



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2016

## **MODUL GURU PEMBELAJAR**

**Paket Keahlian**

**Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik**

**Pedagogik : Pembelajaran Berbasis TIK**  
**Profesional : Teknik Pemasangan Saluran dan Isolator**  
**Jaringan Transmisi Tenaga Listrik**

**KELOMPOK  
KOMPETENSI**







## MODUL GURU PEMBELAJAR

### Paket Keahlian

# Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Penyusun :

Ali Basrah Pulungan, ST., MT

UNP Padang

alibpft@gmail.com

081363287667

Reviewer :

Fivia Eliza, S.Pd., M.Pd

UNP Padang

fivia\_eliza@yahoo.com

081266195725

**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.....	vi
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi.....	2
D. Ruang lingkup.....	3
E. Saran cara penggunaan modul.....	4
KEGIATAN BELAJAR 1.....	6
A. Tujuan.....	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	6
C. Uraian Materi.....	6
D. Aktifitas Pembelajaran.....	36
E. Latihan.....	36
F. Rangkuman.....	37
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	39
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2.....	40
A. Tujuan.....	40
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	40
C. Uraian Materi.....	40
Bahan Bacaan 1.....	40
Bahan Bacaan 2.....	44
Bahan Bacaan 3.....	54
D. Aktivitas Pembelajaran.....	67
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	68
F. Rangkuman.....	71
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	72

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 .....	73
A. Tujuan.....	73
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	73
C. Uraian Materi .....	73
Bahan Bacaan 1 .....	73
Bahan Bacaan 2 .....	77
Bahan Bacaan 3 .....	102
D. Aktivitas Pembelajaran .....	105
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	106
F. Rangkuman.....	110
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	111
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS .....	112
EVALUASI .....	122
<b>PENUTUP</b> .....	127
<b>GLOSARIUM</b> .....	128
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	129

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram segaris sistem tenaga sederhana .....	42
Gambar 2. Diagram impedans .....	43
Gambar 3. Diagram reaktansi .....	43
Gambar 5. Gandengan isolator gantung tunggal .....	46
Gambar 6. Gandengan isolator tarik tunggal dan tarik ganda .....	46
Gambar 7. Isolator renceng untuk tower suspension ("I" type) .....	47
Gambar 8. Isolator renceng untuk tower tension SUTETI ("V" type) .....	47
Gambar 9. Konfigurasi Isolator tower Suspensi SUTET 500 kV .....	48
Gambar 10. Isolator renceng untuk tower tension (Horizontal type) .....	48
Gambar 11. Isolator yang terpasang pada tension tower type DD .....	49
Gambar 12. Tension clamp .....	51
Gambar 13. Tension clamp .....	51
Gambar 14. Spacer untuk konduktor berkas 2 kawat ( <i>twin conductors</i> ) .....	53
Gambar 15. Spacer untuk konduktor berkas 4 kawat ( <i>quadruple</i> ) .....	53
Gambar 16. Damper .....	54
Gambar 17. Pemasangan pelindung kawat transmisi .....	54
Gambar 18. Peralatan kerja pemeliharaan jaringan .....	67
Gambar 19. Simbol untuk tiang singgung ( <i>tangent</i> ) .....	74
Gambar 20. Simbol untuk tiang ujung .....	75
Gambar 21. Simbol untuk tiang sudut ( <i>angle pole</i> ) .....	75
Gambar 22. Simbol untuk tiang penegang ( <i>tension pole</i> ) .....	76
Gambar 23. Kontruksi isolator jenis pasak .....	79
Gambar 24. Konstruksi isolator jenis pos .....	80
Gambar 25. Kontruksi isolator jenis gantung .....	81
Gambar 26. Konstruksi isolator jenis cincin .....	83
Gambar 27. Tiang dalam konstruksi horizontal .....	84
Gambar 28. Tiang dalam konstruksi vertikal .....	85
Gambar 29. Isolator pasak jenis spool .....	86

Gambar 30. Kontruksi pemasangan SKUTR Tiang Sudut TR1 .....	87
Gambar 31. Konstruksi pemasangan SKUTR Tiang Sudut TR2 .....	87
Gambar 32. Kontruksi pemasangan SKUTR Tiang Sudut TR3 .....	88
Gambar 33. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang Penyangga Pada Persimpangan TR4.....	88
Gambar 34. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang Penegang TR5 .....	89
Gambar 35. Konstruksi pemasangan SKUTR tiang pencabangan TR6. ....	89
Gambar 36. Konstruksi pemasangan SKUTR dengan existing TR7 .....	90
Gambar 37. Konstruksi pemasangan SKUTR dengan <i>Ajustable</i> TR8 .....	90
Gambar 38. Konstruksi Pemasangan SKUTR Trafo Tiang TR9.....	91
Gambar 39. Konstruksi Pemasangan SKUTR pada Trafo Tiang TR10.....	91
Gambar 40. Konstruksi tiang penyangga TM-1 SUTM.....	92
Gambar 41. Konstruksi tiang sudut TM-2 SUTM.....	93
Gambar 42. Konstruksi tiang penegang TM-3 SUTM.....	93
Gambar 43. Konstruksi tiang akhir TM-4 SUTM.....	94
Gambar 44. Konstruksi tiang penegang TM-5 SUTM.....	95
Gambar 45. Konstruksi tiang belokan TM-6 SUTM.....	96
Gambar 46. Kontruksi tiang penyangga TM-9.....	97
Gambar 47. Konstruksi Tiang opstlk kabel TM-11 SUTM .....	98
Gambar 48. Konstruksi tiang akhir dengan arrester TM-15 SUTM.....	99
Gambar 49. Konstruksi tiang portal (Single Arm) TM-16 SUTM.....	100
Gambar 50. Konstruksi tiang portal (Double Arm) TM-16A SUTM .....	100
Gambar 51. Konstruksi tiang LBS TM-19 SUTM.....	101
Gambar 52. Peralatan yang digunakan dalam pemasangan saluran distribusi	102
Gambar 53. Perbaikan gangguan jaringan .....	105

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Simbol komponen sistem tenaga .....	41
Tabel 2. Simbol jaringan distribusi .....	77

# 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 Jaringan Listrik Grade 5 ini terdiri dari dua kompetensi utama, kompetensi pedagogik dan kompetensi professional. 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 jaringan listrik. Kompetensi profesional khususnya pada grade 5 dalam modul harus dikuasai oleh guru, meliputi simbol-simbol gambar, teknik pemasangan dan peralatan kerja pemasangan saluran dan isolator pada jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik. 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 jaringan listrik khususnya grade 5 dalam hal menyelenggarakan proses pembelajaran yang berbasis teknologi informasi dan memiliki pengetahuan tentang simbol-simbol gambar, teknik pemasangan dan peralatan kerja pemasangan saluran dan isolator pada jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik.

## C. Peta Kompetensi

No.	Kompetensi Pokok	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru/ Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
1	Pedagogik	5 Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran	5.1 Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran yang diampu	5.1.1 Macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran dijelaskan sesuai dengan kegunaannya

2	Profesional	20. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	20.2 Memasang saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik	20.2.1 Memperjelas simbol-simbol gambar saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik  20.2.2 Memperjelas teknik-teknik pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik
				20.2.3 Menggunakan peralatan kerja pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik
			20.5 Memasang saluran dan isolator jaringan distribusi tenaga listrik	20.5.1 Memperjelas simbol-simbol gambar saluran dan isolator jaringan distribusi tenaga listrik
				20.5.2 Memperjelas teknik-teknik pemasangan saluran dan isolator jaringan distribusi tenaga listrik
				20.5.3 Menggunakan peralatan kerja pemasangan saluran dan isolator jaringan distribusi tenaga listrik

#### D. Ruang lingkup

Modul PKB Guru Teknik Jaringan Listrik Grade 5 ini terdiri dari 7 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 7 berisikan materi tentang kemampuan profesional guru. Bahasannya mulai dari tentang simbol-simbol gambar, teknik pemasangan dan peralatan kerja pemasangan saluran dan isolator pada jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik

#### E. Saran cara penggunaan modul

Modul Pembelajaran ini menggunakan Sistem pendekatan *scientific* dengan menekankan pada Problem Based Learning/ PBL (Pembelajaran Berdasarkan Masalah). Pendekatan *scientific* adalah pendekatan yang memperhatikan kemampuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan. Penekanan utamanya adalah pada apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pembelajaran. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pembelajaran dengan sistem Pendekatan *scientific* adalah penguasaan individu terhadap bidang pengetahuan, sikap dan keterampilan tertentu secara nyata. Cara penggunaan modul ini yaitu

##### 1. Bagi peserta diklat

- Unit modul ini hendaknya dipelajari sesuai urutan aktivitas yang diberikan yaitu setelah mempelajari isi materi pelajaran pada kegiatan belajar, kerjakan soal, soal pada latihan di bagian akhir setiap unit kegiatan belajar. Kemudian hasilnya dibandingkan dengan kunci jawaban yang ada.
- Sebaiknya modul ini dipelajari secara berkelompok, tetapi jika tidak memungkinkan anda dapat mempelajari sendiri. Anda harus mempelajari modul ini secara sistematis artinya anda dapat terus mempelajari unit berikutnya apabila bagian unit sebelumnya telah dipahami dengan baik.

##### 2. Bagi Pengajar

Pengajar sebagai fasilitator perlu pula membaca modul dan memperhatikan hal-hal sebagai berikut: Unit modul ini terdiri dari beberapa unit kegiatan belajar. Sebelum membaca modul ini perlu dipahami terlebih dahulu yakni tujuan pembelajaran dan satuan kompetensi yang harus dicapai. Struktur modul terdiri dari pendahuluan

yang meliputi tujuan, ruang lingkup, prasyarat, dan evaluasi. Kemudian bagian pembelajaran yang memuat secara detail materi yang harus diajarkan.

Tujuan akhir setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta diklat : Memahami dengan baik tentang simbol gambar saluran dan isolator kemudian teknik pemasangannya dan menggunakan peralatan kerja pada jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik. Setelah mempelajari modul ini, kemudian dilakukan evaluasi, ternyata belum mencapai tingkat kompetensi tertentu pada kesempatan pertama, maka guru akan mengatur rencana bersama peserta diklat untuk mempelajari dan memberikan kesempatan kembali kepada didik untuk meningkatkan level kompetensi sesuai dengan level tertentu yang diperlukan. Penyajian modul ini dibagi dalam 6 kegiatan pembelajaran. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan evaluasi berupa pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab setelah peserta didik selesai membaca masukan atau referensi yang relevan. Untuk dapat mengikuti modul ini peserta diklat harus sudah mempunyai pengetahuan dalam bidang: rangkaian listrik, instalasi listrik dasar, gambar teknik listrik dan alat ukur dan pengukuran

# KEGIATAN BELAJAR 1

## PEMBELAJARAN BERBASIS TIK

### A. Tujuan

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

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Guru mampu menggunakan berbagai macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran.

### C. Uraian Materi

#### 1. Pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)

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

Esensi dari rumusan yang sudah dipaparkan pada paragraph sebelumnya adalah bahwa teknologi itu pada dasarnya merupakan pengetahuan yang menjawab pertanyaan tentang bagaimana (*"know how"*). Dengan

memanfaatkan teknologi, pekerjaan atau tugas dapat dilaksanakan secara efisien. Salah satu contoh aplikasinya dalam kegiatan pembelajaran adalah seorang guru yang telah melaksanakan pembaharuan terhadap “*know how*” dalam membelajarkan para siswanya sehingga terjadi efisiensi. Berikut ini disajikan contoh tentang penerapan teknologi dalam kegiatan pembelajaran.

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

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

Pada konteks yang sudah diuraikan, guru tidak lagi harus sepenuhnya berceramah selama jam pelajaran yang berlangsung. Guru lebih cenderung berfungsi sebagai fasilitator yang memfasilitasi terjadinya kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien. Para siswa juga dikondisikan untuk berlatih mencari/menggali sendiri berbagai informasi yang berkaitan dengan materi pelajaran yang dibahas atau didiskusikan. Disamping itu, para siswa juga dikondisikan untuk berlatih mengemukakan pendapatnya terhadap suatu kasus atau pemikiran yang disampaikan guru. Dalam kegiatan pembelajaran yang demikian ini, sang

guru telah berinisiatif untuk melakukan pembaharuan khususnya di bidang metode pembelajaran.

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

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

Kementerian Negara Riset dan Teknologi memberikan rumusan pengertian mengenai TIK sebagai bagian dari ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Lebih jauh dikemukakan bahwa TIK secara umum adalah semua teknologi yang berhubungan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi. Pemahaman TIK yang demikian ini mencakup semua perangkat keras, perangkat lunak, kandungan isi, dan infrastruktur.

Pemaparan yang telah dikemukakan mengenai TIK, maka penerapannya di lingkungan pendidikan/pembelajaran dapat dikatakan bahwa TIK mencakup perangkat keras, perangkat lunak, kandungan isi (materi pelajaran), dan infrastruktur yang fungsinya berkaitan dengan

pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi (materi pelajaran). Apabila dihadapkan dengan beberapa contoh yang telah dikemukakan, maka pemahaman mengenai TIK tidak lagi hanya sebatas pada hal-hal yang canggih (*sophisticated*), seperti komputer dan internet, tetapi juga mencakup yang konvensional, seperti bahan cetakan, kaset audio, Overhead Transparency (OHT)/Overhead Projector (OHP), bingkai suara (*sound slides*), radio, dan TV.

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

## 2. Potensi TIK dalam Pembelajaran

TIK dikatakan dapat memberikan suatu solusi praktis untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas pendidikan (<http://www.unicttaskforce.org/>). Dalam kaitan ini, keberhasilan untuk memecahkan masalah pendidikan/pembelajaran dan yang mengarah pada peningkatan kualitas dan kuantitas pendidikan adalah sepenuhnya sangat ditentukan oleh guru yang melaksanakan pemanfaatan TIK itu sendiri. Para peneliti telah menyadari bahwa TIK tidak dapat diperlakukan sebagai variabel bebas tunggal, dan prestasi belajar siswa tidak semata-mata hanya ditentukan oleh sebaik apapun para siswa mencapai hasil tes standar tetapi ditentukan juga oleh kemampuan siswa untuk menggunakan keterampilan berpikir tingkat tinggi (seperti: berpikir kritis, berpikir analitis, membuat inferensi, dan pemecahan masalah). Dampak TIK jenis apapun menuntut suatu pemahaman tentang bagaimana TIK itu dimanfaatkan di dalam kelas dan untuk mencapai tujuan pembelajaran apa (perlu ditetapkan oleh para guru yang memanfaatkannya) di samping pengetahuan tentang jenis penilaian yang akan digunakan untuk menilai peningkatan prestasi belajar siswa, dan kesadaran tentang hakekat perubahan yang kompleks di lingkungan sekolah.

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

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

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

- j. menyajikan pesan atau informasi belajar secara serempak untuk lingkup sasaran yang sedikit/kecil atau banyak/luas, mengatasi batasan waktu (kapan saja) maupun ruang di mana saja).

### 3. Penerapan TIK pada Media Pembelajaran

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

Media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran, antara lain: film, video, LCD, televisi, dan *slide proyektor*. Sebenarnya media pembelajaran tidak hanya terbatas pada media elektronik melainkan segala sesuatu yang digunakan untuk memperlancar proses belajar mengajar yang mempunyai tujuan agar materi yang diajarkan lebih mudah dipahami oleh peserta termasuk papan tulis, penggaris, buku, maupun peraga manual. Sehingga perbedaan alat peraga dan media, terletak pada fungsinya bukan pada substansinya. Suatu sumber belajar disebut alat peraga jika hanya berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran. Sedangkan sumber belajar disebut media jika merupakan bagian integral dari seluruh proses pembelajaran.

Media memiliki peran yang sangat penting dalam kegiatan pembelajaran. Media berfungsi menjembatani antara guru dan siswa dalam rangka menyampaikan materi bahan ajar, membantu siswa memahami bahan ajar dan memfasilitasi siswa melakukan kegiatan pembelajaran. Dan akhirnya media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang dan waktu, serta dapat memberikan kesamaan pengalaman

kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka.

Penerapan TIK untuk media pembelajaran meliputi :

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

Manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa, yaitu:

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

Manfaat media dalam pendidikan sebagai berikut:

- a. Meletakkan dasar-dasar yang konkret untuk berpikir, oleh karena itu mengurangi verbalisme.
- b. Memperbesar perhatian siswa.
- c. Meletakkan dasar-dasar yang penting untuk perkembangan belajar, oleh karena itu membuat pelajaran lebih mantap.
- d. Memberikan pengalaman nyata yang dapat menumbuhkan kegiatan berusaha sendiri di kalangan siswa

- e. Menumbuhkan pemikiran yang teratur dan kontinyu, terutama melalui gambar hidup.
- f. Membantu tumbuhnya pengertian yang dapat membantu perkembangan kemampuan berbahasa.
- g. Memberikan pengalaman yang tidak mudah diperoleh dengan cara lain, dan membantu efisiensi dan keragaman yang lebih banyak dalam belajar.

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

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

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

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

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

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

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

Empat fungsi media pembelajaran khususnya media visual, yaitu (a) fungsi *atensi* merupakan inti, yaitu menarik dan mengarahkan perhatian siswa untuk berkonsentrasi kepada isi pelajaran yang berkaitan dengan makna visual yang ditampilkan atau menyertai teks materi pelajaran; (b) fungsi *afektif*, dapat terlihat dari tingkat kenikmatan siswa ketika belajar (atau membaca) teks yang bergambar; (c) fungsi *kognitif*, terlihat dari temuan-temuan penelitian yang mengungkapkan bahwa lambang visual atau gambar memperlancar pencapaian tujuan untuk memahami dan mengingat informasi atau pesan yang terkandung dalam gambar dan; (d) fungsi *kompensatoris*, media pembelajaran terlihat dari hasil penelitian bahwa media visual yang memberikan konteks untuk memahami teks membantu siswa yang lemah dalam membaca untuk mengorganisasikan informasi dalam teks dan mengingatnya kembali. Dengan kata lain, media pembelajaran berfungsi untuk mengakomodasi siswa yang lemah dan lambat menerima serta memahami isi pelajaran yang disajikan dengan teks atau disajikan secara verbal. Ada tiga kelebihan kemampuan media adalah sebagai berikut:

- a. kemampuan *fiksatif*, artinya dapat menangkap, menyimpan, dan menampilkan kembali suatu obyek atau kejadian dapat digambar, dipotret, direkam, difilmkan, kemudian dapat disimpan dan pada saat

diperlukan dapat ditunjukkan dan diamati kembali seperti kejadian aslinya;

- b. Kemampuan *manipulatif*, artinya media dapat menampilkan kembali obyek atau kejadian dengan berbagai macam perubahan (manipulasi) sesuai keperluan, misalnya diubah ukurannya, kecepatannya, warnanya, serta dapat pula diulang-ulang penyajiannya;
- c. Kemampuan *distributif*, artinya media mampu menjangkau audien yang besar jumlahnya dalam satu kali penyajian secara serempak, misalnya siaran TV atau radio.

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

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

**Alat Bantu Audiovisual.** Konsep pengajaran visual kemudian berkembang menjadi audiovisual aid pada tahun 1940. Istilah ini bermakna sejumlah peralatan yang dipakai oleh para guru dalam menyampaikan konsep, gagasan, dan pengalaman yang dianggap oleh indra pandang dan pendengaran. Penekanan utama dalam pengajaran

audiovisual adalah pada nilai belajar yang diperoleh melalui pengalaman konkret, tidak hanya didasarkan atas kata-kata belaka. Pengajaran audiovisual bukan metode mengajar. Materi audiovisual hanya dapat berarti bila dipergunakan sebagai bagian dari proses pengajaran. Peralatan audiovisual tidak harus digolongkan sebagai pengalaman belajar yang diperoleh dari penginderaan pandang dan dengar, akan tetapi sebagai alat teknologis yang dapat memperkaya serta memberikan pengalaman kongkret kepada para siswa. Pengajaran audiovisual menambahkan komponen “audio” kepada materi pengajaran visual, yang secara konseptual sebenarnya tidak banyak memberikan perbedaan berarti. Gerakan audiovisual tetap mempertahankan kontinum kongkret abstrak dan pengelompokan materi instruksional dalam klasifikasi gradual yang diperlihatkan dalam bentuk “kerucut pengalaman” (cone of experiences) tentang perlunya pengintegrasian materi audiovisual ke dalam kurikulum tetap dipertahankan.

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

Selain itu unsur-unsur yang terdapat di dalam model ini dapat menjelaskan konsep-konsep penting lainnya. Penerima pesan yaitu siswa dan sumber pesan yaitu guru atau bahan pelajaran, merupakan bagian yang integral dari teknologi instruksional serta dipandang sebagai komponen komunikasi yang sangat penting. Isi pesan, yaitu pelajaran, struktur, dan cara perlakuan atau metode dan media yang dipergunakan merupakan bagian proses komunikasi dan termasuk juga dalam teknologi pengajaran. Sedangkan kelima macam indra merupakan saluran komunikasi sebagai bagian dari proses komunikasi. Hal ini merupakan perluasan konsep lama dari gerakan pengajaran audiovisual yang semata-mata memperoleh pengalaman belajar melalui “mata dan telinga” saja. Model proses komunikasi pengajaran ini memperlihatkan salah satu komponen di dalam sistem, yaitu desain komunikasi audiovisual yang diklasifikasikan menurut jenisnya. Pesan atau informasi merupakan komponen yang harus dimasukkan ke dalam desain komunikasi audiovisual. Dan orang, sebagai materi, dianggap sebagai komponen di dalam sistem. Di samping itu ditambahkan pula konsep baru, yaitu cara-cara menggunakan media dan menciptakan lingkungan (*settings*) di mana media dipergunakan untuk mempengaruhi, memodifikasi, memanipulasi kondisi penyajian materi instruksional dan respon penerima informasi, yaitu siswa.

**Komputer/Internet Sebagai Media Pembelajaran**, sebagai media yang diharapkan akan menjadi bagian dari suatu proses belajar mengajar di sekolah, komputer/internet diharapkan mampu memberikan dukungan bagi terselenggaranya proses komunikasi interaktif antara guru, siswa, dan bahan belajar sebagaimana yang di persyaratkan dalam suatu kegiatan pembelajaran. Kondisi yang perlu didukung oleh komputer/internet tersebut terutama berkaitan dengan strategi pembelajaran yang akan dikembangkan, yang kalau dijabarkan secara sederhana, bisa diartikan sebagai kegiatan komunikasi yang dilakukan untuk mengajak siswa mengerjakan tugas-tugas dan membantu siswa dalam memperoleh pengetahuan yang dibutuhkan dalam rangka mengerjakan tugas-tugas tersebut. Strategi pembelajaran yang meliputi

pengajaran, diskusi, membaca, penugasan, presentasi dan evaluasi, secara umum keterlaksanaannya tergantung dari satu atau lebih dari tiga mode dasar dialog/komunikasi sebagai berikut: dialog/komunikasi antara guru dengan siswa, dialog/komunikasi antara siswa dengan sumber belajar, dan dialog/komunikasi di antara siswa. Apabila ketiga aspek tersebut bisa diselenggarakan dengan komposisi yang serasi, maka diharapkan akan terjadi proses pembelajaran yang optimal. Para pakar pendidikan menyatakan bahwa keberhasilan pencapaian tujuan dari pembelajaran sangat ditentukan oleh keseimbangan antara ketiga aspek tersebut.

Kemudian dinyatakan pula bahwa perancangan suatu pembelajaran dengan mengutamakan keseimbangan antara ketiga dialog/komunikasi tersebut sangat penting pada lingkungan pembelajaran berbasis Web. Dari sejumlah studi yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa internet memang bisa dipergunakan sebagai media pembelajaran, seperti studi telah dilakukan oleh Center for Applied Special Technology (CAST) pada tahun 1996, yang dilakukan terhadap sekitar 500 murid kelas lima dan enam sekolah dasar. Ke 500 murid tersebut dimasukkan dalam dua kelompok yaitu kelompok eksperimen yang dalam kegiatan belajarnya dilengkapi dengan akses ke Internet dan kelompok kontrol. Setelah dua bulan menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mendapat nilai yang lebih tinggi berdasarkan hasil tes akhir.

Sebuah studi eksperimen mengenai penggunaan Internet untuk mendukung kegiatan belajar mengajar Bahasa Inggris yang dilakukan oleh Anne L. Rantie dan kawan-kawan di SMU 1 BPK Penabur Jakarta pada tahun 1999, menunjukkan bahwa murid yang terlibat dalam eksperimen tersebut memperlihatkan peningkatan kemampuan mereka secara signifikan dalam menulis dan membuat karangan dalam bahasa Inggris. Dengan demikian terlihat bahwa sebagaimana media lain yang selama ini telah dipergunakan sebagai media pendidikan secara luas, komputer/internet juga mempunyai peluang yang tak kalah besarnya dan bahkan mungkin karena karakteristiknya yang khas maka disuatu saat

nanti bisa menjadi media pembelajaran yang paling terkemuka dan paling dipergunakan secara luas. Dalam bidang pendidikan, penggunaan teknologi berbasis komputer merupakan cara untuk menyampaikan materi dengan menggunakan sumber-sumber yang berbasis mikroprosesor, di mana informasi atau materi yang disampaikan disimpan dalam bentuk digital.

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

CAI juga merupakan suatu program pembelajaran yang dibuat dalam sistem komputer, di mana dalam menyampaikan suatu materi sudah diprogramkan langsung kepada pengguna. Materi pelajaran yang sudah terprogram dapat disajikan secara serentak antara komponen gambar, tulisan, warna, dan suara. Sementara itu penggunaan CAI sebagai "sarana atau media belajar" lebih diarahkan sebagai media pembelajaran mandiri, sehingga dalam pemanfaatannya peran guru sangat minimal. Dalam hal ini peserta didik dituntut untuk lebih aktif dalam mendalami materi-materi pembelajaran yang mungkin tidak bisa didapatkan hanya dari pembelajaran konvensional (klasikal). sehingga dalam proses pembelajaran yang memanfaatkan multimedia pembelajaran guru lebih berperan sebagai fasilitator. Dengan kelebihanannya tersebut maka program pembelajaran berbasis komputer

mempunyai kemampuan untuk mengisi kekurangan-kekurangan guru. Namun tentu saja tidak ada satupun media yang mampu menggantikan seluruh peran guru, karena masih banyak hal-hal yang bersifat pedagogik dan humanisme yang tidak bisa digantikan oleh komputer.

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

Memperkuat respon pengguna secepatnya dan sesering mungkin Memberikan kesempatan kepada siswa untuk: mengontrol laju kecepatan belajarnya sendiri Memperhatikan bahwa peserta didik mengikuti suatu urutan yang koheren dan terkendalikan. Memberikan kesempatan adanya partisipasi dari pengguna dalam bentuk respon baik berupa jawaban, pemilihan, keputusan, percobaan dan lain lain.

Sementara itu program multimedia sebagai media pembelajaran yang juga merupakan program pembelajaran berbantuan komputer (CAI) bisa dikelompokkan dalam format penyampaian pesannya sebagai berikut:

a. Tutorial

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

b. Drill and practice

Format ini dimaksudkan untuk melatih pengguna sehingga memiliki kemahiran dalam suatu keterampilan atau memperkuat penguasaan suatu konsep. Program menyediakan serangkaian soal atau pertanyaan yang biasanya ditampilkan secara acak, sehingga setiap kali digunakan maka soal atau pertanyaan yang tampil selalu berbeda, atau paling tidak dalam kombinasi yang berbeda. Program ini dilengkapi dengan jawaban yang benar lengkap dengan penjelasannya sehingga diharapkan pengguna akan bisa pula memahami suatu konsep tertentu. Pada bagian akhir, pengguna bisa melihat skor akhir yang dia capai, sebagai indikator untuk mengukur tingkat keberhasilan dalam memecahkan soal-soal yang diajukan.

**c. Simulasi**

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

**d. Percobaan atau eksperimen**

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

**e. Permainan**

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

bimbingan guru. Walaupun memiliki karakteristik sebagai media pembelajaran mandiri, yang mampu mengakomodir tingkat kecepatan belajar berbeda, baik peserta didik yang mempunyai *learning style slow learner, average* maupun *fast learner*.

#### 4. Multimedia

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

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

- a. Multimedia digunakan sebagai salah satu unsur pembelajaran di kelas. Misal jika guru menjelaskan suatu materi melalui pengajaran di kelas atau berdasarkan suatu buku acuan, maka multimedia digunakan sebagai media pelengkap untuk menjelaskan materi yang diajarkan di depan kelas. Latihan dan tes pada tipe pertama ini tidak diberikan

dalam paket multimedia melainkan dalam bentuk print yang diberikan oleh guru.

- b. Multimedia digunakan sebagai materi pembelajaran mandiri. Pada tipe kedua ini multimedia mungkin saja dapat mendukung pembelajaran di kelas mungkin juga tidak. Berbeda dengan tipe pertama, pada tipe kedua seluruh kebutuhan instruksional dari pengguna dipenuhi seluruhnya di dalam paket multimedia. Artinya seluruh fasilitas bagi pembelajaran, termasuk latihan, *feedback* dan tes yang mendukung tujuan pembelajaran disediakan di dalam paket.
- c. Multimedia digunakan sebagai media satu-satunya di dalam pembelajaran. Dengan demikian seluruh fasilitas pembelajaran yang mendukung tujuan pembelajaran juga telah disediakan di dalam paket ini atau sering disebut CBL (*Computer Based Learning*).

#### 5. Pertimbangan dalam Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran

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

Pertimbangan lain adalah adanya informasi tentang keberhasilan berbagai lembaga pendidikan dalam meningkatkan kualitas belajar hasil lulusannya melalui pemanfaatan TIK. Bukti keberhasilan ini dapat menjadi salah satu pertimbangan yang menggerakkan atau memotivasi Kepala Sekolah dan guru untuk mencoba menerapkan pemanfaatan TIK bagi kepentingan pembelajaran yang dikelolanya. Artinya ada dulu bukti nyata tentang keberhasilan pemanfaatan TIK atau nilai tambah terhadap hasil belajar siswa/peserta pelatihan (*seeing*), barulah timbul kepercayaan yang menggerakkan (tumbuh atau berkembang) sikap Kepala Sekolah dan guru atau instruktur pelatihan untuk melakukan penerapan

pemanfaatan TIK. Inilah yang disebut pameo atau ungkapan yang mengatakan bahwa “*seeing is believing*” (melihat dulu, baru percaya dan kemudian termotivasi untuk melakukan).

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

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

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

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

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

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

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

- a. Tidak mau repot atau merasa puas dengan hasil pekerjaan yang telah dicapai

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

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

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

b. Sikap yang menghendaki bukti konkrit terlebih dahulu

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

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

c. Sikap yang sekedar melaksanakan tugas yang diberikan pimpinan sekolah

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

Pemanfaatan TIK yang diterapkan oleh guru yang bersikap “sekedar melaksanakan tugas dari pimpinan” ini tidak akan membuahkan hasil sekalipun dipahami bersama bahwa TIK dapat memberikan nilai

tambah. Nilai tambah akan diperoleh apabila memang TIK itu dimanfaatkan secara tepat (*appropriate*) dan dengan sungguh-sungguh. Tetapi justru sebaliknya, bukan nilai tambah yang diperoleh apabila sang guru hanya sekedar melaksanakan tugas pimpinan.

d. Sikap yang suka mencoba hal-hal yang baru (responsif)

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

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

Sang guru akan merasakan adanya kepuasan di dalam dirinya apabila berhasil memperkenalkan gagasan pembaharuan kepada para

siswanya. Kepuasan sang guru akan bertambah apabila para siswanya memperlihatkan hasil belajar yang meningkat pula.

e. Sikap pamrih dalam melaksanakan hal-hal yang baru

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

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

f. Sikap ikut-ikutan agar tidak dikatakan ketinggalan jaman

Seorang guru cenderung tidak akan menolak apabila ditugaskan untuk turut serta melaksanakan sesuatu gagasan pembaharuan misalnya pemanfaatan TIK sekalipun mungkin dirinya tidak begitu yakin akan

komitmen untuk penerapannya secara berkelanjutan. Setidak-tidaknya, sang guru akan dilihat oleh para koleganya sebagai orang yang tidak ketinggalan. Yang penting di dalam pemikiran sang guru adalah bahwa dirinya sudah mengikuti perkembangan atau kemajuan yang ada, terlepas bagaimana porsi atau kadar keikut-sertaannya.

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

g. Sikap inovatif atau kreatif dalam melaksanakan tugas

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

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

kegiatan pembelajaran, maka sang guru akan selalu mengupayakan adanya kreativitas dalam kegiatan pembelajaran yang dikelolanya.

6. Langkah-langkah/Prosedur Pemanfaatan TIK dalam Kegiatan Pembelajaran

a. Umum

Pertama-tama, tentukan dulu tujuan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran di kelas, yang tentunya haruslah mengacu pada tujuan pendidikan/pembelajaran yang bersifat khusus! Apakah TIK dimanfaatkan untuk mendukung inkuiri, meningkatkan komunikasi, memperluas akses ke berbagai sumber, membimbing siswa untuk menganalisis dan memvisualisasikan data, memungkinkan dilakukannya pengembangan produk, atau mendorong pengungkapan gagasan? Kedua, pilihlah jenis TIK yang sesuai dengan kebutuhan dan dilanjutkan dengan pengembangan kurikulum. Kembangkanlah suatu rencana untuk mengevaluasi pekerjaan siswa dan juga penilaian dampak dari pemanfaatan teknologi.

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

Pengembangan kemampuan profesional guru yang sesuai dengan perkembangan tuntutan/ kebutuhan adalah penting untuk dilaksanakan secara berkesinambungan. Dengan demikian, ada kesempatan bagi guru untuk belajar, tidak hanya yang terkait dengan cara-cara pemanfaatan TIK baru tetapi juga tentang cara-cara menyajikan materi pembelajaran yang bermakna, dan berbagai kegiatan lainnya yang terkait dengan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran di

kelas. Tetapi pelatihan guru haruslah lebih dari sekedar cara memanfaatkan TIK (termasuk komputer), tetapi sampai pada strategi pembelajaran yang dibutuhkan untuk (*infuse*) keterampilan teknologis ke dalam proses belajar”.

b. Khusus

1) Perencanaan

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

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

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

pelajaran yang dirancang/dikemas guru didasarkan atas hasil analisis terhadap kurikulum yang digunakan.

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

## 2) Pelaksanaan Pemanfaatan TIK dalam Kegiatan Pembelajaran

Pada tahap pelaksanaan pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran, seorang guru haruslah benar-benar yakin bahwa fasilitas TIK yang akan dimanfaatkannya dalam keadaan berfungsi baik. Artinya, guru harus melakukan tes terhadap fasilitas TIK sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hanya dengan cara yang demikian ini diharapkan bahwa kegiatan pembelajaran melalui pemanfaatan fasilitas TIK akan dapat berjalan lancar.

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

Pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran tidak selamanya berjalan lancar. Adakalanya terjadi hambatan/kendala, baik yang diakibatkan oleh fasilitas TIK itu sendiri maupun oleh guru dalam mengoperasikannya atau dapat juga disebabkan oleh faktor lainnya seperti listrik yang tiba-tiba padam. Dalam kaitan ini, seorang guru

hendaknya mengantisipasi kemungkinan terjadinya kendala/hambatan ini agar tidak mengganggu perhatian siswa. Tentunya masih ada beberapa hambatan lainnya, misalnya: tidak tersedianya peralatan, mahalnya akses internet, kurangnya pengetahuan dan kemampuan menggunakan TIK alias gagap teknologi (gaptek).

#### D. Aktifitas 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.

Kegiatan belajar ini dilengkapi dengan beberapa soal latihan dan hendaknya semua soal latihan ini dikerjakan dengan baik. Semua soal latihan yang ada diharapkan dapat dinilai sendiri oleh peserta diklat untuk mengetahui tingkat penguasaan atau pemahamannya terhadap materi pedagogik ini. Peserta diklat dapat menilai dirinya sendirinya dengan membandingkan jawabannya dengan kunci jawaban.

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 Kerja yang telah disediakan
4. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan pada bagian latihan/kasus/tugas dengan baik, maka Saudara dapat melanjutkan pembelajaran ke kegiatan pembelajaran 2

#### E. Latihan

1. Jelaskan pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK).
2. Penerapan TIK pada bidang pendidikan membutuhkan 2 (dua) komponen penting. Jelaskan.

3. Jelaskan potensi-potensi TIK dalam pembelajaran, dan bagaimana potensi-potensi tersebut bisa meningkatkan efektifitas pembelajaran.
4. Bagaimana penerapan TIK sebagai media pembelajaran?
5. Apa yang dimaksud dengan multimedia?
6. Jelaskan kelebihan multimedia untuk pembelajaran, dan lengkapi jawaban Anda dengan 1 (satu) tipe pemanfaatan multimedia.
7. Tuliskan kecenderungan sikap guru dalam pemanfaatan TIK untuk kepentingan pembelajaran.

## F. Rangkuman

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

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

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

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

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

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

Potensi TIK yang apabila dimanfaatkan secara terintegrasi dan optimal di bidang pendidikan/pembelajaran, maka dampaknya antara lain dapat memperluas akses terhadap layanan pendidikan, meningkatkan efisiensi pengelolaan kegiatan pembelajaran, meningkatkan kualitas pendidikan, mendorong peserta didik untuk belajar lebih mandiri, memudahkan guru

menyajikan berbagai jenis materi pelajaran yang sulit, dan membantu mempermudah peserta didik mempelajari materi pelajaran. Supaya pemanfaatan TIK dapat dilakukan secara terintegrasi dan optimal dalam kegiatan pembelajaran, maka dituntut adanya sikap terbuka terhadap gagasan pembaharuan khususnya pemanfaatan TIK dari semua aparat kependidikan terutama Kepala Sekolah, guru, dan tenaga pendukung di semua satuan pendidikan.

#### G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan formulasi berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan belajar.

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

Jika Anda mencapai tingkat penguasaan  $\geq 75\%$ , Anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya. Apabila tingkat penguasaan Anda masih dibawah 75%, Anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN 2**

### **PEMASANGAN SALURAN DAN ISOLATOR JARINGAN TRANSMISI TENAGA LISTRIK**

#### **A. Tujuan**

Mengetahui teknik-teknik pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik

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

1. Mampu menjelaskan simbol–simbol gambar saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik
2. Mampu menjelaskan teknik-teknik pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik
3. Menggunakan peralatan kerja pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik

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

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

Simbol–simbol gambar saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik

1. Simbol gambar saluran jaringan transmisi tenaga listrik sederhana

Diagram segaris adalah suatu diagram yang menunjukkan suatu garis tunggal dan lambang standar saluran transmisi dan peralatan. Untuk merepresentasikan sistem tenaga listrik 3 fasa yang seimbang cukup digunakan diagram 1 fasa yang digambarkan dengan simbol-simbol dan lambang, ini sering disebut dengan diagram garis tunggal (*One Line Diagram*). Diagram garis tunggal harus dilengkapi dengan data dari masing-masing komponen sistem tenaga listrik. Analisis sistem tenaga listrik dimulai dengan membuat Diagram garis tunggal menggunakan rangkaian pengganti dari masing-masing komponen sistem tenaga listrik, diagram segaris tersebut diubah menjadi diagram impedansi/reaktansi. Kemudian dilakukan perhitungan/analisa terhadap sistem. Berikut ini

adalah simbol simbol komponen sistem tenaga yang dipergunakan dalam diagram segaris.

Tabel 1. Simbol komponen sistem tenaga

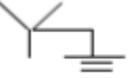
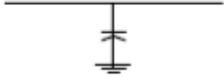
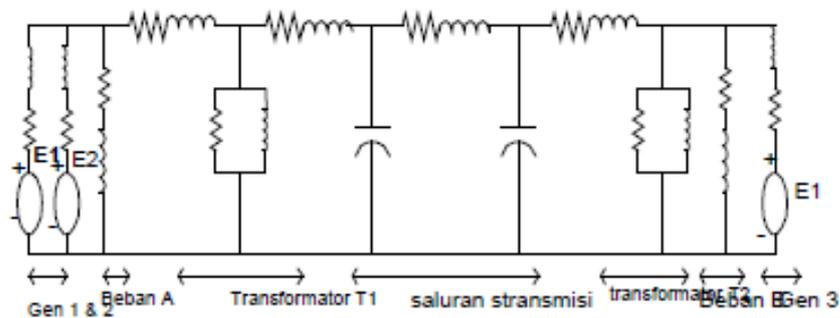
Simbol	Digunakan untuk	Simbol	Digunakan untuk
	Mesin berputar		Pemutus tenaga dengan minyak
	Bus (rel = simpul)		Pemutus tenaga dengan udara
	Trafo tenaga dua belitan		Pemisah
	Trafo tenaga tiga belitan	or 	Sekering
	Hubungan delta (3 $\phi$ , tiga kawat)		Pemisah dengan sekering
	Hubungan Wye (3 $\phi$ , netral tidak ditanahkan)		Saluran transmisi
	Hubungan Wye (3 $\phi$ , netral ditanahkan)		Beban statis
	Kapasitor		Trafo potensial

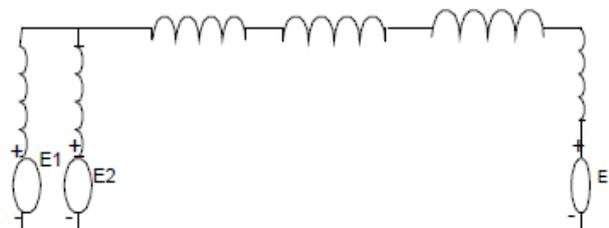
Diagram segaris suatu sistem tenaga yang sederhana terdiri dari dua simpul (rel atau bus atau gardu induk) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





Gambar 2. Diagram impedans

Diagram impedans yang diberikan pada gambar 2 di atas tergantung penggunaannya, jika dipergunakan untuk analisis aliran beban, apalagi dengan bantuan program komputer maka gambar tersebut sudah dapat digunakan. Tetapi bila dipergunakan untuk menganalisis dan menghitung arus gangguan, agar sederhana maka rugi-rugi sistem diabaikan, dalam hal ini yang diabaikan adalah semua beban statis, semua resistans, rangkaian magnetisasi trafo, dan kapasitans saluran transmisi, sehingga diagram impedans tersebut akan menjadi diagram reaktansi, akan tetapi kalau tersedia komputer digital untuk membantu perhitungan, maka penyederhanaan tersebut tidak diperlukan. Diagram reaktansi dari diagram segaris pada gambar 1 di atas dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram reaktansi

Diagram impedans dan reaktans di atas kadang kadang disebut juga diagram urutan positif karena diagram tersebut menunjukkan impedans terhadap arus seimbang dalam suatu tiga fasa seimbang.

## **Bahan Bacaan 2**

Teknik-teknik pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik

Isolator adalah media penyekat antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan. Fungsi isolator pada SUTT/SUTET adalah untuk mengisolir kawat fasa dengan tower. Pada umumnya isolator terbuat dari porselen atau kaca dan berfungsi sebagai isolasi tegangan listrik antara kawat penghantar dengan tiang.

### 1. Jenis isolator

Isolator terbagi atas beberapa jenis berdasarkan bentuknya yaitu:

1. Piringan yaitu isolator yang berbentuk piring, salah satu sisi dipasang semacam mangkuk logam dan sisi lainnya dipasang pasak. Antara pasak dengan mangkuk diisolasi dengan semen khusus. Ada dua macam model sambungannya: Ball & socket; clevis & eye. Pemasangan isolator jenis piring ini digandeng-gandengkan dengan piringan lainnya. Jumlahnya disesuaikan dengan kebutuhan isolasi terhadap tegangan yang bekerja di transmisi tersebut. Jenis ini mempunyai fleksibilitas yang tinggi.
2. Isolator gantung maupun isolator tarik.
  - a. Long rod adalah isolator yang berbentuk batang panjang, di kedua ujungnya dipasang sarana penghubung yang terbuat dari logam. Sirip-sirip isolator berada di antara kedua ujung tersebut. Isolator jenis ini dipakai sebagai isolator gantung.
  - b. Pin isolator tidak digunakan di SUTT/SUTET
  - c. Post isolator adalah isolator berbentuk batang panjang, di kedua ujungnya dipasang sarana penghubung yang terbuat dari logam. Isolator ini dipakai sebagai isolator yang didudukkan.

## 2. Perlengkapan isolator

Yang termasuk dalam kategori perlengkapan isolator adalah pasangan-pasangan logam dan perlengkapan-perlengkapan lainnya untuk menghubungkan penghantar, isolator dan tiang transmisi.

### 1. Pasangan isolator

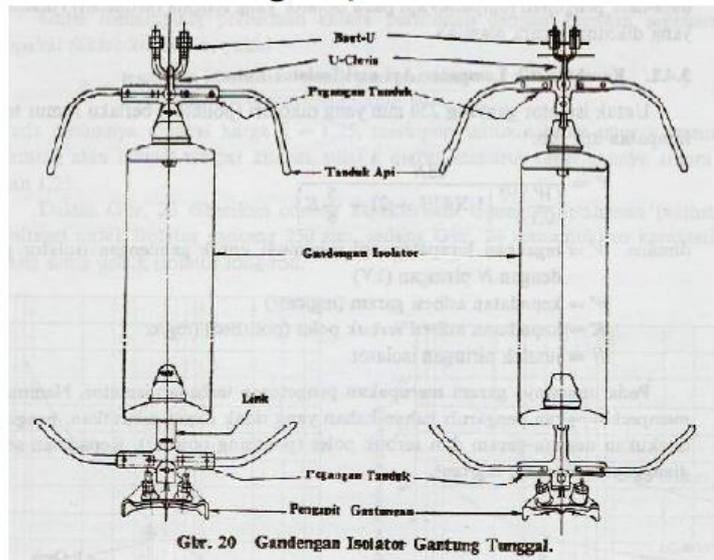
Pasangan isolator terbuat dari besi atau baja tempa yang ukurannya disesuaikan dengan tegangan, jenis dan ukuran penghantar, kekuatan mekanis serta konstruksi penopangnya. Dengan demikian dikenal baut-U, klevis (clevis), link, mata (eye), ball and socket, dsb yang mudah dihubung-hubungkan atau dipertukarkan.

### 2. Tanduk Api

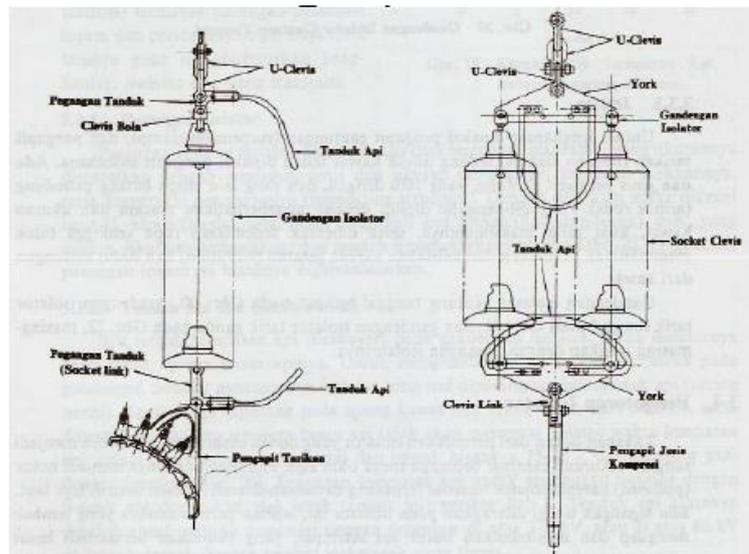
Untuk mencegah lompatan api (flashover) pada gandengan isolator dipasang tanduk-tanduk api (arcing horns). Tanduk api dipasang pada ujung kawat dan ujung tanah dari isolator, serta dibentuk sedemikian rupa sehingga busur api tidak akan mengenai isolator disaat lompatan api terjadi.

### 3. Jepitan

Untuk penghantar dipakai pengapit gantungan (suspension clamps) dan pengapit tarikan (tension clamps). Sedang untuk kawat tanah dipakai pengapit sederhana. Pengapit-pengapit dipilih dengan memperhatikan macam dan ukuran kawat, kuat tarik maksimum serta dibentuk sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan kerusakan dan kelelahan karena getaran (vibration) dan sudut andongan kawat.



Gambar 4. Gandengan isolator gantung tunggal

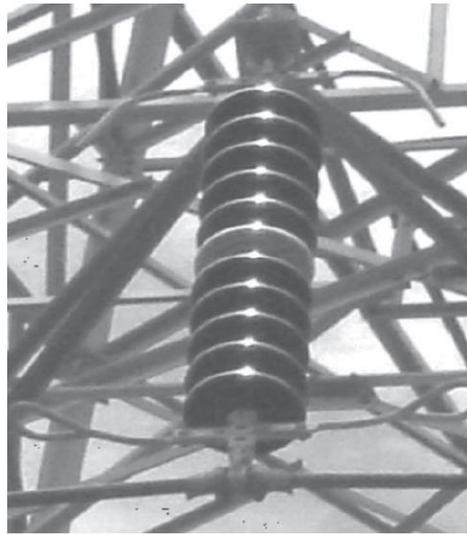


Gambar 5. Gandengan isolator tarik tunggal dan tarik ganda

Menurut bentuk pasangannya isolator dibedakan atas:

- "I" string
- "V" string
- Horizontal string
- Single string
- Double string
- Quadruple

Pada daerah yang rawan lingkungan maupun kemampuan mekanik yang belum mencukupi harus dilakukan penguatan rancangan isolator, sebagai contoh: dibuat double string.



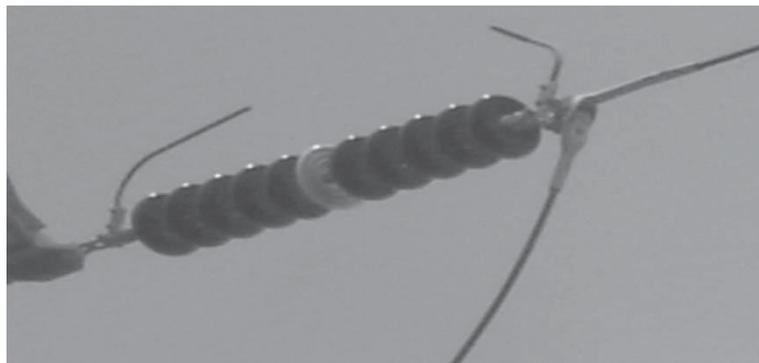
Gambar 6. Isolator renceng untuk tower suspension ("I" type)



Gambar 7. Isolator renceng untuk tower tension SUTETI ("V" type)



Gambar 8. Konfigurasi Isolator tower Suspensi SUTET 500 kV



Gambar 9. Isolator renceng untuk tower tension (Horizontal type)



Gambar 10. Isolator yang terpasang pada tension tower type DD

a. Spesifikasi isolator

Setiap isolator harus mempunyai spesifikasi dari fabrikasi yang mencantumkan:

- Standar mutu, misalnya dari IEC
- Type
- Model sambungan
- Panjang creepage atau alur (mm)
- Kuat mekanik (kN)
- Panjang antarsambungan (mm)
- Berat satuan (kg)
- Diameter (mm)
- Tegangan lompatan api frekwensi rendah kondisi basah (kV)
- Tegangan lompatan impuls kondisi kering (kV)
  - Tegangan tembus (kV)

b. Karakteristik listrik Isolator

Bahan Isolator yang diapit oleh logam merupakan kapasitor. Kapasitansinya diperbesar oleh polutan maupun kelembapan udara di permukaannya. Bagian ujung saluran mengalami tegangan permukaan yang paling tinggi, sehingga dibutuhkan arching horn untuk membagi tegangan tersebut lebih merata ke beberapa piring isolator lainnya.

c. Karakteristik mekanik

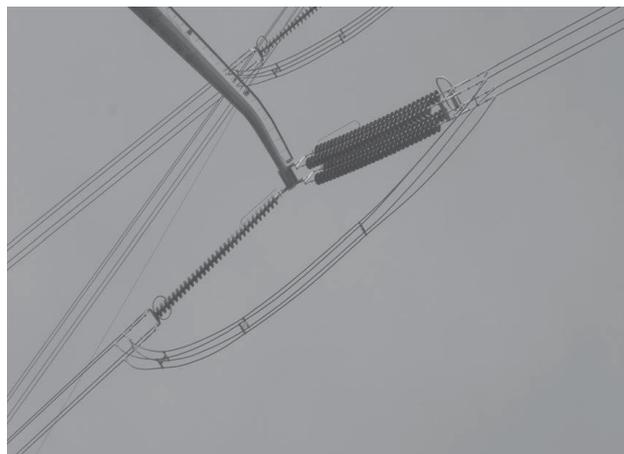
Isolator harus memiliki kuat mekanik guna menanggung beban tarik kawat maupun beban berat isolator dan kawat penghantar. Umumnya mempunyai Safety faktor. Perlengkapan/fitting isolator. Berfungsi untuk menghubungkan rencengan isolator dengan arm tower maupun kawat penghantar, di antaranya: U bolt; shackle; ball eye; ball clevis; socket eye; socket clevis; link; extension link; double clevis, dan lain sebagainya, Bahan terbuat dari baja digalvanis dan mempunyai kuat mekanik sesuai beban yang ditanggungnya.

h. Tension clamp

Tension clamp adalah alat untuk memegang ujung kawat penghantar, berfungsi untuk menahan tarikan kawat di tower tension. Pemasangan tension clamp harus benar-benar sempurna agar kawat penghantar tidak terlepas. Sisi lain dari tension clamp dihubungkan dengan perlengkapan isolator agar tidak terjadi pemanasan yang akhirnya dapat memutuskan hubungan kawat jumper. Pada tower tension dibutuhkan kawat penghubung antara kedua ujung kawat penghantar di kedua sisi cross arm, kawat ini disebut jumper. Bagian bawah tension clamp terdapat pelat berbentuk lidahbuntuk menghubungkan kawat jumper tersebut. Sambungan ini harus kuat dan kencang.



Gambar 11. Tension clamp



Gambar 12. Tension clamp

i. Suspension clamp

Suspension clamp adalah alat yang dipasangkan pada kawat penghantar ke perlengkapan isolator gantung, berfungsi untuk memegang kawat penghantar pada tower suspension. Kawat penghantar sebelum dipasang suspension clamp pada harus dilapisi armor rod agar mengurangi kelelahan bahan pada kawat akibat daribnadanya vibrasi atau getaran pada kawat penghantar. Pada kondisi tertentu yaitu letak tower yang terlalu rendah dibandingtower-tower sebelahnya maka dipasang

pemberat atau counter weightv agar rencengan isolator tidak tertarik ke atas.

j. Compression joint

Karena masalah transportasi, panjang konduktor dan GSW dalam satu gulungan (haspel) mengalami keterbatasan. Oleh karenanya konduktor dan GSW tersebut harus disambung, sambungan (joint) harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

- 1) konduktivitas listrik yang baik
- 2) kekuatan mekanis dan ketahanan yang tangguh

Compression joint adalah material untuk menyambung kawat penghantar yang cara penyambungannya dengan alat press tekanan tinggi. Compression joint kawat penghantar terdiri dari dua komponen yang berbeda yaitu: selongsong steel berfungsi untuk menyambung steel atau bagian dalam kawat penghantar ACSR dan selongsong aluminium berfungsi untuk menyambung aluminium atau bagian luar kawat penghantar ACSR. Penyambungan kawat didahului dengan penyambungan kawat steel, dilanjutkan dengan penyambungan kawat aluminium. Penempatan compression joint harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

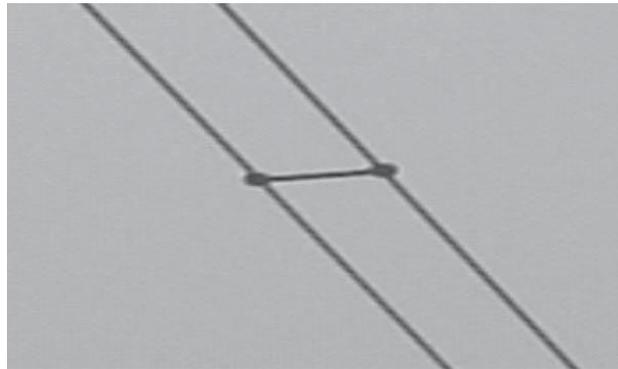
- Diusahakan agar berada di tengah-tengah gawangan atau bagian terendah daripada andongan kawat.
- Tidak boleh berada di dekat tower tension (sisi kawat yang melengkung ke bawah terhadap tengah gawang).
- Tidak boleh di atas jalan raya, rel KA, SUTT lainnya

k. Spacer

Spacer adalah alat perentang kawat penghantar terbuat dari bahan logam dan berengsel yang dilapisi karet. Pada SUTET,

spacer ini merangkap sebagai vibration damper. Fungsi spacer adalah:

- Memisahkan kawat berkas agar tidak beradu
- Pada jarak yang diinginkan dapat mengurangi bunyi desis/berisik corona.
- Penempatan yang dipandu dari pabrikan dapat mengurangi getaran kawat.



Gambar 13. Spacer untuk konduktor berkas 2 kawat (*twin conductors*)

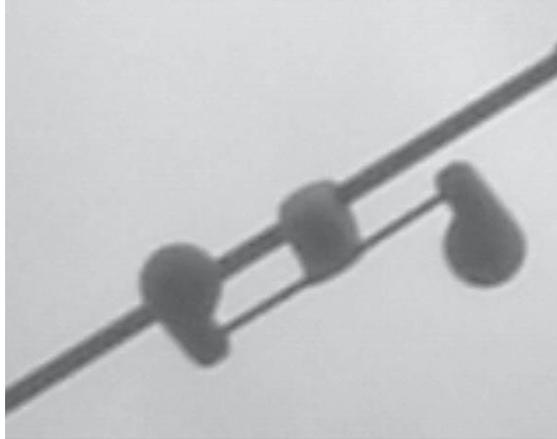


Gambar 14. Spacer untuk konduktor berkas 4 kawat (*quadruple*)

#### I. Damper

Damper atau vibration damper adalah alat yang dipasang pada kawat penghantar dekat tower, berfungsi untuk meredam getaran agar kawat tidak mengalami kelelahan bahan. Bentuk

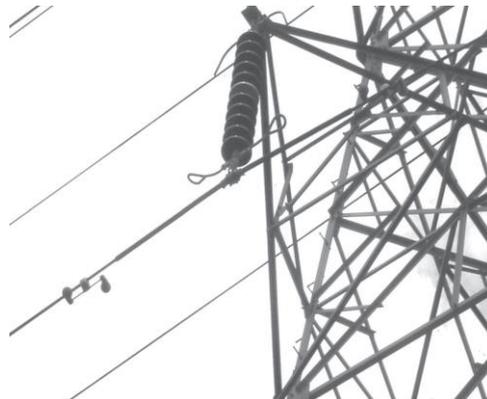
damper menyerupai dua buah bandul yang dapat membuang getaran kawat.



Gambar 15. Damper

#### m. Armor Rod

Armor rod adalah alat berupa sejumlah urat kawat yang dipilin, berfungsi untuk melindungi kawat dari kelelahan bahan maupun akibat adanya kerusakan. Bahan armor rod adalah aluminium keras, sehingga dapat menjepit kawat dengan erat.



Gambar 16. Pemasangan pelindung kawat transmisi

### **Bahan Bacaan 3**

Peralatan kerja pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik

1. Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan ( PDKB )
  - a. Metode barehand

Pekerjaan Saluran Bertegangan dengan metode barehand Prinsip yang dimaksud dalam pekerjaan saluran bertegangan dengan metode barehand adalah sangat sederhana, yaitu melihat seekor burung mendekat dan kemudian bertengger diatas konduktor bertegangan. Karena tidak ada jalan dimana arus akan mengalir, burung akan tetap nyaman berada pada konduktor meskipun tubuhnya telah bertegangan. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka pekerja yang terlatih menggunakan teknik dan perlengkapan khusus dapat dengan aman bekerja pada tegangan sampai dengan 765 kV dengan metode barehand. Metode barehand adalah suatu metode dimana pelaksana bekerja dengan menyentuh konduktor yang bertegangan, sehingga tidak ada perbedaan potensial antara pelaksana dengan konduktor yang bertegangan.

Hal yang sangat penting untuk diingat bahwa pekerja harus menjaga jarak aman minimum dari pentanahan dan semua fasa yang berbeda potensialnya. Dengan menggunakan prinsip tersebut, seorang pekerja dapat dialiri tegangan listrik apabila dilindungi dalam sebuah sangkar Faraday yang diikat/dihubungkan ke konduktor bertegangan sehingga dapat bekerja pada konduktor dengan nyaman. Cara ini hanya dapat dilakukan oleh pekerja yang diisolasi dari bumi dan fasa lainnya.

b. Metode Hot Stick

Metode Hot Stick adalah suatu metode dimana pelaksana berada di sisi tower yang terisolasi dari konduktor bertegangan. Metode ini menggunakan peralatan hot stick dengan jarak tertentu sehingga aman dikerjakan.

- a. Pelaksana harus menjaga diri dan semua peralatan yang dibawa dan yang digunakan (misal: ladder, platform, dll.) agar tidak melanggar jarak aman minimum yang ditentukan.
- b. Semua peralatan hot stick harus mempunyai panjang isolasi yang cukup, sesuai dengan jarak aman minimum tegangan operasi.
- c. Sarung tangan berisolasi tidak boleh digunakan pada saat pelaksanaan pekerjaan metode hot stick karena penggunaan

- sarung tangan dapat menutupi rasa sengatan listrik bila terjadi arus bocor, yang mengindikasikan kerusakan peralatan hot stick.
- d. Penggunaan sarung tangan dapat menjadi penyebab kontaminasi pada permukaan peralatan hot stick, sehingga mengurangi sifat isolasi peralatan.
  - e. Hot stick yang digunakan pada metode ini terbuat dari Fibreglass Reinforced Plastic (FRP) yaitu plastik yang diperkuat dengan fiberglass .
  - f. Semua hot stick yang terbuat dari FRP harus mempunyai daya tahan elektrik dan mekanik yang sesuai standar.
  - g. Semua hot stick yang terbuat dari FRP harus diuji setiap 6 bulan di Lembaga sertifikasi dan hasilnya tercatat dan dibukukan.
2. Peralatan kerja yang digunakan dalam pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi yaitu
- a. Tongkat fiberglass  
Digunakan untuk pekerjaan saluran bertegangan dibuat khusus dari ribuan fiberglass yang direndam resin epoksi yang digulung melingkar dan melewati inti yang berbusa dari plastik uniseluler. Dalam kondisi kerja yang ideal, bahan fiberglass berisolasi sebenarnya bebas pemeliharaan. Namun, karena kesalahan pemakaian, abrasi atau kumpulan kontaminasi, perawatan fiberglass menjadi hal yang diperlukan. Peralatan ini mempunyai kekuatan mekanik yang tinggi dan ketahanan tinggi terhadap lembab, bahan kimia, dan cuaca.
  - b. Hot stick (tongkat yang bersiolasi)  
Hot stick harus mampu menahan tegangan 100 kV/feet selama 5 (lima) menit. Kondisi Hot stick harus dilap bersih (disilikon) dan diinspeksi secara visual dari cacat sebelum digunakan. Jika terdapat cacat atau kontaminasi yang mempengaruhi kualitas isolasi atau integritas stick setelah pengelapan, stick tersebut harus disisihkan, diberi tanda agar tidak digunakan sebelum diadakan pengujian lebih lanjut.
  - c. Penggunaan Static Shunt

Static shunt tidak boleh dipasang lebih dari 10% jumlah isolator. Penggunaan static shunt dilakukan secara bergantian pada satu string isolator dalam satu waktu (bergantian pada posisi hot maupun cold). Pada metode barehand, pelaksana tidak boleh bersentuhan dengan isolator diluar area static shunt baik bagian tubuh, pakaian konduktif maupun peralatan yang lain. Sisa kabel static shunt harus digulung dan diikat dengan baik untuk mencegah terjadinya flash over karena jatuhnya kepala static shunt. Static shunt harus dipasang dengan kuat dan aman untuk mencegah terjadinya flash over.

## 2. Penopang Konduktor

Ketika pekerjaan berada dalam posisi area jarak aman minimum yang terbatas, maka jarak aman minimum dapat ditambah dengan cara mendorong sementara konduktor menggunakan wire tong untuk menjauhkan konduktor. Pada pelaksanaan menopang konduktor, harus memperhatikan gaya-gaya yang bekerja untuk menentukan SWL peralatan yang digunakan. Gaya yang bekerja pada alat penopang adalah jumlah dari berat konduktor ditambah dengan gaya vertikal ke bawah karena tarikan konduktor akibat perbedaan ketinggian tower. Untuk tower dengan ketinggian yang sama gaya yang bekerja hanya berat konduktor tersebut.

## 3. Pakaian Konduktif

Pakaian konduktif harus digunakan oleh semua pelaksana/pekerja yang bertugas di atas tower. Karena kebutuhan untuk memposisikan pekerja PDKB berada lebih dekat ke daerah yang bertegangan. Pakaian ini dihubungkan ke konduktor, untuk menghilangkan beda potensial sehingga tegangan konduktor sama dengan pelaksana/pekerja dan memungkinkan untuk bekerja dengan menggunakan tangannya pada konduktor bertegangan secara langsung sampai dengan tegangan 765 kV. Pakaian konduktif terbuat dari campuran 2 jenis bahan yaitu :

- Serat nomex aramid tahan api.
- Serat baja mikroskopis anti karat.

Hasil analisa dan pengujian menunjukkan bahan tersebut Sangat kuat dan tahan sobek. Mempunyai konduktifitas tinggi yaitu 144

ohm/sq

Tidak mengalami penyusutan karena sejumlah pencucian.

#### 4. Sepatu boot dan Penjepit

Penjepit sepatu boot ke betis harus diinspeksi kerusakannya yang akan mengganggu kontinuitas listrik.

#### 1. Bonding

Sebelum menyentuh konduktor, pelaksana sisi hot harus terlebih dahulu melakukan bonding ke konduktor bertegangan untuk menyamakan potensial antara pelaksana dengan konduktor. (a) Pelaksana PDKB yang bekerja pada sisi bertegangan harus mengikat tali bonding pakaian konduktif dengan kuat dan aman pada konduktor. (b) Peralatan kerja yang digunakan atau dinaikkan beserta asesorisnya pada posisi hot dengan menggunakan metode kerja barehand, hanya akan diberikan setelah pelaksana sisi hot berada dalam posisi aman dan tali bonding pakaian konduktif terikat kuat pada konduktor bertegangan.

Tali Bonding pada Pakaian Konduktif Pakaian konduktif mempunyai dua tali bonding dengan panjang 1,8 m pada setiap sisi baju konduktif. Untuk mencegah terjadinya flash over akibat terjatuhnya tali bonding, maka:

- a. Tali bonding pada pakaian konduktif harus diikat dan disimpan dalam saku apabila tidak digunakan.
- b. Tali bonding yang sedang digunakan, panjangnya harus diatur sesuai kebutuhan.

#### Bonding clamp

Bonding clamp yang digunakan dalam proses bonding dengan konduktor harus selalu dikondisikan aman dengan panjang tali bonding pakaian konduktif sesuai kebutuhan untuk menjaga agar tidak terjadi flash over karena jatuhnya bonding clamp yang mengakibatkan jarak aman minimum tidak terpenuhi.

#### 2. Tangga berisolasi

Tangga berisolasi yang digunakan sebagai penopang pelaksana secara horisontal ataupun vertikal untuk pekerjaan PDKB harus diberi tanda jarak aman minimum. Untuk menaikkan tangga berisolasi dari posisi vertikal ke

horisontal harus dibantu oleh pelaksana PDKB yang berada dibawah (ground man) selama awal pergerakan vertikal tangga.

Catatan : Ketika tangga sudah dinaikkan ke posisi horisontal, anak tangga terdekat dengan tower harus diberi pengaman tambahan dengan tambang isolasi yang diikatkan ke tower. Pengetesan Sebelum pemakaian tangga berisolasi.

Pengukuran arus bocor dengan menggunakan ladder monitor yang diletakkan pada body tower harus dilaksanakan sebelum tangga digunakan untuk akses pelaksana. Pengukuran sebelum pengoperasian harus dikerjakan pada setiap pekerjaan.

1. Rumus untuk menghitung arus bocor maksimum yang diijinkan pada tangga berisolasi (Maximum Permissible Leakage/MPL) :  $MPL = kV/\sqrt{3}$   
 $\mu A$

Contoh untuk 500 kV :

$$MPL = 500/\sqrt{3}$$

$$MPL = 289 \mu A$$

2. Ladder monitor harus dikalibrasi secara teratur sebelum digunakan.
3. Pengetesan tangga berisolasi sebelum pengoperasian harus dilakukan selama 1 menit dan pembacaan harus dicatat.
4. Selama tangga isolasi menyentuh konduktor, ladder monitor harus selalu dipasang, diperiksa dan dipantau.
5. Pelaksana pekerjaan secara PDKB harus ditunda dengan segera apabila terdapat indikasi kebocoran arus pada tangga isolasi melebihi penghitungan kebocoran maksimum yang diijinkan. Catatan : Sebelum tangga digunakan, semua perlengkapan tangga harus diperiksa kondisi visual dan ukurannya agar sesuai kebutuhan.

#### Jarak Aman Minimum Tangga Berisolasi

Sebelum pelaksana akses ke konduktor dengan tangga berisolasi, tangga harus diposisikan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan jarak aman minimum yang sesuai, seperti yang terdaftar pada

1. Dalam memposisikan tangga, harus dipastikan bahwa kepala hotman crew tidak boleh lebih dekat dari 46 cm (18 inci) dari konduktor bertegangan. Tangga berisolasi sama sekali tidak boleh

diposisikan lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan PDKB, jika ada posisi yang lebih tinggi mungkin bisa menyebabkan pelanggaran jarak aman minimum.

2. Tangga berisolasi diposisikan sesuai kebutuhan pada saat sebelum dan sesudah akses hot end man. Fungsi tangga berisolasi dalam pelaksanaan PDKB :
  - (i) Akses hot end man ke konduktor bertegangan (seperti untuk pengantian isolator tension).
  - (ii) Menjangkau dengan tangannya untuk bekerja pada posisi cold end (seperti untuk pengantian isolator suspension)

Memonitor arus bocor pada tangga Ladder, monitor digunakan untuk mengukur arus bocor pada tangga.

- (i) Dalam pelaksanaan swing tangga mendekat dan menjauhi konduktor bertegangan, ladder monitor harus pada posisi "off".
- (ii) Selama tangga menyentuh konduktor bertegangan, ladder monitor harus selalu pada posisi "on" dan dipantau nilai arus bocornya.

## 8. Tali

Tali mempunyai peranan penting dalam pekerjaan PDKB, dengan menggunakan tali dapat memudahkan dalam pelaksanaan pekerjaan. Sehingga diperlukan pengetahuan mengenai tali temali dan keuntungan mekanik pada saat mengangkat beban dengan menggunakan block. Ukuran ideal live line rope maupun tali biasa yang nyaman dipegang dalam penggunaan dan pengoperasiannya adalah 18 mm.

### a. Tali Polypropylene

Tali polypropylene adalah tali sintetis yang terbuat dari plastik. Hanya tali polypropylene yang bersih dan kering dan dalam kondisi yang baik yang dapat digunakan untuk PDKB.

Catatan:

- (a) Tali polypropylene dapat menjadi konduktif ketika basah atau terkontaminasi.
- (b) Handline dan tali pengendali tidak boleh bersentuhan langsung dengan konduktor yang bertegangan. Dalam penggunaannya, semua

tali harus memenuhi jarak aman minimum sesuai dengan ketentuan.  
(c) Jika tali pengendali digunakan pada atau berdekatan dengan konduktor yang bertegangan, harus digunakan hot stick dengan panjang yang sesuai LLMAD dan diletakkan antara konduktor bertegangan dan tali tersebut.

#### 9. Universal stick

Peralatan ini berfungsi sebagai alat bantu dimana pelaksana/pekerja tidak bisa menyentuh secara langsung ke daerah yang bertegangan Asesoris universal stick:

a. Ratchet Wrench

Dengan penggerak  $\frac{1}{2}$  inci persegi, ratchet wrench digunakan untuk mengencangkan baut pada perlengkapan transmisi.

b. Locating Pin

Digunakan sebagai pin pembantu dalam meluruskan dengan lubang baut, sebagai alat bantu untuk penyisipan baut dan pin.

c. Folding Rule

Bisa digunakan untuk berbagai keperluan. Alat ini kusus untuk mendapatkan pengukuran dekat dengan konduktor bertegangan.

d. Cotter Key Pusher

Untuk kopeling dengan ball dan socket isolator ujung yang lurus dari peralatan dapat masuk ke dalam soket yang terbuka untuk mendorong pen keluar. Ujung yang melengkung mendorong pen kembali ke posisinya.

e. Hack Saw

Dapat digunakan pada berbagai sudut dimana gergaji logam diperlukan dekat dengan konduktor bertegangan.

f. Screw Driver

Berfungsi seperti obeng pada umumnya.

g. Shepherd Hook

Pengait yang digunakan untuk membantu mendorong, menahan, mengait dan mengangkat string isolator. Terbuat dari aluminium campuran.

h. All-Purpose Cotter Key Tool

Untuk menarik dan mengganti pin. Kususnya digunakan pada pin klevis dan ball-socket isolator. Pemakaian yang mudah karena bentuk slotnya dan mata pin yang dinaikkan.

i. Hammer

Digunakan untuk berbagai kebutuhan pada konduktor bertegangan, seperti menggeser suspension klem dan bagian perangkat keras lainnya yang memerlukan pukulan kuat.

j. Cotter Key Puller

Digunakan untuk menarik pin yang terdapat pada socket isolator.

k. Cotter Key Holder

Digunakan untuk memasang pin kedalam pen klevis. Alat ini akan memegang pin dengan kuat, tetapi mudah dilepaskan jika pin sudah terpasang.

l. Ball Socket Adjuster

Berguna dalam mengendalikan Socket clevis dan isolator bagian ball-socket.

10. Dead End Tools

a) Two-pole strain carriers asesoris :

i. Take-Up Trunnions

Alat ini digunakan untuk mengambil alih tarikan beban konduktor dan digunakan bersamaan dengan strain jack yang dipasang pada adjustable strain pole atau clevis strain pole. Beban kerja maksimum alat ini disesuaikan dengan beban kerja yoke dan strain pole. Ada 2 jenis take-up trunnions, yaitu :

Take up Trunnion (kecil)

Take up trunnion (besar)

ii. Ratchet Wrench

Kunci Ratchet dapat diatur penggunaannya untuk menarik dan mengulur trunnion pada strain jack.

b) Adjustable Strain pole

Adjustable strain pole panjangnya dapat digunakan sesuai kebutuhan, dengan mengatur posisi pole clamp yang khusus. Dimensi adjustable strain pole.

Diameter (mm)	Panjang (m)	Panjang antara yoke (m)	Total take-up		
maks	(mm)	Panjang	total	(M)	
Min					Maks
50	2,44	0,965	2,565	300	2,87
50	3,05	1,575	3,175	300	3,48
50	4,58	3,100	4,700	300	5,0

c) Adjustable pole clamps

Adjustable pole clamp diperlukan untuk memasang adjustable strain pole pada hot end yoke dalam pekerjaan penggantian isolator tension. Cara pengoperasian :

- (i) Tentukan panjang adjustable strain pole sesuai kebutuhan.
- (ii) Lepas kunci pada adjustable pole clamp dan pasanglah pada adjustable strain pole.
- (iii) Letakkan adjustable pole clamp di antara 2 pin stainless steel sesuai panjang yang dibutuhkan.
- (iv) Putar kunci adjustable pole clamp.
- (v) Periksa adjustable pole clamp apakah telah terkunci dengan aman pada hot stick.

11. Suspension Insulator Tools

6. Boom Support Pole

Boom support pada umumnya terdiri dari trolley pole atau wire tong yang dipasang sebagai tripod untuk menopang berat cargo boom. Peralatan ini dipasang pada tower menggunakan tower saddle dan diberi pole clamp tambahan pada tiap-tiap pole agar tidak terjadi slip akibat memikul beban yang berat.

7. Clevis-Eye Strain pole

Strain pole ini dapat digunakan pada berbagai model yoke plate. Beban kerja strain pole adalah 12.000 pounds.

8. Strain link stick

Pada tower dead end dan sudut, strain link stick digunakan sebagai isolasi antara rope block dan came-a long. Pada beban konduktor dengan span panjang, lebih aman wire tong digunakan bersamaan

dengan strain link stick. Pemasangannya pada konduktor harus berdekatan. Strain link stick berfungsi untuk menopang beban konduktor pada tower selama penggantian isolator.

Hook dan eye terbuat dari aluminium campuran dengan rasio terbaik sehingga didapatkan kekuatan tertinggi dengan berat yang ringan. Eye pada ujung stick yang digunakan untuk mengaitkan rope block atau handline ditempa dari baja berkualitas tinggi. Swivel berputar secara bebas pada bearing. Hook strain link stick berbentuk bulat untuk mencegah kerusakan pada konduktor.

#### 9. Hot End Suspension Yoke

Ada 2 macam hot end yoke, yaitu :

- (i) Digunakan dengan adjustable strain pole
- (ii) Digunakan dengan clevis strain pole.

Kedua yoke ini dibuat dari plat aluminium yang berkekuatan tinggi. Dengan beban kerja aman 15.000 pound (6,8 ton). Yoke ini mempunyai dua pegas pengunci yang akan mengunci strain pole pada posisinya.

Yoke ini dilengkapi dengan saddle swivel yang dapat berputar 360<sup>o</sup> dan dapat dipasang pada berbagai macam suspension yoke plate hingga ketebalan 1 inci.

#### 10. Tower Yokes H-Frame Yoke

Yoke ini dipasang pada crossarm berfungsi sebagai titik tumpu konduktor ketika isolator dilepas. Alat ini dapat digunakan dengan atau tanpa kaki sesuai bentuk besi sikunya. Ketika kakinya digunakan, dapat diatur sedemikian rupa agar dapat dipasang pada berbagai macam siku. Dan apabila diperlukan bolt clevisnya diikat pada tower untuk menahan yoke pada tempatnya.

#### 12. Insulator Cradle

Ada 3 (tiga) tipe Isolator cradle yang tersedia untuk berbagai pekerjaan penggantian Isolator, yaitu :

- (a) Transmission cradle

Umumnya digunakan pada tegangan 69 kV sampai dengan 115 kV, yang ditopang oleh sepasang wire tong atau ditarik oleh strain link stick.

(b) EHV through-design craddle

Alat ini digunakan untuk memposisikan isolator ke posisi vertikal pada penggantian konfigurasi isolator v-string pada tegangan 345 kV dan 500 kV.

(c) EHV side-opening craddle

Alat ini digunakan pada tower tension untuk mengganti satu string isolator pada jenis isolator dua string atau empat string.

Insulator craddle terdiri dari berbagai peralatan antara lain :

- (vi) Blank pole (iv) Center brace pole
- (vii) Ridge pole (v) J-cradle
- (viii) Brace pole
- (ix) Alat pendukung yang lain.

Insulator craddle digunakan untuk menyangga string isolator yang rusak atau akan diganti. Insulator craddle digantung dengan live line rope yang dipasang pada boom assembly. Untuk beban yang berat boom assembly harus diperkuat dengan skor tambahan berupa webbing sling yang dikombinasikan dengan strap hoist/chain hoist untuk mengimbangi beban dari isolator pada craddle.

### 13. 150 kV and 500 kV assembled ladder and support

(a) Ladder Assembly and Support, Peralatan ini dapat digunakan pada struktur tower dan dapat dipasang secara vertikal maupun horizontal. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemasangan ladder assembly sebagai berikut :

- (iii) Ketika menaikkan tangga dari posisi vertikal ke posisi horisontal selalu kurangi tekanan pada rakitan penopang tangga dengan mendorong (atau menarik) tangga keluar dari bodi tower pada awal gerakan vertikal.
- (iv) Pasang tali pengaman pada anak tangga ke tower untuk mengamankan tangga.

(v) Posisi pemasangan rope block pada tangga harus lebih dari  $\frac{1}{2}$  dari panjang tangga yang digunakan.

(vi) Bila menggunakan ladder splice maka harus menggunakan dua rope block yang dipasang pada ujung dan tengah tangga.

(b) Swivel Stick

Swivel stick digunakan dalam pemasangan ladder sebagai penopang berat tangga. Swivel stick mempunyai panjang yang berbeda-beda sesuai dengan penggunaannya.

Peralatan kerja dibutuhkan oleh pekerja yang bekerja dalam keadaan bertegangan dapat dijelaskan bahwa seorang pekerja harus memakai helm yang berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan, kejatuhan benda atau terpukul benda tajam/ keras yang melayang atau meluncur di udara, paparan panas, api. Kemudian kacamata ultra violet untuk melindungi dari cahaya matahari yang menyilaukan juga debu yang mengganggu penglihatan pekerja. Setiap pekerja dilengkapi dengan lanyard yang merupakan tali penggantung pada tiang transmisi yang dibutuhkan saat memanjat atau memperbaiki saluran jaringan jaringan transmisi. Pakaian kerja yang konduktif merupakan pakaian khusus yang digunakan saat bertugas di tower jaringan transmisi. Sepatu dan sarung tangan berguna untuk melindungi kaki dan tangan dari kontak terhadap bahaya listrik seperti gambar di bawah ini.



1. TOPI PENGAMAN
2. KACAMATA ULTRA VIOLET (U.V)
3. PAKAIAN KERJA (WERK PACK)
4. LANYARD
5. SABUK PENGAMAN
6. SARUNG TANGAN
7. SEPATU PANJAT
8. HANDY TALKY (HT)

Gambar 17. Peralatan kerja pemeliharaan jaringan

#### 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 3

## E. Latihan/Kasus/Tugas

### a. Pilihan ganda

Pilihan jawaban yang menurut anda benar

1. Isolator yang dipakai sebagai isolator yang didudukan adalah
  - a. Post isolator
  - b. Pin isolator
  - c. Long rod
  - d. Isolator tarik
2. Dibawah ini adalah perlengkapan isolator, yang tidak termasuk adalah
  - a. Pasangann isolator
  - b. Tanduk api
  - c. Jepitan
  - d. Pin isolator
3. Perhatikan gambar di bawah ini

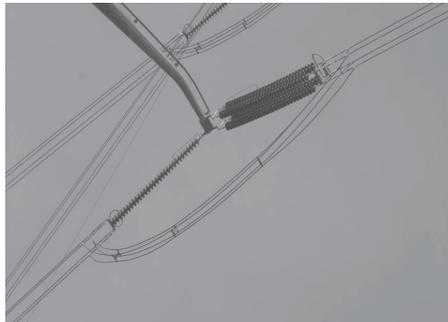


Dari gambar di atas merupakan konfigurasi isolator bebentuk apa..

- a. Double string
  - b. V string
  - c. Quadruple
  - d. Single string
4. Alat untuk memegang ujung kawat penghantar adalah
  - a. Suspension clamp
  - b. Tension clamp
  - c. Compression join
  - d. Spacer

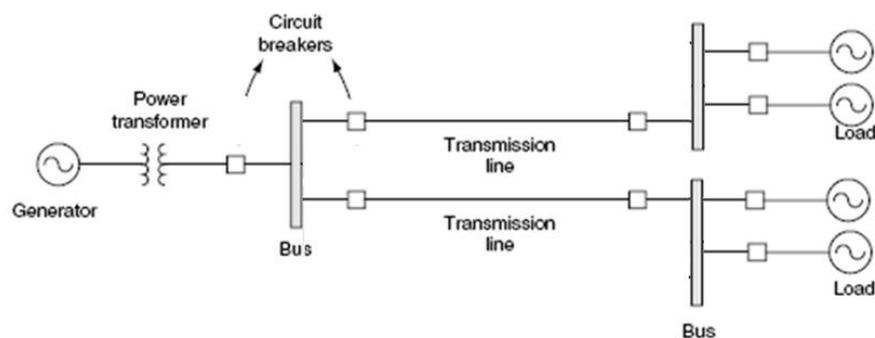
5. Alat perentang kawat penghantar terbuat dari bahan logam dan berengsel yang dilapisi karet adalah.....
  - a. Suspension clamp
  - b. Tension clamp
  - c. Compression join
  - d. Spacer
  
6. Dibawah ini adalah metoda hot stick yang dilakukan oleh pekerja yang bekerja di saluran jaringan transmisi, yang tidak termasuk adalah.....
  - a. Pelaksana harus menjaga diri dan semua peralatan yang dibawa dan yang digunakan (misal: ladder, platform, dll.) agar tidak melanggar jarak aman minimum yang ditentukan.
  - b. Semua peralatan hot stick harus mempunyai panjang isolasi yang cukup, sesuai dengan jarak aman minimum tegangan operasi.
  - c. Sarung tangan berisolasi boleh digunakan pada saat pelaksanaan pekerjaan metode hot stick karena penggunaan sarung tangan dapat menutupi rasa sengatan listrik bila terjadi arus bocor, yang mengindikasikan kerusakan peralatan hot stick.
  - d. Penggunaan sarung tangan dapat menjadi penyebab kontaminasi pada permukaan peralatan hot stick, sehingga mengurangi sifat isolasi peralatan.
  
7. Kenapa pekerja yang bertugas di atas tower harus menggunakan pakaian konduktif
  - a. Karena untuk membedakan dengan pekerja lainnya
  - b. Karena pekerja sedang bekerja dengan daerah yang bertegangan
  - c. Karena pakaian konduktif ini bersifat isolator.
  - d. Karena pakaian ini dapat dihubungkan ke konduktor untuk menghilangkan beda potensial
  
8. Sebelum bekerja pekerja harus melakukan bonding terlebih dahulu sebelum bekerja pada dalam bertegangan listrik saluran transmisi. Apakah tujuan bonding?
  - a. Tujuannya adalah mengikat tali agar tidak jatuh dari tiang
  - b. Tujuannya adalah menyentuh penghantar transmisi

- c. Tujuannya adalah untuk menyamakan potensial antara pelaksana dengan konduktor
  - d. Tujuannya adalah agar tidak tersengat listrik
9. Alat yang berfungsi untuk alat bantu dimana pelaksana/pekerja tidak bisa menyentuh secara langsung ke daerah yang bertegangan
- a. Hock saw
  - b. Locatin Pin
  - c. Folding Rule
  - d. Universal stick
10. Alat yang berfungsi kusus untuk mendapatkan pengukuran dekat dengan konduktor bertegangan.
- a. Hock saw
  - b. Locatin Pin
  - c. Folding Rule
  - Universal stick
- b. Essay
1. Jelaskan gambar dibawah ini...



- 2. Apakah dimaksud dengan armor rod?
- 3. Tuliskan spesifikasi isolator.
- 4. Jelaskan perlengkapan isolator..?
- 5. Tuliskan jenis isolator menurut bentuknya.
- 6. Dalam bekerja dalam keadaan bertegangan di saluran transmisi, ada dua metode yang dilakukan. Apakah beda dari metode pekerjaan tersebut?
- 7. Kenapa pekerja bertengan harus melakukan bonding?

8. Kenapa pekerja yang bekerja saluran jaringan transmisi harus menjaga jarak aman dari pentanahan dan fasa yang berbeda potensial?
9. Apakah beda hot stick dengan universal stick yang merupakan peralatan yang digunakan oleh pekerja yang bertegangan di saluran transmisi
10. Tuliskan 3 peralatan beserta fungsi yang digunakan dalam bekerja dengan saluran jaringan transmisi?
11. Perhatikan diagram di bawah ini, jelaskan apa yang anda ketahui dari gambar tersebut, kerjakan pada lembar kerja yang telah disediakan.



## F. Rangkuman

Diagram segaris adalah suatu diagram yang menunjukkan suatu garis tunggal dan lambang standar saluran transmisi dan peralatan. simbol standar tersebut dapat mengetahui letak titik di mana sistem dihubungkan ke tanah. Selain itu juga menghitung besarnya arus yang mengalir saat terjadi gangguan tidak simetris yang melibatkan tanah.

Isolator adalah media penyekat antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan. Fungsi isolator pada SUTT/SUTETI adalah untuk mengisolir kawat fasa dengan tower. Isolator terdiri beberapa jenis yaitu piringan dan gantung. Sedangkan menurut bahannya yang paling umum digunakan adalah keramik dan porselen. Perlengkapan yang dibutuhkan dalam pemasangan isolator adalah pasangan isolator, tanduk api, dan jepitan. Kalau dari bentuk terdiri dari 5 bentuk yaitu 1" string, "V" string, Horizontal string, Single string, Double string, Quadruple. Kalau

dari karakteristik mekaniknya yaitu Isolator harus memiliki kuat mekanik guna menanggung beban tarik kawat maupun beban berat isolator dan kawat penghantar. Umumnya mempunyai Safety faktor. Perlengkapan/fitting isolator. Berfungsi untuk menghubungkan rencengan isolator dengan arm tower maupun kawat penghantar, di antaranya: U bolt; shackle; ball eye; ball clevis; socket eye; socket clevis; link; extension link; double clevis, dan lain sebagainya

Sesuai dengan peranannya dalam sistem tenaga listrik, saluran transmisi merupakan alat yang vital dalam kelangsungan penyaluran energy listrik dari produsen ke konsumen, sehingga diperlukan pengamanan dengan perhatian ekstra. Namun, sering kali dalam operasinya saluran transmisi mengalami gangguan-gangguan yang dapat menghambat kinerjanya. Gangguan-gangguan yang sering terjadi pada saluran transmisi pada umumnya disebabkan karena faktor cuaca, sambaran petir, surja hubung, tegangan lebih temporer, adanya hubung singkat, faktor peralatan, dan faktor manusia. Agar saluran transmisi terhindar dari gangguan, maka diperlukan suatu pemeliharaan yang rutin yang mana berupa tindakan pencegahan maupun tindakan perbaikan. Untuk saluran transmisi 500 kV sangatlah sulit dilakukan pemadaman, oleh karena itu diperlukan suatu pemeliharaan dalam keadaan bertegangan sehingga energi listrik tetap dapat tersalurkan walaupun saluran transmisi dalam pemeliharaan maupun perbaikan.

#### G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan formulasi berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan belajar.

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

Jika Anda mencapai tingkat penguasaan  $\geq 75\%$ , Anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya. Apabila tingkat penguasaan Anda masih dibawah 75%, Anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

# **KEGIATAN PEMBELAJARAN 3**

## **PEMASANGAN SALURAN DAN ISOLATOR JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK**

### **A. Tujuan**

Mengetahui teknik-teknik pemasangan saluran dan isolator jaringan transmisi tenaga listrik

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

1. Mampu menjelaskan simbol–simbol gambar saluran dan isolator jaringan Distribusi tenaga listrik
2. Mampu menjelaskan teknik-teknik pemasangan saluran dan isolator jaringan distribusi tenaga listrik
3. Menggunakan peralatan kerja pemasangan saluran dan isolator jaringan distribusi tenaga listrik

### **C. Uraian Materi**

#### **Bahan Bacaan 1**

Simbol–simbol gambar saluran dan isolator jaringan Distribusi tenaga listrik

#### **1. Jaringan distribusi**

Sistem distribusi merupakan titik pertemuan dari para pemakai tenaga listrik dan perusahaan listrik. Kriteria persyaratan penyambungan yang kiranya perlu dipertimbangkan agar tercapai keserasian penyaluran dan penyediaan tenaga listrik antara konsumen dan produsen yang meliputi aspek: Pusat Pengatur (Distribution Control Center, DCC). Saluran tegangan menengah (6kV dan 20kV, yang juga biasa disebut tegangan distribusi primer) yang merupakan saluran udara atau kabel tanah Gardu distribusi tegangan menengah yang terdiri dari panel-panel pengatur tegangan menengah dan trafo sampai dengan panel-panel distribusi tegangan rendah (380V, 220V) yang menghasilkan tegangan kerja/ tegangan jala-jala untuk industri dan konsumen.

Pada sistem tenaga listrik jaringan distribusi merupakan bagian yang tak terpisahkan dan berhubungan langsung ke pelanggan, pusat – pusat

beban dilayani langsung melalui jaringan distribusi. Dengan demikian secara umum kata distribusi mempunyai arti penyaluran/pengiriman dan pembagian ke beberapa tempat. Sehingga pengertian distribusi energi listrik adalah pengiriman dan pembagian energi listrik melalui suatu jaringan dan perlengkapannya kepada pelanggan.

Berdasarkan fungsinya

1. Tiang Singgung (*tangent pole*)

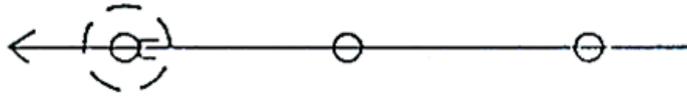
Tiang singgung ini digunakan untuk saluran yang lurus, dan diterapkan untuk sudut line tidak kurang dari 5 derajat. Fungsi tiang singgung ini untuk menyangga kawat penghantar dan isolator yang memiliki beban penompang yang lebih ringan. Sehingga tidak ada gaya yang ditimbulkan oleh tarikan kawat pada sudut kurang dari 5 derajat. Isolator yang dipakai untuk tiang singgung ini biasanya dari jenis pasak (*pin type insulator*) dan isolator jenis pos saluran (*line post insulator*).



Gambar 18. Simbol untuk tiang singgung (*tangent*)

2. Tiang Ujung (*deadend pole*)

Pada ujung-ujung jaringan tenaga listrik dipasang tiang-tiang penarik yang berfungsi merentangkan kawat penghantar. Jika kekuatan tarik pada tiang ujung ini lebih besar maka digunakan dua buah atau kadang-kadang tiga buah kawat tarikan (*guy wire*). Hal ini dimaksudkan untuk mengimbangi kekuatan tarik kawat penghantar. Jenis isolator yang dipasang pada tiang ujung ini sesuai dengan kekuatan tarik yang lebih besar, dipakai isolator jenis gantung (*suspension type insulator*).



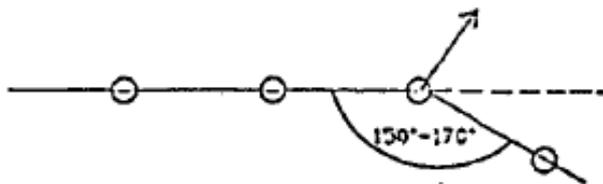
Gambar 19. Simbol untuk tiang ujung

### 3. Tiang Sudut (*angle pole*)

Tiang sudut digunakan untuk saluran yang memiliki sudut lebih besar dari 5 derajat. Karena sudut yang terjadi biasanya lebih besar, maka tiang sudut diperkuat dengan suatu kawat tarikan (*guy wire*) sebagai penahan gaya tarikan dari kawat penghantar yang membuat sudut tersebut. Sudut yang diperkenankan adalah

1. Sudut kecil antara 5 derajat sampai 10 derajat,
2. Sudut besar antara 10 derajat sampai 60 derajat.

Pembagian sudut ini menentukan isolator yang dipasangkan pada tiang tersebut. Karena tiap-tiap isolator mempunyai kekuatan mekanis sendiri-sendiri. Untuk sudut kecil (5 - 10 derajat), pada tiang sudut dipasang isolator jenis pasak (*pin type insulator*) yang dipasang secara ganda. Sebab bila dipasang tunggal tidak memungkinkan kekuatannya pada tarikan sudut sampai 10 derajat. Sedangkan untuk sudut besar (10 - 60 derajat) karena kekuatan tarik dari kawat penghantar lebih besar maka tiang sudut besar ini digunakan isolator jenis gantung (*suspension type insulator*).

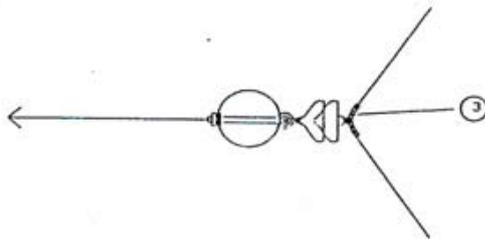


Gambar 20. Simbol untuk tiang sudut (*angle pole*)

### 4. Tiang Penegang (*tension pole*)

Tiang penegang ini biasanya digunakan untuk memperkuat tegangan kawat (*stress*) pada tiang-tiang sudut yang kawat tarikannya (*guy wire*) menghadap ke jalan raya atau sungai sehingga tidak memungkinkan meletakkan kawat tarikan di tengah jalan raya atau di tengah

sungai. Oleh sebab itu untuk tidak mengganggu lalu lintas jalan raya, maka digunakan tiang penegang tersebut. Karena fungsi tiang penegang ini hanya untuk memperkuat tegangan kawat maka tidak digunakan isolator. Tetapi bila letak tiang penegang ini di daerah padat beban maka tiang penegang ini dapat dialihkan fungsinya sebagai tiang service (pelayanan) dengan menggunakan kabel service yang terbungkus isolasi yang digantungkan pada kawat penegang dan isolator jenis pasak (*pin type insulator*).



Gambar 21. Simbol untuk tiang penegang (tension pole)

Tabel 2. Simbol symbol pada jaringan distribusi

Item	Simbol	Keterangan
PMT tertutup		Berwarna penuh sesuai warna Rel
PMT terbuka		Kosong, tidak berwarna
PMS tertutup		Berwarna penuh sesuai warna Rel Dalam <i>single line diagram</i>
PMS terbuka		Blank, tidak berwarna Dalam <i>single line diagram</i>
PMS-tanah tertutup		Berwarna sesuai warna rel
PMS-tanah terbuka		Berwarna sesuai warna rel
PMT racked in		Berwarna penuh sesuai warna rel
PMT racked out		Blank, tidak berwarna
Generator		
Trafo 2 belitan		Berwarna sesuai warna rel
Trafo 3 belitan		Berwarna sesuai warna rel
Reaktor		Berwarna sesuai warna rel
Kapasitor		Berwarna sesuai warna rel
Status tegangan "on"		Putih
Status tegangan "off"		Tidak berwarna, <i>blank</i>

## Bahan Bacaan 2

Teknik-teknik pemasangan saluran dan isolator jaringan distribusi tenaga listrik

### 1. Pemasangan isolator pada jaringan distribusi

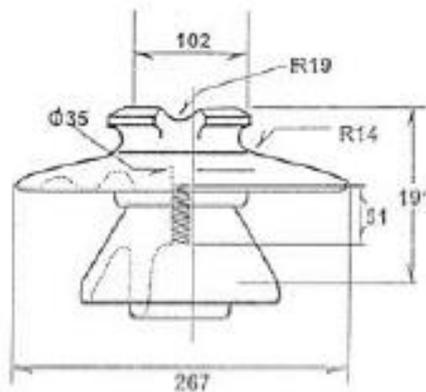
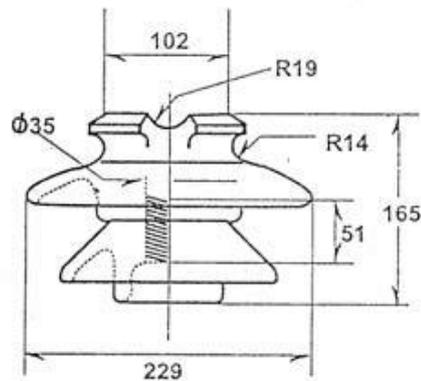
Isolator adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi untuk mengisolasi konduktor atau penghantar. Menurut fungsinya isolator dapat menahan berat dari konduktor / kawat penghantar, mengatur jarak dan sudut antar konduktor serta menahan adanya perubahan pada kawat penghantar akibat temperatur dan angin.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan isolator yang banyak digunakan pada sistem distribusi tenaga listrik adalah isolator dari bahan porselin / keramik dan isolator dari bahan gelas.

Beberapa jenis isolator yang digunakan untuk jaringan distribusi primer maupun sekunder adalah :

a. Isolator Jenis Pasak (*pin type insulator*).

Isolator jenis pasak (*pin type insulator*), digunakan pada tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudur (*angle pole*) untuk sudut  $5^\circ$  sampai  $30^\circ$ . Banyak terbuat dari bahan porselin maupun bahan gelas yang dibentuk dalam bentuk kepingan dan bagian bawahnya diberi suatu pasak (*pin*) yang terbuat dari bahan besi atau baja tempaan. Tiap kepingan diikat oleh suatu bahan semen yang berkualitas baik. Bentuk kepingan dibuat mengembang ke bawah seperti payung, untuk menghindarkan air hujan yang menimpa permukaan kepingan secara mudah. Banyaknya kepingan tergantung pada kekuatan listrik bahan kepingan. Biasanya jumlah kepingan ini maksimum lima buah. Isolator pasak yang mempunyai satu keping, biasanya digunakan untuk jaringan distribusi sekunder pada tegangan 6 kV ke bawah yang terbuat dari bahan gelas atau porselin. Untuk jaringan distribusi primer biasanya terdiri dari dua keping yang terbuat dari bahan porselin. Isolator jenis pasak ini banyak digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dengan kekuatan tarikan sudut (*angle tensile strenght*) hingga  $10^\circ$ . Kawat penghantar jaringan diletakkan di bagian atas untuk posisi jaringan lurus, sedangkan untuk jaringan dengan sudut di bawah  $10^\circ$  kawat penghantarnya diikat pada bagian samping agar dapat memikul tarikan kawat. Dindingkan dengan isolator jenis gantung, karena kekuatan isolator jenis pasak ini ditentukan oleh kekuatan pasaknya terhadap gaya tarikan kawat penghantar.



Gambar 22. Kontruksi isolator jenis pasak

Pemasangan isolator jenis pasak ini direncanakan pada puncak tiang maupun pada palang kayu (*cross-arm*) yang disekrupkan pada isolator tersebut. Pemasangan isolator jenis pasak pada tiang kayu saluran satu fasa yang memiliki sudut :  $0^\circ$  sampai  $5^\circ$ , dan sudut  $5^\circ$  sampai  $30^\circ$ , serta untuk saluran tiga fasa dengan sudut  $0^\circ$  sampai  $5^\circ$ , dan untuk sudut  $5^\circ$  sampai  $30^\circ$ .

Isolator jenis pasak banyak digunakan karena :

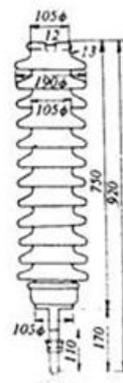
- a. lebih banyak jaringan dibuat lurus
- b. Sudut saluran dibuat kurang dari  $15^\circ$
- c. Isolator jenis gantung lebih mahal dari isolator jenis pasak
- d. Konstruksi tiang dibuat dengan *cross-arm* (*travers*) lebih menonjolkan ke luar sudut.

b. Isolator Jenis Pos (*post type insulator*).

Kekuatan mekanis isolator jenis pos ini lebih tinggi dibandingkan isolator jenis pasak. Isolator jenis pos (*post type insulator*) digunakan pada tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudut (*angle pole*) untuk sudut  $5^\circ$  sampai  $15^\circ$ . Isolator jenis pos yang digunakan untuk jaringan distribusi 20 kV, memiliki tegangan tembus sebesar 35 kV dengan kekuatan tarik (*tensile strenght*) sebesar 5000 pon.

Dibandingkan dengan isolator jenis pasak, isolator jenis pos ini lebih sederhana perencanaannya. Diameternya lebih kecil dan tak menggunakan kepingan-kepingan seperti isolator jenis pasak. Terdapat lekukan-lekukan pada permukaannya untuk mengurangi hantaran yang terjadi pada isolator. Makin tinggi tegangan isolasinya makin banyak lekukan-lekukan tersebut.

Isolator jenis pos ini bagian atasnya diberi tutup (*cap*) dan bagian bawah diberi pasak yang terbuat dari bahan besi atau baja tempaan. Bahan yang digunakan untuk isolator jenis pos ini terbuat dari bahan porselin basah yang murah harganya.



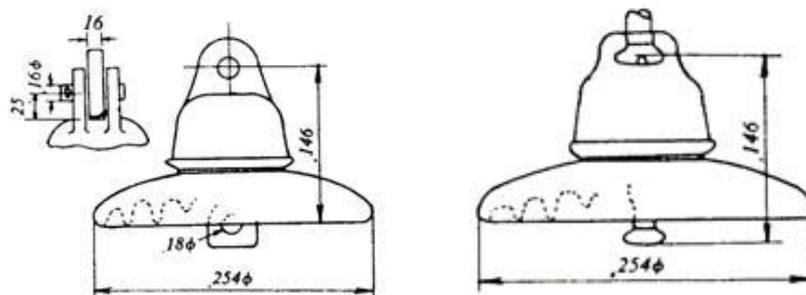
Gambar 23. Konstruksi isolator jenis pos

c. Isolator jenis gantung (*suspension type insulator*).

Isolator jenis gantung (*suspension type insulator*), digunakan pada tiang-tiang sudut (*angle pole*) untuk sudut  $30^\circ$  sampai  $90^\circ$ ,

tiang belokan tajam, dan tiang ujung (*deadend pole*). Isolator jenis clevis lebih banyak digunakan karena lebih kokoh dan kuat dalam penggandengannya, serta tidak ada kemungkinan lepas dari gandengannya, karena pada ujungnya digunakan mur baut untuk mengikatnya. Isolator gantung (*suspension insulator*) terdiri dari sebuah piringan yang terbuat dari bahan porselin, dengan tutup (*cap*) dari bahan besi tempaan (*malleable iron*) dan pasaknya terbuat dari bahan baja yang diikatkan dengan semen yang berkualitas, sehingga membentuk satu unit isolator yang berkualitas tinggi.

Dibandingkan isolator jenis pasak, isolator gantung ini hanya mempunyai satu piringan yang terbuat dari bahan porselin atau bahan gelas biru kelabu (*blue gray glaze*). Dengan menggunakan bahan gelas biru kelabu ini harga isolator dapat ditekan lebih murah dan dapat digunakan untuk beberapa gandengan. Umumnya isolator gantung dengan bahan gelas ini digunakan untuk jaringan distribusi primer, sedangkan isolator gantung dari bahan porselin banyak digunakan untuk gandengan-gandengan pada jaringan transmisi tegangan tinggi.



Gambar 24. Kontruksi isolator jenis gantung

Isolator gantung jenis clevis dan jenis ball and socket

Dilihat dari konstruksinya, isolator gantung ini dikenal dalam dua jenis, yaitu jenis clevis dan jenis ball and socket. Jenis

clevis ini memiliki bentuk tutup (*cap*) dan pasaknya (*pin*) berbentuk pipih dengan lubang ditengahnya, yang digunakan untuk keperluan penggandengan dari beberapa isolator gantung dengan mengikatnya dengan mur baut sehingga bisa lebih kuat penggandengannya. Jenis ball and socket memiliki bentuk tutup (*cap*) berlubang (*socket*) untuk menyangkutkan pasak (*pin*) yang berbentuk bulat (*ball*), sehingga penggandengan dari beberapa isolator gantung tidak menggunakan baut (*bolt*) lagi. Kedua jenis ini yang paling banyak dipakai adalah jenis clevis, karena dibandingkan dengan jenis ball and socket maka jenis clevis ini lebih kokoh dan kuat serta tidak ada kemungkinan lepas.

Isolator gantung mempunyai kualitas tegangan isolasi tidak begitu tinggi dibandingkan isolator jenis pasak, karena isolator gantung hanya memiliki satu piringan untuk setiap unit isolator. Oleh sebab itu agar memenuhi kebutuhannya maka isolator gantung ini digandeng-gandengkan satu unit dengan unit yang lain agar mendapatkan kualitas tegangan isolasi yang tinggi. Bila digandengkan isolator gandeng mempunyai kualitas yang lebih tinggi dari isolator jenis pasak. Makin banyak gandengannya makin tinggi kualitas tegangan isolasinya.

d. Isolator Jenis Cincin (*spool type insulator*).

Isolator jenis cincin (*spool type insulator*), digunakan pada tiang lurus (*tangent pole*) dengan sudut  $0^\circ$  sampai  $10^\circ$ , yang dipasang secara horizontal maupun vertikal. Isolator cincin bentuknya bulat berlubang ditengahnya seperti cincin yang hanya terdapat satu atau dua lekukan saja yang seluruhnya terbuat dari bahan porselin.



Gambar 25. Konstruksi isolator jenis cincin

Isolator cincin ini tidak menggunakan pasak (*pin*) sehingga isolator cincin memiliki kualitas tegangannya lebih rendah. Biasanya tak lebih dari 3 kV. Isolator cincin ini besarnya tidak lebih dari 7,5 cm tinggi maupun diameternya, yang dipasangkan pada jaringan distribusi sekunder serta saluran pelayanan ke rumah-rumah. Isolator ini dipasang pada sebuah *clamp* (pengapit) dengan sebuah pasak yang dimasukkan ke dalam lubang ditengahnya.

Pemasangan secara horizontal digunakan untuk jaringan lurus (*tangent line*) dengan sudut antara  $0^\circ$  sampai  $10^\circ$ . Untuk jaringan lurus (*angle line*) untuk sudut lebih dari  $10^\circ$  dipasang pada kedudukan vertikal. Kesemuanya dipasang pada tiang penyangga dengan jarak satu meter dari tiang atau 60 cm dari palang kayu (*cross arm*).

## 2. Kerusakan pada bahan isolator jaringan distribusi

Kerusakan isolator pada jaringan distribusi banyak disebabkan karena

- a. Unsur isolasi yang sudah tua
- b. Gangguan mekanis, seperti terkena benturan atau hentakan yang keras.
- c. Panas yang berlebihan, yang melebihi ambang batas yang diperkenankan
- d. Kesalahan dalam pemasangan

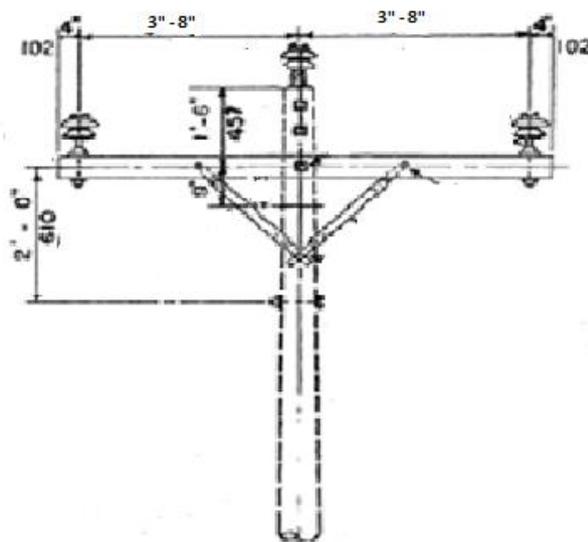
## 3. Teknik pemasangan saluran jaringan distribusi tenaga listrik

Melihat bentuk konstruksi jaringan distribusi tenaga listrik saluran udara, maka dikenal 2 macam konstruksi, yaitu :

a. Tiang horizontal

Keuntungannya

Tekanan angin yang terjadi, terfokus pada wilayah cross-arm (*travers*). Dapat digunakan untuk saluran ganda tiga fasa



Gambar 26. Tiang dalam konstruksi horizontal

Kerugiannya

- a. Lebih banyak menggunakan cross-arm (*travers*)
- b. Beban tiang (tekanan ke bawah) lebih berat.
- c. Lebih banyak menggunakan isolator

b. Tiang vertikal

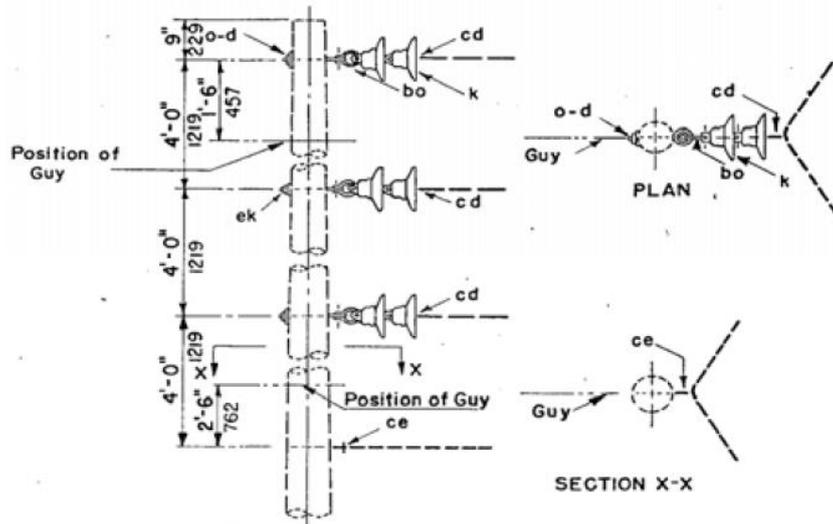
Keuntungannya

- 1) Sangat cocok untuk wilayah yang memiliki bangunan tinggi
- 2) Beban tiang (tekanan ke bawah) lebih sedikit
- 3) Isolator jenis pasak (pin insulator) jarang digunakan
- 4) Tanpa menggunakan cross-arm (*travers*)

Kerugiannya

- 1) Tekanan angin merata di bagian tiang

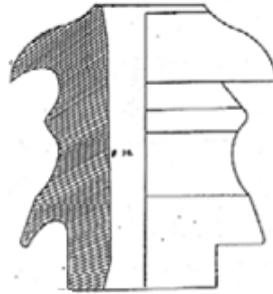
2) Terbatas hanya untuk saluran tunggal tiga fasa



Gambar 27. Tiang dalam konstruksi vertikal

Pada Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) Isolator SUTR adalah suatu alat untuk mengisolasi kawat penghantar dengan tiang dan traves. Isolator yang baik harus memiliki ciri-ciri, yaitu sudut dan lekukkan yang licin dan tidak tajam, guna menghindari kerusakan kawat penghantar akibat tekanan mekanis pada saat pemasangan. Disamping itu isolator SUTR harus memenuhi persamaan mekanis, elektrik, dan termis, mempunyai ketahanan terhadap tembusan dan loncatan arus rambat listrik. Juga tahan terhadap gaya mekanis, perubahan suhu, dan cuaca sesuai dengan keadaan kerja setempat.

Pada pemasangan SUTR pemakaian jenis isolator dibedakan sesuai dengan lokasi berdiri tiang. Untuk tiang yang berdiri ditengah tengah jaringan yang lurus digunakan isolator pasak type "RM". Lokasi tiang yang berdiri pada akhir atau ditikungan jaringan SUTR digunakan isolator pasak jenis Spool Isolator dan Isolator pasak Type "A", dan isolator line-post. Sedangkan untuk tiang penegangan dipergunakan isolator gantung.



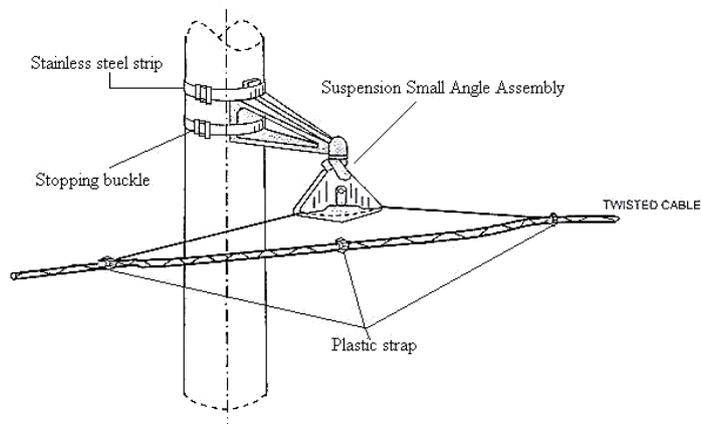
Gambar 28. Isolator pasak jenis spool

Isolator jenis pasak tipe A. Sebelum isolator dipasang pada SUTR terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan secara visual mengenai bentuk ukuran, dan keadaan isolator itu sendiri Disamping itu isolator harus terbuat dari bahan porselen yang diglasir, mempunyai kualitas isolator arus listrik tinggi, tidak berlapis-lapis, tidak berlubang, dan tidak cacat. Bahan pin isolator harus diglavanis sehingga tidak mudah berkarat. Pemasangan pin pada poros isolator harus lurus. Pemasangan pin pada poros idolator dilakukan dengan coran timah hitam.

Ada 10 jenis konstruksi jaringan distribusi tegangan rendah, yang masing-masing sesuai dengan kondisi/rute

1. Konstruksi TR-1.

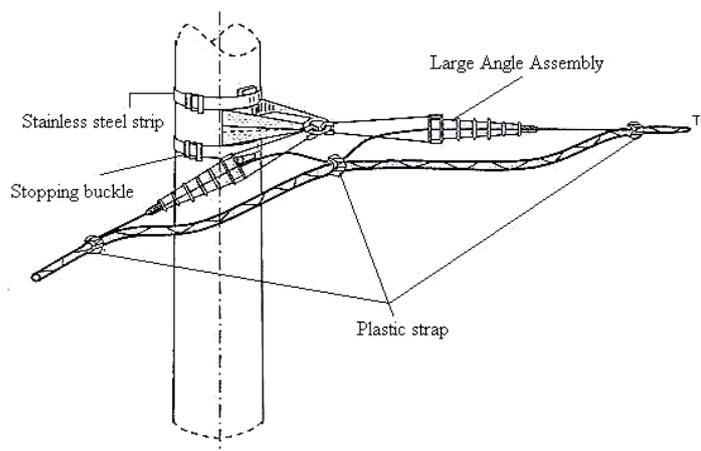
Konstruksi TR-1 merupakan konstruksi saluran kabel udara tegangan rendah (SKUTR) yang menggunakan *suspension small angle assembly* (penggantung untuk tiang sangga/tumpu).



Gambar 29. Kontruksi pemasangan SKUTR Tiang Sudut TR1

2. Konstruksi TR-2.

Konstruksi TR-2 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR dengan sudut kurang dari  $45^\circ$ , dengan menggunakan *large angle assembly* (penggantung untuk tiang belokan/sudut). TR-2 ini termasuk tiang sudut, yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik, dimana pada tiang tersebut arah penghantar membelok dan arah gaya tarikan kawat horizontal.

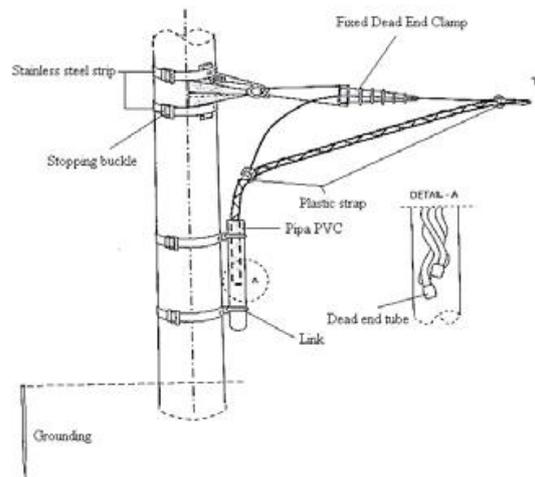


Gambar 30. Konstruksi pemasangan SKUTR Tiang Sudut TR2

3. Konstruksi TR-3.

Konstruksi TR-3 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR untuk tiang akhir atau tiang awal dengan *treck schoor*. Pengait kabel

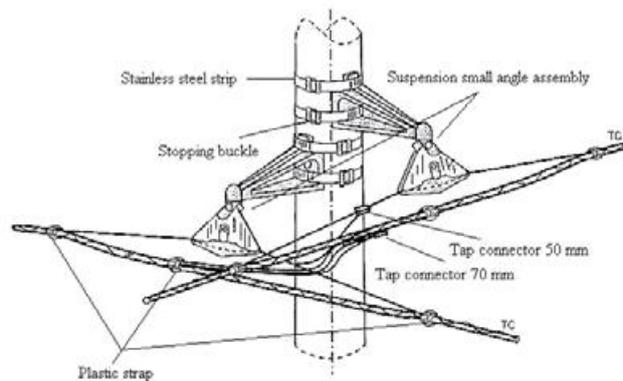
digunakan *fixed dead-end clamp complete plastic strip* (peralatan untuk penarik pada tiang awal/akhir lengkap dengan *plastic strap*).



Gambar 31. Kontruksi pemasangan SKUTR Tiang Sudut TR3

4. Konstruksi TR-4.

Konstruksi TR-4 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR sebagai tiang penyangga pada persimpangan (silang). Kedua saluran dikaitkan pada *suspension small angle assambly*.

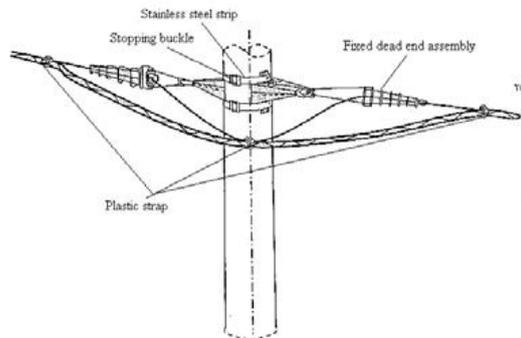


Gambar 32. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang Penyangga Pada Persimpangan TR4

5. Konstruksi TR-5.

Konstruksi tiang TR-5 merupakan konstruks pemasangan SKUTR pada tiang penegang. Kabel dikaitkan pada *fixed dead-end assambly*. Tiang penegang/tiang tarik adalah tiang yang dipasang pada saluran

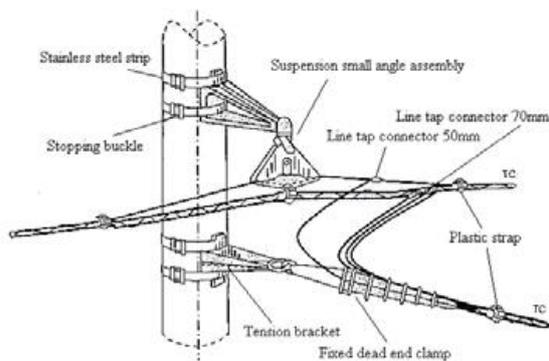
listrik yang lurus dimana gaya tarik kawat pekerja terhadap tiang dari dua arah yang berlawanan.



Gambar 33. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang Penegang TR5

6. Konstruksi TR-6.

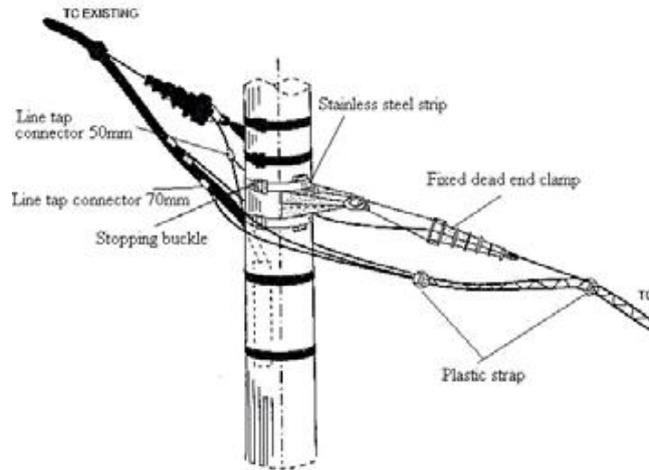
Konstruksi TR-6 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR pada tiang pencabangan, yang menggunakan *suspension small angle assembly* dan *fixed dead-end assembly* untuk mengaitkan kabel.



Gambar 34. Konstruksi pemasangan SKUTR tiang pencabangan TR6.

7. Konstruksi TR-7.

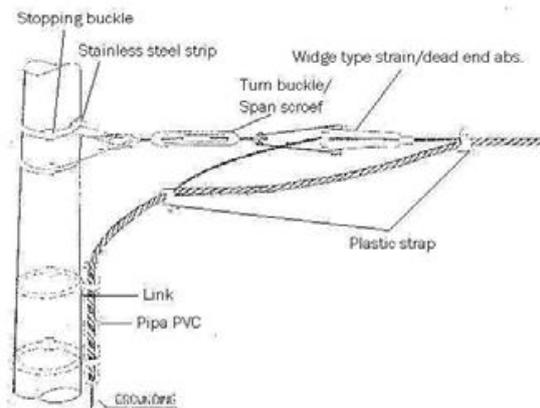
Konstruksi TR-7 merupakan konstruksi penyambungan SKUTR dengan existing dengan menggunakan *fixed dead-end assembly*.



Gambar 35. Konstruksi pemasangan SKUTR dengan existing TR7

8. Konstruksi TR-8.

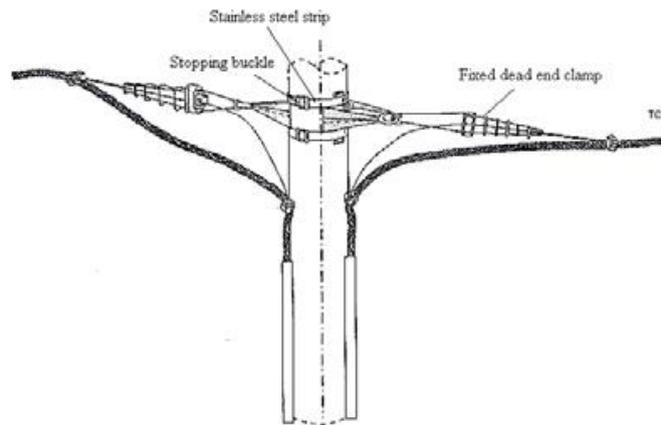
Merupakan konstruksi pemasangan SKUTR pada tiang awal atau tiang akhir dengan menggunakan adjustable.



Gambar 36. Konstruksi pemasangan SKUTR dengan *Ajustable* TR8

9. Konstruksi TR-9.

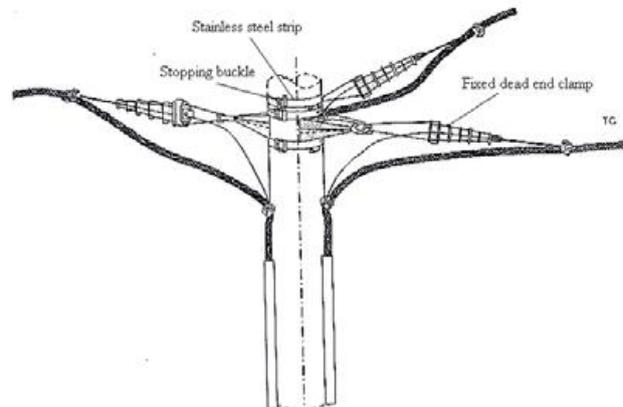
Konstruksi TR-9 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR pada trafo tiang, dengan menggunakan *fixed dead-end clamp* untuk mengikat kabel



Gambar 37. Konstruksi Pemasangan SKUTR Trafo Tiang TR9

#### 10. Konstruksi TR-10.

Konstruksi TR-10 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR pada trafo tiang untuk tiga jurusan. Pengikat kabel digunakan *fixed dead-end clamp*.



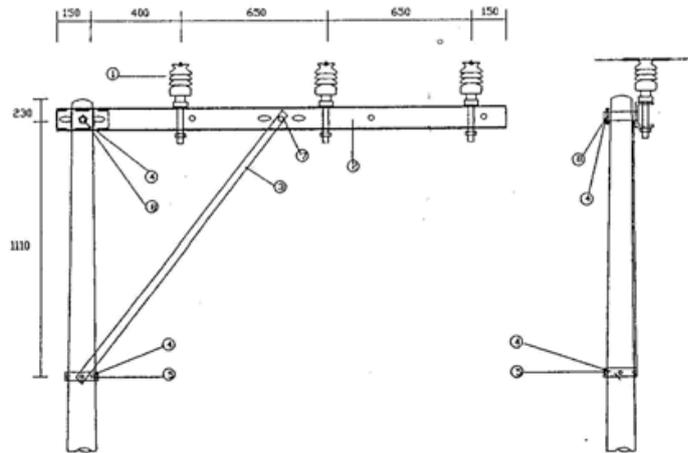
Gambar 38. Konstruksi Pemasangan SKUTR pada Trafo Tiang TR10

### Konstruksi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah

#### 1. Konstruksi TM-1.

Konstruksi TM-1 merupakan tiang tumpu yang digunakan untuk rute jaringan lurus, dengan satu traves (cross-arm) dan menggunakan tiga buah isolator jenis pin insulator dan tidak memakai treck skoor (guy wire). Penggunaan konstruksi TM-1 ini hanya dapat dilakukan pada sudut  $170^{\circ}$ - $180^{\circ}$ . Konstruksi TM-1 ini termasuk tiang penyangga yang

merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik yang lurus dan hanya berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar dimana gaya yang ditanggung oleh tiang adalah gaya karena beban kawat.

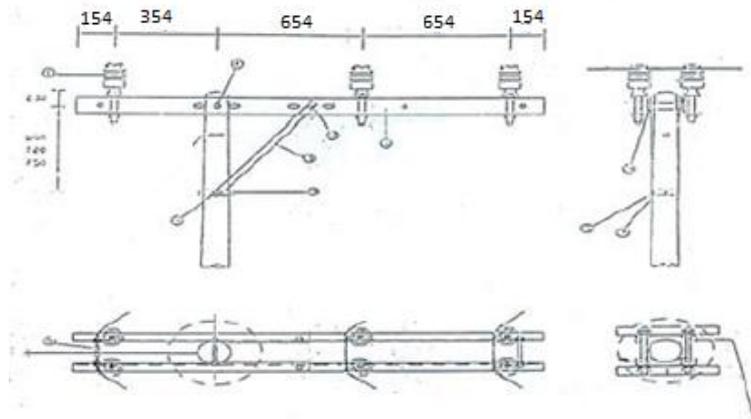


Gambar 39. Konstruksi tiang penyangga TM-1 SUTM

Konstruksi TM-1D. Pada dasarnya konstruksi TM-1D sama dengan TM-1, bedanya TM-1D digunakan untuk saluran ganda (*double sircuit*), dengan dua traves (cross-arm) dan enam buah isolator jenis pin insulator. Satu traves diletakkan pada puncak tiang, sedangkan traves yang lain diletakkan dibawahnya.

## 2. Konstruksi TM-2.

Konstruksi TM-2. Konstruksi TM-2 digunakan untuk tiang tikungan dengan sudut  $150^{\circ}$  –  $170^{\circ}$ , menggunakan double traves dan double isolator. Karena tiang sudut maka konstruksi TM-2 mempunyai track skoor.

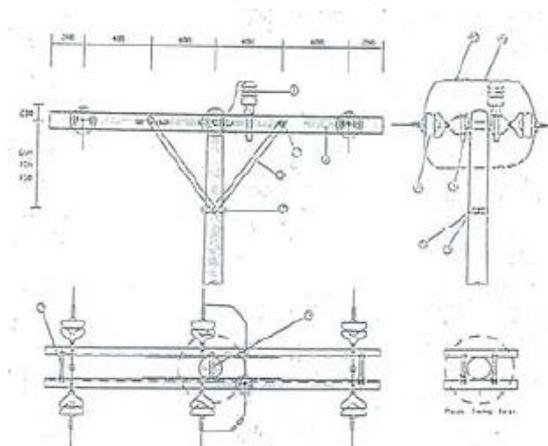


Gambar 40. Konstruksi tiang sudut TM-2 SUTM

Konstruksi TM-2 ini termasuk tiang sudut, yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik, dimana pada tiang tersebut arah penghantar membelok dan arah gaya tarikan kawat horizontal. Konstruksi TM-2D. Konstruksi TM-2D mempunyai konstruksi sama dengan TM-2, bedanya TM-2D digunakan untuk saluran ganda (double sirkuit), dan menggunakan double track school yang diletakkan dibawah masing-masing traves.

### 3. Konstruksi TM-3.

Konstruksi TM-3 terpasang pada konstruksi tiang lurus, mempunyai double traves. Isolator yang digunakan enam buah isolator jenis suspension insulator dan tiga buah isolator jenis pin insulator. Konstruksi TM-3 ini tidak memakai track school.

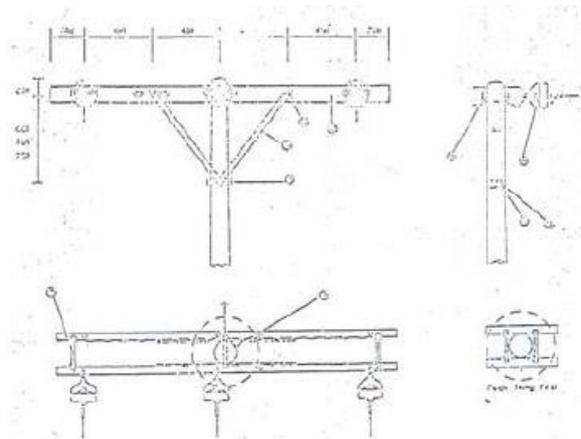


Gambar 41. Konstruksi tiang penegang TM-3 SUTM

Konstruksi TM-3D. Konstruksi TM-3D sama dengan konstruksi TM-3, bedanya TM-3D digunakan untuk saluran ganda (double sirkuit), empat buah traves, 12 isolator jenis suspension insulator, dan 6 isolator jenis pin insulator.

4. Konstruksi TM-4.

Konstruksi TM-4. Konstruksi TM-4 digunakan pada konstruksi tiang TM akhir. Mempunyai double traves, dengan tiga buah isolator jenis suspension insulator dan memakai track schoor.

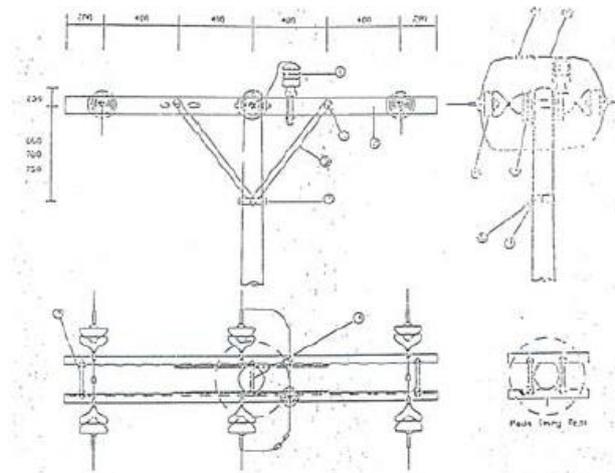


Gambar 42. Konstruksi tiang akhir TM-4 SUTM

Konstruksi TM-4 ini termasuk tiang awal atau tiang akhir yang merupakan tiang yang dipasang pada permulaan atau pada akhir penerikan kawat penghantar, dimana gaya tarikan kawat pekerja terhadap tiang dari satu arah. Konstruksi TM-4D. Konstruksi TM-4D sama dengan konstruksi TM-4, bedanya TM-4D mempunyai double sirkuit dengan double track schoor.

5. Konstruksi TM-5.

Konstruksi TM-5. Terpasang pada konstruksi tiang TM lurus dengan belokan antara  $120^\circ - 180^\circ$ , menggunakan double traves dengan enam buah isolator jenis suspension dan tiga buah isolator jenis pin insulator, dan memakai track schoor.

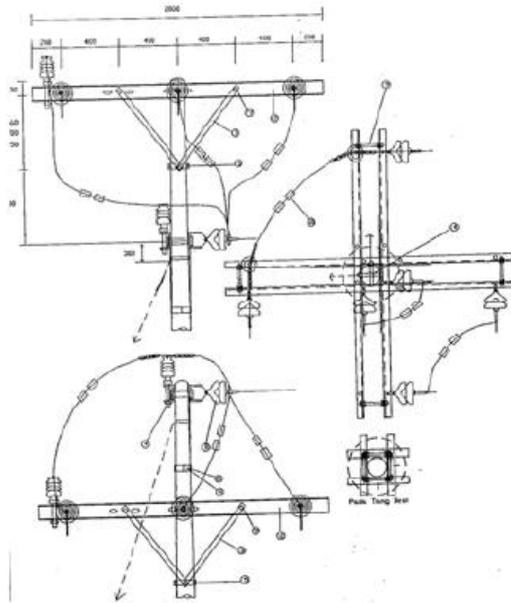


Gambar 43. Konstruksi tiang penegang TM-5 SUTM

Konstruksi TM-5D. Konstruksi TM-5D sama dengan TM-5, namun TM-5D digunakan untuk saluran ganda (double sirkuit) dengan double track school.

6. Konstruksi TM-6.

Konstruksi TM-6 ini terpasang pada konstruksi tiang TM siku ( $60^\circ - 90^\circ$ ). Masing-masing double traves disilang 4. Isolator yang digunakan jenis suspension insulator sebanyak 6 buah dan satu isolator jenis pin insulator. Konstruksi ini memakai track skoor ganda. Konstruksi TM-6 ini termasuk tiang sudut, yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik, dimana pada tiang tersebut arah penghantar membelok dan arah gaya tarikan kawat horizontal.



Gambar 44. Konstruksi tiang belokan TM-6 SUTM

7. Konstruksi TM-7.

Konstruksi TM-7 digunakan pada konstruksi percabangan jaringan tegangan menengah dengan sudut siku ( $90^\circ$ ). Masing-masing double traves disilang 4. Pada TM induk memakai isolator suspension, pada TM percabangan juga memakai isolator suspension dan menggunakan isolator jenis pin. Konstruksi ini memakai track skoor. Konstruksi TM-7D terpasang pada konstruksi percabangan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) sudut siku ( $90^\circ$ ). Masing-masing satu traves disilang 2. TM induk memakai isolator tumpu dan pada TN percabangan juga memakai isolator tumpu. Type isolator tumpu. Dan memakai track skoor.

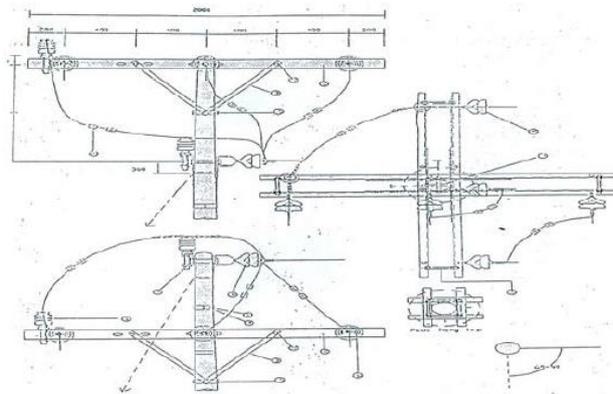
8. Konstruksi TM-8.

Konstruksi TM-8 ini terpasang pada konstruksi percabangan JTM sudut siku ( $90^\circ$ ). Masing-masing double traves disilang 4. TM induk memakai isolator tumpu dan TM percabangan memakai isolator suspension. Type isolator yang digunakan ada dua jenis. Memakai track skoor. TM-8 hampir sama dengan TM-7 hanya bedanya pada

isolator TM induknya. Konstruksi TM-8D sama dengan TM-8 hanya bedanya TM-8D mempunyai double sirkuit.

9. Konstruksi TM-9.

Konstruksi TM-9 terpasang pada konstruksi jaringan TM penyangga lurus. Satu traves. Type isolator tumpu. Tidak pakai treck skoor. TM-9 biasanya lebih banyak digunakan pada daerah perkotaan yang banyak bangunan.



Gambar 45. Kontruksi tiang penyangga TM-9

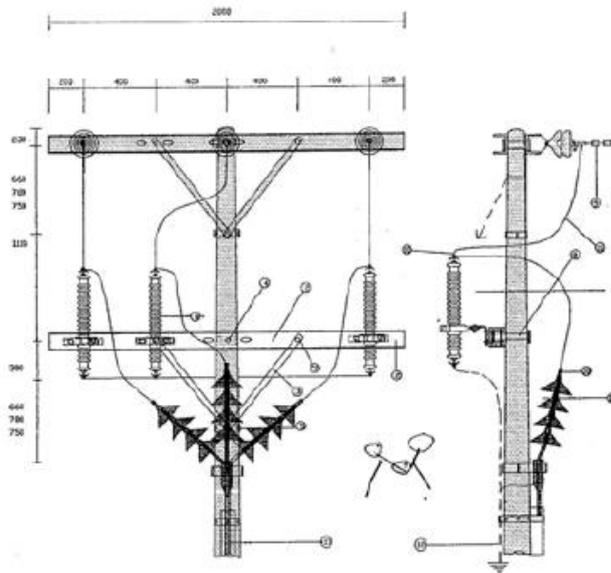
Konstruksi TM-9 ini termasuk konstruksi tiang penyangga yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik yang lurus dan hanya berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar dimana gaya yang ditanggung oleh tiang adalah gaya karena beban kawat.

10. Konstruksi TM-10.

Konstruksi TM-10 sama dengan konstruksi TM-6. TM-10 terpasang pada konstruksi tiang tikungan siku (sudut  $60^\circ - 90^\circ$ ). Masing-masing double traves disilang 4. Isolator type suspension. Memakai treck skoo ganda.

11. Konstruksi TM-11.

Konstruksi TM-11 terpasang pada konstruksi tiang TM akhir, Opstijg kabel. TM double traves. Isolator type suspension. Satu traves untuk lightnig arrester. Dan memakai treck skoor.



Gambar 46. Konstruksi Tiang opstlk kabel TM-11 SUTM

Konstruksi TM-11 merupakan tiang akhir yang merupakan tiang yang dipasang pada permulaan dan akhir penerikan kawat penghantar, dimana gaya tarikan kawat pekerja terhadap tiang dari satu arah.

#### 12. Konstruksi TM-12.

Konstruksi TM-12 merupakan tiang penyangga lurus. Terpasang pada konstruksi tiang pada hutan lindung. Mempunyai isolator jenis tumpu. Tidak memakai traves. Konstruksi TM-12 merupakan tiang penyangga, yaitu tiang yang dipasang pada saluran listrik yang lurus dan hanya berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar dimana gaya yang ditanggung oleh tiang adalah gaya karena beban kawat.

#### 13. Konstruksi TM-13.

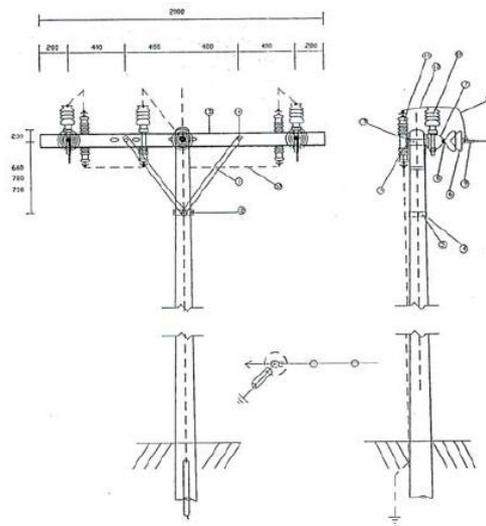
Konstruksi TM-13. Merupakan konstruksi tiang penyangga lurus. Terpasang pada konstruksi tiang hutan lindung. Isolator type tumpu. Tidak memakai traves, konstruksi TM-13 merupakan tiang penyangga, yaitu tiang yang dipasang pada saluran listrik yang lurus dan hanya berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar dimana gaya yang ditanggung oleh tiang adalah gaya karena beban kawat.

14. Konstruksi TM-14.

Konstruksi TM-14 merupakan konstruksi tiang tarik vertical (sudut  $150^\circ - 170^\circ$ ). Terpasang pada konstruksi tiang hutan lindung. Type isolator suspension. Tidak memakai traves.

15. Konstruksi TM-15.

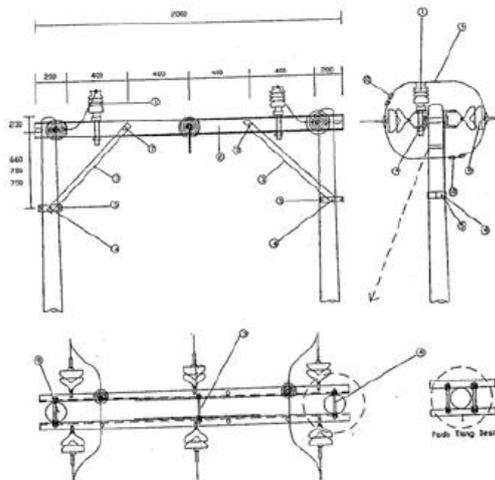
Konstruksi TM-15 merupakan TM yang terpasang pada konstruksi tiang tarik akhir dengan menggunakan Arrester. Mempunyai double traves. Type isolator tumpu. Memakai track skoor. Konstruksi TM-15 merupakan tiang akhir, yang merupakan tiang yang dipasang pada permulaan dan akhir penerikan kawat penghantar, Dimana gaya tarikan kawat pekerja terhadap tiang dari satu arah.



Gambar 47. Konstruksi tiang akhir dengan arrester TM-15 SUTM

16. Konstruksi TM-16.

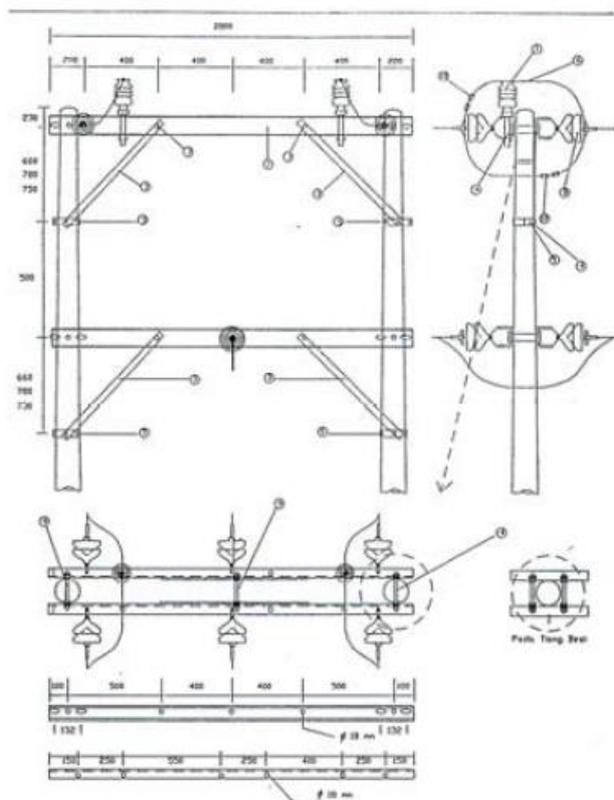
Konstruksi TM-16 merupakan konstruksi tiang portal dengan double traves. Isolator yang digunakan jenis suspension, dan jenis pin. Konstruksi TM-16 digunakan untuk jaringan yang melalui sungai dengan track schoor.



Gambar 48. Konstruksi tiang portal (Single Arm) TM-16 SUTM

#### 17. Konstruksi TM-16A.

Konstruksi TM-16.A hampir sama dengan konstruksi TM-16 hanya pada TM-16A digunakan untuk double circuit dengan 2 pasang double traves.



Gambar 49. Konstruksi tiang portal (Double Arm) TM-16A SUTM

18. Konstruksi TM-17.

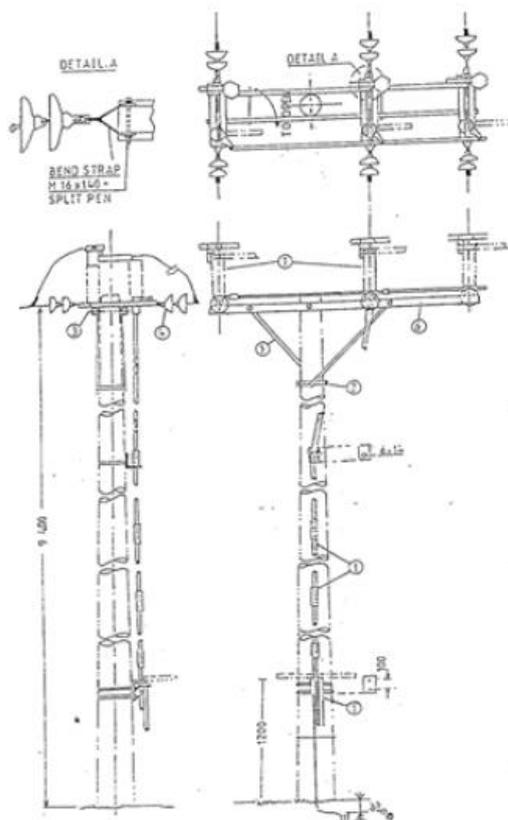
Konstruksi TM-17 merupakan konstruksi tiang tarik vertikal dengan menggunakan isolator jenis suspension dan isolator jenis pin. Konstruksi TM-17 ini digunakan untuk jaringan bersudut  $120^{\circ}$ - $180^{\circ}$  dengan track school.

19. Konstruksi TM-18.

Konstruksi TM-18 ini digunakan untuk sudut  $90^{\circ}$  yang merupakan konstruksi tiang tarik vertikal yang menggunakan double track school. Isolator yang digunakan jenis suspension tanpa travers.

20. Konstruksi TM-19.

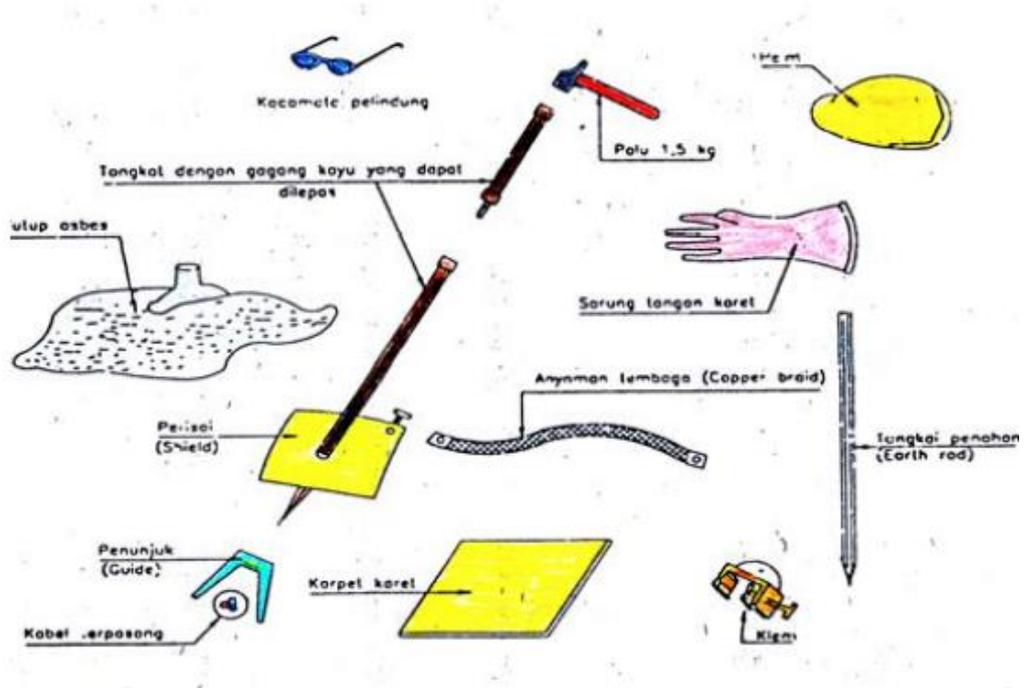
Konstruksi TM-19 merupakan tiang khusus yang dipasang LBS (Load Break Switch) pada bagian puncaknya. Mempunyai double traves. Isolator yang digunakan jenis suspension.



Gambar 50. Konstruksi tiang LBS TM-19 SUTM

### Bahan Bacaan 3

#### Peralatan dan perlengkapan Mekanik



Gambar 51. Peralatan yang digunakan dalam pemasangan saluran distribusi

#### 1. Sarung tangan 20 kv

Sarung tangan berbahan karet tebal yang dapat digunakan untuk melindungi diri pemakainya dari sengatan listrik max 20 kv. Sangat cocok digunakan oleh orang atau pekerja yang bersentuhan langsung dengan medan listrik bertegangan tinggi.

#### 2. Sepatu 20 kv

Sepatu yang terbuat dari bahan karet dan campuran bahan lain yang kekuatan / ketahanan sengatan listrik maximal 20 kv, Dari jenisnya sepatu di bagi menjadi 3 jenis yang berbeda dari sepatu keselamatan bahaya listrik yaitu sepatu safely, sepatu disipatif statis, dan sepatu konduktor.

##### a. Sepatu safely listrik

Sepatu bahaya listrik dirancang untuk menghambat (mengurangi secara singkat) aliran listrik melalui sepatu dan ke tanah, sehingga mengurangi kemungkinan sengatan listrik.

b. Sepatu konduktor

Sepatu safety konduktor dirancang untuk “membuang” listrik statis melalui sepatu dan ke tanah. Bahwa sepatu safety konduktor dikenakan di lingkungan yang sangat mudah terbakar dan meledak.

c. Sepatu disipatif statis

Sepatu ini dirancang untuk menghilangkan ( mengurangi ) jumlah listrik statis membangun-up pada tubuh penggunanya.

3. Helem atau safety helmet

Helem ini didesain untuk melindungi kepala dari jatuhnya benda dari atas. Pemakaian helem ini secara tepat dan benar dapat mengurangi konsekwensi yang mungkin timbul pada saat terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Dalam dalam menggunakan helem ini ada beberapa hal yang harus di perhatikan diantaranya :

- a) Sebelum digunakan, yakinkan bahwa helem itu dapat digunakan, pas dan nyaman di kepala peengguna tidak longgar dan tidak terlalu sempit), tidak rusak atau cacat.
- b) Pasang di kepala dengan benar 9 tidak miring, terlalu mendongkak, menunduk sehingga menutupi pandangan, atau terbalik.
- c) Jika berada di tempat yang tinggi dan kondisi berangin chain strip harus digunakan untuk menghindari helem yang dikenakan terbang karena tiupan angin kencang.

4. Saklar stock atau tongkat khusus

Saklar stock merupakan alat bantu untuk mengambil co yang tergantung. Saklar stock tersebut terbuat dari bahan piber yang

ujung atasnya dipasang sebuah pengait dan dapat dipanjangkan atau dipendekkan sesuai dengan keadaannya.

5. Kacamata

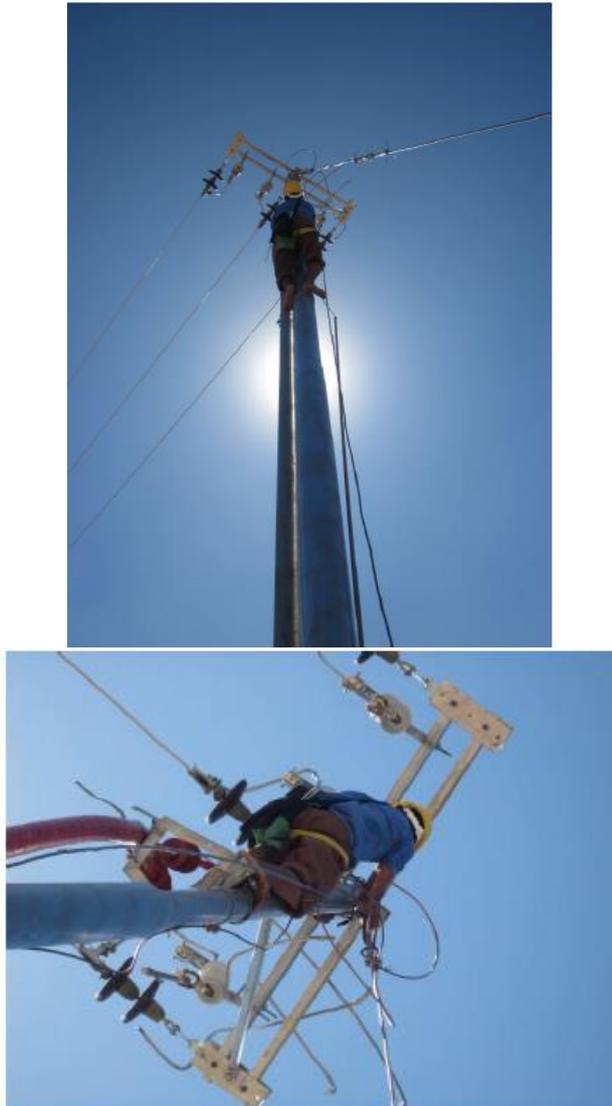
Kacamata merupakan pelindung mata. Berfungsi untuk melindungi mata supaya debu atau kotoran yang jatuh dari atas agar tidak langsung masuk kemata dan juga menghalau sinar matahari.

6. Senter / blor

Senter disini berguna saat malam hari untuk penglihatan.

7. Radio komunikasi

Radio ini berfungsi untuk berkomunikasi antar pegawai yang lainnya supaya tidak terjadi kecelakaan saat pelaksanaan.



Gambar 52. Perbaikan gangguan jaringan

#### 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. 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 bagian evaluasi

## E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihan ganda

1. Apakah arti simbol di bawah ini



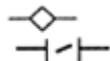
- a. PMS racked out
- b. PMT racket in
- c. PMS terbuka
- d. PMS racket in

2. Yang merupakan simbol PMS tanah terbuka?

a.



b.



c.



d.

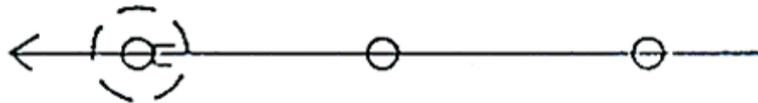


3. Simbol dibawah ini adalah



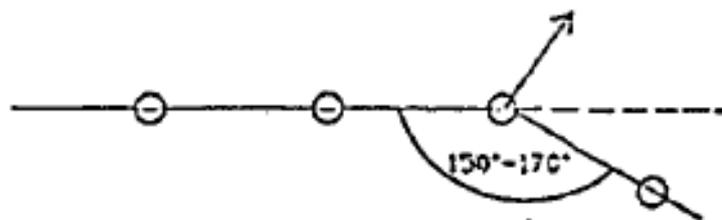
- a. Simbol tiang ujung
- b. Simbol tiang singgung
- c. Simbol tiang sudut
- d. Simbol tiang penegang

4. Simbol dibawah ini adalah



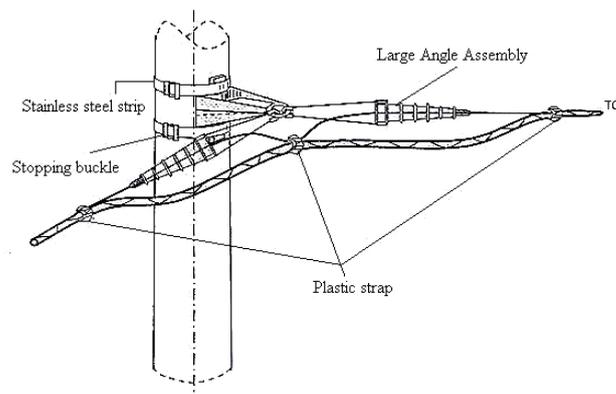
- a. Simbol tiang ujung
- b. Simbol tiang singgung
- c. Simbol tiang sudut
- d. Simbol tiang penegang

5. Simbol dibawah ini adalah



- a. Simbol tiang ujung
- b. Simbol tiang singgung
- c. Simbol tiang sudut
- d. Simbol tiang penegang

6. Isolator yang paling banyak digunakan pada saluran jaringan distribusi sekunder tegangan 6 Kv adalah
  - a. Isolator jenis pasak
  - b. Isolator jenis pos
  - c. Isolator jenis cincin
  - d. Isolator jenis gantung
7. Isolator yang paling banyak digunakan pada saluran jaringan distribusi sekunder tegangan tak lebih dari 3 kV adalah
  - a. Isolator jenis pasak
  - b. Isolator jenis pos
  - c. Isolator jenis cincin
  - d. Isolator jenis gantung
8. Berikut ini adalah erusakan bahan isolator pada jaringan distribusi, yang tidak termasuk adalah
  - a. Unsur isolasi yang sudah tua
  - b. Gangguan cuaca
  - c. Panas yang berlebihan, yang melebihi ambang batas yang diperkenankan
  - d. Kesalahan dalam pemasangan
9. Tiang saluran yang tidak menggunakan cross arm adalah
  - a. Tiang saluran vertikal
  - b. Tiang saluran horizontal
  - c. Tiang saluran sudut
  - d. Tiang saluran segiiga
10. Perhatikan gambar dibawah ini

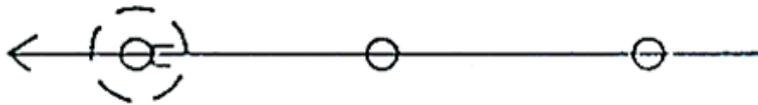


Apakah jenis konstruksi pemasangan isolator SKUTR diatas..

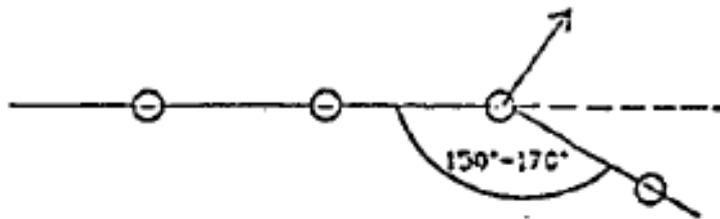
- a. Konstruksi TR-1.
- b. Konstruksi TR-2.
- c. Konstruksi TR-3.
- Konstruksi TR-4.

### Essay

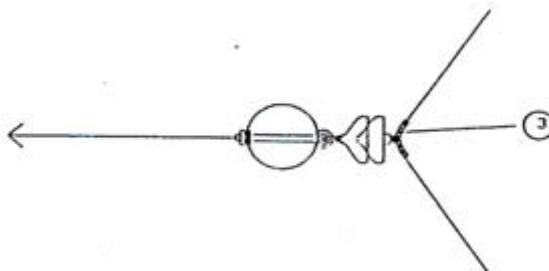
1. Jelaskan simbol dibawah ini



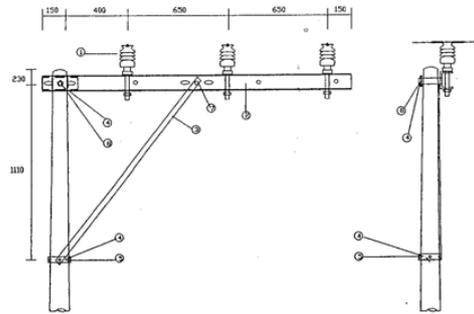
2. Jelaskan simbol dibawah ini



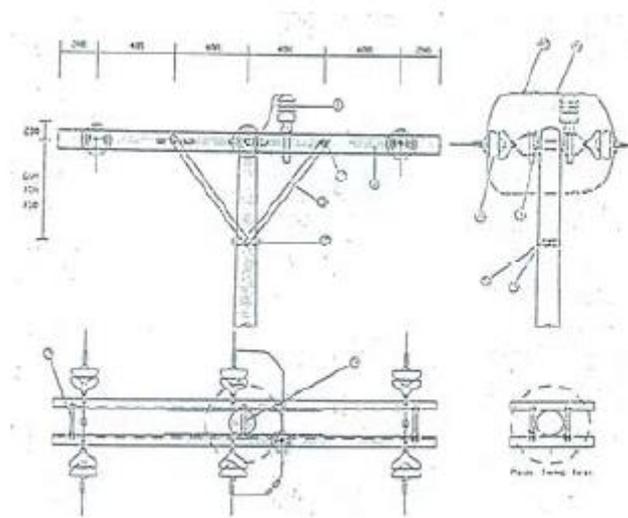
3. Jelaskan simbol dibawah ini



4. Tuliskan kerusakan bahan isolator jaringan distribusi
5. Tuliskan kekurangan tiang horizontal pada saluran jaringan distribusi.
6. Bagaimana pemasangan isolator pada saluran udara tegangan rendah jaringan distribusi?
7. Jelaskan gambar dibawah ini



8. Jelaskan gambar di bawah ini



9. Jelaskan 3 peralatan yang dibutuhkan dalam pemasangan saluran udara jaringan distribusi.

## F. Rangkuman

Pada sistem energi listrik jaringan distribusi merupakan bagian yang tak terpisahkan dan berhubungan langsung ke pelanggan, pusat – pusat beban dilayani langsung melalui jaringan distribusi. Dengan demikian secara umum kata distribusi mempunyai arti penyaluran/pengiriman dan pembagian ke beberapa tempat. Berdasarkan fungsinya terbagi menjadi tiang singgung digunakan untuk saluran lurus, tiang ujung yang berfungsi untuk merentangkan kawat. Tiang sudut untuk saluran yang memiliki sudut lebih besar dari 5 derajat. Tiang penegang ini digunakan untuk memperkuat tegangan kawat. Pada penggunaan isolator dibedakan menjadi besar kecil tegangan, yaitu tegangan rendah (SUTR) dan tegangan menengah/tinggi (SUTM).

Isolator adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi untuk mengisolasi konduktor atau penghantar. Beberapa jenis isolator yang digunakan untuk jaringan distribusi primer maupun sekunder adalah : Isolator jenis pasak (*pin type insulator*), digunakan pada tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudut (*angle pole*) untuk sudut 5° sampai 30°. Isolator jenis pos yang digunakan untuk jaringan distribusi 20 kV, memiliki tegangan tembus sebesar 35 kV dengan kekuatan tarik (*tensile strenght*) sebesar 5000 pon. Isolator jenis gantung (*suspension type insulator*), digunakan pada tiang-tiang sudut (*angle pole*) untuk sudut 30° sampai 90°, Isolator jenis cincin (*spool type insulator*), digunakan pada tiang lurus (*tangent pole*) dengan sudut 0° sampai 10°, yang dipasang secara horizontal maupun vertikal. Untuk jaringan lurus (*angle line*) untuk sudut lebih dari 10° dipasang pada kedudukan vertikal. Kesemuanya dipasang pada tiang penyangga dengan jarak satu meter dari tiang atau 60 cm dari palang kayu (*cross arm*). Pada pemasangan di saluran udara jaringan distribusi pemakaian jenis isolator dibedakan sesuai dengan lokasi berdiri tiang. Untuk tiang yang berdiri ditengah tengah jaringan yang lurus digunakan isolator pasak type “RM”. Lokasi tiang yang berdiri pada akhir atau ditikungan jaringan.

#### G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Hitunglah jumlah jawaban Anda yang benar. Kemudian gunakan formulasi berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi kegiatan belajar.

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

Jika Anda mencapai tingkat penguasaan  $\geq 75\%$ , Anda dapat meneruskan ke kegiatan belajar berikutnya. Apabila tingkat penguasaan Anda masih dibawah 75%, Anda harus mengulangi kegiatan belajar ini.

## KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

### 1. Kegiatan Pembelajaran 1

1. TIK adalah semua teknologi yang berhubungan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi. Pemahaman TIK yang demikian ini mencakup semua perangkat keras, perangkat lunak, kandungan isi, dan infrastruktur. Penerapan TIK pada pendidikan/pembelajaran mencakup perangkat keras, perangkat lunak, kandungan isi (materi pelajaran), dan infrastruktur yang fungsinya berkaitan dengan pengambilan, pengumpulan (akuisisi), pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi (materi pelajaran). Dengan demikian, pengertian TIK tidak lagi hanya sebatas pada hal-hal yang canggih (*sophisticated*), seperti komputer dan internet, tetapi juga mencakup yang konvensional, seperti bahan cetakan, kaset audio, Overhead Transparency (OHT)/Overhead Projector (OHP), bingkai suara (*sound slides*), radio, dan TV.
2. TIK selalu terdiri dari *hardware* dan *software*. *Hardware* atau perangkat keras adalah segala sesuatu peralatan teknologi yang berupa fisik. Ciri-ciri yang paling mudah adalah terlihat dan bisa disentuh. Sedangkan *software* atau perangkat lunak adalah sistem yang dapat menjalankan atau yang berjalan dalam perangkat keras tersebut. *Software* dapat berupa *operating system* (OS), aplikasi, ataupun konten.
3. Potensi-potensi TIK dalam pembelajaran antara lain dapat:
  - a. membuat konkrit konsep yang abstrak, misalnya untuk menjelaskan sistem peredaran darah;
  - b. membawa obyek yang berbahaya atau sukar didapat ke dalam lingkungan belajar, seperti: binatang-binatang buas, atau penguin dari kutub selatan;
  - c. menampilkan obyek yang terlalu besar, seperti pasar, candi borobudur;
  - d. menampilkan obyek yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti: mikro organisme;
  - e. mengamati gerakan yang terlalu cepat, misalnya dengan *slow motion* atau *time-lapse photography*;

- f. memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan lingkungannya;
  - g. memungkinkan keseragaman pengamatan dan persepsi bagi pengalaman belajar siswa;
  - h. membangkitkan motivasi belajar siswa;
  - i. menyajikan informasi belajar secara konsisten, akurat, berkualitas dan dapat diulang penggunaannya atau disimpan sesuai dengan kebutuhan; atau
  - j. menyajikan pesan atau informasi belajar secara serempak untuk lingkup sasaran yang sedikit/kecil atau banyak/luas, mengatasi batasan waktu (kapan saja) maupun ruang di mana saja).
4. Media pembelajaran adalah teknologi pembawa pesan yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran, antara lain: film, video, LCD, televisi, dan *slide proyektor*. Sebenarnya media pembelajaran tidak hanya terbatas pada media elektronik melainkan segala sesuatu yang digunakan untuk memperlancar proses belajar mengajar yang mempunyai tujuan agar materi yang diajarkan lebih mudah dipahami oleh peserta termasuk papan tulis, penggaris, buku, maupun peraga manual. Sehingga perbedaan alat peraga dan media, terletak pada fungsinya bukan pada substansinya. Media memiliki peran yang sangat penting dalam kegiatan pembelajaran. Media berfungsi menjembatani antara guru dan siswa dalam rangka menyampaikan materi bahan ajar, membantu siswa memahami bahan ajar dan memfasilitasi siswa melakukan kegiatan pembelajaran. Dan akhirnya media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang dan waktu, serta dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka. Penerapan TIK untuk media pembelajaran meliputi :
- Media yang tidak diproyeksikan (*non projected media*), contohnya: realita, model, bahan grafis (*graphical material*), display.
  - Media yang di proyeksikan (*projected media*), contohnya: *OHT, Slide, Opaque*.
  - Media audio (*audio*) kaset, contohnya: *vision, active audio vision*.
  - Media video (*video*).

- Media berbasis komputer (*computer based media*), contohnya: *Computer Assisted Instruction (CAI)*, *Computer Managed Instruction (CMI)*.
5. Multimedia merupakan kombinasi dari berbagai media seperti: audio, video, grafis, dan lain sebagainya. Multimedia diarahkan kepada komputer yang dalam perkembangannya sangat pesat, dan sangat membantu dalam dunia pendidikan. Program multimedia adalah media pembelajaran yang berbasis komputer. Media ini menggabungkan dan mensinergikan semua media yang terdiri dari teks, grafis, foto, video, animasi, musik, narasi, dan interaktivitas yang diprogram berdasarkan teori pembelajaran. Program ini sering disebut sebagai *CAI (Computer-Assisted Instruction)*, *CAL (Computer-Assisted Learning)*.
6. Kelebihan dari multimedia ini adalah memberikan kemudahan kepada siswa untuk belajar secara individual maupun secara kelompok. Selain memberikan kemudahan bagi guru dalam menyampaikan materi, media komputer juga memberikan rangsangan yang cukup besar dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. Penggunaan multimedia interaktif tidak terlepas dari penggunaan komputer sebagai media karena multimedia interaktif hanya dapat di jalankan melalui komputer atau teknologi berbasis komputer, sehingga selain pengadaan komputer dan program sebagai media yang dibutuhkan keterampilan dalam mengoperasikan komputer. Tiga tipe pemanfaatan multimedia pembelajaran, yaitu :
- Multimedia digunakan sebagai salah satu unsur pembelajaran di kelas. Misal jika guru menjelaskan suatu materi melalui pengajaran di kelas atau berdasarkan suatu buku acuan, maka multimedia digunakan sebagai media pelengkap untuk menjelaskan materi yang diajarkan di depan kelas. Latihan dan tes pada tipe pertama ini tidak diberikan dalam paket multimedia melainkan dalam bentuk print yang diberikan oleh guru.
  - Multimedia digunakan sebagai materi pembelajaran mandiri. Pada tipe kedua ini multimedia mungkin saja dapat mendukung pembelajaran di kelas mungkin juga tidak. Berbeda dengan tipe pertama, pada tipe kedua seluruh kebutuhan instruksional dari pengguna dipenuhi

seluruhnya di dalam paket multimedia. Artinya seluruh fasilitas bagi pembelajaran, termasuk latihan, *feedback* dan tes yang mendukung tujuan pembelajaran disediakan di dalam paket.

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

7. Beberapa kecenderungan sikap guru dalam pemanfaatan TIK untuk kepentingan pembelajaran.

- a. Tidak mau repot atau merasa puas dengan hasil pekerjaan yang telah dicapai
- b. Sikap yang menghendaki bukti konkrit terlebih dahulu
- c. Sikap yang sekedar melaksanakan tugas yang diberikan pimpinan sekolah
- d. Sikap yang suka mencoba hal-hal yang baru (responsif)
- e. Sikap pamrih dalam melaksanakan hal-hal yang baru
- f. Sikap ikut-ikutan agar tidak dikatakan ketinggalan jaman
- g. Sikap inovatif atau kreatif dalam melaksanakan tugas

## 1. Kegiatan Pembelajaran 2

### A. Pilihan Ganda

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

#### A. Essay

1. Tension clamp adalah alat untuk memegang ujung kawat penghantar, berfungsi untuk menahan tarikan kawat di tower tension. Pemasangan tension clamp harus benar-benar sempurna agar kawat penghantar tidak terlepas. Sisi lain dari tension clamp dihubungkan dengan perlengkapan isolator agar tidak terjadi pemanasan yang akhirnya dapat memutuskan hubungan kawat jumper. Pada tower tension dibutuhkan kawat penghubung antara kedua ujung kawat penghantar di kedua sisi cross arm, kawat ini disebut jumper. Bagian bawah tension clamp terdapat pelat berbentuk lidahbuntuk menghubungkan kawat jumper tersebut. Sambungan ini harus kuat dan kencang.
2. Armor rod adalah alat berupa sejumlah urat kawat yang dipilin, berfungsi untuk melindungi kawat dari kelelahan bahan maupun akibat adanya kerusakan. Bahan armor rod adalah aluminium keras, sehingga dapat menjepit kawat dengan erat.
3. Setiap isolator harus mempunyai spesifikasi dari fabrikasi yang mencantumkan:
  - Standar mutu, misalnya dari IEC
  - Type
  - Model sambungan
  - Panjang creepage atau alur (mm)
  - Kuat mekanik (kN)
  - Panjang antarsambungan (mm)
  - Berat satuan (kg)
  - Diameter (mm)
  - Tegangan lompatan api frekwensi rendah kondisi basah (kV)
  - Tegangan lompatan impuls kondisi kering (kV)
    - Tegangan tembus (kV)
4. Yang termasuk perlengkapan isolator adalah  
Yang termasuk dalam kategori perlengkapan isolator adalah pasangan-pasangan logam dan perlengkapan-perlengkapan lainnya untuk menghubungkan penghantar, isolator dan tiang transmisi.
  - a. Pasangan isolator

Pasangan isolator terbuat dari besi atau baja tempa yang ukurannya disesuaikan dengan tegangan, jenis dan ukuran penghantar, kekuatan mekanis serta konstruksi penopangnya. Dengan demikian dikenal baut-U, klevis (clevis), link, mata (eye), ball and socket, dsb yang mudah dihubung-hubungkan atau dipertukarkan.

b. Tanduk Api

Untuk mencegah lompatan api (flashover) pada gandengan isolator dipasang tanduk-tanduk api (arcing horns). Tanduk api dipasang pada ujung kawat dan ujung tanah dari isolator, serta dibentuk sedemikian rupa sehingga busur api tidak akan mengenai isolator disaat lompatan api terjadi.

c. Jepitan

Untuk penghantar dipakai pengapit gantungan (suspension clamps) dan pengapit tarikan (tension clamps). Sedang untuk kawat tanah dipakai pengapit sederhana.

5. Jenis isolator menurut bentuknya yaitu

1. Piringan yaitu isolator yang berbentuk piring, salah satu sisi dipasang semacam mangkuk logam dan sisi lainnya dipasang pasak. tinggi,
2. Isolator gantung maupun isolator tarik.
  - a. Long rod adalah isolator yang berbentuk batang panjang, di kedua ujungnya dipasang sarana penghubung yang terbuat dari logam. Sirip-sirip isolator berada di antara kedua ujung tersebut. Isolator jenis ini dipakai sebagai isolator gantung.
  - b. Pin isolator tidak digunakan di SUTT/SUTET
  - c. Post isolator adalah isolator berbentuk batang panjang, di kedua ujungnya dipasang sarana penghubung yang terbuat dari logam. Isolator ini dipakai sebagai isolator yang didudukkan.
1. Dua metode itu adalah Metode barehand yang merupakan suatu metode dimana pelaksana bekerja dengan menyentuh konduktor yang bertegangan, sehingga tidak ada perbedaan potensial antara

pelaksana dengan konduktor yang bertegangan. Kemudian metoda Hot Stick adalah suatu metode dimana pelaksana berada di sisi tower yang terisolasi dari konduktor bertegangan. Metode ini menggunakan peralatan hot stick dengan jarak tertentu sehingga aman dikerjakan.

2. Karena sebelum menyentuh konduktor, pelaksana sisi hot harus terlebih dahulu melakukan bonding ke konduktor bertegangan untuk menyamakan potensial antara pelaksana dengan konduktor.
3. Karena dengan menggunakan prinsip tersebut, seorang pekerja dapat dialiri tegangan listrik apabila dilindungi dalam sebuah sangkar Faraday yang diikat/dihubungkan ke konduktor bertegangan sehingga dapat bekerja pada konduktor dengan nyaman. Cara ini hanya dapat dilakukan oleh pekerja yang diisolasi dari bumi dan fasa lainnya.
4. Hot Stick adalah suatu metode dimana pelaksana berada di sisi tower yang terisolasi dari konduktor bertegangan. Dan hot stick ini adalah tongkat berisolasi yang harus mampu menahan tegangan 100 kV/feet selama 5 (lima) menit. Sedangkan universal stick merupakan Peralatan yang berfungsi sebagai alat bantu dimana pelaksana/pekerja tidak bisa menyentuh secara langsung ke daerah yang bertegangan
5. Peralatan kerja itu adalah
  - a. Hack Saw, dapat digunakan pada berbagai sudut dimana gergaji logam diperlukan dekat dengan konduktor bertegangan.
  - b. Screw Driver, berfungsi seperti obeng pada umumnya.
  - c. Shepherd Hook, pengait yang digunakan untuk membantu mendorong, menahan, mengait dan mengangkat string isolator. Terbuat dari aluminium campuran.
6. Diagram segaris sederhana tersebut menunjukkan satu generator sinkron dengan kumparan jangkar yang ada statornya dihubungkan ke trafo *step up*. Selanjutnya melalui pemutus tenaga dihubungkan ke saluran transmisi hubungan ke rel.

Masing-masing melalui pemutus tenaga, dari rel tersebut dihubungkan ke rel yang lain (beban)

### 3. Kegiatan Pembelajaran 3

#### A. Pilihan ganda

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

#### B. Essay

1. Pada ujung-ujung jaringan tenaga listrik dipasang tiang-tiang penarik yang berfungsi merentangkan kawat penghantar. Jika kekuatan tarik pada tiang ujung ini lebih besar maka digunakan dua buah atau kadang-kadang tiga buah kawat tarikan (*guy wire*). Hal ini dimaksudkan untuk mengimbangi kekuatan tarik kawat penghantar
2. Pembagian sudut ini menentukan isolator yang dipasangkan pada tiang tersebut. Karena tiap-tiap isolator mempunyai kekuatan mekanis sendiri-sendiri. Untuk sudut kecil (5 - 10 derajat), pada tiang sudut dipasang isolator jenis pasak (*pin type insulator*) yang dipasang secara ganda
3. Tiang penegang ini biasanya digunakan untuk memperkuat tegangan kawat (*stress*) pada tiang-tiang sudut yang kawat tarikannya (*guy wire*) menghadap ke jalan raya atau sungai sehingga tidak memungkinkan meletakkan kawat tarikan di tengah jalan raya atau di tengah sungai
4. Kerusakan isolator pada jaringan distribusi banyak disebabkan karena
  - a. Unsur isolasi yang sudah tua

- b. Gangguan mekanis, seperti terkena benturan atau hentakan yang keras.
  - c. Panas yang berlebihan, yang melebihi ambang batas yang diperkenankan
  - d. Kesalahan dalam pemasangan
5. Kerugiannya
- a. Lebih banyak menggunakan cross-arm (*travers*)
  - b. Beban tiang (tekanan ke bawah) lebih berat.
  - c. Lebih banyak menggunakan isolator
6. Pada pemasangan SUTR pemakaian jenis isolator dibedakan sesuai dengan lokasi berdiri tiang. Untuk tiang yang berdiri ditengah tengah jaringan yang lurus digunakan isolator pasak type "RM". Lokasi tiang yang berdiri pada akhir atau ditikungan jaringan SUTR digunakan isolator pasak jenis Spool Isolator dan Isolator pasak Type "A", dan isolator line-post. Sedangkan untuk tiang penegangan dipergunakan isolator gantung.
7. Konstruksi TM-1 merupakan tiang tumpu yang digunakan untuk rute jaringan lurus, dengan satu traves (cross-arm) dan menggunakan tiga buah isolator jenis pin insulator dan tidak memakai treck skoor (guy wire). Penggunaan konstruksi TM-1 ini hanya dapat dilakukan pada sudut 170°-180°. Konstruksi TM-1 ini termasuk tiang penyangga yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik yang lurus dan hanya berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar dimana gaya yang ditanggung oleh tiang adalah gaya karena beban kawat.
8. Konstruksi TM-3 terpasang pada konstruksi tiang lurus, mempunyai double traves. Isolator yang digunakan enam buah isolator jenis suspension insulator dan tiga buah isolator jenis pin insulator. Konstruksi TM-3 ini tidak memakai treck schoor. Konstruksi TM-3D. Konstruksi TM-3D sama dengan konstruksi TM-3, bedanya TM-3D digunakan untuk saluran ganda (double sirkuit), empat buah traves, 12 isolator jenis suspension insulator, dan 6 isolator jenis pin insulator.

## 9. Sarung tangan 20 kv

Sarung tangan berbahan karet tebal yang dapat digunakan untuk melindungi diri pemakainya dari sengatan listrik max 20 kv. Sangat cocok digunakan oleh orang atau pekerja yang bersentuhan langsung dengan medan listrik bertegangan tinggi.

### Sepatu 20 kv

Sepatu yang terbuat dari bahan karet dan campuran bahan lain yang kekuatan / ketahanan sengatan listrik maksimal 20 kv, Dari jenisnya sepatu di bagi menjadi 3 jenis yang berbeda dari sepatu keselamatan bahaya listrik yaitu sepatu safely, sepatu disipatif statis, dan sepatu konduktor.

### Sepatu safely listrik

Sepatu bahaya listrik dirancang untuk menghambat (mengurangi secara singkat) aliran listrik melalui sepatu dan ke tanah, sehingga mengurangi kemungkinan sengatan listrik.

### Sepatu konduktor

Sepatu safely konduktor dirancang untuk “membuang” listrik statis melalui sepatu dan ke tanah. Bahwa sepatu safety konduktor dikenakan di lingkungan yang sangat mudah terbakar dan meledak.

### Sepatu disipatif statis

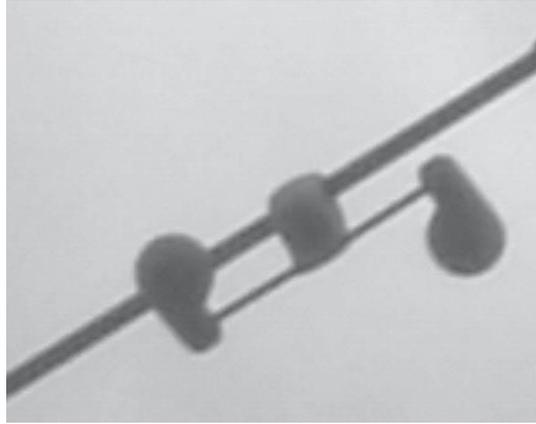
Sepatu ini dirancang untuk menghilangkan (mengurangi) jumlah listrik statis membangun-up pada tubuh penggunanya.

### Helem atau safety helmet

Helem ini didesain untuk melindungi kepala dari jatuhnya benda dari atas. Pemakaian helem ini secara tepat dan benar dapat mengurangi konsekwensi yang mungkin timbul pada saat terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan.

## EVALUASI

1. Perhatikan gambar dibawah ini..

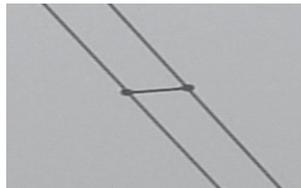


Karakteristik mekanik isolator yang manakah ini...

- A. Suspension clamp
- B. Tension clamp
- C. Damper
- D. Spacer

2. Manakah dari gambar dibawah ini yang merupakan armor rod.

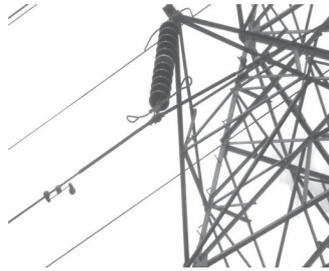
a.



b.



c.

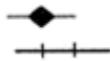


d.

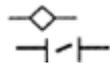


3. Yang merupakan simbol PMS tanah tertutup?

a.



b.



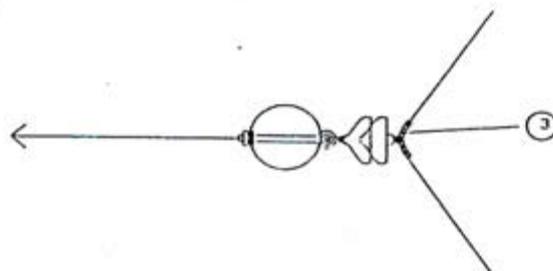
c.



d.

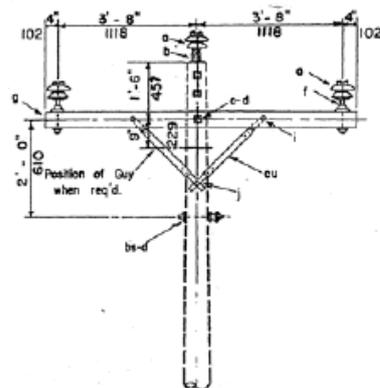


4. Simbol dibawah ini adalah



a. Simbol tiang ujung

- b. Simbol tiang singgung
  - c. Simbol tiang sudut
  - d. Simbol tiang penegang
5. Kenapa isolator pasak lebih banyak digunakan pada jaringan distribusi ?
- a. lebih banyak jaringan dibuat lurus
  - b. Sudut saluran dibuat kurang dari  $45^\circ$
  - c. Isolator jenis gantung lebih mahal dari isolator jenis pasak
  - d. Konstruksi tiang dibuat dengan cross-arm (travers) lebih menonjolkan ke luar sudut.
6. Jenis isolator yang digunakan untuk tiang sudut yang tajam pada jaringan distribusi adalah
- a. Isolator jenis gantung
  - b. Isolator jenis cincin
  - c. Isolator jenis pos
  - d. Isolator jenis pasak
7. Perhatikan gambar dibawah ini,

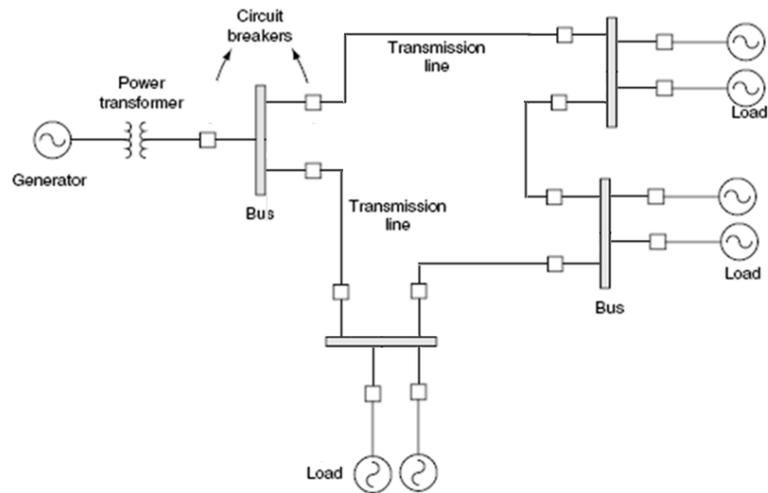


Apakah jenis tiang saluran yang digunakan pada gambar diatas

- a. Tiang saluran vertikal
- b. Tiang saluran horizontal
- c. Tiang saluran tegak lurus
- d. Tiang saluran segitiga

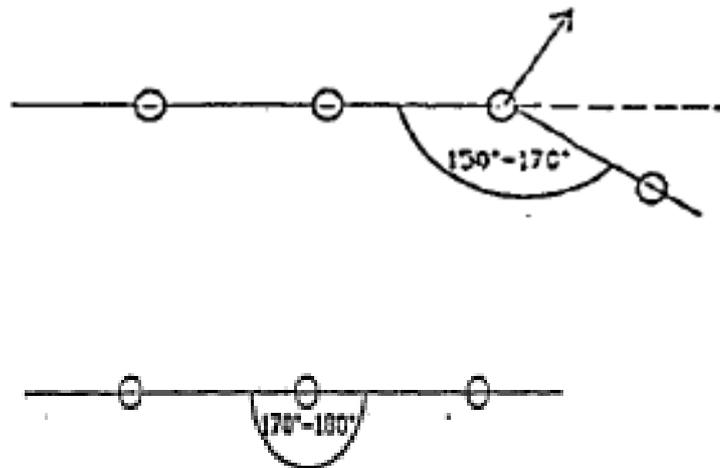
A. Essay

1. Bacalah digram rangkaian transmisi dibawah ini

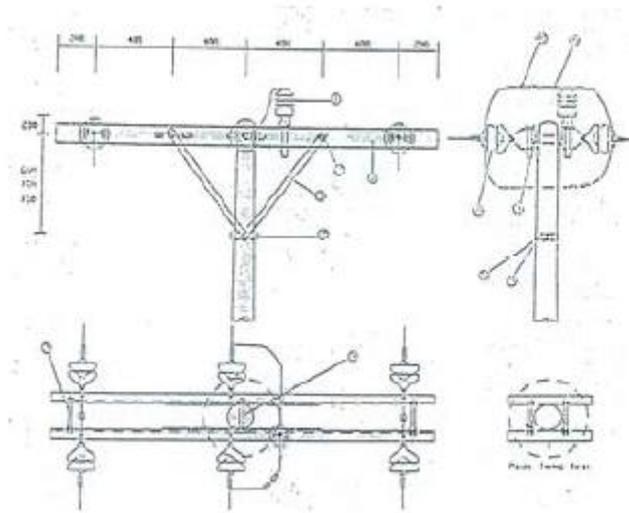


2. Apakah beda tension clamp dengan suspension clamp?

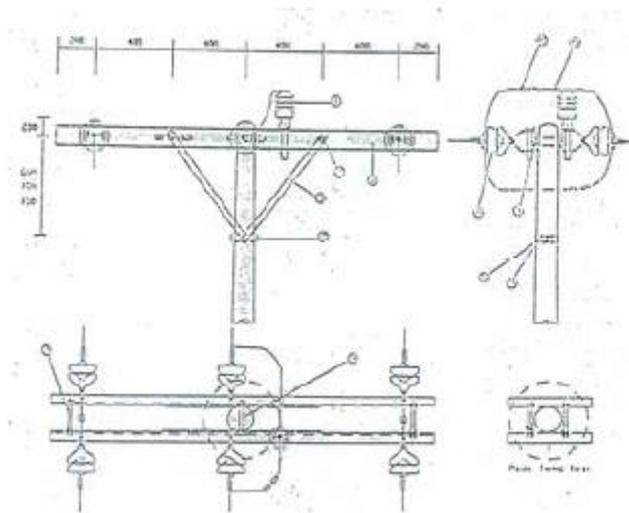
3. Apakah beda dari kedua simbol saluran dibawah ini



4. Jelaskan konstruksi saluran jaringan distribusi tegangan menengah dibawah ini



10. Bagaimana pemasangan isolator pada saluran udara tegangan rendah jaringan distribusi?
11. Jelaskan kontruksi gambar dibawah ini



## **PENUTUP**

Modul ini diharapkan dapat memberikan ruang terbuka untuk mencapai serangkaian 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 6 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 Jaringan Tenaga Listrik.

## GLOSARIUM

Isolasi	Bahan yang dipakai untuk menyekat penghantar dari penghantar lain, dan dari selubungnya
Transmisi	Sistem penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (Power Plant) hingga Saluran distribusi listrik (substation distribution)
Distribusi	Sistem penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (Power Plant) atau dari gardu distribusi (substation distribution) ke konsumen.
Penghantar	Kawat yg menyalurkan tenaga listrik.
Konfigurasi	Susunan kawat fasa pada menara transmisi atau pada tiang distribusi
Gardu induk	Sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik, atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi) terdiri dari peralatan listrik berupa instrumen pengukuran, pengaman serta penaik dan penurun tegangan
Arus	Banyaknya muatan yang bergerak persatuan waktu.
Tegangan	Usaha yang diberikan pada setiap muatan untuk dapat bergerak.
Daya	Usaha yang dilakukan untuk menggerakkan muatan persatuan waktu.
Galvanis	Mencegah karat logam dengan melapisi logam dengan bahan yang lebih tahan terhadap karat.
Traves	Lengan tiang
Treck schoor	Pemasangan topang tarik konduktor

## DAFTAR PUSTAKA

- Aslimer,dkk. (2008). *Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.
- Darmawan, Deni. (2008). Antara Guru dan Abad Teknologi Informasi-Komunikasi. <http://e-majalah.com/0608deni.html>. Diakses tanggal 02 Pebruari 2009.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2005). Rencana Strategis Departemen Pendidikan Nasional 2005-2009. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2005). Blueprint TIK untuk Pendidikan. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Haddad, Wadi D. (2005). Technology and Teacher Education: Making the Connection.Sumber:  
[http://www.techknowlogia.org/TKL\\_active\\_pages2/CurrentArticles/main.asp?IssueNumber=18&FileType=PDF&ArticleID=434](http://www.techknowlogia.org/TKL_active_pages2/CurrentArticles/main.asp?IssueNumber=18&FileType=PDF&ArticleID=434) (diakses tanggal 31 Mei 2005).
- Karsenti, Thierry. (2005). From Blackboard to Mouse Pad: A Case Study of the Effectiveness of E-Learning and Technology in Teacher Education Programs. Sumber: [http://www.Techknowlogia.org/TKL\\_active\\_pages2/CurrentArticles/main.asp?IssueNumber=18&FileType=PDF&ArticleID=446](http://www.Techknowlogia.org/TKL_active_pages2/CurrentArticles/main.asp?IssueNumber=18&FileType=PDF&ArticleID=446) (diakses tanggal 31 Mei 2005)
- Kusnandar, Ade. (2008). "Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran", Modul-1 yang disajikan pada Pelatihan Pemanfaatan TIK untuk Pembelajaran Tingkat Nasional Tahun 2008. Jakarta: Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan-Departemen Pendidikan Nasional.
- 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
- 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.

SPLN 121 1996

SPLN 04 6918 2002