUIL/SNI

A. TUJUAN

Setelah mempelajari materi Kegiatan Pembelajaran 4 diharapkan guru/peserta diklat: 1) mengetahui dan menerapkan persyaratan pemasangan komponen dan alat instalasi tenaga listrik berdasarkan standar PUIL 2011/SNI. 0255; 2) Memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi tenaga listrik. Dengan demikian, guru/peserta diklat dapat melaksanakan persyaratan pemasangan instalasi tenaga 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 menjelaskan yaitu:

1. Syarat instalasi tenaga;
2. Komponen instalasi tenaga;
3. Rangkaian motor;
4. Proteksi dan kendali;
5. Sarana pemutus;
6. Sentuh langsung;
7. Penumbumian;
8. Generator;
9. Transformator.

C. URAIAN MATERI

Bahan Bacaan 1: Komponen Instalasi Tenaga

Pengertian Instalasi listrik Tenaga adalah pemasangan komponen-komponen peralatan listrik untuk melayani perubahan energi listrik menjadi tenaga mekanis dan kimia. Secara umum instalasi listrik tenaga membahas motor AC-DC, generator, dan transformator.

1. Syarat-syarat Instalasi Tenaga

a. Syarat ekonomis

Instalasi listrik tenaga harus dibuat sedemikian rupa sehingga harga dari keseluruhan instalasi itu, ongkos pemasangan, dan ongkos pemeliharannya semurah mungkin. Rugi-rugi daya listrik yang hilang harus sekecil mungkin. Rugi voltase maksimal 5 % dari voltase sumber.

b. Syarat Keamanan

Instalasi listrik tenaga harus dibuat sedemikian rupa sehingga kemungkinan timbul kecelakaan sangat kecil. Aman dalam hal ini berarti tidak membahayakan keselamatan jiwa manusia, terjaminnya peralatan dan benda-benda di sekitarnya dari kerusakan akibat adanya gangguan seperti: gangguan hubungan singkat, gangguan beban lebih, gangguan voltase lebih, dan sebagainya.

c. Syarat Keandalan

Kelangsungan pemberian/pengaliran arus Listrik kepada beban/konsumen pemakai listrik harus terjamin secara baik.

Jadi instalasi listrik tenaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kemungkinan terhentinya aliran listrik adalah sangat kecil.

d. Klasifikasi Keandalan Beban

- 1) Beban yang memerlukan keandalan sangat tinggi, karena terhentinya aliran listrik mungkin dapat menyebabkan kematian atau kecelakaan.
- 2) Beban yang memerlukan keandalan tinggi, jika aliran listrik berhenti tidak menyebabkan kematian manusia, tetapi menyebabkan kerusakan pada beban atau menyebabkan kerugian yang sangat besar
- 3) Beban dengan keandalan biasa, apabila aliran listrik terhenti tidak begitu membahayakan dan merugikan.
- 4) Mutu terjamin, dalam hal ini konsumen mendapat aliran listrik sesuai dengan ukuran normal dari beban.
- 5) Mudah diperluas, bahwa instalasi listrik harus direncanakan pula perluasan beban agar tidak begitu sukar jika diperlukan.

Motor listrik berfungsi sebagai alat yang merubah energy listrik menjadi energy mekanis untuk menggerakkan mesin-mesin pemakai listrik. Motor listrik agar

berjalan dengan baik dan aman, maka motor-motor listrik harus dipilih sedemikian rupa sehingga cocok dan sesuai dengan keadaan bebannya atau mesinnya.

2. Persyaratan Umum Pemasangan Motor Listrik

Berdasarkan PUIL 2011 (510.5.1.1) setiap plat nama motor harus terdapat keterangan atau tanda mengenai hal berikut:

- a. nama pembuat
- b. voltase pengenal
- c. arus beban pengenal
- d. daya pengenal
- e. frekuensi pengenal dan jumlah fase untuk motor arus bolak balik
- f. putaran permenit pengenal
- g. suhu lingkungan pengenal dan kenaikan suhu
- h. kelas isolasi
- i. voltase kerja dan arus beban penuh sekunder untuk motor induksi rotor lilit
- j. jenis lilitan; shunt, kompon, atau seri untuk motor a.s
- k. daur kerja.

Setiap motor dan lengkapannya yang hendak dipasang harus dalam keadaan baik serta didesain dengan tepat untuk maksud penggunaannya dan sesuai dengan keadaan lingkungan tempat motor dan lengkapan tersebut akan digunakan (510.5.1.2). Sebagai contoh pada tempat yang berdebu, maka motor dan lengkapannya harus terlindungi agar debu tidak mudah masuk motor maupun lengkapannya. Penempatan motor juga harus memperhatikan pertukaran udara, agar motor dan lengkapannya cukup terjamin pendinginannya. Selanjutnya bila motor harus tahan tetes, tahan percikan air, tahan hujan, kedap air, atau memiliki kualitas lain hendaklah dipasang sesuai dengan keadaan lingkungan tempat motor (510.5.1.3).

Motor terbuka yang mempunyai komutator atau cincin pengumpul, harus ditempatkan atau dilindungi sedemikian sehingga bunga api tidak dapat mencapai bahan yang mudah terbakar di sekitarnya.(510.5.1.4).

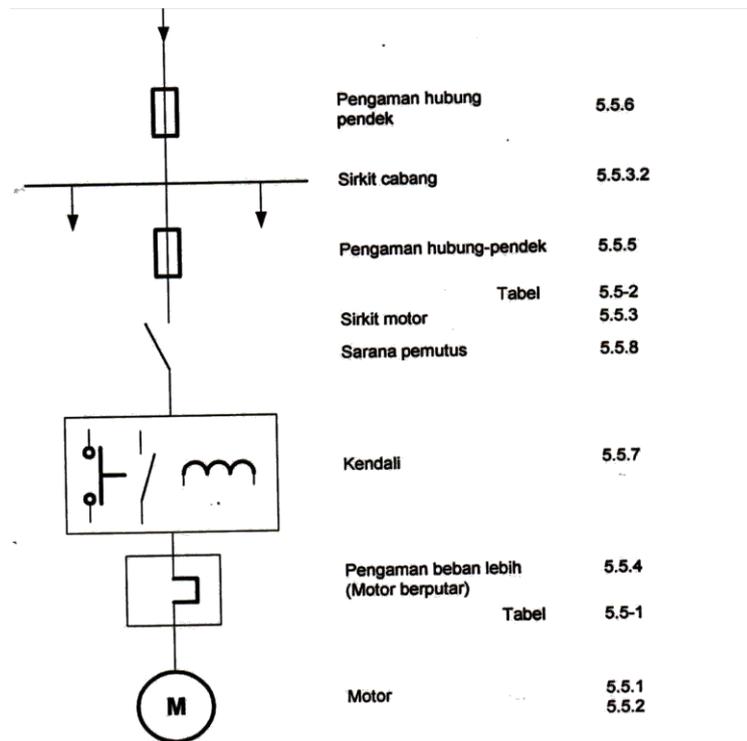
3. Pengendalian Motor

Setiap motor listrik yang digunakan hendaklah dipasang sedemikian beserta lengkapannya dengan baik. Puil 2011 menjelaskan motor harus dipasang sedemikian sehingga dapat dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman (510.5.1.6.1). Penempatan pemasangan motor diusahakan agar mudah terlihat dan dibaca plat nama motor. Lengkapan pengatur dan perlengkapan kendali harus dapat dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman (510.5.1.6.3).

4. Rangkaian Motor

Motor listrik sangat berbeda dengan piranti listrik lainnya, dimana pada saat dioperasikan memerlukan tenaga yang lebih besar dari pada saat telah beroperasi. Sebagaimana disyaratkan oleh PUIL 2011, konduktor sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125 % arus pengenal beban penuh. Disamping itu, untuk jarak jauh perlu digunakan konduktor yang cukup ukurannya hingga tidak terjadi drop voltase yang berlebihan. Konduktor akhir untuk motor dengan berbagai daur kerja dapat menyimpang dari persyaratan di atas asalkan jenis dan penampang konduktor serta pemasangannya disesuaikan dengan daur kerja tersebut 510.5.3.1).

Konduktor sirkit akhir yang mensuplai dua motor atau lebih, tidak boleh mempunyai KHA kurang dari jumlah arus beban penuh semua motor itu ditambah 25 % dari arus beban penuh motor yang terbesar dalam kelompok tersebut. Yang dianggap motor terbesar ialah yang mempunyai arus beban penuh tertinggi (510.5.3.2).

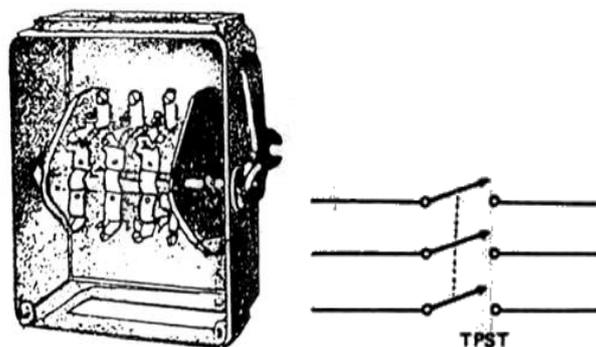


Gambar 50. Motor Sirkuit dan Kendali

5. Komponen Instalasi Tenaga

a. Saklar TPST (Three Pole Single Throw Switch)

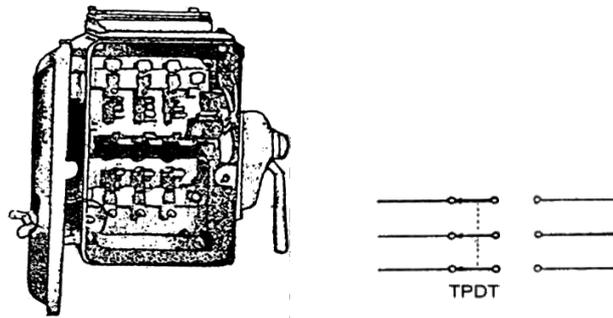
Saklar TPST adalah sakelar dengan satu arah pelayanan. Digunakan untuk melayani motor 3 fase atau sistem 3 fase lainnya.



b. Saklar TPDT (Three Pole Double Throw Switch)

Saklar TPDT adalah sakelar 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.



6. Kontaktor

Kontaktor pada dasarnya merupakan sebuah saklar atau kontak — kontak yang memiliki beberapa jumlah dalam satu bentuk fisik, bering juga disebut dengan saklar elektromagnetik. Kontaktor yang terdiri dari *Coil*, kontak utama dan kontak bantu, memiliki cara kerja, apabila ada arus/voltase yang mengalir *Coil*, maka *Coil* tersebut akan menghasilkan magnet pada yang dililitinya, dan akan menarik kontak-kontak yang terhubung dengannya, sehingga kontak-kontak tersebut akan bekerja secara sempurna.

Desain rangkaian pengendali dasar atau kontrol sistem konvensional selalu menggunakan komponen antara lain adalah Kontaktor, *Timer*, *Overload*, MCB dan lain-lain. Sedangkan komponen yang paling utama digunakan dalam rangkaian kontrol atau pengendali konvensional adalah yang dinamakan Kontaktor.

a. Pengertian Kontaktor

Kontaktor disebut juga saklar elektromagnetik yaitu; Saklar atau kontak yang sistem operasinya dengan cara kerja medan elektromagnetik yang dibangkitkan oleh kumparan magnet buatan dan merupakan suatu alat yang aman untuk penyambungan dan pemutusan secara terus menerus.

Kontaktor memiliki beberapa merek dan tipe yang dapat disesuaikan dengan fungsi beserta kegunaannya. Adapun beberapa merek yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

No	Pembuat	Kode	Kapasitas
1	TELEMECANIQUE	DN 10, DN 01	disesuaikan
2	MITSUBISHI	SK 10, SK 21	disesuaikan
3	SCHNEIDER	Lc1D0, LC1D1	disesuaikan
4	OMRON	G3J, G3P	disesuaikan
5	SIEMENS	3RH, 3TH	disesuaikan
6	GE	CR	disesuaikan

b. Bagian-bagian Kontaktor

Pada umumnya kontaktor memiliki beberapa bagian, yaitu :

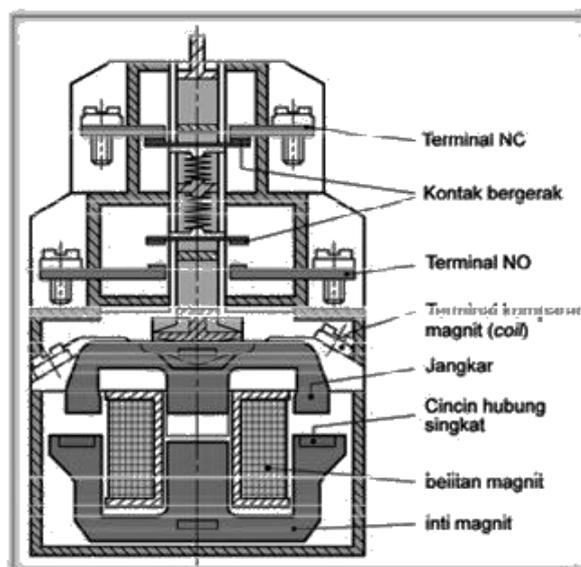
1) *Coil*

Merupakan komponen utama dalam kontaktor, berfungsi sebagai penggerak kontak-kontak yang ada. *Coil* ini berupa besi yang terlilit oleh kumparan dari tembaga dan bekerja seperti sistem pada elektromagnetik, dimana apabila kumparan tersebut dialiri arus, maka besi carrent akan menghasilkan magnet, sehingga dapat menarik kontak-kontak tersebut.

2) Kontak Utama (*Main Contact*)

Merupakan kontak-kontak yang ada pada kontaktor yang memiliki bentuk lebih besar dari kontak-kontak lainnya. Umumnya kontak utama ini digunakannya untuk penghubungan langsung ke beban yang digunakannya. Kontak-kontak utama menjadi satu tempat dengan *Coil*nya.

Gambar bagian – bagian kontaktor



Gambar 51 Bagian-bagian Kontaktor

- 3) Kontak Bantu (*Auxiliary Contact*)
Merupakan kontak — kontak tambahan yang telah disediakan oleh kontaktor tersebut. Umumnya kontak — kontak bantu ini juga dapat ditambah sendiri oleh pemakainya, apabila dirasa jumlah kontak — kontaknya kurang.

c. Fungsi Kontaktor

Adapun beberapa fungsi kontaktor digunakan untuk mengerjakan atau mengoperasikan dengan seperangkat alat kontrol beban, seperti

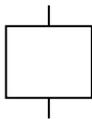
- 1) Pencahayaan
- 2) Pemanas
- 3) Pengontrolan Motor-motor Listrik
- 4) Proteksi Motor-motor Listrik

Sedangkan pada proteksi motor-motor listrik beban lebih dilakukan secara terpisah. Kontaktor akan bekerja dengan normal bila diberikan voltase 85 % sampai 110 % dari voltase permukaannya. Sedangkan bila lebih kecil dari 85 % kontaktor akan bergetar atau bunyi. Jika lebih besar dari 110 % kontaktor akan panas dan terbakar.

d. Simbol dan Nama Pada Kontaktor

Beberapa simbol-simbol dan nama-nama yang ada dalam kontaktor yang harus diketahui sebelum menggunakannya, yaitu

Coil



Simbol sebuah *Coil* yang merupakan komponen utama dalam kontaktor, berfungsi sebagai penggerak kontak-kontak yang ada

Kontak-kontak



Sebuah kontak pada kondisi *normally open* dan disingkat dengan istilah NO



Sebuah kontak-kontak pada kondisi *Normally Close* dan disingkat dengan istilah NC

Sebuah kontaktor terdiri dari 1 buah *Coil* dan beberapa kontak yang bersifat *Normally open* (NO) dan beberapa kontak yang bersifat *Normally Close* (NC), tergantung dari tipe kontaktor yang dipakainya.

7. Penandaan Nomor Kontak

Penandaan nomor pada kontak untuk kontaktor menurut International Electrical Commission (IEC) adalah

Coil

A1 dan A2 Hubungan konduktor untuk sumber voltase pada Kontaktor. Dimana A1 merupakan terminal masukan dari sumber voltase, sedangkan A2 merupakan terminal keluaran yang menuju ke nol/netral.

Kontak Utama

1, 3, 5 Merupakan terminal kontak *Normally open* (NO) untuk masukan dari sumber voltase yang digunakan pada rangkaian beban (utama)

Kontak Utama

2, 4, 6 Merupakan pasangan pada terminal kontak *Normally open* (NO) untuk keluaran dari kontaktor yang menuju ke beban atau pada rangkaian beban (utama)

Kontak Bantu NO

13	&	14	Terminal penghubung untuk pasangan
23	&	24	kontak-kontak bantu pada kondisi
33	&	34	<i>Normally open</i> (NO)
53	&	54	
63	&	64	
73	&	74	

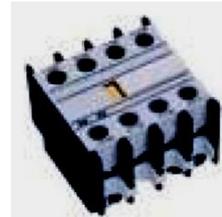
Kontak Bantu Nc

11	&	12	Terminal penghubung untuk pasangan
21	&	22	kontak-kontak bantu pada kondisi
31	&	32	<i>Normally Close</i> (NC)
51	&	52	
61	&	62	
71	&	72	

Adapun bentuk kontaktor sebagai berikut



Kontak utama



kontak bantu

Gambar 52. Bentuk Kontaktor

8. *Push Button* (Tombol Tekan)

a. Pengertian

Push Button (tombol tekan) merupakan suatu bentuk saklar yang sering digunakan dalam suatu rangkaian kontrol dan mempunyai fungsi sama dengan saklar-saklar lain pada umumnya, tetapi memiliki perbedaan dalam sistem penguncian yang digunakannya. *Push Button* ini hampir selalu digunakan dalam setiap pembuatan panel kontrol, baik secara konvensional maupun secara modern. Warna *Push Button* yang sering digunakan adalah yang berwarna hijau sebagai push untuk posisi ON, dan yang berwarna merah sebagai push untuk posisi OFF. Sedangkan ada warna-warna lain yang penggunaannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang diinginkan.



Gambar 53. *Push Button*

b. *Push Button Normally Open (NO)*

Push Button NO berfungsi jika tombol ditekan, maka kontakannya akan menghubungkan atau bekerja (ON), dan jika dilepaskan tombol (tidak ditekan) kembali pada posisi semula, maka aliran arus akan terputus atau tidak bekerja (OFF).

Simbol *Push Button Normally open* (NO)

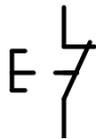


Gambar 54. Simbol NO

c. ***Push Button Normally Close* (NC)**

Push Button NC berfungsi jika tombol ditekan, maka kontaknya akan memutuskan atau tidak bekerja (OFF), dan jika dilepaskan tombol (tidak ditekan) kembali pada posisi semula, maka aliran arus akan mengalir terus atau pada posisi bekerja (ON).

Simbol *Push Button Normally open* (NC)



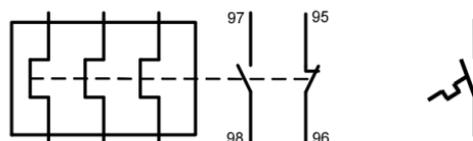
Gambar 55. Simbol NC

9. ***Thermal Over Load* (TOL)**

a. **Pengertian**

Komponen TOL ini bekerja berdasarkan panas (temperatur) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen pemanas bimetal. Sifat pelengkungan bimetal akibat panas yang ditimbulkan, bimetal ini akan menggerakkan kontak-kontak mekanis pemutus rangkaian listrik. TOL ini selalu digunakan dalam merangkai rangkaian kontrol dari suatu sistem terutama berhubungan dengan motor-motor penggerak yang berfase tunggal (satu fase) ataupun berfase tiga (tiga fase). TOL ini sangat penting sekali digunakan dalam proteksi dan perlindungan motor-motor DC atau motor-motor AC dari ukuran kecil sampai menengah dari pengaruh arus yang berlebihan.

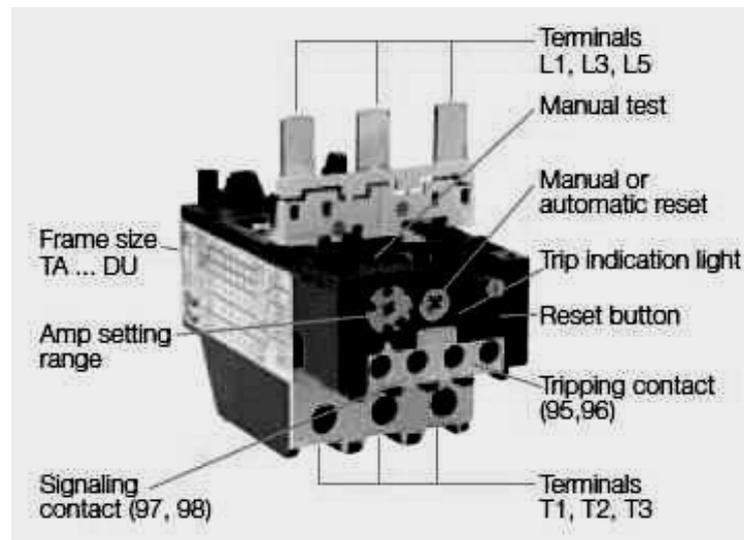
Simbol dalam Rangkaian



Gambar 56 Simbol Rangkaian TOL

b. Bagian-Bagian *Thermal Overload*

- 1) Reset Mekanik
Fungsinya yaitu: untuk mengembalikan kedudukan kontak pada posisi semula, pengaturan batas arus trip bila terjadi beban lebih.
- 2) Arus Setting (batas arus)
Fungsinya yaitu: sebagai harga arus atau batas arus pada pemanasnya atau arus yang mengalir pada kontaktor.



Gambar 57. *Thermal Overload*

c. Fungsi Tol

Komponen TOL ini berfungsi untuk mengamankan atau memberikan perlindungan dari kerusakan akibat pembebanan lebih pada motor.

Penyebab dari pembebanan lebih ini antara lain

- 1) Terlalu besar beban mekanik dari motor.
- 2) Arus start yang terlalu besar.
- 3) Motor berhenti secara mendadak.
- 4) Terjadinya hubung singkat/konsleting.
- 5) Hilangnya salah satu fase dari motor tiga fase.

d. Cara Pasang

Untuk merangkai TOL ini dilakukan pemasangan dengan menghubungkan serf terminal-terminal elemen pemanas ke rangkaian belitan motor dengan kontak kontaktor di rangkaian kontrol, relay ini dihubungkan dengan kontaktor pada kontak utama 2,4,6 sebelum ke beban (motor listrik)

10. *Time Delay Relay (Timer)*

a. **Pengertian**

Time Delay Relay ini juga disebut sebagai relay penunda waktu yang sering disebut juga dengan *Timer*. Adapun prinsip kerja dari *Time Delay Relay* ini adalah sebagai pewaktu atau memperlambat kerja (menunda) yang diperlukan untuk kontak-kontak NO atau NC agar beroperasi secara normal. Sehingga dapat disimpulkan apabila *Coil* sudah diberikan sumber voltase maka setelah tertunda beberapa detik/menit/jam (waktu yang ditentukan) kemudian aktif kontak-kontak NO atau NC secara normal.

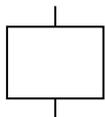
b. **Timer Tunggal**

Timer tunggal atau komponen kontrol waktu dan terpisah dengan kontaktor. Komponen ini merupakan komponen elektronik yang terdiri dengan sebuah *Coil* dan memiliki beberapa kontak-kontak NO atau kontak-kontak NC yang bekerja berdasarkan waktu pada *Coil* tersebut. Adapun simbol dari *TIMER* adalah sebagai berikut



Gambar 58. Simbol *Timer*

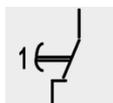
Kontak-Kontak pada *Timer Coil*



Kontak-kontak pada *Timer* terdiri dari 1 NO dan 1 NC yang menjadi satu bagian.

Coil kontak pada *Timer* produk Omron bernomor 2 & 7

Kontak-kontak



Kontak-kontak pada *Timer* terdiri dari 1 NO dan 1 NC yang menjadi satu bagian.

Penandaan Nomor Kontak

Penandaan nomor-nomor pada kontak untuk *TIMER* produk OMRON adalah sebagai berikut

- 1 & 3 Terminal penghubung untuk pasangan kontak-kontak *Normally open*
- 8 & 6 (NO)
- 1 & 4 Terminal penghubung untuk pasangan kontak-kontak *Normally Close*
- 8 & 5 (NC)

Adapun bentuk *TIMER* sebagai berikut :



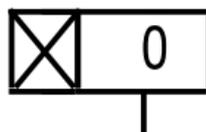
Gambar 59 Timer

Penggunaan *Timer* pada rangkaian kontrol ada juga berbeda penggunaan, sehingga ada beberapa jenis *Timer* yang tidak memiliki *Coil* dan hanya memiliki kontak Jenis seperti ini ataupun kontak NC saja, tetapi jenis seperti ini harus selalu dihubungkan langsung dengan kontaktor agar komponen penggerak waktu dapat dibantu oleh *Coil* pada kontaktor tersebut.

11. On Delay

ON DELAY adalah suatu *Timer* yang harus dihubungkan secara langsung ke kontaktor (menjadi satu dengan Kontaktor) dan memiliki prinsip kerja yang akan berfungsi jika *Coil* kontaktor bekerja (ON) maka *Timer* juga bekerja (ON) .

Adapun simbol dari *ON DELAY* adalah sebagai berikut



Gambar 60. On Delay

Kontak-kontak

Sebuah kontak pada *ON DELAY* pada kondisi

 *normally open* dan disingkat dengan istilah NO

 Sebuah kontak pada *ON DELAY* pada kondisi *Normally Close* dan disingkat dengan istilah NC

Penandaan Nomor Kontak Kontak NO

45 & 46
55 & 56
65 & 66
75 & 76

Terminal penghubung untuk pasangan kontak-kontak *ON DELAY* pada kondisi *Normally open* (NO)

KONTAK NC

47 & 48

57 & 58

67 & 68

77 & 78

Terminal penghubung untuk pasangan kontak-kontak *ON DELAY* pada kondisi *Normally Close* (NC)

Adapun bentuk *ON DELAY* sebagai berikut :



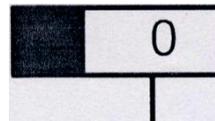
Gambar 61 *On Delay*

12. Off Delay

Off Delay adalah suatu *Timer* yang harus dihubungkan secara langsung ke kontaktor (menjadi satu dengan Kontaktor) dan memiliki prinsip kerja yang berfungsi jika *Coil* kontaktor bekerja (ON) maka *Timer* belum bekerja (OFF), ketika *Coil* kontaktor tidak bekerja (OFF), maka *Off Delay* akan bekerja (ON)

Adapun simbol dari *Off Delay* adalah sebagai berikut

Gambar 62. *Off Delay*



Kontak-kontak



Sebuah kontak pada *Off Delay* pada kondisi *Normally open* dan disingkat dengan istilah NO

Sebuah kontak pada *Off Delay* pada kondisi *Normally Close* dan disingkat dengan istilah NC

Penandaan Nomor Kontak-kontak No

45 & 46

55 & 56

65 & 66

75 & 76

Terminal penghubung untuk pasangan kontak-kontak *Off Delay* pada kondisi *Normally open* (NO)

Kontak NC

47 & 48

57 & 58

67 & 68

77 & 78

Terminal penghubung untuk pasangan kontak-kontak *Off Delay* pada kondisi *Normally Close* (NC)

Adapun bentuk *Off Delay* sebagai berikut :

Gambar 63. Off Delay



Bahan Bacaan 2: Proteksi Motor Listrik

1. Proteksi Beban Lebih

Sebuah motor listrik adakalanya selama operasi terjadi berbagai kendala dan gangguan yang dapat mengakibatkan motor mengalami beban lebih atau motor tidak dapat diasut. Bila beban lebih yang terjadi melebihi kemampuan motor, tentu akibatnya motor bisa terbakar. PUIL 2011 mensyaratkan, proteksi beban lebih (arus lebih) dimaksudkan untuk melindungi motor, perlengkapan kendali motor, terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat beban lebih atau sebagai akibat motor tidak dapat diasut. Beban lebih atau arus lebih pada waktu motor beroperasi, bila bertahan cukup lama, akan mengakibatkan kerusakan atau pemanasan yang berbahaya pada motor tersebut (510.5.4.1).

a. Gawai Proteksi Beban Lebih

Motor listrik yang dioperasikan dilingkungan dengan gas, uap, atau debu yang mudah terbakar atau mudah meledak, setiap motor magun, harus diproteksi terhadap beban lebih (510.5.4.2.1). Setiap motor trifase atau motor berdaya pengenal satu daya kuda atau lebih, yang magun dan dijalankan tanpa pengawasan, harus diproteksi terhadap beban lebih (510.5.4.2.2).

Gawai proteksi beban lebih motor terdiri atas GPAL dan GPHP. Arus pengenal GPAL motor sekurang-kurangnya 110 %-115 % arus pengenal motor. Arus pengenal GPHP harus dikoordinasikan dengan KHA kabel.

KHA konduktor (I_z) sesuai 510.5.3.1 adalah 125 % arus pengenal beban penuh motor (I_b). Menurut persamaan pada ayat 433.1 maka arus pengenal GPHP harus $< I_z$, biasanya nilainya diantara I_b dan I_z .

b. Penempatan Sensor Beban Lebih

Jika sekring digunakan sebagai proteksi beban lebih, sekring itu harus dipasang pada setiap konduktor fase (510.5.4.4.1). Jika digunakan gawai proteksi yang bukan sekering, tabel berikut menentukan penempatan dan jumlah minimum unsure pengindra seperti kumparan trip, relas, dan pemutus termal.

Tabel 11. Penempatan Unsur Pengindra Proteksi Beban Lebih (510.5-1)

Jenis motor	Istem suplai	Jumlah dan tempat unsur pengindra
Fase tunggal a.b atau a.s Fase tunggal a.b	2 kawat, fase tunggal a.b atau a.s tidak dibumikan 2 kawat, fase tunggal a.b atau a.s, 1 konduktor dibumikan	1, pada salah satu konduktor 1, pada konduktor yang tak dibumikan
Trifase a.b	Setiap sistem trifase	2, pada dua konduktor fase

Catatan: Jika motor disuplai melalui transformator yang dihubungkan dengan segitiga bintang atau bintang segitiga, instalasi berwenang dapat mengharuskan pemasangan tiga unsur sensor, satu pada setiap konduktor.

Gawai proteksi beban lebih yang bukan sekering, pemutus termal atau proteksi termal, harus memutuskan sejumlah konduktor fase yang tak dibumikan secara cukup serta menghentikan arus ke motor (510.5.4.5). Pemutus termal, relai arus lebih, atau gawai proteksi beban lebih lainnya, yang tidak mampu memutuskan arus hubung pendek, harus diproteksi secukupnya dengan GPHG.

GPBL yang dapat mengulang asut secara otomatis setelah jatuh karena arus lebih, tidak boleh dipasang, kecuali bila hal itu diperbolehkan untuk motor yang diproteksi. Motor yang setelah berhenti dapat diulang asut secara otomatis, tidak boleh dipasang bila ulang asut otomatis itu dapat mengakibatkan kecelakaan.(510.5.4.8)

2. Proteksi Hubung Pendek Sirkuit Motor

Setiap motor harus diproteksi tersendiri terhadap arus lebih yang diakibatkan oleh hubung pendek, kecuali untuk motor berikut (510.5.5.1);

- a. Motor yang terhubung pada sirkuit akhir, yang diproteksi oleh proteksi arus hubung yang mempunyai nilai pengenal atau setelan tidak lebih 16 A.

- b. Gabungan motor yang merupakan bagian daripada mesin atau perlengkapan, asal setiap motor diproteksi oleh satu atau lebih relai arus lebih, yang mempunyai nilai pengenal atau setelah yang memenuhi 510.5.4.3 dan yang dapat menggerakkan sebuah sakelar untuk menghentikan semua motor sekaligus.

Nilai pengenal atau setelan gawai proteksi arus hubung pendek harus dipilih sehingga motor dapat diasut, sedangkan sirkir akhir, gawai kendali, dan motor, tetap diproteksi terhadap arus hubung pendek (510.5.5.2.1). Gawai proteksi hubung pendek harus dengan serentak memutuskan konduktor tak dibumikan yang cukup jumlahnya untuk menghentikan arus ke motor (510.5.4). Jika tempat hubungan suatu cabang ke saluran utama tak dapat dicapai, proteksi arus lebih sirkit motor boleh dipasang ditempat yang dapat dicapai, asal konduktor antara sambungan dan proteksi mempunyai KHA sekurang-kurangnya $\frac{1}{3}$ KHA saluran utama, tetapi panjangnya tidak boleh lebih dari 10 m, dan dilindungi terhadap kerusakan mekanis.

3. Proteksi Hubung Pendek Sirkit Cabang

Suatu sirkit cabang yang mempunyai beberapa motor dan terdiri dari atas konduktor dengan ukuran berdasarkan 510.5.3.2 harus dilengkapi dengan proteksi arus lebih yang tidak melebihi nilai pengenal atau setelan gawai proteksi sirkit akhir motor yang tertinggi berdasarkan 510.5.5.2.3, ditambah dengan jumlah arus beban penuh semua motor lain yang disuplai oleh sirkit tersebut (510.5.6.1). Untuk instalasi besar yang dipasangi sirkit yang besar sebagai persediaan bagi perluasan atau perubahan dimasa datang, proteksi arus lebih dapat didasarkan pada KHA konduktor tersebut (510.5.6.2).

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 pengenal atau stelan yang sesuai.

Contoh.

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

- a. motor sangkar dengan pengasutan bintang-delta, arus pengenal beban penuh 42 A;

- b. motor serempak dengan pengasutan autotransformator, arus pengenal beban penuh 54 A
- c. motor rotor lilit, arus pengenal beban penuh 68 A.

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

KHA konduktor sirkit cabang

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

Penyelesain (perhatikan gambar dibawah)

- a. Menurut 510.5.4.3, arus pengenal GPAL masing-masing motor adalah sebagai berikut (diambil 115% arus pengenal 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 pengenal 200 A.

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

- f. Motor lilit ke 2:

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

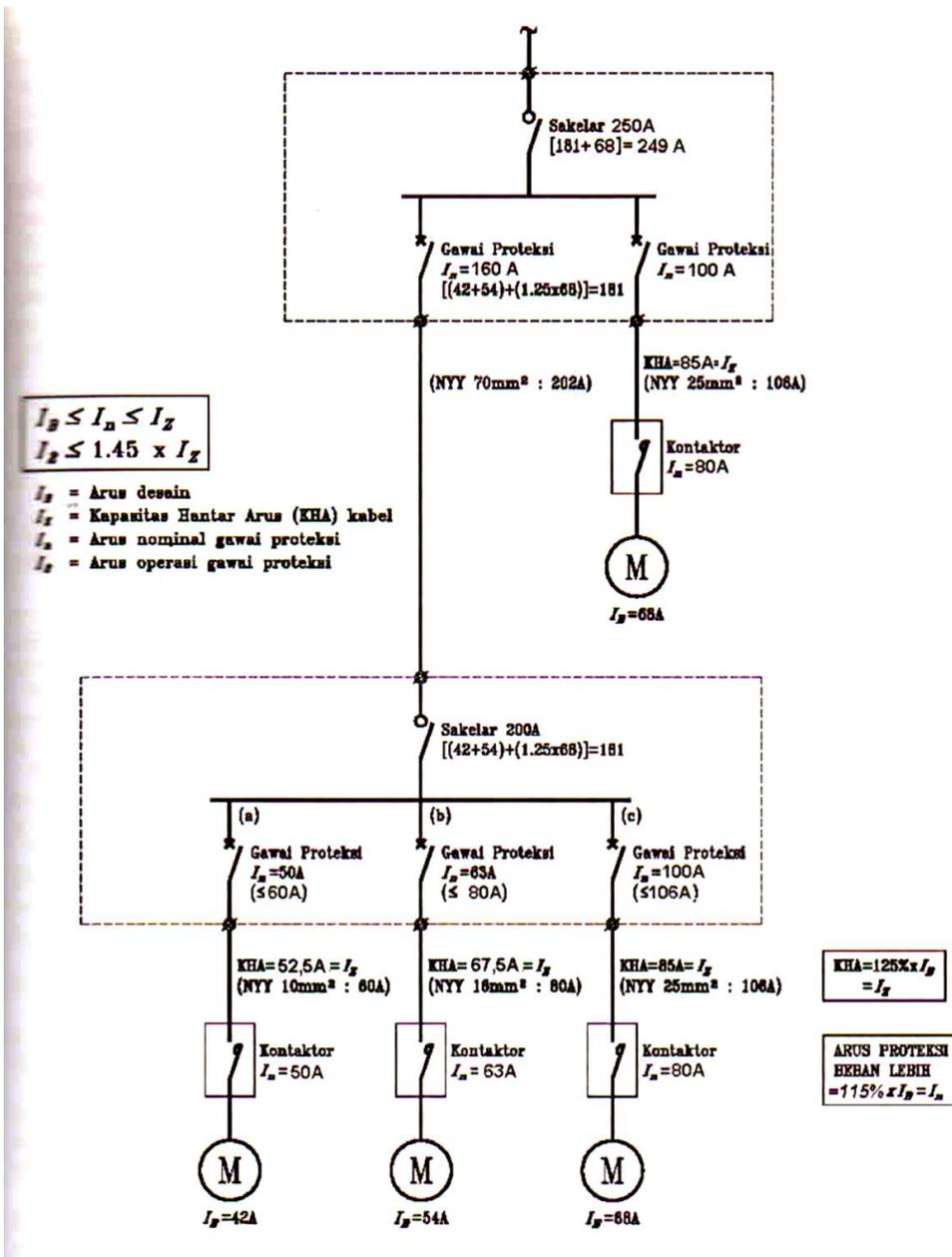
KHA kabel = 125% X 68 A = 85 A diambil 106 A (NYY 25 mm²),
 I_n gawai proteksi diambil 100 A

g. Sirkit utama

KHA kabel = 181 A + 68 A= 249 A diambil 244 A (NYY 95 mm²)

Arus pengenal saklar sirkit utama diambil 250 A.

Arus pengenal gawai proteksi di ambil 200 A



Gambar 64. Proteksi Hubungan Pendek Sirkit Cabang Instalasi Besar

4. Kendali (510.5.7)

Yang dimaksud dengan kendali adalah sarana yang mengatur tenaga listrik, yang dialirkan ke motor dengan cara yang sudah ditentukan. Di dalamnya termasuk juga sarana yang biasa digunakan untuk mengasut dan menghentikan motor (510.5.7.1).

Setiap motor harus dilengkapi dengan kendali tersendiri, kecuali dalam hal berikut; (510.5.7.2)

- a. semua motor dengan daya pengenal tidak lebih dari 0,5 kW, yang disuplai sirkit cabang yang diproteksi oleh gawai proteksi hubung pendek dengan nilai pengenal atau setelan tidak lebih dari 25 A, asal saja ada saklar dalam ruangan yang sama, yang dapat memutuskan suplai ke motor tersebut.
- b. Semua motor dengan daya pengenal tidak lebih dari 0,5 kW, yang dihubungkan ke catu daya dengan tusuk kontak.
- c. Semua motor yang merupakan bagian dari satu perkakas atau mesin, asal saja tersedia suatu saklar bersama bagi semua motor tersebut.

a. Desain kendali (510.5.7.3)

- 1) Tiap kendali harus mampu mengasut dan menghentikan motor yang dikendalikannya. Untuk motor a.b kendali harus mampu memutuskan arus motor yang macet (510.5.7.3.1).
- 2) Suatu pengasut jenis ototransformator harus menyediakan satu kedudukan buka, satu kedudukan jalan dan sekurang-kurangnya satu kedudukan asut. Pengasut jenis ototransformator harus didesain sedemikian sehingga tidak dapat berhenti pada kedudukan yang membuat proteksi arus lebih tak bekerja (510.5.7.3.2)
- 3) Reostat untuk mengasut motor harus didesain sedemikian sehingga lengan kontak tidak dapat diam berhenti pada segmen antara.

b. Sirkit kendali (510.5.7.7)

- 1) Sirkit kendali harus diatur sedemikian sehingga akan terputus dari semua sumber suplai, jika sarana pemutus dalam keadaan terbuka. Sarana pemutus boleh terdiri atas dua gawai, satu diantaranya memutuskan hubungan motor dan kendali dari sumber suplai daya untuk motor, dan yang lain memutuskan hubungan sirkit kendali dari suplai dayanya.

Bilamana digunakan dua gawai terpisah, keduanya harus ditempatkan berdampingan (510.5.7.7.1)

- 2) Bilamana digunakan transformator atau gawai lain untuk memperoleh voltase yang lebih rendah bagi sirkit kendali dan ditempatkan pada kendali, transformator atau gawai lain tersebut harus dihubungkan ke sisi beban sarana sirkit kendali (510.5.7.7.2)

5. **Sarana pemutus (510.5.8)**

- a. Subpasal motor harus dilengkapi syarat bagi sarana pemutus, yakni gawai yang memutuskan hubungan motor dan kendali dari sirkit sumber dayanya (510.5.8.1)
- b. Setiap motor harus dilengkapi dengan sarana pemutus tersendiri, kecuali motor dengan daya tidak lebih dari 1,5 kW. Untuk voltase rumah (domestic) sarana pemutus dapat digunakan untuk melayani sekelompok motor dalam hal berikut (510.5.8.2) adalah:
 - 1) Bilamana sekelompok motor menggerakkan beberapa bagian dari satu mesin atau perlengkapan, seperti perkakas listrik, dan alat pengangkat.
 - 2) Bilamana sekelompok motor diproteksi oleh satu perangkat proteksi atau lebih sebagaimana dibolehkan dalam 510.5.5.1.
 - 3) Bilamana sekelompok motor berada dalam satu ruang dan tampak dari tempat sarana pemutus.
- c. **Syarat bagi sarana pemutus (510.5.8.3). Beberapa persyaratan bagi sarana pemutus dijelaskan PUIL 2011 adalah:**
 - 1) Sarana pemutus harus dapat memutuskan hubungan antara motor serta kendali dan semua konduktor suplai yang tak dibumikan, dan harus didesain sedemikian sehingga tidak ada kutub yang dapat dioperasikan tersendiri (510.5.8.3.1).
 - 2) Sarana pemutus harus dapat menunjukkan dengan jelas apakah sarana tersebut pada kedudukan terbuka atau tertutup (510.5.8.3.2).
 - 3) Sarana pemutus harus mempunyai kemampuan arus sekurang-kurangnya 115 % dari arus beban motor (510.5.8.3.3)

- 4) Sarana pemutus yang melayani beberapa motor atau melayani motor beban lainnya, harus mempunyai kemampuan arus sekurang-kurangnya 115 % dari jumlah arus beban pada keadaan beban penuh (510.5.8.3.4).,

d. Penempatan sarana pemutus (510.5.8.4)

- 1) Sarana pemutus harus ditempatkan sedemikian sehingga tampak dari tempat kendali 510.5.8.4.1.
- 2) Jika sarana pemutus yang letaknya jauh dari motor, maka harus dipasang sarana pemutus lain berdekatan dengan motor, atau sebagai gantinya, sarana pemutus yang letaknya jauh harus dapat dikunci pada kedudukan terbuka (510.5.8.4.2)
- 3) Jika motor menerima daya listrik lebih dari satu sumber, maka harus dipasang sarana pemutus tersendiri untuk setiap sumber daya (510.5.8.4.3)

6. Pencegahan terhadap sentuh langsung (510.5.9)

Bagian aktif yang terbuka pada motor dan kendali yang bekerja pada voltase ke bumi di atas 50 V harus dihindarkan dari sentuh tak sengaja dengan selungkup atau dengan salah satu penempatan sebagai berikut;(510.5.9.1)

- a. Dipasang dalam ruang atau pengurung yang hanya dapat dimasuki oleh orang yang berwenang.
- b. Dipasang di atas balkon, serambi, atau panggung yang ditinggikan dan diatur hingga tercegahlah sentuhan oleh orang yang tak berwenang.
- c. Ditempatkan 2,5 meter atau lebih di atas lantai.
- d. Dilindungi palang bagi motor yang bekerja pada sistem voltase 1000 V atau kurang.

7. Pembumian (510.5.10)

- a. BKT motor stasioner harus dibumikan jika terdapat salah satu keadaan berikut; (510.5.10.1).
 - 1) Motor disuplai dengan konduktor terbungkus logam.
 - 2) Motor ditempatkan di tempat basah dan tidak terpencil atau dilindungi
 - 3) Motor ditempatkan dalam lingkungan berbahaya.
 - 4) Motor bekerja pada voltase ke bumi di atas 50 V.

- b. BKT motor stasioner, yang bekerja pada voltase di atas 50 V ke bumi, harus dibumikan atau dilindungi dengan cara insulasi ganda yang disahkan, atau dengan cara lain yang setaraf.

8. Generator

Generator harus dipasang ditempat yang kering, yang harus pula memenuhi persyaratan bagi motor seperti diuraikan dalam 510.5.1 dan 510.5.2 (510.6.1.1)

Generator dengan voltase konstan harus diproteksi terhadap arus lebih dengan menggunakan pemutus daya atau sekring. (510.6.1.2.1)

Generator a.s dua kawat dapat menggunakan proteksi arus lebih hanya pada satu konduktor, kalau gawai proteksi arus lebih itu dilalui oleh seluruh arus yang dibangkitkan, kecuali arus yang melalui medan shuntnya. Gawai proteksi arus lebih tidak boleh membuka shuntnya. (510.6.1.2.2)

Konduktor dari terminal generator ke proteksi pertama harus mempunyai kemampuan arus tidak kurang dari 115% dari arus pengenal yang tertera pada pelat nama generator. 510.6.1.3

Bagian aktif dari generator yang bervoltase di atas 50 V ke bumi harus dilindungi terhadap kemungkinan adanya sentuhan tak sengaja yang membahayakan. 510.6.1.4

9. Transformator

Transformator harus dapat dibuat bebas voltase secara tersendiri pada semua kutub atau fasenya, dengan baik dan tepat. Jika transformator dapat menerima voltase dari beberapa sisi, maka masing-masing sisi harus diberi gawai yang memenuhi maksud ini. (518.8.1.1.1)

Persyaratan dalam di atas tidak berlaku untuk transformator arus. Transformator voltase boleh dibuat bebas voltase secara kelompok. 510.8.1.1.2. Dalam sirkit sekunder dari transformator arus tidak boleh terdapat proteksi arus lebih, atau sakelar yang memungkinkan pemutusan sirkit arus. 510.8.1.2

Setiap transformator berinsulasi minyak harus diproteksi dengan gawai proteksi arus lebih secara tersendiri pada sambungan primer, dengan kemampuan atau setelan tidak lebih dari 250% dari arus pengenal transformator, kecuali bila gawai

proteksi arus lebih sirkit primer telah memberikan proteksi seperti di uraikan di atas, dan kecuali untuk hal berikut. 510.8.1.8.1

Setiap transformator kering harus diproteksi dengan proteksi arus lebih tersendiri pada sambungan primernya dengan tidak lebih dari 125% dari arus primer pengenal transformator, kecuali bila proteksi arus lebih dari sirkit primer telah memberikan proteksi. 510.8.1.9.1

510.8.1.10. Transformator dapat dijalankan secara paralel dan disambung sebagai 1 unit asal saja proteksi arus lebih untuk tiap transformator memenuhi persyaratan dalam 510.8.1.8. untuk mendapatkan pembagian arus beban yang seimbang, kedua transformator mempunyai persentase impedans pengenal yang sama dan dijalankan pada sadapan voltase yang sama.

Transformator harus mempunyai ventilasi yang cukup untuk mencegah suhu transformator melampaui batas yang aman. 510.8.1.12. Semua BKT dari instalasi transformator, termasuk pagar pelindung dan sebagainya harus dibumikan. 510.8.1.13

Untuk transformator kering pasangan dalam berlaku persyaratan berikut: Penempatan transformator dengan daya 100 kVA atau kurang harus berjarak sekurang-kurangnya 30 cm dari bahan yang mudah terbakar, kecuali bila dipisahkan dari bahan tersebut oleh penyekat yang menginsulasi panas dan tahan api, voltase pengenalnya tidak melebihi 1000 V, dan transformator itu tertutup seluruhnya selain untuk ventilasinya. 510.8.1.15

Transformator dengan daya lebih dari 100 kVA harus dipasang dalam ruangan transformator untuk konstruksi tahan api, kecuali bila diberi isolasi untuk kenaikan suhu 80 °C (kelas B) atau kenaikan suhu 150 °C (kelas H), dan berjarak dari bahan yang mudah terbakar tidak kurang dari 2 m secara horizontal dan 4 meter secara vertikal atau dipisahkan oleh penyekat yang menginsulasi panas dan tahan api. 510.8.2.1

Transformator dengan sistim voltase lebih dari 20000 V harus dipasang dalam kubu transformator.

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 Spesifikasi Komponen dan Alat Instalasi Tenaga 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 di atas dengan menggunakan Lembaran Kerja (LK-40). Jika peserta diklat dapat menjawab pertanyaan di atas dengan baik, maka dapat melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktifitas 1: Memahami Komponen Instalasi Tenaga

Peserta diklat diminta membaca dan mengamati bahan bacaan 1. Apa yang ditemukan peserta diklat setelah mengamati Komponen Instalasi Tenaga tersebut diskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah tabel LK-41 dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Jelaskan syarat-syarat instalasi tenaga!
2. Jelaskan persyaratan penempatan Motor Listrik!
3. Jelaskan persyaratan Konduktor sirkit akhir rangkaian motor!
4. Jelaskan fungsi kontaktor pada instalasi motor!
5. Jelaskan fungsi time delay relay (*timer*) pada instalasi motor!

Aktifitas 2: Memahami Proteksi Motor Listrik

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

1. Jelaskan jenis proteksi yang dilakukan terhadap motor listrik!
2. Jelaskan proteksi hubungan pendek pada sirkit cabang yang terdapat beberapa motor listrik!
3. Jelaskan kenapa diperlukan sirkit kendali pada instalasi motor!
4. Jelaskan persyaratan sarana pemutus pada instalasi motor!
5. Jelaskan persyaratan pembumian instalasi motor!

LEMBARAN KERJA KB-4

LK-40

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi pembelajaran Spesifikasi Komponen dan Alat Instalasi Tenaga 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 syarat-syarat instalasi tenaga!

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

2. Jelaskan persyaratan penempatan Motor Listrik!

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

3. Jelaskan persyaratan Konduktor sirkit akhir rangkaian motor!

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

4. Jelaskan fungsi kontaktor pada instalasi motor!

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

5. Jelaskan fungsi time delay relay (*timer*) pada instalasi motor!

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

LK-42

1. Jelaskan jenis proteksi yang dilakukan terhadap motor listrik!

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

2. Jelaskan proteksi hubungan pendek pada sirkit cabang yang terdapat beberapa motor listrik!

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

3. Jelaskan kenapa diperlukan sirkit kendali pada instalasi motor!

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

4. Jelaskan persyaratan sarana pemutus pada instalasi motor!

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

5. Jelaskan persyaratan pembumian instalasi motor!

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

E. LATIHAN

1. Jelaskan ruang lingkup instalasi tenaga!
2. Jelaskan maksud proteksi beban lebih dan hubungan singkat pada instalasi tenaga dan alat yang di gunakan adalah....
3. Apa yang menyebabkan kemungkinan terjadinya beban lebih pada instalasi motor!
4. Jelaskan tujuan pemasangan sarana pemutus tersendiri pada motor listrik!
5. Jelaskan upaya pencegahan sentuhan langsung pada motor listrik!
6. Jelaskan fungsi kontaktor!
7. Jelaskan fungsi *Time Delay Relay*!
8. Jelaskan fungsi TOR!

F. RANGKUMAN

1. Pengertian Instalasi Tenaga adalah pemasangan komponen-komponen peralatan listrik untuk melayani perubahan energy listrik menjadi tenaga mekanis dan kimia.
2. Instalasi listrik tenaga harus dibuat sedemikian rupa sehingga kemungkinan timbul kecelakaan sangat kecil. Aman dalam hal ini berarti tidak membahayakan keselamatan jiwa manusia, terjaminnya peralatan dan benda-benda di sekitarnya dari kerusakan akibat adanya gangguan seperti: gangguan hubungan singkat, gangguan beban lebih, gangguan voltase lebih, dan sebagainya.
3. Desain rangkaian pengendali dasar atau kontrol sistem konvensional selalu menggunakan komponen antara lain adalah Kontaktor, *Timer*, *Overload*, Mcb dan lain-lain. Sedangkan komponen yang paling utama digunakan dalam rangkaian kontrol atau pengendali konvensional adalah yang dinamakan Kontaktor.
4. Motor listrik sangat berbeda dengan piranti listrik lainnya, dimana pada saat dioperasikan memerlukan tenaga yang lebih besar dari pada saat telah beroperasi. Sebagaimana disyaratkan oleh PUIL 2011, konduktor sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125 % arus pengenal beban penuh. Disamping itu, untuk jarak jauh perlu

digunakan konduktor yang cukup ukurannya hingga tidak terjadi drop voltase yang berlebihan.

5. Setiap motor harus diproteksi tersendiri terhadap arus lebih yang diakibatkan oleh hubung pendek. Kecuali untuk motor berdaya kecil.
6. Yang dimaksud dengan kendali adalah sarana yang mengatur tenaga listrik, yang dialirkan ke motor dengan cara yang sudah ditentukan. Di dalamnya termasuk juga sarana yang biasa digunakan untuk mengasut dan menghentikan motor
7. Bagian aktif yang terbuka pada motor dan kendali yang bekerja pada voltase ke bumi di atas 50 V harus dihindarkan dari sentuh tak sengaja dengan selungkup.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Pembelajaran 4 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan menjelaskan:

1. Syarat instalasi tenaga;
2. Komponen instalasi tenaga;
3. Rangkaian motor;
4. Proteksi dan kendali;
5. Sarana pemutus;
6. Sentuh langsung;
7. Penumian;
8. Generator;
9. Transformator.

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 5

PERSYARATAN, SPESIFIKASI KOMPONEN DAN ALAT INSTALASI PENGONTROLAN MOTOR LISTRIK STANDAR PUIL/SNI

A. TUJUAN

Setelah mempelajari materi Kegiatan Pembelajaran 5 diharapkan guru/peserta diklat dapat: 1) mengetahui dan menerapkan persyaratan pemasangan instalasi pengontrolan motor listrik berdasarkan standar PUIL 2011/SNI. 0255; 2) memeriksa spesifikasi komponen dan alat instalasi pengontrolan motor listrik. Dengan demikian, guru/peserta diklat dapat melaksanakan persyaratan dan memeriksa spesifikasi 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 menjelaskan yaitu:

1. Pengendalian Motor
2. Pengontrolan Motor Listrik
3. Sarana Pemutus
4. Pencegahan Terhadap Sentuh Langsung
5. Proteksi Motor
6. Pembumian
7. Proteksi Beban Lebih
8. Proteksi Hubung Pendek Sirkuit Motor
9. Proteksi Hubung Pendek Sirkuit Cabang
10. Kendali
11. Pengasutan Motor Induksi Tiga Fase
12. Pengontrolan Operasi Motor
13. Rangkaian Kontrol Pengereman Motor Induksi

C. URAIAN MATERI

Bahan Bacaan 1: Pengasutan dan Proteksi Motor Listrik

Pengertian Instalasi Tenaga adalah pemasangan komponen-komponen peralatan listrik untuk melayani perubahan energy listrik menjadi tenaga mekanis dan kimia.

1. Pengendalian motor

Setiap motor listrik yang digunakan hendaklah dipasang sedemikian beserta lengkapannya dengan baik. Puil 2011 menjelaskan motor harus dipasang sedemikian sehingga dapat dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman (510.5.1.6.1). Penempatan pemasangan motor diusahakan agar mudah terlihat dan dibaca plat nama motor. Lengkapan pengatur dan perlengkapan kendali harus dapat dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman (510.5.1.6.3).

2. 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 :

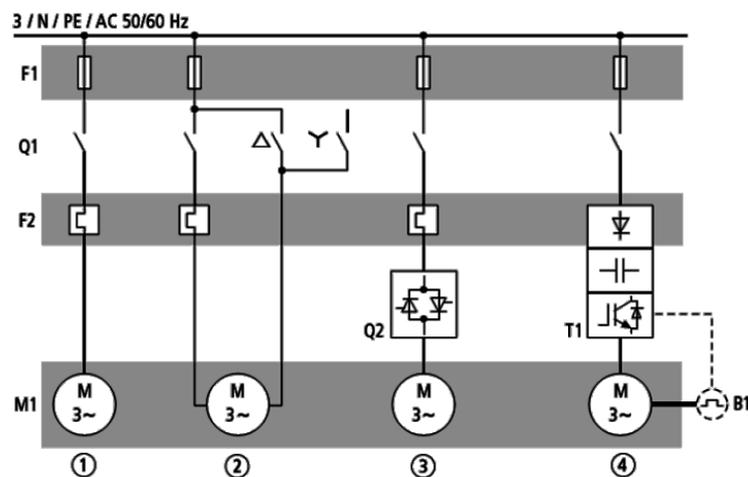
Sesuai dengan perkembangan teknologi yang memicu perkembangan industry, cara atau sistem pengontrolan terus berkembang. Ada beberapa klasifikasi pengontrolan motor, yaitu:

- 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.



Gambar 65. Metoda Motor Starting.

Keterangan:

- 1) *Direct-On-Line* motor starting.
- 2) *Start-delta* (bintang-segitiga) motor starting.
- 3) *Soft starter* (Q2), motor starter kontinu 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.

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 rangkaia 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*)

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

e. *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 .

f. Motor *Slip Ring*/Rotor lilit.

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

3. **Sarana Pemutus (510.5.8)**

a. Subpasal motor harus dilegkapi syarat bagi sarana pemutus, yakni gawai yang memutuskan hubungan motor dan kendali dari sirkit sumber dayanya (510.5.8.1)

b. Setiap motor harus dilengkapi dengan sarana pemutus tersendiri, kecuali motor dengan daya tidak lebih dari 1,5 kW. Untuk voltase rumah (domestic) sarana pemutus dapat digunakan untuk melayani sekelompok motor dalam hal berikut (510.5.8.2) adalah:

- 1) Bilamana sekelompok motor menggerakkan beberapa bagian dari satu mesin atau perlengkapan, seperti perkakas listrik, dan alat pengangkat.
- 2) Bilamana sekelompok motor diproteksi oleh satu perangkat proteksi atau lebih sebagaimana dibolehkan dalam 510.5.5.1.
- 3) Bilamana sekelompok motor berada dalam satu ruang dan tampak dari tempat sarana pemutus.

a. **Syarat bagi sarana pemutus (510.5.8.3). Beberapa persyaratan bagi sarana pemutus dijelaskan PUIL 2011 adalah:**

- 1) Sarana pemutus harus dapat memutuskan hubungan antara motor serta kendali dan semua konduktor suplai yang tak dibumikan, dan harus didesain sedemikian sehingga tidak ada kutub yang dapat dioperasikan tersendiri (510.5.8.3.1).
- 2) Sarana pemutus harus dapat menunjukkan dengan jelas apakah sarana tersebut pada kedudukan terbuka atau tertutup (510.5.8.3.2).
- 3) Sarana pemutus harus mempunyai kemampuan arus sekurang-kurangnya 115 % dari arus beban motor (510.5.8.3.3)
- 4) Sarana pemutus yang melayani beberapa motor atau melayani motor beban lainnya, harus mempunyai kemampuan arus sekurang-kurangnya 115 % dari jumlah arus beban pada keadaan beban penuh (510.5.8.3.4).,

b. **Penempatan sarana pemutus (510.5.8.4)**

- 1) Sarana pemutus harus ditempatkan sedemikian sehingga tampak dari tempat kendali 510.5.8.4.1.
- 2) Jika sarana pemutus yang letaknya jauh dari motor, maka harus dipasang sarana pemutus lain berdekatan dengan motor, atau sebagai gantinya, sarana pemutus yang letaknya jauh harus dapat dikunci pada kedudukan terbuka (510.5.8.4.2)
- 3) Jika motor menerima daya listrik lebih dari satu sumber, maka harus dipasang sarana pemutus tersendiri untuk setiap sumber daya (510.5.8.4.3)

4. Pencegahan Terhadap Sentuh Langsung (510.5.9)

Bagian aktif yang terbuka pada motor dan kendali yang bekerja pada voltase ke bumi di atas 50 V harus dihindarkan dari sentuh tak sengaja dengan selungkup atau dengan salah satu penempatan sebagai berikut;(510.5.9.1)

- a. Dipasang dalam ruang atau pengurung yang hanya dapat dimasuki oleh orang yang berwenang.
- b. Dpasang di atas balkon, serambi, atau panggung yang ditinggikan dan diatur hingga tercegahlah sentuhan oleh orang yang tak berwenang.
- c. Ditempatkan 2,5 meter atau lebih di atas lantai.
- d. Dilindungi palang bagi motor yang bekerja pada sistem voltase 1000 V atau kurang.

5. Proteksi Motor

a. 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*.

b. Peralatan Proteksi

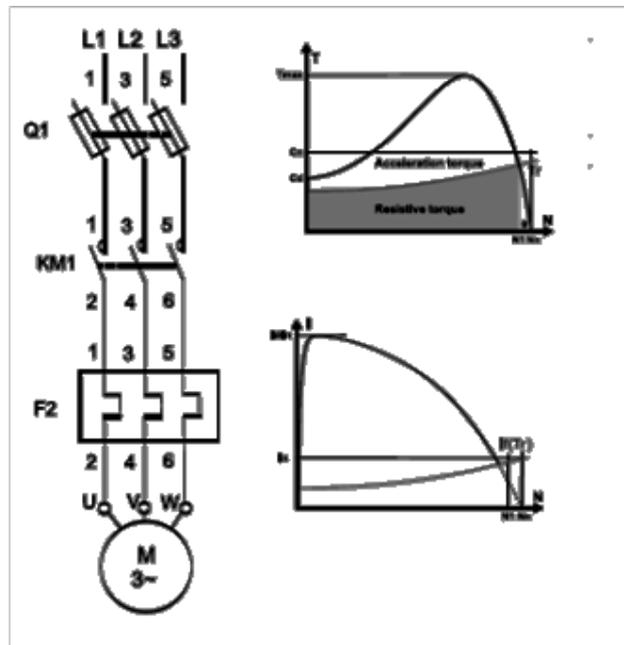
Peralatan proteksi untuk instalasi pengontrolan motor meliputi :

- 1) Hubung singkat
- 2) Arus lebih
- 3) Sambar Petir
- 4) Voltase lebih

c. Proteksi Beban Lebih Motor

Keandalan kinerja proteksi akan sangat menentukan perlindungan motor terhadap gangguan. Sebagai gambaran dipelihatkan pada gambar di bawah,

suatu rangkaian pengontrolan motor dengan dua kecepatan dan dua arah putar yang dilengkapi dengan alat-alat Proteksi TOL dan sekering atau MCB.



Gambar 66. Sistem Proteksi Pengontrolan Motor.

Sistem proteksi pengontrolan motor mempunyai dua, 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 proteksi pengontrolan motor. 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;

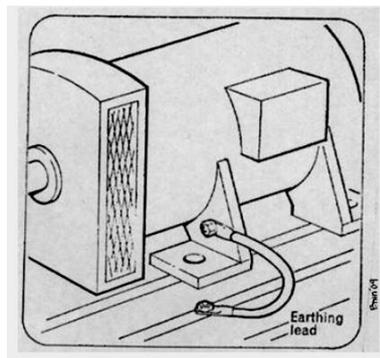
Penyetelan pemutusan arus $TOL = 110\% \times 9 \text{ A} = 10 \text{ A}$ untuk alat proteksi lainnya seperti MCB, batas pemutusan arusnya tidak dapat disetel. Untuk menentukan nominal arus MCB sebagai proteksi rangkaian adalah minimum 120% dari kuat arus rangkaian yang diproteksi, misalnya beban motor.

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

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

d. **Pembumian Motor**

Sistem pentanahan suatu motor listrik adalah peralatan proteksi motor terhadap voltase sentuh dan sambaran petir.



Gambar 67. Konduktor Pentanahan Motor

Apabila baut pengikat konduktor pentanahan, 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 besarnya dapat berakibatkan fatal.

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

6. Proteksi Beban Lebih

Sebuah motor listrik adakalanya selama operasi terjadi berbagai kendala dan gangguan yang dapat mengakibatkan motor mengalami beban lebih atau motor tidak dapat diasut. Bila beban lebih yang terjadi melebihi kemampuan motor, tentu akibatnya motor bisa terbakar. PUIL 2011 mensyaratkan, proteksi beban lebih (arus lebih) dimaksudkan untuk melindungi motor, perlengkapan kendali motor, terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat beban lebih atau sebagai akibat motor tidak dapat diasut. Beban lebih atau arus lebih pada waktu motor beroperasi, bila bertahan cukup lama, akan mengakibatkan kerusakan atau pemanasan yang berbahaya pada motor tersebut (510.5.4.1).

a. Gawai proteksi beban lebih

Motor listrik yang dioperasikan dilingkungan dengan gas, uap, atau debu yang mudah terbakar atau mudah meledak, setiap motor magun, harus diproteksi terhadap beban lebih (510.5.4.2.1). Setiap motor trifase atau motor berdaya pengenal satu daya kuda atau lebih, yang magun dan dijalankan tanpa pengawasan, harus diproteksi terhadap beban lebih (510.5.4.2.2).

Gawai proteksi beban lebih motor terdiri atas GPAL dan GPHP. Arus pengenal GPAL motor sekurang-kurangnya 110 %-115 % arus pengenal motor. Arus pengenal GPHP harus dikoordinasikan dengan KHA kabel.

KHA konduktor (I_z) sesuai 510.5.3.1 adalah 125 % arus pengenal beban penuh motor (I_b). Menurut persamaan pada ayat 433.1 maka arus pengenal GPHP harus $< I_z$, biasanya nilainya diantara I_b dan I_z .

b. Penempatan sensor beban lebih (510.5.4.3).

Jika sekering digunakan sebagai proteksi beban lebih, sekering itu harus dipasang pada setiap konduktor fase (510.5.4.4.1). Jika digunakan gawai proteksi yang bukan sekering, tabel berikut menentukan penempatan dan jumlah minimum unsure pengindra seperti kumparan trip, relas, dan pemutus termal.

Tabel 12. Penempatan Unsur Pengindera Proteksi Beban Lebih (510.5-1)

Jenis motor	Istem suplai	Jumlah dan tempat unsur pengindera
Fase tunggal a.b atau a.s	2 kawat, fase tunggal a.b atau a.s tidak dibumikan	1, pada salah satu konduktor
Fase tunggal a.b	2 kawat, fase tunggal a.b atau a.s, 1 konduktor dibumikan	1, pada konduktor yang tak dibumikan
Trifase a.b	Setiap sistem trifase	2, pada dua konduktor fase

Catatan: Jika motor disuplai melalui transformator yang dihubungkan dengan segitiga bintang atau bintang segitiga, instalasi berwenang dapat mengharuskan pemasangan tiga unsure sensor, satu pada setiap konduktor.

Gawai proteksi beban lebih yang bukan sekering, pemutus termal atau proteksi termal, harus memutuskan sejumlah konduktor fase yang tak dibumikan secara cukup serta mengehentikan arus ke motor (510.5.4.5). Pemutus termal, relai arus lebih, atau gawai proteksi beban lebih lainnya, yang tidak mampu memutuskan arus hubung pendek, harus diproteksi secukupnya dengan GPHG.

GPBL yang dapat mengulang asut secara otomatis setelah jatuh karena arus lebih, tidak boleh dipasang, kecuali bila hal itu diperbolehkan untuk motor yang diproteksi. Motor yang setelah berhenti dapat diulang asut secara otomatis, tidak boleh dipasang bila ulang asut otomatis itu dapat mengakibatkan kecelakaan.(510.5.4.8).

7. Proteksi Hubung Pendek Sirkuit Motor

Setiap motor harus diproteksi tersendiri terhadap arus lebih yang diakibatkan oleh hubung pendek, kecuali untuk motor berikut (510.5.5.1);

- a. Motor yang terhubung pada sirkuit akhir, yang diproteksi oleh proteksi arus hubung yang mempunyai nilai pengenalan atau setelan tidak lebih 16 A.
- b. Gabungan motor yang merupakan bagian daripada mesin atau perlengkapan, asal setiap motor diproteksi oleh satu atau lebih relai arus lebih, yang mempunyai nilai pengenalan atau setelan yang memenuhi 510.5.4.3 dan yang dapat menggerakkan sebuah sakelar untuk menghentikan semua motor sekaligus.

Nilai pengenalan atau setelah gawai proteksi arus hubung pendek harus dipilih sehingga motor dapat diasut, sedangkan sirkuit akhir, gawai kendali, dan motor, tetap diproteksi terhadap arus hubung pendek (510.5.5.2.1). Gawai proteksi

hubung pendek harus dengan serentak memutuskan konduktor tak dibumikan yang cukup jumlahnya untuk menghentikan arus ke motor (510.5.4).

Jika tempat hubungan suatu cabang ke saluran utama tak dapat dicapai, proteksi arus lebih sirkit motor boleh dipasang ditempat yang dapat dicapai, asal konduktor antara sambungan dan proteksi mempunyai KHA sekurang-kurangnya $\frac{1}{3}$ KHA saluran utama, tetapi panjangnya tidak boleh lebih dari 10 m, dan dilindungi terhadap kerusakan mekanis.

8. Proteksi Hubung Pendek Sirkit Cabang

Suatu sirkit cabang yang mempunyai beberapa motor dan terdiri dari atas konduktor dengan ukuran berdasarkan 510.5.3.2 harus dilengkapi dengan proteksi arus lebih yang tidak melebihi nilai pengenalan atau setelan gawai proteksi sirkit akhir motor yang tertinggi berdasarkan 510.5.5.2.3, ditambah dengan jumlah arus beban penuh semua motor lain yang disuplai oleh sirkit tersebut (510.5.6.1).

Untuk instalasi besar yang dipasangi sirkit yang besar sebagai persediaan bagi perluan atau perubahan dimasa datang, proteksi arus lebih dapat didasarkan pada KHA konduktor tersebut (510.5.6.2).

9. Kendali (510.5.7)

Kendali adalah sarana yang mengatur tenaga listrik, yang dialirkan ke motor dengan cara yang sudah ditentukan. Di dalamnya termasuk juga sarana yang biasa digunakan untuk mengasut dan menghentikan motor (510.5.7.1).

Setiap motor harus dilengkapi dengan kendali tersendiri, kecuali dalam hal berikut; (510.5.7.2)

- a. semua motor dengan daya pengenalan tidak lebih dari 0,5 kW, yang disuplai sirkit cabang yang diproteksi oleh gawai proteksi hubung pendek dengan nilai pengenalan atau setelan tidak lebih dari 25 A, asal saja ada saklar dalam ruangan yang sama, yang dapat memutuskan suplai ke motor tersebut.
- b. Semua motor dengan daya pengenalan tidak lebih dari 0,5 kW, yang dihubungkan ke catu daya dengan tusuk kontak.
- c. Semua motor yang merupakan bagian dari satu perkakas atau mesin, asal saja tersedia suatu saklar bersama bagi semua motor tersebut.

a. **Desain kendali (510.5.7.3)**

- 1) Tiap kendali harus mampu mengasut dan menghentikan motor yang dikendalikannya. Untuk motor a.b kendali harus mampu memutuskan arus motor yang macet (510.5.7.3.1).
- 2) Suatu pengasut jenis ototransformator harus menyediakan satu kedudukan buka, satu kedudukan jalan dan sekurang-kurangnya satu kedudukan asut. Pengasut jenis ototransformator harus didesain sedemikian sehingga tidak dapat berhenti pada kedudukan yang membuat proteksi arus lebih tak bekerja (510.5.7.3.2)
- 3) Reostat untuk mengasut motor harus didesain sedemikian sehingga lengan kontak tidak dapat diam berenti pada segmen antara. (510.5.7.3.3).

b. **Sirkuit kendali (510.5.7.7)**

- 1) Sirkuit kendali harus diatur sedemikian sehingga akan terputus dari semua sumber suplai, jika sarana pemutus dalam keadaan terbuka. Sarana pemutus boleh terdiri atas dua gawai, satu diantaranya memutuskan hubungan motor dan kendali dari sumber suplai daya untuk motor, dan yang lain memutuskan hunungan sirkit kendali dari suplai dayanya. Bilamana digunakan dua gawai terpisah, keduanya harus ditempatkan berdampingan (510.5.7.7.1)
- 2) Bilamana digunakan transformator atau gawai lain untuk memperoleh voltase yang lebih rendah bagi sirkit kendali dan ditempatkan pada kendali, transformator atau gawai lain tersebut harus dihubungkan ke sisi beban sarana sirkit kendali (510.5.7.7.2)

Bahan Bacaan 2: Pengontrolan Operasi Motor Listrik

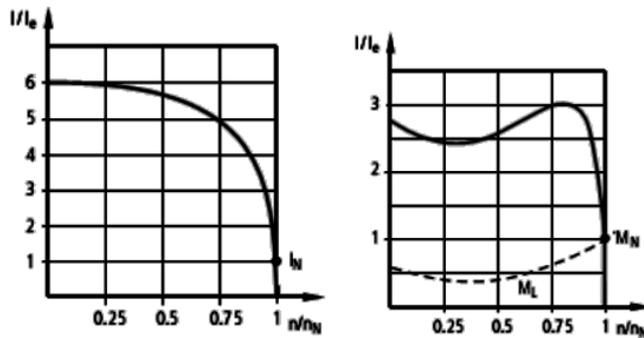
1. Pengasutan Motor Induksi Tiga Fase

a. Pengasutan Langsung (Direct on line/DOL starter)

Karakteristik umum :

- 1) Arus *starting* : 4 sampai 8 kali arus nominal
- 2) Torsi *starting* : 0,5 sampai 1,5 kali torsi nominal
- 3) Kriteria pemakaian :
 - a) 3 terminal motor, daya rendah sampai menengah

- b) Arus *starting* tinggi dan terjadi drop voltase
- c) Peralatan sederhana
- 4) Waktu total yang diperlukan untuk DOL *Starting* direkomendasikan tidak lebih dari 10 detik



Gambar 68.
Karakteristik Arus,
Torsi dan Kecepatan.

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

Daya = Torsi x kecepatan sudut

$$= T \times \omega \dots\dots\dots \text{watt}$$

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

$$P_1 = 2 \pi \cdot Ns \cdot T \text{ atau } = K \cdot T$$

Perbandingan torsi *starting* dengan torsi beban penuh kalau

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

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 *direct on line* (DOL), mengambil arus *starting* 7 kali arus beban penuh, makatorsi *starting* akan sama dengan 1,96 kali torsi beban penuh.

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

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

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:

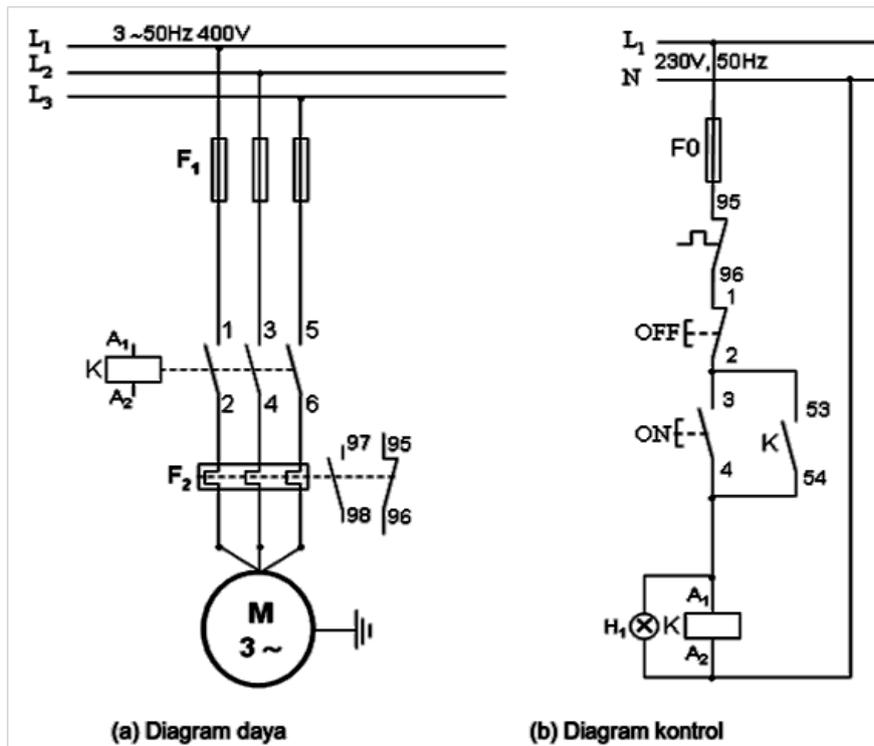
$$I_r = \frac{V}{R_1 + \frac{R_2}{s} + jX_T}$$

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.



Gambar 69. Rangkaian Pengontrolan Motor DOL

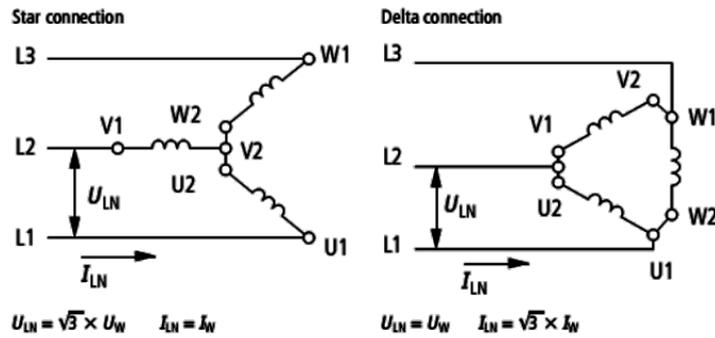
Apabila motor induksi direkomendasikan diasut DOL, waktu pengasutan singkat, tidak lebih dari 10 detik dan kapasitas BHP motor maksimum 5kW. Atau pengasutan DOL dapat direkomendasikan dengan kapasitas motor hingga 0,5-1MW apabila waktu asut ≤ 5 detik dan persediaan daya pada *feeder* cukup, dimana waktu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

b. Pengasutan Bintang-Segitiga (Motor Starting Star-Delta)

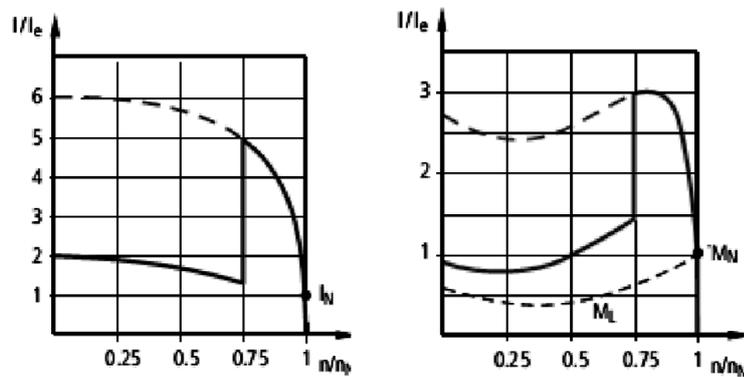
Metoda *starting* Y- Δ banyak digunakan untuk menjalankan motor induksi rotor sangkar yang mempunyai daya di atas 5 kW (atau sekitar 7 HP). Untuk menjalankan motor dapat dipilih starter yang umum dipakai antara lain : saklar rotari Y- Δ , saklar khusus Y- Δ atau dapat juga menggunakan beberapa kontaktor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



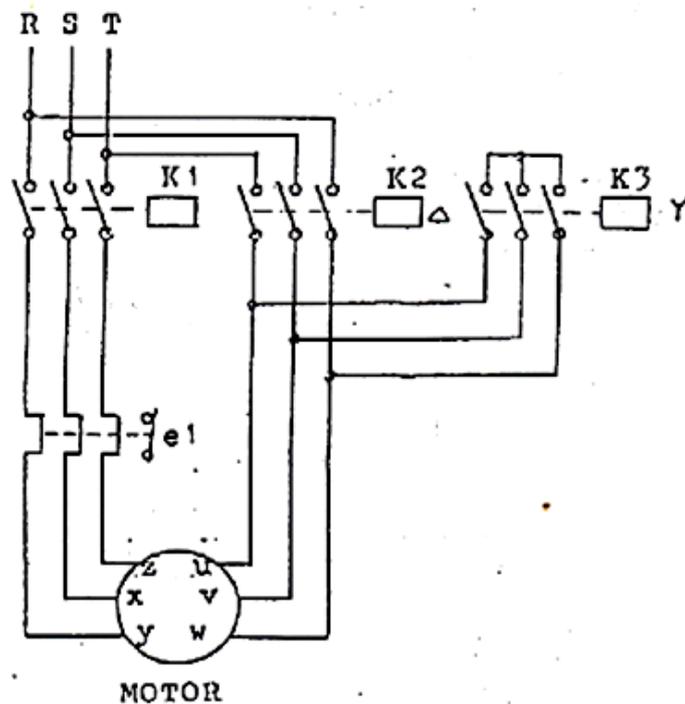
Gambar 70. Perbandingan Voltase Hubungan Bintang (Y) dan Segitiga (Δ)



Gambar 71 Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan.

Karakteristik Umum :

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



Gambar 72. 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.

c. **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. Dari gambar di bawah, terlihat kalau tap berubah menjadi X volt sehingga berlaku persamaan :

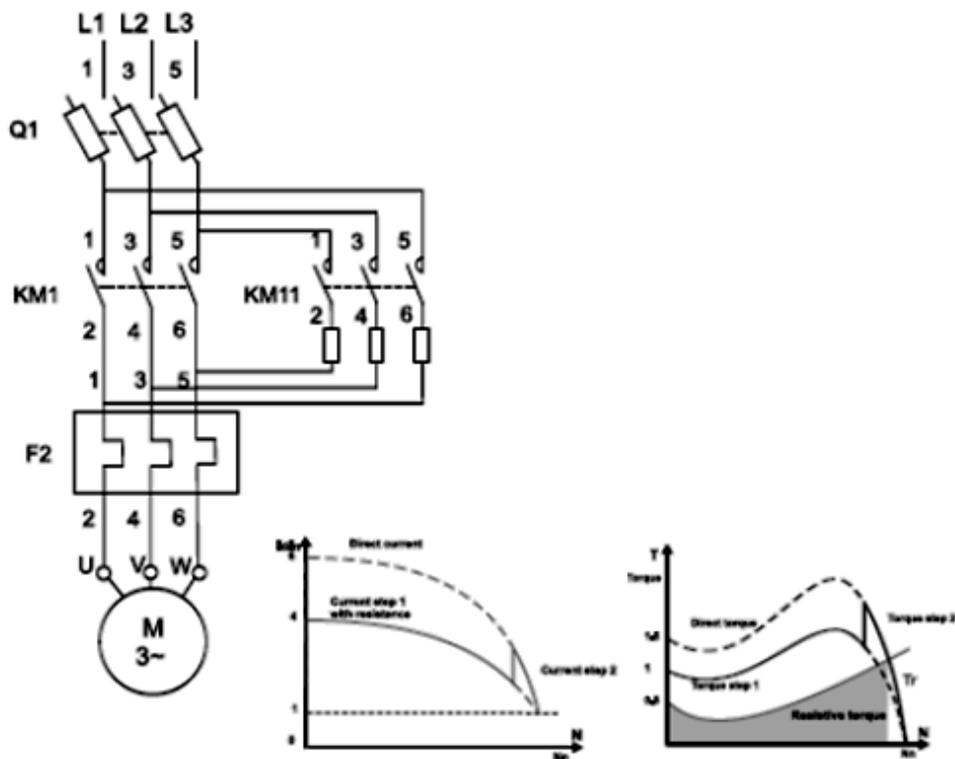
$$I_{start} = X I_{sc} \text{ dan } T_{start} = X^2 T_{sc}$$

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

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

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

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



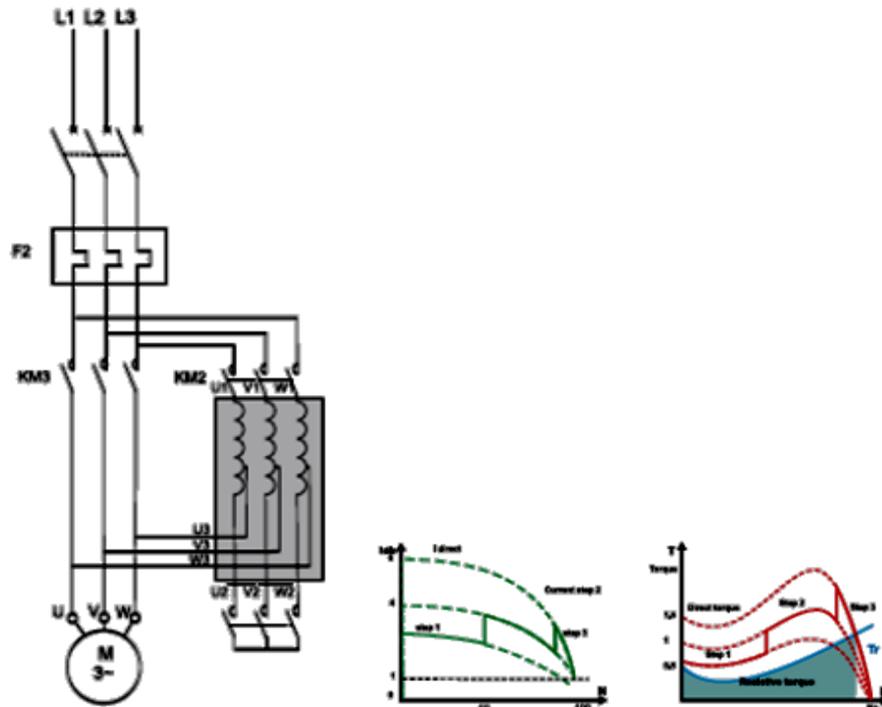
Gambar 73. Starter dengan Tahanan Primer (Primary Resistance Starter). Perbandingan Torsi dengan Torsi Beban Penuh

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

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

d. 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 74 Starter dengan Auto-Transformer

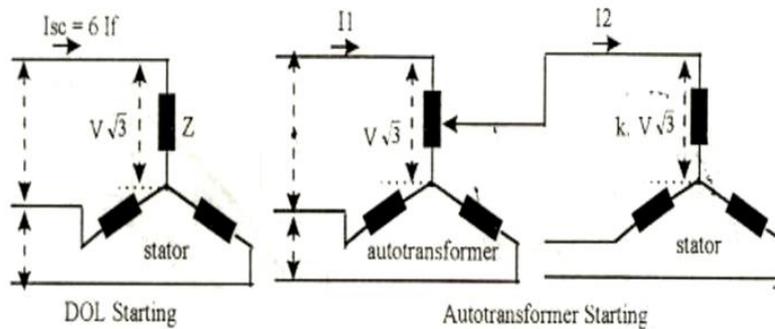
Transformator dibuat dari sejumlah tahapan voltase sekunder yang biasanya 83 %, 67 % dan 50 % dari voltase primer.

Jika perbandingan tahapan voltase = k , maka pada 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 kI . Dengan mengabaikan arus magnetisasi transformator, arus primer yang diambil sama dengan kali arus sekunder yang sama dengan k^2I . 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 75. 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.

e. 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:

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} = x100\%$$

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

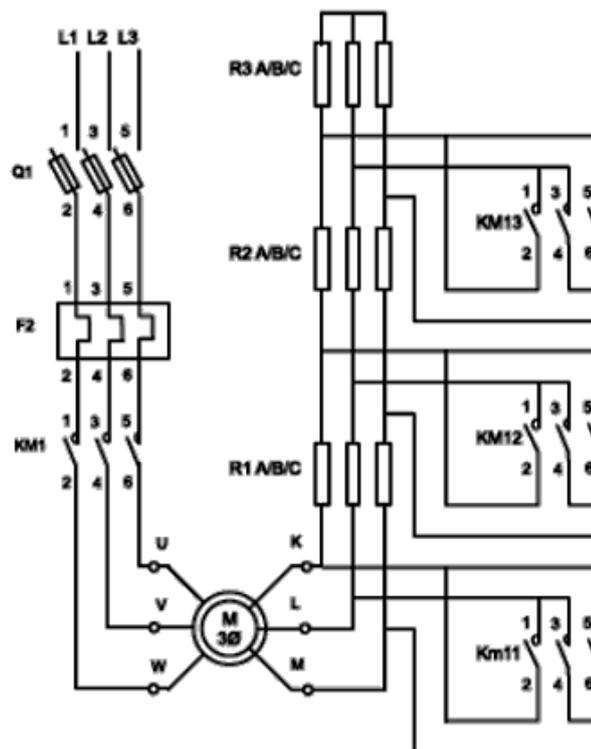
$$n_r = n_s - S \cdot n_s$$

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

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

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

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



Gambar 76. 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 ?

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

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

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

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

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

$$f_2 = S \cdot f$$

$$= 0,03 \times 50$$

frekuensi rotor $f_2 = 1,5 \text{ Hz}$

2. Pengontrolan Operasi Motor

Pembahasan ini akan diperlihatkan beberapa pengontrolan operasi motor berlandaskan konsep yang telah diuraikan. Tidak semua sistem pengontrolan motor induksi tiga fase disajikan dalam bab ini, tetapi hanya sebagian saja, yaitu pengontrolan motor tiga fase yang lazim ditemui.

Dalam penggambaran pengontrolan setiap motor terdiri dari diagram daya dan diagram kontrol.

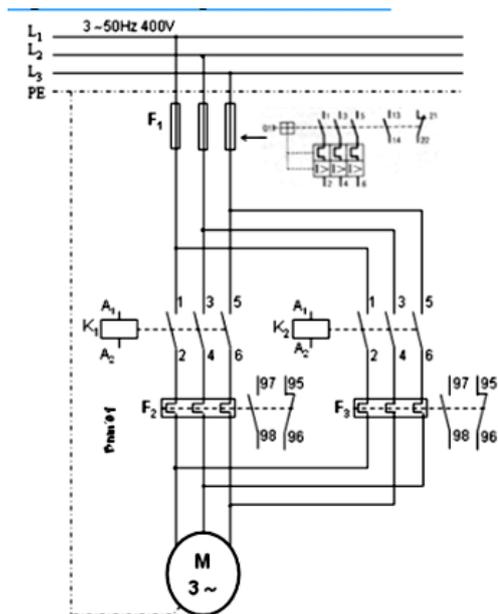
a. Pengontrolan Motor dengan DOL

Perhatikan gambar rangkaian pengontrol motor asut langsung DOL. Apabila tersedia voltase untuk rangkaian daya dan rangkaian kontrol, tekan tombol ON, kontaktor K akan bekerja, lampu H1 akan menyala dan motor akan bekerja. Setelah tekanan ke tombol ON dilepas, tombol ON kembali keposisi NO, rangkaian kontrol tetap bekerja, karena fungsi Tombol ON diambil alih oleh kontak NO nomor 53-54 kontaktor K (saklar pengunci). Apabila arus ke motor naik melampaui arus penyetelan TOL F_2 , maka TOL F_2 akan bekerja yang mengubah posisi kontak-kontak relainya.

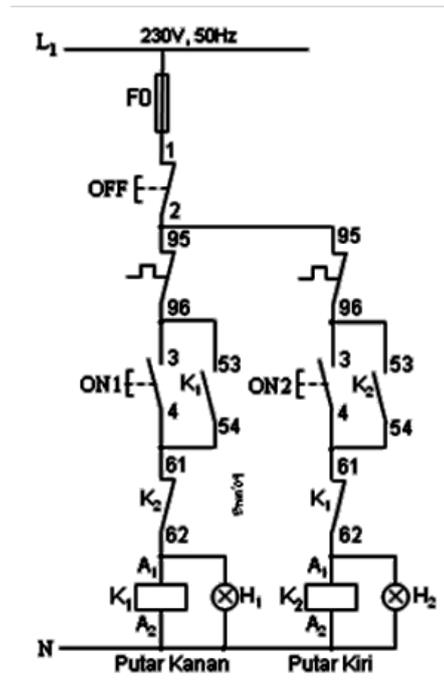
Kontak relai TOL F_2 nomor 95-96 berubah posisi dari NC ke posisi terbuka. Akibatnya hubungan rangkaian kontrol sumber voltase terputus dan sistem pengontrolan motor berhenti beroperasi. Apabila hal ini terjadi, periksa dan analisa gangguan yang mungkin terjadi terhadap sistem operasi motor. Untuk mengembalikan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

agar kontak relai nomor 95-96 kembali ke posisi semula (NC). Untuk menghentikan motor adalah dengan menekan tombol OFF.

b. Pengontrolan Motor dengan Dua Arah Putaran



Gambar 77. Diagram Daya Motor Dua Arah Putaran.



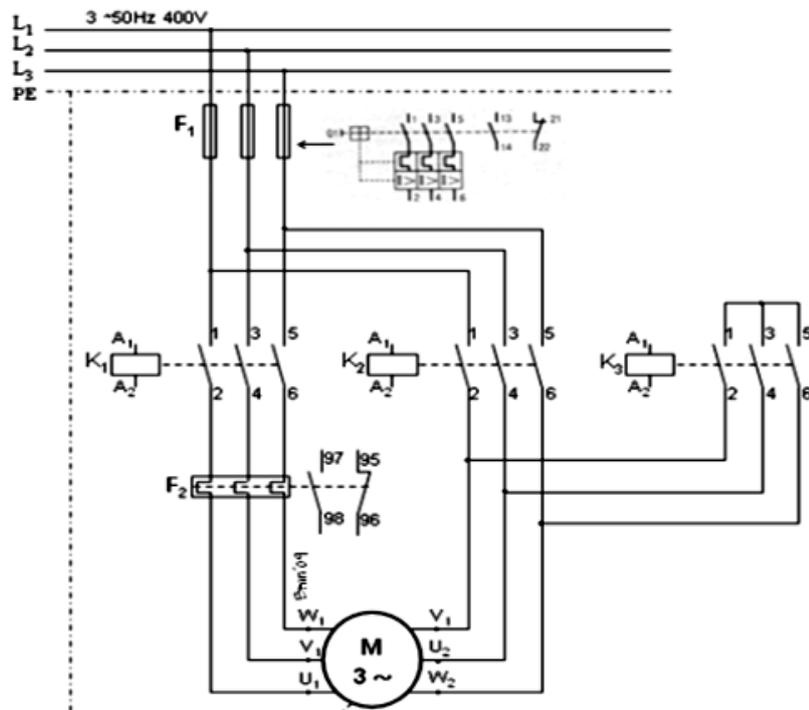
Gambar 78. Diagram Kontrol Motor Dua Arah Putaran.

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*).

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, apa sebabnya?

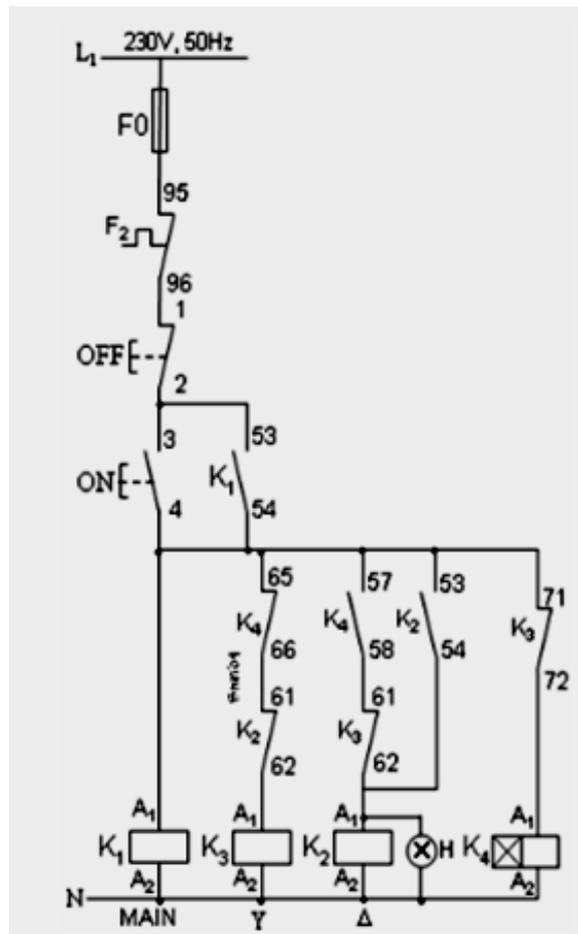


Gambar 79. Diagram Daya Motor Diasut Y-Δ.

c. Pengontrolan Motor dengan Pengasut

Pengasutan Y-Δ bertujuan untuk menurunkan arus *starting* sebesar 33,33% dari arus start DOL motor.

Kinerja Rangkaian: Apabila tombol ON dari gambar di atas ditekan, motor akan bekerja pada sambung Y, ditandai dengan voltase terminal motor = voltase fase jaringan. Setelah ± 8 detik (sesuai dengan penyetelan waktu time delay K_4 dari gambar di atas secara otomatis bekerja pada sambung Δ

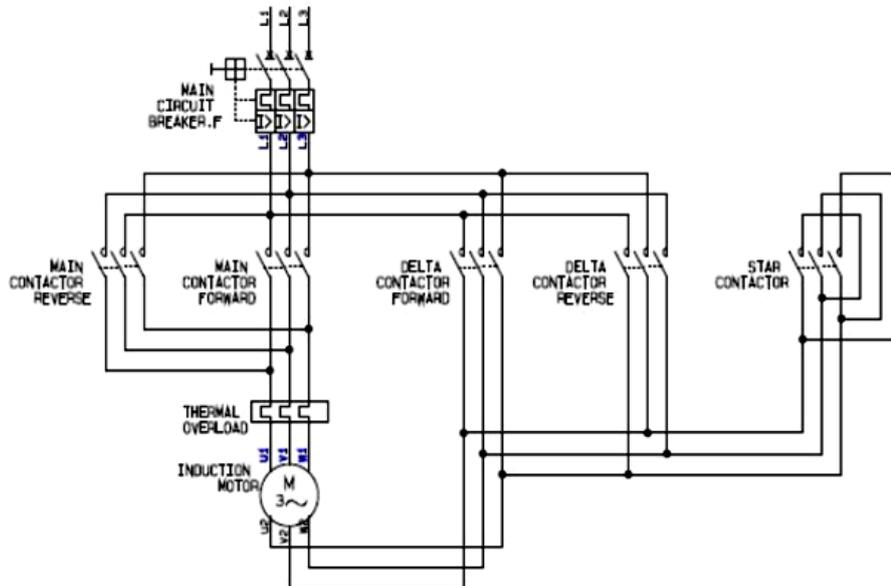


Gambar 80. Diagram Kontrol Motor Diasut Y-Δ

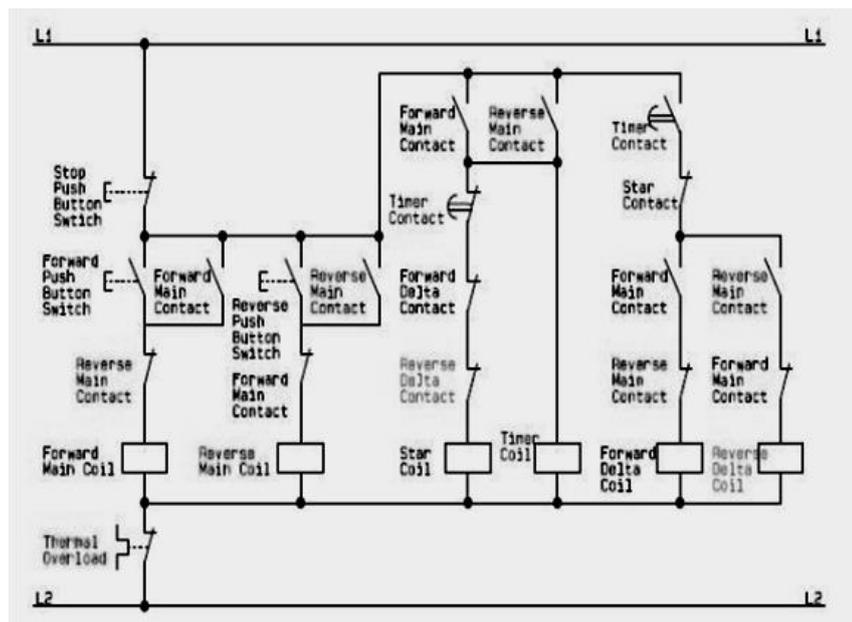
Catat arus *starting* pada awal pengasutan dan ukur voltase fase motor saat tersambung Y dan tersambung Δ. Mengapa voltase lebih kecil saat sambung Y dibanding setelah tersambung Δ? Berikan alasan anda dan catat.

Untuk keperluan tertentu di industri ada kalanya suatu motor penggerak produksi diperlukan dua arah putaran seperti pada gambar di atas, tetapi saat awal berputar harus diasut Y-Δ seperti pada gambar di atas.

Sedangkan rangkaian diagram kontrol dari motor dengan dua arah yang diasut Y-Δ. Pengawatan (instalasi terpasang) peralatan kontrol motor induksi tiga fase dengan pengasutan bintang-segitiga (Y-Δ), bekerja pada voltase 3 fasa, 380V, 125A.



Gambar 81. Diagram Daya Motor Dengan Dua Arah yang Diasut Y-Δ.



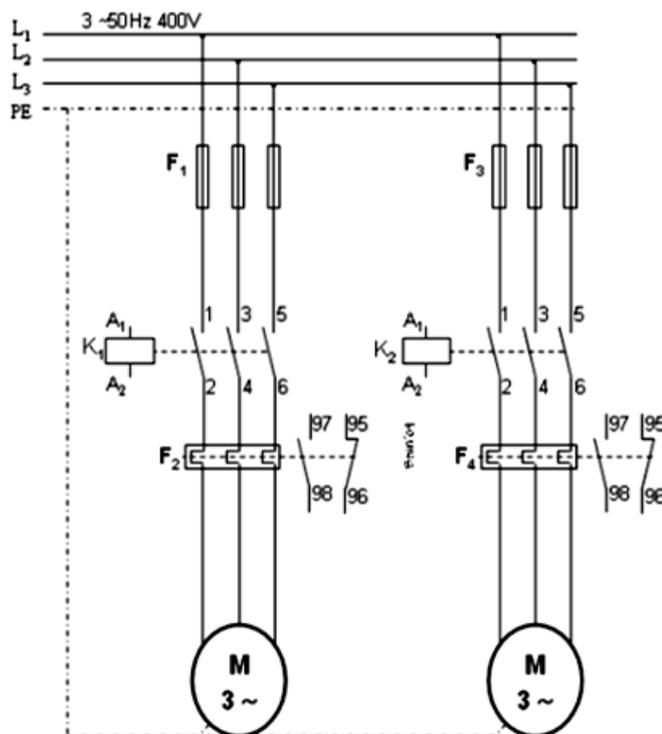
Gambar 82. Diagram Kontrol Motor dengan Dua Arah Yang Diasut Y-Δ

d. 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 di bawah.

Kinerja rangkaian : Pada gambar 83, 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 84. 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 84, selanjutnya menstop motor 1 beroperasi.

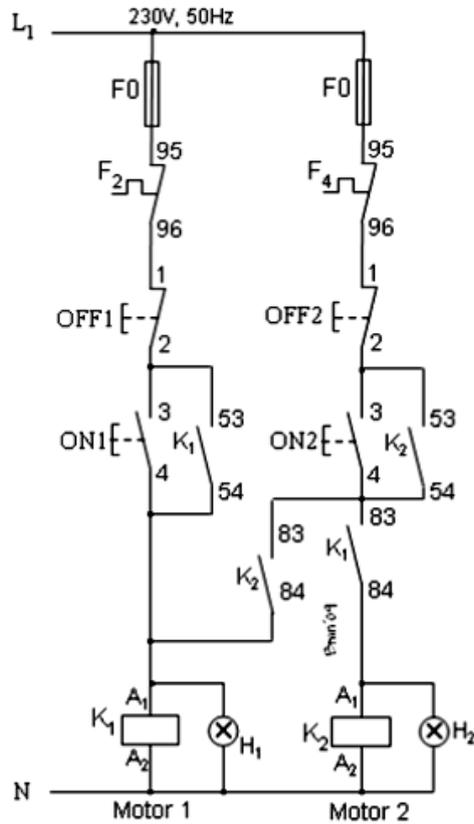


Gambar 83
Diagram Daya Motor
Berurutan

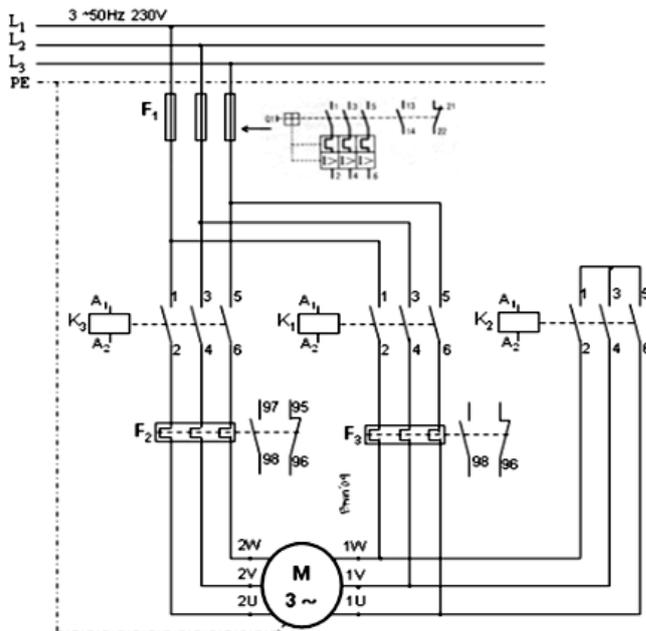
Mengatur kecepatan putar motor induksi berbasis pada $n = \frac{120.f}{p}$, yang dilakukan dengan mengatur jumlah kutub atau besaran frekuensi, motor yang dapat diatur jumlah kutubnya salah satunya adalah motor dahlander. Pengaturan kecepatan putar motor induksi dengan mengatur jumlah kutub-kutubnya diperlihatkan pada gambar 84 dan 85.

Kinerja rangkaian: Motor yang mempunyai dua kecepatan putar. Melalui pengontrolan seperti pada gambar 85, motor seperti pada gambar 86, dapat

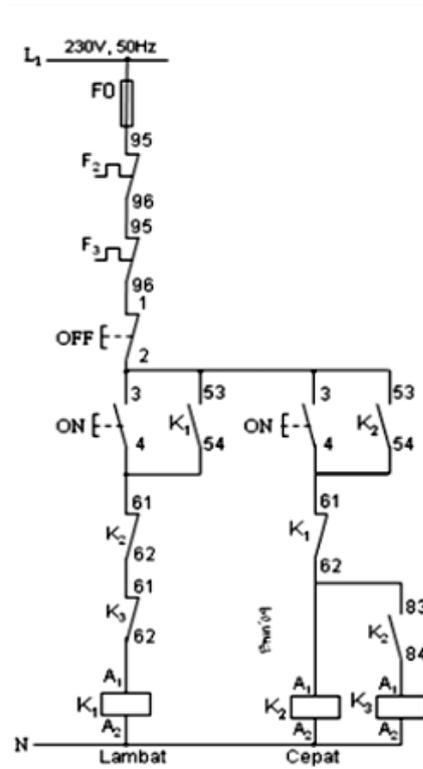
diatur putarannya pada 1440rpm atau 2800rpm. Anda dapat mengatur kecepatan putar dengan menekan tombol ON1 atau ON2.



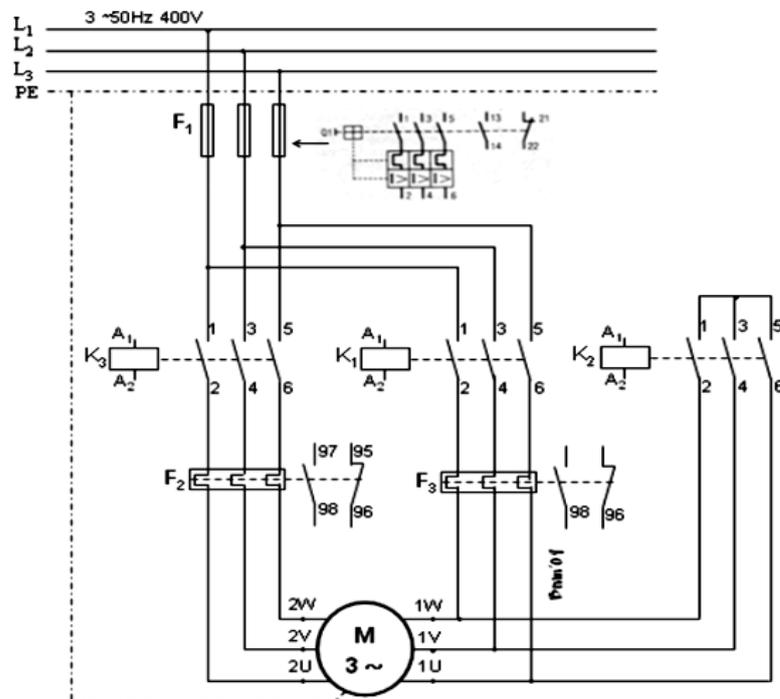
Gambar 84. Diagram Kontrol Motor Berurutan



Gambar 85. Diagram Daya Motor Dahlander



Gambar 86. Diagram Kontrol Motor Dahlander



Gambar 87. Diagram Daya Motor *Separate Winding*

Dengan mengamati gambar 85, anda akan dapat menentukan yang mana tombol putar lambat (ON 1) dan yang mana putar cepat (ON 2), tandai pada gambar.

Operasikan motor dan ukur kecepatan motor, catat hasilnya.

Tipe lain dari motor induksi yang kecepatan putarnya dapat diatur adalah motor *separate winding* seperti pada gambar 87. Dimana diagram pengontrolannya sama seperti diagram motor dahlander.

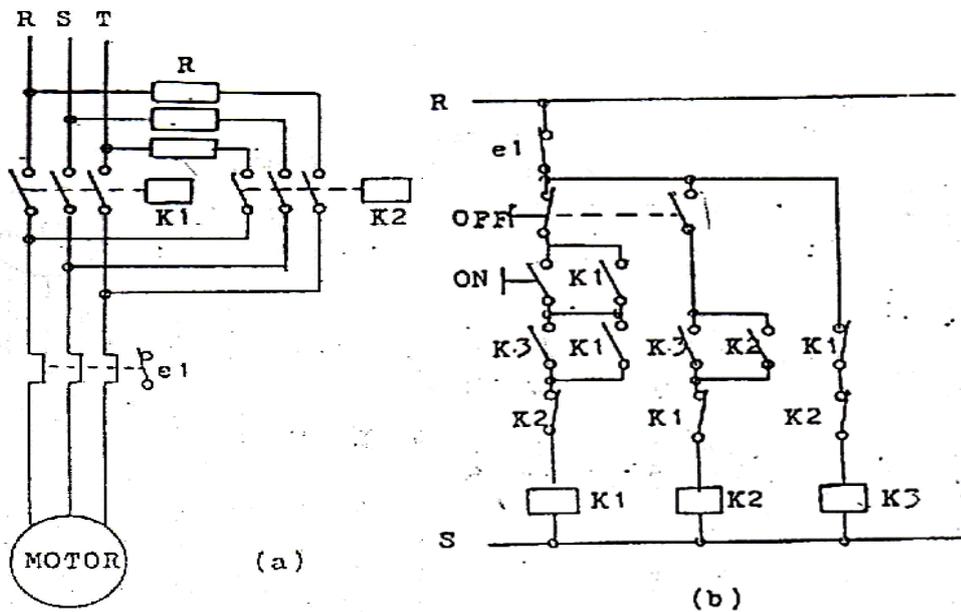
3. Rangkaian Kontrol Pengereman Motor Induksi

Suatu motor listrik yang sedang beroperasi dapat dihentikan dengan segera bila dilakukan pengereman. Baik pengereman secara mekanis maupun elektrik. Jadi, motor tidak cukup hanya dihentikan dengan memutus tegangan sumber saja, karena motor masih mempunyai putaran sisa. Pengereman secara elektris lebih cocok bagi motor induksi dibanding pengereman secara mekanis. Namun untuk tujuan tertentu pengereman secara mekanis masih diperlukan agar motor dapat berhenti lebih cepat. Ada tiga cara pengereman motor induksi, yakni sebagai berikut.

a. Pengereman *System Plugging* (Secara Manual)

Pengereman ini dilakukan dengan cara merubah urutan fasa sumber motor yang bersangkutan (seperti rangkaian membalik arah putaran motor), dengan demikian motor akan mendapat kopel lawan dan segera berhenti. Tindakan pengereman hanya dilakukan sesaat saja dan bila lebih lama motor akan berputar berlawanan arah. Arus motor yang besar akibat pengereman dapat diatasi dengan memberikan tahanan depan.

Kontaktor K1 untuk mengoperasikan motor, K2 untuk pengereman (merubah urutan fasa) dan K3 adalah kontaktor bantu untuk mengatur pengoperasian K1 dan K2. Tahanan depan R berfungsi sebagai pembatas arus motor saat pengereman. Apabila ON ditekan, maka K1 akan menalir arus dan motor akan beroperasi. Bila OFF ditekan, maka K1 akan melepas dan K2 mendapat arus dan motor akan segera berhenti karena mendapat torsi lawan. OFF ditekan hanya sesaat atau sampai motor benar-benar berhenti.



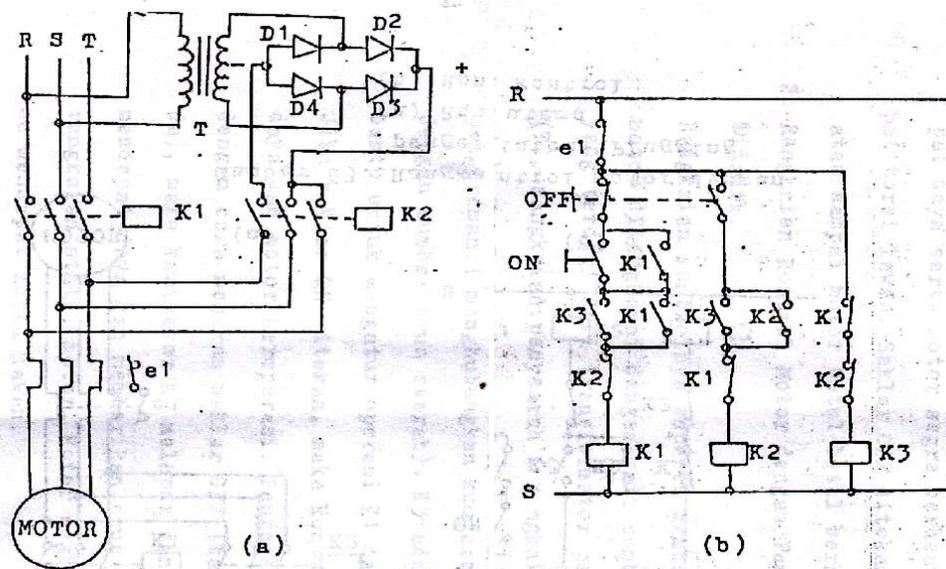
Gambar 88. Rangkaian Kontrol Motor dengan Pengereman System Plugging (a) Rangkaian Utama b) Rangkaian Kontrol

b. Pengereman System Regenerative

Pengereman jenis ini cocok digunakan pada motor dua kecepatan (dachlander). Pengereman ini dilakukan dengan cara mengatur kecepatan motor pada nilai terendah dan selanjutnya dilakukan pengereman secara plugging. Pengereman jenis ini biasanya digunakan pada lift dan alat angkat.

c. Pengereman Secara Dinamik

Pengereman jenis ini dilakukan dengan memberikan kumparan stator motor tegangan dc, setelah dilepas dari tegangan jaringan. Tegangan dc didapatkan dengan menurunkan tegangan jaringan melalui trafo penurun tegangan dan diode sebagai perata tegangan atau mengubah dari AC ke DC. Saat diberi tegangan dc, maka dua kumparan stator terhubung parallel dan terhubung seri dengan yang lain. Dengan catatan arus dc yang diberikan pada kumparan stator tidak boleh melebihi arus nominal motor yang bersangkutan.



Gambar 89. Rangkaian Kontrol Motor dengan Pengereman System Dinamik (a) Rangkaian Utama (b) Rangkaian Kontrol

K1 untuk mengoperasikan motor, K2 untuk pengereman (menghubungkan kumparan stator dengan sumber arus searah). K3 adalah kontaktor bantu untuk mengatur K1 dan K2. Jika saklar ON ditekan maka K1 mendapat daya dan motor beroperasi. Pengereman dilakukan dengan menekan saklar OFF. Maka kontaktor K1 melepas dan K2 mendapat daya dan memberikan arus searah pada rangkaian stator motor. Motor segera berhenti karena mendapat kopel lawan.

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 Spesifikasi Komponen dan Alat Instalasi Pengontrolan 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 diunjukkan oleh peserta diklat bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan Lembaran Kerja (LK-50). Jika peserta diklat dapat menjawab pertanyaan di atas dengan baik, maka dapat melanjutkan pembelajaran selanjutnya.

Aktifitas 1: Memahami Pengasutan dan Proteksi Motor Listrik

Peserta diklat diminta membaca dan mengamati bahan bacaan 1. Apa yang ditemukan peserta diklat setelah mengamati Pengasutan dan Proteksi Motor Listrik tersebut diskusikan dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah tabel LK-51 dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Jelaskan 3 bagian pengontrolan motor menurut fungsinya!
2. Jelaskan kelebihan dan kekurangan pengasutan DOL dan Bintang-Segitiga!!
3. Jelaskan komponen yang digunakan untuk proteksi beban lebih!
4. Jelaskan penempatan sensor beban lebih pada instalasi Motor!

Aktifitas 2: Memahami Pengontrolan Operasi Motor Listrik

Bacalah dan amati Pengontrolan Operasi Motor Listrik pada bahan bacaan 2, diskusikan dengan kelompok. Selanjutnya isilah Tabel LK-52 dengan pertanyaan sebagai berikut.

1. Jelaskan faktor yang harus diperhatikan pada pengasutan langsung (DOL)!
2. Jelaskan Persyaratan pengasutan tahanan primer
3. Jelaskan Persyaratan Pengontrolan Motor dengan 2 arah putaran!
4. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor berurutan!
5. Jelaskan perbedaan pengereman secara mekanis dan elektrik!

LEMBARAN KERJA KB-5

LK-50

1. Apasaja yang harus dipersiapkan oleh peserta diklat sebelum mempelajari materi pembelajaran Spesifikasi Komponen dan Alat Instalasi Pengontrolan 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-51

1. Jelaskan 3 bagian pengontrolan motor menurut fungsinya!

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

2. Jelaskan kelebihan dan kekurangan pengasutan DOL dan bintang segitiga!

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

3. Jelaskan komponen yang digunakan untuk proteksi beban lebih!

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

4. Jelaskan penempatan sensor beban lebih pada instalasi Motor!

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

LK-52

1. Jelaskan faktor yang harus diperhatikan pada pengasutan langsung (DOL)!

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

2. Jelaskan Persyaratan pengasutan tahanan primer

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

3. Jelaskan Persyaratan Pengontrolan Motor dengan 2 arah putaran!

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

4. Jelaskan persyaratan pengontrolan motor berurutan!

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

5. Jelaskan perbedaan pengereman secara mekanis dan elektrik!

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

E. LATIHAN

1. Jelaskan maksud pengaturan penempatan/pemasangan motor listrik!
2. Jelaskan kemampuan KHA konduktor, yang mensuplai dua motor atau lebih!
3. Jelaskan penempatan sensor beban lebih pada motor!
4. Jelaskan prinsip kerja sirkit kendali motor listrik!
5. Gawai proteksi beban lebih terdiri atas.!
6. Jelaskan keuntungan pengasutan motor induksi 3 fase bintang segitiga dibandingkan dengan pengasutan DOL!
7. Jelaskan mengapa motor kapasitas besar dianjurkan tidak menggunakan pengasutan DOL!
8. Sebuah motor mempunyai arus nominal 20 A, dengan pengasutan DOL arus *starting* 6 kali arus nominal. Apabila diasut dengan bintang segitiga hitung arus pengasutannya.
9. Sebuah motor induksi 3 fase: 3 kW, 380 V tentukan seting arus TOR yang akan digunakan sebagai proteksi dari beban lebih!
10. Jelaskan rumus menentukan KHA konduktor sirkit cabang, dan setelan proteksi hubungan pendek sirkit cabang.
11. Jelaskan 3 cara pengereman motor induksi!

F. RANGKUMAN

1. Puil 2011 menjelaskan motor harus dipasang sedemikian sehingga dapat dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman (510.5.1.6.1). Penempatan pemasangan motor diusahakan agar mudah terlihat dan dibaca plat nama motor. Lengkapan pengatur dan perlengkapan kendali harus dapat dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman.
2. Sebuah motor listrik adakalanya selama operasi terjadi berbagai kendala dan gangguan yang dapat mengakibatkan motor mengalami beban lebih atau motor tidak dapat diasut. Bila beban lebih yang terjadi melebihi kemampuan motor, tentu akibatnya motor bisa terbakar. PUIL 2011 mensyaratkan, proteksi beban lebih (arus lebih) dimaksudkan untuk melindungi motor, perlengkapan kendali motor, terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat beban lebih atau sebagai akibat motor tidak dapat diasut. Beban lebih atau arus lebih pada waktu motor beroperasi, bila bertahan cukup lama, akan

mengakibatkan kerusakan atau pemanasan yang berbahaya pada motor tersebut.

3. Setiap motor harus diproteksi tersendiri terhadap arus lebih yang diakibatkan oleh hubung pendek.
4. Kendali adalah sarana yang mengatur tenaga listrik, yang dialirkan ke motor dengan cara yang sudah ditentukan. Di dalamnya termasuk juga sarana yang biasa digunakan untuk mengasut dan menghentikan motor.
5. Subpasal motor harus dilengkapi syarat bagi sarana pemutus, yakni gawai yang memutuskan hubungan motor dan kendali dari sirkit sumber dayanya.
6. Bagian aktif yang terbuka pada motor dan kendali yang bekerja pada voltase ke bumi di atas 50 V harus dihindarkan dari sentuh tak sengaja dengan selungkup atau dengan salah satu penempatan.
7. Pengasutan motor induksi 3 fase dapat dilakukan dengan pengasutan langsung (DOL), pengasutan bintang-segitiga, pengasutan dengan tahanan primer, pengasutan dengan *auto transformer*, pengasutan dengan pengaturan tahanan rotor.
8. Pengontrolan operasi motor terdiri dari; pengontrolan motor dengan DOL, pengontrolan motor dengan dua arah putaran, pengontrolan motor dengan pengasut bintang-segitiga, pengontrolan motor berurutan.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Umpan balik setelah mempelajari Kegiatan Pembelajaran 5 ini adalah melihat apakah peserta diklat sudah memiliki kemampuan:

1. Pengendalian Motor
2. Pengontrolan Motor Listrik
3. Sarana Pemutus
4. Pencegahan Terhadap Sentuh Langsung
5. Proteksi Motor
6. Pembumian
7. Proteksi Beban Lebih
8. Proteksi Hubung Pendek Sirkit Motor

9. Proteksi Hubung Pendek Sirkuit Cabang
10. Kendali
11. Pengasutan Motor Induksi Tiga Fase
12. Pengontrolan Operasi Motor
13. Rangkaian Kontrol Pengereman Motor Induksi

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.

KUNCI JAWABAN (Kegiatan Pembelajaran 1 s.d 5)

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1

1. TIK adalah semua teknologi yang berhubungan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi. Pemahaman TIK yang demikian ini mencakup semua perangkat keras, perangkat lunak, kandungan isi, dan infrastruktur. Penerapan TIK pada pendidikan/pembelajaran mencakup perangkat keras, perangkat lunak, kandungan isi (materi pelajaran), dan infrastruktur yang fungsinya berkaitan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi (materi pelajaran). Dengan demikian, pengertian TIK tidak lagi hanya sebatas pada hal-hal yang canggih (*sophisticated*), seperti komputer dan internet, tetapi juga mencakup yang konvensional, seperti bahan cetakan, kaset audio, Overhead Transparency (OHT)/Overhead Projector (OHP), bingkai suara (*sound slides*), radio, dan TV.
2. TIK selalu terdiri dari *hardware* dan *software*. *Hardware* atau perangkat keras adalah segala sesuatu peralatan teknologi yang berupa fisik. Cirinya yang paling mudah adalah terlihat dan bisa disentuh. Sedangkan *software* atau perangkat lunak adalah sistem yang dapat menjalankan atau yang berjalan dalam perangkat keras tersebut. *Software* dapat berupa *operating system* (OS), aplikasi, ataupun konten.
3. Potensi-potensi TIK dalam pembelajaran antara lain dapat:
 - a. membuat konkrit konsep yang abstrak, misalnya untuk menjelaskan sistem peredaran darah;
 - b. membawa obyek yang berbahaya atau sukar didapat ke dalam lingkungan belajar, seperti: binatang-binatang buas, atau penguin dari kutub selatan;
 - c. menampilkan obyek yang terlalu besar, seperti pasar, candi borobudur;
 - d. menampilkan obyek yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti: mikro organisme;

- e. mengamati gerakan yang terlalu cepat, misalnya dengan *slow motion* atau *time-lapse photography*;
- f. memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan lingkungannya;
- g. memungkinkan keseragaman pengamatan dan persepsi bagi pengalaman belajar siswa;
- h. membangkitkan motivasi belajar siswa;
- i. menyajikan informasi belajar secara konsisten, akurat, berkualitas dan dapat diulang penggunaannya atau disimpan sesuai dengan kebutuhan; atau
- j. menyajikan pesan atau informasi belajar secara serempak untuk lingkup sasaran yang sedikit/kecil atau banyak/luas, mengatasi batasan waktu (kapan saja) maupun ruang di mana saja).

TIK memiliki potensi yang sangat besar dalam membantu peningkatan efektivitas pembelajaran, sebagai berikut:

- a. 10% informasi diperoleh dengan cara membaca (teks).
 - b. 20% informasi diperoleh dengan cara mendengar (suara).
 - c. 30% informasi diperoleh dengan cara melihat (grafis/foto).
 - d. 50% informasi diperoleh dengan cara melihat dan mendengar (video/animasi).
 - e. 80% informasi diperoleh dengan cara berbicara.
 - f. 80% informasi diperoleh dengan cara berbicara dan melakukan (interaktif).
4. Media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran, antara lain: film, video, LCD, televisi, dan *slide proyektor*. Sebenarnya media pembelajaran tidak hanya terbatas pada media elektronik melainkan segala sesuatu yang digunakan untuk memperlancar proses belajar mengajar yang mempunyai tujuan agar materi yang diajarkan lebih mudah dipahami oleh peserta termasuk papan tulis, penggaris, buku, maupun peraga manual. Sehingga perbedaan alat peraga dan media, terletak pada fungsinya bukan pada substansinya.

Media memiliki peran yang sangat penting dalam kegiatan pembelajaran. Media berfungsi menjembatani antara guru dan siswa dalam rangka menyampaikan materi bahan ajar, membantu siswa memahami bahan ajar dan memfasilitasi siswa melakukan kegiatan pembelajaran. Dan akhirnya media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang dan waktu, serta dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka. Penerapan TIK untuk media pembelajaran meliputi :

- a. Media yang tidak diproyeksikan (non projected media), contohnya: realita, model, bahan grafis (graphical material), display.
 - b. Media yang di proyeksikan (projected media), contohnya: OHT, Slide, Opaque.
 - c. Media audio (audio) kaset, contohnya: vision, active audio vision.
 - d. Media video (video).
 - e. Media berbasis komputer (computer based media), contohnya: Computer Assisted Instruction (CAI), Computer Managed Instruction (CMI).
5. Jenis-jenis teknologi informasi dan komunikasi yang sering digunakan sebagai alat bantu dalam pembuatan media pembelajaran:

Alat Bantu Visual. Pada konsep pengajaran visual adalah setiap gambar, model, benda, atau alat-alat lain yang memberikan pengalaman visual yang nyata kepada siswa. Alat bantu visual itu bertujuan untuk: (a) memperkenalkan, membentuk, memperkaya, serta memperjelas pengertian atau konsep yang abstrak kepada siswa, (b) mengembangkan sika-sikap yang dikehendaki, (c) mendorong kegiatan siswa lebih lanjut. Konsep pengajaran visual didasarkan atas asumsi bahwa pengertian-pengertian yang abstrak dapat disajikan lebih konkrit. Pengongkretan pengajaran visual sampai sekarang masih tetap berguna. Di samping itu, gerakan pengajaran visual memperkenalkan dua macam konsep pemikiran lainnya yang masih dipakai, yaitu: pertama, pentingnya pengelompokan jenis-jenis alat bantu visual yang dipakai dalam kegiatan instruksional, kedua, perlunya pengintegrasian bahan-bahan visual ke dalam kurikulum sehingga penggunaannya tidak terpisahkan (integrated teaching materials).

Alat Bantu Audiovisual. Konsep pengajaran visual kemudian berkembang menjadi audiovisual aid pada tahun 1940. Istilah ini bermakna sejumlah peralatan yang dipakai oleh para guru dalam menyampaikan konsep, gagasan, dan pengalaman yang dianggap oleh indra pandang dan pendengaran. Penekanan utama dalam pengajaran audiovisual adalah pada nilai belajar yang diperoleh melalui pengalaman konkret, tidak hanya didasarkan atas kata-kata belaka. Pengajaran audiovisual bukan metode mengajar. Materi audiovisual hanya dapat berarti bila dipergunakan sebagai bagian dari proses pengajaran. Peralatan audiovisual tidak harus digolongkan sebagai pengalaman belajar yang diperoleh dari penginderaan pandang dan dengar, akan tetapi sebagai alat teknologis yang dapat memperkaya serta memberikan pengalaman kongkret kepada para siswa. Pengajaran audiovisual menambahkan komponen “audio” kepada materi pengajaran visual, yang secara konseptual sebenarnya tidak banyak memberikan perbedaan berarti. Gerakan audiovisual tetap mempertahankan kontinum kongkret abstrak dan pengelompokan materi instruksional dalam klasifikasi gradual yang diperlihatkan dalam bentuk “kerucut pengalaman” (cone of experiences) dari Edgar Dale. Konsep tentang perlunya pengintegrasian materi audiovisual ke dalam kurikulum tetap dipertahankan.

Komunikasi Audiovisual. Pendekatan yang lebih menguntungkan dalam arti memperoleh pengertian yang lebih efektif di bidang audiovisual terdapat dalam konsep komunikasi. Orientasi terhadap proses komunikasi yang diaplikasikan dalam kegiatan instruksional telah mengubah kerangka teoritis teknologi instruksional. Dengan demikian maka tekanan tidak lagi diletakkan pada benda atau bahan pelajaran dalam bentuk materi audiovisual untuk pengajaran, melainkan dipusatkan pada keseluruhan proses komunikasi informasi/pesan (message) dari sumber (source) yaitu guru, kepada penerima (receiver) yaitu siswa. Dari berbagai model komunikasi yang ada, maka model komunikasi SMCR Berlo merupakan yang paling sederhana dan sangat berguna dalam melahirkan konsep-konsep teknologi instruksional. Model S M C R Berlo (1960:73-79) memperlihatkan dua konsep, yaitu: pertama, berhubungan dengan keseluruhan proses penyampaian pesan dari sumber, yaitu guru, kepada penerima pesan yaitu siswa kedua, memperlihatkan

kan unsur-unsur yang terlibat di dalam proses dan adanya hubungan yang dinamis di antara unsur-unsur yang terlibat di dalam proses.

Komputer/Internet Sebagai Media Pembelajaran, sebagai media yang diharapkan akan menjadi bagian dari suatu proses belajar mengajar di sekolah, komputer/internet diharapkan mampu memberikan dukungan bagi terselenggaranya proses komunikasi interaktif antara guru, siswa, dan bahan belajar sebagaimana yang di persyaratkan dalam suatu kegiatan pembelajaran. Kondisi yang perlu didukung oleh komputer/internet tersebut terutama berkaitan dengan strategi pembelajaran yang akan dikembangkan, yang kalau dijabarkan secara sederhana, bisa diartikan sebagai kegiatan komunikasi yang dilakukan untuk mengajak siswa mengerjakan tugas-tugas dan membantu siswa dalam memperoleh pengetahuan yang dibutuhkan dalam rangka mengerjakan tugas-tugas tersebut. Strategi pembelajaran yang meliputi pengajaran, diskusi, membaca, penugasan, presentasi dan evaluasi, secara umum keterlaksanaannya tergantung dari satu atau lebih dari tiga mode dasar dialog/komunikasi sebagai berikut: dialog/komunikasi antara guru dengan siswa dialog/komunikasi antara siswa dengan sumber belajar dialog/komunikasi di antara siswa Apabila ketiga aspek tersebut bisa diselenggarakan dengan komposisi yang serasi, maka diharapkan akan terjadi proses pembelajaran yang optimal. Para pakar pendidikan menyatakan bahwa keberhasilan pencapaian tujuan dari pembelajaran sangat ditentukan oleh keseimbangan antara ketiga aspek tersebut. Aplikasi teknologi komputer dalam pembelajaran umumnya dikenal dengan istilah "Computer Asisted Instruction (CAI)". atau dalam istilah yang sudah diterjemahkan disebut sebagai "Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK)".

6. Multimedia merupakan kombinasi dari berbagai media seperti: audio, video, grafis, dan lain sebagainya. Multimedia diarahkan kepada komputer yang dalam perkembangannya sangat pesat, dan sangat membantu dalam dunia pendidikan. Program multimedia adalah media pembelajaran yang berbasis komputer. Media ini menggabungkan dan mensinergikan semua media yang terdiri dari teks, grafis, foto, video, animasi, musik, narasi, dan interaktivitas yang deprogram berdasarkan teori pembelajaran. Program ini sering disebut

sebagai CAI (*Computer-Assisted Instruction*), CAL (*Computer-Assisted Learning*).

7. Kelebihan dari multimedia ini adalah memberikan kemudahan kepada siswa untuk belajar secara individual maupun secara kelompok. Selain memberikan kemudahan bagi guru dalam menyampaikan materi, media komputer juga memberikan rangsangan yang cukup besar dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. Penggunaan multimedia interaktif tidak terlepas dari penggunaan komputer sebagai media karena multimedia interaktif hanya dapat di jalankan melalui komputer atau teknologi berbasis komputer, sehingga selain pengadaan komputer dan program sebagai media yang dibutuhkan keterampilan dalam mengoperasikan komputer. Tiga tipe pemanfaatan multimedia pembelajaran, yaitu :
 - a. Multimedia digunakan sebagai salah satu unsur pembelajaran di kelas. Misal jika guru menjelaskan suatu materi melalui pengajaran di kelas atau berdasarkan suatu buku acuan, maka multimedia digunakan sebagai media pelengkap untuk menjelaskan materi yang diajarkan di depan kelas. Latihan dan tes pada tipe pertama ini tidak diberikan dalam paket multimedia melainkan dalam bentuk print yang diberikan oleh guru.
 - b. Multimedia digunakan sebagai materi pembelajaran mandiri. Pada tipe kedua ini multimedia mungkin saja dapat mendukung pembelajaran di kelas mungkin juga tidak. Berbeda dengan tipe pertama, pada tipe kedua seluruh kebutuhan instruksional dari pengguna dipenuhi seluruhnya di dalam paket multimedia. Artinya seluruh fasilitas bagi pembelajaran, termasuk latihan, *feedback* dan tes yang mendukung tujuan pembelajaran disediakan di dalam paket.
 - c. Multimedia digunakan sebagai media satu-satunya di dalam pembelajaran. Dengan demikian seluruh fasilitas pembelajaran yang mendukung tujuan pembelajaran juga telah disediakan di dalam paket ini atau sering disebut CBL (*Computer Based Learning*).

8. Beberapa kecenderungan sikap guru dalam pemanfaatan TIK untuk kepentingan pembelajaran.

a. Tidak mau repot atau merasa puas dengan hasil pekerjaan yang telah dicapai

Guru biasanya cenderung merasa puas dengan hasil pekerjaan yang telah dicapainya melalui cara kerja yang telah diterapkan. Tipe guru yang demikian ini “cenderung tidak mau repot-repot dengan hal-hal yang baru (termasuk pemanfaatan TIK dalam pembelajaran)”. Mengapa? Karena mereka berpikir bahwa dengan cara mengajar yang lama saja, telah memberikan hasil prestasi belajar siswa yang menggembirakan atau bernilai baik. Mengandalkan pengalamannya yang telah berhasil membawa para siswanya mencapai prestasi belajar yang menggembirakan, maka tipe guru yang demikian ini akan cenderung memperlihatkan “sikap yang resistan terhadap setiap gagasan pembaharuan”.

Guru dengan kecenderungan sikap “tidak mau repot-repot dengan hal-hal yang baru” akan terlalu sulit untuk dipengaruhi atau diminta berperanserta dalam menerapkan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Terlebih lagi apabila pengalaman mengajarnya telah membuktikan bahwa para siswa yang dibimbingnya selalu memperlihatkan prestasi belajar yang menggembirakan. Pada umumnya, guru-guru senior yang telah lama mengajar cenderung berpegang pada prinsip “pengalaman telah membuktikan” sehingga sikapnya resistan terhadap gagasan baru. Kalaupun sangat terpaksa, guru yang bertipe demikian ini akan melaksanakan pembaharuan sekedarnya saja atau sesuka hatinya.

Sekalipun seandainya, sekolah tetangganya telah membuktikan adanya peningkatan efisiensi dalam pengelolaan kegiatan pembelajaran dan peningkatan hasil prestasi belajar siswa, maka guru bertipe “tidak mau repot-repot dengan sesuatu yang baru” atau “merasa puas dengan hasil belajar yang telah dicapai siswa” cenderung akan berpegang pada pengalamannya. Atau, sulit untuk dapat menerima atau menelaah

manfaat yang dapat dihasilkan melalui penerapan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi.

b. Sikap yang menghendaki bukti konkrit terlebih dahulu

Sikap guru yang “menghendaki bukti konkrit terlebih dahulu” masih dinilai lebih moderat dalam menyikapi gagasan pembaharuan dibandingkan dengan sikap guru yang “tidak mau repot-repot dengan sesuatu yang baru” atau “merasa puas dengan hasil belajar yang telah dicapai siswa”. Dalam kaitan ini, perlu dilakukan terlebih dahulu suatu model perintisan pemanfaatan TIK di beberapa sekolah yang guru-gurunya mempunyai keterbukaan terhadap gagasan pembaharuan. Keberhasilan penerapan pemanfaatan TIK di sekolah-sekolah perintisan akan menjadi acuan bagi beberapa sekolah yang ada di sekitarnya.

c. Sikap yang sekedar melaksanakan tugas yang diberikan pimpinan sekolah

Guru yang pada dasarnya tidak berminat untuk memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran, tetapi karena ditugaskan oleh pimpinan, maka agar dinilai loyal terhadap pimpinan, maka sang guru yang sekalipun dengan berat hati akan melaksanakan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajarannya. Pada umumnya, iklim yang demikian ini tidak akan berlangsung lama. Akan selalu saja ada alasan yang akan disampaikan sang guru apabila pimpinan sekolah sewaktu-waktu mengetahui bahwa sang guru tidak melaksanakan pemanfaatan TIK secara berkelanjutan dalam kegiatan pembelajarannya.

Pemanfaatan TIK yang diterapkan oleh guru yang bersikap “sekedar melaksanakan tugas dari pimpinan” ini tidak akan membuahkan hasil sekalipun dipahami bersama bahwa TIK dapat memberikan nilai tambah. Nilai tambah akan diperoleh apabila memang TIK itu dimanfaatkan secara tepat (*appropriate*) dan dengan sungguh-sungguh. Tetapi justru sebaliknya, bukan nilai tambah yang diperoleh apabila sang guru hanya sekedar melaksanakan tugas pimpinan.

d. Sikap yang suka mencoba hal-hal yang baru (responsif)

Seorang guru yang “suka mencoba hal-hal yang baru (responsif)” biasanya akan sangat berterima kasih apabila pimpinannya memintanya untuk melaksanakan suatu gagasan yang baru, misalnya saja pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Sekalipun tanpa adanya permintaan dari pimpinan, biasanya sang guru yang “suka mencoba hal-hal yang baru (responsif)” akan membawa gagasan baru yang diperolehnya di luar ke dalam sekolah. Bisa saja terjadi bahwa sang guru tidak menginformasikan penerapan gagasan pembaharuan yang telah dilaksanakannya di kelas kepada pimpinan sekolah. Justru pimpinan sekolah yang justru kemungkinan terkejut sewaktu ada pihak luar atau siswa yang bercerita bahwa sang guru telah memperkenalkan gagasan baru kepada para siswa.

Memang ada hambatan apabila penerapan gagasan pembaharuan itu harus menggunakan fasilitas/peralatan tertentu yang tidak memungkinkan untuk dibiayai oleh sang guru sendiri. Dalam hal ini, sang guru memang terpaksa mendiskusikan gagasan pembaharuan yang akan dicoba diterapkannya di sekolah dengan Kepala Sekolah. Harapannya adalah bahwa Kepala Sekolah dapat mendukung gagasan pembaharuan yang akan diterapkan termasuk dukungan terhadap pengadaan fasilitas/peralatan yang dibutuhkan. Seandainya Kepala Sekolah belum mendukung, maka ada kemungkinan sang guru akan berusaha untuk mendapatkan fasilitas/peralatan yang dibutuhkan.

Sang guru akan merasakan adanya kepuasan di dalam dirinya apabila berhasil memperkenalkan gagasan pembaharuan kepada para siswanya. Kepuasan sang guru akan bertambah apabila para siswanya memperlihatkan hasil belajar yang meningkat pula.

e. Sikap pamrih dalam melaksanakan hal-hal yang baru

Pengenalan suatu gagasan pembaharuan, misalnya saja pemanfaatan TIK untuk kegiatan pembelajaran akan disambut positif oleh para guru. Mengapa? Karena mereka berpendapat bahwa kegiatan pengenalan ini akan diikuti dengan langkah berikutnya yaitu penerapannya apabila para

guru memang memberikan respons yang positif. Pada umumnya, para guru yang merespons positif dan ditugaskan sekolah untuk berpartisipasi dalam penerapan pemanfaatan TIK akan dibekali dengan berbagai persiapan termasuk pelatihan untuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Selain bekal yang bersifat substansi, para guru juga dibekali dengan insentif atau biaya partisipasi. Kedua jenis bekal yang dalam hal ini disebut sebagai “pamrih”.

Selama dukungan yang bersifat substansi maupun yang bersifat finansial masih berjalan, maka sang guru yang bersikap “melaksanakan hal-hal yang baru berdasarkan pamrih” akan melaksanakan pemanfaatan TIK sebagaimana yang telah didiskusikan. Namun, apabila dukungan substansi dan finansial telah berhenti dan tindak lanjut kegiatan pemanfaatan TIK diserahkan kepada sekolah, maka kecenderungan yang terjadi adalah bahwa sang guru juga berhenti memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajarannya. Pengelola sekolah juga kemungkinan akan mengatakan bahwa tidak ada dana khusus untuk melanjutkan pelaksanaan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran sehingga kegiatannya juga turut segera berhenti. Sebaliknya dapat terjadi manakala pimpinan sekolah memang orang yang bersikap positif dan terbuka terhadap pembaharuan.

f. Sikap ikut-ikutan agar tidak dikatakan ketinggalan jaman

Seorang guru cenderung tidak akan menolak apabila ditugaskan untuk turut serta melaksanakan sesuatu gagasan pembaharuan misalnya pemanfaatan TIK sekalipun mungkin dirinya tidak begitu yakin akan komitmen untuk penerapannya secara berkelanjutan. Setidak-tidaknya, sang guru akan dilihat oleh para koleganya sebagai orang yang tidak ketinggalan. Yang penting di dalam pemikiran sang guru adalah bahwa dirinya sudah mengikuti perkembangan atau kemajuan yang ada, terlepas bagaimana porsi atau kadar keikut-sertaannya.

Guru yang bersikap “sekedarnya ikut-ikutan agar tidak dikatakan ketinggalan jaman” ini sebenarnya tidaklah sepenuh hati untuk melaksanakan pemanfaatan TIK sehingga kalau dipertanyakan tentang berbagai hal

yang berkaitan dengan pemanfaatan TIK, maka sang guru akan melemparkannya kepada pimpinan sekolah. Dapat saja sang guru berkata, “saya ini kan hanya sekedar melaksanakan apa adanya saja; yang tahu sepenuhnya tentang pemanfaatan TIK ini adalah Kepala Sekolah.

g. Sikap inovatif atau kreatif dalam melaksanakan tugas

Guru yang memang memiliki keterbukaan, baik dalam hal pemikiran maupun sikapnya terhadap setiap gagasan pembaharuan (misalnya pemanfaatan TIK yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hasil pembelajaran siswa), akan lebih mudah tergugah untuk mempelajari dan memahami suatu gagasan pembaharuan. Dengan kesediaan mempelajari suatu gagasan pembaharuan, maka guru akan memiliki pemahaman yang jelas di bidang pemanfaatan TIK sebelum menerima dan menerapkan gagasan.

Melalui pemahaman yang jelas, maka seorang guru tentunya akan lebih mudah menerapkan gagasan pembaharuan dalam kegiatan pembelajaran yang dikelolanya. Seandainya juga mengalami hambatan/kesulitan pada tahap penerapannya di dalam kelas, ia tentunya tidak mudah menyerah; melainkan akan berupaya untuk mencari solusinya, tidak hanya dengan sesama guru yang ada di sekolahnya tetapi juga dengan pihak-pihak lain yang mempunyai kompetensi di bidang yang relevan. Selain responsif terhadap gagasan pembaharuan yang dalam hal ini berupa pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran, maka sang guru akan selalu mengupayakan adanya kreativitas dalam kegiatan pembelajaran yang dikelolanya.

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 2

1. Perencanaan, pemasangan, pemeriksaan, pengujian, pelayanan, pemeliharaan, dan pengawasan.
2. Aman: bagi manusia, ternak dan harta benda; Andal: memenuhi fungsinya secara aman bagi instalasi; Akrab lingkungan: tidak merusak lingkungan baik dalam operasi manual maupun dalam kondisi gangguan.

3. PHBK berfungsi menyalurkan tenaga listrik dari APP ke PHBK utama konsumen dengan konduktor dalam conduit.
4. APP alat pencatat/pengukur adalah KWH untuk mengukur pemakaian energy konsumen. Alat pembatas arus yang dipakai MCB untuk mengamankan dan membatasi arus ke konsumen sesuai dengan daya sambungnya.
5. MCB dan grounding.
6. Pemasangan lebih rapi, aman, mudah dalam perawatan tetapi biaya lebih besar bila dibandingkan di atas rol sekat.
7. Rencana tata letak perlengkapan dan hubungan listrik dengan *single line* diagram dari PHBK sampai pada titik beban akhir pada suatu instalasi. Menghitung besar beban maksimum dan bahan instalasi yang dibutuhkan.
8. Penempatan saklar lampu untuk kamar mandi yang kecil dipasang dibagian luar, kecuali kamar mandi yang luas, maka pemasangan saklar dan kotak kontak dapat dilakukan di dalam mandi dengan memperhatikan daerah basah/lembab.
9. Penempatan titik penerangan lampu dan kotak kontak harus memperhatikan meja kerja. disediakan kotak kontak yang cukup selain untuk kebutuhan peralatan kerja juga untuk AC yang memerlukan sarana khusus.
10. Agar konsumen dapat menyesuaikan kebutuhan listrik dengan permintaan penyambungan ke pihak PLN.
11. Standarisasi warna konduktor dimaksudkan agar memudahkan dalam pemasangan pemeliharaan dan perbaikan bila terjadi gangguan instalasi.
12. Batas kemampuan antar arus yang diizinkan dalam pembebanan konduktor listrik.

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 3

1. Warna merah untuk fase, biru untuk netral dan kuning strip hijau untuk pengaman (ground). untuk fase 3 untuk merah untuk fase R, warna kuning untuk fase S, warna hitam fase T.
2. Puntiran padat, rapi dan dipuntir searah jarum jam
3. Ujung konduktor dibulatkan (mata ayam) sesuai dengan diameter baut yang akan dipasang, serta aranya searah jarum jam.

4. Semua konduktor fleksibel dipasang pada perlengkapan listrik dengan benar dan keregangannya sama, agar bila ada tarikan mekanis kedudukan konduktor tidak mudah putus
5. Pemasangan konduktor (NYA) pada isolator sejajar dan regang, jarak sejajar minimal 3 cm, dan memanjang maksimum 1 meter, pemasangan konduktor tidak boleh dibelitkan pada bagian tengah isolator, kecuali diujung isolator

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 4

1. Instalasi tenaga mencakup pemasangan komponen-komponen peralatan listrik yang melayani perubahan energi listrik menjadi tenaga mekanis dan kimia, dengan demikian tidak hanya menyangkut motor-motor listrik.
2. Agar instalasi aman dari pengaruh panas yang ditimbulkan instalasi oleh arus beban lebih dan hubungan pendek alat yang digunakan adalah MCB
3. Terlalu besar beban mekanik dari motor, arus star yang terlalu besar, motor berhenti secara mendadak, terjadinya hubungan singkat, dan hilangnya salah satu fase dari motor 3 fase.
4. Agar motor listrik lebih aman
5. Dipasang alat proteksi ELCB agar sentuh langsung yang melebihi batas aman dapat mematikan motor.
6. Kontaktor magnet adalah suatu alat penghubung listrik yang bekerja atas dasar magnet yang dapat menghubungkan sumber arus dengan muatan. Sebuah kontaktor harus mampu mengalirkan arus dan memutuskan arus dalam keadaan kerja normal. Arus kerja normal ialah arus yang mengalir selama pemutusan tidak terjadi
7. Sebagai relay penunda batas waktu atau pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Misalnya perubahan putaran kendali motor dari bintang kesegitiga dalam waktu tertentu
8. *Thermal Overload Relay* (TOR) adalah salah satu proteksi motor dari arus yang berlebih, bila arus yang berlebih melewati motor maka motor akan rusak.

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 5

1. Agar mudah dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman, serta perlengkapan kendalinya mudah dijalankan, diperiksa dan dipelihara

dengan mudah dan aman. Penempatan pemasangan motor disusahakan agar mudah terlihat dan dibaca.

2. Konduktor Sirkuit Akhir yang Mensuplai 2 Motor Atau Lebih Tidak Boleh Mempunyai KHA Kurang dari Jumlah Arus Beban Penuh semua Motor Ditambah 25% Arus beban motor terbesar dalam kelompok tersebut
3. Jika sekering digunakan sebagai proteksi beban lebih, sekering itu harus dipasang pada setiap konduktor fase.
4. Sirkuit kendali harus diatur sehingga akan terputus dari semua sumber suplai, jika sarana pemutus dalam keadaan terbuka.
5. Jika sarana pemutus terdiri dari 2 gawai 1 diantaranya memutuskan hubungan motor dari kendali sumber suplai daya, dan yang lain memutuskan sirkuit kendali dari suplai dayanya.
6. Pengasutan motor induksi 3 fase dengan bintang segitiga dapat menurunkan arus *starting* sebesar 33,3 % dari arus star DOL, sedangkan arus star DOL motor dapat mencapai 6-7 kali arus nominal motor.
7. 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.
8. Bila di asut dengan bintang segitiga maka arus asutnya $3 \times I_n = 3 \times 20 \text{ A} = 60 \text{ A}$
9. 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 $> 5 \text{ A}$
10. Rumus untuk menentukan KHA adalah $125\% \times I_n$ sedangkan untuk setelan proteksi hubungan pendek sirkuit cabang (GPAL) adalah $115\% \times$ arus pengenal Motor
11. 1) Pengereman *System Plugging* (Secara Manual)
2) Pengereman *System Regenerative*
3) Pengereman Secara Dinamik

EVALUASI

A. PEDAGOGIK

1. Potret guru dalam kegiatan belajar-mengajar yang manakah berikut ini yang dapat dikatakan telah mulai memanfaatkan TIK?
 - A. Guru selalu mengajarkan materi pelajaran kepada para siswanya dengan metode atau cara mengajar sebagaimana yang telah diajarkan oleh para guru/dosennya sewaktu dirinya menjadi mahasiswa. Setiap hari, ia mempersiapkan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang akan diterapkannya dalam kegiatan belajar-mengajar di kelas. Dia juga memberikan penjelasan terhadap berbagai pertanyaan yang diajukan oleh para siswanya. Adakalanya ia juga menugaskan para siswanya untuk mendiskusikan topik tertentu. Para siswa merasa senang dan hormat terhadap sang guru.
 - B. Guru selalu berusaha menggunakan seluruh waktu jam mengajarnya untuk menjelaskan materi pelajaran kepada para siswanya. Setiap pertanyaan siswa mengenai materi pelajaran dijawab dengan tuntas oleh guru sehingga dengan demikian diharapkan bahwa semua materi pelajaran yang ditetapkan di dalam kurikulum dapat disajikan kepada siswa. Guru tampaknya lebih cenderung berfungsi sebagai pusat kegiatan pembelajaran (*teachers-centered instruction*) bukannya siswa (*students-centered instruction*).
 - C. Guru senantiasa berusaha agar prestasi belajar para siswanya memenuhi nilai ketuntasan yang ditetapkan. Semua materi pelajaran yang ditetapkan di dalam kurikulum diupayakan agar dapat disajikan kepada para siswa. Di samping itu, guru dalam kegiatan mengajarnya juga banyak melakukan latihan soal-soal (*drilling*) sehingga para siswanya familiar dengan berbagai bentuk soal. Berdasarkan pengalaman mengajar yang demikian ini, para siswanya berhasil mencapai nilai ketuntasan yang ditetapkan.
 - D. Guru dalam kegiatan pembelajaran yang dikelolanya berusaha untuk memanfaatkan berbagai sumber belajar yang tersedia di lingkungan yang dapat diakses, baik oleh guru maupun para siswa. Mengingat sekolah memiliki *overhead projector*, maka guru mengembangkan materi

pelajaran ke dalam transparansi untuk kemudian secara terencana disajikan kepada para siswanya. Guru cenderung berfungsi sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran sehingga para siswanya yang aktif belajar.

2. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam kegiatan pembelajaran menurut saya:
 - A. seyogianya dimulai dari penyediaan peralatan/fasilitas TIK di sekolah terlebih dahulu dan apabila memungkinkan barulah kemudian dilanjutkan dengan pelatihan para guru tentang cara-cara memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran.
 - B. seyogianya dimulai dari pelatihan para guru terlebih dahulu sampai benar-benar mereka mahir memanfaatkan TIK, dan setelah itu barulah dilanjutkan dengan pengadaan peralatan/fasilitas TIK di sekolah.
 - C. seyogianya dimulai dari sosialisasi pemanfaatan TIK di kalangan para Kepala Sekolah dan guru terlebih dulu, barulah dilanjutkan dengan pengadaan peralatan/fasilitas TIK yang diikuti dengan penyelenggaraan pelatihan bagi para guru tentang pemanfaatan TIK.
 - D. seyogianya dimulai dari penyediaan peralatan/fasilitas TIK di sekolah dan kemudian tindak lanjutnya dibuatkan secara tertulis saja untuk dilaksanakan oleh Kepala Sekolah.

3. Sebagai guru mata pelajaran, saya berpendapat bahwa:
 - A. inisiatif untuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran di sekolah sebaiknya haruslah berasal dari Kepala Sekolah dan kemudian disosialisasikan kepada para guru.
 - B. inisiatif untuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran sebaiknya haruslah berasal dari masing-masing guru yang diberikan kebebasan untuk melaksanakannya dan Kepala Sekolah mendukungnya.
 - C. inisiatif untuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran sebaiknya haruslah berasal dari Dinas Pendidikan Kabupaten/Kota dan menyosialisasikannya kepada para Kepala Sekolah serta mempersiapkan para guru melalui pelatihan.
 - D. inisiatif untuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran tidak menjadi masalah berasal dari mana saja tetapi yang penting adalah

komitmen dari para guru untuk teratur memanfaatkannya dengan dukungan penuh dari Kepala Sekolah.

4. Manakah di antara pernyataan berikut ini yang menurut ANDA perlu dijadikan sebagai pertimbangan untuk menerapkan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran?
 - A. Potensi TIK yang dapat mengatasi keterbatasan saya (*self-limitation*) dalam menyajikan materi pelajaran yang bersifat abstrak, berbahaya, tidak dapat dilihat secara kasat mata.
 - B. Ketersediaan fasilitas/peralatan TIK di sekolah.
 - C. Adanya perintah kedinasan untuk memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran.
 - D. Tingkat pengetahuan dan kemampuan saya untuk memanfaatkan TIK bagi kepentingan pembelajaran dan didukung ketersediaan fasilitas/peralatan TIK di sekolah.

5. Sebagai guru, sikap yang bagaimanakah yang seyogianya dikembangkan guru dalam menghadapi pembaharuan termasuk pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran?
 - A. Sikap yang selalu merasa puas dan bangga apabila dapat mengajarkan materi pelajaran kepada para siswa saya dengan metode atau cara mengajar yang telah saya pelajari sebelum menjadi guru. Saya meyakini bahwa metode atau cara mengajar guru saya telah memungkinkan saya berhasil menyelesaikan pendidikan sebagai guru sehingga menurut saya tidak perlu mempersulit diri menggunakan cara-cara baru (inovatif).
 - B. Sikap yang merasa puas dan bangga akan potensi dan kemampuan yang telah saya pelajari dan terapkan selama ini yang menghasilkan prestasi belajar para siswa saya tidak mengecewakan sehingga tidak perlu menambah beban pekerjaan dengan pemanfaatan TIK.
 - C. Sikap saya adalah berorientasi pada prestasi belajar para siswa. Jika dengan cara-cara mengajar yang saya terapkan selama ini telah menghasilkan prestasi belajar siswa mencapai nilai ketuntasan, maka saya tidak merasa perlu untuk membebani diri saya dengan segala macam pembaharuan termasuk pemanfaatan TIK.

- D. Sikap yang senantiasa terbuka terhadap setiap gagasan pembaharuan dan tergugah untuk melakukan kajiannya serta berupaya untuk menerapkannya dalam kegiatan pembelajaran.
6. Sebagai guru, bagaimana sebaiknya ANDA memperlakukan TIK dalam kegiatan pembelajaran?
- A. TIK hanya diperlukan apabila saya merasa tidak mempunyai kemampuan untuk menyajikan atau menjelaskan materi pelajaran tertentu.
 - B. TIK memang diperlukan dalam kegiatan pembelajaran karena akan dapat meningkatkan nama harum sekolah. Oleh karena itu, sekolah perlu dilengkapi dengan fasilitas/peralatan TIK agar semakin banyak masyarakat yang tertarik untuk menyekolahkan anaknya.
 - C. TIK memang diperlukan dalam kegiatan pembelajaran karena akan sangat membantu mempermudah saya menyajikan materi pelajaran kepada para siswa.
 - D. TIK memang diperlukan dalam kegiatan pembelajaran karena menurut saya, TIK dan guru akan dapat berbagi peran atau fungsi sebagai mitra yang sejajar dalam membelajarkan para siswa. Konsekuensinya adalah bahwa akan lebih banyak waktu saya yang tersita untuk merancang dan mengemas materi pembelajaran di luar jam mengajar tetapi akan sangat membantu saya dalam mengelola waktu, menyajikan materi pelajaran, dan memberikan bimbingan individual kepada siswa
7. Manakah di antara pernyataan berikut ini yang memperlihatkan cakupan terlengkap dari pengertian TIK?
- A. Perangkat keras dan perangkat lunak.
 - B. Kandungan isi dan infrastruktur.
 - C. Komputer dan internet.
 - D. Perangkat keras dan lunak, kandungan isi, dan infrastruktur.
8. Pernyataan manakah di antara yang berikut ini yang termasuk sebagai potensi TIK?
- A. Membuat siswa cenderung lebih malas mengikuti pelajaran.
 - B. Meningkatkan efisiensi pengelolaan kegiatan pembelajaran.
 - C. Menambah beban mengajar guru.

- D. Menambah kesulitan guru untuk menyajikan materi pelajaran.
9. Manakah di antara pernyataan berikut ini yang menurut ANDA tidak termasuk sebagai pergeseran paradigma di bidang pembelajaran?
- A. Pembelajaran yang berfokus pada siswa (*students-centered instruction*).
 - B. Pembelajaran yang mengkondisikan guru sebagai satu-satunya sumber belajar bagi siswa.
 - C. Pembelajaran yang memposisikan guru sebagai fasilitator.
 - D. Pembelajaran yang memungkinkan para siswa senang belajar.
10. Jika masih ada sebagian guru yang belum memanfaatkan TIK dalam kegiatan pembelajaran, maka menurut ANDA sebagai guru, faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebabnya?
- A. Guru yang terlalu membanggakan pengetahuan, pengalaman, dan kemampuan dirinya tanpa mau menyadari adanya keterbatasan pada dirinya.
 - B. Belum adanya kebijakan Kepala Sekolah yang mendukung pelaksanaan pemanfaatan TIK.
 - C. Belum adanya SDM di sekolah yang mempunyai pengetahuan, kemampuan, dan keterampilan di bidang TIK.
 - D. Belum adanya dukungan dana operasional yang dianggarkan Kepala Sekolah untuk pelaksanaan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran.

B. PROFESIONAL

1. Persyaratan umum instalasi listrik (PUIL) adalah standar yang berisi kumpulan ketentuan-ketentuan tentang instalasi listrik bangunan dengan tujuan agar penguasaan instalasi terselenggara dengan baik. Lingkup yang diatur mencakup;
- A. Perencanaan dan pemasangan
 - B. Pemeriksaan dan pengujian
 - C. Pelayanan, pemeliharaan, dan pengawasan
 - D. a, b, dan c benar

2. langkah-langkah perencanaan suatu instalasi rumah antara lain, kecuali....
 - A. Gambar denah bangunan dan titik-titik beban
 - B. Kebutuhan beban dan pengaman
 - C. Perkiraan pembayaran listrik
 - D. Penentuan penghantar dan penempatan PHBK

3. Alat pengaman pada PHBK dapat dipakai MCB, karena mempunyai kelebihan, kecuali...
 - A. Tidak perlu mengganti kawat pengamannya
 - B. Lebih peka terhadap gangguan beban lebih
 - C. Lebih peka terhadap hubungan pendek
 - D. Lebih mudah pemasangannya serta murah

4. Sebagai pedoman dalam pemilihan kabel yang memenuhi syarat adalah, kecuali...
 - A. Tanda pengenal produsen
 - B. Tanda pengenal standar SNI
 - C. Bahan yang dipakai
 - D. Jumlah dan ukuran inti

5. Pemilihan perlengkapan listrik seperti saklar harus memperhatikan spesifikasi yang tercantum pada alat tersebut, seperti...
 - A. Merk dagang
 - B. Daya, tegangan, dan arus
 - C. Data teknis SNI
 - D. a,b, dan c benar

6. Luas penampang konduktor pentanahan pada instalasi rumah sebaiknya...
 - A. Lebih besar dari diameter kabel instalasi yang dipasang
 - B. Lebih kecil dari diameter kabel instalasi yang dipasang
 - C. Sama besar dari diameter kabel instalasi yang dipasang
 - D. Boleh sembarangan

7. Bila alat-alat pengaman pada PHBK dihubungkan pada hantaran netral, akan terjadi, kecuali....
- Hubungan pendek
 - Saklar dimatikan, arus fase tetap pada fitting lampu
 - Saklar PHBK dimatikan, arus tetap mengalir
 - Instalasi masih dapat berfungsi
8. Penyebab terjadinya pembebanan lebih pada motor listrik adalah, kecuali...
- Terlalu besar beban mekanik dari motor
 - Arus star (pengasutan) yang terlalu besar
 - Pengasutan yang di gunakan Y Δ
 - Terjadinya hubungan singkat/korsleting pada motor tersebut
9. Pengasutan motor induksi 3 fase yang paling praktis dan efisien adalah
- Pengasutan langsung/dol
 - Pengasutan Y Δ
 - Pengasutan autotransformer
 - Pengasutan tahanan primer
10. Pengeraman motor listrik dapat dilakukan dengan berbagai cara, kecuali...
- Pengeraman system plugging
 - Pengeraman secara mekanik
 - Pengeraman sistem regeneratif
 - Pengeraman secara dinamik
11. Sebuah motor induksi 3 fase: 3 kW, 380 V seting arus pada TOR untuk motor tersebut adalah:
- > 4 A
 - > 3 A
 - > 6 A
 - > 5 A
12. Bekerja berdasarkan pemanasan atau temperatur yang berlebih dari motor akibat beban lebih adalah prinsip kerja dari...
- | | |
|--------|---------------------|
| A. MCB | C. ELCB |
| B. TOR | D. Time delay relay |

13. 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
14. 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
15. 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

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

- 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,
- Deutsche Gesellschaft fur Zusammenarbeit (GTZ).1993. *Tables for the Electric Trades*, Eschborn, Deutchland,.
- Harten. P. Van, Setiawan. E. ir. Instalasi Listrik Arus Kuat I dan II. Binacipta, Bandung
- 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*. Deutchland:Postfach,
- Miftahu Soleh, Sudaryono, Agung S, *Sistem Pneumatik dan Hidrolik*, BSE, 2009.
- Munthe, Brayana. 2009.*Kontrol Magnetik*. Bandung:PPPPTK BMTI,.
- Munthe, Brayana. 2010. *Karakteristik Motor Listrik*. Bandung: PPPPTK BMTI,
- Pakpahan, F. Masse. 1997. *Rangkaian Kontrol Magnetik*. Bandung. Instalasi Listrik TEDC
- PPPPTK Teknologi Bandung.2006. *Electrical Machine Control*,

Somatri Oman. 1993. Sistem Pengontrolan Motor Industri. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.

Sugandi, Imam. Ir . Instalasi Listrik Rumah. Yayasan Usaha Penunjang Tenaga Listrik, 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

Alat Bantu Audiovisual = Sejumlah peralatan yang dipakai oleh para guru dalam menyampaikan konsep, gagasan, dan pengalaman yang dianggap oleh indra pandang dan pendengaran

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 = (Simbol A) 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 diprogramkan 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 = Sekring, berfungsi sebagai pemutus daya yang berlebih.

IEC = International Electrotechnical Commission

Komunikasi Audiovisual = Pendekatan yang lebih menguntungkan dalam arti memperoleh pengertian yang lebih efektif di bidang audiovisual terdapat dalam konsep komunikasi.

Konduit: = Pipa Instalasi

Konduktor= penghantar arus

Magnetik Kontaktor= Saklar yang bekerja berdasarkan prinsip kemagnetan. Artinya sakelar ini bekerja jika ada gaya kemagnetan pada penarik kontakannya

MCB = Miniature Circuit Breaker

MCCB = *Moulded Case Circuit Breaker* / Pemutus sirkit kotak dicetak

NYA = Konduktor berurat satu

NYM = Konduktor berurat banyak

PHBK = Papan Hubung Bagi Konsumen

PSM = Pemutus Sirkit Mini

PUIL = Persyaratan Umum Instalasi Listrik

Push Button= 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 = (Simbol V) 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

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)