



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2016

## MODUL GURU PEMBELAJAR

**Paket Keahlian**

# Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

**Pedagogik : Penentuan Pengalaman Belajar  
Profesional : Teknik Inspeksi Instalasi Listrik**

**KELOMPOK  
KOMPETENSI**





**MODUL GURU PEMBELAJAR**

# **Paket Keahlian Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik**

**Penyusun :**

**Ali Basrah Pulungan, ST., MT  
UNP Padang  
alibpft@gmail.com  
081363287667**

**Reviewer :**

**Oriza Candra, ST., MT  
UNP Padang  
orizacandraft@gmail.com  
081363788336**

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



## KATA PENGANTAR

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

Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan ini diharapkan menjadi referensi dan acuan bagi penyelenggara dan peserta diklat dalam melaksanakan kegiatan sebaik-baiknya sehingga mampu meningkatkan kapasitas guru. Modul ini disajikan sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Penyajian modul ini diawali dengan pendahuluan yang akan mengantarkan peserta diklat memasuki materi yang akan dibahas, peta kompetensi, ruang lingkup dan saran cara penggunaan modul. Selanjutnya disajikan uraian materi pokok dengan bahasa yang mudah dipahami yang dilengkapi latihan di setiap kegiatan pembelajaran. Umpan balik diberikan sebagai pengukur pemahaman dan kesulitan saat mempelajari materi.

Kami menyadari bahwa modul ini perlu disempurnakan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun akan menjadi masukan yang berharga untuk kesempurnaan modul ini selanjutnya.

Jakarta, Agustus 2015  
Direktur Jenderal Guru dan  
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,  
NIP 19590801 198503 1002

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vii
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	2
C. Peta Kompetensi .....	2
D. Ruang lingkup .....	4
E. Saran cara penggunaan modul .....	4
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 .....</b>	<b>7</b>
A. Tujuan .....	7
B. Indikator Pencapaian .....	7
C. Uraian Materi .....	7
D. Aktivitas Pembelajaran .....	45
E. Latihan/ Kasus/Tugas .....	45
F. Rangkuman .....	47
G. Umpan Balik .....	48
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 .....</b>	<b>49</b>
A. Tujuan .....	49
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	49
C. Uraian Materi .....	49
Bahan Bacaan 1 .....	49
Bahan Bacaan 2 .....	79
D. Aktivitas Pembelajaran .....	90
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	90
F. Rangkuman .....	96
G. Umpan Balik .....	97
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 .....</b>	<b>98</b>
A. Tujuan .....	98

B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	98
C. Uraian Materi.....	98
Bahan Bacaan 1.....	98
Bacaan Bacaan 2.....	122
D. Aktivitas Pembelajaran.....	132
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	133
F. Rangkuman.....	134
G. Umpan Balik.....	135
<b>KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS.....</b>	<b>136</b>
<b>EVALUASI.....</b>	<b>145</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>149</b>
GLOSARIUM.....	150
DAFTAR PUSTAKA.....	151

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. APP Sistem satu fasa .....	53
Gambar 2. Diagram satu garis sambungan tenaga listrik tegangan menengah .	53
Gambar 3. APP satu fasa pasca bayar .....	55
Gambar 4. PHB Box MCB .....	62
Gambar 5. Rangkaian dari kabel PLN melalui PHB .....	62
Gambar 6. Terminal pentahanan dalam kotak MCB .....	65
Gambar 7. Kabel NYA .....	70
Gambar 8. Kabel NYM.....	70
Gambar 9. Kabel NYY .....	71
Gambar 10. Kabel NYFGbY .....	72
Gambar 11. Kotak kontak .....	73
Gambar 12. Stop Kontak Khusus.....	74
Gambar 13. Pipa Instalasi.....	75
Gambar 14. Saklar.....	76
Gambar 15. Saklar push On .....	76
Gambar 16. Fitting tempel (fitting duduk) .....	77
Gambar 17. Kotak sambung dan lasdop.....	78
Gambar 18. Elbow .....	78
Gambar 19. Saklar tidak berstandar .....	79
Gambar 20. Sambungan kabel dengan lakban .....	86
Gambar 21. MCB.....	88
Gambar 22. Instalasi tenaga.....	99
Gambar 23. Penyambungan rangkaian motor forward reverse (bolak balik) .....	99
Gambar 24. Kontruksi motor induksi.....	100

Gambar 25. Contoh gambar name plate motor 380V .....	101
Gambar 26. Ilustrasi umum gulungan motor 3 phasa.....	101
Gambar 27. Contoh name plate motor 220/380V.....	102
Gambar 28. Ilustrasi gulungan motor 3 phasa 12 kabel .....	103
Gambar 29. MCB.....	104
Gambar 30. Kontruksi Motor circuit breaker.....	106
Gambar 31. MCCB .....	106
Gambar 32. SPST .....	108
Gambar 33. SPDT .....	109
Gambar 34. Simbol DPST .....	109
Gambar 35. Simbol saklar DPDT.....	110
Gambar 36. Simbol TPST.....	110
Gambar 37. Simbol TPDT.....	110
Gambar 38. Saklar Drum Switch.....	111
Gambar 39. Saklar Cam Switch.....	111
Gambar 40. Kontaktor .....	112
Gambar 41. Kontruksi kontaktor .....	113
Gambar 42. Pemasangan kontaktor magnet dengan 3 buah lampu .....	114
Gambar 43. Simbol relay .....	115
Gambar 44. Karakteristik relay waktu seketika .....	115
Gambar 45. Relay arus lebih waktu tertentu .....	116
Gambar 46. Relay arus lebih waktu terbalik.....	116
Gambar 47. Pengaman hubung tanah .....	117
Gambar 48. Thermal Overl Load Relay (TOLR).....	118
Gambar 49. Diagram kontrol dan diagram daya Pengendali motor langsung dengan TOLR.....	118
Gambar 50. Time Delay Relay.....	119

Gambar 51. Konstruksi TDR .....	120
Gambar 52. Kontruksi saklar selektor .....	120
Gambar 53. Saklar selektor dua posisi .....	121
Gambar 54. Kontruksi Kontaktor .....	127
Gambar 55. Kontaktor yang terbakar .....	128
Gambar 56. Kontaktor dengan model jepit pada konektor .....	128
Gambar 57. Bagian relay .....	130
Gambar 58. TOR dalam keadaan normal .....	131
Gambar 59. TOR dalam keadaan beban lebih.....	132
Gambar 60. Kontruksi Thermal Over Load Relay (TOR/TOL) .....	132

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pengenal Inti atau Rel.....	83
Tabel 2. Warna selubung konduktor PVC atau PE untuk instalasi tetap .....	84
Tabel 3. pengkabelan motor 3 phase 12 kabel .....	103



# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

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

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

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Modul diklat PKB Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Grade 3 ini terdiri dari dua kompetensi utama, kompetensi pedagogik, dan kompetensi profesional. Kompetensi pedagogik yaitu kemampuan guru dalam memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran yang diampu. Dengan mempelajari modul ini diharapkan guru dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi serta mengetahui macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran.

Kompetensi berikutnya yaitu kompetensi profesional sebagai guru teknik pemanfaatan tenaga listrik. Kompetensi profesional khususnya pada grade 3 dalam modul harus dikuasai oleh guru, meliputi ketentuan instalasi penerangan, kontrol motor, spesifikasi komponen penerangan dan tenaga sesuai standar PUIL/SNI serta mencari kesalahan tentang prosedur pemasangan instalasi. Diharapkan guru memiliki kemampuan tersebut setelah mempelajari modul ini.

## B. Tujuan

Tujuan disusunnya modul diklat PKB ini adalah untuk meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional guru teknik pemanfaatan tenaga listrik khususnya grade 3 dalam hal menyelenggarakan proses pembelajaran yang berbasis teknologi informasi dan memiliki pengetahuan tentang ketentuan instalasi penerangan, kontrol motor, spesifikasi komponen penerangan dan tenaga sesuai standar PUIL/SNI.

## C. Peta Kompetensi

No.	Kompetensi Pokok	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru/ Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
1	Pedagogik	3. Mengembangkan kurikulum yang terkait dengan mata pelajaran yang diampu.	3.3 Menentukan pengalaman belajar yang sesuai untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diampu.	3.3.1 Pengalaman belajar diidentifikasi sesuai dengan tujuan pembelajaran

			3.4 Memilih materi pembelajaran yang diampu yang terkait dengan pengalaman belajar dan tujuan pembelajaran	<p>3.3.2 Pengalaman belajar ditentukan berdasarkan hasil identifikasi</p> <p>3.4.1 Kriteria pemilihan materi pembelajaran dijelaskan dengan benar</p> <p>3.4.2 Materi pembelajaran diidentifikasi sesuai dengan tujuan pembelajaran dan tujuan pembelajaran dan pengalaman belajar</p> <p>3.4.3 Materi pembelajaran dipilih berdasarkan hasil identifikasi</p>
2	Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	Memeriksa instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI	<p>Memasang rangkaian komponen instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI.</p> <p>Menemukan kesalahan secara sistematis tentang penggunaan komponen instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI</p>

			Memeriksa instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI	Memasang rangkaian komponen instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI
				Menemukan kesalahan secara sistematis tentang penggunaan komponen instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI

#### D. Ruang lingkup

Modul PKB Guru Teknik Pemanfaatan Listrik Grade 3 ini terdiri dari 5 kegiatan pembelajaran yang mencakup kemampuan pedagogik dan profesional seorang guru. Materi dari setiap kegiatan pembelajaran disesuaikan dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) berdasarkan pedoman penyusunan modul yang ada sebelumnya. Kegiatan pembelajaran 1 berisikan materi tentang kemampuan pedagogik, dimana guru harus dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi pada pelajaran yang diampu serta mengetahui macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran.

Kegiatan pembelajaran 2 sampai kegiatan pembelajaran 5 berisikan materi tentang kemampuan profesional guru. Bahasanya mulai dari memasang rangkaian komponen dan menemukan kesalahan secara sistematis pada instalasi penerangan listrik yang sesuai dengan standar PUIL/SNI. Kemudian juga pada instalasi tenaga dengan bahasanya yaitu memasang rangkaian dan menemukan kesalahan secara sistematis tentang penggunaan komponen instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI.

#### E. Saran cara penggunaan modul

1. Materi pembelajaran **utama** Teknik Pemanfaatan Listrik **ini** berada pada tingkatan (*grade*) 3 (tiga), terdiri dari materi pedagogi dan materi

profesional. Materi pedagogi berisi bahan pembelajaran tentang penentuan pengalaman belajar yang sesuai untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pemilihan materi pembelajaran pada mata pelajaran utilitas kontrol proses dan materi profesional memasang rangkaian komponen dan menemukan kesalahan secara sistematis pada instalasi penerangan listrik yang sesuai dengan standar PUIL/SNI. Kemudian juga pada instalasi tenaga dengan bahasanya yaitu memasang rangkaian dan menemukan kesalahan secara sistematis tentang penggunaan komponen instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI.

2. Modul ini disusun berbasis aktivitas yang terbagi atas empat kegiatan belajar (KB). Materi pembelajaran pada setiap KB terbagi menjadi beberapa Bahan Bacaan yang dapat saudara gunakan sebagai salah satu sumber informasi. Tetapi diharapkan saudara dapat mencari sumber informasi lain yang relevan untuk memperluas wawasan saudara.
3. Untuk meningkatkan efektifitas saudara mempelajari materi pada modul ini, telah disusun aktivitas belajar yang disusun secara sistematis, yaitu dimulai dengan Pengantar aktivitas belajar, kemudian dilanjutkan dengan Aktivitas Belajar 1 dan Aktivitas belajar selanjutnya untuk meningkatkan pemahaman dalam ranah pengetahuan dan keterampilan, melalui penelaahan bahan bacaan, menyelesaikan Lembar Kerja/Tugas, dan menyelesaikan tes formatif untuk uji pemahaman.
4. Materi pembelajaran yang disajikan di modul ini terkait dengan materi pembelajaran lain.
5. Waktu yang digunakan untuk mempelajari materi pembelajaran ini diperkirakan 150 JP, dengan rincian untuk materi pedagogi 45 JP dan untuk materi profesional 105 JP, melalui diklat PKB moda/model?langsung atau tatap muka.
6. Untuk memulai kegiatan pembelajaran, Saudara harus mulai dengan membaca Pengantar Aktivitas Belajar, menyiapkan dokumen-dokumen yang diperlukan/diminta, mengikuti tahap demi tahap kegiatan pembelajaran secara sistematis dan mengerjakan perintah-perintah kegiatan pembelajaran pada Lembar Kerja (LK) baik pada ranah

pengetahuan dan keterampilan. Untuk melengkapi pengetahuan, Saudara dapat membaca bahan bacaan dan sumber-sumber lain yang relevan. Pada akhir kegiatan Saudara akan dinilai oleh pengampu dengan menggunakan format penilaian yang sudah dipersiapkan.

# KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

## PENENTUAN PENGALAMAN BELAJAR

### A. Tujuan

1. Guru mampu menentukan pengalaman belajar yang sesuai untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diampu.
2. Guru mampu memilih materi pembelajaran yang diampu yang terkait dengan pengalaman belajar dan tujuan pembelajaran

### B. Indikator Pencapaian

1. Guru mampu mengidentifikasi Pengalaman belajar berdasarkan tujuan pembelajaran
2. Guru mampu menjelaskan kriteria pemilihan materi pembelajaran
3. Guru mampu mengidentifikasi materi pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran dan pengalaman belajar
4. Guru mampu memilih materi pembelajaran berdasarkan hasil identifikasi

### C. Uraian Materi

#### 1. Hakikat Belajar

##### a. Pengertian Belajar

Menurut beberapa para ahli :

##### 1) Agus Suprijono

Belajar merupakan sebagai konsep mendapatkan pengetahuan dalam praktiknya.

##### 2) Travers

Belajar adalah proses menghasilkan penyesuaian tingkah laku.

##### 3) Cronbanch

Belajar adalah perubahan perilaku sebagai hasil dari pengalaman.

##### 4) Harold Spears

Belajar adalah mengamati, membaca, meniru, mencoba sesuatu, mendengar dan mengikuti arah tertentu.

5) Skinner

Belajar adalah suatu perilaku. Pada saat orang belajar, maka responsnya menjadi lebih baik. Sebaliknya bila ia tidak belajar maka responsnya menurun.

6) Gagne

Belajar merupakan kegiatan yang kompleks. Setelah belajar orang memiliki keterampilan, pengetahuan, sikap dan nilai.

Dari pendapat beberapa ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa belajar merupakan perubahan tingkah laku pada individu sebagai akibat pengalaman. Belajar adalah proses perubahan perilaku berkat pengalaman dan latihan. Artinya, tujuan kegiatan belajar adalah perubahan tingkah laku, baik yang menyangkut pengetahuan, keterampilan, maupun sikap, bahkan meliputi segenap aspek organisme pribadi

b. Ciri-ciri Belajar

Adapun ciri- ciri belajar adalah sebagai berikut:

- 1) Adanya kemampuan baru atau perubahan. Perubahan tingkah lakubersifat pengetahuan (kognitif), keterampilan (psikomotorik), maupun nilai dan sikap (afektif).
- 2) Perubahan itu tidak berlangsung sesaat saja melainkan menetap atau dapat disimpan.
- 3) Perubahan itu tidak terjadi begitu saja melainkan harus dengan usaha. Perubahan terjadi akibat interaksi dengan lingkungan.
- 4) Perubahan tidak semata-mata disebabkan oleh pertumbuhan fisik/ kedewasaan, tidak karena kelelahan, penyakit atau pengaruh obat-obatan.

Dari ciri- ciri belajar tersebut, kata kunci dari belajar adalah perubahan perilaku. Menurut Gagne (Abin Syamsuddin Makmun, 2003), perubahan perilaku yang merupakan hasil belajar dapat berbentuk:

- 1) Informasi verbal, yaitu penguasaan informasi dalam bentuk verbal, baik secara tertulis ataupun lisan, misalnya pemberian nama- nama terhadap benda, definisi, dan sebagainya.
- 2) Kecakapan intelektual, yaitu keterampilan individu dalam melakukan interaksi dengan lingkungannya dengan menggunakan simbol- simbol, misalnya: penggunaan simbol matematika. Termasuk dalam keteampilan intelektual adalah kecakapan dalam membedakan (discrimination), memahami konsep komkrit, konsep anstrak, aturan dan hukum. Keterampilan ini sangat dibutuhkan dalam pemecahan masalah.
- 3) Strategi Kognitif, kecakapan infdividu untuk melakukan pengendalian dan pengelolaan keseluruhan aktivitasnya. Dalam konteks proses pembelajaran, strategi kognitif yaitu kemampuan mengendalikan ingatan dan cara- cara berfikir agar terjadi aktivitas yang efektif. Kecakapan intelektual menitikberatkan pada hasil pembelajaran, sedangkan strategi kognitif lebih menekankan pada proses berfikir.
- 4) Sikap, yaitu hasil pembelajaran yang berupa kecakapan individu untuk memilih macam tindakan yang akan dilakukan. Dengan kata lain, sikap adalah keadaan dalam diri individu yang akan memberikan kecendrungan dalam bertinfak dalam menghadapi suatu obyek atau peristiwa, di dalamnya terdapt unsur pemikiran, perasaan yang menyertai pemikiran dan kesiapan untuk bertindak.
- 5) Kecakapan motorik, ialah hasil belajar yang berupa kecakapan pergerakan yang dikontrol oleh otot dan fisik.

Sementara itu, Moh. Surya (1997) mengemukakan bahwa hasil belajar akan tampak dalam:

- 1) Kebiasaan, seperti: peserta diklat belajar bahasa berkali- kali menghindari kecendrungan penguanaan kata atau struktur yang keliru, sehingga akhirnya ia terbiasa dengan penggunaan bahasa secara baik dan benar.
- 2) Keterampilan, seperti: menulis dan berolah raga yang meskipun sifatnya motorik, keterampilan-keterampilan itu memerlukan koordinasi gerak yang teliti dan kesadaran yang tinggi.

- 3) Pengamatan, yakni proses menerima, menafsirkan, dan memberi arti rangsangan yang masuk melalui indera- indera secara obyektif sehingga peserta diklat mampu mencapai pengertian yang benar.
- 4) Berfikir asosiatif, yakni berfikir dengan cara mengasosiasikan sesuatu dengan yang lainnya dengan menggunakan daya ingat.
- 5) Berfikir rasional dan kritis, yakni menggunakan prinsip- prinsip dan dasar- dasar pengertian dalam menjawab pertanyaan kritis.
- 6) Sikap, yakni kecenderungan yang relatif menetap untuk bereaksi dengan cara baik atau buruk terhadap orang atau abstrak tertentu sesuai dengan pengetahuan dan keyakinan.
- 7) Inhibisi (menghindari hal yang mubazir)
- 8) Apresiasi (menghargai karya- karya bermutu)
- 9) Perilaku afektif, yakni perilaku yang bersangkutan dengan perasaan takut, marah, sedih, gembira, kecewa, senang, benci, was- was dan sebagainya.

c. Prinsip- Prinsip Belajar

Banyak teori dan prinsip- prinsip belajar yang dikemukakan oleh para ahli yang satu dengan yang lain memiliki persamaan dan juga perbedaan. Dari berbagai prinsip belajar tersebut terdapat beberapa prinsip yang relatif berlaku umum yang dapat kita pakai sebagai dasar dalam upaya pembelajaran, baik bagi siswa yang perlu meningkatkan upaya belajarnya baik bagi guru dalam meningkatkan mengajarnya. Menurut Dr. Dimiyati dan Drs. Mudjiono (2002: 42) dalam bukunya Belajar dan Pembelajaran, prinsip- prinsip belajar itu berkaitan dengan:

1) Perhatian dan Motivasi

Perhatian mempunyai peranan penting dalam kegiatan belajar. Dari kajian belajar pengolahan informasi terungkap bahwa tanpa adanya perhatian tak mungkin terjadinya belajar (Gagne dan Berliner, 1984: 335). Perhatian akan belajar akan timbul pada peserta diklat apabila bahan pelajaran sesuai dengan kebutuhannya. Apabila bahan pelajaran itu dirasakan sebagai sesuatu yang dibutuhkan, diperlukan untuk belajar lebih lanjut atau diperlukan dalam kehidupan sehari- hari, akan

membangkitkan motivasi untuk mempelajarinya. Apabila perhatian alami ini tidak ada maka siswa perlu dibangkitkan perhatiannya.

Di samping perhatian, motivasi mempunyai peranan penting dalam kegiatan belajar. Motivasi adalah tenaga yang menggerakkan dan mengarahkan aktifitas seseorang. Motivasi dapat dibandingkan dengan mesin dan kemudi pada mobil (Gagne dan Berliner, 1984:372). Motivasi dapat merupakan tujuan dan alat dalam pembelajaran. Sebagai tujuan, motivasi merupakan suatu tujuan dalam mengajar. Guru berharap bahwa peserta diklat tertarik dalam kegiatan intelektual dan estetis sampai kegiatan belajar berakhir. Sebagai alat, motivasi merupakan salah satu faktor seperti halnya intelegensi dan hasil belajar sebelumnya yang dapat menentukan keberhasilan belajar peserta diklat dalam bidang pengetahuan, nilai-nilai, dan keterampilan.

Motivasi mempunyai kaitan yang erat dengan minat. Peserta diklat yang memiliki minat terhadap sesuatu bidang studi tertentu cenderung tertarik perhatiannya dan dengan demikian timbul motivasinya untuk mempelajari bidang tersebut. Motivasi juga dipengaruhi oleh nilai-nilai yang dianggap penting dalam kehidupan. Perubahan nilai-nilai yang dianut akan mengubah tingkah laku manusia dan motivasinya. Karenanya, bahan-bahan pelajaran yang disajikan hendaknya disesuaikan dengan minat siswa dan tidak bertentangan dengan nilai-nilai yang berlaku di dalam masyarakat.

## 2) Keaktifan

Kecendrungan psikologi dewasa ini menganggap bahwa anak adalah makhluk yang aktif. Anak mempunyai dorongan untuk membuat sesuatu, mempunyai kemauan dan aspirasinya sendiri. Belajar tidak dapat dipaksakan oleh orang lain dan juga tidak bisa dilimpahkan kepada orang lain. Belajar hanya mungkin terjadi apabila anak aktif mengalami sendiri. John Dewey misalnya mengemukakan bahwa belajar adalah menyangkut dengan apa yang harus dikerjakan diklat untuk dirinya sendiri, maka inisiatif harus datang dari diklat itu sendiri,

maka inisiatif harus datang dari peserta diklat sendiri. Guru sebagai pembimbing dan pengarah (John Dewey 1916, dalam Davies, 1937: 31)

Menurut teori kognitif, belajar menunjukkan adanya jiwa yang sangat aktif, jiwa mengolah informasi yang kita terima, tidak sekedar menyimpannya saja tanpa mengadakan transformasi. Menurut teori ini anak memiliki sifat aktif, konstruktif, dan mampu merencanakan sesuatu. Anak mampu untuk mencari, menemukan, dan mengemukakan pengetahuan yang telah diperolehnya. Dalam proses belajar mengajar peserta diklat mampu mengidentifikasi, merumuskan masalah, mencari dan menemukan fakta, menganalisis, dan menarik kesimpulan.

Dalam setiap proses belajar, peserta diklat selalu meampakkan keaktifan. Keaktifan itu beraneka ragam bentuknya. Mulai dari kegiatan fisik yang mudah kita amati sampai kegiatan psikis yang sulit diamati.

### 3) Keterlibatan Langsung/ Berpengalaman

Belajar haruslah dilakukan sendiri oleh peserta diklat, belajar adalah mengalami, belajar tidak bisa dilimpahkan kepada orang lain. Edga Dale dalam penggolongan pengalaman belajar yang dituangkan dalam pengalamannya mengemukakan bahwa belajar yang paling baik adalah belajar melalui pengalaman langsung. Dalam belajar melalui pengalaman langsung peserta diklat tidak hanya mengamati secara langsung tetapi ia harus menghayati, terlibat langsung dalam perbuatan, dan bertanggung jawab terhadap hasilnya.

Pentingnya keterlibatan langsung dalam belajar dikemukakan oleh John Dewey dengan “ learning by doing ” -nya. Belajar baiknya dialami melalui perbuatan langsung. Belajar harus dilakukan oleh siswa secara aktif, baik individual maupun kelompok, dengan cara memecahkan masalah. Guru bertindak sebagai pembimbing dan fasilitator.

Keterampilan peserta diklat di dalam belajar jangan diartikan keterlibatan fisik semata, namun lebih dari itu terutama adalah keterlibatan mental emosional, keterlibatan dengan kegiatan kognitif

dalam pencapaian dan perolehan pengetahuan, dalam penghayatan dan internalisasi nilai- nilai dalam pembentukan sikap dan nilai, dan juga pada saat mengadakan latihan- latihan dan pembentukan keterampilan.

#### 4) Pengulangan

Prinsip belajar yang menekankan perlunya pengulangan barangkali yang paling tua adalah yang dikemukakan oleh teori psikologi daya. Menurut teori ini belajar adalah melatih daya- daya yang ada pada manusia yang terdiri dari daya mengamati, menanggapi, mengingat, mengkhayal, menafsirkan, merasakan, berpikir dan sebagainya. Dengan mengadakan pengulangan maka daya- daya tersebut akan berkembang.

Teori lain yang menekankan prinsip pengulangan adalah teori psikologi asosiasi atau koneksionisme. Berangkat dari salah satu hukum belajarnya "law of exercise", ia mengemukakan bahwa belajar ialah pembentukan hubungan antara stimulus dan respons, dan pengulangan terhadap pengalaman- pengalaman itu memperbesar peluang timbulnya respons benar.

Kedua teori tersebut menekankan pentingnya prinsip pengulangan dalam belajar walaupun dengan tujuan yang berbeda. Yang pertama pengulangan untuk melatih daya- daya jiwa sedangkan yang kedua ialah pengulangan untuk membentuk respons yang benar dan membentuk kebiasaan- kebiasaan. Walaupun kita tidak dapat menerima bahwa belajar adalah pengulangan seperti yang telah dikemukakan teori tersebut, karena tidak dipakai untuk menerangkan semua bentuk belajar, namun prinsip pengulangan masih relevan sebagai dasar pembelajaran. Dalam belajar masih diperlukan latihan atau pengulangan.

#### 5) Tantangan

Teori Medan (Field Theory) dari Kurt Lewin mengemukakan bahwa peserta diklat dalam situasi belajar berada dalam suatu medan atau

lapangan psikologis. Dalam situasi belajar peserta diklat menghadapi suatu tujuan yang ingin dicapai, yaitu selalu terdapat hambatan yaitu mempelajari bahan belajar, maka timbullah motif untuk mengatasi hambatan itu yaitu dengan mempelajari bahan belajar tersebut. Apabila hambatan tersebut telah diatasi, artinya tujuan belajar telah tercapai, maka ia akan masuk dalam medan baru dan tujuan baru, demikian seterusnya. Agar pada peserta diklat timbul motif yang kuat untuk mengatasi hambatan dengan baik maka bahan belajar haruslah menantang. Tantangan belajar yang dihadapi peserta diklat saat belajar membuat peserta diklat lebih bergairah untuk mengatasinya. Bahan belajar yang baru, yang banyak mengandung masalah yang harus diselesaikan membuat peserta diklat tertantang untuk mempelajarinya. Pembelajaran yang memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk menemukan konsep- konsep, prinsip- prinsip, dan generalisasi akan menyebabkan peserta diklat berusaha mencari dan menemukan konsep- konsep , prinsip- prinsip, dan generalisasi tersebut. Bahan belajar yang diolah secara tuntas oleh guru sehingga peserta diklat tinggal menelan saja sehingga kurang menarik bagi peserta diklat.

Penggunaan metode eksperimen, inkuiri, diskoveri juga memberikan tantangan bagi peserta diklat untuk belajar secara lebih giat dan sungguh- sungguh. Penguatan positif dan negatif juga akan menantang peserta diklat dan menimbulkan motif untuk memperoleh ganjaran atau terhindar dari hukuman yang tidak menyenangkan.

#### 6) Balikan dan Penguatan

Prinsip belajar yang berkaitan dengan balikan dan penguatan terutama ditekankan oleh teori belajar *Operant Conditioning* dari B.F. Skinner. Pada teori conditioning yang diberi kondisi adalah stimulusnya, maka pada operant conditioning yang diperkuat adalah responsnya. Kunci dari teori belajar ini adalah *law of effect*-nya Thorndike. Peserta diklat akan belajar lebih semangat apabila mengetahui dan mendapatkan hasil yang baik. Namun dorongan belajar itu menurut B.F. Skinner tidak saja oleh penguatan yang menyenangkan tetapi juga yang tidak menyenangkan.

Atau dengan kata lain penguatan positif maupun negatif dapat memperkuat pelajaran (Gage dan Berliner, 1984: 272).

Peserta diklat belajar bersungguh-sungguh dan mendapatkan nilai yang baik dalam ulangan. Nilai yang baik mendorong anak untuk belajar lebih giat lagi. Nilai yang baik dapat merupakan *operant conditioning* atau penguatan positif. Sebaliknya anak yang mendapatkan nilai yang jelek pada waktu ulangan akan merasa takut tidak naik kelas, karena takut tidak naik kelas akan mendorongnya untuk belajar lebih giat lagi. Disini nilai buruk dan takut tidak naik kelas juga bisa mendorong anak untuk belajar lebih giat lagi. Inilah yang disebut penguatan negatif. Disini peserta diklat mencoba menghindari dari situasi yang tidak menyenangkan, akan penguatan negatif juga disebut *escape conditioning*. Format sajian berupa tanya jawab, diskusi, eksperimen, metode penemuan, dan sebagainya merupakan cara belajar mengajar yang memungkinkan terjadinya balikan dan penguatan. Balikan yang segera diperoleh peserta diklat setelah belajar melalui penggunaan metode- metode ini akan membuat siswa terdorong untuk belajar lebih giat dan bersemangat.

#### 7) Perbedaan Individual

Peserta diklat merupakan individual yang unik artinya tidak ada dua orang peserta diklat yang sama persis, tiap peserta diklat memiliki perbedaan satu dengan yang lain. Perbedaan itu terdapat pada karakteristik psikis, kepribadian dan sifat-sifatnya.

Perbedaan individual ini berpengaruh pada cara dan hasil belajar peserta diklat. Karenanya, perbedaan individu perlu diperhatikan oleh guru dalam upaya pembelajaran. Sistem pendidikan klasikal yang dilakukan di sekolah kita kurang memperhatikan masalah perbedaan individual, umumnya pelaksanaan pembelajaran di kelas dengan melihat peserta diklat sebagai individu dengan kemampuan rata-rata, kebiasaan yang kurang lebih sama, demikian pula dengan pengetahuannya.

Pembelajaran yang bersifat klasikal yang mengabaikan perbedaan individual dapat diperbaiki dengan beberapa cara. Antara lain penggunaan metode atau strategi belajar mengajar yang bervariasi sehingga perbedaan-perbedaan kemampuan peserta diklat dapat terlayani. Juga penggunaan media instruksional akan membantu melayani perbedaan-perbedaan peserta diklat dalam belajar. Usaha lain untuk memperbaiki pembelajaran klasikal adalah dengan memberikan tambahan pelajaran atau pengayaan pelajaran bagi peserta diklat yang pandai, dan memberikan bimbingan belajar bagi anak-anak yang kurang.

Implikasi prinsip-prinsip belajar bagi peserta diklat dan guru, tampak dalam setiap kegiatan perilaku mereka selama proses pembelajaran berlangsung. Namun demikian, perlu disadari bahwa implementasi prinsip-prinsip belajar sebagai implikasi prinsip-prinsip belajar bagi peserta diklat dan guru, tidak semuanya terwujud dalam setiap proses pembelajaran.

#### d. Jenis- Jenis Belajar

##### 1) Menurut Robert M. Gagne

Manusia memiliki beragam potensi, karakter, dan kebutuhan dalam belajar. Karena itu banyak tipe-tipe belajar yang dilakukan manusia. Gagne mencatat ada delapan tipe belajar:

- a) *Belajar isyarat* (signal learning). Menurut Gagne, ternyata tidak semua reaksi spontan manusia terhadap stimulus sebenarnya tidak menimbulkan respon. Dalam konteks inilah signal learning terjadi. Contohnya yaitu seorang guru yang memberikan isyarat kepada muridnya yang gaduh dengan bahasa tubuh tangan diangkat kemudian diturunkan.
- b) *Belajar stimulus respon*. Belajar tipe ini memberikan respon yang tepat terhadap stimulus yang diberikan. Reaksi yang tepat diberikan penguatan (reinforcement) sehingga terbentuk perilaku tertentu (shaping). Contohnya yaitu seorang guru memberikan suatu bentuk pertanyaan atau gambaran tentang sesuatu yang

kemudian ditanggapi oleh muridnya. Guru memberi pertanyaan kemudian murid menjawab.

- c) *Belajar merantalkan* (chaining). Tipe ini merupakan belajar dengan membuat gerakan-gerakan motorik sehingga akhirnya membentuk rangkaian gerak dalam urutan tertentu. Contohnya yaitu pengajaran tari atau senam yang dari awal membutuhkan proses-proses dan tahapan untuk mencapai tujuannya.
- d) *Belajar asosiasi verbal* (verbal Association). Tipe ini merupakan belajar menghubungkan suatu kata dengan suatu obyek yang berupa benda, orang atau kejadian dan merangkaikan sejumlah kata dalam urutan yang tepat. Contohnya yaitu membuat langkah kerja dari suatu praktek dengan bantuan alat atau objek tertentu. Membuat prosedur dari praktek kayu.
- e) *Belajar membedakan* (discrimination). Tipe belajar ini memberikan reaksi yang berbeda-beda pada stimulus yang mempunyai kesamaan. Contohnya yaitu seorang guru memberikan sebuah bentuk pertanyaan dalam berupa kata-kata atau benda yang mempunyai jawaban yang mempunyai banyak versi tetapi masih dalam satu bagian dalam jawaban yang benar. Guru memberikan sebuah bentuk (kubus) siswa menerka ada yang bilang berbentuk kotak, seperti kotak kardus, kubus, dsb.
- f) *Belajar konsep* (concept learning). Belajar mengklasifikasikan stimulus, atau menempatkan obyek-obyek dalam kelompok tertentu yang membentuk suatu konsep. (konsep : satuan arti yang mewakili kesamaan ciri). Contohnya yaitu memahami sebuah prosedur dalam suatu praktek atau juga teori. Memahami prosedur praktek uji bahan sebelum praktek, atau konsep dalam kuliah mekanika teknik.
- g) *Belajar dalil* (rule learning). Tipe ini meruokan tipe belajar untuk menghasilkan aturan atau kaidah yang terdiri dari penggabungan beberapa konsep. Hubungan antara konsep biasanya dituangkan dalam bentuk kalimat. Contohnya yaitu seorang guru memberikan hukuman kepada peserta diklat yang tidak mengerjakan tugas

yang merupakan kewajiban siswa, dalam hal itu hukuman diberikan supaya peserta diklat tidak mengulangi kesalahannya.

- h) *Belajar memecahkan masalah* (problem solving). Tipe ini merupakan tipe belajar yang menggabungkan beberapa kaidah untuk memecahkan masalah, sehingga terbentuk kaedah yang lebih tinggi (higher order rule). Contohnya yaitu seorang guru memberikan kasus atau permasalahan kepada siswa-siswanya untuk memancing otak mereka mencari jawaban atau penyelesaian dari masalah tersebut.

Selain delapan jenis belajar, Gagne juga membuat semacam sistematika jenis belajar. Menurutnya sistematika tersebut mengelompokkan hasil-hasil belajar yang mempunyai ciri - ciri sama dalam satu katagori. Kelima hal tersebut adalah :

- a) Keterampilan intelektual: kemampuan seseorang untuk berinteraksi dengan lingkungannya dengan menggunakan symbol huruf, angka, kata atau gambar.
- b) Informasi verbal: seseorang belajar menyatakan atau menceritakan suatu fakta atau suatu peristiwa secara lisan atau tertulis, termasuk dengan cara menggambar.
- c) Strategi kognitif: kemampuan seseorang untuk mengatur proses belajarnya sendiri, mengingat dan berfikir.
- d) Keterampilan motorik: seseorang belajar melakukan gerakan secara teratur dalam urutan tertentu (organized motor act). Ciri khasnya adalah otomatisme yaitu gerakan berlangsung secara teratur dan berjalan dengan lancar dan luwes.
- e) Sikap keadaan mental yang mempengaruhi seseorang untuk melakukan pilihan-pilihan dalam bertindak.

## 2) Menurut Bloom

Benyamin S. Bloom (1956) adalah ahli pendidikan yang terkenal sebagai pencetus konseptaksonomi belajar. *Taksonomi belajar* adalah

pengelompokkan tujuan berdasarkan domain atau kawasan belajar. Menurut Bloom ada tiga domain belajar yaitu :

a) *Cognitive Domain* (Kawasan Kognitif). Adalah kawasan yang berkaitan dengan aspek-aspek intelektual atau secara logis yang bias diukur dengan pikiran atau nalar. Kawasan ini terdiri dari:

1. Pengetahuan (*Knowledge*).
2. Pemahaman (*Comprehension*).
3. Penerapan (*Application*)
4. Penguraian (*Analysis*).
5. Memadukan (*Synthesis*).
6. Penilaian (*Evaluation*).

b) *Affective Domain* (Kawasan afektif), merupakan kawasan yang berkaitan dengan aspek-aspek emosional, seperti perasaan, minat, sikap, kepatuhan terhadap moral dan sebagainya. Kawasan ini terdiri dari:

1. Penerimaan (*receiving/attending*)
2. Sambutan (*responding*).
3. Penilaian (*valuing*).
4. Pengorganisasian (*organization*).
5. Karakterisasi (*characterization*)

c) *Psychomotor Domain* (Kawasan psikomotorik) merupakan kawasan yang berkaitan dengan aspek-aspek keterampilan yang melibatkan fungsi sistem syaraf dan otot (*neuronmuscular system*) dan fungsi psikis. Kawasan ini terdiri dari:

1. Kesiapan (*set*)
2. Meniru (*imitation*)
3. Membiasakan (*habitual*)
4. Adaptasi (*adaption*)

3) Penggabungan Dari Tiga Ahli (A. De Block, Robert M. Gagne, C. Van Parreren)

a) *Belajar arti kata-kata*. Belajar arti kata-kata maksudnya adalah orang mulai menangkap arti yang terkandung dalam kata-kata yang

digunakan.

- b) *Belajar kognitif*. Tak dapat disangkal bahwa belajar kognitif bersentuhan dengan masalah mental. Objek-objek yang diamati dihadirkan dalam diri seseorang melalui tanggapan, gagasan, atau lambang yang merupakan sesuatu bersifat mental.
- c) *Belajar menghafal*. Menghafal adalah suatu aktivitas menanamkan suatu materi verbal dalam ingatan, sehingga nantinya dapat diproduksi {diingat} kembali secara harfiah, sesuai dengan materi yang asli, dan menyimpan kesan-kesan yang nantinya suatu waktu bila diperlukan dapat diingat kembali kealam dasar.
- d) *Belajar teoritis*. Bentuk belajar ini bertujuan untuk menempatkan semua data dan fakta (pengetahuan) dalam suatu kerangka organisasi mental, sehingga dapat difahami dan digunakan untuk memecahkan problem, seperti terjadi dalam bidang-bidang studi ilmiah.
- e) *Belajar konsep*. Konsep atau pengertian adalah satuan arti yang mewakili sejumlah objek yang mempunyai ciri-ciri yang sama, orang yang memiliki konsep mampu mengadakan abstraksi terhadap objek-objek yang dihadapinya, sehingga objek ditempatkan dalam golongan tertentu.
- f) *Belajar kaidah*. Belajar kaidah (rule) termasuk dari jenis belajar kemahiran intelektual (intellectual skill), yang dikemukakan oleh Gagne. Belajar kaidah adalah bila dua konsep atau lebih dihubungkan satu sama lain, terbentuk suatu ketentuan yang merepresikan suatu keteraturan.
- g) *Belajar berpikir*. Dalam belajar ini, orang dihadapkan pada suatu masalah yang harus dipecahkan, tetapi tanpa melalui pengamatan dan reorganisasi dalam pengamatan. masalah harus dipecahkan melalui operasi mental, khususnya menggunakan konsep dan kaidah serta metode-metode bekerja tertentu.

#### 4) Menurut UNESCO

UNESCO telah mengeluarkan kategori jenis belajar yang dikenal sebagai empat pilar dalam kegiatan belajar ( A. Suhaenah Suparno,

2000 ) :

- a) *Learning to know*. Pada *Learning to know* ini terkandung makna bagaimana belajar, dalam hal ini ada tiga aspek : apa yang dipelajari, bagaimana caranya dan siapa yang belajar.
- b) *Learning to do*. Hal ini dikaitkan dengan dunia kerja, membantu seseorang mampu mempersiapkan diri untuk bekerja atau mencari nafkah. Jadi dalam hal ini menekankan perkembangan keterampilan untuk yang berhubungan dengan dunia kerja.
- c) *Learning to live together*. Belajar ini ditekankan seseorang/pihak yang belajar mampu hidup bersama, dengan memahami orang lain, sejarahnya, budayanya, dan mampu berinteraksi dengan orang lain secara harmonis.
- d) *Learning to be*. Belajar ini ditekankan pada pengembangan potensi insani secara maksimal. Setiap individu didorong untuk berkembang dan mengaktualisasikan diri. Dengan *learning to be* seseorang akan mengenal jati diri, memahami kemampuan dan kelemahannya dengan kompetensi-kompetensinya akan membangun pribadi secara utuh.
- e) Teori- Teori Belajar

Jika menelaah literatur psikologi, kita akan menemukan banyak teori belajar yang bersumber dari aliran-aliran psikologi. Dalam tautan di bawah ini akan dikemukakan empat jenis teori belajar, yaitu: (A) teori belajar behaviorisme; (B) teori belajar kognitivisme; (C) teori belajar konstruktivisme; (D) teori belajar humanisme dan (E) teori belajar gestalt.

#### 1) Teori Belajar Behaviorisme

Behaviorisme merupakan salah aliran psikologi yang memandang individu hanya dari sisi fenomena jasmaniah, dan mengabaikan aspek-aspek mental. Dengan kata lain, behaviorisme tidak mengakui adanya kecerdasan, bakat, minat dan perasaan individu dalam suatu belajar. Peristiwa belajar semata-mata melatih refleks-refleks sedemikian rupa sehingga menjadi kebiasaan yang dikuasai individu. Beberapa hukum belajar yang dihasilkan dari pendekatan behaviorisme ini, diantaranya :

a) *Connectionism ( S-R Bond)* menurut Thorndike.

Dari eksperimen yang dilakukan Thorndike terhadap kucing menghasilkan hukum - hukum belajar, diantaranya:

- 1). *Law of Effect*; artinya bahwa jika sebuah respons menghasilkan efek yang memuaskan, maka hubungan stimulus – respons akan semakin kuat. Sebaliknya, semakin tidak memuaskan efek yang dicapai respons, maka semakin lemah pula hubungan yang terjadi antara stimulus- respons.
- 2) *Law of Readiness*; artinya bahwa kesiapan mengacu pada asumsi bahwa kepuasan organisme itu berasal dari pembedaan satuan pengantar (conduction unit), dimana unit-unit ini menimbulkan kecenderungan yang mendorong organisme untuk berbuat atau tidak berbuat sesuatu.
- 3) *Law of Exercise*; artinya bahwa hubungan antara Stimulus dengan Respons akan semakin bertambah erat, jika sering dilatih dan akan semakin berkurang apabila jarang atau tidak dilatih.

b) *Classical Conditioning* menurut Ivan Pavlov

Dari eksperimen yang dilakukan Pavlov terhadap seekor anjing menghasilkan hukum-hukum belajar, diantaranya :

1. *Law of Respondent Conditioning* yakni hukum pembiasaan yang dituntut. Jika dua macam stimulus dihadirkan secara simultan (yang salah satunya berfungsi sebagai reinforcer), maka refleks dan stimulus lainnya akan meningkat.
2. *Law of Respondent Extinction* yakni hukum pemusnahan yang dituntut. Jika refleks yang sudah diperkuat melalui *Respondent conditioning* itu didatangkan kembali tanpa menghadirkan reinforcer, maka kekuatannya akan menurun.

c) *Operant Conditioning* menurut B.F. Skinner

Dari eksperimen yang dilakukan B.F. Skinner terhadap tikus dan selanjutnya terhadap burung merpati menghasilkan hukum-

hukum belajar, diantaranya :

1. *Law of operant conditioning* yaitu jika timbulnya perilaku diiringi dengan stimulus penguat, maka kekuatan perilaku tersebut akan meningkat.
2. *Law of operant extinction* yaitu jika timbulnya perilaku operant telah diperkuat melalui proses conditioning itu tidak diiringi stimulus penguat, maka kekuatan perilaku tersebut akan menurun bahkan musnah.

Reber (Muhibin Syah, 2003) menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan *operant* adalah sejumlah perilaku yang membawa efek yang sama terhadap lingkungan. Respons dalam operant conditioning terjadi tanpa didahului oleh stimulus, melainkan oleh efek yang ditimbulkan oleh reinforcer. *Reinforcer* itu sendiri pada dasarnya adalah stimulus yang meningkatkan kemungkinan timbulnya sejumlah respons tertentu, namun tidak sengaja diadakan sebagai pasangan stimulus lainnya seperti dalam *classical conditioning*.

d) *Social Learning* menurut Albert Bandura

Teori belajar sosial atau disebut juga teori *observational learning* adalah sebuah teori belajar yang relatif masih baru dibandingkan dengan teori-teori belajar lainnya. Berbeda dengan penganut Behaviorisme lainnya, Bandura memandang Perilaku individu tidak semata-mata refleks otomatis atas stimulus (S-R Bond), melainkan juga akibat reaksi yang timbul sebagai hasil interaksi antara lingkungan dengan skema kognitif individu itu sendiri.

Prinsip dasar belajar menurut teori ini, bahwa yang dipelajari individu terutama dalam belajar sosial dan moral terjadi melalui peniruan (*imitation*) dan penyajian contoh perilaku (*modeling*). Teori ini juga masih memandang pentingnya *conditioning*. Melalui pemberian *reward* dan *punishment*, seorang individu akan berfikir dan memutuskan perilaku sosial mana yang perlu dilakukan.

Kajian konsep dasar belajar dalam Teori Behaviorisme

didasarkan pada pemikiran bahwa belajar merupakan salah satu jenis perilaku (*behavior*) individu atau peserta didik yang dilakukan secara sadar. Individu berperilaku apabila ada rangsangan (*stimuli*), sehingga dapat dikatakan peserta didik di SD/MI akan belajar apabila menerima rangsangan dari guru. Semakin tepat dan intensif rangsangan yang diberikan oleh guru akan semakin tepat dan intensif pula kegiatan belajar yang dilakukan peserta diklat. Dalam belajar tersebut kondisi lingkungan berperan sebagai perangsang (*stimulator*) yang harus direspon individu dengan sejumlah konsekuensi tertentu. Konsekuensi yang dihadapi peserta diklat, ada yang bersifat positif (misalnya perasaan puas, gembira, pujian, dan lain-lain sejenisnya) tetapi ada pula yang bersifat negatif (misalnya perasaan gagal, sedih, teguran, dan lain-lain sejenisnya). Konsekuensi positif dan negatif tersebut berfungsi sebagai penguat (*reinforce*) dalam kegiatan belajar peserta diklat.

Seringkali guru mengaplikasikan konsep belajar menurut teori behaviorisme secara tidak tepat, karena setiap kali peserta didik merespon secara tidak tepat atau tidak benar suatu tugas, guru memarahi atau menghukum peserta didik tersebut. Tindakan guru seperti ini (memarahi atau menghukum setiap kali peserta didik merespon secara tidak tepat) dapat disebut salah atau tidak profesional apabila hukuman (*negative consequence*) tidak difungsikan sebagai penguat atau *reinforce*.

Peserta diklatseringkali melakukan perilaku tertentu karena meniru apa yang dilihatnya dilakukan orang lain di sekitarnya seperti saudara kandungnya, orangtuanya, teman sekolahnya, bahkan oleh gurunya. Oleh sebab itu dapat dikatakan, apabila lingkungan sosial di mana peserta diklatberada sehari-hari merupakan lingkungan yang mengkondisikan secara efektif memungkinkan suasana belajar, maka peserta didik akan melakukan kegiatan atau perilaku belajar yang efektif.

Sebetulnya masih banyak tokoh-tokoh lain yang mengembangkan teori belajar behavioristik ini, seperti : Watson yang menghasilkan prinsip kekerapan dan prinsip kebaruan, Guthrie dengan teorinya yang disebut *Contiguity Theory* yang menghasilkan Metode Ambang (*the treshold method*), metode meletihkan (*The Fatigue Method*) dan Metode rangsangan tak serasi (*The Incompatible Response Method*), Miller dan Dollard dengan teori pengurangan dorongan.

## 2) Teori Belajar Kognitivisme

Teori belajar kognitivisme mengacu pada wacana psikologi kognitif, yang didasarkan pada kegiatan kognitif dalam belajar. Para ahli teori belajar ini berupaya menganalisis secara ilmiah proses mental dan struktur ingatan atau *cognition* dalam aktifitas belajar. *Cognition* diartikan sebagai aktifitas mengetahui, memperoleh, mengorganisasikan, dan menggunakan pengetahuan (Lefrancois, 1985). Tekanan utama psikologi kognitif adalah struktur kognitif, yaitu perbendaharaan pengetahuan pribadi individu yang mencakup ingatan jangka panjangnya (*long-term memory*). Psikologi kognitif memandang manusia sebagai makhluk yang selalu aktif mencari dan menyeleksi informasi untuk diproses. Berkaitan utama psikologi kognitif adalah upaya memahami proses individu mencari, menyeleksi, mengorganisasikan, dan menyimpan informasi. Belajar kognitif berlangsung berdasar *schemata* atau struktur mental individu yang mengorganisasikan hasil pengamatannya. Struktur mental individu tersebut berkembang sesuai dengan tingkatan perkembangan kognitif seseorang. Semakin tinggi tingkat perkembangan kognitif seseorang semakin tinggi pula kemampuan dan keterampilannya dalam memproses berbagai informasi atau pengetahuan yang diterimanya dari lingkungan, baik lingkungan fisik maupun lingkungan sosial. Itulah sebabnya, teori belajar kognitivisme dapat disebut sebagai (1) teori perkembangan kognitif, (2) teori kognisi sosial, dan (3) teori pemrosesan informasi.

#### a) Perkembangan Kognitif menurut Piaget

Piaget merupakan salah seorang tokoh yang disebut-sebut sebagai pelopor aliran konstruktivisme. Salah satu sumbangan pemikirannya yang banyak digunakan sebagai rujukan untuk memahami perkembangan kognitif individu yaitu teori tentang tahapan perkembangan individu. Menurut Piaget bahwa perkembangan kognitif individu meliputi empat tahap yaitu :

1. *sensory motor*;
2. *pre operational*;
3. *concrete operational* dan
4. *formal operational*.

Pemikiran lain dari Piaget tentang proses rekonstruksi pengetahuan individu yaitu asimilasi dan akomodasi. James Atherton (2005) menyebutkan bahwa asimilasi adalah "*the process by which a person takes material into their mind from the environment, which may mean changing the evidence of their senses to make it fit*" dan akomodasi adalah "*the difference made to one's mind or concepts by the process of assimilation*".

Asimilasi ditempuh ketika individu menyatukan informasi baru ke perbendaharaan informasi yang sudah dimiliki atau diketahuinya kemudian menggantikannya dengan informasi terbaru. Individu mengorganisasikan makna informasi itu ke dalam ingatan jangka panjang (*long-term memory*). Ingatan jangka panjang yang terorganisasikan inilah yang diartikan sebagai struktur kognitif. Struktur kognitif berisi sejumlah *coding* yang mengandung segi-segi intelek yang mengatur atau memerintah perilaku individu, perubahan perilaku mendasari penetapan tahap-tahap perkembangan kognitif. Tiap tahapan perkembangan menggambarkan isi struktur kognitif yang khas sesuai perbedaan antar tahapan. Tahapan perkembangan belajar menurut Piaget adalah seperti berikut ini :

- 1) *Sensorimotor intelligence* (lahir s.d usia 2 tahun): perilaku

terikat pada panca indera dan gerak motorik. Bayi belum mampu berpikir konseptual namun perkembangan kognitif telah dapat diamati

2) *Preoperation thought* (2-7 tahun): tampak kemampuan berbahasa, berkembang pesat penguasaan konsep. Bayi belum mampu berpikir konseptual namun perkembangan kognitif telah dapat diamati

3) *Concrete Operation* (7-11 tahun): berkembang daya mampu anak berpikir logis untuk memecahkan masalah konkrit. Konsep dasar benda, jumlah waktu, ruang, kausalitas

4) *Formal Operations* (11-15 tahun): kecakapan kognitif mencapai puncak perkembangan. Peserta diklat mampu memprediksi, berpikir tentang situasi hipotesis, tentang hakekat berpikir serta mengapresiasi struktur bahasa dan berdialog. Sarkasme, bahasa gaul, berdebat, berdalih adalah sisi bahasa remaja cerminan kecakapan berpikir abstrak dalam/melalui bahasa.

Dikemukakannya pula, bahwa belajar akan lebih berhasil apabila disesuaikan dengan tahap perkembangan kognitif peserta diklat. Peserta diklat hendaknya diberi kesempatan untuk melakukan eksperimen dengan obyek fisik, yang ditunjang oleh interaksi dengan teman sebaya dan dibantu oleh pertanyaan tilikan dari guru. Guru hendaknya banyak memberikan rangsangan kepada peserta diklat agar mau berinteraksi dengan lingkungan secara aktif, mencari dan menemukan berbagai hal dari lingkungan. Implikasi teori perkembangan kognitif Piaget dalam pembelajaran adalah :

1. Bahasa dan cara berfikir anak berbeda dengan orang dewasa. Oleh karena itu guru mengajar dengan

menggunakan bahasa yang sesuai dengan cara berfikir peserta diklat.

2. Peserta diklat akan belajar lebih baik apabila dapat menghadapi lingkungan dengan baik. Guru harus membantu peserta diklat agar dapat berinteraksi dengan lingkungan sebaik-baiknya.
3. Bahan yang harus dipelajari anak hendaknya dirasakan baru tetapi tidak asing.
4. Berikan peluang agar peserta diklat belajar sesuai tahap perkembangannya.
5. Di dalam kelas, peserta diklat hendaknya diberi peluang untuk saling berbicara dan diskusi dengan teman-temannya.

b) Kognisi Sosial oleh L.S Lygosky

L.S. Vygotsky, mendasari pemikiran bahwa budaya berperan penting dalam belajar seseorang. Budaya adalah penentu perkembangan, tiap individu berkembang dalam konteks budaya, sehingga proses belajar individu dipengaruhi oleh lingkungan utama budaya keluarga. Budaya lingkungan individu membelajarkannya apa dan bagaimana berpikir. Konsep dasar teori ini diringkas sebagai berikut:

1. Budaya memberi sumbangan perkembangan intelektual individu melalui 2 cara, yaitu melalui (i) budaya dan (ii) lingkungan budaya. Melalui budaya banyak isi pikiran (pengetahuan) individu diperoleh seseorang, dan melalui lingkungan budaya sarana adaptasi intelektual bagi individu berupa proses dan sarana berpikir bagi individu dapat tersedia.
2. Perkembangan kognitif dihasilkan dari proses dialektis (proses percakapan) dengan cara berbagi pengalaman belajar dan pemecahan masalah bersama orang lain, terutama orangtua, guru, saudara sekandung dan teman sebaya.

3. Awalnya orang yang berinteraksi dengan individu memikul tanggung jawab membimbing pemecahan masalah; lambat-laun tanggung jawab itu diambil alih sendiri oleh individu yang bersangkutan.
  4. Bahasa adalah sarana primer interaksi orang dewasa untuk menyalurkan sebagian besar perbendaharaan pengetahuan yang hidup dalam budayanya.
  5. Seraya bertumbuh kembang, bahasa individu sendiri adalah sarana primer adaptasi intelektual; ia berbahasa batiniah (*internal language*) untuk mengendalikan perilaku.
  6. Internalisasi merujuk pada proses belajar. Menginternalisasikan pengetahuan dan alat berpikir adalah hal yang pertama kali hadir ke kehidupan individu melalui bahasa.
  7. Terjadi *zone of proximal development* atau kesenjangan antara yang sanggup dilakukan individu sendiri dengan yang dapat dilakukan dengan bantuan orang dewasa.
  8. Karena apa yang dipelajari individu berasal dari budaya dan banyak di antara pemecahan masalahnya ditopang orang dewasa, maka pendidikan hendaknya tidak berpusat pada individu dalam isolasi dari budayanya.
  9. Interaksi dengan budaya sekeliling dan lembaga-lembaga sosial sebagaimana orangtua, saudara sekandung, individu dan teman sebaya yang lebih cakap sangat memberi sumbangan secara nyata pada perkembangan intelektual individu.
- c) Memprosesan Informasi Robert
- Asumsi yang mendasari teori ini adalah bahwa pembelajaran merupakan faktor yang sangat penting dalam perkembangan. Perkembangan merupakan hasil kumulatif dari pembelajaran.

Menurut Gagne bahwa dalam pembelajaran terjadi proses penerimaan informasi, untuk kemudian diolah sehingga menghasilkan keluaran dalam bentuk hasil belajar. Dalam pemrosesan informasi terjadi adanya interaksi antara kondisi-kondisi internal dan kondisi-kondisi eksternal individu. Kondisi internal yaitu keadaan dalam diri individu yang diperlukan untuk mencapai hasil belajar dan proses kognitif yang terjadi dalam individu. Sedangkan kondisi eksternal adalah rangsangan dari lingkungan yang mempengaruhi individu dalam proses pembelajaran.

### 3) Teori Belajar Konstruktivisme

Konsep belajar menurut teori belajar konstruktivisme yaitu pengetahuan baru dikonstruksisendiri oleh peserta didik secara aktif berdasarkan pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya . Pendekatan konstruktivisme dalam proses pembelajaran didasari oleh kenyataan bahwa tiap individu memiliki kemampuan untuk mengkonstruksi kembali pengalaman atau pengetahuan yang telah dimilikinya. Oleh sebab itu dapat dikatakan bahwa pembelajaran konstruktivisme merupakan satu teknik pembelajaran yang melibatkan peserta didik untuk membina sendiri secara aktif pengetahuan dengan menggunakan pengetahuan yang telah ada dalam diri mereka masing-masing. Guru hanya sebagai fasilitator atau pencipta kondisi belajar yang memungkinkan peserta didik secara aktif mencari sendiri informasi, mengasimilasi dan mengadaptasi sendiri informasi, dan mengkonstruksinya menjadi pengetahuan yang baru berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki masing-masing.

### 4) Teori Belajar Humanisme

Teori belajar humanisme memandang kegiatan belajar merupakan kegiatan yang melibatkan potensi psikis yang bersifat kognitif, afektif, dan kognitif. Ibu, yang dicontohkan di atas hanya melihat kegiatan belajar anaknya dari sisi afektif semata tanpa menyadari

bahwa sisi afektif (perasaan) dan kognitif (psikomotorik) turut pula berperan dalam belajar.

Salah seorang tokoh teori belajar humanisme adalah Carl Ransom Rogers (1902- 1987) yang lahir di Oak Park, Illinois, Chicago, Amerika Serikat. Rogers terkenal sebagai seorang tokoh psikologi humanis, aliran fenomenologis-eksistensial, psikolog klinis dan terapis. Ide dan konsep teorinya banyak didapatkan dalam pengalaman-pengalaman terapeutiknya yang banyak dipengaruhi oleh teori kebutuhan ( *needs*) yang diperkenalkan Abraham H. Maslow.

Menurut teori kebutuhan Maslow, di dalam diri tiap individu terdapat sejumlah kebutuhan yang tersusun secara berjenjang, mulai dari kebutuhan yang paling rendah tetapi mendasar (*physiological needs*) sampai pada jenjang paling tinggi ( *self actualization*). Setiap individu mempunyai keinginan untuk mengaktualisasi diri yang oleh Carl R. Rogers disebut dorongan untuk menjadi dirinya sendiri ( *to becoming a person*). Peserta diklat pun memiliki dorongan untuk menjadi dirinya sendiri, karena di dalam dirinya terdapat kemampuan untuk mengerti dirinya sendiri, menentukan hidupnya sendiri, dan menangani sendiri masalah yang dihadapinya. Itulah sebabnya, dalam proses pembelajaran hendaknya diciptakan kondisi pembelajaran yang memungkinkan peserta diklat secara aktif mengaktualisasi dirinya.

Aktualisasi diri merupakan suatu proses menjadi diri sendiri dan mengembangkan sifat-sifat dan potensi-potensi psikologis yang unik. Proses aktualisasi diri seseorang berkembang sejalan dengan perkembangan hidupnya karena setiap individu, dilahirkan disertai potensi tumbuh-kembang baik secara fisik maupun secara psikis masing-masing. Proses tumbuh-kembang pada setiap individu mengikuti tahapan, arah, irama, dan tempo sendiri-sendiri, yang ditandai oleh berbagai ciri atau karakteristiknya masing-masing. Ada individu yang tempo perkembangannya cepat tetapi iramannya tidak stabil dan arahnya tidak menentu, dan ada pula

individu yang tempo perkembangannya tidak cepat tetapi irama dan arahnya jelas.

Dalam kaitannya dengan proses pendidikan formal (sekolah), Slavin (1994:70- 110) mengelompokkan tahapan perkembangan anak, yaitu (1) tahapan *early childhood*, (2) tahapan *middle childhood*, dan (3) tahapan *adolescence*, dengan dimensi utama perkembangan mencakup (a) dimensi kognitif, (b) dimensi fisik, dan (c) dimensi sosioemosi. Tiap dimensi perkembangan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda antara tahapan perkembangan yang satu dengan tahapan perkembangan yang lainnya.

Pada tahapan *early childhood*, perkembangan individu dalam dimensi perkembangan kognitif lebih ditandai oleh penguasaan bahasa ( *language aquisition*). Individu pada tahapan perkembangan ini mendapatkan banyak sekali perbendaharaan bahasa. Sejak lahir sampai pada usia 2 tahun biasanya individu (bayi) mencoba memahami dunia sekitarnya melalui penggunaan rasa ( *senses*). Pengetahuan atau apa yang diketahuinya lebih banyak didasarkan pada gerakan fisik, dan apa yang dipahaminya terbatas pada kejadian yang baru saja dialaminya.

Pada tahapan perkembangan *middle childhoods*, perkembangan kognitif seseorang mulai bergeser ke perkembangan proses berpikir. Pada awalnya, proses berpikir individu pada tahapan perkembangan ini dimulai dengan hal-hal konkrit operasional, dan selanjutnya ke hal-hal abstrak konseptual. Apabila individu gagal dalam perkembangan proses berpikir dalam hal-hal konkrit operasional, maka besar kemungkinan mengalami kesulitan dalam proses berpikir abstrak konseptual.

Pada tahapan perkembangan *adollescence*, perkembangan kognitif lebih ditandai oleh perkembangan fungsi otak (*brain*) sebagai instrumen berpikir. Berpikir formal operasional atau berpikir abstrak konseptual mulai berkembang; di samping itu mulai berkembang pola pikir *reasoning* (penalaran) baik secara

induktif (khusus=>umum) maupun secara deduktif (umum=>khusus). Dalam menghadapi segala kejadian atau pengalaman tertentu, individu mengajukan hipotesis atau jawaban sementara yang menggunakan pola pikir deduktif.

#### 5) Teori Belajar Gestalt

Gestalt berasal dari bahasa Jerman yang mempunyai padanan arti sebagai “bentuk atau konfigurasi”. Pokok pandangan Gestalt adalah bahwa obyek atau peristiwa tertentu akan dipandang sebagai sesuatu keseluruhan yang terorganisasikan. Menurut Koffka dan Kohler, ada tujuh prinsip organisasi yang terpenting yaitu :

- a) *Hubungan bentuk dan latar (figure and ground relationship)*; yaitu menganggap bahwa setiap bidang pengamatan dapat dibagi dua yaitu *figure* (bentuk) dan latar belakang. Penampilan suatu obyek seperti ukuran, potongan, warna dan sebagainya membedakan *figure* dari latar belakang. Bila *figure* dan latar bersifat samar-samar, maka akan terjadi keaburan penafsiran antara latar dan *figure*.
- b) *Kedekatan (proximity)*; bahwa unsur-unsur yang saling berdekatan (baik waktu maupun ruang) dalam bidang pengamatan akan dipandang sebagai satu bentuk tertentu.
- c) *Kesamaan (similarity)*; bahwa sesuatu yang memiliki kesamaan cenderung akan dipandang sebagai suatu obyek yang saling memiliki.
- d) *Arah bersama (common direction)*; bahwa unsur-unsur bidang pengamatan yang berada dalam arah yang sama cenderung akan dipersepsi sebagai suatu *figure* atau bentuk tertentu.
- e) *Kesederhanaan (simplicity)*; bahwa orang cenderung menata bidang pengamatannya bentuk yang sederhana, penampilan reguler dan cenderung membentuk keseluruhan yang baik berdasarkan susunan simetris dan keteraturan; dan

- f) *Ketertutupan (closure)* bahwa orang cenderung akan mengisi kekosongan suatu pola obyek atau pengamatan yang tidak lengkap.

## 2. Hakikat Pembelajaran

### a. Pengertian Pembelajaran

Kata “pembelajaran” adalah terjemahan dari “instruction” yang banyak dipakai dalam dunia pendidikan di Amerika Serikat. Wina Sanjaya (2008) mengemukakan pembelajaran sebagai proses pengaturan lingkungan yang diarahkan untuk mengubah perilaku peserta diklat ke arah yang positif dan lebih baik sesuai dengan potensi dan perbedaan yang dimiliki peserta diklat.

Oemar Hamalik (2007) mengemukakan bahwa pembelajaran adalah suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur- unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi mencapai tujuan pembelajaran.

Pembelajaran tidak hanya mengajarkan teori tertulis di buku teks tetapi juga bagaimana memberi contoh yang nyata sesuai dengan kehidupan sehari- hari. Istilah pembelajaran berhubungan erat dengan pengertian belajar dan mengajar. Belajar, mengajar dan pembelajaran terjadi bersama-sama. Belajar dapat terjadi tanpa guru atau tanpa kegiatan mengajar dan pembelajaran.

Undang-Undang No. 23 Tahun 2003 Tentang SISDIKNAS Pembelajaran adalah proses interaksi peserta diklat dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.

Jadi pembelajaran adalah seperangkat tindakan yang dirancang untuk mendukung proses belajar siswa, dengan memperhitungkan hal- hal yang berperan terhadap rangkaian kejadian-kejadian intern yang berlangsung yang dialami oleh peserta diklat.

### b. Ciri- Ciri Pembelajaran

Menurut Eggen & Kauchak (1998) menjelaskan bahwa ada enam ciri pembelajaran yang efektif, yaitu:

- 1) Peserta diklat menjadi pengkaji yang aktif terhadap lingkungannya melalui mengobservasi, membandingkan, menemukan kesamaan-kesamaan dan perbedaan-perbedaan serta membentuk konsep dan generalisasi berdasarkan kesamaan-kesamaan yang ditemukan.
- 2) Guru menyediakan materi sebagai fokus berpikir dan berinteraksi dalam pelajaran.
- 3) Aktivitas-aktivitas peserta diklat sepenuhnya didasarkan pada pengkajian.
- 4) Guru secara aktif terlibat dalam pemberian arahan dan tuntunan kepada peserta diklat dalam menganalisis informasi.
- 5) Orientasi pembelajaran penguasaan isi pelajaran dan pengembangan keterampilan berpikir, serta
- 6) Guru menggunakan teknik mengajar yang bervariasi sesuai dengan tujuan dan gaya mengajar guru.

Adapun ciri-ciri pembelajaran yang menganut unsur-unsur dinamis dalam proses belajar siswa sebagai berikut :

- 1) Motivasi belajar.

Motivasi dapat dikatakan sebagai serangkaian usaha untuk menyediakan kondisi tertentu, sehingga seseorang itu mau dan ingin melakukan sesuatu. Bila ia tidak suka, maka ia akan berusaha mengelakkan perasaan tidak suka itu. Jadi, motivasi dapat dirangsang dari luar, tetapi motivasi itu tumbuh di dalam diri seseorang. Dalam kegiatan belajar, maka motivasi dapat dikatakan sebagai keseluruhan daya penggerak di dalam diri seseorang/ peserta diklat yang menimbulkan kegiatan belajar, yang menjalin kelangsungan dan memberikan arah pada kegiatan belajar sehingga tujuan yang dihendaki dapat dicapai oleh peserta diklat (Sardiman, A.M. 1992).

- 2) Bahan belajar

Yakni segala informasi yang berupa fakta, prinsip dan konsep yang diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Selain bahan yang berupa informasi, maka perlu diusahakan isi pengajaran dapat merangsang daya cipta agar menumbuhkan dorongan pada diri peserta diklat untuk memecahkannya sehingga kelas menjadi hidup.

### 3) Alat bantu belajar

Semua alat yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran, dengan maksud untuk menyampaikan pesan (informasi) dari sumber (guru maupun sumber lain) kepada penerima (siswa). Informasi yang disampaikan melalui media harus dapat diterima oleh peserta diklat, dengan menggunakan salah satu ataupun gabungan beberapa alat indera mereka. Sehingga, apabila pengajaran disampaikan dengan bantuan gambar-gambar, foto, grafik, dan sebagainya. Peserta diklat diberi kesempatan untuk melihat, memegang, meraba, atau mengerjakan sendiri maka memudahkan siswa untuk mengerti pengajaran tersebut.

### 4) Suasana belajar

Suasana yang dapat menimbulkan aktivitas atau gairah pada siswa adalah apabila terjadi :

a. Adanya komunikasi dua arah (antara guru-siswa maupun sebaliknya) yang intim dan hangat, sehingga hubungan guru-peserta diklat yang secara hakiki setara dan dapat berbuat bersama.

b. Adanya kegairahan dan kegembiraan belajar. Hal ini dapat terjadi apabila isi pelajaran yang disediakan berkesesuaian dengan karakteristik peserta diklat. Kegairahan dan kegembiraan belajar juga dapat ditimbulkan dari media, selain isi pelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik peserta diklat, juga didukung oleh faktor intern peserta diklat yang belajar yaitu sehat jasmani, ada minat, perhatian, motivasi, dan lain sebagainya.

### 5) Kondisi peserta diklat yang belajar. Mengenai kondisi peserta diklat, dapat dikemukakan di sini sebagai berikut :

a. Peserta diklat memiliki sifat yang unik, artinya antara anak yang satu dengan yang lainnya berbeda.

b. Kesamaan peserta diklat, yaitu memiliki langkah-langkah perkembangan, dan memiliki potensi yang perlu diaktualisasikan melalui pembelajaran. Kondisi peserta diklat sendiri sangat

dipengaruhi oleh faktor intern dan juga faktor luar, yaitu segala sesuatu yang ada di luar diri peserta diklat, termasuk situasi pembelajaran yang diciptakan guru. Oleh karena itu kegiatan pembelajaran lebih menekankan pada peranan dan partisipasi peserta diklat, bukan peran guru yang dominan, tetapi lebih berperan sebagai fasilitator, motivator, dan pembimbing.

### c. Prinsip Pembelajaran

Dalam buku *Condition of Learning*, Gagne (1997) mengemukakan sembilan prinsip yang dapat dilakukan guru dalam melaksanakan pembelajaran, sebagai berikut:

- 1) Menarik perhatian (gaining attention): hal yang menimbulkan minat peserta diklat dengan mengemukakan sesuatu hal yang baru, aneh, kontradiksi, atau kompleks.
- 2) Menyampaikan tujuan pembelajaran (informing, learner of the objectives): memberikan kemampuan yang harus dikuasai siswa setelah selesai mengikuti pelajaran.
- 3) Mengingatnkan konsep/ pribadi yang telah dipelajari (stimulating recall or prior learning): merangsang ingatan tentang pengetahuan yang telah dipelajari yang menjadi prasyarat untuk mempelajari materi yang baru.
- 4) Menyampaikan materi pelajaran (presenting the stimulus): menyampaikan materi- materi pembelajaran yang telah direncanakan.
- 5) Memberikan bimbingan belajar (providing learner quidance): memberikan pertanyaan- pertanyaan yang membimbing proses/ alur berpikir peserta diklat agar memiliki pemahaman yang lebih baik.
- 6) Memperoleh kinerja/ penampilan peserta diklat (eliciting performance): peserta diklat diminta untuk menunjukkan apa yang telah dipelajari atau penguasaannya terhadap materi.
- 7) Memberikan balikan (provilding feddback): memberitahu seberapa jauh ketetapan performance peserta diklat.

- 8) Menilai hasil belajar (assessing performance): memberitahukan tes/ tugas untuk mengetahui seberapa jauh peserta diklat menguasai tujuan pembelajaran.
- 9) Memperkuat retensi dan transfer belajar (enhancing retention and transfer): merangsang kemampuan mengingat- ingat dan mentransfer dengan memberikan rangkuman, mengadakan review atau mempraktekan apa yang telah terjadi.

d. Peran Guru dalam Pembelajaran

- 1) Korektor  
Pendidik bisa membedakan mana nilai yang baik, mana nilai yang buruk, koreksi atau penilaian dilakukan bersifat menyeluruh.
- 2) Inspirator  
Pendidik menjadi inspirator bagi kemajuan belajar peserta diklat, petunjuk bagaimana cara belajar yang baik, serta memberi masukan dalam menyelesaikan masalah lainnya
- 3) Informator  
Pendidik harus dapat memberikan informasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi
- 4) Organisator  
Pendidik harus mampu mengelola kegiatan akademik (belajar), hingga tercipta kegiatan pembelajaran yang tertib dan menyenangkan
- 5) Motivator  
Pendidik harus mampu mendorong peserta diklat agar bergairah dan aktif belajar.
- 6) Inisiator  
Pendidik harus mampu mengemukakan ide baru kepada peserta diklat atau dalam proses belajar mengajar
- 7) Fasilitator  
Pendidik harus mampu memfasilitasi peserta diklat mengenai materi yang dipelajari
- 8) Pembimbing

Pendidik harus mampu membimbing peserta diklat agar dapat menemukan potensi yang dimilikinya, membimbing siswa agar dapat mencapai dan melaksanakan tugas-tugas perkembangan mereka

9) Demonstrator

Pendidik harus mampu senantiasa menguasai bahan ajar atau materi pelajaran yang akan diajarkannya serta senantiasa mengembangkannya dalam arti meningkatkan kemampuannya dalam hal ilmu yang dimilikinya karena hal ini sangat menentukan hasil belajar yang dicapai oleh peserta diklat.

10) Pengelolaan kelas

Pendidik harus terampil untuk menciptakan dan memelihara sebuah kelas yang kondusif dengan maksud agar tercapainya kondisi yang optimal sehingga kegiatan belajar mengajar dapat berjalan dengan baik.

11) Mediator

Pendidik harus mampu membantu peserta diklat dalam proses perundingan guna mencari berbagai kemungkinan penyelesaian persoalan yang timbul sesuai pelajaran yang disampaikan.

12) Supervisor

Pendidik harus mampu membantu peserta diklat dalam pemecahan masalah yang ditimbulkan saat dalam proses pembelajaran

13) Evaluator

Pendidik berperan untuk mengumpulkan data atau informasi tentang keberhasilan pembelajaran yang telah dilakukan, sehingga mengetahui sejauh mana pengetahuan peserta diklat tentang materi yang dipelajari

e. Proses Pembelajaran

Salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh pengawas sekolah/madrasah sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 12 tahun 2002 dalam dimensi Supervisi Akademis adalah kemampuan untuk membimbing guru dalam

melaksanakan kegiatan pembelajaran/ bimbingan untuk tiap mata pelajaran dalam rumpun mata pelajaran yang relevan di sekolah.

Untuk mencapai kompetensi tersebut, dalam hal ini dibahas tentang hal-hal yang berkaitan dengan konsep dasar proses pembelajaran dan pelaksanaannya. Proses pembelajaran pada dasarnya tidak dapat dipisahkan dari proses mengajar. Secara umum ada dua konsep mengajar, yakni mengajar sebagai proses menyampaikan materi pelajaran dan mengajar sebagai proses mengatur lingkungan. Kedua konsep tersebut memiliki konsekuensi yang berbeda terhadap pelaksanaan proses pembelajaran.

#### 1) Mengajar sebagai Proses Menyampaikan Materi Pembelajaran.

Pertama kali, mengajar diartikan sebagai proses penyampaian informasi atau pengetahuan dari guru kepada peserta didik. Proses penyampaian itu sering juga dianggap sebagai proses mentransfer ilmu. Dalam konteks ini, mentransfer tidak diartikan dengan memindahkan, namun dalam konteks ini diartikan sebagai proses menyebarluaskan, seperti menyebarluaskan. Untuk proses mengajar, sebagai proses menyampaikan pengetahuan akan lebih tepat jika diartikan dengan menanamkan ilmu pengetahuan seperti yang dikemukakan Smith (1987) bahwa mengajar adalah menanamkan pengetahuan atau keterampilan (*teaching is imparting knowledge or skill*).

Kalau kita anggap belajar sebagai proses menyampaikan materi pelajaran, maka kegiatan belajar mengajar atau proses pembelajaran akan memiliki beberapa karakteristik berikut:

##### a) Proses pembelajaran berorientasi pada guru

Dalam kegiatan belajar mengajar, guru memegang peran yang sangat penting. Guru menentukan segalanya. Mau diapakan peserta didik? Apa yang harus dikuasai peserta didik? Bagaimana cara melihat keberhasilan peserta didik? Semuanya tergantung guru. Begitu pentingnya peran guru, maka biasanya proses pengajaran hanya akan berlangsung manakala ada guru, dan tidak mungkin proses pembelajaran tanpa guru. Sehubungan

dengan proses pembelajaran yang berpusat pada guru, maka minimal ada tiga peran utama yang harus dilakukan guru, yaitu guru sebagai perencana, sebagai penyampai informasi dan guru sebagai evaluator. Sebagai perencana pengajaran, sebelum proses pengajaran guru harus menyiapkan berbagai hal yang diperlukan, seperti misalnya materi pelajaran apa yang harus disampaikan, bagaimana cara menyampaikannya, media apa yang harus digunakan dan lain sebagainya. Dalam melaksanakan perannya sebagai penyampai informasi, sering kali guru menggunakan metode ceramah sebagai metode utama.

Metode ini merupakan metode yang dianggap ampuh dalam proses pembelajaran. Karena pentingnya metode ini, maka biasanya guru sudah merasa mengajar apabila sudah melakukan ceramah, dan tidak mengajar apabila tidak melakukan ceramah. Sedangkan sebagai evaluator guru juga berperan dalam menentukan alat evaluasi keberhasilan pengajaran. Biasanya kriteria keberhasilan proses pengajaran diukur sejauh mana siswa dapat menguasai materi pelajaran yang disampaikan guru.

b) Peserta diklat sebagai objek belajar

Konsep mengajar sebagai proses menyampaikan materi pelajaran, menempatkan peserta diklat sebagai objek yang harus menguasai materi pelajaran. Mereka dianggap sebagai organisme yang pasif, yang belum memahami apa yang harus dipahami, sehingga melalui proses pengajaran mereka dituntut memahami segala sesuatu yang diberikan guru. Peran peserta diklat adalah sebagai penerima informasi yang diberikan guru. Jenis informasi dan pengetahuan yang harus dipelajari kadang-kadang tidak berpijak dari kebutuhan peserta diklat, baik dari segi pengembangan bakat maupun dari minat peserta diklat akan tetapi berangkat dari pandangan apa yang menurut guru dianggap baik dan bermanfaat.

Sebagai objek belajar, kesempatan peserta diklat untuk mengembangkan kemampuan sesuai dengan minat dan bakatnya, bahkan untuk belajar sesuai dengan gayanya sangat terbatas.

Sebab, dalam proses pembelajaran segalanya diatur dan ditentukan oleh gurunya.

- c) Kegiatan pembelajaran terjadi pada tempat dan waktu tertentu  
Proses pengajaran berlangsung pada tempat tertentu misalnya terjadi di dalam kelas dengan penjadwalan yang ketat, sehingga siswa hanya belajar manakala ada kelas yang telah didesain sedemikian rupa sebagai tempat belajar. Adanya tempat yang telah ditentukan, sering proses pengajaran terjadi sangat formal. Peserta diklat duduk dibangku berjejer, dan guru di depan kelas. Demikian juga halnya dengan waktu yang diatur sangat ketat. Misalnya, manakala waktu belajar suatu materi pelajaran tertentu telah habis, maka segera siswa belajar materi lain sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Cara mempelajarinya pun seperti bagian-bagian yang terpisah, seakan-akan tidak ada kaitannya antara materi pelajaran yang satu dengan yang lain.
- d) Tujuan utama pembelajaran adalah penguasaan materi pelajaran  
Keberhasilan suatu proses pengajaran diukur dari sejauhmana peserta diklat dapat menguasai materi pelajaran yang disampaikan guru. Materi pelajaran itu sendiri adalah pengetahuan yang bersumber dari mata pelajaran yang diberikan sekolah. Sedangkan, mata pelajaran itu sendiri adalah pengalaman-pengalaman manusia masa lalu yang disusun secara sistematis dan logis kemudian diuraikan dalam buku-buku pelajaran dan selanjutnya isi buku itu yang harus dikuasai peserta diklat. Kadang-kadang peserta diklat tidak perlu memahami apa gunanya mempelajari bahan tersebut. Karena kriteria keberhasilan ditentukan oleh penguasaan materi pelajaran, maka alat evaluasi yang digunakan biasanya tes hasil belajar tertulis yang dilaksanakan secara periodik.

## 2) Mengajar sebagai proses mengatur lingkungan

Pandangan lain mengajar dianggap sebagai proses mengatur lingkungan dengan harapan agar peserta diklat belajar. Dalam konsep ini yang penting adalah belajarnya peserta diklat. Untuk apa

menyampaikan materi pelajaran kalau peserta diklat tidak berubah tingkah lakunya? Untuk apa peserta diklat menguasai materi pelajaran sebanyak- banyaknya kalau ternyata materi yang dikuasainya itu tidak berdampak terhadap perubahan perilaku dan kemampuan peserta diklat. Dengan demikian yang penting dalam mengajar adalah proses mengubah perilaku. Dalam konteks ini mengajar tidak ditentukan oleh lamanya serta banyaknya materi yang disampaikan, akan tetapi dari dampak proses pembelajaran itu sendiri. Bisa jadi guru hanya beberapa menit saja di muka kelas, namun dari waktu yang sangat singkat itu membuat siswa sibuk melakukan proses belajar, itu sudah dikatakan mengajar.

Kalau kita menganggap mengajar sebagai proses mengatur lingkungan, maka dalam kegiatan belajar mengajar atau dalam proses pembelajaran akan memiliki karakteristik sebagai berikut:

a) Proses pembelajaran berpusat pada peserta diklat

Mengajar tidak ditentukan oleh selera guru, akan tetapi dapat ditentukan oleh peserta diklat itu sendiri. Hendak belajar apa siswa dari topik yang harus dipelajari, bagaimana cara mempelajarinya, bukan hanya guru yang menentukan tetapi juga peserta diklat. Peserta diklat memiliki kesempatan untuk belajar sesuai dengan gayanya sendiri. Dengan demikian peran guru berubah dari peran sebagai sumber belajar menjadi peran sebagai fasilitator, artinya guru lebih banyak sebagian orang yang membantu peserta diklat dalam belajar. Tujuan utama mengajar adalah membelajarkan peserta diklat.

Oleh sebab itu kriteria keberhasilan proses mengajar tidak diukur dari sejauh mana siswa telah melakukan proses belajar. Inilah makna proses pembelajaran berpusat kepada siswa. Peserta diklat tidak dianggap sebagai objek belajar yang dapat diatur dan dibatasi oleh kemauan guru, melainkan peserta diklat ditempatkan sebagai subjek yang belajar sesuai dengan bakat, minat dan kemampuan yang dimilikinya. Oleh sebab itu, materi apa yang seharusnya dipelajari dan bagaimana cara mempelajarinya tidak

semata- mata ditentukan oleh keinginan guru, akan tetapi memperhatikan setiap perbedaan peserta diklat.

b) Peserta diklat sebagai subjek belajar

Dalam konsep mengajar sebagai proses mengatur lingkungan, siswa tidak dianggap sebagai organisme yang pasif yang hanya sebagai penerima informasi, akan tetapi dipandang sebagai organisme yang aktif, yang memiliki potensi untuk berkembang. Mereka adalah individu yang memiliki kemampuan dan potensi.

c) Proses pembelajaran berlangsung dimana saja

Sesuai dengan karakteristik pembelajaran yang berorientasi kepadapeserta diklat, maka proses pembelajaran bisa terjadi dimana saja. Kelas bukanlah satu- satunya tempat belajar peserta diklat. Peserta diklat dapat memanfaatkan berbagai belajar sesuai dengan kebutuhan dan sifat materi pelajaran. Ketika peserta diklat akan belajar tentang fungsi pasar misalnya, maka pasar itu merupakan tempat belajar peserta diklat.

d) Pembelajaran berorientasi pada pencapaian tujuan

Tujuan pembelajaran bukanlah menguasai materi pelajaran, akan tetapi proses untuk merubah tingkah laku siswa sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Oleh karena itulah penguasaan materi pelajaran bukanlah akhir dari proses pengajaran, akan tetapi hanya sebagai tujuan antara untuk pembentukan tingkah laku yang lebih luas. Artinya, sejauh mana materi pelajaran yang dikuasai olehpeserta diklatdapat membentuk pola perilaku peserta diklat itu sendiri. Untuk itulah metoda dan strategi yang digunakan guru tidak hanya sekedar metode ceramah, akan tetapi menggunakan berbagai metode, seperti diskusi, penugasan, kunjungan ke objek- objek tertentu dan lain sebagainya.

e. Perbedaan antara belajar dengan pembelajaran

Belajar dilakukan peserta diklatdan proses yang menyertai perubahan tingkah lakuPembelajaran merupakan upaya guru membuat peserta diklatuntuk ikut dalam belajar.

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran dimulai dengan membaca seluruh bagian dari kegiatan pembelajaran ini, disarankan anda membaca secara berurutan, sehingga anda mengetahui tujuan dan indikator capaian kompetensi. Belajar dengan menggunakan modul ini menuntut kemandirian dan kejujuran anda terhadap diri sendiri. Beberapa kegiatan yang juga harus anda lakukan:

1. Membaca sumber bacaan lain, yang berhubungan dengan materi pada kegiatan pembelajaran ini.
2. Mengerjakan latihan/kasus/tugas dalam pembelajaran ini.
3. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
4. Jawablah pertanyaan pada bagian Latihan/kasus/tugas pada Lembar Kerja yang telah disediakan
5. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan pada bagian latihan/kasus/tugas dengan baik, maka Saudara dapat melanjutkan pembelajaran ke kegiatan pembelajaran 2

#### E. Latihan/ Kasus/Tugas

1. Apa yang dimaksud dengan belajar menurut para ahli?
2. Jelaskan perubahan perilaku yang merupakan hasil belajar menurut Gagne (Abin Syamsuddin Makmun, 2003) !
3. Ciri-ciri belajar adalah adanya kemampuan baru atau perubahan. Kemampuan baru atau perubahan apa yang ingin dicapai dalam suatu proses belajar?
4. Jelaskan ciri-ciri pembelajaran dan prinsip- prinsip dalam melaksanakan suatu pembelajaran?
5. Langkah- langkah aktivitas pembelajaran yang dapat diterapkan di dalam kelas!

LEMBAR KERJA KB-1

1. Apa yang dimaksud dengan belajar menurut para ahli?

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

2. Jelaskan perubahan perilaku yang merupakan hasil belajar menurut Gagne (Abin Syamsuddin Makmun, 2003) !

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

3. Ciri-ciri belajar adalah adanya kemampuan baru atau perubahan. Kemampuan baru atau perubahan apa yang ingin dicapai dalam suatu proses belajar?

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

4. Jelaskan ciri-ciri pembelajaran dan prinsip- prinsip dalam melaksanakan suatu pembelajaran?

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

5. Langkah- langkah aktivitas pembelajaran yang dapat diterapkan di dalam kelas!

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

#### F. Rangkuman

Belajar adalah kegiatan yang dilakukan oleh seseorang untuk mengetahui sesuatu yang belum diketahui, atau proses dari tidak tahu menjadi tahu. Sedangkan pembelajaran adalah seperangkat tindakan yang dirancang untuk mendukung proses belajar peserta diklat, dengan memperhitungkan hal- hal yang berperan terhadap rangkaian kejadian-kejadian intern yang berlangsung yang dialami oleh peserta diklat.

Belajar yang terjadi pada diri individu merupakan perilaku yang kompleks, tindakan interaksi antara belajar dan pembelajaran yang bertujuan. Oleh karena berupa akibat interaksi, maka belajar dapat dinamiskan. Pendinamisan belajar terjadi oleh pelaku belajar dan lingkungan pembelajaran. Dinamika belajar yang bersifat internal, terkait dengan peningkatan hirarki ranah- ranah kognitif, afektif, maupun psikomotorik,

kesemuanya itu terakit dengan tujuan pembelajaran. Sedangkan dinamisasi dari luar dapat berasal dari guru atau pembelajaran dari lingkungannya. Usaha guru dalam mendinamisasikan belajar tersebut berkenaan dengan kesiapan peserta diklat menghadapi bahan belajar, penciptaan suasana belajar yang menyenangkan, mengoptimalkan media dan sumber belajar, dan memaksimalkan peran sebagai pembelajar.

### G. Umpan Balik

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

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{JumlahJawabanbenar}}{\text{JumlahSoal}} \times 100\%$$

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

(*Catatan* : Kejujuran Intelektual Memegang Peranan Penting)

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN 2**

### **MEMERIKSA INSTALASI PENERANGAN LISTRIK SESUAI STANDAR PUIL/SNI**

#### **A. Tujuan**

Target kompetensi peserta yang diharapkan pada kegiatan pembelajaran 2 ini adalah memeriksa instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL / SNI. Hasil pembelajaran yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta diklat PKB setelah mempelajari materi pembelajaran ini melalui berbagai aktivitas pembelajaran pada ranah pengetahuan melalui uji pemahaman teortitis tentang instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL / SNI

#### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Memasang rangkaian komponen instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL / SNI
2. Menemukan kesalahan secara sistematis tentang prosedur pemasangan instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI

#### **C. Uraian Materi**

##### **Bahan Bacaan 1**

##### *Memasang rangkaian komponen instalasi penerangan listrik*

##### **1. Persyaratan Instalasi Listrik**

Maksud dan tujuan persyaratan umum instalasi listrik ini adalah untuk terselenggaranya dengan baik instalasi listrik. Peraturan ini lebih diutamakan pada keselamatan manusia terhadap bahaya sentuhan serta kejutan arus, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya dan keamanan gedung serta isinya terhadap kebakaran akibat listrik. Persyaratan ini berlaku untuk semua instalasi arus kuat, baik mengenai perencanaan, pemasangan, pemeriksaan dan pengujian, pelayanan, pemeliharaan maupun pengawasannya.

Persyaratan umum instalasi listrik ini tidak berlaku untuk :

- a. Bagian dari instalasi listrik dengan tegangan rendah yang hanya digunakan untuk menyalurkan berita dan isyarat.
- b. Bagian dari instalasi listrik yang digunakan untuk keperluan telekomunikasi dan pelayanan kereta rel listrik.
- c. Instalasi listrik dalam kapal laut, kapal terbang, kereta rel listrik, dan kendaraan lain yang digerakkan secara mekanik
- d. Instalasi listrik dibawah tanah dalam tambang
- e. Instalasi listrik dengan tegangan rendah yang tidak melebihi 25 volt dan dayanya tidak melebihi 100 watt.

## 2. Syarat-Syarat Instalasi Listrik

Di samping persyaratan umum instalasi listrik dan peraturan mengenai kelistrikan yang berlaku harus diperhatikan pula syarat-syarat dalam pemasangan instalasi listrik, antara lain :

### a. Syarat ekonomis

Instalasi listrik harus dibuat sedemikian rupa sehingga harga keseluruhan dari instalasi itu mulai dari perencanaan, pemasangan dan pemeliharaannya semurah mungkin, kerugian daya listrik harus sekecil mungkin.

### b. Syarat keamanan

Instalasi listrik harus dibuat sedemikian rupa, sehingga kemungkinan timbul kecelakaan sangat kecil. Aman dalam hal ini berarti tidak membahayakan jiwa manusia dan terjaminnya peralatan dan benda benda disekitarnya dari kerusakan akibat dari adanya gangguan seperti: gangguan hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih dan sebagainya.

### c. Syarat keandalan (kelangsungan kerja)

Kelangsungan pengaliran arus listrik kepada konsumen harus terjamin secara baik. Jadi instalasi listrik harus direncana sedemikian rupa sehingga kemungkinan terputusnya atau terhentinya aliran listrik adalah sangat kecil.

### d. Komponen pokok instalasi listrik

Komponen pokok instalasi listrik adalah perlengkapan yang paling pokok dalam suatu rangkaian listrik. Komponen yang digunakan dalam

pemasangan instalasi listrik banyak macam dan ragamnya. Namun, pada dasarnya komponen instalasi listrik dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Bahan penghantar listrik;
- 2) Bahan Isolasi (Isolator Rol);
- 3) Pipa Instalasi;
- 4) Kotak Sambung
- 5) Sakelar;
- 6) Fitting
- 7) Perlengkapan Bantu.

Sesuai dengan maksud dan tujuan PUIL, instalasi penerangan harus direncanakan, dipasang dan diperiksa agar :

- 1) Instalasi listrik dapat dioperasikan dengan baik
- 2) Terjamin keselamatan manusia
- 3) Terjamin keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya
- 4) Terjamin keamanan gedung serta isinya terhadap kebakaran akibat listrik
- 5) Terjamin perlindungan lingkungan
- 6) Tercapai tujuan dari pencahayaan yaitu terwujudnya interior yang efisien dan nyaman

### 3. Keselamatan Kerja

Dalam pemasangan instalasi listrik, biasanya rawan terhadap terjadinya kecelakaan. Kecelakaan bisa timbul akibat adanya sentuh langsung dengan penghantar beraliran arus atau kesalahan dalam prosedur pemasangan instalasi. Oleh karena itu perlu diperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan bahaya listrik serta tindakan keselamatan kerja. Beberapa penyebab terjadinya kecelakaan listrik diantaranya :

- a. Kabel atau hantaran pada instalasi listrik terbuka dan apabila tersentuh akan menimbulkan bahaya kejut.
- b. Jaringan dengan hantaran telanjang
- c. Peralatan listrik yang rusak
- d. Kebocoran listrik pada peralatan listrik dengan rangka dari logam, apabila terjadi kebocoran arus dapat menimbulkan tegangan pada rangka atau body

- e. Peralatan atau hubungan listrik yang dibiarkan terbuka
  - f. Penggantian kawat sekering yang tidak sesuai dengan kapasitasnya sehingga dapat menimbulkan bahaya kebakaran
  - g. Penyambungan peralatan listrik pada kotak kontak (stop kontak) dengan kontak tusuk lebih dari satu (bertumpuk).
4. Memasang komponen dan alat instalasi listrik penerangan

Pengenalan komponen instalasi listrik sangat diperlukan untuk mengetahui fungsi masing-masing komponen tersebut dengan benar. Di toko perlengkapan listrik banyak sekali merek komponen instalasi yang beredar. Oleh karena itu, diperlukan pengetahuan standar aman bagi komponen instalasi yang akan digunakan. Disarankan untuk memilih komponen untuk perlengkapan instalasi listrik yang mencantumkan hal-hal sebagai berikut.

1. Nama pembuat atau merek dagang.
2. Keterangan tentang daya, tegangan atau arus pengenal.
3. Tanda pengenal standar yang digunakan, seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) atau Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN).

Berikut ini adalah komponen-komponen instalasi listrik pada bangunan rumah.

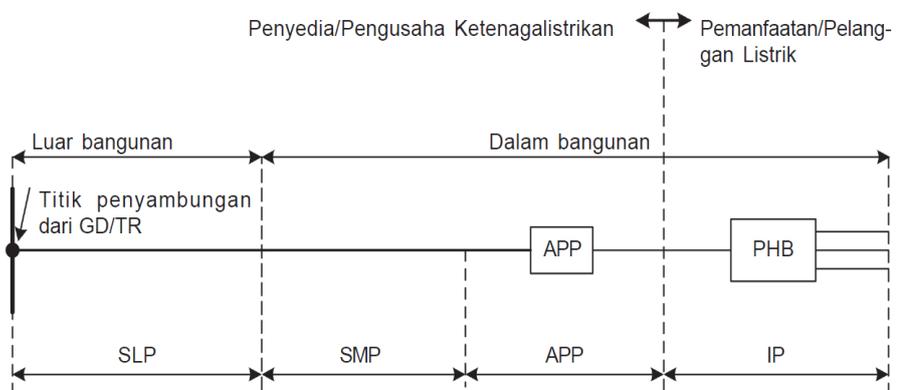
a. APP dari PLN (kWH Meter)

1) Pengertian

APP (Alat Pengukur dan Pembatas) biasa disebut juga dengan meteran PLN (kWH meter). Untuk mengetahui besarnya tenaga listrik yang digunakan oleh pemakai/pelanggan listrik (untuk keperluan rumah tangga, sosial, usaha/bangunan komersial, gedung pemerintah dan instansi), maka perlu dilakukan pengukuran dan pembatasan daya listrik. APP merupakan bagian dari pekerjaan dan tanggung jawab pengusaha ketenagalistrikan (PT PLN), sebagai dasar dalam pembuatan rekening listrik. Pada sambungan tenaga listrik tegangan rendah, letak penempatan APP dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. APP Sistem satu fasa



Gambar 2. Diagram satu garis sambungan tenaga listrik tegangan menengah

Keterangan:

- GD : Gardu Distribusi
- TR : Jaringan tegangan Rendah
- SLP : Sambungan Luar Pelayanan
- SMP : Sambungan Masuk Pelayanan
- SLTR : Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Rendah
- APP : Alat Pengukur dan Pembatas
- PHB : Papan Hubung Bagi
- IP : Instalasi Pelanggan

SLTR yang menghubungkan antara listrik penyambungan pada GD/TR merupakan penghantar di bawah atau di atas tanah. Seperti telah dijelaskan bahwa pengukuran yang dimaksud adalah untuk menentukan besarnya pemakaian daya dan energi

listrik. Adapun alat ukur/instrument yang digunakan adalah alat pengukur: Kwh, KVARh, KVA maksimum, arus listrik dan tegangan listrik.

Sistem pengukurannya ada dua macam, yaitu:

- a) Pengukuran primer atau juga disebut pengukuran langsung, terdiri dari pengukuran primer satu fasa untuk pelanggan dengan daya di bawah 6.600 VA pada tegangan 220 V/380 V, dan pengukuran primer tiga fasa untuk pelanggan dengan daya di atas 6.600 VA sampai dengan 33.000 VA pada tegangan 220 V/380 V.
- b) Pengukuran sekunder tiga fasa atau disebut juga pengukuran tak langsung (menggunakan trafo arus) digunakan pada pelanggan dengan daya 53 kVA sampai dengan 197 kVA.

Sedangkan yang dimaksud dengan pembatasan adalah pembatasan untuk menentukan batas pemakaian daya sesuai dengan daya tersambung. Alat pembatas yang digunakan adalah:

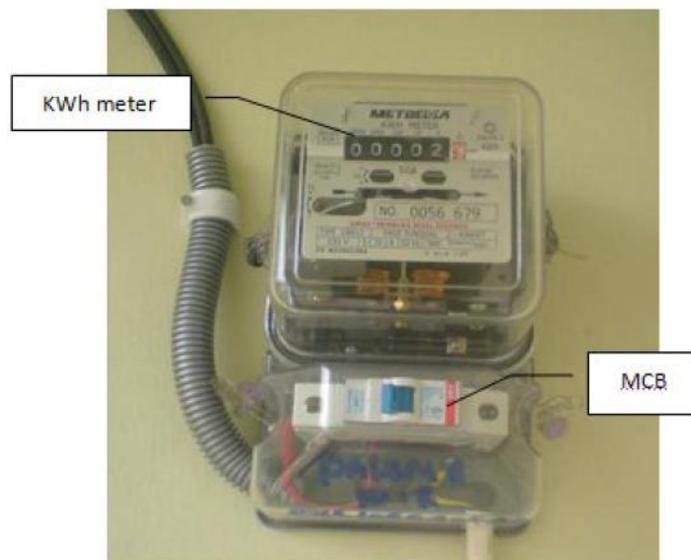
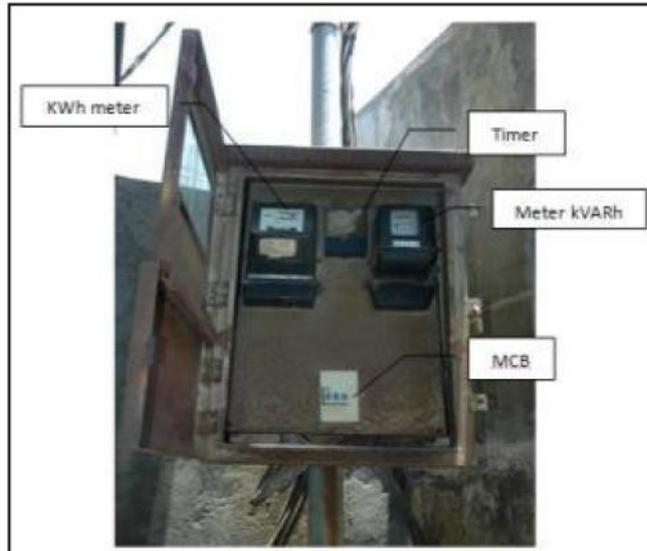
- a) Pada sistem tegangan rendah sampai dengan 100 A digunakan MCB dan di atas 100 A digunakan MCCB; pelebur tegangan rendah; NFB yang bisa disetel.
- b) Pada sistem tegangan menengah biasanya digunakan pelebur tegangan menengah atau rele.

Selain itu, APP berfungsi sebagai pengukur daya listrik (kWH meter) yang digunakan di sebuah rumah, dan sebagai pembatas/pemutus arus saat arus listrik di rumah tersebut berlebihan. Pemutus arus ini berupa MCB (*Mini Circuit Breaker*) atau sekring. APP menyalurkan listrik menuju ke PHB (Perlengkapan Hubung Bagi) atau disebut box MCB.

## 2) Ketentuan umum pemasangan APP

Pemasangan APP dilakukan dalam rangka penyambungan pelanggan baru atau perubahandaya (PB/PD) atau penggantian APP yang rusak/tidak berfungsi. Gambar suatu APP untuk

berbagai kelompok pelanggan diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. APP satu fasa pasca bayar

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan APP adalah:

- a) APP harus dipasang pada dinding dengan permukaan tegak lurus, baik ke depan, belakang, kiri dan kanan dengan sudut penyimpangan tidak lebih dari 30 (tiga derajat) dan tinggi pemasangan dari titik pandang register ke permukaan tanah

± 1,5 meter sesuai dengan SPLN D3.003:2008 dan SPLN 56-3-1:1996.

- b) APP dipasang di bagian depan rumah pelanggan pada tempat yang mudah untuk dilihat, diperiksa dan aman terhadap gangguan kecuali untuk meter terpusat. Meter energi harus dipasang ditempat yang terlindung dari sengatan matahari dan air hujan secara langsung.
- c) Bila meter energi dipasang pada dinding bagian luar bangunan, dengan memperhitungkan kemiringan jatuh air hujan 45° (empat puluh lima derajat).
- d) Lokasi meter energi harus dihindarkan dari tempat-tempat yang banyak debu, berasap, mengandung gas kimia yang korosif dan suhu melebihi standar maksimum ketahanan meter energi.
- e) Untuk APP yang dipasang pada bangunan ditepi pantai, harus diberi perlindungan yang memadai sehingga APP terlindung dari efek eksternal yang dapat mempengaruhinya. Sebaiknya kotak APP terbuat dari bahan aluminium atau fiber.
- f) Untuk APP yang dilengkapi dengan alat komunikasi, letak pemasangan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tidak berada pada area *blank spot*.
- g) Untuk APP pengukuran tidak langsung, selain dilakukan penyegelan harus dipasang gembok atau kunci elektronik di kotak APP dan atau di pintu gardu beton. Kunci gembok atau kunci elektronik dikelola dengan baik oleh petugas PLN.
- h) Penempatan meter energi pelanggan TT diatur sedemikian rupa sehingga drop tegangan dari terminal sekunder PT sampai ke meter harus lebih kecil dari 1%.
- i) Pemasangan APP TR, sambungan SL (sambungan layanan) ke JTR harus menggunakan *joint press*.
- j) Pemasangan APP harus berdasarkan Surat Perintah Kerja yang ditandatangani oleh pejabat berwenang.

### 3) Pemasangan APP Satu phase

Karena jumlahnya sangat banyak, pemasangan APP satu phase dapat dilaksanakan oleh mitra kerja (rekanan) dengan pengawasan oleh petugas PLN. Maksimal 5 (lima) hari kerja setelah pemasangan harus dilakukan komisioning dan dilakukan penyegelan di terminal meter, pembatas daya dan kotak APP (jika terpasang). Setelah itu dibuat Berita Acara pemasangan APP (TUL I-10), dibuat rangkap 3 (tiga) untuk pelanggan, fungsi Niaga dan fungsi APP.

### 4) Pemasangan APP Tiga phase

Untuk pemasangan APP tiga phase jika dilaksanakan oleh mitra kerja atau rekanan, harus diawasi langsung oleh petugas PLN yang membidangi fungsi pemasangan APP. Setelah selesai dipasang, pada hari itu juga dilaksanakan komisioning dan penyegelan di terminal meter, pembatas daya, kotak APP, terminal CT dan atau PT (jika ada), gardu dan kubikel. Setelah itu dibuat Berita Acara Pemasangan APP dibuat rangkap 3 (tiga) untuk pelanggan, fungsi Niaga dan fungsi APP.

## b. PHB (Box MCB)

### 1) Pengertian

Perangkat hubung bagi menurut definisi PUIL, adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaatan tenaga listrik. Adapun bentuknya dapat berupa box, panel, atau lemari, mencakup sakelar pemutus tenaga, papan hubung bagi tegangan rendah dan sejenisnya.

Perlengkapan hubung bagi (PHB) berfungsi untuk menerima energi listrik dari APP, mendistribusikan dan mengontrol penyalurannya melalui sirkit cabang ke PHB cabang (misalnya pada rumah bertingkat) atau dari PHB langsung melalui sirkit

akhir ke beban, seperti stop kontak, lampu dan peralatan listrik lainnya.

## 2) Penempatan PHB

### a) Lokasi PHBK Utama (2.13.1)

Lokasi PHB utama dijelaskan dalam ketentuan (2.13.1.2) adalah:

#### (1) Umum

PHB 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:

- Pada instalasi rumah.
- Hal yang telah memperoleh persetujuan

#### (2) Instalasi ganda

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

### b) Lokasi PHB utama yang dilarang dan yang dibatasi (2.13.1.4) diatur sebagai berikut:

#### (1) Tinggi di atas tanah, lantai atau panggung

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

- Tertutup sepenuhnya dengan pintu, yang membuka pintunya tidak kurang dari 1,2 m di atas tanah, lantai atau panggung.
- Hanya terdiri dari perlengkapan yang bagian aktifnya berada dalam rumah atau kotak perlindungannya dan tidak dapat dicapai tanpa alat atau kunci.

- Terletak di daerah yang hanya dapat dicapai oleh orang-orang yang berwenang.
- (2) Instalasi rumah dan instalasi ganda
- Suatu PHB tidak boleh dipasang kurang dari 0,9 m di atas tanah, lantai atau panggung pada lokasi seperti:
- Instalasi rumah
  - Instalasi ganda, dimana pencapaian ke sakelar pemisah dari suatu instalasi individual disyaratkan sesuai ketentuan.
  - Berdampingan atau dalam selang yang sama seperti (2).
- (3) Di dekat tandon air atau dapur listrik, daerah terlarang bagi pemasangan HB adalah sebagai berikut:
- (a) Daerah terlarang. Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam ruangan yang dibatasi oleh bidang vertical, seperti:
- 0,15 m dari tepi peranti pemasak, tungku, pelat panas atau peranti masak sejenis yang magum.
  - 0,15 m dari batas tandon air tempat cuci piring, tempat cuci tangan atau wadah sejenis.
  - 0,15 m dari keliling tandon air suatu kloset untuk buang air, atau tempat buang air kecil, tangki air atau
  - 0,5 m dari keliling tandon air dari tungku pemanas untuk mencuci, bak cuci atau tempat mandi.
  - Memanjang dari lantai sampai ke langit-langit.
- (4) Lokasi terbatas. Suatu PHB 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 PHB dipasang dalam lemari yang mempunyai pintu-pintu yang tertutup dengan rapat (kedap air), seperti:

- Dalam lemari penyimpanan  
Suatu PHB boleh dipasang di dalam sebagian dari lemari penyimpanan yang dirancang atau dibuat khusus untuk pemasangan PHB asal:
  - PHB ditempat di bagian depan dari lemari
  - PHB dipisahkan dari bagian lain dari lemari.
  - PHB disusun sedemikian hingga pencapaian ke PHBK tidak dapat terhalang oleh struktur atau isi dari lemari.
- Di dekat pancuran mandi  
Suatu PHB 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.
- Di dekat kolam renang, SPA atau sauna.  
Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam atau di atas daerah kolam renang arau daerah SPA atau di dalam sauna.
- Di tangga yang terisolasi dari kebakaran, lorong jalan dan lereng. Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam tangga yang terisolasi dari kebakaran, lorong jalan lereng, atau sarana sejenis untuk jalan keluar darurat dari gedung.

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

## 2) Pencapaian PHB

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. Selain itu, 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 PHB 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 PHB, mana yang lebih besar.

Perangkat hubung bagi ini merupakan bagian dari suatu sistem suplai. Sistem suplai itu sendiri pada umumnya terdiri atas : pembangkitan (generator), transmisi (penghantar), pemindahan daya (transformator). Sebelum tenaga listrik sampai ke peralatan konsumen seperti motor-motor, katup solenoid, pemanas, lampu-lampu penerangan, AC dan sebagainya, biasanya melalui PHB terlebih dahulu.

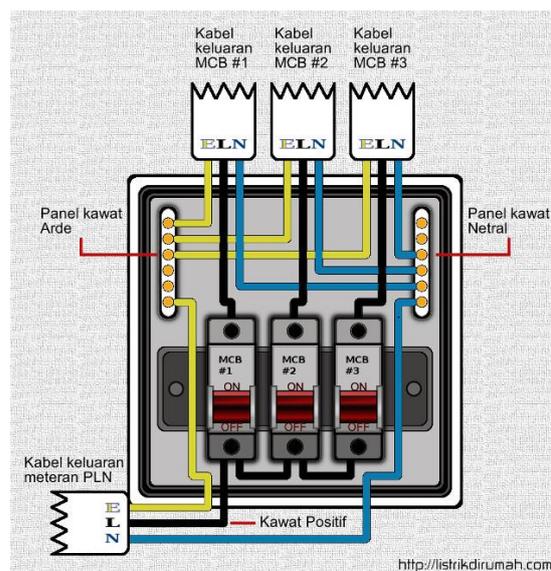
PHB adalah panel hubung bagi/papan hubung bagi/panel berbentuk lemari (*cubicle*), yang dapat dibedakan sebagai berikut.

- Panel Utama/MDP : *Main Distribution Panel*
- Panel Cabang/SDP : *Sub Distribution Panel*
- Panel Beban/SSDP : *Sub-sub Distribution Panel*

Di dalam PHB terdapat alat pengaman berupa MCB atau pengaman lebur (sekring) dengan ukuran tertentu. Selain itu, di dalam PHB juga terdapat perlengkapan lainnya seperti kabel pbumian dan terminal kabel. Alat pengaman berfungsi untuk memutus arus saat terjadi beban listrik berlebih dan terjadi hubung pendek (korsleting). Alat pengaman merupakan bagian dari PHB (box MCB).



Gambar 4. PHB Box MCB



Gambar 5. Rangkaian dari kabel PLN melalui PHB

Sekering dan pemisah

Peralatan tambahan dalam PHB antara lain:

- 1) Rele proteksi
- 2) Trafo tegangan, trafo arus
- 3) Alat-alat ukur besaran listrik: amperemeter, voltmeter, frekuensi meter, cos f meter
- 4) Lampu-lampu tanda
- 5) Dan lain-lain

Di dalam memilih PHB yang akan dipakai dalam sistem, terdapat empat katagori yang dapat dipakai sebagai kriteria dalam pemilihan yaitu :

1) Arus

Arus ini adalah erat kaitannya dengan kapasitas PHB itu sendiri yang dipakai untuk melayani sejumlah beban yang sudah diperhitungkan sebelumnya, sehingga dalam pemilihan PHB itu perlu mempertimbangkan besarnya arus yang akan mengalir di PHB tersebut. Yang berkaitan dengan arus ini hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah:

- Rating arus rel
- Rating arus saluran masuk
- Rating arus saluran keluar
- Rating kemampuan rel dalam menahan arus hubungan singkat

2) Proteksi dan instalasi

Di dalam memilih PHB perlu dipertimbangkan pula kriteria pengaman dan pemasangannya yaitu antara lain :

- Tingkat pengamanan
- Metode instalasinya
- Jumlah muka operasinya
- Peralatan ukur untuk proteksi
- Bahan selengkapannya

### 3) Pemasangan komponen PHB

Terdapat beberapa macam pemasangan dalam pemasangan komponen PHB yaitu :

- Pemasangan tetap (non-withdrawable)
- Pemasangan yang dapat dipindah-pindah (removable)
- Pemasangan sistem laci (withdrawable)

### 4) Aplikasi pemakaian PHB

Bentuk dan konstruksi PHB yang ada dipasaran sangat banyak, sehingga susah untuk membedakan PHB jika dilihat dari bentuk fisiknya saja. Untuk membedakan PHB yang jenisnya sangat bervariasi akan lebih tepat jika ditinjau dari aplikasinya. Berikut adalah contoh dari beberapa pemakaian PHB yang lazim ditemui di lapangan :

- PHB untuk penerangan dan daya
- PHB untuk unit konsumen
- PHB untuk distribusi sistem saluran penghantar (trunking)
- PHB untuk perbaikan faktor daya
- PHB untuk distribusi di Industri
- PHB untuk distribusi motor-motor
- PHB utama
- PHB untuk distribusi
- PHB untuk sub distribusi
- PHB untuk sistem kontrol

### c. Elektrode Pembedaan (*Arde*)

Pembedaan adalah penyaluran hubungan ke bumi jika terdapat kebocoran instalasi atau arus listrik, karena bumi merupakan penetral arus listrik yang besar. Menurut PUIL 2000, elektrode pembedaan adalah bagian konduktif atau kelompok bagian konduktif yang membuat kontak langsung dan memberikan hubungan listrik dengan bumi. Elektrode pembedaan dibuat dari bahan tembaga atau baja yang digalvanisasi (dilapisi tembaga). Alat ini digunakan untuk

melindungi keselamatan pemilik instalasi dan peralatan/perengkapan listrik agar terhindar dari kerusakan.

Prinsip instalasi elektrode pembumian sama dengan instalasi penangkal petir, terutama pada bagian penyalur sampai ke elektrode tanah. Resistansi elektrode harus dapat diukur. Alat yang digunakan untuk mengukur resistansi elektrode pembumian adalah Earth Tester.

d. Penghantar Pentanahan

Penghantar pentanahan adalah penghantar pengaman yang digunakan pada sistem pentanahan, yaitu untuk menghubungkan sistem pentanahan dari elektrode pentanahan ke terminal utama pentanahan dan dari terminal utama pentanahan sampai ke peralatan listrik yang ditanahkan.



Gambar 6. Terminal pentanahan dalam kotak MCB

Penghantar tanah harus dibuat dari bahan tembaga, aluminium, baja atau perpaduan dari bahan tersebut. Berdasarkan kekuatan mekanisnya, luas penampang minimum penghantar bumi yaitu:

- 1) Untuk penghantar yang terlindungi kokoh secara mekanis  $1.5 \text{ mm}^2$  tembaga atau  $2.5 \text{ mm}^2$  aluminium.
- 2) Untuk penghantar yang tidak terlindungi kokoh secara mekanis  $4 \text{ mm}^2$  tembaga atau pita baja yang tebalnya  $2.5 \text{ mm}^2$  dan luas penampangnya  $50 \text{ mm}^2$ .

#### e. Penghantar Instalasi

Untuk instalasi listrik, penyaluran arus listriknya dari panel ke beban maupun sebagai pengaman (penyalur arus bocor ke tanah) digunakan penghantar listrik yang sesuai dengan penggunaannya.

##### 1) 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

##### 2) 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. Dalam instalasi ruang 150 mm di atas langit-langit di ruang atap harus dianggap berisi isolasi termal dan KHA konduktor yang dipasang di ruang tersebut harus ditentukan sesuai apakah dikelilingi keseluruhannya atau dikelilingi sebagian jika isolasi termal dipasang.

##### 3) Sirkuit fasa tunggal ketentuannya: Konduktor netral suatu sirkuit utama konsumen sirkuit cabang atau sirkuit akhir harus mempunyai KHA tidak kurang dari konduktor aktif yang terkait atau jika terdapat lebih dari satu konduktor aktif dengan jumlah konduktor tersebut.

##### 4) Penampang dan KHA Konduktor

Luas penampang konduktor sirkuit yang digunakan terkait pada kebutuhan maksimum sirkuit, 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 mm<sup>2</sup>. Menurut ketentuan (524.1) dan (524.2) konduktor sirkit utama konsumen dan sirkit cabang harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm<sup>2</sup> untuk konduktor berisolasi dan berpenyangga, hal ini terutama didasarkan atas kekuatan mekanis konduktor. Umumnya KHA konduktor yang digunakan di setiap sirkit tidak boleh lebih rendah di bawah nilai pengenal gawai proteksi sirkit.

#### 5) 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:

- a) Peranti fasa banyak integral dan armatur yang disambung pada sirkit akhir system fasa dua, tiga kawat dan fasa tiga, empat kawat.
- b) Unit penyulai tersendiri, seperti pelat panas dan bagian tungku yang terpisah dari suatu dapur listrik yang di suplai dari sirkit akhir terpisah dari fasa berbeda dan diperlakukan sebagai peranti tunggal sesuai dengan.
- c) Kelompok armatur fasa tunggal yang disusun untuk disambungkan pada sirkit akhir system dua fasa tiga kawat, atau system tiga fasa empat kawat, dengan ketentuan bahwa:
  - Sirkit tersebut dikontrol dan proteksi dengan pemutus sirkit yang bekerja pada semua konduktor aktif, dan
  - Kontinuitas dari konduktor sirkit netral tidak tergantung pada terminal di armatur atau sakelar control.
  - Peranti seperti pemanas air yang disuplai dari sumber suplai alternative, asalkan: Hanya satu suplai dapat

disambung pada suatu saat, dan kedua suplai mempunyai sakelar pemisah bersama.

### Susut Tegangan

Susut tegangan 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:

- Untuk sirkit dengan panjang jalan tidak melebihi 25 m susut voltase di sirkit akhir dapat diabaikan.
- 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.

Penghantar terdiri dari dua jenis yaitu:

#### a. Kawat

Kawat adalah penghantar tanpa dilapisi bahan isolasi (penghantar telanjang) yang terbuat dari Cu, AL sebagai contoh BC, BCC, A2C, A3C, ACSR.

#### b. Kabel

Kabel adalah penghantar yang dilapisi dengan bahan isolasi (penghantar berisolasi) ada yang berinti tunggal atau banyak, ada yang kaku atau berserabut, ada yang dipasang di udara atau di dalam tanah, dan masing-masing digunakan sesuai dengan kondisi pemasangannya. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor. Isolator adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari karet atau plastik, sedangkan konduktor terbuat dari serabut tembaga atau tembaga pejal.

Kemampuan hantar sebuah kabel listrik ditentukan oleh KHA yang dimilikinya dalam satuan Ampere. Kemampuan hantar arus ditentukan oleh luas penampang konduktor yang berada dalam kabel listrik.

Kabel instalasi yang biasa digunakan pada instalasi penerangan, jenis kabel yang banyak digunakan dalam instalasi rumah tinggal untuk pemasangan tetap ialah NYA dan NYM. Pada penggunaannya kabel NYA menggunakan pipa untuk melindungi secara mekanis ataupun melindungi dari air dan kelembapan yang dapat merusak kabel tersebut.

#### 1) Kabel NYA

Kabel NYA hanya memiliki satu penghantar berbentuk pejal. Biasanya digunakan untuk instalasi rumah dan sistem tenaga. Dalam instalasi rumah digunakan ukuran  $1.5 \text{ mm}^2$  dan  $2.5 \text{ mm}^2$ , berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC (*polyvinyl chloride*) dan seringnya untuk instalasi kabel udara. Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru dan hitam. Lapisan isolasinya hanya satu lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air dan mudah digigit tikus.

Agar aman memakai kabel tipe ini, kabel harus dipasang dalam pipa/conduit jenis PVC atau saluran tertutup. Sehingga tidak mudah menjadi sasaran gigitan tikus, dan apabila ada isolasi yang terkelupas tidak tersentuh langsung oleh orang.

Kode Pengenal Jenis Kabel:

N: Kabel standar penghantar tembaga

Y: Isolasi dari PVC

A: Penghantar berisolasi PVC (berinti satu penghantar)

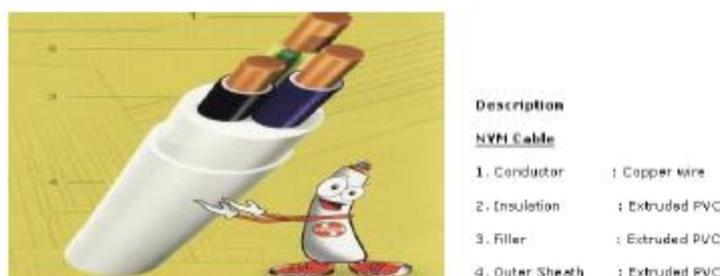


Gambar 7. Kabel NYA

## 2) Kabel NYM

Kabel NYM adalah kabel yang memiliki beberapa penghantar dan memiliki isolasi luar sebagai pelindung. Digunakan untuk kabel instalasi listrik rumah atau gedung dan sistem tenaga. Kabel NYM berinti lebih dari satu ada yang berinti dua, tiga, atau empat dan memiliki lapisan isolasi PVC. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA tetapi harganya lebih mahal dari NYA.

Penghantar dalam pemasangan pada instalasi listrik boleh tidak menggunakan pelindung pipa. Namun untuk memudahkan saat penggantian kabel/revisi, sebaliknya pada pemasangan dalam dinding/beton menggunakan selongsong pipa.



Gambar 8. Kabel NYM

Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam. Kabel NYM dapat digunakan di atas dan di luar plesteran pada ruang kering dan lembab, serta di udara terbuka. Penghantarnya terdiri

dari penghantar padat bulat atau dipilin bulat berkawat banyak dari tembaga polos yang dipijarkan. Isolasi inti NYM harus diberi warna hijau-kuning, biru muda, merah, hitam atau kuning. Khusus warna hijau-kuning tersebut pada seluruh panjang inti dan dimaksudkan untuk penghantar tanah. Sedangkan warna selubung luar kabel harus berwarna putih atau putih keabu-abuan.

Kode Pengenal Jenis Kabel:

N: Kabel standar penghantar tembaga

Y : Isolasi dari PVC

M: Kabel berselubung PVC (biasanya berinti dua, tiga, atau empat dengan isolasi PVC dua lapis)

### 3) Kabel NYY

Kabel tanah thermoplastik tanpa perisai seperti NYY biasanya digunakan untuk kabel tenaga pada industri. Kabel ini juga dapat ditanam dalam tanah dengan syarat diberikan perlindungan terhadap kemungkinan kerusakan mekanis. Perlindungannya bisa berupa pipa atau pasir dan di atasnya diberi batu.



Gambar 9. Kabel NYY

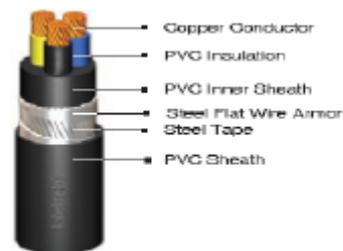
Pada prinsipnya susunan NYY ini sama dengan susunan NYM. Hanya tebal isolasi dan selubung luarnya serta jenis PVC yang digunakan berbeda. Warna selubung luarnya hitam. Untuk kabel tegangan rendah tegangan nominalnya 0,6/1 kV maksudnya yaitu:

- 0,6 kV : Tegangan nominal terhadap tanah.
- 1,0 kV : Tegangan nominal antarpenghantar.

Penggunaan utama NYY sebagai kabel tenaga adalah untuk instalasi industri di dalam gedung maupun di alam terbuka, di saluran kabel dan dalam lemari hubung bagi, apabila diperkirakan tidak akan ada gangguan mekanis. NYY dapat juga ditanam di dalam tanah asalkan diberi perlindungan secukupnya terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan mekanis.

#### 4) Kabel NYFGbY

Kabel tanah thermoplastik berperisai seperti NYFGbY, biasanya digunakan apabila ada kemungkinan terjadi gangguan kabel secara mekanis.



Gambar 10. Kabel NYFGbY

Kabel NYFGbY intinya terdiri dari penghantar tembaga dengan isolasi PVC, penggabungan dua atau lebih inti dilengkapi selubung atau pelindung yang terdiri dari karet dan perisai kawat baja bulat. Perisai dan pembungkus diikat dengan spiral pita baja. Untuk menghindari korosi pada pita baja, maka kabel diselubungi pelindung PVC warna hitam.

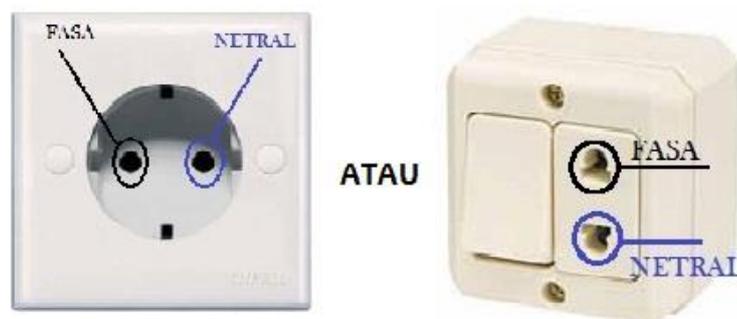
#### f. Stop Kontak

Stop kontak merupakan komponen instalasi listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik dari instalasi rumah ke beban (televi, radio, rice cooker, mesin cuci dan alat elektronik lainnya). Stop kontak biasa disebut juga dengan kotak kontak. Pasangan stop

kontak adalah tusuk kontak yang biasa disebut juga dengan steker (colokan).

### 1) Stop Kontak Biasa

Stop kontak ini biasanya juga disebut KKB (kotak kontak biasa). kotak kontak yang dipasang untuk digunakan sewaktu-waktu (tidak secara tetap) bagi peranti listrik jenis apa pun yang memerlukannya, asalkan penggunaannya tidak melebihi batas kemampuannya. Stop kontak ini digunakan untuk daya listrik relatif kecil. Pada instalasi rumah, stop kontak biasa lebih banyak digunakan daripada stop kontak khusus. Berdasarkan bentuknya, stop kontak terdapat beberapa macam yaitu stop kontak biasa, stop kontak dengan hubungan tanah, dan stop kontak tahan air/tetes. Sedangkan berdasarkan pemasangannya, stop kontak terdiri dari stop kontak yang dapat ditanam dalam dinding dan stop kontak yang dipasang di permukaan dinding.

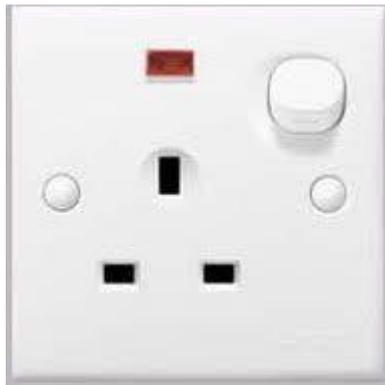


Gambar 11. Kotak kontak

Jika kita memasang stop kontak dengan ketinggian kurang dari 125 cm, kita harus memberikan pengaman (tutup) baik dengan cara diputar atau cara pengaman yang lain untuk melindungi penghuni rumah dari bahaya tersengat listrik, karena stop kontak tersebut sangat mudah dijangkau, bahkan oleh anak-anak. 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.

## 2) Stop Kontak Khusus

Stop kontak ini biasanya disebut juga dengan KKK (kotak kontak khusus). kotak kontak yang dipasang khusus untuk digunakan secara tetap bagi suatu jenis peranti listrik tertentu yang diketahui daya mau pun tegangannya. Stop kontak ini digunakan untuk daya listrik yang relatif besar. Pada instalasi rumah, stop kontak ini dipasang beberapa buah. Artinya, kebutuhan jauh lebih sedikit dari stop kontak biasa. Contoh penggunaan stop kontak khusus adalah untuk menyuplai listrik pada *air conditioner* (AC) atau *water heater*. Berdasarkan cara dan bentuk pemasangannya, stop kontak khusus dapat dipasang di luar dinding atau ditanam di dalam dinding.



Gambar 12. Stop Kontak Khusus

### g. Pipa Instalasi (Pipa Kabel)

Pipa instalasi berfungsi sebagai isolator pada kabel instalasi listrik. Oleh karena itu, pipa instalasi harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap tekanan mekanis, panas, serta tidak menyalurkan nyala api dan kelembapan. Bahan tersebut misalnya PVC atau baja. Permukaan bagian dalam dan luar pipa harus rata dan tidak kasar. Selain berfungsi sebagai isolator pada kabel instalasi listrik, pipa instalasi juga berfungsi untuk memudahkan penggantian kabel-kabel tanpa harus membongkar dinding. Artinya, kabel tinggal dikeluarkan dan dimasukkan kembali melalui pipa tersebut. Pipa kabel bisa ditanam di dalam dinding ataupun dipasang di permukaan dinding.



Gambar 13. Pipa Instalasi

#### h. Saklar dan Fitting Lampu

Saklar dan fitting lampu merupakan sirkit penerangan pada instalasi listrik rumah. Saklar berfungsi untuk menyalakan dan mematikan lampu. Fitting adalah rumah atau tempat untuk memasang lampu, saklar dan fitting lampu dapat ditanam di dalam dinding atau dipasang di luar 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/saklar hotel) di tiap pintu masuk atau di tiap ujung gang atau tangga.

Jenis-jenis saklar berdasarkan fungsinya :

- Saklar ON-OFF

Merupakan saklar yang bekerja menghubungkan arus listrik jika tombolnya ditekan on. Untuk memutuskan hubungan arus listrik, tombol saklar ditekan pada posisi off. Saklar jenis ini biasanya digunakan untuk saklar lampu.



Gambar 14. Saklar

- Saklar Push-ON

Merupakan saklar yang menghubungkan arus listrik jika tombolnya ditekan pada posisi on dan akan secara otomatis memutus arus listrik. Ketika tombolnya dilepas dan kembali pada posisi off dengan sendiri. Biasanya saklar jenis ini sering digunakan pada bel rumah.



Gambar 15. Saklar push On

- Saklar tukar

Fungsi saklar tukar (saklar hotel) adalah untuk menyalakan dan mematikan satu lampu dengan dua saklar. Aplikasinya biasanya lampu dipasang pada lorong tangga antara lantai 1 dan lantai 2. Maksudnya saat kita berada dilantai satu mau naik kelantai dua,

saat dilantai satu kita nyalakan lampu dan setelah kita naik kelantai dua kita mematikan lampu dari lantai dua.

- Saklar silang

Untuk melayani satu lampu atau satu golongan lampu agar dapat dinyalakan dan dimatikan lebih dari dua tempat dapat dilakukan dengan mengkombinasikan antara sakelar tunggal dan sakelar silang. Yang harus diingat, sakelar pertama dan terakhir adalah sakelar tukar sedangkan sakelar di antaranya adalah sakelar silang.

Fitting Lampu adalah suatu alat untuk menghubungkan lampu dengan kawat-kawat jaringan listrik secara aman. Berdasarkan pemakaiannya bentuk fitting terdapat beberapa macam, yaitu fitting tempel (fitting duduk) yang merupakan ditempelkan pada langit-langit (eternit) dan dilengkapi dengan roset. Roset diperlukan untuk meletakkan/penyekerupan fitting supaya kokoh kedudukannya pada langit-langit. Fitting gantung yang dilengkapi dengan tali snur yang berfungsi sebagai penahan beban bola lampu dan kap lampu, serta untuk menahan konduktor dari tarikan beban tersebut. Kemudian fitting bayonet yang merupakan gabungan antara fitting dengan stop kontak dan lain-lain.



Gambar 16. Fitting tempel (fitting duduk)

- i. Kotak sambung

Penyambungan atau percabangan hantaran listrik pada instalasi dengan pipa harus dilakukan dalam kotak sambung. Hal ini dimaksudkan untuk melindungi sambungan atau percabangan

hantaran dari gangguan yang membahayakan. Pada umumnya bentuk sambungan yang digunakan pada kotak sambung ialah sambungan ekor babi (pig tail), kemudian setiap sambungan ditutup dengan las dop setelah diisolasi. Lasdop, adalah suatu alat bantu instalasi yang berfungsi menutup sambungan sehingga aman dari sentuhan luar. Sebelum sambungan ditutup dengan lasdop, terlebih dahulu sambungan tersebut dibungkus dengan isolasi.



Gambar 17. Kotak sambung dan lasdop

j. Elbow

Elbow digunakan pada pemasangan pipa instalasi di sudut-sudut ruangan. Elbow terbuat dari bahan yang sama dengan pipa instalasi, yaitu dari bahan PVC dan baja.



Gambar 18. Elbow

## Bahan Bacaan 2

### *Menemukan kesalahan secara sistematis tentang prosedur pemasangan instalasi penerangan listrik*

Komponen instalasi listrik merupakan perlengkapan yang paling pokok dalam suatu rangkaian instalasi listrik, dalam pemasangan instalasi listrik komponen instalasi listrik yang akan dipasang pada instalasi listrik, harus memenuhi persyaratan dan ditata sehingga terpenuhi keperluannya. Standarisasi peralatan listrik berfungsi untuk mengatur keseragaman, kemampuan dan keandalan peralatan listrik dengan mengadopsi standar dari IEC (International Electrotechnical Commission), yang anggotanya meliputi sejumlah negara termasuk Indonesia. Di bawah ini adalah gambar salah satu komponen yang tidak berstandar



Gambar 19. Saklar tidak berstandar

Negara anggota IEC mempunyai lembaga pengujian sendiri untuk peralatan peralatan listrik. Di Indonesia, lembaga pengujian peralatan listrik adalah Lembaga Masalah Kelistrikan (LMK), dan mengacu pada standar nasional yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) Peralatan listrik yang baik adalah peralatan yang telah diuji dan diberi label sesuai dengan tanda di negara tersebut, misal: SNI (Indonesia), tanda dari lembaga pengujian suatu negara disebut *Safety Marks*. Pemilihan peralatan listrik sesuai dengan pengaruh luar perlu dipertimbangkan, selama ini kita memilih peralatan listrik baru mencakup fungsinya saja. Untuk menjamin keandalan dari peralatan/perlengkapan listrik, maka IEC telah mengatur dan mengelompokkan dengan kode-kode yang terdiri dari sekumpulan huruf besar dan sebuah angka (indek proteksi) sehingga mudah untuk dipahami.

1. Menemukan kesalahan secara sistematis tentang prosedur pemasangan instalasi penerangan listrik sesuai standar PUIL/SNI

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 sambungannya. 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 menuju Papan Hubung Bagi Konsumen (PHBK) Utama dan seterusnya didistribusikan ke jaringan instalasi rumah. Ketentuan Mengenai APP, antara lain:

- 1) 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 energy 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.

Untuk menemukan kesalahan dilaksanakan setelah pemasangan APP, dengan tujuan memastikan bahwa pemasangan APP telah dilakukan dengan benar dan APP berfungsi dengan baik. Pemeriksaan APP dibedakan berdasarkan teknik pelaksanaan dan

tipe APP yang dipasang. Berdasarkan teknik pelaksanaannya, pemeriksaan APP dibagi menjadi 2 (dua), yaitu :

- 1) Pemeriksaan fisik APP, yaitu pemeriksaan fisik pada APP dan perlengkapannya secara visual terhadap kondisi titik sambung, kondisi fisik dan sistem pengawatan, kondisi fisik material APP untuk memastikan bahwa material dan pengawatan APP tersambung dengan baik, tidak ada *loss contact*, tidak ada hubung singkat, dan tidak ada cacat dan lain sebagainya.
- 2) Pemeriksaan unjuk kerja APP, yaitu pengukuran dan pemeriksaan dengan menggunakan alat ukur/uji terhadap parameter listrik untuk memastikan bahwa APP bekerja dan berfungsi dengan baik sesuai kontrak atau SPJBTL (Surat Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik).

Sedangkan berdasarkan tipe APP yang dipasang, pemeriksaan APP terdiri dari :

- 1) Pemeriksaan pada APP satu phase  
Petugas pelaksana pemasangan APP melakukan komisioning secara fisik (sesuai butir 5.7.1.a). Khusus untuk APP menggunakan prabayar perlu dilakukan :
  - Pengecekan kebenaran batas daya
  - Memastikan fungsi kebenaran batas daya
  - Memastikan clear token sudah di-entri
  - Memastikan token perdana sudah di-entri dengan melihat pada display tertera nilai token (kWh) dan listrik di pelanggan sudah nyala
- 2) Pemeriksaan APP tiga phase Pengukuran Langsung  
Petugas pelaksana pemasangan APP melakukan komisioning secara fisik (sesuai butir 5.7.1.a) maupun unjuk kerja (sesuai butir 5.7.1.b). Pemeriksaan unjuk kerja APP adalah sebagai berikut:
  - Menguji urutan fase pada terminal meter energi menggunakan peralatan Phase Sequence Indicator atau tampilan display meter bila menggunakan meter elektronik.

- Menghitung *error* meter energi berdasarkan pengukuran arus, tegangan,  $\cos \phi$ , jumlah dan waktu putaran piringan meter energi pada saat dibebani atau dengan menggunakan *portable test meter*.

3) Pemeriksaan APP tiga phase Pengukuran Tidak Langsung:

Petugas pelaksana pemasangan APP melakukan pemeriksaan secara fisik (sesuai butir 5.7.1.a) maupun unjuk kerja (sesuai butir 5.7.1.b). Pemeriksaan unjuk kerja APP adalah sebagai berikut:

- Melakukan pemeriksaan urutan fase dan polaritas arus pada tampilan meter energi.
- Memastikan ratio CT beserta rangkaiannya.
- Menghitung *error* APP dengan melakukan perbandingan daya yang terukur oleh meter energi terhadap daya yang diukur dengan alat uji pada saat yang bersamaan atau dengan menggunakan *portable test meter*.
- Melakukan function test pada pembatas daya dan PMT (jika menggunakan) secara mekanik maupun elektrik.
- Pemeriksaan menggunakan *commissioning tools (Software)*.
- Pengujian komunikasi dari *control center*

Setelah selesai pelaksanaan pemeriksaan, dilakukan penyegelan dan pembuatan.

b. Pemasangan Konduktor Voltase Rendah

1) 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, penyambungandan terminasi konduktor pada peralatan instalasi maupun peralatan pemanfaat, perlu memperhatikan tanda pengenal inti atau fasa, 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.

2) Pemilihan Konduktor

Beberapa persyaratan penting PUIL 2011 tentang pemilihan konduktor adalah:

- a) 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)
- b) Konduktor netral atau konduktor nol sistim konduktor penyalur arus dalam bangunan pada seluruh panjangnya harus berinsulasi, yang memenuhi ketentuan yang sama dengan yang disyaratkan 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 1. Pengenal Inti atau Rel

Pengganti inti atau rel	Pengenal		
	Dengan huruf	Dengan lambang	Dengan warna
1	2	3	4
A. Instalasi arus bolak balik			
Fasa Satu	L1/ R		Merah
Fasa dua	L2/ S		Kuning
Fasa tiga	L3/ T		Hitam
B. Instalasi perlengkapan listrik	U / X		Merah

Fasa Satu	V / Y		Kuning
Fasa dua	W / Z		Hitam
Fasa tiga			
C. Instalasi arus searah			
Positif	L +	+	Tidak ditetapkan
Negatif	L -	-	Tidak ditetapkan
Kawat tengah	M		Biru
D. Netral	N		Biru
E. Konduktor pembumian	PE		Loreng hijau-kuning

Tabel 2. Warna selubung konduktor PVC atau PE untuk instalasi tetap

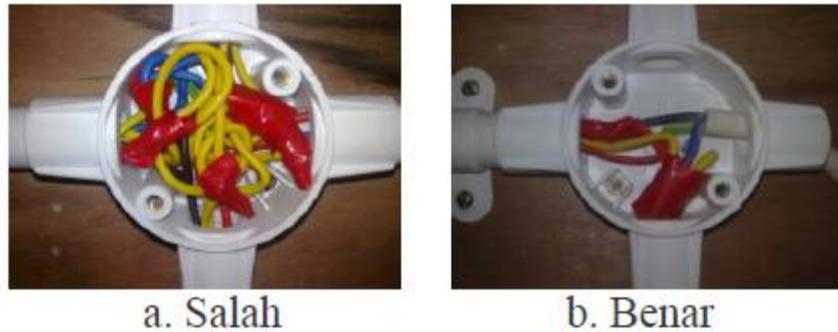
No	Jenis kabel	Voltase pengenal (Volt)	Warna selubung
1	2	3	4
1.	Konduktor berisolasi PVC	500	Putih
2.	Konduktor udara berisolasi PE,	600 – 1000	Hitam
3.	PVC atau XLPE	600 – 1000	Hitam
4.	Konduktor tanah berselubung PVC dan PE	1. 1000	merah
	Konduktor tanah berselubung PVC dan PE		

1) Instalasi.

Ukuran penghantar jalur utama termasuk jalur ke stop kontak dan penghantar jalur cabang dari saklar ke lampu yaitu 2,5 mm<sup>2</sup> dengan menggunakan penghantar yang sesuai ketentuan maka keselamatan instalasi dapat terjamin dan apabila instalasi akan diperluas masih dalam batas kemampuannya. Instalasi listrik adalah sambungan atau hubungan suatu peralatan listrik terhadap peralatan listrik lainnya secara listrik yang harus memenuhi standar yang sudah ditentukan oleh PUIL tahun 2000. Sistem sambungan adalah cara melakukan *terminating* terhadap peletakkan peralatan yang akan dipakai dalam penginstalasian.

Dalam melakukan sambungan hal-hal yang harus diperhatikan antara lain, adalah: kekokohan sambungan yang bebas dari gaya tarik mekanik dan elektrik serta bahan kimiawi, serta jenis sambungan terminal, dan penempatan peralatannya dalam pemakaian yang sesuai dengan kegunaannya. Sambungan kabel puntiran dengan lasdop, sambungan instalasi ini tidak boleh dilakukan di dalam pipa, harus dilakukan di dalam kotak sambung, begitu juga terhadap perlengkapan listrik, harus dirancang demikian rupa sehingga dalam kondisi kerja normal tidak membahayakan atau merusak, dipasang dengan baik dan tahan terhadap kerusakan mekanis, termal, dan kimiawi.

Sambungan kabel puntiran dengan lakban. Pada gambar dibawah ini memperlihatkan media sambungan kabel puntiran, di mana kotak sambung sebagai sarana untuk koneksi kabel dalam instalasi listrik, dengan menggunakan isolasi plastik sebagai penutup sambungan untuk menghindari terjadinya hubungan singkat listrik. Cara ini sangat sering dilakukan di lokasi pemasangan instalasi listrik, terutama dalam sambungan kabel, perlu diperhitungkan jumlah sambungan pada kotak sambungannya.



Gambar 20. Sambungan kabel dengan lakban

b. Pipa Instalasi

Semua penghantar dalam instalasi listrik dimasukkan dalam pipaPVC agar penghantar aman dari benturan mekanis, disamping itu juga penghantar akan terisolasi serta mudah dalam perawatan apabila terjadi kerusakan dalam perbaikan.

c. Saklar dan Kotak Kontak

Fungsi saklar dalam instalasi listrik penerangan untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik dari sumber ke beban. Di dalam saklar dilengkapi dengan pegas yang dapat memutuskan rangkaian dalam waktu yang sangat singkat, dengan cepatnya pemutusan ini kemungkinan timbulnya busur api antara kontak (tuas) saklar menjadi lebih kecil. Saklar yang digunakan pada umumnya jenis saklar tunggal, saklar seri dan saklar tukar (hotel) jenis *inbow* (terpendam dalam tembok).

Ada kemungkinan penyebab kebakaran yang merupakan kesalahan dalam penggunaan komponen ini, seperti masyarakat saat memanfaatkan arus listrik membagi-baginyadengan menggunakan stop kontak cabang, dilakukandengan semaunya asal kebutuhan terpenuhi tidakmemikirkan resiko yang akan terjadi nantinya, yangseharusnya dilakukan sesuai peraturan agar tidakmenimbulkan kebakaran, artinya jika jumlah stopkontak yang dipasang pada suatu kotak kontak melebihibatas kemampuan arus listrik maka akan menyebabkankabel pada stop kontak dan kotak kontak tersebut akanmenjadi panas.

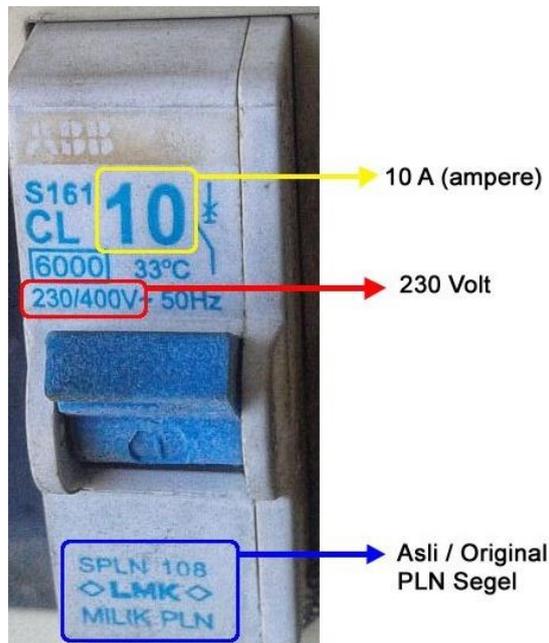
Perlu diketahui bahwa memasukkan stopkontak ke kotak kontak adalah merupakan sambungan arus listrik sementara, jika antara stop kontak dan kotak kontak tersebut goyang, katakanlah sambungan tersebut tidak kokoh, maka dapat mengakibatkan timbulnya percikan bunga api atau panas yang tinggi. Jika panas itu terjadi dalam waktu yang relatif lama, maka hal ini akan menyebabkan melelehnya box stop kontak atau box kotak kontak atau kabel instalasinya dan akhirnya secara pelan-pelan terjadilah bunga api yang akan merambat di sepanjang kabel dan jika isolator tidak mampu menahan panas maka akan terjadi kebakaran.

d. Kotak Pembagi Daya Listrik/PHB/Distribusi Panel (DP)

Panel bagi di dalam instalasi listrik rumah/gedung merupakan peralatan yang berfungsi sebagai tempat membagi dan menyalurkan tenaga listrik ke beban yang memerlukan agar merata dan seimbang. Di dalam panel bagi terdapat komponen antara lain rel (busbar), saklar utama, pengaman, pengaman, alat-alat ukur dan lampu indikator.

e. Rating Pengaman

Rating pengaman yang dipakai menurut PUIL harus sama dengan atau lebih besar dari arus nominal beban ( $I_{\text{pengaman}} > I_{\text{nominal}}$ ). Pengaman yang digunakan dalam instalasi listrik adalah pemutus rangkaian (MCB) untuk pengaman tiap kelompok beban dan pemutus rangkaian pusat (MCCB) untuk pengaman seluruh kelompok beban. Besarnya rating arus MCB maupun MCB diperhitungkan arus beban yang dipikul atau dipasang di dalam instalasi agar memenuhi syarat keamanan. Perhatikan gambar dibawah ini



Gambar 21. MCB

Garis yang ditandai warna kuning itu angkanya menunjukkan nilai Ampere = 10 A (Amperer yang ditandai warna merah itu angkanya menunjukkan nilai Voltase = 230 Volt. Sedangkan yang ditandai warna biru itu merupakan kode register / segel yang berarti ini saklar milik (dipasang oleh) PLN. Keasliannya bisa diteliti dibagian ini. Nilai Watt (daya listrik) itu diperoleh dari :

$$\text{Watt} = \text{A (Ampere)} \times (\text{dikalikan}) \text{V (Volt)}$$

$$\text{Watt} = 10\text{A} \times 230\text{V} = 2300 \text{ Watt}$$

Itu artinya instalasi listrik PLN yang terpasang di rumah dayanya = 2300 Watt.

2. Kondisi yang dapat menunjang terjadinya kebakaran/ kerusakan instalasi listrik. Kondisi tersebut terjadi antara lain karena hal-hal berikut:
  - Hubung pendek terjadi tanpa pengaman atau dengan pengaman yang salah
  - Beban lebih tanpa pengaman atau dengan pengaman yang tidak sesuai.
  - Ledakan, percikan api atau pemanasan lokal yang timbul karena salah pemilihan dan penggunaan perlengkapan listrik

- Peralatan tidak memenuhi persyaratan keamanan baik yang disyaratkan dalam standar maupun dalam PUIL.
- Pelaksanaan pemasangan sistem proteksi termasuk didalamnya sistem pembumian instalasi yang tidak benar
- Penggunaan identifikasi warna atau tanda lain yang tidak benar.
- Kontak pada peralatan pemutus, terminal, sambungan, dan pada klem buruk kondisinya
- Hilang kontak atau netral putus yang menimbulkan tegangan tidak berimbang
- Keadaan lingkungan instalasi yang buruk

#### 1. Sumber kecelakaan listrik

Sebab -sebab kemungkinan kecelakaan yang berasal dari peralatan :

- Peralatan sudah tua.
- Peralatan yang kondisinya tidak baik.
- Peralatan yang tidak memenuhi persyaratan keamanan/standar.

#### 2. Sebab - sebab kemungkinan kecelakaan yang berasal bukan dari peralatan (peralatan memenuhi persyaratan).

- Kesalahan pengoperasian oleh pemakai instalasi/peralatan listrik.
- Kesalahan yang dilakukan oleh instalatur, karena salah memasang peralatan (tidak mengikuti peraturan) atau salah
- memilih peralatan/ material yang tidak memenuhi persyaratan standar dan persyaratan PUIL.
- Kesalahan yang dilakukan oleh pengawas, karena tidak cermat, tidak disiplin
- Kesalahan yang dilakukan oleh perancang atau perencana, baik karena salah memilih peralatan maupun karena salah perhitungan/perencanaan
- Kesalahan - kesalahan karena kondisi peraturan dan kontrol yang belum memadai.

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran dimulai dengan membaca seluruh bagian dari kegiatan pembelajaran ini, disarankan anda membaca secara berurutan, sehingga anda mengetahui tujuan dan indikator capaian kompetensi. Belajar dengan menggunakan modul ini dituntut kemandirian dan kejujuran anda terhadap diri sendiri. Beberapa kegiatan yang juga harus anda lakukan:

1. Membaca sumber bacaan lain, yang berhubungan dengan materi pada kegiatan pembelajaran ini.
2. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
3. Jawablah pertanyaan pada bagian Latihan/kasus/tugas pada lembar jawaban dan lembar kerja yang telah disediakan
4. Jika Saudara dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan pada bagian latihan/kasus/tugas dengan baik, maka Saudara dapat melanjutkan pembelajaran ke kegiatan pembelajaran 3

#### E. Latihan/Kasus/Tugas

##### A. Pilihan Ganda

1. Pengukur daya listrik (kWH meter) yang digunakan di sebuah rumah, dan sebagai pembatas/pemutus arus saat arus listrik di rumah tersebut berlebihan ?
  - a. APP
  - b. PHB
  - c. MCB
  - d. Sekering
2. Pengaman rangkaian yang dilengkapi dengan pengaman thermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relai elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat
  - a. APP
  - b. PHB
  - c. MCB
  - d. Sekering

3. Di dalam memilih PHB yang akan dipakai dalam sistem, terdapat empat katagori yang dapat dipakai sebagai kriteria dalam pemilihan, yang tidak termasuk adalah
  - a. Arus
  - b. Proteksi dan instalasi
  - c. Pemasangan komponen PHB
  - d. Elektrode pembumian
4. Komponen yang berfungsi untuk melindungi sambungan atau percabangan hantaran dari gangguan yang membahayakan.
  - a. APP
  - b. Kotak sambung
  - c. Saklar
  - d. Pipa instalasi
5. Saklar yang digunakan untuk menyalakan dan mematikan satu lampu dengan dua saklar. Aplikasinya biasanya lampu dipasang pada lorong tangga antara lantai 1 dan lantai 2 adalah
  - a. Saklar seri/majemuk
  - b. Saklar tukar
  - c. Saklar silang
  - d. Saklar ganda
6. Dibawah ini adalah ketentuan mengenai penggunaan APP dalam instalasi, yang tidak termasuk adalah...
  - a. Kemampuannya harus sesuai dengan paket daya pelanggan yang telah ditetapkan.
  - b. Bila jenis konduktor yang disambung berbeda, misalnya konduktor SMP dari bahan almanium, maka tidak perlu menggunakan terminal khusus.
  - c. Meter energy yang dipasang pada APP harus sudah ditera oleh instansi yang berwenang. Kotak APP harus dalam keadaan tersegel selama dioperasikan.
  - d. Pada APP harus tersedia juga terminal untuk pembumian BKT, karena umumnya kotak APP terbuat dari logam.
7. Apa yang dilakukan dalam pemeriksaan APP untuk pelanggan prabayar?

- a. Memastikan ratio CT beserta rangkaiannya.
  - b. Memastikan fungsi kebenaran batas daya
  - c. Pengujian komunikasi dari *control center*
  - d. Menguji urutan fase pada terminal meter
8. Dalam melakukan sambungan dalam instalasi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yang tidak termasuk adalah...
    - a. Kekokohan sambungan yang bebas dari gaya tarik mekanik dan elektrik
    - b. Kekokohan sambungan yang bebas dari bahan kimiawi,
    - c. Jenis kabel instalasi yang digunakan
    - d. Penempatan peralatannya dalam pemakaian yang sesuai dengan kegunaannya.
  9. Ledakan , percikan atau pemanasan lokal yang timbul karena salah pemilihan dan penggunaan perlengkapan listrik termasuk dalam...
    - a. Kondisi yang menunjang terjadinya kebakaran
    - b. Sumber kecelakaan dalam instalasi
    - c. Sebab kemungkinan kecelakaan
    - d. Faktor penyebab terjadinya kebakaran
  10. Dibawah ini merupakan sumber kecelakaan listrik, yang tidak termasuk adalah
    - a. Peralatan sudah tua.
    - b. Peralatan yang kondisinya tidak baik.
    - c. Peralatan yang tidak memenuhi persyaratan keamanan/standar.
    - d. Kesalahan pengoperasian oleh pemakai instalasi/peralatan listrik

## B. Essay

1. Pembatasan pada instalasi merupakan pembatasan untuk menentukan batas pemakaian daya sesuai dengan daya tersambung, alat pembatas yang digunakan adalah...
2. Apakah yang dimaksud dengan elektrode pembumian menurut PUIL 2000.
3. Apakah beda MCB dengan APP ?
4. Apakah beda elbow dan lasdop?
5. Bagaimana pemasangan saklar pada instalasi rumah?

6. Tuliskan Sebab -sebab kemungkinan kecelakaan yang berasal dari peralatan ?
7. Apa yang dimaksud dengan peralatan listrik yang baik?
8. Uraikan pemilihan konduktor untuk menghindari kesalahan pemasangan instalasi penerangan menurut PUIL ?
9. Tuliskan hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pipa instalasi untuk menghindari kesalahan pemasangan instalasi?
10. Tuliskan salah satu penyebab terjadinya kebakaran.

## LEMBAR JAWABAN KB-2

### Lembar Jawaban

Nama :

Petunjuk:

Soal berjumlah 30 nomor yang berbentuk pilihan ganda.

Berilah tanda silang (X) pada salah satu jawaban yang anda anggap paling benar.

Contoh : A B ~~X~~ C D E

Dan berilah tanda coret garis dua ( = ) pada jawaban anda yang dianggap salah dan berikanlah tanda silang (X) lagi :

Contoh :

A ~~B~~ ~~C~~ D ~~E~~

1. A B C D

2. A B C D

3. A B C D

4. A B C D

5. A B C D

6. A B C D

7. A B C D

8. A B C D

9. A B C D

10. A B C D

Format lembar kerja untuk menjawab essay

1. ....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
2. ....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## F. Rangkuman

Pengenalan komponen instalasi listrik sangat diperlukan untuk mengetahui fungsi masing-masing komponen tersebut dengan benar. Komponen instalasi listrik penerangan yaitu 1).APP (Alat Pengukur dan Pembatas) biasa disebut juga dengan meteran PLN (kWH meter) untuk mengetahui besarnya tenaga listrik yang digunakan oleh pemakai/pelanggan listrik. 2) Perangkat hubung bagi menurut definisi PUIL, adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat tenaga listrik.3) Pembumian adalah penyaluran hubungan ke bumi jika terdapat kebocoran instalasi atau arus listrik, karena bumi merupakan penetral arus listrik yang besar. 4) Penghantar pentanahan adalah penghantar pengaman yang digunakan pada sistem pentanahan, yaitu untuk menghubungkan sistem pentanahan dari elektrode. Untuk instalasi listrik, penyaluran arus listriknya dari panel ke beban maupun sebagai pengaman (penyalur arus bocor ke tanah) digunakan penghantar listrik yang sesuai dengan penggunaannya. 5) Stop kontak merupakan komponen instalasi listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan energi listrik dari instalasi rumah ke beban (telivisi, radio, rice cooker, mesin cuci dan alat elektronik lainnya). 6). Pipa instalasi berfungsi sebagai isolator pada kabel instalasi listrik. 7). Saklar dan fitting lampu merupakan sirkit penerangan pada instalasi listrik rumah. 8). Penyambungan atau percabangan hantaran listrik pada instalasi dengan pipa harus dilakukan dalam kotak sambung. Hal ini dimaksudkan untuk melindungi sambungan atau percabangan hantaran dari gangguan yang membahayakan.

Instalasi listrik harus direncanakan, dipasang, diperiksa, dioperasikan dan dikelola/dipelihara secara berkala dengan baik sesuai ketentuan PUIL 2000. Para ahli dan teknisi yang mengerjakan tahap-tahap pekerjaan instalasi tersebut harus memiliki kompetensi sesuai dengan bidangnya. Peralatan dan material instalasi yang digunakan harus memenuhi persyaratan standar SNI atau standar lain yang diberlakukan dan harus pula memenuhi persyaratan PUIL antara lain sesuai penggunaan dan kemampuannya.

## G. Umpan Balik

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

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{JumlahJawabanbenar}}{\text{JumlahSoal}} \times 100\%$$

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

(*Catatan* : Kejujuran Intelektual Memegang Peranan Penting)

# **KEGIATAN PEMBELAJARAN 3**

## **MEMERIKSA INSTALASI TENAGA LISTRIK SESUAI STANDAR PUIL/SNI**

### A. Tujuan

Memeriksa instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

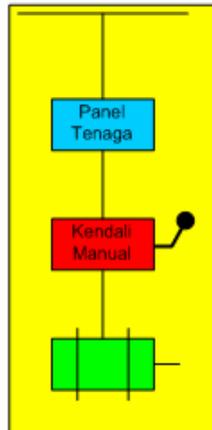
1. Memasang rangkaian komponen instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI
2. Menemukan kesalahan secara sistematis tentang penggunaan komponen instalasi tenaga listrik sesuai standar PUIL/SNI

### C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1

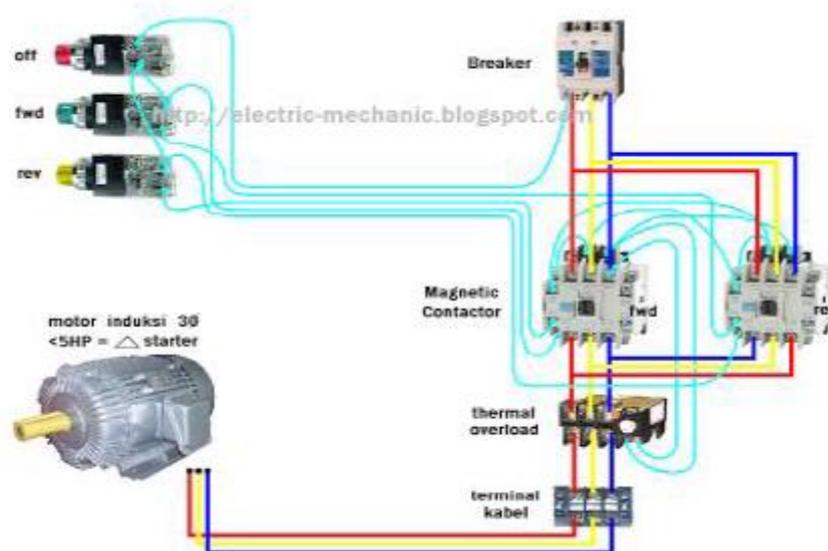
#### *Memasang rangkaian komponen instalasi tenaga listrik*

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



Gambar 22. Instalasi tenaga

Untuk lebih jelasnya dapat memperhatikan gambar dibawah ini,



Gambar 23. Penyambungan rangkaian motor forward reverse (bolak balik)

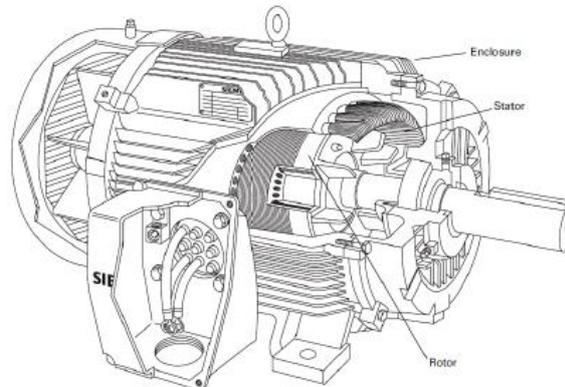
Pada gambar diatas, secara prinsipnya sama dengan wiring diagram yang terdapat pada artikel saya sebelumnya yang berjudul Wiring Diagram Motor Bolak Balik (Forward Reverse), hanya saja disini saya memasang NC dari thermal overload langsung pada koil kontaktor, dan NC dari K1 dan K2 yang terhubung dari NO tombol masing-masing. Prinsip kerjanya adalah, bila tombol fwd ditekan maka motor akan berputar kekanan. Untuk memutar balik

putaran motor ke kiri maka perlu ditekan terlebih dahulu tombol Off, baru bisa memutar ke arah sebaliknya (kiri) dengan menekan tombol rev. Dan untuk mematakannya tekan tombol Off yang sama, karena fungsi tombol Off disini untuk memutuskan kedua fungsi kerja rangkaian. Beberapa komponen yang digunakan dalam instalasi tenaga yaitu

#### 1. Motor listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Dasar kerja motor hampir sama dengan alat pengukur listrik, yaitu perputaran kumparan berarus listrik dalam suatu medan magnet. Alat yang dapat melakukan perubahan arah aliran dinamakan komutator yang terpasang pada poros motor.

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.



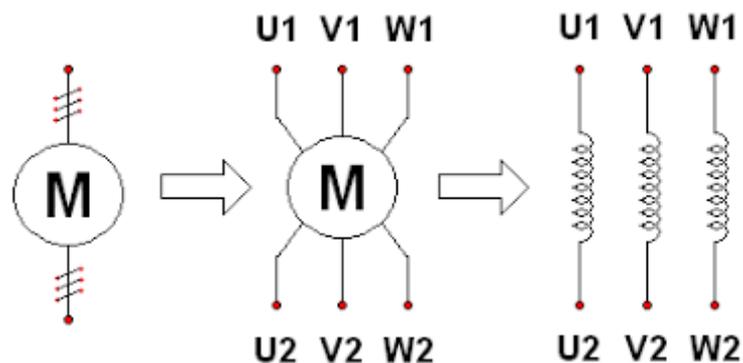
Gambar 24. Kontruksi motor induksi

Pada umumnya name plate pada motor induksi 3 phasa terdapat hal hal penting tentang klasifikasi motor itu sendiri. Tetapi hal yang paling dasar yang perlu kita ketahui adalah Tegangan (Volt), Horse Power (HP), daya (KVA), kecepatan (RPM) dan juga wiring inputnya. Motor induksi 3 phasa yang standard digunakan di Indonesia adalah motor induksi 3 phasa untuk tegangan 380V saja, dan biasanya pada salah satu bagian name plate nya tertulis "Volts : 380V". Untuk motor induksi 3 phasa yang berdaya diatas 5 HP harus dihubung dengan rangkaian kontaktor Star

Delta, dan untuk motor induksi yang berkapasitas dibawah 5 HP bisa langsung dihubung Star (bintang) atau Delta (*segitiga*) dengan sebuah rangkaian interlock kontaktor. Perhatikan contoh name plate 380V dibawah ini.



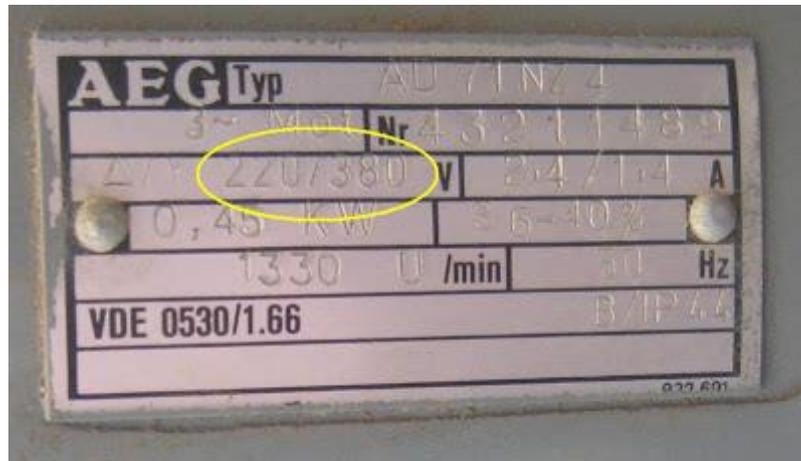
Gambar 25. Contoh gambar name plate motor 380V



Gambar 26. Ilustrasi umum gulungan motor 3 phasa

Pada motor ber name plate seperti ini, saat hubung start menggunakan suplay tegangan 380V, namun masing-masing phasanya hanya menerima 220V, dan pada saat hubung delta phasanya akan menerima 380V. Maka rating motornya untuk delta adalah 380V, dan rating perphasanya (tegangan kerja)-nya adalah 380V. Untuk motor induksi 3 phasa yang ber-name plate 220V/380V ini, tidak dapat digunakan pada rangkaian kontaktor hubung Star Delta. Motor induksi 3 phasa jenis ini menunjukkan kalau motor yang terhubung Delta (*segitiga*) tegangan suplaynya harus bertegangan 220 Volt  $3\emptyset$ , dan kalau terhubung Star

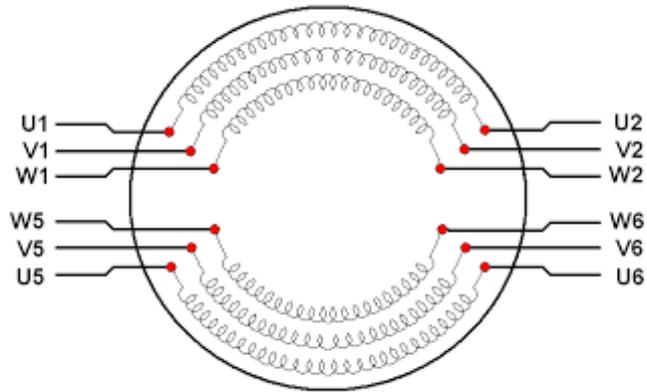
(bintang) tegangan suplaynya haruslah bertegangan 380 Volt 3Ø. Perhatikan contoh name plate 220/380V dibawah ini.



Gambar 27. Contoh name plate motor 220/380V

Hal itu disebabkan rating perphasa (tegangan kerja) motor tersebut adalah 220V. Jadi motor yang mempunyai name plate 220/380V seperti gambar name plate diatas, tidak bisa dihubung Star Delta dikarenakan tegangan kerjanya yang berbeda. Motor 3 phasa jenis ini, pada umumnya mempunyai daya yang kecil atau lebih kurang dibawah 10 HP yang mempunyai kisaran Arus kerja maksimal  $\pm 7$  amper. Karena itulah motor jenis ini sangat aman bila langsung dihubung Star (bintang) dengan sebuah rangkaian interlock kontaktor, pada tegangan kerja 380V 3Ø.

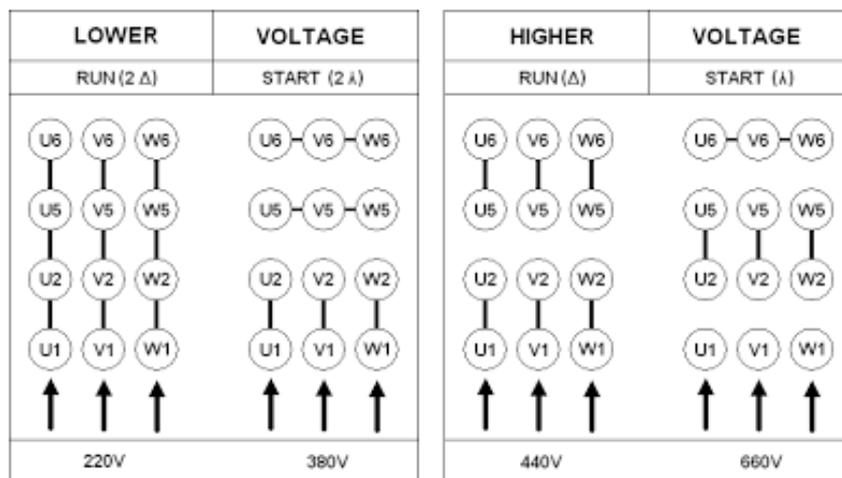
Khusus untuk motor yang mempunyai name plate seperti ini terdapat keistimewaan dalam hal gulungannya, karena terdapat 12 buah kabel input dan bisa dioperasikan pada 4 macam tegangan input yaitu 220V, 380V, 440V dan 660V. Dapat dilihat ilustrasinya pada gambar dibawah ini.



Gambar 28. Ilustrasi gulungan motor 3 phase 12 kabel

Dan sistem pengkabelan-nya pun bervariasi, seperti pada gambar dibawah ini:

Tabel 3. pengkabelan motor 3 phase 12 kabel



## 2. Mini Circuit Breaker (MCB)

MCB pada dasarnya adalah suatu alat yang bekerja dengan cara semi otomatis yang dapat digunakan untuk pengaman terhadap beban lebih atau hubung singkat.



Gambar 29. MCB

MCB berfungsi sebagai peralatan pengaman terhadap gangguan hubung singkat dan beban lebih yang mana akan memutuskan secara otomatis apabila melebihi dari arus nominalnya. Semua sirkuit MCB yang melindungi sirkuit luar harus yang otomatis dan dilengkapi dengan pelindung yang sesuai terhadap beban lebih dan hubung singkat. Kapasitas pemutusan hubung singkat dari *circuit breaker* tidak boleh kurang dari tingkat kesalahan yang terjadi maksimum di titik dimana sirkuit tersebut bertanggung jawab atas pemilihan dan pemberian jenis circuit breaker yang tepat untuk perlindungan jenis sirkuit yang berbeda. MCB masuk dari panel-panel distribusi dimana *feeder* dipasang dengan meteran listrik PLN harus dari jenis yang diizinkan oleh PLN.

a. Pemilihan pemutus tenaga ditentukan oleh beberapa hal :

1) Standar

- SPLN 108 / SLI 175, bila digunakan oleh pemakai umum (instalasi perumahan – kapasitas pemutusan rendah).
- IEC 60947-2, bila digunakan oleh ahlinya (aplikasi industri - kapasitas pemutusan tinggi).

2) Kapasitas pemutusan

Kapasitas pemutusan suatu pemutus tenaga harus lebih besar dari arus hubung singkat pada titik instalasi di mana pemutus tenaga tersebut dipasang. Pada diagram garis suatu sistem, disarankan untuk juga menyebutkan besar kapasitas pemutusan di samping arus pengenal pemutus tenaga yang digunakan.

3) Arus pengenal

Arus pengenal pemutus tenaga harus disesuaikan dengan besarnya arus beban yang dilewatkan kabel dan lebih kecil dari arus yang diijinkan pada kabel.

4) Tegangan

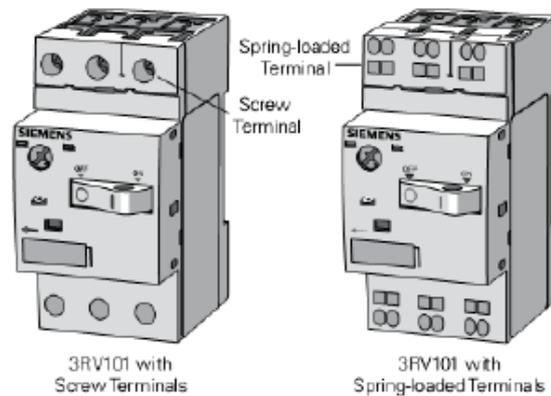
Tegangan operasional pengenal pemutus tenaga harus lebih besar atau sama dengan tegangan sistem.

b. Ketentuan pemasangan MCB:

Semua sirkuit MCB yang melindungi sirkuit luar harus yang otomatis dan dilengkapi dengan pelindung yang sesuai terhadap beban lebih dan hubung singkat. Kapasitas pemutusan hubung singkat dari *circuit breaker* tidak boleh kurang dari tingkat kesalahan yang terjadi maksimum di titik dimana sirkuit tersebut bertanggung jawab atas pemilihan dan pemberian jenis circuit breaker yang tepat untuk perlindungan jenis sirkuit yang berbeda. MCB masuk dari panel-panel distribusi dimana *feeder* dipasang dengan meteran listrik PLN harus dari jenis yang diizinkan oleh PLN.

3. Motor Circuit Breaker

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



Gambar 30. Kontruksi Motor circuit breaker

#### 4. MCCB (Mould Case Circuit Breaker)

Mould Case Circuit Breaker merupakan salah satu alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman yang merupakan salah satu pemutus rangkaian udara dalam bentuk kontak cetakan. Pemutus ini dirakit dalam unit terpadu dalam kotak bahan isolator. Pada jenis tertentu pengaman ini mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat di atur sesuai dengan yang diinginkan



Gambar 31. MCCB

MCCB harus benar-benar sesuai dengan Standard IEC atau B.S 4752: Bagian 1 dan kotaknya harus terbuat dari bahan moulded berinsulasi yang kuat secara mekanis dan tidak mudah tergores. Mekanisme tripnya harus dikalibrasi berdasarkan Standar IEC atau British Standard di pabrik tersebut dan breaker tersebut harus disegel untuk mencegah gesekan/kerusakan sebelum dipakai. MCCB harus dapat mentrip

secara otomatis maupun manual seperti yang dipersyaratkan. Jenis alat otomatisnya masing-masing harus berhubungan dengan suatu unit trip untuk memberikan perlindungan terhadap beban lebih (overload) dan hubung singkat.

Unit trip ini untuk tiap pole harus memberi invers time delay dalam kondisi beban lebih dan trip magnetik seketika (instantaneous magnetic tripping) untuk perlindungan terhadap peristiwa hubung singkat. Unit-unit trip ini dalam semua circuit breaker harus dapat ditukar-tukar. Perlindungan terhadap earth fault harus diberikan bilamana diperlukan dan tertera dalam spesifikasi dan gambar. MCCB harus didisain sedemikian rupa sehingga ketika padakondisi trip, circuit breaker tidak dapat dihidupkan lagi jika reaker tersebut belum direset dengan memindahkan saklar ke posisi OFF dahulu. Kondisi pengoperasian (seperti ON, OFF atau TRIP) circuit breaker tersebut harus terlihat dengan jelas. MCCB harus berupa Single Pole (SP), Double Pole (DP) atau Triple Pole (TP) atau four pole (4P) seperti ditentukan dalam gambar spesifikasi.

Konstruksi dan pengoperasian circuit breaker harus sedemikian rupa sehingga jika fault muncul, semua pole-pole circuit breaker harus beroperasi serentak untuk mengisolasi dan menghilangkan fault tersebut secara efisien dan aman tanpa resiko terhadap operator atau instalasi tersebut. Tiap circuit breaker harus memasukkan mekanisme "trip-free" untuk memastikan bahwa breaker tersebut tidak dapat ditutup dalam kondisi fault.

Mekanisme circuit breaker tersebut harus disegel rapat-rapat di pabrik dan semua bagian metalik yang berhubungan dengan mekanisme kerja tersebut harus dilindungi terhadap karat dan korosi.

##### 5. Saklar manual

Saklar manual ialah saklar yang berfungsi menghubungkan dan memutuskan arus listrik yang dilakukan secara langsung oleh orang yang mengoperasikannya. Dengan kata lain pengoperasian saklar ini langsung oleh manusia tidak menggunakan alat bantu. Sehingga dapat juga disebut saklar mekanis. Pada saat saklar memutuskan dan menghubungkan, pada

kontak saklar akan terjadi percikan bunga api terutama pada beban yang besar dan tegangan yang tinggi. Karena itu gerakan memutuskan dan menghubungkan saklar harus dilakukan secara cepat sehingga percikan bunga api yang terjadi kecil. Dengan saklar ini motor listrik dapat dihubungkan langsung dengan jala-jala (direct on line), atau dapat pula saklar ini digunakan sebagai starter (alat asut) pada motormotor listrik 3 fasa daya kecil. Beberapa saklar manual yang digunakan dalam instalasi tenaga yaitu

a. Saklar SPST (Single Pole Single Throw Switch)

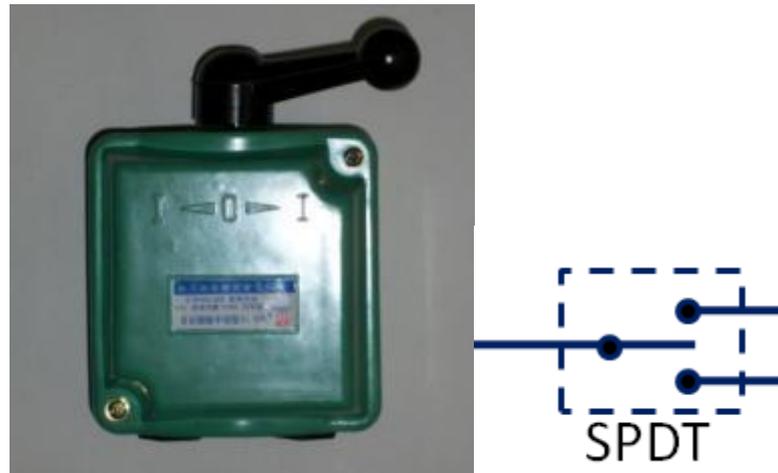
Saklar SPST adalah saklar yang terdiri dari satu kutub dengan satu arah, Fungsinya untuk memutuskan dan menghubungkan saja. Saklar jenis SPST ini hanya digunakan pada motor listrik dengan daya kurang dari 1 PK.



Gambar 32. SPST

b. Saklar SPDT (Single Pole Double Throw Switch)

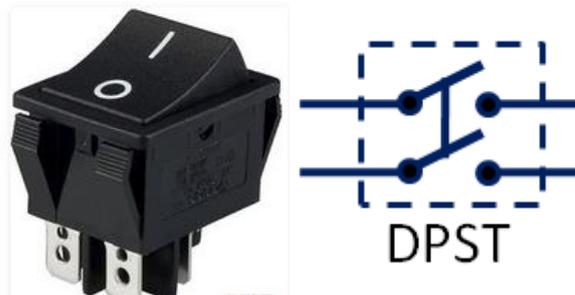
Saklar SPDT adalah saklar yang terdiri dari satu kutub dengan dua arah hubungan. Saklar ini dapat bekerja sebagai penukar. Pemutusan dan penghubungan hanya bagian kutub positif atau fasanya saja.



Gambar 33. SPDT

c. Saklar DPST (double Pole Single Throw Switch)

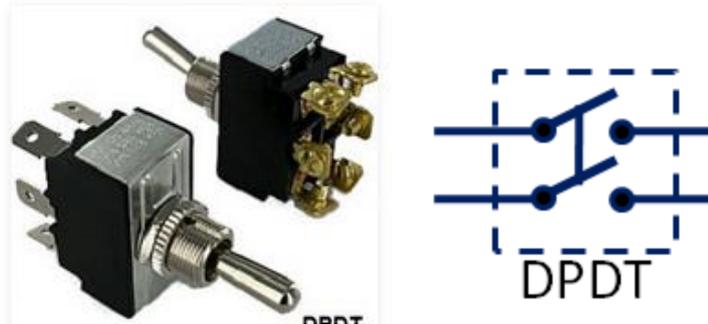
Saklar DPST adalah saklar yang terdiri dari dua kutub dengan satu arah. Jadi hanya dapat memutus dan menghubungkan saja.



Gambar 34. Simbol DPST

d. Saklar DPDT (Double Pole Double Throw Switch)

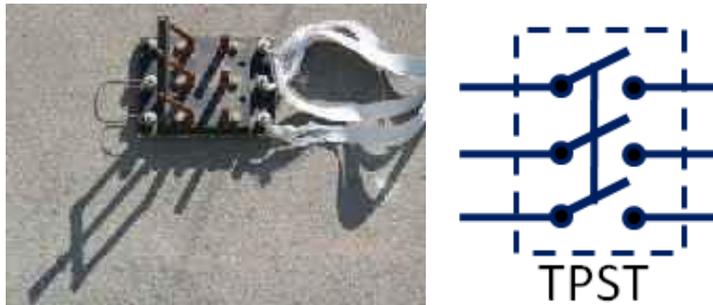
Saklar DPDT adalah saklar yang terdiri dari dua kutub dengan dua arah. Sakelar jenis ini dapat bekerja sebagai penukar. Pada instalasi motor listrik dapat digunakan sebagai pembalik putaran motor listrik arus searah dan motor listrik satu fasa. Juga dapat digunakan sebagai pelayanan dua sumber tegangan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



Gambar 35. Simbol saklar DPDT

e. Saklar TPST (Three Pole Single Throw Switch)

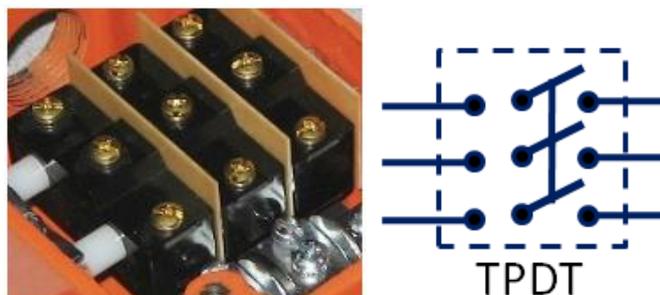
Saklar TPST adalah sakelar dengan satu arah pelayanan. Digunakan untuk melayani motor listrik 3 fasa atau sistem 3 fasa lainnya.



Gambar 36. Simbol TPST

f. Saklar TPDT (Three Pole Double Throw Switch)

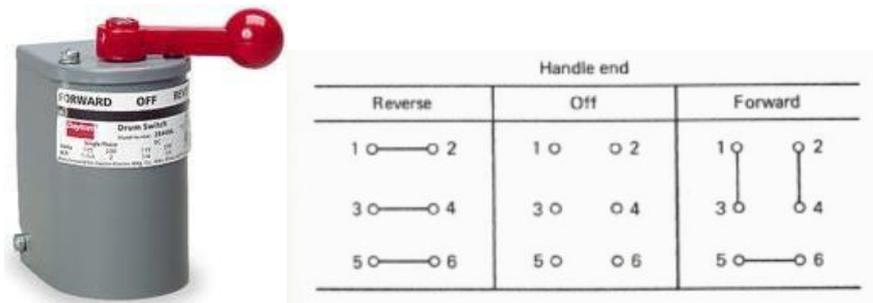
Saklar TPDT adalah saklar dengan tiga kutub yang dapat bekerja ke dua arah. Saklar ini digunakan pada instalasi motor listrik 3 fasa atau sistem 3 fasa lainnya. Juga dapat digunakan sebagai pembalik putaran motor listrik 3 fasa, layanan motor listrik 3 fasa dari dua sumber dan juga sebagai starter bintang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



Gambar 37. Simbol TPDT

g. Drum Switch

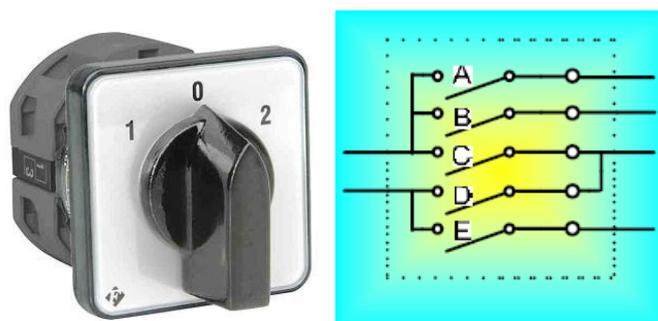
Saklar Drum Switch adalah saklar yang mempunyai bentuk seperti drum dengan posisi handle (tangkai) penggerak memutus dan menghubungkan berada di ujungnya. Drum switch digunakan pada motor-motor listrik kecil sebagai penghubung motor listrik dengan jala-jala (sumber tegangan). Jenis saklar ini banyak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



Gambar 38. Saklar Drum Switch

h. Cam Switch (Saklar putar cam)

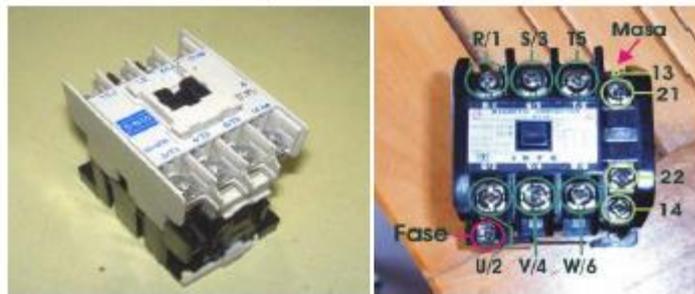
Saklar ini adalah salah satu jenis dari sakelar manual. Cam switch banyak digunakan dalam rangkaian utama pada rangkaian kontrol. Misalnya untuk hubungan bintang segitiga, membalik putaran motor listrik 1 fasa atau motor listrik 3 fasa. Alat ini terdiri dari beberapa kontak, arah pemutaran dan sakelar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



Gambar 39. Saklar Cam Switch

## 6. Kontaktor

Kontaktor adalah jenis saklar yang bekerja secara magnetik yaitu gawai elektromekanik yang dapat berfungsi sebagai penyambung dan pemutus rangkaian. The National Manufacture Assosiation (NEMA) mendefinisikan kontaktor magnetis sebagai alat yang digerakan secara magnetis untuk menyambung dan membuka rangkaian daya listrik. Bila inti koil pada kontaktor diberikan arus, maka koil akan menjadi magnet dan menarik kontak sehingga kontaknya menjadi terhubung dan dapat mengalirkan arus listrik.

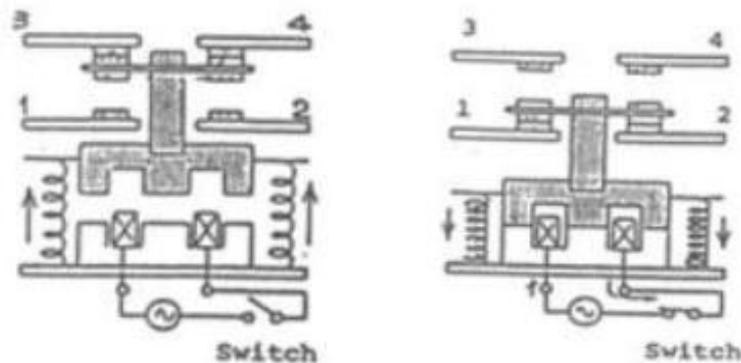


Gambar 40. Kontaktor

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

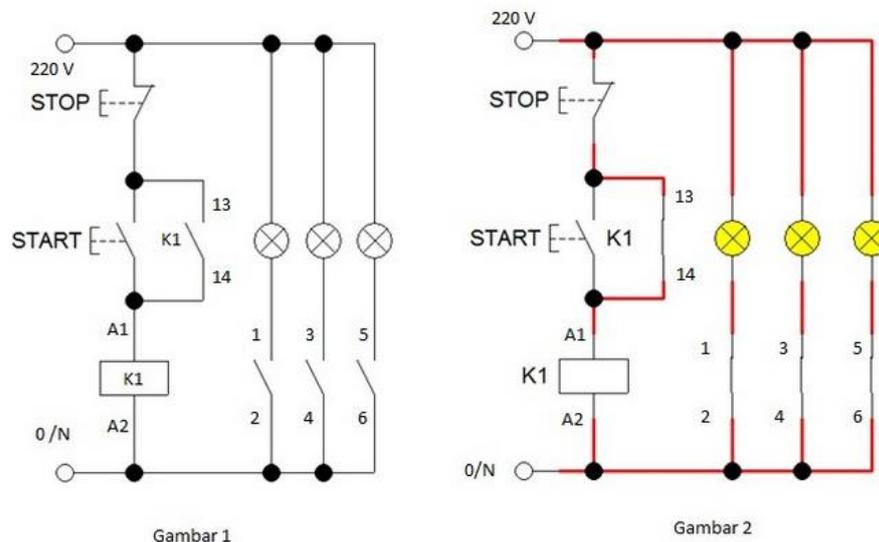
Ukuran dari kontaktor ditentukan oleh batas kemampuan arusnya. Biasanya pada kontaktor terdapat beberapa kontak, yaitu kontak normal membuka (*Normally Open* = NO) dan kontak normal menutup (*Normally Close* = NC). Kontak NO berarti saat kontaktor magnet belum bekerja kedudukannya membuka dan bila kontaktor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

belum bekerja kedudukan kontakannya menutup dan bila kontaktor bekerja kontak itu membuka. Jadi fungsi kerja kontak NO dan NC berlawanan. Kontak NO dan NC bekerja membuka sesaat lebih cepat sebelum kontak NO menutup.



Gambar 41. Kontruksi kontaktor

Dari gambar di bawah coil K1 (A1 dan A2) dihubungkan dengan sumber listrik bertegangan 220 volt yang di control melalui peralatan tombol tekan STOP dan START. Jika tombol start ditekan sesaat maka akan menghubungkan sumber tegangan ke coil kontaktor K1 yang mengakibatkan kontak pada kontaktor akan bergerak, jika awalnya pada kondisi NO (terbuka = 13 - 14, 1 - 2, 3 - 4 dan 5 - 6 maka setelah kontaktor bekerja kondisi NO tadi akan berubah menjadi kontak 13 - 14 merupakan kontak bantu yang dipasang untuk mengunci rangkaian agar jika tombol start ditekan sesaat saja kontaktor tetap nyala. Tidak hanya kontak 13 - 14 saja yang dijadikan pengunci kontak bantu yang lain pun bisa, yang penting kontak NO (kontak bantu NO = 23 - 24 atau yang lainnya).



Gambar 42. Pemasangan kontaktor magnet dengan 3 buah lampu

Tombol STOP pada gambar merupakan sakelar pemutus rangkaian, sehingga jika tombol tersebut ditekan sesaat akan memutuskan sumber listrik coil K1 (kembali pada kondisi gambar 1).

Tidak seperti relay, kontaktor dirancang untuk menyambung dan membuka rangkaian daya listrik tanpa merusak. Beban-beban tersebut meliputi lampu, pemanas, transformator, kapasitor, dan motor listrik. Spesifikasi kontaktor magnet yang harus diperhatikan adalah kemampuan daya kontaktor ditulis dalam ukuran Watt / KW, yang disesuaikan dengan beban yang dipikul, kemampuan menghantarkan arus dari kontak-kontaknya, ditulis dalam satuan ampere, kemampuan tegangan dari kumparan magnet, apakah untuk tegangan 127 Volt atau 220 Volt, begitupun frekuensinya, kemampuan melindungi terhadap tegangan rendah, misalnya ditulis  $\pm 20\%$  dari tegangan kerja. Dengan demikian dari segi keamanan dan kepraktisan, penggunaan kontaktor magnet jauh lebih baik dari pada saklar biasa.

## 7. Relay

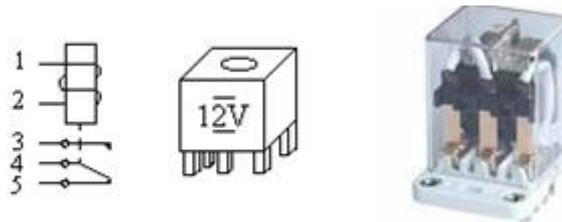
Relay adalah saklar (switch) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. Relay terdiri dari suatu lilitan dan switch mekanik. Switch mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan. Susunan kontak pada relay adalah:

Normally Open : Relay akan menutup bila dialiri arus listrik.

Normally Close : Relay akan membuka bila dialiri arus listrik.

Changeover: Relay ini memiliki kontak tengah yang akan melepaskan diri dan membuat kontak lainnya berhubungan.

Simbol Relay :



Gambar 43. Simbol relay

Relay arus lebih (OCR) adalah relay yang bekerja terhadap arus lebih, ia akan bekerja bila arus yang mengalir melebihi nilai settingnya ( $i_{set}$ ).

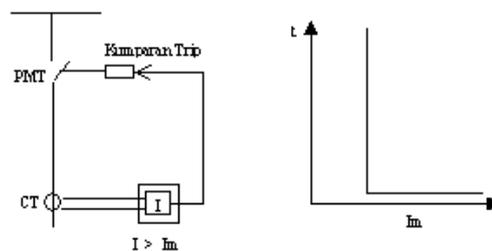
a. Prinsip Kerja

Pada dasarnya relay arus lebih adalah suatu alat yang mendeteksi besaran arus yang melalui suatu jaringan dengan bantuan trafo arus. Harga atau besaran yang boleh melewatinya disebut dengan setting.

Macam-macam karakteristik relay arus lebih :

1) Relay waktu seketika (Instantaneous relay).

Relay yang bekerja seketika (tanpa waktu tunda) ketika arus yang mengalir melebihi nilai settingnya, relay akan bekerja dalam waktu beberapa mili detik (10 – 20 ms). Dapat kita lihat pada gambar dibawah.

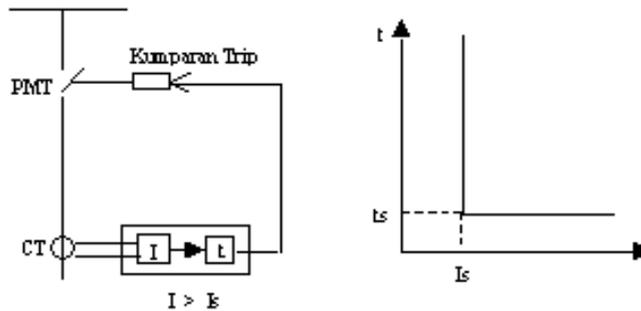


Gambar 44. Karakteristik relay waktu seketika

Relay ini jarang berdiri sendiri tetapi umumnya dikombinasikan dengan relay arus lebih dengan karakteristik yang lain.

2) Relay arus lebih waktu tertentu (Definite time relay)

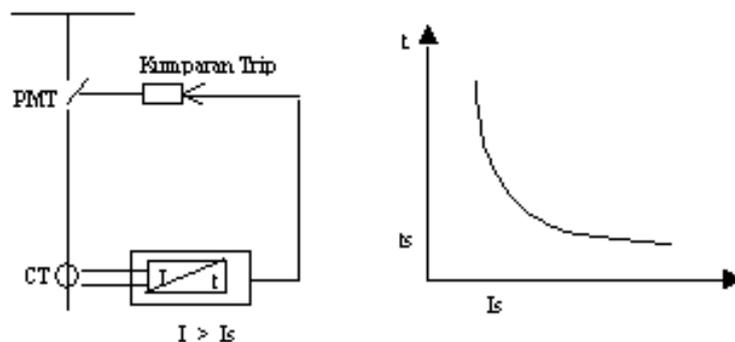
Relay ini akan memberikan perintah pada PMT pada saat terjadi gangguan hubung singkat dan besarnya arus gangguan melampaui settingnya ( $I_s$ ), dan jangka waktu kerja relay mulai pick up sampai kerja relay diperpanjang dengan waktu tertentu tidak tergantung besarnya arus yang mengerjakan relay, lihat gambar dibawah ini.



Gambar 45. Relay arus lebih waktu tertentu

3) Relay arus lebih waktu terbalik.

Relay ini akan bekerja dengan waktu tunda yang tergantung dari besarnya arus secara terbalik (inverse time), makin besar arus makin kecil waktu tundanya. Karakteristik ini bermacam-macam. Setiap pabrik dapat membuat karakteristik yang berbeda-beda, karakteristik waktunya dibedakan dalam tiga kelompok.



Gambar 46. Relay arus lebih waktu terbalik

Pada relay arus lebih memiliki 2 jenis pengamanan yang berbeda yaitu:

- a) Pengamanan hubung singkat fasa

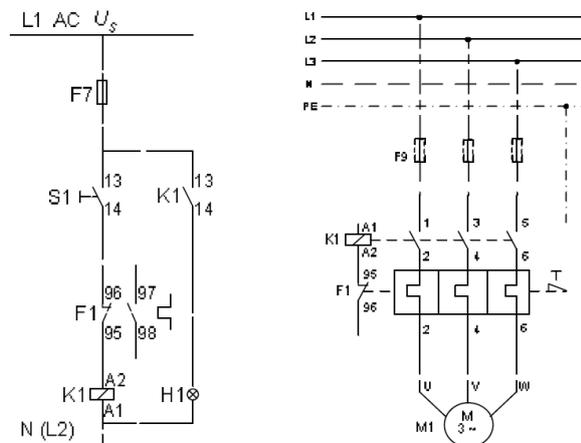


motor berjalan bila bertahan cukup lama akan mengakibatkan kerusakan atau pemanasan yang berbahaya pada motor tersebut. TOLR memiliki rating yang berbeda-beda tergantung dari kebutuhan, biasanya tiap-tiap TOLR mempunyai batas rating yang dapat diatur.



Gambar 48. Thermal Overl Load Relay (TOLR)

Pengendali motor ini hampir sama dengan Pengendali Motor Langsung (DOL), hanya yang membedakan adalah adanya tambahan pengaman arus lebih TOLR (*Thermal OverLoad Relay*). Jadi pengaman arusnya ada dua yaitu pengaman arus lebih oleh TOR dan pengaman arus hubung singkat oleh F7. Rangkaian TOR disambungkan secara seri pada saklar magnet. Bila ada arus lebih, maka bimetal TOR menjadi panas dan melengkung, sehingga kontak NC F1 dan aliran arus listrik coil magnet terputus. Dengan demikian kontak saklar magnet lepas dan motor berhenti.



Gambar 49. Diagram kontrol dan diagram daya Pengendali motor langsung dengan TOLR

#### 9. TDR (Time Delay Relay)

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

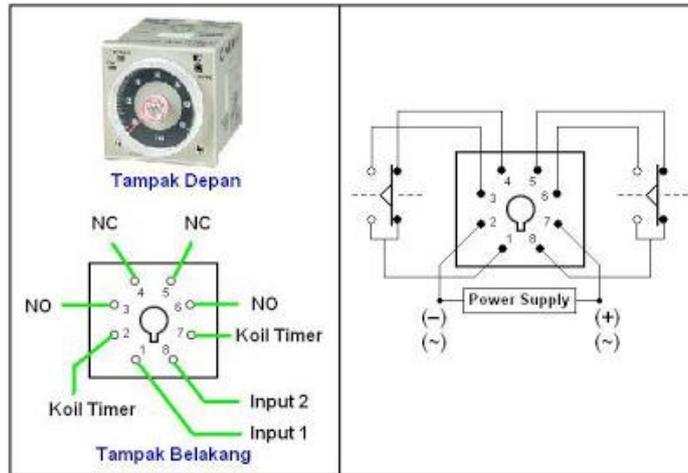


Gambar 50. Time Delay Relay

Fungsi dari peralatan kontrol ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor atau untuk merubah sistem bintang ke segitiga dalam delay waktu tertentu. Timer dapat dibedakan dari cara kerjanya yaitu timer yang bekerja menggunakan induksi motor dan menggunakan rangkaian elektronik.

Timer yang bekerja dengan prinsip induksi motor akan bekerja bila motor mendapat tegangan AC sehingga memutar gigi mekanis dan menarik serta menutup kontak secara mekanis dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan relay yang menggunakan prinsip elektronik, terdiri dari rangkaian R dan C yang dihubungkan seri atau paralel. Bila tegangan sinyal telah mengisi penuh kapasitor, maka relay akan terhubung. Lamanya waktu tunda diatur berdasarkan besarnya pengisian kapasitor. Bagian input timer biasanya dinyatakan sebagai kumparan (Coil) dan bagian outputnya sebagai kontak NO atau NC. Kumparan pada timer akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai

batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis timer akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO.



Gambar 51. Konstruksi TDR

Pada umumnya timer memiliki 8 buah kaki yang 2 diantaranya merupakan kaki coil sebagai contoh pada gambar di atas adalah TDR type H3BA dengan 8 kaki yaitu kaki 2 dan 7 adalah kaki coil, sedangkan kaki yang lain akan berpasangan NO dan NC, kaki 1 akan NC dengan kaki 4 dan NO dengan kaki 3. Sedangkan kaki 8 akan NC dengan kaki 5 dan NO dengan kaki 6. Kaki kaki tersebut akan berbeda tergantung dari jenis relay timernya.

#### 10. Sakelar Selektor

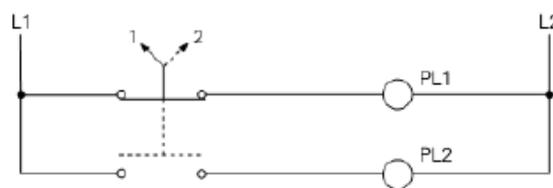
Sakelar selektor juga digunakan secara manual mempunyai kontak tertutup dan terbuka. Sakelar selektor dapat dioperasikan dengan per pengembali dan kunci tersedia dua, tiga atau empat jenis posisi.



Gambar 52. Kontruksi saklar selektor

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

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



Gambar 53. Saklar selektor dua posisi

## 11. Pemipaan

### 1) Konstruksi

a) Permukaan luar dan dalam dari pipa harus halus, bebas dari permukaan yang kasar berduri dan bebas dari cacat lain yang sejenis. Ujung-ujung yang akan dilalui penghantar atau kabel tidak boleh merusak penghantar atau kabel.

Kesesuaiannya harus dicek dengan pemeriksaan, bila perlu dengan memotong-motong bagian contoh menjadi beberapa bagian.

b) Duri-duri halus yang timbul dari proses pembuatan diizinkan sepanjang tidak merusak isolasi penghantar. Persyaratan ini juga berlaku untuk pipa bergelombang.

### 2) Karakteristik

Pipa harus mempunyai kuat mekanis yang cukup memadai. Pipa yang sesuai dengan jenisnya, bila dilengkungkan atau diberi tekanan atau mendapat pengaruhkejut suhu selama atau setelah

pemasangan, tidak boleh retak, pecah dan berubah bentuk sedemikian rupa sehingga kabel sukar dimasukkan ke pipa, atau sehingga penghantar atau kabel yang dipasang menjadi rusak pada waktu ditarik ke dalam pipa.

## **Bacaan Bacaan 2**

*Menemukan kesalahan secara sistematis tentang penggunaan komponen instalasi tenaga listrik*

### 1. Motor

Kerusakan dalam pemakaian motor kebanyakan disebabkan oleh 5 faktor :

- Panas.
- Kotor
- Lembab
- Vibrasi
- Kualitas supply listrik

Dengan fokus pada faktor tersebut, dapatlah ditemukan jumlah kerusakan motor tersebut. Kerusakan dari luar motor yaitu kualitas masukan tenaga listrik, kondisi lingkungan panas/lembab/tidak ada ventilasi, kondisi beban. Kemudian kerusakan dari dalam motor yaitu aging/penuaan, degradasi, kerusakan karena listrik, kerusakan mekanis.

#### a. Panas /over-heating

Penyebab terbesar kerusakan motor sehingga motor tidak dapat mencapai umur pakai yang seharusnya ialah “over-heating atau panas berlebihan”, Setiap mengalami Kenaikan temperature 10 derajat, dari temperature normalnya, berakibat memotong umur motor 50% , meskipun kenaikan terjadi hanya sementara. Sebab over-heating salah satunya memilih motor terlalu kecil, sehingga motor harus menderita over-current, berarti kondisi operasinya lebih panas. Tetapi jika memilih motor terlalu besar berakibat pemakaian listrik tidak efisien berarti pemborosan.

#### b. Sistem starting

Kebanyakan motor dipasang dengan “direct starting” . sistem ini menimbulkan arus Starting-current terlampau besar (5 kali lebih),

sehingga menimbulkan panas yang besar, lebih2 jika sering start-stop. Untuk itu perlu dipasang sistem start seperti star-delta, fluid-couplig, pengubah-frekuensi, dll. Start-stop terlalu sering tanpa memperhartikan jedah antar waktu start sangat menimbulkan kerusakan.

c. Environment - ambient temperature tinggi

Mengakibatkan operating temperature motor lebih tinggi dari seharusnya. Ventilasi ruang kurang bagus menimbulkan sytem pendinginan motor tidak baik. Mengakibatkan operating temperature motor naik. Kondisi motor seperti fan rusak, body motor kotor, saluran pendingin buntu/kotor dll yang mengganggu pendinginan.Kondisi beban seperti beban terlalu besar, beban tidak normal.

d. Kotor

Debu / Kotoran yg terakumulasi akan merusak komponen listrk maupun mekanical. Umumnya terakumulasi pada permukaan badan motor, saluran pendinginan, dan kipas yang mengakibatkan pendinginan terganggu dan panas motor berlebih. Pada beberapa tipe motor , kotoran debu masuk dan terkumpul kedalam winding menimbulkan kerusakan isolasi / winding.

e. Moisture / lembab

Lembab atau embun juga merusak komponen listrik dan mekanikal, yang mengakibatkan pengkaratan pada poros, bearing, rotor, stator, laminasi. Jika penetrasi ke isolasi mengkaibatkan degradasi isolasi dan rusak.

f. Vibrasi

Merupakan indikasi bahwa kondisi motor sedang mengalami masalah. Besar vibrasi yang melebihi harga yang diijinkan dapat menyebabkan kerusakan yang lebih parah. Sumber vibrasi dapat dari motor atau dari mesin yang digerakan (load) bahkan mungkin juga dari kedua -duanya. Sebab vibrasi antara lain dari kondisi :

- Misalignment motor terhadap load (mesin yang digerakan),
- Kendor pada pondasi nya Motor atau load
- Rotor unbalance ( Motor atau load)

- Bearing aus atau rusak, menyebabkan poros berputar tidak sentris
- Akumulasi karat atau kotoran pada komponen putar (rotor)
- Sewaktu memasang rotor/bearing motor sehabis overfault/rewinding tidak alignment.

g. Kualitas Listrik

Kualitas supply tenaga sangat menentukan umur motor listrik, hal – hal yang harus dihindari antara lain tegangan sering naik -turun melebihi harga toleransi, under/over voltage dapat menimbulkan overheating didalam winding, berakibat umur motor menjadi pendek. tegangan spike akibat power swicthing atau serangan halilintar (lightning strikes) juga menyebabkan kerusakan isolasi winding. Tegangan 3 phase tidak balance melebihi harga toleransi, sering terjadi sebagai sebab kerusakan winding.

Beberapa sebab lain antara lain pemilihan pelumas harus sesuai spesifikasi, penggantian/penambahan dilakukan dan terjadwal dengan baik. Pemilihan dan pemeliharaan kopling sama pentingnya dengan komponen lain. Seting bearing dan komponen lain harus sesuai dengan standard.

Setelah mengetahui beberapa sebab kerusakan, maka dapat direncanakan program pemeliharaan dan langkah pelaksanaan yang sesuai.

c. Motor tidak bisa dimatikan

Normalnya, motor bisa dimatikan dengan cara yaitu memutuskan aliran arus rangkaian motor dengan menekan tombol STOP atau menghilangkan sinyal START dari kontrol jarak jauh. Penyebab anak kontak kontaktor utama nyangkut tidak kembali ke kondisi normalnya sehingga menutup terus. Hal ini dapat diatasi dengan menekan kontaknya hingga lepas lagi dan mainkan rangkaian kontrol pada posisi tes dan perhatikan perilaku kontaknya, jika masih nyangkut tekan lagi atau bongkar, cari penyebab nyangkutnya. Jika masih berlanjut ganti aja dengan yang masih bagus (normal).

- d. Motor tiba-tiba mati meskipun tidak stop, tidak overload, MCB rangkaian kontrol tidak trip, dan tidak ada hubung singkat ditemukan.

Dan ini terjadi berulang-ulang secara acak. Wajarnya, motor tidak akan mati tanpa diperintah atau alasan. Motor akan mati jika rangkaian daya putus karena rangkaian kontrol terbuka yaitu:

- 1) Konsumsi arus berlebih karena ada hubung singkat antar fasa-fasa atau fasa-tanah sehingga proteksi thermal overload bekerja memutuskan rangkaian kontrol.
- 2) MCB rangkaian kontrol trip karena gangguan suplai tegangan kontrol atau ada hubung singkat di rangkaian kontrol.
- 3) Suplai arus ke kontaktor utama hilang karena rangkaian kontrol terbuka akibat alasan-alasan di atas
- 4) Rangkaian daya putus akibat: kabel putus, breaker utama dibuka, motor meledak, sumber utama trip, dll.

Semua sudah dicek dan tidak ada keanehan ditemukan. Hasil pengawasan waktu motor dihidupkan dan pengukuran nilai arus dan tegangan memberikan nilai ukuran normal dan wajar. Penyebabnya adalah tidak ada yang salah saat kondisi *offline* atau tidak ada tegangan tapi ketika perintah hidup diberikan hingga kontaktor utama bekerja, anak kontak breaker utama Q1 yang digunakan sebagai interlock/syarat agar motor bisa di-start tiba-tiba lepas dari mekanikal yang menghubungkannya dengan Q1 sehingga kondisinya kembali ke posisi normal. Berubahnya kondisi ini mengakibatkan starter modul mengembalikan sinyal FAULT ke ruang kontrol sekaligus memutus rangkaian kontrol.

Singkat kata, pengoperasian yang sudah bertahun-tahun atau kurangnya perawatan atau mekanisme Q1 yang sudah tidak bagus lagi mengakibatkan anak kontakannya rentan lepas dari posisinya ketika ada getaran saat akan kontaktor utama bekerja. Biasanya ditemui pada modul-modul ukuran besar atau daya kW motor yang tinggi sekitar hingga 100-300kW. Solusi adalah pastikan kontak tambahan Q1 terpasang dengan baik dan

perhatikan ketika perubahan posisi breaker utama dari ON ke OFF apakah memang keluar dari posisinya atau tidak. Jika keanehan ditemukan, cukup ganti saja.

- e. Motor tidak bisa jalan meskipun sudah di-start dengan tidak ada kondisi fault.

Berulang kali dicoba untuk dihidupkan tapi motor tidak pernah berputar kecuali modulnya diganti sama *spare*. Penyebabnya adalah kebalikan dari kasus 1, yaitu:

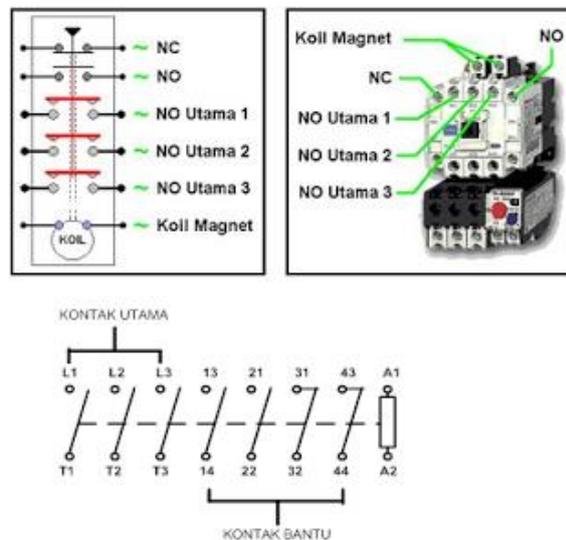
- 1) Kontak dari kontaktor utama nyangkut tidak bisa menutup saat kontaktor utama *energized*.
- 2) Tegangan ke koil kontaktor utama drop atau kurang dari nilai *rating*-nya.
- 3) Kekuatan elektromagnetis kontaktor utama sudah tidak kuat lagi alias loyo atau monopause sehingga ga kuat narik kontaknya.

Untuk mengatasi masalah ini ganti saja modul untuk lebih cepat. Modul yang bermasalah tadi tinggal diganti kontaktor utamanya.

## 2. Kontaktor

Kontaktor akan bekerja normal bila tegangannya mencapai 85 % dari tegangan kerja, bila tegangan turun kontaktor akan bergetar. Ukuran dari kontaktor ditentukan oleh batas kemampuan arusnya. Apabila pada kumparan kontaktor diberi tegangan terlalu tinggi / tidak sesuai dengan spesifikasi maka akan menyebabkan berkurangnya umur / merusak kumparan kontaktor. Tetapi bila tegangan yang diberikan terlalu rendah maka akan menimbulkan tekanan antara kotak - kontak dari kontaktor menjadi berkurang yang nantinya dapat menimbulkan bunga api pada permukaannya serta dapat merusak kontak-kontaknya.

Beberapa Kontak NO ( Normally Open =Bila coil contactor atau relay dalam keadaan tak terhubung arus listrik, kontak internalnya dalam kondisi terbuka atau tak terhubung). Beberapa Kontak NC ( Normally Close = sebaliknya dengan normally open)



Gambar 54. Kontruksi Kontaktor

Kontak Pada Kontaktor Magnet Terdiri Dari :

- a. Kontak Utama ( Digunakan Untuk Rangkaian Daya )
- b. Kontak Bantu ( Digunakan Untuk Rangkaian Pengontrol / Pengunci )

Agar penggunaan kontaktor dapat disesuaikan dengan beban yang akan dikendalikan, maka pada setiap kontaktor selalu dilengkapi dengan plat nama yang berisikan data-data mengenai;

- a. Perusahaan Pembuat Kontaktor.
- b. Nomor Seri Pembuatan.
- c. Tegangan Nominal Beban.
- d. Tegangan Kerja Kontaktor.
- e. Kemampuan Arus Yang Dapat DiAlirkan.
- f. Kelas Operasi.

Pada beberapa beberapa type lain dari kontaktor menggunakan type baut. Getaran mekanis menyebabkan ulir-ulir pada baut penjepit berputar berlawanan hingga kendur. Kondisi ini menyebabkan adanya celah udara antara plat contactor dan skun. Celah udara inilah yang menyebabkan terjadinya Loncatan bunga api, dan membakar kabel di koil magnet 1 (panas) api menyebabkan beberapa bagian di kontaktor lain ikut terbakar. Hal ini dapat diatasi dengan pembebanan atau motor ampere

tinggi, perlu dilakukan inspeksi kondisi sambungan dengan rutin melakukan pengencangan pada baut-baut ikat per titik. Dapat dilihat pada gambar dibawah



Gambar 55. Kontaktor yang terbakar



Gambar 56. Kontaktor dengan model jepit pada konektor

Perawatan perbaikan kontaktor magnet

- a. Kontaktor yang masih baik apabila koilnya diberi tegangan maka semua kontak NO baik kontak utama maupun Bantu akan menutup (close) sedangkan kontak – kontak NC akan membuka (open). Koil juga tidak boleh bergetar atau mendengung.
- b. Koil yang masih baik dapat dilihat dengan mengukur menggunakan Avometer, akan terlihat adanya hubungan terminal – terminalnya dengan mempunyai harga tahanan kecil.

- c. Untuk melihat hubungan kontak – kontak NO dan NC digunakan juga Avometer.
- d. Secara berkala, kontaktor harus dibongkar / disassembly untuk melakukan perawatan pada kontak –kontak poinnya. Kontak poin yang diam maupun bergerak harus selalu dalam kondisi bersih dalam kotoran akibat percikan api ketika proses kerja. Kotoran tersebut dibersihkan dengan kertas plas.
- e. Apabila koilnya putus maka diperlukan membelit ulang.
- f. Kontaktor yang masih baik apabila koilnya diberi tegangan maka semua kontak NO baik kontak utama maupun Bantu akan menutup (close) sedangkan kontak – kontak NC akan membuka (open). Koil juga tidak boleh bergetar atau mendengung
- g. Koil yang masih baik dapat dilihat dengan mengukur menggunakan Avometer, akan terlihat adanya hubungan terminal – terminalnya dengan mempunyai harga tahanan kecil.
- h. Untuk melihat hubungan kontak – kontak NO dan NC digunakan juga Avometer
- i. Secara berkala, kontaktor harus dibongkar / disassembly untuk melakukan perawatan pada kontak –kontak poinnya. Kontak poin yang diam maupun bergerak harus selalu dalam kondisi bersih dalam kotoran akibat percikan api ketika proses kerja. Kotoran tersebut dibersihkan dengan kertas plas.
- j. Apabila koilnya putus maka diperlukan membelit ulang.

### 3. Relay

Untuk mengetahui masalah pada relay atau tanda relay rusak yaitu ketika diberi aliran arus listrik pada gulungan spull atau aliran arus pada coil magnet relay, kontak pada relay tidak bisa terhubung atau tidak tertarik oleh medan magnet. Hal tersebut diatas bisa diartikan coil atau gulungan spul relay putus atau terhadi short pada gulungan relay ataupun coil relay hangus sehingga kemagnetan untuk menarik kontak relay berkurang.

Masalah lain yang timbul ketika coil pada relay diberi arus listrik dan kontak relay terdengar bunyi karena kontak relay bergerak tetapi anmtara kontak relay tidak terhubung sehingga tidak bisa mengalirkan arus listrik

pada kontak –kontak relay. Untuk hal ini bisa disebabkan oleh beberapa hal yang di antaranya adalah

1. Kontak relay hangus atau terhalang oleh kerak sebagai akibat arus listrik yang melewati kontak tersebut.
2. Plat pada kontak relay putus
3. Plat pada kontak relay sudah lemah sehingga kontak relay tidak bersentuhan dengan baik.



Gambar 57. Bagian relay

Cara memperbaiki relay yang tidak berfungsi atau rusak adalah dengan melihat bagian mana pada relay tidak berfungsi, apakah coil atau gulungan relay atau kontak relaynya. Kalau coil relay atau gulungan relay rusak secara otomatis tidak bisa di perbaiki tetapi harus ganti relay baru. Kalau yang tidak bekerja pada kontak relay karena terdapat kotoran atau kerak dan karena plat yang sudah lemah (bengkok) masih bisa diperbaiki relay tersebut dengan cara membersihkan kontak relay bisa dilakukan, tetapi lebih baik lakukan penggantian relay yang rusak tersebut agar arus listrik maksimal mengalir melewati relay.

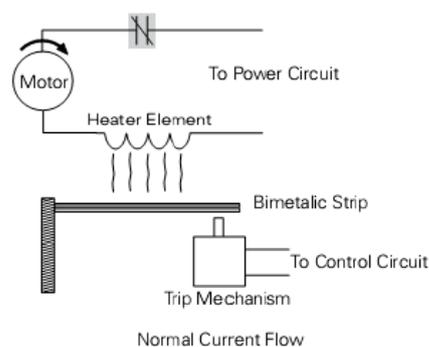
#### 4. Thermal Over Load Relay (TOLR)

TOL berfungsi untuk mengamankan atau memberikan perlindungan terhadap motor dari kerusakan akibat pembebanan lebih. Beban lebih terjadi diakibatkan oleh :

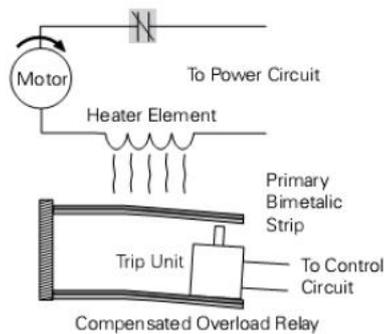
- Terlalu besarnya beban mekanik dari motor.
- Arus start yang terlalu besar atau motor berhenti mendadak
- Terjadinya hubung singkat.
- Terbukanya salah satu fasa dari motor tiga fasa.

Arus yang terlalu besar yang timbul pada belitan motor akan menyebabkan kerusakan dan terbakarnya belitan motor. Untuk menghindari hal – hal tersebut diatas dapat dipasang alat perlindungan ( protection relay ) pada alat pengontrol. Alat pengaman yang digunakan bila pada motor terjadi beban lebih disebut *Thermal Over Load Relay (TOLR)* biasanya digandengkan dengan kontaktor, dipasaran ada juga pengaman beban lebih yang terintegrasi pada *Motor Circuit Breaker*. Relay ini biasanya dihubungkan pada kontaktor ke kontak utama 2, 4, dan 6 sebelum dihubungkan ke beban (motor). Gunanya untuk memberikan perlindungan terhadap motor dari kerusakan akibat beban lebih. Arus yang terlalu besar timbul pada beban motor akan mengalir pada belitan motor yang dapat menyebabkan kerusakan dan terbakarnya belitan motor. Untuk menghindari hal tersebut terjadi dipasang *Thermal Over Load Relay (TOLR)* pada rangkaian pengendali.

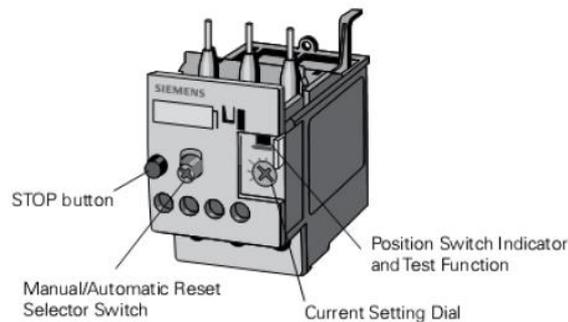
Prinsip kerja *Thermal Over Load Relay (TOLR)* berdasarkan panas (temperatur) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen pemanas bimetal, yang mengakibatkan bimetal melengkung selanjutnya akan menggerakkan kontak-kontak mekanik pemutus rangkaian listrik kontak 95 – 96 membuka dan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



Gambar 58. TOR dalam keadaan normal



Gambar 59. TOR dalam keadaan beban lebih



Gambar 60. Kontruksi Thermal Over Load Relay (TOR/TOL)

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

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran dimulai dengan membaca seluruh bagian dari kegiatan pembelajaran ini, disarankan anda membaca secara berurutan, sehingga anda mengetahui tujuan dan indikator capaian kompetensi. Belajar dengan menggunakan modul ini dituntut kemandirian dan kejujuran anda terhadap diri sendiri. Beberapa kegiatan yang juga harus anda lakukan:

1. Membaca sumber bacaan lain, yang berhubungan dengan materi pada kegiatan pembelajaran ini.

2. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
3. Jawablah pertanyaan pada bagian Latihan/kasus/tugas pada lembar jawaban dan lembar kerja yang telah disediakan
4. Jika Saudara dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan pada bagian latihan/kasus/tugas dengan baik, maka Saudara dapat melanjutkan mengerjakan evaluasi

## E. Latihan/Kasus/Tugas

### 1. Pilihan Ganda

1. Saklar yang bekerja secara magnetik adalah
  - a. Kontaktor
  - b. PST dan TPDT
  - c. Relay
  - d. Push button
2. Komponen yang hanya akan bekerja jika di tekan dan akan kembali normal jika dilepas adalah....
  - a. Kontaktor
  - b. PST dan TPDT
  - c. Relay
  - d. Push button
3. Relay yang bekerja seketika ketika arus yang mengalir melebihi nilai settingnya....
  - a. Relay arus lebih waktu tertentu
  - b. Relay arus lebih waktu seketika
  - c. Relay arus lebih waktu terbalik
  - d. Relay arus lebih waktu tertunda
4. Relay ini akan bekerja dengan waktu tunda yang tergantung dari besarnya arus secara terbalik (inverse time),
  - a. Relay arus lebih waktu tertentu
  - b. Relay arus lebih waktu seketika
  - c. Relay arus lebih waktu terbalik
  - d. Relay arus lebih waktu tertunda

5. Apakah yang dimaksud dengan normally open..
- a. Relay akan menutup bila dialiri arus listrik.
  - b. Relay akan membuka bila dialiri arus listrik.
  - c. Relay akan membuka jika tidak dialiri arus listrik
  - a. Relay akan menutup jika tidak dialiri arus listrik

## 2. Essay

1. Apakah beda relay arus lebih waktu tertentu dengan relay arus lebih waktu terbalik?
2. Apakah yang dimaksud dengan kontaktor?
3. Bagaimana dengan karakteristik pemipaan pada instalasi tenaga listrik ?
4. Apakah beda SPDT dengan TPDT?
5. Tuliskan pengaman pada relay.
6. Tuliskan kerusakan motor yang disebabkan oleh panas beserta solusinya.?
7. Apa yang perlu diperhatikan agar penggunaan kontaktor dapat disesuaikan dengan beban yang akan dikendalikan?
8. Apa yang menjadi penyebab saat motor beroperasi temperaturnya panas?
9. Tuliskan 3 perawatan kontaktor magnet.
10. Tuliskan 2 hal yang menyebabkan relay tidak bisa mengalirkan arus.

## F. Rangkuman

Memeriksa komponen dan alat instalasi tenaga listrik sesuai dengan standar terdiri dari TPST yang digunakan untuk menghubungkan tiga jalur kelistrikan sekaligus, kontaktor yang bekerja secara maknetik, Relay adalah saklar (switch) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. Relay terdiri dari suatu lilitan dan switch mekanik. Switch mekanik akan bergerak jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan. Pada dasarnya relay arus lebih adalah suatu alat yang mendeteksi besaran arus yang melalui suatu jaringan dengan bantuan trafo arus. Push button merupakan komponen yang paling

banyak di gunakan dalam industri, push button hanya akan bekerja jika di tekan dan akan kembali normal jika dilepas. Kemudian pengendali motor TOR yang hampir sama dengan Pengendali Motor Langsung (DOL), hanya yang membedakan adalah adanya tambahan pengaman arus lebih TOR (*Thermal Overload Relay*).

#### G. Umpan Balik

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

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{JumlahJawabanbenar}}{\text{JumlahSoal}} \times 100\%$$

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

(*Catatan* : Kejujuran Intelektual Memegang Peranan Penting)

## KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

### Kegiatan Pembelajaran 1

1. Menurut beberapa para ahli :

a) Agus Suprijono

Belajar merupakan sebagai konsep mendapatkan pengetahuan dalam praktiknya.

b) Travers

Belajar adalah proses menghasilkan penyesuaian tingkah laku.

c) Cronbanch

Belajar adalah perubahan perilaku sebagai hasil dari pengalaman.

Jadi, belajar merupakan perubahan tingkah laku pada individu sebagai akibat pengalaman. Belajar adalah proses perubahan perilaku berdasarkan pengalaman dan latihan. Artinya, tujuan kegiatan adalah perubahan tingkah laku, baik yang menyangkut pengetahuan, keterampilan, maupun sikap, bahkan meliputi segenap aspek organisme pribadi.

2. (1). Informasi verbal, yaitu penguasaan informasi dalam bentuk verbal,

baik secara tertulis ataupun lisan, misalnya pemberian nama- nama terhadap benda, definisi, dan sebagainya.

(2). Kecakapan intelektual, yaitu keterampilan individu dalam melakukan interaksi dengan lingkungannya dengan menggunakan simbol- simbol, misalnya: penggunaan simbol matematika. Termasuk dalam keteampilan intelektual adalah kecakapan dalam membedakan (discrimination), memahami konsep komkrit, konsep anstrak, aturan dan hukum. Keterampilan ini sangat dibutuhkan dalam pemecahan masalah.

(3). Strategi Kognitif, kecakapan individu untuk melakukan pengendalian dan pengelolaan keseluruhan aktivitasnya. Dalam konteks proses pembelajaran, strategi kognitif yaitu kemampuan mengendalikan ingatan dan cara- cara berfikir agar terjadi aktivitas yang efektif. Kecakapan intelektual menitikberatkan pada hasil pembelajaran, sedangkan strategi kognitif lebih menekankan pada proses berfikir.

(4). Sikap, yaitu hasil pembelajaran yang berupa kecakapan individu untuk memilih macam tindakan yang akan dilakukan. Dengan kata lain, sikap

adalah keadaan dalam diri individu yang akan memberikan kecenderungan dalam bertindak dalam menghadapi suatu obyek atau peristiwa, di dalamnya terdapat unsur pemikiran, perasaan yang menyertai pemikiran dan kesiapan untuk bertindak.

(5). Kecakapan motorik, ialah hasil belajar yang berupa kecakapan pergerakan yang dikontrol oleh otot dan fisik.

3. Kata kunci dari belajar adalah perubahan perilaku. Menurut Gagne (Abin Syamsuddin Makmun, 2003), perubahan perilaku yang merupakan hasil belajar dapat berbentuk:

a. Informasi verbal, yaitu penguasaan informasi dalam bentuk verbal, baik secara tertulis ataupun lisan, misalnya pemberian nama- nama terhadap benda, definisi, dan sebagainya.

b. Kecakapan intelektual, yaitu keterampilan individu dalam melakukan interaksi dengan lingkungannya dengan menggunakan simbol- simbol, misalnya: penggunaan simbol matematika. Termasuk dalam ketampilan intelektual adalah kecakapan dalam membedakan (discrimination), memahami konsep konkrit, konsep abstrak, aturan dan hukum. Keterampilan ini sangat dibutuhkan dalam pemecahan masalah.

c. Strategi Kognitif, kecakapan individu untuk melakukan pengendalian dan pengelolaan keseluruhan aktivitasnya. Dalam konteks proses pembelajaran, strategi kognitif yaitu kemampuan mengendalikan ingatan dan cara- cara berfikir agar terjadi aktivitas yang efektif. Kecakapan intelektual menitikberatkan pada hasil pembelajaran, sedangkan strategi kognitif lebih menekankan pada proses berfikir.

d. Sikap, yaitu hasil pembelajaran yang berupa kecakapan individu untuk memilih macam tindakan yang akan dilakukan. Dengan kata lain, sikap adalah keadaan dalam diri individu yang akan memberikan kecenderungan dalam bertindak dalam menghadapi suatu obyek atau peristiwa, di dalamnya terdapat unsur pemikiran, perasaan yang menyertai pemikiran dan kesiapan untuk bertindak.

e. Kecakapan motorik, ialah hasil belajar yang berupa kecakapan pergerakan yang dikontrol oleh otot dan fisik.

4. Ciri-ciri pembelajaran sebagai berikut :

a. Merupakan upaya sadar dan disengaja

- b. Pembelajaran harus membuat siswa belajar
  - c. Tujuan harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum proses dilaksanaka
  - d. Pelaksanaannya terkendali, baik isinya, waktu, proses maupun hasilnya
- Sedangkan prinsip-prinsip pembelajaran dalam buku *Condition of Learning, Gagne (1997)* mengemukakan sembilan prinsip yang dapat dilakukan guru dalam melaksanakan pembelajaran, sebagai berikut:
- a. Menarik perhatian (gaining attention)
  - b. Menyampaikan tujuan pembelajaran (informing, learner of the objectives)
  - c. Mengingatnkan konsep/ pribadi yang telah dipelajari (stimulating recall or prior learning)
  - d. Memberikan bimbingan belajar (providing learner quidance)
  - e. Memperoleh kinerja/ penampilan siswa (eliciting performance)
  - f. Memberikan balikan (provilding feddback)
  - g. Menilai hasil belajar
  - h. Memperkuat retensi dan transfer belajar
5. Dalam hal ini aktifitas pembelajaran dimulai dari kegiatan belajar dan suatu pembelajaran dilakukan kegiatan awal yakni:
- a. Peserta diklat disiapkan dalam proses pembelajaran
  - b. Masuk pada materi yang akan diajarkan
  - c. Memahami isi materi mengenai belajar dan pembelajaran dikelas agar tercapainya tujuan pembelajaran
  - d. Guru menjelaskan materi
  - e. Peserta diklat diminta untuk menyelesaikan tugas latihan yang diberikan oleh guru dengan benar dan tepat
  - f. Guru dan peserta diklat membahas dan menyelesaikan bersama-sama
  - g. Hal yang dirasa belum dimengerti peserta didik, guru dapat mengulangnnya kembali.
  - h. Guru memberikan tugas untuk dikerjakan di rumah di akhir pelajaran untuk mengetahui pemahaman anak tentang materi yang disampaikan.

## 2. Kegiatan Pembelajaran 2

### A. Pilihan Ganda

1. A
2. B
3. D
4. B
5. B
6. B
7. B
8. C
9. A
10. D

### B. Essay

1. Alat pembatas yang digunakan adalah
  - b. Pada sistem tegangan rendah sampai dengan 100 A digunakan MCB dan di atas 100 A digunakan MCCB; pelebur tegangan rendah; NFB yang bisa disetel.
  - c. Pada sistem tegangan menengah biasanya digunakan pelebur tegangan menengah atau rele.
2. Menurut PUIL 2000, elektrode pembumian adalah bagian konduktif atau kelompok bagian konduktif yang membuat kontak langsung dan memberikan hubungan listrik dengan bumi. Elektrode pembumian dibuat dari bahan tembaga atau baja yang digalvanisasi (dilapisi tembaga).
3. APP berfungsi sebagai pengukur daya listrik (kWH meter) yang digunakan di sebuah rumah, dan sebagai pembatas/pemutus arus saat arus listrik di rumah tersebut berlebihan. Pemutus arus ini berupa MCB (*Mini Circuit Breaker*) atau sekring. APP menyalurkan listrik menuju ke PHB (Perlengkapan Hubung Bagi)
4. Lasdop, adalah suatu alat bantu instalasi yang berfungsi menutup sambungan sehingga aman dari sentuhan luar. Sebelum sambungan ditutup dengan lasdop, terlebih dahulu sambungan tersebut

dibungkus dengan isolasi. Sedangkan elbow digunakan pada pemasangan pipa instalasi di sudut-sudut ruangan. Elbow terbuat dari bahan yang sama dengan pipa instalasi, yaitu dari bahan PVC dan baja.

5. 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.
6. Sebab –sebab kemungkinan kecelakaan
  - a. Peralatan sudah tua.
  - b. Peralatan yang kondisinya tidak baik.
  - c. Peralatan yang tidak memenuhi persyaratan keamanan/standar.
7. Peralatan listrik yang baik adalah peralatan yang telah diuji dan diberi label sesuai dengan tanda di negara tersebut, misal: SNI (Indonesia), tanda dari lembaga pengujian suatu negara disebut *Safety Marks*.
8. 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). Konduktor netral atau konduktor nol sistim konduktor penyalur arus dalam bangunan pada seluruh panjangnya harus berinsulasi, yang memenuhi ketentuan yang sama dengan yang disyaratkan untuk konduktor kutub atau konduktor fase dari sistim yang bersangkutan, kecuali jika konduktor kutub atau konduktor fase ini juga tidak berinsulasi.
9. Semua penghantar dalam instalasi listrik dimasukkan dalam pipa PVC agar penghantar aman dari benturan mekanis, disamping itu juga penghantar akan terisolasi serta mudah dalam perawatan apabila terjadi kerusakan dalam perbaikan.
10. Masyarakat saat memanfaatkan arus listrik membagi-baginya dengan menggunakan stop kontak cabang, dilakukan dengan semauanya asal kebutuhan terpenuhi tidak memikirkan resiko yang akan terjadi nantinya, yang seharusnya dilakukan sesuai peraturan agar tidak menimbulkan kebakaran, artinya jika jumlah stop kontak yang dipasang pada suatu kotak kontak melebihi batas kemampuan arus

listrik maka akan menyebabkan kabel pada stop kontak dan kotak kontak tersebut akan menjadi panas dan akhirnya terbakar.

### 3. Kegiatan Pembelajaran 3

#### A. Pilihan Ganda

1. A
2. D
3. B
4. C
5. A

#### B. Essay

1. Relay ini akan memberikan perintah pada PMT pada saat terjadi gangguan hubung singkat dan besarnya arus gangguan melampaui settingnya ( $I_s$ ), dan jangka waktu kerja relay mulai pick up sampai kerja relay diperpanjang dengan waktu tertentu tidak tergantung besarnya arus yang mengerjakan relay sedangkan. Relay arus lebih waktu terbalik akan bekerja dengan waktu tunda yang tergantung dari besarnya arus secara terbalik (*inverse time*), makin besar arus makin kecil waktu tundanya.
2. Kontaktor magnet atau saklar magnet merupakan saklar yang bekerja berdasarkan prinsip kemagnetan. Artinya sakelar ini bekerja jika ada gaya kemagnetan pada penarik kontakannya. Magnet berfungsi sebagai penarik dan sebagai pelepas kontak-kontaknya dengan bantuan pegas pendorong.
3. Pipa harus mempunyai kuat mekanis yang cukup memadai. Pipa yang sesuai dengan jenisnya, bila dilengkungkan atau diberi tekanan atau mendapat pengaruh kejutan suhu selama atau setelah pemasangan, tidak boleh retak, pecah dan berubah bentuk sedemikian rupa sehingga kabel sukar dimasukkan ke

pipa, atau sehingga penghantar atau kabel yang dipasang menjadi rusak pada waktu ditarik ke dalam pipa.

4. Saklar SPDT adalah saklar yang terdiri dari satu kutub dengan dua arah hubungan. Saklar ini dapat bekerja sebagai penukar. Pemutusan dan penghubungan hanya bagian kutub positif atau fasanya saja. Saklar DPST adalah saklar yang terdiri dari dua kutub dengan satu arah. Jadi hanya dapat memutus dan menghubungkan saja. Saklar DPDT adalah saklar yang terdiri dari dua kutub dengan dua arah. Saklar jenis ini dapat bekerja sebagai penukar. Pada instalasi motor listrik dapat digunakan sebagai pembalik putaran motor listrik arus searah dan motor listrik satu fasa. Juga dapat digunakan sebagai pelayanan dua sumber tegangan pada satu motor listrik.
5. Pengaman pada relay yaitu
  - a. Pengamanan hubung singkat fasa  
Relay mendeteksi arus fasa. Oleh karena itu, disebut pula "Relay fasa". Karena pada relay tersebut dialiri oleh arus fasa, maka settingnya ( $I_s$ ) harus lebih besar dari arus beban maksimum. Ditetapkan  $I_s = 1,2 \times I_n$  ( $I_n$  = arus nominal peralatan terlemah).
  - b. Pengamanan hubung tanah  
Arus gangguan satu fasa tanah ada kemungkinan lebih kecil dari arus beban, ini disebabkan karena salah satu atau dari kedua hal "gangguan tanah ini melalui tahanan gangguan yang masih cukup tinggi. Pentanahan netral sistemnya melalui impedansi/tahanan yang tinggi, bahkan tidak ditanahkan.
6. Penyebab terbesar kerusakan motor sehingga motor tidak dapat mencapai umur pakai yang seharusnya ialah "over-heating atau panas berlebihan", Setiap mengalami Kenaikan temperature 10 derajat, dari temperature normalnya, berakibat memotong umur motor 50% , meskipun kenaikan terjadi hanya sementara. Sebab over-heating salah satunya memilih motor terlalu kecil, sehingga motor harus menderita over-current,

berarti kondisi operasinya lebih panas. Tetapi jika memilih motor terlalu besar berakibat pemakaian listrik tidak efisien berarti pemborosan.

7. Yang perlu diperhatikan adalah setiap kontaktor selalu dilengkapi dengan plat nama yang berisikan data-data mengenai :

- Perusahaan Pembuat Kontaktor.
- Nomor Seri Pembuatan.
- Tegangan Nominal Beban.
- Tegangan Kerja Kontaktor.
- Kemampuan Arus Yang Dapat DiAlirkan.
- Kelas Operasi.

8. Ventilasi ruang kurang bagus menimbulkan sytem pendinginan motor tidak baik. Mengakibatkan operating temperature motor naik. Kondisi motor seperti fan rusak, body motor kotor, saluran pendingin buntu/kotor dll yang mengganggu pendinginan. Kondisi beban seperti beban terlalu besar, beban tidak normal

9. Perawatan kontaktor magnet yaitu

- a. Kontaktor yang masih baik apabila koilnya diberi tegangan maka semua kontak NO baik kontak utama maupun Bantu akan menutup (close) sedangkan kontak – kontak NC akan membuka (open). Koil juga tidak boleh bergetar atau mendengung.
- b. Koil yang masih baik dapat dilihat dengan mengukur menggunakan Avometer, akan terlihat adanya hubungan terminal – terminalnya dengan mempunyai harga tahanan kecil.
- c. Untuk melihat hubungan kontak – kontak NO dan NC digunakan juga Avometer.
- d. Secara berkala, kontaktor harus dibongkar / disassembly untuk melakukan perawatan pada kontak –kontak poinnya. Kontak poin yang diam maupun bergerak harus selalu

dalam kondisi bersih dalam kotoran akibat percikan api ketika proses kerja. Kotoran tersebut dibersihkan dengan kertas plastik.

10. Beberapa hal yang diataranya adalah

1. Kontak relay hangus atau terhalang oleh kerak sebagai akibat arus listrik yang melewati kontak tersebut.

2. Plat pada kontak relay putus

Plat pada kontak relay sudah lemah sehingga kontak relay tidak bersentuhan dengan baik.

# EVALUASI

## PILIHAN GANDA

Pilihlah jawaban yang menurut anda sesuai dengan pilihan anda

1. Kelangsungan pengaliran arus listrik kepada konsumen harus terjamin secara baik. Pernyataan diatas termasuk dalam
  - a. Syarat keamanan instalasi listrik
  - b. Komponen pokok instalasi listrik
  - c. Syarat ekonomis
  - d. Syarat keandalan
2. Pengukur daya listrik (kWH meter) yang digunakan disebuah rumah, dan sebagai pembatas/pemutus arus saat arus listrik di rumah tersebut berlebihan ?
  - a. APP
  - b. PHB
  - c. MCB
  - d. Sekering
3. Relay ini akan bekerja dengan waktu tunda yang tergantung dari besarnya arus secara terbalik (inverse time),
  - a. Relay arus lebih waktu tertentu
  - b. Relay arus lebih waktu seketika
  - c. Relay arus lebih waktu terbalik
  - d. Relay arus lebih waktu tertunda
4. Yang tidak termasuk dari instalasi penerangan harus direncanakan, dipasang dan diperiksa adalah....
  - a. Terjamin keselamatan manusia
  - b. Terjamin keamanan instalasi listrik termasuk perlengkapannya
  - c. Terjamin perlindungan lingkungan
  - d. Tercapai tujuan dari keindahan dan tata ruang
5. Komponen yang hanya akan bekerja jika di tekan dan akan kembali normal jika dilepas adalah....
  - a. Kontaktor
  - b. PST dan TPDT
  - c. Relay
  - d. Push button

6. Manakah pilihan dibawah ini yang tidak tergolong komponen pengontrolan motor?
  - a. Kontaktor magnet
  - b. Push button
  - c. Saklar tukar
  - d. Lampu indikator
7. Dibawah ini beberapa penyebab terjadinya kecelakaan listrik, yang tidak termasuk adalah
  - a. Jaringan dengan hantaran telanjang
  - b. Peralatan atau hubungan listrik yang dibiarkan terbuka
  - c. Penggantian kawat sekering yang sesuai
  - d. Kebocoran listrik pada peralatan listrik dengan rangka dari logam
8. Alat yang digunakan untuk melindungi keselamatan pemilik instalasi dan peralatan/perlengkapan listrik agar terhindar dari kerusakan adalah
  - a. Penghantar pentanahan
  - b. Elektrode pembumian
  - c. Penghantar instalasi
  - d. MCB
9. Saklar yang digunakan untuk menyalakan dan mematikan satu lampu dengan dua saklar. Aplikasinya biasanya lampu dipasang pada lorong tangga antara lantai 1 dan lantai 2 adalah
  - a. Saklar seri/majemuk
  - b. Saklar tukar
  - c. Saklar silang
  - d. Saklar ganda
10. Dalam melakukan sambungan dalam instalasi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yang tidak termasuk adalah...
  - a. Kekokohan sambungan yang bebas dari gaya tarik mekanik dan elektrik
  - b. Kekokohan sambungan yang bebasdari bahan kimiawi,
  - c. Jenis kabel instalasi yang digunakan
  - d. Penempatan peralatannya dalam pemakaian yang sesuai dengan kegunaannya.

11. Yang tidak termasuk syarat keamanan dalam instalasi tenaga listrik adalah
- 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 disekitarnya dari kerusakan akibat adanya gangguan seperti: gangguan hubung singkat, gangguan beban lebih, gangguan tegangan lebih, dan sebagainya.
  - Instalasi listrik tenaga harus dibuat sedemikian rupa sehingga harga dari keseluruhan instalasi itu, ongkos pemasangan, dan ongkos pemeliharaannya semurah mungkin.
12. Suatu sistem pengontrolan ini menggunakan kontaktor magnet dan tombol tekan yang dilengkapi dengan kontrol perlindungan (protection). Dari pernyataan ini termasuk sistem pengontrolan bagian yang manakah.
- Pengontrolan dengan tangan
  - Pengontrolan semi otomatis
  - Pengontrolan otomatis
  - Pengontrolan dengan alat
13. Di dalam memilih PHB yang akan dipakai dalam sistem, terdapat empat katagori yang dapat dipakai sebagai kriteria dalam pemilihan, yang tidak termasuk adalah
- Arus
  - Proteksi dan instalasi
  - Pemasangan komponen PHB
  - Elektrode pembumian

## ESSAY

- Apakah fungsi dari alat pembatas dan pengukur
- Apakah dimaksud dengan PHB
- Uraikan pemilihan konduktor untuk menghindari kesalahan pemasangan instalasi penerangan menurut PUIL ?

4. Apakah fungsi dari stop kontak khusus?
5. Apakah beda elbow dan lasdop?
6. Tuliskan hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pipa instalasi untuk menghindari kesalahan pemasangan instalasi?
7. Jelaskan cara kerja thermal over load relay dalam instalasi motor.
8. Bagaimana pemasangan saklar pada instalasi rumah?
9. Bagaimana memperbaiki relay yang bermasalah?
10. Apa yang menjadi penyebab motor tidak dapat berputar saat dioperasikan?

## **PENUTUP**

Modul ini diharapkan dapat memberikan ruang terbuka untuk mencapaiserangkaian kompetensi yang diharapkan. Disamping tentunya kompetensi ini juga memberikan dukungan kuat untuk mencapai kompetensi-kompetensi lainnya. Guna lebih meningkatkan kapasitas, kapabilitas serta akuntabilitas akademik yang lebih luas diharapkan peserta diklat setelah membaca modul ini dilanjutkan dengan uji kompetensi yang dilakukan oleh asosiasi terkait dalam bidang ketenagalistrikan

Peserta diklat yang telah mencapai syarat kelulusan minimal dapat melanjutkan ke modul grade 4 dan selanjutnya. Sebaliknya, apabila peserta diklat dinyatakan tidak lulus, maka peserta diklat harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul selanjutnya. Jika peserta diklat telah lulus menempuh seluruh modul, maka peserta diklat berhak memperoleh tanda lulus dalam diklat Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik.

## GLOSARIUM

Penghantar	Kawat yg menyalurkan tenaga listrik
Kawat	Kabel untuk menghantarkan listrik
Instalasi	Perangkat peralatan teknik beserta perlengkapannya yang dipasang pada posisinya dan siap dipergunakan
Konduktor	Benda atau bahan penghantar panas, arus listrik,
Arus	Banyaknya <a href="#">muatan</a> yang bergerak persatuan waktu.
Tegangan	Usaha yang diberikan pada setiap muatan untuk dapat bergerak.
Daya	Usaha yang dilakukan untuk menggerakkan muatan persatuan waktu.
PHB	Suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik
Pembumian ( <i>Arde</i> )	penyaluran hubungan ke bumi jika terdapat kebocoran instalasi
Kotak Kontak	Tusuk kontak yang biasa disebut juga dengan steker (colokan)
Fitting	Rumah atau tempat untuk memasang lampu
Kotak sambung	Tempat penyambungan atau pencabangan hantaran listrik pada instalasi
APP	Tempat penyambungan konduktor Saluran Masuk Pelayanan (SMP) keinstalasi Konsumen
Termoplastik	Jenis plastik yang menjadi lunak jika dipanaskan dan akan mengeras jika didinginkan .Merupakan bisa dibentuk ulang dengan proses pemanasan
Elektromagnetik	Sejenis magnet yang dibuat dengan cara melilitkan kawat pada suatu logam konduktor
Korosi	Kerusakan logam akibat reaksi antara suatu logam
Proteksi	Pengaman/Pelindung
saklar thermis	Saklar yang bekerja berdasarkan pada pemuaian atau pemutusan

## DAFTAR PUSTAKA

- ....., *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Penerbit Yayasan PUIL. Jakarta.
- Badan Standar Nasional Pendidikan, *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*, BNSP, Jakarta, 2006.
- Boeree, George, 2008. *Mertode Pembelajaran dan Pengajaran*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media
- Badan Standarisasi Nasional.2012. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011*. Jakarta: Yayasan PUIL
- Dimiyati dan Mudjiono, 2002. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan dan Kebudayaan dan PT. Rineka Cipta
- Hamalik, Oemar, 2007. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Indra Z\*, dan Ikhsan Kamil. 2011. *Analisis Sistem Instalasi Listrik Rumah Tinggal dan Gedung untuk Mencegah Bahaya Kebakaran* *Jurnal Ilmiah Elite Elektro* Vol 2 No 1 . Maret 2011 : 40-41. Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta
- Kemendikbud 2013. 2014. *Instalasi Motor Listrik Semester 3 Kelas XI*. Jakarta : Kemendikbud
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 03 Tahun 2007 Tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik Jawa – Madura – Bali*
- Munthe, Brayan.2009. *Kontrol Magnetik*. Bandung: PPPPTK BMTI,.
- Nuraini, Kuswanto, Tim OPI Area Surabaya Selatan. *Saving 1 Million kWh Every Month*
- Siahaan, Sudirman. (2005). "Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK): Pengertian, Potensi, dan Pemanfaatannya dalam Pembelajaran", makalah yang disajikan pada Pelatihan Pemanfaatan Program Media Pembelajaran melalui Audiovisual untuk Kepala Sekolah dan Guru SD, SMP, SMA/SMK se-Sumatera Selatan di Palembang, Palembang: Dinas Pendidikan Propinsi Sumatera Selatan.
- SNI 04-0225-2000 Bagian 4 Perancangan instalasi listrik

Sugandi, Imam. Ir . Instalasi Listrik Rumah. Yayasan Usaha Penunjang Tenaga Listrik, Jakarta

Suardi, Edi. 1986. *Pedagogik*. Bandung: Angkasa

Sudjana, Nana. 2009. *Dasar- Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo