



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Pedagogik : Pengembangan Peserta Didik
Profesional : Analisis Konstruksi Menara Jaringan
Distribusi Tenaga Listrik

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Penyusun :

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

Reviewer :

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

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 Guru Pembelajar.

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

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

Jakarta, Maret 2016
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
Pendahuluan	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul	5
Kegiatan Pembelajaran 1:	
A. Tujuan	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	8
C. Uraian Materi	8
D. Aktivitas Pembelajaran	53
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	53
F. Rangkuman.....	57
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	60
Kegiatan Pembelajaran 2:	
A. Tujuan	61
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	61
C. Uraian Materi	61
D. Aktivitas Pembelajaran	93
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	93
F. Rangkuman.....	96
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	96

Kegiatan Pembelajaran 3:

A. Tujuan	97
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	97
C. Uraian Materi	97
D. Aktivitas Pembelajaran	106
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	106
F. Rangkuman.....	107
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	118

Kegiatan Pembelajaran 4:

A. Tujuan	109
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	109
C. Uraian Materi	109
D. Aktivitas Pembelajaran	128
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	128
F. Rangkuman.....	129
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	130

Kegiatan Pembelajaran 5:

A. Tujuan.....	131
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	131
C. Uraian Materi	131
D. Aktivitas Pembelajaran.....	149
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	149
F. Rangkuman.....	150
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	151

Kegiatan Pembelajaran 6:

A. Tujuan.....	152
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	152
C. Uraian Materi	152
D. Aktivitas Pembelajaran.....	173

E. Latihan/Kasus/Tugas.....	173
F. Rangkuman.....	174
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	175
Evaluasi.....	176
Kunci Jawaban.....	178
Penutup.....	184
Daftar Pustaka.....	190

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan Tipe Field Dependen dengan Tipe Field Independen....	14
Tabel 2. Klasifikasi tingkat kecerdasan	18
Tabel 3. Perbandingan kekuatan tiang kayu	68
Tabel 4. Ukuran tiang kayu	68
Tabel 5. Standar Spesifikasi Tiang Beton Praktekan	72
Tabel 6. Ukuran Tiang Dan Jarak Antar Tiang Menurut Peraturan AVE D210 77	
Tabel 7. Sifat-sifat logam penghantar jaringan.....	102
Tabel 8. Nilai Konstante Dilektrikum Beberapa Bahan.....	125
Tabel 9. Nilai Standar Tegangan Nominal & Tegangan Tinggi Peralatan....	139
Tabel 10. Standar Tegangan Jaringan Transmisi dan Distribusi.....	142

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Teori Kebutuhan Maslow.....	19
Gambar 2. Tiang kayu dalam bentuk segi empat.....	67
Gambar 3. Tiang kayu dalam bentuk bulat.....	68
Gambar 4. Kontruksi tiang kayu yang digunakan pada jaringan distribusi.....	69
Gambar 5. Ukuran tiang baja sambungan	70
Gambar 6. Ukuran tiang baja jenis mannasaman	71
Gambar 7. Penampang tiang beton pratekan	72
Gambar 8. Tiang dalam konstruksi horizontal	74
Gambar 9. Tiang dalam konstruksi vertical	74
Gambar 10. Simbol untuk tiang singgung (tangent)	75
Gambar 11. Symbol untuk tiang ujung (deadend).....	75
Gambar 12. Tiang untuk tiang sudut (angle pole)	76
Gambar 13. Symbol untuk tiang penegang (tension pole)	77
Gambar 14. Konstruksi pemasangan SKUTR, tiang penyangga TR 1	79
Gambar 15. Konstruksi pemasangan SKUTR tiang sudut TR 2	79
Gambar 16. Konstruksi pemasangan SKUTR tiang awal / akhir TR 3	80
Gambar 17. Konstruksi pemasangan SKUTR tiang penyangga pesimpangan TR 4	80
Gambar 18. Konstruksi pemasangan SKUTR tiang penegang TR 5	81
Gambar 19. Konstruksi pemasangan SKUTR tiang pencabangan TR 6	81
Gambar 20. Konstruksi pemasangan SKUTR dengan existing TR 7	82
Gambar 21. Konstruksi pemasangan SKUTR dengan adjustable TR 8	82
Gambar 22. Konstruksi pemasangan SKUTR trafo tiang TR 9	82
Gambar 23. Konstruksi pemasangan SKUTR pada trafo tiang TR 10	83
Gambar 24. Konstruksi tiang penyangga TM-1 SUTM	83
Gambar 25. Konstruksi tiang sudut TM-2 SUTM	84
Gambar 26. Konstruksi tiang penegang TM-3 SUTM	85
Gambar 27. Konstruksi tiang akhir TM-4 SUTM	85
Gambar 28. Konstruksi tiang penegang TM-5 SUTM	86

Gambar 29. Konstruksi belokan TM-6 SUTM	87
Gambar 30. Konstruksi tiang belokan TM-9 SUTM	88
Gambar 31. Konstruksi tiang opstijbkabel TM-11 SUTM	89
Gambar 32. Konstruksi tiang akhir dengan arrester TM-15 SUTM	90
Gambar 33. Konstruksi tiang portal (single arm) TM-16 SUTM	91
Gambar 34. Konstruksi tiang portal (double arm) TM-16 A SUTM	91
Gambar 35. Konstruksi tiang LBS TM-19 SUTM	92
Gambar 36. Bentuk kawat penghantar jaringan	105
Gambar 37. Isolator jenis pasak	120
Gambar 38. Isolator jenis pos	121
Gambar 39. Isolator gantung jenis clevis dan ball and socket	122
Gambar 40. Isolator jenis cincin.....	124
Gambar 41. Isolator jenis pasak tipe A	129
Gambar 42. Konstruksi jaringan horizontal	146
Gambar 43. Konstruksi jaringan vertical	147
Gambar 44. System jaringan radial terbuka	148
Gambar 45. System jaringan parallel	149
Gambar 46. System jaringan tertutup	150
Gambar 47. System jaringan network / MESH	152
Gambar 48. System jaringan interkoneksi	153
Gambar 49. Faktor yang mempengaruhi peramalan beban	164
Gambar 50. Faktor yang mempengaruhi pengembangan gardu	165
Gambar 51. Prosedur pemilihan gardu	166
Gambar 52. Faktor yang mempengaruhi pada lokasi gardu.....	166
Gambar 53. Faktor yang mempengaruhi pemilihan level tegangan	167
Gambar 54. Faktor yang mempengaruhi terhadap lintasan penyulang Primer.....	168
Gambar 55. Faktor yang mempengaruhi jumlah penyulang keluar	168
Gambar 56. Faktor yang mempengaruhi terhadap pemilihan ukuran konduktor.....	168
Gambar 57. Faktor yang mempengaruhi investasi pengembangan system distribusi	169

Gambar 58. Diagram alir proses perencanaan system distribusi	170
Gambar 59. Kurva harian beban.....	172
Gambar 60. Kurva lama beban	172

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru Pembelajar (GURU PEMBELAJAR) 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 GURU PEMBELAJAR akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

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

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

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

B. Tujuan

Setelah mengikuti atau menyelesaikan kegiatan-kegiatan belajar dari modul ini, diharapkan siswa memiliki spesifikasi kinerja sebagai berikut :

1. Mampu menganalisis konstruksi menara/ tiang jaringan distribusi tenaga listrik
2. Mampu menganalisis konstruksi saluran jaringan distribusi tenaga listrik..
3. Mampu menganalisis konstruksi saluran jaringan distribusi tenaga listrik.
4. Mampu menganalisis konstruksi isolator jaringan distribusi tenaga listrik.
5. Mampu menentukan basic design jaringan distribusi tenaga listrik
6. Mampu melakukan perhitungan teknis yang berkaitan dengan perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik.

C. Peta Kompetensi

MODUL DIKLAT GURU PEMBELAJAR LEVEL 1 TEKNIK JARINGAN TENAGA LISTRIK

Jenjang Sekolah : SMK
 Program Keahlian/Mapel : Teknik Jaringan Tenaga Listrik
 Judul Modul : Diklat GURU PEMBELAJAR level 1 Teknik Jaringan Tenaga Listrik

Kompetensi Utama (KU)	Kompetensi Inti (KI)	Standar Kompetensi Guru (SKG) / MAPEL	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Grade
				1
Pedagogik	20. Menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu	2.2 Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu	2.2.1 Pendekatan pembelajaran saintifik diterapkan sesuai dengan karakteristik materi yang akan diajarkan	√
			2.2.2 Berbagai strategi/model pembelajaran (Problem based learning, Discovery Learning dan Inquiry Learning) dibedakan dengan tepat	√
			2.2.3 Berbagai metoda dan teknik pembelajaran dijelaskan dengan benar	√
			2.2.4 Berbagai metoda dan teknik pembelajaran diterapkan sesuai dengan tujuan pembelajaran	
Profesional	20. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan	20.4. Merancang jaringan distribusi tenaga listrik	20.4.1 Menganalisis konstruksi menara/ tiang jaringan distribusi tenaga listrik	√
				√

Kompetensi Utama (KU)	Kompetensi Inti (KI)	Standar Kompetensi Guru (SKG) / MAPEL	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Grade
				1
	yang mendukung mata pelajaran yang diampu.		20.4.2 Menganalisis konstruksi saluran jaringan distribusi tenaga listrik. 20.4.3 Menganalisis konstruksi isolator jaringan distribusi tenaga listrik 20.4.4 Menentukan basic design jaringan distribusi tenaga listrik 20.4.5 Melakukan perhitungan teknis yang berkaitan dengan perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik.	√ √ √

D. Ruang Lingkup

Modul ini akan mempelajari tentang Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik yang meliputi bidang Instalasi Listrik yaitu ; menganalisis konstruksi menara/tiang jaringan distribusi tenaga listrik, menganalisis konstruksi saluran jaringan distribusi tenaga listrik, menganalisis konstruksi isolator jaringan distribusi tenaga listrik, menentukan basic design jaringan distribusi tenaga listrik, dan melakukan perhitungan teknis yang berkaitan dengan perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik.

Indikator Pencapaian Kompetensi :

1. Mampu menganalisis konstruksi menara/tiang jaringan distribusi tenaga listrik
2. Mampu menganalisis konstruksi saluran jaringan distribusi tenaga listrik..
3. Mampu menganalisis konstruksi saluran jaringan distribusi tenaga listrik.
4. Mampu menganalisis konstruksi isolator jaringan distribusi tenaga listrik.
5. Mampu menentukan basic design jaringan distribusi tenaga listrik
6. Mampu melakukan perhitungan teknis yang berkaitan dengan perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Modul pembelajaran ini menggunakan Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi. Pelatihan Berdasarkan Kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan ditempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan pengetahuan dan keterampilan secara individu secara

nyata di tempat kerja.

Dalam Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu.

Jika peserta belum mencapai kompetensi pada usaha atau kesempatan pertama, maka pelatih akan mengatur rencana pelatihan dengan peserta. Rencana ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta untuk meningkatkan level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan. Jumlah usaha atau kesempatan yang disarankan adalah tiga kali.

Penyajian modul ini dibagi ke dalam dua Kegiatan Belajar. Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan Lembaran Kerja yang berupa pertanyaan-pertanyaan (review questions) yang harus dijawab setelah selesai membaca masukan (text) yang relevan

Langkah-langkah belajar yang ditempuh :

1. Petunjuk bagi Peserta

- a. Baca petunjuk kegiatan belajar pada setiap modul kegiatan belajar
- b. Baca tujuan dari setiap modul kegiatan belajar
- c. Pelajari setiap materi yang diuraikan/dijelaskan pada setiap modul kegiatan
- d. Pelajari rangkuman yang terdapat pada setiap akhir modul kegiatan belajar
- e. Tanyakan kepada instruktur yang mengajarkan pada ajaran bersangkutan apabila ada materi atau hal-hal yang masih belum jelas atau belum dimengerti.
- f. Baca dan kerjakan setiap tugas yang harus dikerjakan pada setiap modul kegiatan belajar.

g. Kerjakan dan jawablah dengan singkat dan jelas setiap ada ujian

akhir modul kegiatan belajar (test formatif)

2. Peran Instruktur

- a. Menjelaskan petunjuk-petunjuk kepada peserta yang masih belum mengerti
- b. Mengawasi dan memandu peserta apabila ada yang masih kurang jelas
- c. Menjelaskan materi-materi pembelajaran yang ditanyakan oleh peserta yang masih kurang dimengerti
- d. Membuat pertanyaan dan memberikan penilaian kepada setiap siswa

Kegiatan Pembelajaran 1.

PEDAGOGIK

A. Tujuan

1. Menguasai karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, spiritual, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
2. Memahami karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial, emosional, moral, spiritual, dan latar belakang sosial budaya.
3. Mengidentifikasi kesulitan belajar siswa.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi :

1. Memahami karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial, emosional, moral, spiritual, dan latar belakang sosial budaya

C. Uraian Materi

1. Pendahuluan

Pendidikan adalah suatu proses yang dilakukan secara sadar atau disengaja guna untuk menambah pengetahuan, wawasan serta pengalaman untuk menentukan tujuan hidup sehingga bisa memiliki pandangan yang luas untuk masa depan yang lebih baik, dan dengan pendidikan dapat menciptakan manusia berkualitas. Pendidikan juga merupakan suatu usaha untuk mengembangkan intelektualitas supaya manusia cepat dan tepat dalam mencerna semua gejala alam, social, dan teknologi. Pendidikan dapat dilakukan oleh keluarga, lingkungan, dan sekolah. Namun dengan adanya pendidikan dapat menciptakan proses pembelajaran yang relevan dengan suasana belajar yang

sehat, kondusif dan menyenangkan sehingga member stimulasi munculnya *sharing* dan kolaborasi dalam meningkatkan pengetahuan atau kompetisi sehat.

Tujuan pendidikan adalah menciptakan seseorang yang berkualitas dan berkarakter sehingga memiliki pandangan yang luas ke depan untuk mencapai suatu cita-cita yang di harapkan dan mampu beradaptasi secara cepat dan tepat di dalam berbagai lingkungan. Karena pendidikan harus dapat memotivasi diri siswa untuk lebih baik dalam segala aspek kehidupan. Tanpa pendidikan siswa akan terjajah oleh adanya kemajuan dan peradaban bangsa, karena semakin lama semakin ketat pula persaingan kompetensi dan semakin lama mutu pendidikan akan semakin maju pula. Jadi pendidikan sekarang hendaknya dimanfaatkan sebaik mungkin agar tidak ketinggalan oleh yang lain.

Pendidikan merupakan salah satu syarat untuk lebih memajukan suatu bangsa, maka pemerintah selalu meningkatkan mutu pendidikan mulai dari jenjang pendidikan dasar sampai pendidikan tinggi. Dengan demikian bangsa Indonesia akan bisa bersaing dengan Bangsa-bangsa.

Secara nasional, pendidikan merupakan sarana yang dapat mempersatukan setiap warga negara menjadi suatu bangsa. Melalui pendidikan, setiap peserta didik difasilitasi, dibimbing dan dibina untuk menjadi warganegara yang menyadari dan merealisasikan hak dan kewajibannya. Pendidikan juga merupakan alat yang ampuh untuk menjadikan setiap peserta didik dapat duduk sama rendah dan berdiri sama tinggi.

Berikut ini adalah pengertian dan definisi pendidikan :

- a. Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan,

akhlak mulia serta ketrampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan Negara (UU No 20 tahun 2003 pasal 1).

- b. Pendidikan adalah usaha sadar dan sistematis untuk mencapai taraf hidup atau kemajuan yang lebih baik (Imam Barnadib, 1989)
- c. Pendidikan adalah upaya memuliakan kemanusiaan manusia, tujuan pendidikan sepenuhnya mengacu kepada seluruh komponen harkat dan martabat manusia (Prayitno, 1988).

Dalam keseluruhan proses pendidikan di sekolah, pembelajaran merupakan aktivitas yang paling utama. Ini berarti bahwa keberhasilan pencapaian tujuan pendidikan banyak bergantung pada bagaimana proses pembelajaran dapat berlangsung secara efektif. Pemahaman seorang guru terhadap pengertian pembelajaran akan sangat mempengaruhi cara guru itu mengajar. Berikut ini adalah pengertian dan definisi pembelajaran menurut beberapa ahli:

Interaksi guru dan siswa dalam proses pembelajaran terjadi, apabila ciri-ciri berikut: 1) merupakan upaya sadar dan disengaja, 2) pembelajaran harus membuat siswa belajar, 3) tujuan harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum proses dilaksanakan, dan 4) pelaksanaannya terkendali, baik isinya, waktu, proses maupun hasilnya.

2. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek Intelektual (tingkat daya tangkap, kecerdasan, penguasaan pengetahuan, dll), dikelompokkan sesuai dengan kondisi yang ada.

Salah satu unsur penting dalam proses pembelajaran adalah pertimbangan tentang kemampuan awal dan karakteristik peserta didik. Program pembelajaran ini dikembangkan untuk peserta didik yang akan dididik, dan salah satu ukuran keberhasilan proses pengajaran yaitu pada tingkat pencapaian peserta didik yang terlibat. Populasi peserta didik terdiri dari berbagai macam pendidikan serta pengalaman yang berbeda-beda. Maka sangat penting untuk

mengetahui kemampuan dan karakteristik awal peserta didik untuk dipertimbangkan dalam rancangan pengajaran.

a. Identifikasi Kemampuan Awal Siswa.

Pada suatu kelas pelatihan terdapat peserta didik dengan latar belakang pendidikan, keterampilan dan kemampuan yang heterogen. Instruktur akan sulit untuk mengajarkan suatu pokok bahasan dengan keberadaan peserta didik yang heterogen. Apakah peserta didik yang harus menyesuaikan dengan materi pelajaran, ataukah materi pelajaran yang disesuaikan peserta didik? Atau kombinasi dari keduanya? Untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik, diperlukan informasi meliputi pengetahuan dan keterampilan yang telah dikuasainya yang berhubungan langsung dengan pengetahuan dan keterampilan yang akan dipelajari.

Tampaknya tidak ada pendekatan yang sangat sesuai, tetapi kita bisa mengupayakan yang terbaik dengan melakukan pendekatan sebagai berikut:

- 1) Seleksi peserta didik dengan menentukan standar minimal pendidikan sebelumnya.
- 2) Melaksanakan tes awal untuk mengetahui kemampuan dan karakteristik awal peserta didik. Tes tersebut dijadikan sebagai dasar penyusunan bahan pelajaran.
- 3) Menyusun bahan pelajaran yang sesuai dengan kemampuan dan karakteristik awal peserta didik.
- 4) Menggunakan sistem pembelajaran yang memacu peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta didik.
- 5) Memberikan bimbingan secara individual.

Melalui kelima pendekatan tersebut akan diperoleh gambaran sejauh mana pengetahuan awal peserta didik, sehingga perancang pengajaran akan memasukkan unsur pengetahuan awal tersebut di dalam rancangan pengajarannya.

b. Karakteristik Siswa

Selain mengidentifikasi kemampuan awal, seorang perancang pengajaran harus mengidentifikasi karakteristik peserta didik agar pembelajaran dapat dilaksanakan dengan baik dan lancar. Misalkan, sebagian besar peserta didik adalah pekerja lapangan memasang instalasi rumah, tidak bisa berbahasa Inggris, dan mereka suka bergurau. Maka dalam mendesain pembelajarannya instruktur dapat memberikan contoh-contoh pelajaran sesuai dengan pekerjaan mereka, menggunakan bahasa yang mudah dimengerti oleh peserta didik dengan tidak menggunakan bahasa Inggris, serta mempertimbangkan penggunaan gurauan dalam materi-materi tertentu.

Teknik yang digunakan untuk mengetahui pengetahuan dan karakteristik peserta didik, yaitu melalui pengamatan (observasi), wawancara, dan kuesioner. Mengingat karakteristik peserta didik sangat penting dalam rancangan pembelajaran, maka perlu diketahui ciri pribadi dan sosial, deskripsi tentang variabel-variabel karakteristik belajar peserta didik yang meliputi: gaya belajar kognitif dan karakteristik cara belajar peserta didik.

Tiap orang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, khususnya yang berkaitan dengan pembelajaran. Berikut akan dikemukakan karakteristik peserta didik yang meliputi: Gaya belajar.

c. Gaya Belajar Kognitif

Peserta didik mempunyai gaya belajar yang berbeda, beberapa peserta didik lebih menyukai metode tertentu jika dibandingkan dengan metode lainnya yang dianggap tidak efektif dalam pembelajaran. Gaya belajar peserta didik ini dapat dimanfaatkan oleh instruktur/guru untuk memilih gaya mengajar yang tepat. Untuk itu perlu dikenali lebih jauh bagaimana gaya belajar peserta didik yang akan diberikan pembelajaran.

Para peneliti menggolongkan dimensi gaya belajar kognitif menurut pokok-pokok pengertian yang mendasarinya, dan ada kaitannya dengan proses belajar-mengajar, yaitu gaya belajar menurut tipe :

- 1) Field Dependent dan Field Independent
- 2) Impulsif - reflektif
- 3) Focussing-Scanning.

1) Tipe Field Dependent dan Tipe Field Independent

Kedua kelompok individu Field independen dan Field dependen mempunyai perbedaan-perbedaan yang mendasar, tetapi perbedaan-perbedaan itu dapat pula memunculkan persamaan pada orang lain. Misalnya terjadi pada guru dan peserta didik, jika guru dan murid memiliki tipe yang sama, pada umumnya akan saling menyukai, tetapi tidak berarti kualitas pengajaran akan meningkat karena tiap guru mempunyai gaya mengajar sendiri.

Pada tabel berikut ini akan dideskripsikan individu tipe field independent dengan tipe field dependen.

Tabel 1. Perbedaan Tipe Field Dependen dengan Tipe Field Independen

<i>Tipe Field Dependent</i>	<i>Tipe Field Independent</i>
Sangat dipengaruhi oleh lingkungan, banyak bergantung pada pendidikan sewaktu kecil	Kurang dipengaruhi oleh lingkungan dan pendidikan di masa lampau
Dididik untuk selalu memperhatikan orang lain	Dididik untuk mandiri dan mempunyai otonomi atas tindakannya.
Peduli terhadap konteks sosial dan norma yang ada	Tidak peduli akan norma-norma yang lain
Kalau bicara lambat agar dapat dipahami oleh orang lain	Berbicara cepat tanpa menghiraukan daya tangkap orang lain
Mempunyai hubungan sosial yang luas. Cocok untuk bekerja dalam bidang Guidance, konseling, pendidikan, dan sosial.	Kurang mementingkan hubungan sosial. Sesuai untuk bidang matematika, sains, dan teknologi.
Lebih cocok untuk memilih psikologi klinis	Lebih cocok memilih psikologi eksperimental
Lebih banyak terdapat di kalangan wanita	Banyak di kalangan pria, namun banyak yang overlapping

Lebih sukar memastikan bidang mayornya, dan sering pindah jurusan	Lebih cepat memilih bidang mayornya.
Tidak senang pelajaran matematika, lebih suka bidang humaniora dan ilmu-ilmu sosial.	Dapat juga menghargai humanitas dan ilmu-ilmu sosial, walaupun lebih cenderung pada matematika dan ilmu pengetahuan alam
Cenderung menerima informasi itu sebagaimana adanya. Kurang mampu dalam mengembangkan struktur	Cenderung melakukan analisis dan sintesis terhadap informasi yang Dipelajari
Individu sebagai guru cenderung diskusi dan demokratis	Individu sebagai guru cenderung untuk memberikan sistem kuliah, menyampaikan pelajaran dengan memberitahukannya. Dalam penyajian isi pengajarannya lebih terstruktur
Memerlukan petunjuk yang lebih banyak untuk memahami sesuatu, bahan hendaknya tersusun langkah demi langkah	Tidak memerlukan petunjuk yang terperinci
Lebih peka akan kritik dan perlu mendapat dorongan, kritik jangan bersifat pribadi.	Dapat menerima kritik demi perbaikan.

2) Tipe Impulsif – Reflektif

Degeng (2001) dan Nasution (1988) mengungkapkan tipe gaya kognitif impulsif-reflektif, bahwa individu yang termasuk kelompok reflektif cenderung melakukan sedikit kesalahan dalam menyelesaikan tugas-tugas yang sulit, jika dibandingkan dengan individu yang impulsif, karena individu yang reflektif memiliki keinginan yang kuat untuk bertindak benar sejak awal penyelesaian tugas-tugasnya. Ia selalu berusaha berpikir sebelum menjawab pertanyaan. Sebaliknya, individu yang impulsif cenderung menggunakan pendekatan "**shotgun**", yaitu dengan segera menetapkan pemecahan suatu masalah atau mengemukakan beberapa kemungkinan jawaban terhadap suatu pertanyaan, dengan harapan ada salah satu yang benar. Individu yang impulsif cenderung ingin cepat mengerjakan tugasnya dan melakukan banyak kesalahan, sedangkan individu yang reflektif menyelesaikan tugasnya dengan lebih analitis dan penuh pertimbangan sehingga penyelesaiannya menjadi lebih cermat.

3) Tipe Focussing-Scanning

Individu yang termasuk ke dalam kelompok gaya kognitif focussing, apabila dihadapkan pada suatu masalah, cenderung akan menunda

pemecahan masalah sampai ia memperoleh data yang cukup untuk melakukannya. Disisi lain, individu yang termasuk ke dalam dimensi gaya kognitif scanning cenderung cepat mengambil keputusan pemecahan masalah, dan memilih alternatif pemecahan lainnya apabila alternatif yang pertama gagal memecahkan masalah itu. (Degeng, 2001)

Dari beberapa gaya belajar ini tidaklah kaku dalam mengaplikasikan di dalam pembelajaran, karena walaupun pada taraf permulaan perkembangan individu banyak bergantung pada gaya belajar tertentu, tetapi akhirnya ia dapat mengintegrasikan gaya belajar yang diharapkan pada usia yang lebih lanjut.

d. Manfaat Gaya Belajar Peserta Didik Bagi Guru

Dengan mengetahui gaya belajar siswa guru dapat menyesuaikan gaya-mengajarnya dengan kebutuhan siswa, misalnya dengan menggunakan berbagai gaya mengajar sehingga murid-murid semuanya dapat memperoleh cara yang efektif. Pada fase tertentu ada manfaatnya untuk menyesuaikan proses belajar mengajar dengan gaya belajar siswa., tetapi kemudian setiap orang harus mengenal dan menguasai gaya belajar lainnya. Jadi apakah gaya mengajar harus disesuaikan dengan gaya belajar murid, bergantung pada tujuannya.

Jika misalnya akan melaksanakan pengajaran individual, maka guru harus mengetahui dahulu bagaimana gaya belajar muridnya. Agar dapat memperhatikan gaya-belajar murid, guru harus menguasai keterampilan dalam berbagai gaya mengajar dan harus sanggup menjalankan berbagai peranan, misalnya sebagai ahli bahan pelajaran, sumber informasi, instruktur, pengatur pelajaran, evaluator. Ia harus sanggup menentukan metode mengajar-belajar yang paling serasi, bahan yang sebaiknya dipelajari secara individual menurut gaya belajar masing-masing, serta bahan untuk seluruh kelas.

e. Perbedaan Tingkat Kecerdasan

Salah satu faktor yang mempengaruhi gaya belajar seseorang adalah fungsi dari belahan otak atau hemisfer.

1) Fungsi Otak Kanan dan Otak Kiri.

Belahan otak kanan (right hemisphere) dan belahan otak kiri (left hemisphere) mempunyai fungsi yang berbeda dalam penghayatan dan penyusunan informasi selama proses pembelajaran. Otak kiri lebih efisien dalam menangani informasi secara nalar, urut, bagian perbagian, logis matematik, linguistik (bahasa), analitik, dan rasional. Otak kiri ini cocok dengan berbagai fungsi bahasa (membaca, berbicara, dan menafsirkan lambang tulisan). Kemampuannya disebut Rational Intelligence atau Intelligence Quotient (IQ), kemampuannya bersifat scholastic (persekolahan).

Otak kanan berhubungan dengan hal yg bersifat emosional, seni, nilai-nilai (values) , imajinasi, berpikir acak, intuitif, apresiasi, holistic, dan kreatif. Otak kanan digunakan sebagai tempat untuk menciptakan sesuatu yang menghasilkan, misalkan: menggubah musik, merancang karya seni, merekayasa suatu bangunan, memecahkan suatu masalah, dll. Selain itu otak kanan memiliki kemampuan untuk membaca pikiran orang lain dan pikiran sendiri. Peran otak kanan lebih menentukan keberhasilan dalam hidup, kemampuannya disebut Emotional Intelligence atau Emotional Quotient (EQ).

Kemampuan berpikir seseorang ditentukan oleh pengaruh dominasi kemampuan otak kiri dan otak kanan. Misalnya seorang peserta didik yang memiliki hemisfer kanan lebih dominan, mungkin hal ini akan berpengaruh terhadap perkembangan bahasanya lebih lambat, atau ia akan mendapat kesulitan dalam membaca dan mengeja. Orang yang hemisfer kirinya lebih dominan, mungkin akan menjadi seorang penemu atau orng yang berpikiran yang non-konvensional.

2) Klasifikasi Tingkat Kecerdasan (IQ)

Menurut Kendler (dalam Mulyasa, 2007): intelegensi adalah kemampuan untuk: 1) berpikir abstrak, 2) belajar, atau 3) mengintegrasikan pengalaman-pengalaman baru dan mengadaptasikan pada situasi-situasi baru. Intelegensi berada pada otak manusia, dimana kemampuan otak kanan dan otak kiri pada seseorang akan berpengaruh pada tingkat kecerdasannya. Mulyasa (2007) menggolongkan kemampuan tingkat kecerdasan (IQ) seperti yang terlihat dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Tingkat Kecerdasan

GOLONGAN IQ	KEMAMPUAN	KATEGORI
Golongan rendah.	IQ 0-25 : Tidak dapat dididik/dilatih. Hanya mampu belajar selama 2 tahun IQ 25-50: Dapat dididik untuk mengurus kegiatan rutin yang sederhana atau untuk mengurus jasmaninya.	Keterbatasan mental (lemah pikiran). Idiot Imbicile
	IQ 50-70: Disebut golongan moron. Mereka dapat dapat membaca, menulis, berhitung sederhana, dan dapat mengembangkan kecakapan bekerja secara terbatas. Memerlukan latihan khusus.	Keterbatasan dan kelambatan mental
	IQ 70-90: Disebut "anak lambat" atau "bodoh". Hindari pemakaian kata "bodoh" di depan anak tsb atau teman-temannya, karena akan merendahkan semangat belajarnya.. Guru bisa membantu dengan: pemakaian metode, alat, dan bahan pembelajaran yang tepat.	
Golongan menengah.	IQ 90-110: Mereka dapat belajar dengan baik dan normal. Bagian yang paling besar jumlahnya sekitar 45-50%.	Rata-rata
Golongan tinggi	IQ 110-130: Disebut murid yang cepat mengerti, superior. Merupakan golongan di atas rata-rata.	Pandai
	IQ 140 ke atas: Mereka mampu belajar lebih cepat dari golongan lainnya. Disebut golongan "genius"	

Klasifikasi tingkat kecedasan: Till (1971)

Jika di dalam satu kelas terdapat siswa yang memiliki kecerdasan yang berbeda-beda, maka diperlukan layanan individual. Guru harus menggunakan pembelajaran dengan pendekatan individual.

Dapatkah tingkat kecerdasan itu berubah? Tingkat kecerdasan seseorang ada kemungkinan bisa berubah, tetapi dalam keadaan normal (tidak mengalami gegar otak, atau doping obat) tingkat perubahannya sangat kecil. Perkembangan kemampuan berpikir bersamaan dengan perubahan umur, dalam hal ini terdapat perbedaan tingkat kestabilan. Hasil tes di bawah umur 5 tahun cukup tidak stabil. Hasil penelitian: antara anak usia 6 – 18 tahun terdapat 59 % anak yang mengalami perubahan kenaikan. Setelah 18 tahun tidak mengalami perubahan lagi.

f. Perbedaan kreativitas.

Jika pendidikan berhasil, maka akan lahir orang-orang kreatif. Artinya dapat menciptakan orang-orang yang mampu melakukan sesuatu yang baru, tidak hanya mengulang sesuatu yang telah diciptakan oleh orang lain. Kreativitas dapat dikembangkan bersamaan dengan penciptaan proses pembelajaran yang memungkinkan peserta didik dapat mengembangkan kreativitasnya.

Hasil penelitian Taylor (dalam Mulyasa, 2007) menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang rendah antara faktor-faktor yang berhubungan dengan kreativitas dengan skor tes intelegensi. Skor yang tinggi dalam berkegiatan tidak ada korelasi dengan hasil belajar secara keseluruhan. Artinya bakat kreativitas itu bervariasi, dan berbeda dengan intelegensi. Anak yang kreatif belum tentu pandai. Peneliti lain (Houston dan Mednick, 1963) berpendapat, pada umumnya orang yang skor tes kreativitasnya tinggi cenderung mencari hal-hal yang baru dan lebih suka melakukan hal-hal yang tidak terduga. Sebaliknya orang yang skor tes kreativitasnya rendah, suka hal-hal yang biasa.

g. Kebutuhan Peserta Didik

Teori kebutuhan dikemukakan oleh Maslow (1970). Maslow lebih menekankan pada konsep motivasi untuk memenuhi kebutuhan, dimana kebutuhan manusia itu terdiri dari : a) deficiency needs,

merupakan kebutuhan dasar untuk fisik dan kejiwan untuk menjadi baik, dan b) growth needs, yaitu kebutuhan untuk mengetahui, menilai dan mengerti terhadap sesuatu yang ada disekitarnya. Selain itu Maslow membagi kebutuhan manusia berdasarkan hierarchi kebutuhan dalam bentuk kerucut (kerucut Maslow), yang terdiri dari kebutuhan dasar dan kebutuhan tumbuh.



Gambar 1. Teori Kebutuhan Maslow

3. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek Emosional (sabar, toleran, santun, dll) diidentifikasi sesuai dengan perkembangan kematangan kejiwaan.

Untuk mengajarkan suatu materi pelajaran, pengajar perlu mengetahui beberapa ciri peserta didik, Kemp (1994) merinci ciri-ciri pribadi sebagai berikut:

- a. Umur dan tingkat kedewasaan
- b. Motivasi dan sikap terhadap materi pelajaran.
- c. Harapan dan hasrat kejuruan.
- d. Pekerjaan sebelumnya atau pekerjaan sekarang, dan pengalaman kerja.
- e. Bakat khusus.
- f. Keterampilan mekanis.
- g. Kemampuan bekerja dalam berbagai kondisi lingkungan.

Selain ciri pribadi terdapat ciri sosial pada peserta didik, yaitu peserta didik yang berasal dari kelompok minoritas menurut suku. Diantara kelompok peserta didik mungkin terdapat diantara mereka peserta didik yang berbudaya etnis dengan tingkah laku yang sangat berbeda

dengan peserta didik pada umumnya. Masalah yang timbul biasanya kurangnya kemampuan berbahasa nasional di kalangan mereka. Perbedaan budaya dan sosial ini mempengaruhi kemampuan penerimaan tanggung jawab untuk suatu tugas latihan secara individu maupun dalam kelompok. Masalah ini harus dipertimbangkan dalam perencanaan pengajaran.

Instruktur harus peka terhadap rasa percaya diri pada kelompok minoritas agar mereka berhasil dalam pencapaian pelajaran. Untuk menanamkan rasa percaya diri itu perlu diberikan pengalaman belajar atau bimbingan di luar pelajaran rutin. Kemp (1994) memberikan beberapa pertimbangan yang dapat dimanfaatkan untuk membantu peserta didik agar dapat berhasil dalam belajar:

- a. Memberikan perangsang, seperti pengakuan akan keberadaan dirinya, dll.
- b. Memberikan kesempatan untuk melakukan kegiatan bersama dengan peserta didik lainnya.
- c. Dalam menyajikan materi bahasan, lebih banyak menggunakan media pandang daripada bahasa.
- d. Memberikan contoh tambahan untuk ilustrasi sesuai dengan konteks daerah peserta didik berasal.
- e. Memberikan kesempatan untuk menyelesaikan tugas dan melatih keterampilannya.
- f. Memberikan kesempatan untuk mengecek keberhasilan dan kemajuannya dalam proses mencapai tujuan.

Dalam menganalisis pembelajaran ini berkaitan erat dengan perilaku sebagai hasil belajar peserta didik. Bloom, dkk (1956;1981) mengklasifikasikan tujuan belajar menjadi tiga domain (ranah) yaitu ranah kognitif, afektif, dan psikomotor.

a. Ranah Kognitif

Ranah kognitif lebih menekankan pada pengembangan dan kapabilitas intelektual. Ranah kognitif diklasifikasikan lagi menjadi enam bagian yang diurut secara hierarkhis dari yang paling sederhana sampai pada yang paling kompleks:

- 1) *Pengetahuan*: Menekankan pada ingatan. Dengan mengenal atau mengungkapkan kembali sesuatu yang pernah dipelajari dan disimpan dalam ingatan.
- 2) *Pemahaman*: Menekankan pada perubahan informasi ke dalam bentuk yang lebih mudah dipahami.
- 3) *Penerapan*: Menekankan pada pemecahan suatu masalah. Menggunakan abstraksi pada situasi tertentu dan konkrit.
- 4) *Analisis*: Memilah informasi (bagian yang besar) ke dalam bagian-bagian yang lebih rinci sehingga dapat dikenali fungsinya.
- 5) *Sintesis*: Menyatukan bagian-bagian untuk membentuk suatu kesatuan yang baru dan unik.
- 6) *Penilaian*: Pertimbangan-pertimbangan tentang nilai dari sesuatu untuk tujuan tertentu.

b. Ranah Afektif (Sikap)

Ranah afektif (sikap) berkaitan dengan pengembangan perasaan, sikap, nilai, dan emosi. Ranah sikap dikembangkan oleh Krathwohl, Bloom, dan Masia pada tahun 1964 (Bloom, dkk,1981; Kemp, 1994; Degeng, 2001). Ranah sikap diklasifikasikan menjadi 5 ranah utama, yang selanjutnya diuraikan menjadi bagian-bagian yang lebih khusus. Lima ranah utama dari sikap yaitu:

- 1) *Menerima*: Berkaitan dengan keinginan untuk terbuka (peka) pada perangsang atau pesan-pesan yang berasal dari lingkungannya. Pada tingkat ini muncul keinginan menerima perangsang, atau menyadari bahwa perangsang itu ada. Misalnya seseorang mau memperhatikan suatu kejadian atau kegiatan. Contoh:

mendengarkan, menyadari, mengamati, peka terhadap, hati-hati terhadap, dll.

- 2) *Merespon*: Pada tingkat ini muncul keinginan untuk melakukan tindakan sebagai respon pada tindakan. Tindakan-tindakan ini dapat disertai perasaan puas. Misalnya seseorang bereaksi terhadap suatu kejadian dan mau berperan serta. Contoh: menjawab, menanggapi, mengikuti perintah, menyetujui, menyukai, dll.
- 3) *Menghargai*: Penyertaan rasa puas ketika melakukan respon, menyebabkan individu ingin secara konsisten menampilkan tindakan itu dalam situasi yang serupa. Dalam tahap ini individu menerima suatu nilai dan mengembangkannya, serta ingin terlibat lebih jauh ke nilai itu. Misalnya mau menerima atau menolak suatu kejadian melalui pernyataan sikap positif atau negatif. Contohnya: menerima, memperoleh, mendukung, mengabdikan diri, ikut serta, dll.
- 4) *Mengorganisasi*: Individu yang sudah konsisten dan berhasil menampilkan suatu nilai, pada suatu saat akan menghadapi situasi yang memiliki nilai beragam yang bisa ditampilkan. Maka akan mulai menata nilai-nilai itu ke dalam suatu sistem nilai, menentukan keterkaitan antar nilai, dan menetapkan nilai mana yang paling dominan. Contoh: menyusun, memilih, mempertimbangkan, memutuskan, mengenali, membuat rencana, dll.
- 5) *Bertindak konsisten sesuai dengan nilai yang dimilikinya*. Tahapan ini merupakan tingkat tertinggi dari ranah sikap. Individu akan berperilaku konsisten berdasarkan nilai yang dijunjungnya. Contoh: percaya akan, mempraktekan, bertindak menurut tata nilainya sendiri, melakukan, dll.

Klasifikasi ranah afektif didasarkan pada asumsi, bahwa perilaku tingkat yang lebih rendah merupakan prasyarat bagi perilaku tingkat yang lebih tinggi. Oleh karena itu ranah ini diurut dalam suatu garis kontinum dalam bentuk hirarkhis, dan pencapaiannya bersifat kumulatif. Jika perilakunya diurutkan mulai dari menerima suatu nilai, keinginan untuk

merespon, kepuasan yang didapat ketika merespon akan memunculkan penghargaan pada nilai itu, selanjutnya mengorganisasikan nilai-nilai itu ke dalam suatu sistem nilai yang sifatnya pribadi, pada akhirnya berperilaku konsisten berdasarkan nilai yang dimiliki dan dijunjungnya.

c. Ranah Psikomotorik

Ranah psikomotorik, berkaitan dengan kegiatan-kegiatan manipulatif dan motorik. Pada tahun 1966 Simpson mengembangkan ranah psikomotorik menjadi 5 klasifikasi, dimulai dari tingkat yang paling rendah (persepsi) ke tingkat yang paling tinggi (penguasaan keterampilan yang terpola). Sedangkan tingkat keenam yaitu penyesuaian dan keaslian, belum dimasukkan secara sistematis ke dalam klasifikasinya. (Bloom, 1981; Degeng, 2001).

Klasifikasi ranah psikomotorik adalah sebagai berikut:

- 1) *Persepsi*: Proses munculnya kesadaran tentang adanya objek karakteristik-karakteristinya melalui indra.
- 2) *Kesiapan*: Siswa siap untuk melakukan suatu tindakan secara fisik, mental, dan emosional.
- 3) *Respon terbimbing*: Melakukan suatu tindakan dengan mengikuti suatu model, melalui trial and error sampai pada hasil yang sebenarnya dan tindakan itu dikuasai.
- 4) *Mekanisme*: Pada tahap ini siswa telah mencapai tingkat kepercayaan tertentu dalam menampilkan keterampilan yang dipelajari.
- 5) *Respon terpola*: Siswa mencapai keterampilan tingkat tertinggi. Dapat menampilkan suatu tindakan motorik yang menuntut pola tertentu dengan tingkat kecermatan dan keluwesan, efisiensi yang tinggi.
- 6) *Penyesuaian dan keaslian*: Siswa sudah sangat terampil sehingga dapat menyesuaikan tindakannya untuk situasi-situasi yang menuntut persyaratan tertentu. Siswa dapat mengembangkan pola

tindakan baru untuk memecahkan masalah-masalah tertentu. (Pada tingkatan ini Simpson masih mempertanyakan apakah tingkatan ini perlu dimasukkan ke dalam klasifikasi atau tidak).

Gagne (1985) mengklasifikasikan tujuan belajar menjadi 5, yaitu:

- 1) Keterampilan intelektual
- 2) Informasi verbal
- 3) Strategi kognitif
- 4) Sikap
- 5) Keterampilan motorik

Tiga klasifikasi tersebut termasuk pada ranah kognitif, yaitu: keterampilan intelektual, informasi verbal, dan strategi kognitif. Sedangkan keterampilan intelektual dikembangkan lagi menjadi 5 kategori yang diurut dengan menggunakan prasyarat belajar. Lima urutan keterampilan intelektual sebagai berikut:

- 1) Diskriminasi.
- 2) Konsep konkrit.
- 3) Konsep abstrak
- 4) Kaidah
- 5) Kaidah tingkat tinggi.

Merill (1983) mengembangkan model pembelajaran CDT (Component Display Theory) yang mengklasifikasikan hasil pembelajaran diklasifikasikan menjadi dua dimensi, yaitu tingkat unjuk kerja dan tipe isi. Kedua dimensi ini diterapkan dalam ranah kognitif.

Unjuk kerja, diurutkan menjadi 3 bagian:

- 1) Mengingat
- 2) Menggunakan
- 3) Menemukan

Tipe isi pembelajaran dibedakan menjadi 4, yaitu:

- 1) Fakta
- 2) Konsep
- 3) Prosedur

4) Prinsip

Pada saat menganalisis pembelajaran, perilaku yang akan diukur ditentukan domain dari perilaku tersebut, sehingga dapat direncanakan di dalam indikator pencapaian tujuan.

4. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek Spiritual (taat, jujur, ketaqwaan, dll) dijelaskan sesuai dengan ajaran agama yang dianut.

Pengertian Perkembangan Moral Sebelum kita membahas lebih jauh mengenai pengertian dari perkembangan moral akan lebih baik kita terlebih dahulu memahami satu persatu suku katanya, kata pertama yaitu mengenai perkembangan dan kata kedua yaitu moral, agar pemahaman kita mengenai pengertian perkembangan moral bisa lebih optimal.

a. Pengertian Perkembangan

Karena kata perkembangan sangat penting sehingga banyak para ahli ikut berkontribusi dalam mengartikan kata perkembangan, antara lain: Seifert & Hoffnung (1994) Perkembangan adalah “long-term changes in a person’s growth, feelings, pettens of thinking, social relationship, and motor skills”. Reni Akbar Hawadi (2001) Perkembanga secara luas menunjuk pada keseluruhan proses perubahan dari potensi yang dimiliki individu dan tampil dalam kualitas kemampuan, sifat dan ciri-ciri yang baru.

b. Pengertian Moral

Secara etimologi istilah moral berasal dari bahasa Latin mos, moris (adat, istiadat, kebiasaan, cara, tingkah laku, kelakuan) mores (adat istiadat, kelakuan, tabiat, watak, akhlak) Banyak ahli menyumbangkan pemikirannya untuk mengartikan kata moral secara terminologi. Dagobert D. Runes Moral adalah hal yang mendorong manusia untuk

melakukan tindakan-tindakan yang baik sebagai “kewajiban” atau “norma”. Helden (1977) dan Richards (1971) Moral adalah suatu kepekaan dalam pikiran, perasaan, dan tindakan dibandingkan dengan tindakan-tindakan lain yang tidak hanya berupa kepekaan terhadap prinsip-prinsip dan aturan-aturan. Atkinson (1969) Moral merupakan pandangan tentang baik dan buruk, benar dan salah, apa yang dapat dan tidak dapat dilakukan. Perilaku tak bermoral ialah perilaku yang tidak sesuai dengan harapan yang sesuai dengan harapan sosial yang disebabkan dengan ketidaksetujuan dengan standar sosial atau kurang adanya perasaan wajib menyesuaikan diri. Sementara itu perilaku amoral atau nonmoral adalah perilaku yang tidak sesuai dengan harapan sosial, akan tetapi hal itu lebih disebabkan oleh ketidak acuan terhadap harapan kelompok sosial dari pada pelanggaran sengaja terhadap standar kelompok.

c. Pengertian Perkembangan Moral

Setelah kita mengetahui arti dari kedua suku kata yaitu perkembangan dan moral maka selanjutnya yaitu kita mulai memahami arti dari gabungan dua kata tersebut “Perkembangan Moral” Santrock (1995) Perkembangan moral adalah perkembangan yang berkaitan dengan aturan dan konvensi mengenai apa yang seharusnya dilakukan oleh manusia dalam interaksinya dengan orang lain. Perkembangan moral adalah perubahan-perubahan perilaku yang terjadi dalam kehidupan anak berkenaan dengan tata cara, kebiasaan, adat, atau standar nilai yang berlaku dalam kelompok sosial.

Tingkah laku yang bermoral merupakan tingkah laku yang sesuai dengan nilai-nilai tata cara/adat yang terdapat dalam kelompok atau masyarakat. Nilai-nilai moral tersebut tidak sama tergantung dari faktor kebudayaan setempat. Nilai moral merupakan sesuatu yang bukan diperoleh dari lahir melainkan dari luar.

d. Perkembangan Moral Menurut Beberapa Pakar

Usia Sekolah Dasar merupakan tahun-tahun imajinasi atau keajaiban bagi anak. Berikut ini pendapat para ahli tentang perkembangan moral, yaitu :

1) Menurut Piaget

Anak usia 5 tahun masih menilai benar dan salah secara kaku, disebut tahap moralitas heteronomous (heteronomous morality). Pada usia sekitar 11 tahun, proses berpikirnya sudah mulai berkembang sehingga penilaian benar dan salah menjadi relatif.

2) Menurut Kohlberg

Tingkat pertama, anak mengikuti semua peraturan yang telah ditentukan dengan harapan dapat mengambil hati orang lain dan dapat diterima dalam kelompok (moralitas anak baik).

Tahap kedua, anak menyesuaikan diri pada aturan-aturan yang ada dalam kelompok dan disepakati bersama oleh kelompok tersebut (moralitas konvensional atau moralitas dari aturan-aturan).

Faktor-faktor yang mempengaruhi moral, antara lain :

- 1) Lingkungan rumah
- 2) Lingkungan sekolah
- 3) Teman sebaya dan aktivitas
- 4) Intelegensi dan jenis kelamin

e. Teori Psikoanalisa tentang Perkembangan Moral

Teori-teori perkembangan moral

1) Teori Psikoanalisa

Perkembangan moral adalah proses internalisasi norma-norma masyarakat dan kematangan organik biologis.

Seseorang telah mengembangkan aspek moral bila telah menginternalisasikan aturan-aturan atau kaidah-kaidah kehidupan di

dalam masyarakat dan dapat mengaktualisasikan dalam perilaku yang terus-menerus atau dengan kata lain telah menetap.

Menurut teori psikoanalisa perkembangan moral dipandang sebagai proses internalisasi norma-norma masyarakat dan sebagai kematangan dari sudut organic biologic.

2) Menurut teori psikologi belajar

Perkembangan moral dipandang sebagai hasil rangkaian stimulus respons yang dipelajari oleh anak, antara lain berupa hukuman dan hadiah yang sering dialami oleh anak.

Konsep teori belajar dan psikoanalisa

Konsep ke dua teori, tentang proses perkembangan moral adalah bahwa seseorang telah mengalami perkembangan moral apabila ia memperlihatkan adanya perilaku yang sesuai dengan aturan-aturan yang ada didalam masyarakatnya. Dengan kata lain perkembangan moral berkorelasi dengan kemampuan penyesuaian diri individu.

3) Menurut Piaget dan Kohlberg

Menurut mereka perkembangan moral berkorelasi dengan perkembangan kecerdasan individu, sehingga seharusnya bila perkembangan kecerdasan telah mencapai kematangan, maka perkembangan moral juga harus mencapai tingkat kematangan.

f. Perkembangan Spritual (Agama)

Spiritual adalah suatu ragam konsep kesadaran individu akan makna hidup, yang memungkinkan individu berpikir secara kontekstual dan transformatif sehingga kita merasa sebagai satu pribadi yang utuh secara intelektual, emosional, dan spiritual. Kecerdasan sepiritual merupakan sumber dari kebijaksanaan dan kesadaran akan nilai dan makna hidup, serta memungkinkan secara kreatif menemukan dan mengembangkan nilai-nilai dan makna baru dalam kehidupan individu. Kecerdasan spiritual juga mampu menumbuhkan kesadaran bahwa manusia memiliki kebebasan untuk mengembangkan diri secara

bertanggungjawab dan mampu memiliki wawasan mengenai kehidupan serta memungkinkan menciptakan secara kreatif karya-karya baru.. Sedngkan ingersol dalam Desmita (2009:264) menyatakan, spiritualitas sebagai wujud karakter spiritual, kualitas atau sifat dasar dan upaya dalam berhubungan atau bersatu dengan tuhan.

Sehingga dapat diartikan bahwa, kecerdasan spiritual sebagai bagian dari psikologi memandang bahwa seseorang yang beragama belum tentu memiliki kecerdasan spiritual. Namun sebaliknya, bisa jadi seseorang yang humanis-non-agamis memiliki kecerdasan spiritual yang tinggi, sehingga sikap hidupnya inklusif, setuju dalam perbedaan (*agree in disagreement*), dan penuh toleran. Hal itu menunjukkan bahwa makna "spirituality" (keruhanian) disini tidak selalu berarti agama atau bertuhan. Sehingga dari kuti-kutipan diatas penulis memilih judul proses perkembangan moral dan spiritual peserta didik karena, proses merupakan suatu hal yang sangat penting, dimana sangat menentukan hasil atau pencaapaian puncak dan akhirnya.

Proses Perkembangan Spiritual Peserta Didik

Teori Fowler dalam Desmita (2009:279) mengusulkan tahap perkembangan spiritual dan keyakinan dapat berkembang hanya dalam lingkup perkembangan intelektual dan emosional yang dicapai oleh seseorang. Dan ketujuh tahap perkembangan agama itu adalah :

1) Tahap *prima faith*. Tahap keprcayaan ini terjadi pada usia 0-2 tahun yang ditandai dengan rasa percaya dan setia anak pada pengasuhnya. Kepercayaan ini tumbuh dari pengalaman relasi mutual. Berupa saling memberi dan menerima yang diritualisasikan dalam interaksi antara anak dan pengasuhnya.

2) Tahap *intuitive-projective*, yang berlangsung antara usia 2-7 tahun. pada tahap ini kepercayaan anak bersifat peniruan, karena kepercayaan yang dimilikinya masih merupakan gabungan hasil pengajaran dan contoh-contoh signivikan dari orang dewasa, anak kemudian berhasil merangsang, membentuk, menyalurkan dan

mengarahkan perhatian seponen serta gambaran intuitif dan proyektifnya pada ilahi.

3) Tahap *mythic-literal faith*, Dimulai dari usia 7-11 tahun. pada tahap ini, sesuai dengan tahap kongnitifnya, anak secara sistematis mulai mengambil makna dari tradisi masyarakatnya. Gambaran tentang tuhan diibaratkan sebagai seorang pribadi, orangtua atau penguasa, yang bertindak dengan sikap memerhatikan secara konsekuen, tegas dan jika perlu tegas.

4) Tahap *synthetic-conventional faith*, yang terjadi pada usia 12-akhir masa remaja atau awal masa dewasa. Kepercayaan remaja pada tahap ini ditandai dengan kesadaran tentang simbolisme dan memiliki lebih dari satu cara untuk mengetahui kebenaran. Sistem kepercayaan remaja mencerminkan pola kepercayaan masyarakat pada umumnya, namun kesadaran kritisnya sesuai dengan tahap operasional formal, sehingga menjadikan remaja melakukan kritik atas ajaran-ajaran yang diberikan oleh lembaga keagamaan resmi kepadanya. Pada tahap ini, remaja juga mulai mencapai pengalaman bersatu dengan yang transenden melalui symbol dan upacara keagamaan yang dianggap sacral. Symbol-simbol identik kedalaman arti itu sendiri. Allah dipandang sebagai “pribadi lain” yang berperan penting dalam kehidupan mereka. Lebih dari itu, Allah dipandang sebagai sahabat yang paling intim, yang tanpa syarat. Selanjutnya muncul pengakuan bahwa allah lebih dekat dengan dirinya sendiri. Kesadaran ini kemudian memunculkan pengakuan rasa komitmen dalam diri remaja terhadap sang khalik.

5) Tahap *individuative- reflective faith*, yang terjadi pada usia 19 tahun atau pada masa dewasa awal, pada tahap ini mulai muncul sintesis kepercayaan dan tanggung jawab individual terhadap kepercayaan tersebut. Pengalaman personal pada tahap ini memainkan peranan penting dalam kepercayaan seseorang. Menurut Fowler dalam Desmita (2009:280) pada tahap ini ditandai dengan :

Adanya kesadaran terhadap relativitas pandangan dunia yang diberikan orang lain, individu mengambil jarak kritis terhadap asumsi-asumsi sistem nilai terdahulu.

Mengabaikan kepercayaan terhadap otoritas eksternal dengan munculnya "*ego eksekutif*" sebagai tanggung jawab dalam memilih antara prioritas dan komitmen yang akan membantunya membentuk identitas diri.

6) Tahap *Conjunctive-faith*, disebut juga *paradoxical-consolidation faith*, yang dimulai pada usia 30 tahun sampai masa dewasa akhir. Tahap ini ditandai dengan perasaan terintegrasi dengan symbol-simbol, ritual-ritual dan keyakinan agama. Dalam tahap ini seseorang juga lebih terbuka terhadap pandangan-pandangan yang paradoks dan bertentangan, yang berasal dari kesadaran akan keterbatasan dan pembatasan seseorang.

7) Tahap *universalizing faith*, yang berkembang pada usia lanjut. Perkembangan agama pada masa ini ditandai dengan munculnya sistem kepercayaan transcendental untuk mencapai perasaan ketuhanan, serta adanya desentransasi diri dan pengosongan diri. Pristiwa-pristiwa konflik tidak selamanya dipandangan sebagai paradoks, sebaliknya, pada tahap ini orang mulai berusaha mencari kebenaran universal. Dalam proses pencarian kebenaran ini, seseorang akan menerima banyak kebenaran dari banyak titik pandang yang berbeda serta berusaha menyelaraskan perspektifnya sendiri dengan perspektif orang lain yang masuk dalam jangkauan universal yang paling tua.

Menurut Zakiah Darajat (dalam Martini Jumaris), agama sebagai dari iman, pikiran yang diserapkan oleh pikiran, perasaan, dilaksanakan dalam tindakan, perbuatan, perkataan dan sikap. Agama merupakan pengarah dan penentu sikap dan perilaku dalam kehidupan sehari-hari. Awalnya anak-anak mempelajari agama berdasarkan contoh baik di rumah maupun di sekolah. Bambang Waluyo menyebutkan dalam

artikelnya bahwa pendidikan agama di sekolah meliputi dua aspek, yaitu : 1. Aspek pembentukan kepribadian (yang ditujukan kepada jiwa), 2. Pengajaran agama (ditujukan kepada pikiran)

Metode yang digunakan dalam pembelajaran harus berkaitan erat dengan dimensi perkembangan motorik, bahasa, sosial, emosional maupun intelegensi siswa. Untuk kelas rendah dapat menggunakan metode bercerita, bermain, karyawisata, demonstrasi atau pemberian tugas. Untuk kelas tinggi dapat menggunakan metode ceramah, bercerita, diskusi, tanya jawab, pemberian tugas atau metode lainnya yang sesuai dengan perkembangan siswa.

Beberapa metode yang dapat digunakan dalam pembelajaran di SD, antara lain:

- 1) Metode Bercerita
- 2) Metode Bermain
- 3) Metode Karyawisata
- 4) Metode Demonstrasi
- 5) Metode Pemberian Tugas
- 6) Metode Diskusi dan Tanya Jawab.

1. Karakteristik Perkembangan Spiritualis Peserta Didik

a. Karakteristik perkembangan spiritualitas anak usia sekolah

Tahap *mythic-literal faith*, yang dimulai usia 7-11 tahun. Menurut Fowler dalam desmita (2009:281), berpendapat bahwa tahap ini, sesuai dengan tahap perkembangan kognitifnya, anak mulai berfikir secara logis dan mengatur dunia dengan katagori-katagori baru. Pada tahap ini anak secara sistematis mulai mengambil makna dari tradisi masyarakatnya, dan secara khusus menemukan koherensi serta makna pada bentuk-bentuk naratif.

Sebagai anak yang tengah berada dalam tahap pemikiran operasional konkret, maka anak usia sekolah dasar akan memahami segala sesuatu yang abstrak dengan interpretasi secara konkret. Hal ini juga berpengaruh terhadap pemahaman mengenai konsep-konsep

keagamaan. Dengan demikian, gagasan-gagasan keagamaan yang bersifat abstrak yang tadinya dipahami secara konkret, seperti tuhan itu satu, tuhan itu amat dekat, tuhan ada di mana-mana, mulai dapat dipahami secara abstrak.

b. Karakteristik perkembangan spiritualitas remaja

Dibandingkan dengan masa awal anak-anak misalnya keyakinan agama remaja telah mengalami perkembangan yang cukup berarti. Kalau pada awal masa anak-anak ketika mereka baru memiliki kemampuan berfikir simbolik Tuhan dibayangkan sebagai person yang berada di awan, maka pada masa remaja mereka mungkin berusaha mencari sebuah konsep yang lebih mendalam tentang Tuhan dan eksistensi. Perkembangan pemahaman terhadap keyakinan agama sangat dipengaruhi oleh perkembangan kognitifnya.

Oleh sebab itu, meskipun pada masa awal anak-anak ia telah diajarkan agama oleh orang tua mereka, namun karena pada masa remaja mereka mengalami kemajuan dalam perkembangan kognitifnya. Mungkin mereka mempertanyakan tentang kebenaran keyakinan agama mereka sendiri. Menurut Muhammad Idrus dalam Desmita (2009:283), pola kepercayaan yang dibangun remaja bersifat konvensional, sebab secara kognitif, efektif dan sosial, remaja mulai menyesuaikan diri dengan orang lain yang berarti baginya (*significant others*) dan dengan mayoritas lainnya.

Perkembangan Penghayatan Keagamaan. Sikap keagamaan bersifat reseptif disertai dengan pengertian

a. Pandangan dan paham ketuhanan diperolehnya secara asional berdasarkan kaidah-kaidah logika yang berpedoman pada indikator alam semesta sebagai manifestasi dari keagungan-Nya.

b. Penghayatan secara rohaniah semakin mendalam, pelaksanaan kegiatan ritual diterima sebagai keharusan moral.

c. Periode usia sekolah dasar merupakan masa pembentukan nilai-nilai agama sebagai kelanjutan periode sebelumnya.

2. Implikasi Perkembangan Moral dan Spiritual terhadap Pendidikan

Untuk mengembangkan moral dan spiritual, pendidikan sekolah formal yang di tuntut untuk membantu peserta didik dalam mengembangkan moral dan spiritual mereka, sehingga mereka dapat menjadi manusia yang moralis dan religious. Sejatinya pendidikan tidak boleh menghasilkan manusia bermental benalu dalam masyarakat, yakni lulusan pendidikan formal yang hanya menggantungkan hidup pada pekerjaan formal semata. Pendidikan selayaknya menanamkan kemandirian, kerja keras dan kreatifitas yang dapat membekali manusianya agar bisa survive dan berguna dalam masyarakat.

Strategi yang mungkin dilakukan guru di sekolah dalam membantu perkembangan moral dan spiritual peserta didik yaitu sebagai berikut :

- a. Memberikan pendidikan moral dan keagamaan melalui kurikulum tersembunyi, yakni menjadi sekolah sebagai atmosfer moral dan agama secara keseluruhan.
- b. Memberikan pendidikan moral secara langsung, yakni pendidikan moral dengan pendidikan pada nilai dan juga sifat dalam jangka waktu tertentu atau menyatukan nilai-nilai dan sifat-sifat tersebut ke dalam kurikulum.
- c. Memberikan pendekatan moral melalui pendekatan klarifikasi nilai, yaitu pendekatan pendidikan moral tidak langsung yang berfokus pada upaya membantu siswa untuk memperoleh kejelasan mengenai tujuan hidup mereka dan apa yang berharga untuk di cari.
- d. Menjadikan wahana yang kondusif bagi peserta didik untuk menghayati agamanya, tidak hanya sekedar bersifat teoritis, tetapi penghayatan yang benar-benar dikonstruksi dari pengalaman keberagaman.
- e. Membantu peserta didik mengembangkan rasa ketuhanan melalui pendekatan *spiritual parenting*, seperti:

- 1) Memupuk hubungan sadar anak dengan tuhan melalui doa setiap hari.
- 2) Menanyakan kepada anak bagaimana tuhan terlibat dalam aktivitasnya sehari-hari.
- 3) Memberikan kesadaran kepada anak bahwa tuhan akan membimbing kita apabila kita meminta.
- 4) Menyuruh anak merenungkan bahwa tuhan itu ada dalam jiwa mereka dengan cara menjelaskan bahwa mereka tidak dapat melihat diri mereka tumbuh atau mendengar darah mereka mengalir, tetapi tahu bahwa semua itu sungguh-sungguh terjadi sekalipun mereka tidak melihat apapun (Desmita,2009:287).

3. Kesulitan belajar peserta didik dalam mata pelajaran yang diampu diidentifikasi sesuai capaian perkembangan intelektual.

Dunia pendidikan mengartikan diagnosis kesulitan belajar sebagai segala usaha yang dilakukan untuk memahami dan menetapkan jenis dan sifat kesulitan belajar. Juga mempelajari faktor-faktor yang menyebabkan kesulitan belajar serta cara menetapkan dan kemungkinan mengatasinya, baik secara kuratif (penyembuhan) maupun secara preventif (pencegahan) berdasarkan data dan informasi yang seobyektif mungkin.

Dengan demikian, semua kegiatan yang dilakukan oleh guru untuk menemukan *kesulitan belajar* termasuk kegiatan diagnosa. Perlunya diadakan diagnosis belajar karena berbagai hal. Pertama, setiap siswa hendaknya mendapat kesempatan dan pelayanan untuk berkembang secara maksimal, kedua; adanya perbedaan kemampuan, kecerdasan, bakat, minat dan latar belakang lingkungan masing-masing siswa. Ketiga, sistem pengajaran di sekolah seharusnya memberi kesempatan pada siswa untuk maju sesuai dengan kemampuannya. Dan, keempat, untuk menghadapi permasalahan yang dihadapi oleh siswa, hendaknya guru beserta BP lebih intensif dalam menangani siswa dengan

menambah pengetahuan, sikap yang terbuka dan mengasah ketrampilan dalam mengidentifikasi kesulitan belajar siswa.

Berkait dengan kegiatan diagnosis, secara garis besar dapat diklasifikasikan ragam diagnosis ada dua macam, yaitu diagnosis untuk mengerti masalah dan diagnosis yang mengklasifikasi masalah. Diagnosa untuk mengerti masalah merupakan usaha untuk dapat lebih banyak mengerti masalah secara menyeluruh. Sedangkan diagnosis yang mengklasifikasi masalah merupakan pengelompokan masalah sesuai ragam dan sifatnya. Ada masalah yang digolongkan kedalam masalah yang bersifat vokasional, pendidikan, keuangan, kesehatan, keluarga dan kepribadian. Kesulitan belajar merupakan problem yang nyaris dialami oleh semua siswa. Kesulitan belajar dapat diartikan suatu kondisi dalam suatu proses belajar yang ditandai adanya hambatan-hambatan tertentu untuk menggapai hasil belajar.

a. Kesulitan Belajar

Dalam kegiatan pembelajaran di sekolah, kita dihadapkan dengan sejumlah karakteristik siswa yang beraneka ragam. Ada siswa yang dapat menempuh kegiatan belajarnya secara lancar dan berhasil tanpa mengalami kesulitan, namun di sisi lain tidak sedikit pula siswa yang justru dalam belajarnya mengalami berbagai kesulitan. Kesulitan belajar siswa ditunjukkan oleh adanya hambatan-hambatan tertentu untuk mencapai hasil belajar, dan dapat bersifat psikologis, sosiologis, maupun fisiologis, sehingga pada akhirnya dapat menyebabkan prestasi belajar yang dicapainya berada di bawah semestinya.

Kesulitan belajar siswa mencakup pengertian yang luas, diantaranya : *(a) learning disorder; (b) learning disfunction; (c) underachiever; (d) slow learner, dan (e) learning diasbilities*. Di bawah ini akan diuraikan dari masing-masing pengertian tersebut.

1) Learning Disorder atau kekacauan belajar adalah keadaan dimana proses belajar seseorang terganggu karena timbulnya respons yang bertentangan. Pada dasarnya, yang mengalami kekacauan belajar,

potensi dasarnya tidak dirugikan, akan tetapi belajarnya terganggu atau terhambat oleh adanya respons-respons yang bertentangan, sehingga hasil belajar yang dicapainya lebih rendah dari potensi yang dimilikinya. Contoh : siswa yang sudah terbiasa dengan olah raga keras seperti karate, tinju dan sejenisnya, mungkin akan mengalami kesulitan dalam belajar menari yang menuntut gerakan lemah-gemulai.

2) Learning Disfunction merupakan gejala dimana proses belajar yang dilakukan siswa tidak berfungsi dengan baik, meskipun sebenarnya siswa tersebut tidak menunjukkan adanya subnormalitas mental, gangguan alat dria, atau gangguan psikologis lainnya. Contoh : siswa yang memiliki postur tubuh yang tinggi atletis dan sangat cocok menjadi atlet bola basket, namun karena tidak pernah dilatih bermain bola basket, maka dia tidak dapat menguasai permainan basket dengan baik.

3) Under Achiever mengacu kepada siswa yang sesungguhnya memiliki tingkat potensi intelektual yang tergolong di atas normal, tetapi prestasi belajarnya tergolong rendah. Contoh : siswa yang telah dites kecerdasannya dan menunjukkan tingkat kecerdasan tergolong sangat unggul (IQ = 130 – 140), namun prestasi belajarnya biasa-biasa saja atau malah sangat rendah.

4) Slow Learner atau lambat belajar adalah siswa yang lambat dalam proses belajar, sehingga ia membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan sekelompok siswa lain yang memiliki taraf potensi intelektual yang sama.

5) Learning Disabilities atau ketidakmampuan belajar mengacu pada gejala dimana siswa tidak mampu belajar atau menghindari belajar, sehingga hasil belajar di bawah potensi intelektualnya.

Bila diamati, ada sejumlah siswa yang mendapat kesulitan dalam mencapai

hasil belajar secara tuntas dengan variasi dua kelompok besar. Kelompok pertama merupakan sekelompok siswa yang belum

mencapai tingkat ketuntasan, akan tetapi sudah hampir mencapainya. Siswa tersebut mendapat kesulitan dalam menetapkan penguasaan bagian-bagian yang sulit dari seluruh bahan yang harus dipelajari.

Kelompok yang lain, adalah sekelompok siswa yang belum mencapai tingkat ketuntasan yang diharapkan karena ada konsep dasar yang belum dikuasai. Bisa pula ketuntasan belajar tak bisa dicapai karena proses belajar yang sudah ditempuh tidak sesuai dengan karakteristik murid yang bersangkutan.

Jenis dan tingkat kesulitan yang dialami oleh siswa tidak sama karena secara konseptual berbeda dalam memahami bahan yang dipelajari secara menyeluruh. Perbedaan tingkat kesulitan ini bisa disebabkan tingkat penguasaan bahan sangat rendah, konsep dasar tidak dikuasai, bahkan tidak hanya bagian yang sulit tidak dipahami, mungkin juga bagian yang sedang dan mudah tidak dapat dikuasai dengan baik.

Siswa yang mengalami kesulitan belajar seperti tergolong dalam pengertian di atas akan tampak dari berbagai gejala yang dimanifestasikan dalam perilakunya, baik aspek psikomotorik, kognitif, konatif maupun afektif .

Beberapa perilaku yang merupakan manifestasi gejala kesulitan belajar, antara lain :

- 1) Menunjukkan hasil belajar yang rendah di bawah rata-rata nilai yang dicapai oleh kelompoknya atau di bawah potensi yang dimilikinya.
- 2) Hasil yang dicapai tidak seimbang dengan usaha yang telah dilakukan. Mungkin ada siswa yang sudah berusaha giat belajar, tapi nilai yang diperolehnya selalu rendah
- 3) Lambat dalam melakukan tugas-tugas kegiatan belajarnya dan selalu tertinggal dari kawan-kawannya dari waktu yang disediakan.
- 4) Menunjukkan sikap-sikap yang tidak wajar, seperti: acuh tak acuh, menentang, berpura-pura, dusta dan sebagainya.
- 5) Menunjukkan perilaku yang berkelainan, seperti membolos, datang terlambat, tidak mengerjakan pekerjaan rumah, mengganggu di dalam

atau pun di luar kelas, tidak mau mencatat pelajaran, tidak teratur dalam kegiatan belajar, dan sebagainya.

6) Menunjukkan gejala emosional yang kurang wajar, seperti : pemurung, mudah tersinggung, pemarah, tidak atau kurang gembira dalam menghadapi situasi tertentu. Misalnya dalam menghadapi nilai rendah, tidak menunjukkan perasaan sedih atau menyesal, dan sebagainya.

Sementara itu, Burton (Abin Syamsuddin. 2003) mengidentifikasi siswa yang diduga mengalami kesulitan belajar, yang ditunjukkan oleh adanya kegagalan siswa dalam mencapai tujuan-tujuan belajar.

Menurut dia bahwa siswa dikatakan gagal dalam belajar apabila :

1) Dalam batas waktu tertentu yang bersangkutan tidak mencapai ukuran tingkat keberhasilan atau tingkat penguasaan materi (mastery level) minimal dalam pelajaran tertentu yang telah ditetapkan oleh guru (criterion reference).

2) Tidak dapat mengerjakan atau mencapai prestasi semestinya, dilihat berdasarkan ukuran tingkat kemampuan, bakat, atau kecerdasan yang dimilikinya. Siswa ini dapat digolongkan ke dalam under achiever.

3) Tidak berhasil tingkat penguasaan materi (mastery level) yang diperlukan sebagai prasyarat bagi kelanjutan tingkat pelajaran berikutnya. Siswa ini dapat digolongkan ke dalam slow learner atau belum matang (immature), sehingga harus menjadi pengulang (repeater)

Untuk dapat menetapkan gejala kesulitan belajar dan menandai siswa yang mengalami kesulitan belajar, maka diperlukan kriteria sebagai batas atau patokan, sehingga dengan kriteria ini dapat ditetapkan batas dimana siswa dapat diperkirakan mengalami kesulitan belajar. Terdapat empat ukuran dapat menentukan kegagalan atau kemajuan belajar siswa : (1) tujuan pendidikan; (2) kedudukan dalam kelompok; (3) tingkat pencapaian hasil belajar dibandingkan dengan potensi; dan (4) kepribadian.

b. Tujuan Pendidikan

Dalam keseluruhan sistem pendidikan, tujuan pendidikan merupakan salah satu komponen pendidikan yang penting, karena akan memberikan arah proses kegiatan pendidikan. Segenap kegiatan pendidikan atau kegiatan pembelajaran diarahkan guna mencapai tujuan pembelajaran. Siswa yang dapat mencapai target tujuan-tujuan tersebut dapat dianggap sebagai siswa yang berhasil. Sedangkan, apabila siswa tidak mampu mencapai tujuan-tujuan tersebut dapat dikatakan mengalami kesulitan belajar. Untuk menandai mereka yang mendapat hambatan pencapaian tujuan pembelajaran, maka sebelum proses belajar dimulai, tujuan harus dirumuskan secara jelas dan operasional. Selanjutnya, hasil belajar yang dicapai dijadikan sebagai tingkat pencapaian tujuan tersebut.

Secara statistik, berdasarkan distribusi normal, seseorang dikatakan berhasil jika siswa telah dapat menguasai sekurang-kurangnya 60% dari seluruh tujuan yang harus dicapai. Namun jika menggunakan konsep pembelajaran tuntas (*mastery learning*) dengan menggunakan penilaian acuan patokan, seseorang dikatakan telah berhasil dalam belajar apabila telah menguasai standar minimal ketuntasan yang telah ditentukan sebelumnya atau sekarang lazim disebut Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Sebaliknya, jika penguasaan ketuntasan di bawah kriteria minimal maka siswa tersebut dikatakan mengalami kegagalan dalam belajar. Teknik yang dapat digunakan ialah dengan cara menganalisis prestasi belajar dalam bentuk nilai hasil belajar.

c. Kedudukan dalam Kelompok

Kedudukan seorang siswa dalam kelompoknya akan menjadi ukuran dalam pencapaian hasil belajarnya. Siswa dikatakan mengalami kesulitan belajar, apabila memperoleh prestasi belajar di bawah prestasi rata-rata kelompok secara keseluruhan. Misalnya, rata-rata prestasi belajar kelompok 8, siswa yang mendapat nilai di bawah angka 8, diperkirakan mengalami kesulitan belajar. Dengan demikian, nilai

yang dicapai seorang akan memberikan arti yang lebih jelas setelah dibandingkan dengan prestasi yang lain dalam kelompoknya. Dengan norma ini, guru akan dapat menandai siswa-siswa yang diperkirakan mendapat kesulitan belajar, yaitu siswa yang mendapat prestasi di bawah prestasi kelompok secara keseluruhan.

Secara statistik, mereka yang diperkirakan mengalami kesulitan adalah mereka yang menduduki 25% di bawah urutan kelompok, yang biasa disebut dengan lower group. Dengan teknik ini, kita mengurutkan siswa berdasarkan nilai nilai yang dicapainya. dari yang paling tinggi hingga yang paling rendah, sehingga siswa mendapat nomor urut prestasi (ranking). Mereka yang menduduki posisi 25% di bawah diperkirakan mengalami kesulitan belajar. Teknik lain ialah dengan membandingkan prestasi belajar setiap siswa dengan prestasi rata-rata kelompok. Siswa yang mendapat prestasi di bawah rata – rata kelompok diperkirakan pula mengalami kesulitan belajar.

d. Perbandingan Antara Potensi dan Prestasi

Prestasi belajar yang dicapai seorang siswa akan tergantung dari tingkat potensinya, baik yang berupa kecerdasan maupun bakat. Siswa yang berpotensi tinggi cenderung dan seyogyanya dapat memperoleh prestasi belajar yang tinggi pula. Sebaliknya, siswa yang memiliki potensi yang rendah cenderung untuk memperoleh prestasi belajar yang rendah pula.

Dengan membandingkan antara potensi dengan prestasi belajar yang dicapainya kita dapat memperkirakan sampai sejauhmana dapat merealisasikan potensi yang dimikinya. Siswa dikatakan mengalami kesulitan belajar, apabila prestasi yang dicapainya tidak sesuai dengan potensi yang dimilikinya. Misalkan, seorang siswa setelah mengikuti pemeriksaan psikologis diketahui memiliki tingkat kecerdasan (IQ) sebesar 120, termasuk kategori cerdas dalam skala Simon & Binnet. Namun ternyata hasil belajarnya hanya mendapat nilai angka 6, yang seharusnya dengan tingkat kecerdasan yang dimikinya dia paling tidak

dia bisa memperoleh angka 8. Contoh di atas menggambarkan adanya gejala kesulitan belajar, yang biasa disebut dengan istilah *underachiever*.

e. Kepribadian

Hasil belajar yang dicapai oleh seseorang akan tercerminkan dalam seluruh kepribadiannya. Setiap proses belajar akan menghasilkan perubahan-perubahan dalam aspek kepribadian. Siswa yang berhasil dalam belajar akan menunjukkan pola-pola kepribadian tertentu, sesuai dengan tujuan yang tujuan pembelajarannya telah ditetapkan. Siswa dikatakan mengalami kesulitan belajar, apabila menunjukkan pola-pola perilaku atau kepribadian yang menyimpang dari seharusnya, seperti : acuh tak acuh, melalaikan tugas, sering membolos, menentang, isolated, motivasi lemah, emosi yang tidak seimbang dan sebagainya.

f. Diagnostik mengatasi kesulitan belajar

Belajar pada dasarnya merupakan proses usaha aktif seseorang untuk memperoleh sesuatu, sehingga terbentuk perilaku baru menuju arah yang lebih baik. Kenyataannya, para pelajar seringkali tidak mampu mencapai tujuan belajarnya atau tidak memperoleh perubahan tingkah laku sebagai mana yang diharapkan. Hal itu menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan belajar yang merupakan hambatan dalam mencapai hasil belajar.

Sementara itu, setiap siswa dalam mencapai sukses belajar, mempunyai kemampuan yang berbeda-beda. Ada siswa yang dapat mencapainya tanpa kesulitan, akan tetapi banyak pula siswa mengalami kesulitan, sehingga menimbulkan masalah bagi perkembangan pribadinya.

Menghadapi masalah itu, ada kecenderungan tidak semua siswa mampu memecahkannya sendiri. Seseorang mungkin tidak mengetahui cara yang baik untuk memecahkan masalah sendiri. Ia tidak tahu apa sebenarnya masalah yang dihadapi. Ada pula seseorang yang tampak

seolah tidak mempunyai masalah, padahal masalah yang dihadapinya cukup berat.

Atas kenyataan itu, semestinya sekolah harus berperan turut membantu memecahkan masalah yang dihadapi siswa. Seperti diketahui, sekolah sebagai lembaga pendidikan formal sekurang-kurangnya memiliki 3 fungsi utama. Pertama fungsi pengajaran, yakni membantu siswa dalam memperoleh kecakapan bidang pengetahuan dan keterampilan. Kedua, fungsi administrasi, dan ketiga fungsi pelayanan siswa, yaitu memberikan bantuan khusus kepada siswa untuk memperoleh pemahaman diri, pengarahan diri dan integrasi sosial yang lebih baik, sehingga dapat menyesuaikan diri baik dengan dirinya maupun dengan lingkungannya.

Setiap fungsi pendidikan itu, pada dasarnya bertanggung jawab terhadap proses pendidikan pada umumnya. Termasuk seorang guru yang berdiri di depan kelas, bertanggung jawab pula atau melekat padanya fungsi administratif dan fungsi pelayanan siswa. Hanya memang dalam pendidikan, pada dasarnya sulit memisahkan secara tegas fungsi yang satu dengan fungsi yang lainnya, meskipun pada setiap fungsi tersebut mempunyai penanggung jawab masing-masing. Dalam hal ini, guru atau pembimbing dapat membawa setiap siswa kearah perkembangan individu seoptimal mungkin dalam hubungannya dengan kehidupan sosial serta tanggung jawab moral. Salah satu kegiatan yang harus dilaksanakan oleh guru dalam melaksanakan tugas dan peranannya ialah kegiatan evaluasi. Dilihat dari jenisnya evaluasi ada empat, yaitu sumatif, formatif, penempatan, dan diagnostik.

1) Diagnosis

Diagnosis merupakan upaya untuk menemukan faktor-faktor penyebab atau yang melatarbelakangi timbulnya masalah siswa. Dalam konteks Proses Belajar Mengajar faktor-faktor yang penyebab kegagalan belajar siswa, bisa dilihat dari segi input, proses, ataupun out put belajarnya.

W.H. Burton membagi ke dalam dua bagian faktor–faktor yang mungkin dapat menimbulkan kesulitan atau kegagalan belajar siswa, yaitu : (a) faktor internal; faktor yang besumber dari dalam diri siswa itu sendiri, seperti : kondisi jasmani dan kesehatan, kecerdasan, bakat, kepribadian, emosi, sikap serta kondisi-kondisi psikis lainnya; dan (b) faktor eksternal, seperti : lingkungan rumah, lingkungan sekolah termasuk didalamnya faktor guru dan lingkungan sosial dan sejenisnya.

2) Prognosis

Langkah ini untuk memperkirakan apakah masalah yang dialami siswa masih mungkin untuk diatasi serta menentukan berbagai alternatif pemecahannya, Hal ini dilakukan dengan cara mengintegrasikan dan menginterpretasikan hasil-hasil langkah kedua dan ketiga. Proses mengambil keputusan pada tahap ini seyogyanya terlebih dahulu dilaksanakan konferensi kasus, dengan melibatkan pihak-pihak yang kompeten untuk diminta bekerja sama menangani kasus – kasus yang dihadapi.

3) Tes diagnostik

Pada konteks ini, akan menyoroti tes diagnostik kesulitan belajar yang kurang sekali diperhatikan sekolah. Lewat tes itu akan dapat diketahui letak kelemahan seorang siswa. Jika kelemahan sudah ditemukan, maka guru atau pembimbing sebaiknya mengetahui hal-hal apa saja yang harus dilakukan guna menolong siswa tersebut.

Tes dignostik kesulitan belajar sendiri dilakukan melalui pengujian dan studi bersama terhadap gejala dan fakta tentang sesuatu hal, untuk menemukan karakteristik atau kesalahan-kesalahan yang esensial. Tes dignostik kesulitan belajar juga tidak hanya menyangkut soal aspek belajar dalam arti sempit yakni masalah penguasaan materi pelajaran semata, melainkan melibatkan seluruh aspek pribadi yang menyangkut perilaku siswa.

Tujuan tes diagnostik untuk menemukan sumber kesulitan belajar dan merumuskan rencana tindakan remedial. Dengan demikian tes diagnostik sangat penting dalam rangka membantu siswa yang mengalami kesulitan belajar dan dapat diatasi dengan segera apabila guru atau pembimbing peka terhadap siswa tersebut. Guru atau pembimbing harus mau meluangkan waktu guna memerhatikan keadaan siswa bila timbul gejala-gejala kesulitan belajar.

Agar memudahkan pelaksanaan tes diagnostik, maka guru perlu mengumpulkan data tentang anak secara lengkap, sehingga penanganan kasus akan menjadi lebih mudah dan terarah.

Salah satu antisipasinya pihak sekolah atau guru, harus memberi perhatian khusus terhadap perbedaan kemampuan individual siswa tersebut. Perhatian yang dimaksud yakni dengan menyelenggarakan tes diagnostik. Jika tes itu dilaksanakan dengan efektif dan efisien, penulis yakin permasalahan perbedaan kemampuan siswa akan terselesaikan dengan baik

4) Bimbingan Belajar

Bimbingan belajar merupakan upaya guru untuk membantu siswa yang mengalami kesulitan dalam belajarnya. Secara umum, prosedur bimbingan belajar dapat ditempuh melalui langkah-langkah sebagai berikut :

a) Identifikasi kasus.

Identifikasi kasus merupakan upaya untuk menemukan siswa yang diduga memerlukan layanan bimbingan belajar. Robinson dalam Abin Syamsuddin Makmun (2003) memberikan beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk mendeteksi siswa yang diduga membutuhkan layanan bimbingan belajar, yakni :

a.1. Call them approach; melakukan wawancara dengan memanggil semua siswa secara bergiliran sehingga dengan cara ini akan dapat ditemukan siswa yang benar-benar membutuhkan layanan bimbingan.

a.2. Maintain good relationship; menciptakan hubungan yang baik, penuh keakraban sehingga tidak terjadi jurang pemisah antara guru dengan siswa. Hal ini dapat dilaksanakan melalui berbagai cara yang tidak hanya terbatas pada hubungan kegiatan belajar mengajar saja, misalnya melalui kegiatan ekstra kurikuler, rekreasi dan situasi-situasi informal lainnya.

a.3. Developing a desire for counseling; menciptakan suasana yang menimbulkan ke arah kesadaran siswa akan masalah yang dihadapinya. Misalnya dengan cara mendiskusikan dengan siswa yang bersangkutan tentang hasil dari suatu tes, seperti tes inteligensi, tes bakat, dan hasil pengukuran lainnya untuk dianalisis bersama serta diupayakan berbagai tindak lanjutnya.

a.4. Melakukan analisis terhadap hasil belajar siswa, dengan cara ini bisa diketahui tingkat dan jenis kesulitan atau kegagalan belajar yang dihadapi siswa.

a.5. Melakukan analisis sosiometris, dengan cara ini dapat ditemukan siswa yang diduga mengalami kesulitan penyesuaian sosial.

b. Identifikasi Masalah

Langkah ini merupakan upaya untuk memahami jenis, karakteristik kesulitan atau masalah yang dihadapi siswa. Dalam konteks Proses Belajar Mengajar, permasalahan siswa dapat berkenaan dengan aspek : (a) substansial – material; (b) struktural – fungsional; (c) behavioral; dan atau (d) personality. Untuk mengidentifikasi masalah siswa, Prayitno dkk. telah mengembangkan suatu instrumen untuk melacak masalah siswa, dengan apa yang disebut Alat Ungkap Masalah (AUM). Instrumen ini sangat membantu untuk mendeteksi lokasi kesulitan yang dihadapi siswa, seputar aspek : (a) jasmani dan kesehatan; (b) diri pribadi; (c) hubungan sosial; (d) ekonomi dan keuangan; (e) karier dan pekerjaan; (f) pendidikan dan pelajaran; (g) agama, nilai dan moral; (h) hubungan muda-mudi; (i) keadaan dan hubungan keluarga; dan (j) waktu senggang.

c. Remedial atau referal (Alih Tangan Kasus)

Jika jenis dan sifat serta sumber permasalahannya masih berkaitan dengan sistem pembelajaran dan masih berada dalam kesanggupan dan kemampuan guru atau guru pembimbing, pemberian bantuan bimbingan dapat dilakukan oleh guru atau guru pembimbing itu sendiri. Namun, jika permasalahannya menyangkut aspek-aspek kepribadian yang lebih mendalam dan lebih luas maka selayaknya tugas guru atau guru pembimbing sebatas hanya membuat rekomendasi kepada ahli yang lebih kompeten.

d. Evaluasi dan Follow Up

Cara manapun yang ditempuh, evaluasi atas usaha pemecahan masalah seyogyanya dilakukan evaluasi dan tindak lanjut, untuk melihat seberapa pengaruh tindakan bantuan (treatment) yang telah diberikan terhadap pemecahan masalah yang dihadapi siswa.

Berkenaan dengan evaluasi bimbingan, Depdiknas telah memberikan kriteria-kriteria keberhasilan layanan bimbingan belajar, yaitu :

- 1) Berkembangnya pemahaman baru yang diperoleh siswa berkaitan dengan masalah yang dibahas.
- 2) Perasaan positif sebagai dampak dari proses dan materi yang dibawakan melalui layanan, dan,
- 3) Rencana kegiatan yang akan dilaksanakan oleh siswa sesudah pelaksanaan layanan dalam rangka mewujudkan upaya lebih lanjut pengentasan masalah yang dialaminya.

Sementara itu, Robinson dalam Abin Syamsuddin Makmun (2003) mengemukakan beberapa kriteria dari keberhasilan dan efektivitas layanan yang telah diberikan, yaitu apabila:

- 1) Siswa telah menyadari (to be aware of) atas adanya masalah yang dihadapi.
- 2) Siswa telah memahami (self insight) permasalahan yang dihadapi.
- 3) Siswa telah mulai menunjukkan kesediaan untuk menerima kenyataan diri dan masalahnya secara obyektif (self acceptance).

- 4) Siswa telah menurun ketegangan emosinya (emotion stress release).
 - 5) Siswa telah menurun penentangan terhadap lingkungannya
 - 6) Siswa mulai menunjukkan kemampuannya dalam mempertimbangkan, mengadakan pilihan dan mengambil keputusan secara sehat dan rasional.
 - 7) Siswa telah menunjukkan kemampuan melakukan usaha –usaha perbaikan dan penyesuaian diri terhadap lingkungannya, sesuai dengan dasar pertimbangan dan keputusan yang telah diambilnya
- Jika Anda ingin mengetahui lebih lanjut tentang bagaimana mekanisme penanganan siswa bermasalah, silahkan klik tautan di bawah ini. Materi disajikan dalam bentuk tayangan slide

e. Model Pembelajaran

Dalam mengimplementasikan Kurikulum Berbasis Kompetensi, E. Mulyasa (2003) mengetengahkan lima model pembelajaran yang dianggap sesuai dengan tuntutan Kurikulum Berbasis Kompetensi; yaitu : (1) Pembelajaran Kontekstual (Contextual Teaching Learning); (2) Bermain Peran (Role Playing); (3) Pembelajaran Partisipatif (Participative Teaching and Learning); (4) Belajar Tuntas (Mastery Learning); dan (5) Pembelajaran dengan Modul (Modular Instruction). Sementara itu, Gulo (2005) memandang pentingnya strategi pembelajaran inkuiri (inquiry).

Di bawah ini akan diuraikan secara singkat dari masing-masing model pembelajaran tersebut.

1) Pembelajaran Kontekstual (Contextual Teaching Learning)

Pembelajaran Kontekstual (Contextual Teaching Learning) atau biasa disingkat CTL merupakan konsep pembelajaran yang menekankan pada keterkaitan antara materi pembelajaran dengan dunia kehidupan nyata, sehingga peserta didik mampu menghubungkan dan menerapkan kompetensi hasil belajar dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam pembelajaran kontekstual, tugas guru adalah memberikan kemudahan belajar kepada peserta didik, dengan menyediakan

berbagai sarana dan sumber belajar yang memadai. Guru bukan hanya menyampaikan materi pembelajaran yang berupa hapalan, tetapi mengatur lingkungan dan strategi pembelajaran yang memungkinkan peserta didik belajar.

Dengan mengutip pemikiran Zahorik, E. Mulyasa (2003) mengemukakan lima elemen yang harus diperhatikan dalam pembelajaran kontekstual, yaitu :

- a) Pembelajaran harus memperhatikan pengetahuan yang sudah dimiliki oleh peserta didik.
- b) Pembelajaran dimulai dari keseluruhan (global) menuju bagian-bagiannya secara khusus (dari umum ke khusus).
- c) Pembelajaran harus ditekankan pada pemahaman, dengan cara: (a) menyusun konsep sementara; (b) melakukan sharing untuk memperoleh masukan dan tanggapan dari orang lain; dan (c) merevisi dan mengembangkan konsep.
- d) Pembelajaran ditekankan pada upaya mempraktekan secara langsung apa-apa yang dipelajari.
- e) Adanya refleksi terhadap strategi pembelajaran dan pengembangan pengetahuan yang dipelajari.

2) Bermain Peran (Role Playing)

Bermain peran merupakan salah satu model pembelajaran yang diarahkan pada upaya pemecahan masalah-masalah yang berkaitan dengan hubungan antarmanusia (interpersonal relationship), terutama yang menyangkut kehidupan peserta didik.

Pengalaman belajar yang diperoleh dari metode ini meliputi, kemampuan kerjasama, komunikatif, dan menginterpretasikan suatu kejadian. Melalui bermain peran, peserta didik mencoba mengeksplorasi hubungan-hubungan antarmanusia dengan cara memperagakan dan mendiskusikannya, sehingga secara bersama-sama para peserta didik dapat mengeksplorasi perasaan-perasaan, sikap-sikap, nilai-nilai, dan berbagai strategi pemecahan masalah.

Dengan mengutip dari Shaftel dan Shaftel, (E. Mulyasa, 2003) mengemukakan tahapan pembelajaran bermain peran meliputi : (1) menghangatkan suasana dan memotivasi peserta didik; (2) memilih peran; (3) menyusun tahap-tahap peran; (4) menyiapkan pengamat; (5) menyiapkan pengamat; (6) tahap pemeranan; (7) diskusi dan evaluasi tahap diskusi dan evaluasi tahap I ; (8) pemeranan ulang; dan (9) diskusi dan evaluasi tahap II; dan (10) membagi pengalaman dan pengambilan keputusan.

3) Pembelajaran Partisipatif (Participative Teaching and Learning)

Pembelajaran Partisipatif (Participative Teaching and Learning) merupakan model pembelajaran dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran. Dengan meminjam pemikiran Knowles, (E.Mulyasa,2003) menyebutkan indikator pembelajaran partisipatif, yaitu : (1) adanya keterlibatan emosional dan mental peserta didik; (2) adanya kesediaan peserta didik untuk memberikan kontribusi dalam pencapaian tujuan; (3) dalam kegiatan belajar terdapat hal yang menguntungkan peserta didik.

Pengembangan pembelajaran partisipatif dilakukan dengan prosedur berikut:

- 1) Menciptakan suasana yang mendorong peserta didik siap belajar.
- 2) Membantu peserta didik menyusun kelompok, agar siap belajar dan membelajarkan
- 3) Membantu peserta didik untuk mendiagnosis dan menemukan kebutuhan belajarnya.
- 4) Membantu peserta didik menyusun tujuan belajar.
- 5) Membantu peserta didik merancang pola-pola pengalaman belajar.
- 6) Membantu peserta didik melakukan kegiatan belajar.
- 7) Membantu peserta didik melakukan evaluasi diri terhadap proses dan hasil belajar.

4) Belajar Tuntas (Mastery Learning)

Belajar tuntas berasumsi bahwa di dalam kondisi yang tepat semua peserta didik mampu belajar dengan baik, dan memperoleh hasil yang maksimal terhadap seluruh materi yang dipelajari. Agar semua peserta didik memperoleh hasil belajar secara maksimal, pembelajaran harus dilaksanakan dengan sistematis. Kesistematiskan akan tercermin dari strategi pembelajaran yang dilaksanakan, terutama dalam mengorganisir tujuan dan bahan belajar, melaksanakan evaluasi dan memberikan bimbingan terhadap peserta didik yang gagal mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Tujuan pembelajaran harus diorganisir secara spesifik untuk memudahkan pengecekan hasil belajar, bahan perlu dijabarkan menjadi satuan-satuan belajar tertentu, dan penguasaan bahan yang lengkap untuk semua tujuan setiap satuan belajar dituntut dari para peserta didik sebelum proses belajar melangkah pada tahap berikutnya. Evaluasi yang dilaksanakan setelah para peserta didik menyelesaikan suatu kegiatan belajar tertentu merupakan dasar untuk memperoleh balikan (feedback). Tujuan utama evaluasi adalah memperoleh informasi tentang pencapaian tujuan dan penguasaan bahan oleh peserta didik. Hasil evaluasi digunakan untuk menentukan dimana dan dalam hal apa para peserta didik perlu memperoleh bimbingan dalam mencapai tujuan, sehingga seluruh peserta didik dapat mencapai tujuan, dan menguasai bahan belajar secara maksimal (belajar tuntas).

Strategi belajar tuntas dapat dibedakan dari pengajaran non belajar tuntas dalam hal berikut : (1) pelaksanaan tes secara teratur untuk memperoleh balikan terhadap bahan yang diajarkan sebagai alat untuk mendiagnosa kemajuan (diagnostic progress test); (2) peserta didik baru dapat melangkah pada pelajaran berikutnya setelah ia benar-benar menguasai bahan pelajaran sebelumnya sesuai dengan patokan yang ditentukan; dan (3) pelayanan bimbingan dan konseling terhadap

peserta didik yang gagal mencapai taraf penguasaan penuh, melalui pengajaran remedial (pengajaran korektif).

Strategi belajar tuntas dikembangkan oleh Bloom, meliputi tiga bagian, yaitu: (1) mengidentifikasi pra-kondisi; (2) mengembangkan prosedur operasional dan hasil belajar; dan (3c) implementasi dalam pembelajaran klasikal dengan memberikan “bumbu” untuk menyesuaikan dengan kemampuan individual, yang meliputi : (1) *corrective technique* yaitu semacam pengajaran remedial, yang dilakukan memberikan pengajaran terhadap tujuan yang gagal dicapai peserta didik, dengan prosedur dan metode yang berbeda dari sebelumnya; dan (2) memberikan tambahan waktu kepada peserta didik yang membutuhkan (sebelum menguasai bahan secara tuntas).

Di samping implementasi dalam pembelajaran secara klasikal, belajar tuntas banyak diimplementasikan dalam pembelajaran individual. Sistem belajar tuntas mencapai hasil yang optimal ketika ditunjang oleh sejumlah media, baik hardware maupun software, termasuk penggunaan komputer (internet) untuk mengefektifkan proses belajar.

5) Pembelajaran dengan Modul (Modular Instruction)

Modul adalah suatu proses pembelajaran mengenai suatu satuan bahasan tertentu yang disusun secara sistematis, operasional dan terarah untuk digunakan oleh peserta didik, disertai dengan pedoman penggunaannya untuk para guru. Pembelajaran dengan sistem modul memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Setiap modul harus memberikan informasi dan petunjuk pelaksanaan yang jelas tentang apa yang harus dilakukan oleh peserta didik, bagaimana melakukan, dan sumber belajar apa yang harus digunakan.
2. Modul merupakan pembelajaran individual, sehingga mengupayakan untuk melibatkan sebanyak mungkin karakteristik peserta didik. Dalam setiap modul harus : (1) memungkinkan peserta didik mengalami kemajuan belajar sesuai dengan kemampuannya; (2) memungkinkan peserta didik mengukur kemajuan belajar yang telah diperoleh; dan (3)

memfokuskan peserta didik pada tujuan pembelajaran yang spesifik dan dapat diukur.

3. Pengalaman belajar dalam modul disediakan untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran seefektif dan seefisien mungkin, serta memungkinkan peserta didik untuk melakukan pembelajaran secara aktif, tidak sekedar membaca dan mendengar tapi lebih dari itu, modul memberikan kesempatan untuk bermain peran (role playing), simulasi dan berdiskusi.

4. Materi pembelajaran disajikan secara logis dan sistematis, sehingga peserta didik dapat mengetahui kapan dia memulai dan mengakhiri suatu modul, serta tidak menimbulkan pertanyaan mengenai apa yang harus dilakukan atau dipelajari.

5. Setiap modul memiliki mekanisme untuk mengukur pencapaian tujuan belajar peserta didik, terutama untuk memberikan umpan balik bagi peserta didik dalam mencapai ketuntasan belajar.

Pada umumnya pembelajaran dengan sistem modul akan melibatkan beberapa komponen, diantaranya : (1) lembar kegiatan peserta didik; (2) lembar kerja; (3) kunci lembar kerja; (4) lembar soal; (5) lembar jawaban dan (6) kunci jawaban.

Komponen-komponen tersebut dikemas dalam format modul, sebagai berikut :

1. Pendahuluan; yang berisi deskripsi umum, seperti materi yang disajikan, pengetahuan, keterampilan dan sikap yang akan dicapai setelah belajar, termasuk kemampuan awal yang harus dimiliki untuk mempelajari modul tersebut.

2. Tujuan Pembelajaran; berisi tujuan pembelajaran khusus yang harus dicapai peserta didik, setelah mempelajari modul. Dalam bagian ini dimuat pula tujuan terminal dan tujuan akhir, serta kondisi untuk mencapai tujuan.

3. Tes Awal; yang digunakan untuk menetapkan posisi peserta didik dan mengetahui kemampuan awalnya, untuk menentukan darimana ia

harus memulai belajar, dan apakah perlu untuk mempelajari atau tidak modul tersebut.

4. Pengalaman Belajar; yang berisi rincian materi untuk setiap tujuan pembelajaran khusus, diikuti dengan penilaian formatif sebagai balikan bagi peserta didik tentang tujuan belajar yang dicapainya.

5. Sumber Belajar; berisi tentang sumber-sumber belajar yang dapat ditelusuri dan digunakan oleh peserta didik.

6. Tes Akhir; instrumen yang digunakan dalam tes akhir sama dengan yang digunakan pada tes awal, hanya lebih difokuskan pada tujuan terminal setiap modul.

Tugas utama guru dalam pembelajaran sistem modul adalah mengorganisasikan dan mengatur proses belajar, antara lain : (1) menyiapkan situasi pembelajaran yang kondusif; (2) membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami isi modul atau pelaksanaan tugas; (3) melaksanakan penelitian terhadap setiap peserta didik.

6) Pembelajaran Inkuiri

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

Joyce (Gulo, 2005) mengemukakan kondisi- kondisi umum yang merupakan syarat bagi timbulnya kegiatan inkuiri bagi siswa, yaitu : (1) aspek sosial di dalam kelas dan suasana bebas-terbuka dan permisif yang mengundang siswa berdiskusi; (2) berfokus pada hipotesis yang perlu diuji kebenarannya; dan (3) penggunaan fakta sebagai evidensi dan di dalam proses pembelajaran dibicarakan validitas dan reliabilitas tentang fakta, sebagaimana lazimnya dalam pengujian hipotesis, Proses inkuiri dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

- 1) Merumuskan masalah; kemampuan yang dituntut adalah : (a) kesadaran terhadap masalah; (b) melihat pentingnya masalah dan (c) merumuskan masalah.
- 2) Mengembangkan hipotesis; kemampuan yang dituntut dalam mengembangkan hipotesis ini adalah : (a) menguji dan menggolongkan data yang dapat diperoleh; (b) melihat dan merumuskan hubungan yang ada secara logis; dan merumuskan.
- 3) Menguji jawaban tentatif; kemampuan yang dituntut adalah : (a) merakit peristiwa, terdiri dari : mengidentifikasi peristiwa yang dibutuhkan, mengumpulkan data, dan mengevaluasi data; (b) menyusun data, terdiri dari : mentranslasikan data, menginterpretasikan data dan mengkasifikasikan data.; (c) analisis data, terdiri dari : melihat hubungan, mencatat persamaan dan perbedaan, dan mengidentifikasi trend, sekuensi, dan keteraturan.
- 4) Menarik kesimpulan; kemampuan yang dituntut adalah: (a) mencari pola dan makna hubungan; dan (b) merumuskan kesimpulan
- 5) Menerapkan kesimpulan dan generalisasi.

Guru dalam mengembangkan sikap inkuiri di kelas mempunyai peranan sebagai konselor, konsultan, teman yang kritis dan fasilitator. Ia harus dapat membimbing dan merefleksikan pengalaman kelompok, serta memberi kemudahan bagi kerja kelompok.

f. Mengatasi Kesulitan Belajar

Kesulitan belajar merupakan masalah yang cukup kompleks dan sering membuat orangtua bingung mencari penyelesaiannya. Kesulitan belajar banyak ditemukan pada anak usia sekolah. Pola belajar anak, memang dibentuk saat di sekolah dasar. Sesuai dengan masanya ia mengalami perkembangan mental dan pembentukan karakternya. Di masa kini anak tidak hanya belajar menghitung, membaca, atau menghafal pengetahuan umum, tapi juga belajar tentang tanggung jawab, skala nilai moral, skala nilai prioritas dalam kegiatannya.

Masalah disiplin juga tidak kalah pentingnya. Anak-anak sejak kecil sudah harus ditanamkan disiplin. Jika, tidak sangat menentukan perkembangan karakter anak tersebut. Di dalam kebudayaan Bugis-Makassar ada istilah macanga-canga atau memandang enteng persoalan. Sering menunda-nunda jadwal belajar.

Dalam menghadapi perilaku anak seperti ini, dalam artikel Ibu Anak disebutkan setidaknya ada tiga hal yang harus diperhatikan. Namun, sebelum memperhatikan hal tersebut, orangtua hendaknya tidak mudah jatuh iba sehingga mengambil alih tugas anak. Tentu dengan tujuan meringankan agar mereka bisa mengerjakan pekerjaan rumah misalnya.

Sekali lagi orangtua tidak dianjurkan membantu anak dengan cara mengambil alih, tapi bagaimana menuntun anak agar pekerjaan rumah dikerjakan sendiri dalam situasi menyenangkan.

1) Perhatikan Mood

Untuk mengenal mood anak, seorang ibu harus mengenal karakter dan kebiasaan belajar anak. Apakah anak belajar dengan senang hati atau dalam keadaan kesal. Jika belajar dalam suasana hati yang senang, maka apa yang akan dipelajari lebih cepat ditangkap. Bila saat belajar, ia merasa kesal, coba untuk mencari tahu penyebab munculnya rasa kesal itu. Apakah karena pelajaran yang sulit atau karena konsentrasi yang pecah. Nah di sini tugas orangtua untuk menyenangkan hati si anak.

2) Siapkan Ruang Belajar

Kesulitan belajar anak bisa juga karena tempat yang tersedia tidak memadai. Karena itu, coba sediakan tempat belajar untuk anak. Jika kesulitan itu muncul karena tidak tersedianya meja, maka ajaklah anak belajar di meja makan didampingi orangtuanya. Tentu sebelum belajar meja makan harus dibersihkan lebih dahulu.

Selain itu, saat mengajari anak ini Anda bisa melakukannya dengan menularkan cara belajar yang baik. Misalnya bercerita kepada anak

tentang bagaimana dahulu ibunya menyelesaikan mata pelajaran yang dianggap sulit. Biasanya anak cepat larut dengan cerita ibunya sehingga ia mencoba mencocok-cocokkan dengan apa yang dijalaninya sekarang.

3) Komunikasi

Masa kecil kita, pelajaran yang disukai tergantung bagaimana cara guru itu mengajar. Tidak bisa dipungkiri perhatian terhadap mata pelajaran, tentu ada kaitan dengan cara guru mengajar di kelas.

Sempatkan juga waktu dan dengarkan anak-anak bercerita tentang bagaimana cara guru mereka mengajar di sekolah. Jika, anak Anda aktif maka banyak sekali cerita yang lahir termasuk bagaimana guru kelas memperhatikan baju, ikat rambut, dan sepatunya. Khusus soal komunikasi ini, biarkan anak-anak bercerita tentang gurunya. Sejak dini biasakan anak berperilaku sportif dan pandai menyampaikan pendapatnya. Selamat mencoba.

Langkah-Langkah Tindakan Diagnosa Menurut C. Ross dan Julian Stanley, langkah-langkah mendiagnosis kesulitan belajar ada tiga tahap, yaitu :

- 1) Langkah-langkah diagnosis yang meliputi aktifitas, berupa
 - a. Identifikasi kasus.
 - b. Lokalisasi jenis dan sifat kesulitan.
 - c. Menemukan faktor penyebab baik secara internal maupun eksternal.
- 2) Langkah prognosis yaitu suatu langkah untuk mengestimasi (mengukur),
memperkirakan apakah kesulitan tersebut dapat dibantu atau tidak.
- 3) Langkah Terapi yaitu langkah untuk menemukan berbagai alternatif kemungkinan cara yang dapat ditempuh dalam rangka penyembuhan kesulitan tersebut yang kegiatannya meliputi antara lain pengajaran remedial, transfer atau referal.

Sasaran dari kegiatan diagnosis pada dasarnya ditujukan untuk memahami

karakteristik dan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kesulitan. Dari ketiga pola pendekatan di atas dapat disimpulkan bahwa langkah-langkah pokok prosedur dan teknik diagnosa kesulitan belajar adalah sebagai berikut:

4) Mengidentifikasi siswa yang diperkirakan mengalami kesulitan belajar. Adapun langkah-langkah mengidentifikasi siswa yang mengalami kesulitan belajar.

Menandai siswa dalam satu kelas atau dalam satu kelompok yang diperkirakan mengalami kesulitan belajar baik bersifat umum maupun khusus dalam bidang studi.

Meneliti nilai ulangan yang tercantum dalam "record academic" kemudian dibandingkan dengan nilai rata-rata kelas atau dengan kriteria tingkat penguasaan minimal kompetensi yang dituntut.

Menganalisis hasil ulangan dengan melihat sifat kesalahan yang dibuat. Melakukan observasi pada saat siswa dalam kegiatan proses belajar mengajar yaitu mengamati tingkah laku siswa dalam mengerjakan tugas-tugas tertentu yang diberikan di dalam kelas, berusaha mengetahui kebiasaan dan cara belajar siswa di rumah melalui check list

Mendapatkan kesan atau pendapat dari guru lain terutama wali kelas, dan guru pembimbing.

5) Mengalokasikan letaknya kesulitan atau permasalahannya, dengan cara mendeteksi kesulitan belajar pada bidang studi tertentu. Dengan membandingkan angka nilai prestasi siswa yang bersangkutan dari bidang studi yang diikuti atau dengan angka nilai rata-rata dari setiap bidang studi. Atau dengan melakukan analisis terhadap catatan mengenai proses belajar. Hasil analisa empiris terhadap catatan keterlambatan penyelesaian tugas, ketidakhadiran, kurang aktif dan kecenderungan berpartisipasi dalam belajar.

6) Melokalisasikan jenis faktor dan sifat yang menyebabkan mengalami berbagai kesulitan.

7) Memperkirakan alternatif pertolongan. Menetapkan kemungkinan cara mengatasinya baik yang bersifat mencegah (preventif) maupun penyembuhan (kuratif).

Demikianlah prosedur dan teknik diagnosa kesulitan belajar, di atas dapat dipergunakan. Namun penerapannya dalam proses konseling bisa sangat bervariasi, bahkan ada beberapa pakar yang mempunyai pandangan yang bertolak belakang atau kontradiktif. Bahkan, menurut Carl Rogers, terapi atau pertolongan yang baik tidak membutuhkan ketrampilan dan pengetahuan diagnosa. Hal ini bertolak belakang dengan pendapat Williamson, Ellis, Freud, dan Thorn yang menekankan bahwa diagnosa sebagai langkah yang perlu dipakai dalam pendekatan konseling, termasuk konseling yang menangani kesulitan dalam belajar. Bahkan ditekankan bahwa diagnosa merupakan bagian dari kegiatan konselor dalam proses konseling. Seyogyanya seorang pembimbing atau konselor perlu mengingat dan dapat bertindak bijaksana dalam mempertimbangkan kapan sebaiknya diagnosa dipergunakan atau tidak untuk menolong siswa dalam mengatasi kesulitan belajar.

Ada berbagai macam cara untuk mengidentifikasi siswa, di antaranya seorang konselor dapat menggunakan check list. Di samping penggunaan check list ini sangat efektif dan efisien terutama bila jumlah siswa banyak, check list ini bisa berfungsi sebagai alat pengayaan (screening device) untuk mengidentifikasi siswa yang perlu segera atau skala prioritas yang harus ditolong.

Sebab-sebab yang mungkin mengakibatkan timbulnya kesulitan belajar, dapat digolongkan menjadi tiga yaitu:

- 1) Banyak sebab yang menimbulkan pola gejala yang sama. Seringkali gejala-gejala kesulitan belajar yang nampak pada seorang siswa disebabkan oleh faktor-faktor yang berbeda dengan yang lain yang memperlihatkan gejala yang sama.
- 2) Banyak pola gejala yang ditimbulkan oleh sebab yang sama. Sebab yang nampak sama, dapat mengakibatkan gejala yang berbeda-beda

bagi siswa yang berlainan perlu diperhatikan adanya kesesuaian antara sebab dengan kondisi tempat tinggal siswa.

3) Sebab-sebab yang saling berkaitan dengan yang lain. Kesulitan yang menimbulkan reaksi dari orang-orang disekelilingnya atau yang menyebabkan dia bereaksi pada dirinya sendiri dengan cara yang selanjutnya , menyebabkan timbulnya kesulitan yang baru.

Proses pemecahan kesulitan belajar pada siswa yaitu dimulai dengan memperkirakan kemungkinan bantuan apakah siswa tersebut masih mungkin ditolong untuk mengatasi kesulitannya atau tidak, berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengatasi kesulitan yang dialami oleh siswa tertentu, dan dimana pertolongan itu dapat diberikan. Perlu dianalisis pula siapa yang dapat memberikan pertolongan dan bantuan, bagaimana cara menolong siswa yang efektif, dan siapa saja yang harus dilibatkan dalam proses konseling.

Dalam proses pemberian bantuan, diperlukan bimbingan yang intensif dan

berkelanjutan agar siswa dapat mengembangkan diri secara optimal dan menyesuaikan diri terhadap perkembangan pribadinya dan lingkungannya.

Kemampuan yang Harus Dimiliki Konselor Berkait dengan perannya sebagai seorang konselor, tiap individu konselor harus memiliki kemampuan yang profesional yaitu mampu melakukan langkah-langkah :

- 1) Mengumpulkan data tentang siswa.
- 2) Mengamati tingkah laku siswa.
- 3) Mengenal siswa yang memerlukan bantuan khusus.
- 4) Mengadakan komunikasi dengan orang tua siswa untuk memperoleh keterangan dalam pendidikan anak.
- 5) Bekerjasama dengan masyarakat dan lembaga yang terkait untuk membantu memecahkan masalah siswa.
- 6) Membuat catatan pribadi siswa.

7) Menyelenggarakan bimbingan kelompok ataupun individual.

8) Bekerjasama dengan konselor yang lain dalam menyusun program bimbingan sekolah.

9) meneliti kemajuan siswa baik di sekolah maupun di luar sekolah

Mengingat sedemikian pentingnya peranan dan tanggung jawab konselor,

maka diperlukan dua persyaratan khusus bagi seorang konselor yaitu, memiliki gelar kesarjanaan dalam bidang psikologi dan mempunyai ciri-ciri dan kepribadian antara lain; dapat memahami orang lain secara objektif dan simpatik, mampu mengadakan kerjasama dengan orang lain dengan baik, memiliki kemampuan perspektif, memahami batas-batas kemampuan sendiri, mempunyai perhatian dan minat terhadap masalah pada siswa dan ada keinginan untuk membantu, dan harus memiliki sikap yang bijak dan konsisten dalam mengambil keputusan.

Dengan dimilikinya kecakapan dan persyaratan khusus seperti terurai di atas, seorang konselor diharapkan mampu membantu mengatasi dan memecahkan masalah kesulitan belajar yang dialami oleh siswa. Namun perlu diingat bahwa keberhasilan suatu konseling akan bisa maksimal apabila ada keterbukaan dan kepercayaan antara pihak klien dan konselor.

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

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/tugas sebagai tagihan (pada pembelajaran on line) dalam pembelajaran ini.
3. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
4. Jawablah pertanyaan pada bagian Latihan/kasus/tugas pada Lembar Kerja yang telah disediakan
5. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan pada bagian latihan/kasus/tugas dengan baik, maka Saudara dapat melanjutkan pembelajaran ke kegiatan pembelajaran 2.

E. Latihan/ Kasus/ Tugas

1. Pernyataan di bawah ini yang merupakan karakteristik perkembangan peserta didik ditinjau dari aspek sosial adalah.....
 - a. mulai menyukai teman sebaya sesama jenis
 - b. Berperan serta dalam permainan logika
 - c. menyukai teman sebaya lawan jenis
 - d. dapat bekerja dalam durasi waktu yang lama
2. Upaya membimbing siswa untuk mengembangkan keterampilan sosial antara lain terlihat dalam upaya guru
 - a. memberikan contoh pentingnya bersikap toleran
 - b. melatih siswa membuat keputusan yang diambil berdasarkan informasi yang tepat

- c. melatih bagaimana mempersiapkan kesehatan diri dan lingkungan sekitar
 - d. mendiskusikan bagaimana mengatasi permasalahan sosial di sekitar siswa.
3. Salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan fisik-motorik
- a. Kematangan dan pengendalian gerakan tubuh
 - b. Sifat dasar genetik termasuk bentuk tubuh dan kecerdasan
 - c. Melibatkan fungsi-fungsi atau modalitas otak lainnya
 - d. Keterampilan dan kemampuan mengingat gerak yang sesuai dengan urutan-tumbuh kembang otak
 - e. Tidak ada jawaban
4. Tugas utama guru dalam membantu siswa untuk memperoleh pengetahuan :
- a. Mengorganisasi bahan belajar
 - b. Memberikan advance kepada siswa yang akan membantu siswa dalam mencapai pembelajaran baru
 - c. Membantu siswa untuk membantu mengambil ingatan jangka panjang
 - d. Mernbantu siswa rnernberi jawaban saat tes berlangsung
5. Seorang guru dalam melaksanakan pembelajaran harus mempunyai visi dan misi. Dari pernyataan dibawah ini yang kurang tepat adalah:
- a. Mengajar hari ini aku harus mernberi sesuatu yang berarti untuk siswaku.
 - b. Aku bawa masalahku dirumah untuk aku mintakan solusi kepada siswaku
 - c. Aku mengajar ibarat bulan pada mulanya kecil kemudian jadi besar.
 - d. Jika aku mengajar muridku, aku adalah akal mereka, muridku adalah lidahnya, aku beri anakku budi pekerti dan mereka memberi perilaku akal budiku. Sungguh bah.agia aku,

6. Upaya merancang pengayaan bagi peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar optimal tampak dalam kegiatan guru sebagai berikut:
 - a. memberikan tambahan materi berupa sumber ajar dari pengarang yang berbeda
 - b. memberikan test tambahan dengan tingkat kesukaran lebih tinggi
 - c. memberian tambahan sumber bacaan yang lebih mendalam dan tingkat variasi yang tinggi berikut instrumen testnya yang sesuai
 - d. diberikan materi bahan ajar yang lebih tinggi tingkatannya dan mengerjakan soal-soal yang memiliki kesulitan tinggi
7. Dalam upaya untuk meningkatkan motivasi siswa, guru dapat melaksanakann cara sebagai berikut, kecuali:
 - a. Memberi pujian
 - b. Memberi hadiah
 - c. Memberi hukuman
 - d. Memberi penguatan
8. Pernyataan di bawah ini merupakan karakteristik perkembangan peserta didik usia sekolah menengah ditinjau dari aspek fisik, kecuali
 - a. menunjukkan variasi yang besar pada tinggi dan berat badan
 - b. memiliki keterampilan fisik untuk memainkan permainan
 - c. penambahan-penambahan dalam kemampuan motorik halus
 - d. memiliki kemampuan dalam mengangkat beban yang berat
9. Kreativitas merupakan salah satu karakteristik perkembangan intelektual siswa SMK, yang artinya kemampuan untuk
 - a. Memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari yang sering dilakukan dan menghasilkan kepuasan kepada dirinya sendiri dan orang lain

- b. penalaran yang menggunakan logika-logika yang dapat diterima oleh semua orang dan menghasilkan penyelesaian persoalan untuk mengambil keputusan
 - c. berfikir tentang sesuatu dengan suatu cara yang baru dan tidak biasa serta menghasilkan penyelesaian yang unik terhadap berbagai persoalan
 - d. mengembangkan ide-ide secara cerdas dalam rangka penyelesaian masalah-masalah yang dihadapi dalam kehidupan masa sekarang maupun masa yang akan datang
10. Pernyataan di bawah ini yang merupakan karakteristik perkembangan peserta didik SMK ditinjau dari aspek emosional adalah....
- a. kesulitan memulai sesuatu, tetapi jika berhasil akan bertahan sampai akhir
 - b. menampakkan marah apabila mengalami kesulitan di sekolah
 - c. mulai muncul perasaan simpati kepada orang yang lebih kecil
 - d. mulai muncul perasaan simpati kepada orang yang lebih dewasa

LEMBAR KERJA KB-1

1. Pernyataan di bawah ini yang merupakan karakteristik perkembangan peserta didik ditinjau dari aspek sosial adalah

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

2. Upaya membimbing siswa untuk mengembangkan keterampilan sosial antara lain terlihat dalam upaya guru

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

3. Salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan fisik-motorik

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

4. Tugas utama guru dalam membantu siswa untuk memperoleh pengetahuan :

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

5. Seorang guru dalam melaksanakan pembelajaran harus mempunyai visi dan misi. Dari pernyataan dibawah ini yang kurang tepat adalah:

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

6. Upaya merancang pengayaan bagi peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar optimal tampak dalam kegiatan guru sebagai berikut:

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

7. Dalam upaya untuk meningkatkan motivasi siswa, guru dapat melaksanakann cara sebagai berikut, kecuali:

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

8. Pernyataan di bawah ini merupakan karakteristik perkembangan peserta didik usia sekolah menengah ditinjau dari aspek fisik, kecuali

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

9. Kreativitas merupakan salah satu karakteristik perkembangan intelektual siswa SMK, yang artinya kemampuan untuk

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

10. Pernyataan di bawah ini yang merupakan karakteristik perkembangan peserta didik SMK ditinjau dari aspek emosional adalah....

.....
.....

F. Rangkuman

1. Peserta didik merupakan subjek fokus utama dalam penyelenggaraan pendidikan dan pembelajaran. Sehingga para guru harus merasa atau menganggap bahwa pemahaman dan perlakuan terhadap peserta didik sebagai suatu totalitas atau kesatuan. Dalam mengenal dan memahami peserta didik, guru hendaknya dibekali dengan Ilmu Psikologi Pendidikan, Ilmu Psikologi Anak dan Ilmu Psikologi Perkembangan. Dalam ketiga ilmu tersebut terdapat konsep-konsep dasar tentang perkembangan kejiwaan peserta didik yang sangat membantu guru dalam mendampingi mereka. Disiplin ilmu ini sudah mulai dilupakan atau kurang diperhatikan guru sehingga kesulitan demi kesulitan dialami guru ketika berhadapan dengan peserta didik. Banyak masalah yang dihadapi peserta didik yang tidak terlalu berat tetapi karena kurang tepatnya pendekatan dan terapi yang digunakan guru dalam menyelesaikan masalah itu. Hal ini tidak menghasilkan penyelesaian secara tuntas dan masalah itu tetap menyelimuti peserta didik yang memberatkan langkahnya dalam meraih cita-cita.
2. Dalam perkembangan intelek, dapat juga terjadi kendala dan berbahaya yang mempengaruhi perkembangan anak secara keseluruhan, di antaranya: Kelambanan perkembangan otak yang dapat mempengaruhi kemampuan bermain dan belajar di sekolah serta penyesuaian diri dan sosial anak, yang dikarenakan oleh tingkat kecerdasan di bawah normal dan kurangnya mendapat kesempatan memperoleh pengalaman. Konsep yang salah yang disebabkan oleh informasi yang salah, pengalaman terbatas, mudah percaya, penalaran yang keliru, dan imajinasi yang sangat berperan, pemikiran tidak realistis, serta salah menafsirkan arti. Kesulitan dalam membenarkan konsep yang salah dan tidak

relistik. Hal ini biasanya berkenaan dengan konsep diri dan sosial yang bisa membingungkan anak.

3. Tipe kepribadian dibagi menjadi tiga, yaitu: Kepribadian Ekstrovert: dicirikan dengan sifat sosiabilitas, bersahabat, menikmati kegembiraan, aktif bicara, impulsif, menyenangkan spontan, ramah, sering ambil bagian dalam aktivitas sosial. Kepribadian Introvert: dicirikan dengan sifat pemalu, suka menyendiri, mempunyai kontrol diri yang baik. Neurosis: dicirikan dengan pencemas, pemurung, tegang, bahkan kadang-kadang disertai dengan simptom fisik seperti keringat, pucat, dan gugup.
4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar Seseorang : Waktu yang tersedia untuk menyelesaikan suatu bahan yang telah ditentukan, Usaha yang dilakukan oleh individu untuk menguasai bahan tersebut, Bakat seseorang, Kualitas pengajaran mis. Strategi, penjelasan dan pengaturan untuk pengajaran tersebut, Kemampuan siswa untuk mendapatkan manfaat yang optimal dari keseluruhan PBM yang dihadapi. Agar semua siswa dapat mengerti isi pelajaran guru harus selalu meningkatkan kualitas pengajarannya dan berbagai cara, antara lain: Pemilihan metoda yang tepat, Melibatkan siswa seramental emosional dalam setiap kegiatan PBM, Melaksanakan evaluasi perbaikan dan evaluasi akhir, Mempergunakan hasil evaluasi tersebut untuk perbaikan PBM. Ada Dua Hal Penting Dalam Analisa Kesulitan Belajar Siswa: Menemukan letak kesulitan belajar yang dialami oleh siswa-siswa tertentu, Menemukan jenis kesulitan yang dihadapi siswa, agar pengajaran perbaikan yang dilakukan dapat dilaksanakan secara efektif.
5. Kesulitan belajar merupakan hal yang lumrah dialami oleh peserta didik. Sering ditemukan adanya siswa mengalami kesulitan dalam menerima pelajaran di sekolah. Menghadapi hambatan dalam mencerna dan menyerap informasi belajar yang diberikan guru.

Kondisi ini akan berdampak kurang bagus terhadap kemajuan belajar anak. Oleh sebab itu perlu diupayakan pemecahan masalahnya. Baik oleh guru di sekolah maupun orang tua di rumah. Ini sebagai salah satu wujud kepedulian dan kerja sama dalam dunia pendidikan anak. Gejala anak yang mengalami masalah belajar dapat diketahui melalui indikasi tertentu. Misalnya, sulit mengalami ketuntasan belajar pada materi tertentu atau semua materi pada suatu mata pelajaran. Akibatnya siswa menunjukkan prestasi belajar kurang memuaskan.

6. Berdasarkan gejala yang teramati dan faktor penyebab kesulitan belajar, maka upaya dilakukan guru antara lain: Tempat duduk siswa, Anak yang mengalami kesulitan pendengaran dan penglihatan hendaknya mengambil posisi tempat duduk bagian depan. Mereka akan dapat melihat tulisan di papan tulis lebih jelas. Begitu pula dalam mendengar semua informasi belajar yang diucapkan oleh guru; Gangguan kesehatan, Anak yang mengalami gangguan kesehatan sebaiknya diistirahatkan di rumah dengan tetap memberinya bahan pelajaran dan dibimbing oleh orang tua dan keluarga lainnya; Program remedial, Siswa yang gagal mencapai tujuan pembelajaran akibat gangguan internal, perlu ditolong dengan melaksanakan program remedial. Teknik program remedial dapat dilakukan dengan berbagai cara. Di antaranya adalah mengulang kembali bahan pelajaran yang belum dikuasai, memberikan tugas-tugas tertentu kepada siswa, dan lain sebagainya; Bantuan media dan alat peraga; Suasana belajar menyenangkan; Motivasi orang tua di rumah.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

1. Dapat Menguasai karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, spiritual, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
2. Dapat Memahami karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial, emosional, moral, spiritual, dan latar belakang sosial budaya.
3. Dapat Mengidentifikasi kesulitan belajar siswa serta memberikan solusi kepada siswa yang mengalami kesulitan belajar.

Tindak Lanjut :

1. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
2. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar
3. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

MENGANALISIS KONSTRUKSI MENARA/TIANG JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti menyelesaikan kegiatan-kegiatan belajar dari modul ini, diharapkan peserta diklat memiliki spesifikasi kinerja sebagai berikut : Mampu menganalisis konstruksi menara/tiang jaringan distribusi tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi untuk kegiatan pembelajaran ini adalah : Menganalisis konstruksi menara/ tiang jaringan distribusi tenaga listrik

C. Uraian Materi

1. Pendahuluan

Tiang listrik pada jaringan distribusi digunakan untuk saluran udara (*overhead line*) sebagai penyangga kawat penghantar agar penyaluran tenaga listrik ke konsumen atau pusat beban dapat disalurkan dengan baik. Persyaratan suatu tiang penyangga yang digunakan untuk penompang jaringan distribusi tenaga listrik adalah :

- a. Mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi
- b. Mempunyai umur yang panjang
- c. Mudah pemasangan dan murah pemeliharaannya
- d. Tidak terlampau berat
- e. Harganya murah
- f. Berpenampilan menarik
- g. Mudah dicabut dan dipasang kembali

Tiang listrik pada jaringan distribusi digunakan untuk saluran udara (*overhead line*) sebagai penyangga kawat penghantar agar penyaluran tenaga listrik ke konsumen atau pusat-pusat beban dapat disalurkan dengan baik.

2. Klasifikasi Tiang Penyangga Jaringan Distribusi

a. Berdasarkan bahannya

Jenis tiang jaringan distribusi yang digunakan untuk jaringan distribusi tenaga listrik ada beberapa macam, yaitu :

1) Tiang Kayu (*Wood Pole*)

Tiang kayu banyak digunakan sebagai penyangga jaringan karena konstruksinya yang sederhana dan biaya investasi lebih murah bila dibandingkan dengan tiang jenis yang lain.

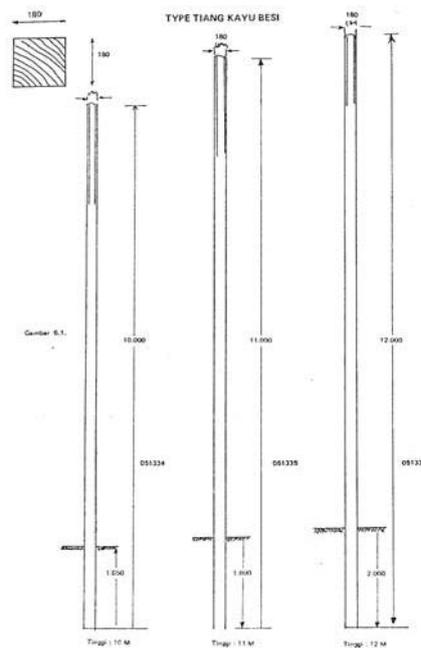
Selain itu tiang kayu merupakan penyekat (isolator) yang paling baik sebagai penompang saluran udara terhadap gangguan hubung singkat.

Jenis kayu yang digunakan sebagai tiang listrik diambil dari jenis tertentu. Untuk Indonesia yang memiliki berjuta-juta hektar hutan kayu dari berbagai jenis, yaitu kayu untuk jaringan distribusi dari jenis kayu : ulin (*Eusidiraxylon Zwageri*), kayu jati (*Tectona Grandis*), kayu rasamala (*Altanghia Exelsa Novanla*).

Sedangkan di Amerika Serikat jenis tiang kayu yang digunakan dari jenis kayu den (*douglas fir*), kayu cemara (*yellow pine*), dan kayu aras (*western red cendar*), kayu Ulin (*Eusidiraxylon Zwageri*), kayu Jati (*Tectona Grandis*), kayu Rasamala (*Altanghia Exelsa Novanla*), kayu Den (*Douglas Fir*), kayu Cemara (*Yellow Pine*), dan kayu Aras (*Western Red Cender*).

Kebaikan Tiang Kayu ini adalah mempunyai konstruksi yang sederhana, biaya investasi lebih murah, merupakan bahan penyekat (isolasi) yang baik buat penompang jaringan, dapat dibentuk menurut konstruksi, biaya perawatan rendah dan bebas dari gangguan petir.

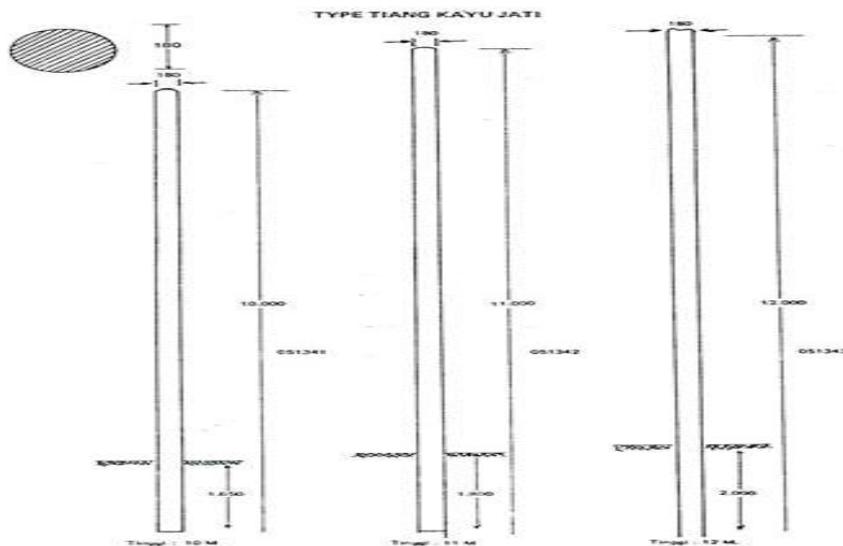
Kelemahan Tiang Kayu ini adalah tergantung pada persediaan kayu yang ada, perlu pengawetan terlebih dahulu, umur lebih pendek : 10 - 12 tahun bila tak diawetkan dan 20 - 30 tahun bila diawetkan, tidak dapat menyangga beban secara aman, dan apalagi bila terjadi satu atau dua kawat terputus.



Gambar 2. Tiang kayu dalam bentuk segiempat

Sebelum digunakan tiang kayu ini diawetkan dulu agar tahan lama. Penggunaan tiang kayu yang tidak diawetkan dianggap tidak ekonomis, karena kayu akan cepat lapuk oleh sebangsa/sejenis cendawan (jamur) yang menempel pada kayu tersebut. Dimana cendawan lebih senang hidup menempel pada kayu apabila dalam keadaan lembab (basah). Dengan diadakan pengawetan umur tiang kayu akan berkisar antara 25 sampai 30 tahun lebih, apalagi bila digunakan jenis kayu ulin, kayu jati, dan kayu rasamala akan sangat memuaskan sesuai pengalaman selama ini. Terutama kayu ulin memiliki kekerasan dan kekuatan yang baik tanpa diawetkan. Sedangkan jenis kayu

lain apabila tidak diawetkan akan mempunyai umur hanya 10 sampai 12 tahun. Penggunaan tiang kayu ini ternyata menghasilkan penghematan biaya investasi yang tidak kecil dibandingkan tiang baja. Apalagi Indonesia tersedia banyak sekali persediaan kayu. Walaupun demikian biaya pengangkutan untuk mendatangkan kayu ulin dari hutan-hutan di Kalimantan cukup tinggi. Begitu pula untuk biaya pemeliharaan tiang, khususnya tiang yang tidak mengalami pengawetan sebelumnya.



Gambar 3. Tiang kayu dalam bentuk bulat

Tabel 3 : Perbandingan Kekuatan Tiang Kayu

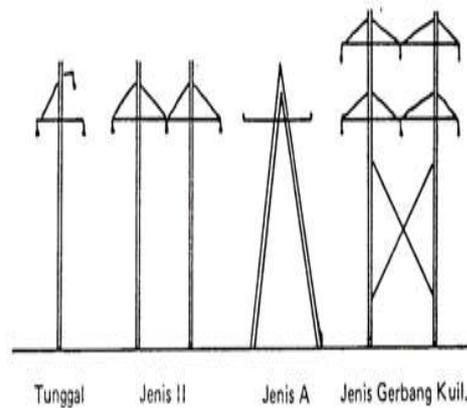
Jenis Kayu	Persentase Kelembaban (%)	Berat Jenis (g/cm^3)	Elastisitas Modulus (kg/cm^2)	Ketegangan Serat (kg/cm^2)	Kekuatan tindas (kg/cm^2)
Tiang Den	12	0,47	137.000	548	522

Tiang Cemara	12	0,51	127.000	548	498
Tiang Aras	12	0,33	79.000	422	353
Tiang Damar	15,7	0,45	4.000		295
Tiang Rasamala	14,7	0,80	92.000	575	598
Tiang Ulin	15,5	1,04	184.000	1.113	734

Tabel 4 : Ukuran Tiang Kayu

Tinggi Tiang (m)	Diameter Bagian Atas (m)	Diameter Bagian Bawah (m)	Kedalaman Pondasi (m)
9	1	20	1,65
	5	25	1,65
	2	30	1,65
10	1	20	1,65
	5	25	1,65
	2	30	1,65
11	1	20	1,80
	5	25	1,80
	2	30	1,80
12	2	20	2,00
	0	25	2,00
	2	30	2,00
13	2	20	2,15
	0	25	2,15
	2	30	2,15
14	2	20	2,30
	0	25	2,30
	2	30	2,30
15	2	20	2,50
	0	25	2,50
	0	30	2,50
16	2	20	2,65
	0	25	2,65
	0	30	2,65
17	2	20	3,00
	0	25	3,00
	0	30	3,00

Kedalaman tiang dihitung seperenam dari tinggi tiang.



Gambar 4. Konstruksi tiang kayu yang digunakan pada jaringan distribusi

b. Tiang Baja (*Steel Pole*)

Tiang baja yang digunakan berupa pipa-pipa baja bulat yang disambung dengan diameter yang berbeda dari pangkal hingga ujungnya. Pada umumnya ukuran penampang bagian pangkal lebih besar dari ukuran penampang bagian atasnya (ujung).

Melihat konstruksinya yang lebih kokoh, lurus dan bentuknya lebih indah dibandingkan dengan tiang kayu, tiang baja ini banyak dipakai. Walaupun ongkos pengangkutan dan pemeliharaan tiang baja ini lebih mahal, tetapi bila dibandingkan dengan tiang kayu maka tiang baja ini lebih banyak dipilih untuk penyangga kawat penghantar jaringan distribusi, terutama untuk jaringan distribusi tegangan tinggi. Hal ini disebabkan beban penompang pada jaringan distribusi tegangan tinggi lebih besar bila dibandingkan beban penompang pada jaringan distribusi tegangan rendah.

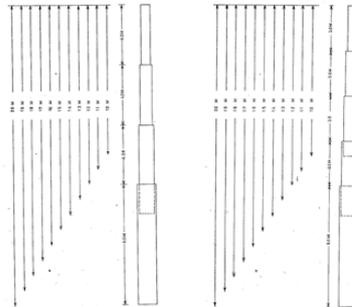
Tiang baja bulat sangat banyak digunakan untuk penopang jaringan listrik SUTM dan SUTR. Disamping penggunaan jenis lainnya seperti: tiang kayu, tiang beton bertulang, tiang beton bertulang dan tiang konstruksi baja.

Tiang baja bulat ukuran 12 m dan 14 m digunakan untuk keperluan-keperluan khusus. Seperti untuk tiang penopang

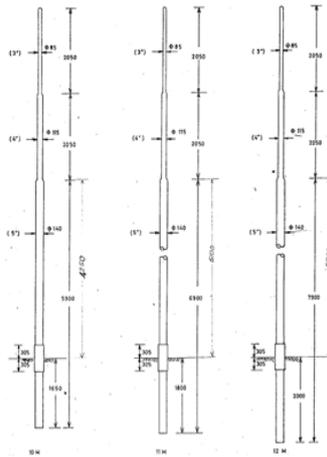
jaringan 20 kV yang melintasi jaringan 6 kV yang berada di bawah 20 kV tersebut.

Tiang baja bulat ukuran 11 m sering dipakai untuk penopang jaringan SUTM. Tiang baja bulat ukuran 9 m digunakan untuk penopang jaringan SUTR.

Baja bulat ukuran 8 m digunakan untuk tiang penyangga kawat pada penguat tiang jenis (schoer kontra mast).baja bulat ukuran 3 m dipakai pada penyambungan tiang 9 m ada untuk jaringan SUTR, dimana akan dipasangkan jaringan di atas jaringan SUTR tersebut.



Gambar 5. Ukuran Tiang Baja Sambungan



Gambar 6. Ukuran Tiang Baja Jenis Mannasmann

c. Tiang Beton

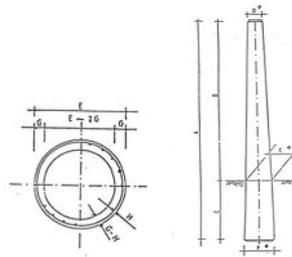
1) Tiang Beton Bertulang

Tiang jenis ini lebih mahal dari pada tiang kayu tetapi lebih murah dari pada tiang baja bulat. Tiang ini banyak digunakan untuk mendistribusikan tenaga listrik di daerah pedesaan dan daerah terpencil atau di tempat-tempat yang sulit dicapai. Karena tiang beton bertulang dapat dibuat di tempat tiang tersebut akan didirikan. Tiang beton bertulang juga dipilih jika dikehendaki adanya sisi dekoratif. Untuk pembuatan beton bertulang digunakan campuran beton 1 : 1,5 : 3 dengan kerikil yang seragam berukuran diameter 15 mm.

Tiang beton bertulang memiliki umur yang sangat panjang dengan perawatan yang sederhana, tetapi tiang ini berukuran besar dan cukup berat. Kelemahannya tiang ini cenderung hancur jika ditabrak kendaraan.

2) Tiang Beton Pratekan

Jenis tiang ini lebih mahal dari tiang beton bertulang. Pemasangannya lebih sulit dibandingkan dengan tiang kayu karena sangat berat. Tiang beton bertulang memiliki umur yang sangat panjang dengan perawatan yang sangat sederhana. Tiang jenis ini tidak perlu di cat untuk pengawetannya, karena tidak akan berkarat. Kelemahan jenis tiang ini cenderung hancur jika terlanggar oleh kendaraan.



Gambar 7. Penampang Tiang Beton Pratekan

Berikut ini. tabel standar spesifikasi tiang beton pratekan dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 5. Standar Spesifikasi Tiang Beton Pratekan

Type	Rancangan Beban (daN)	Momen Lentur (KnM)	A (a)	B (b)	C (c)	D (d)	E (e)	F (f)	G (g)	H (h)	Value a ³	Berat Nominal
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9-16-100	100		9	7,5	1,5	160	260	280	40	15	0,204	512
9-16-200	200	14,2	9	7,5	1,5	160	260	280	40	15	0,024	524
9-19-350	350	24,85	9	7,5	1,5	190	290	310	45	15	0,261	660
9-19-500	500	35,5	9	7,5	1,5	190	290	310	45	15	0,261	671
11-19-200	200		11	9,1	1,9	190	311	337	45	15	0,341	850
11-19-350	350	30,68	11	9,1	1,9	190	311	337	45	15	0,341	858
11-19-500	500	43,83	11	9,1	1,9	190	311	337	50	15	0,283	926
11-22-850	850	74,52	11	9,1	1,9	220	341	337	60	15	0,484	1243
11-22-1200	1200	105,20	11	9,1	1,9	220	341	337	60	15	0,484	1292
12-19-200	200	19,2	12	10	2	190	323	350	45	15	0,415	1063
12-19-350	350	33,6	12	10	2	190	323	350	45	15	0,415	1063
12-19-500	500	48	12	10	2	190	323	350	50	15	0,415	1063
13-19-350	350	36,52	13	10,8	2,2	190	334	363	45	15	0,426	1076
13-19-500	500	52,17	13	10,8	2,2	190	334	363	50	15	0,463	1185
13-22-850	850	88,68	13	10,8	2,2	220	364	393	60	15	0,604	1553
13-22-1200	1200	125,2	13	10,8	2,2	220	364	393	60	15	0,604	1616
14-19-350	350	39,43	14	11,6	2,4	190	346	367	45	15	0,459	1159
14-19-500	500	56,33	14	11,6	2,4	190	346	367	45	15	0,459	1159

d. Berdasarkan sifatnya

Menurut sifatnya tiang listrik dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu tiang kaku (*rigid*), tiang lentur (*flexible*), dan tiang setengah lentur (*semi flexible*).

Tiang kaku direncanakan untuk menahan beban penompang yang diperkirakan besar (berat), sedangkan tiang lentur dan

setengah lentur direncanakan untuk menahan beban penompang tidak terlalu berat atau lebih ringan.

Untuk tiang kayu yang memiliki sifat lentur biasanya tidak digunakan untuk saluran feeder utama (jaringan distribusi primer) yang memiliki beban penompang lebih besar, tetapi banyak digunakan untuk jaringan distribusi tegangan rendah. Untuk tiang yang memiliki sifat setengah lentur banyak digunakan untuk jaringan distribusi sekunder atau untuk tiang service (pelayanan) pada konsumen.

Tiang yang mempunyai sifat lentur dan setengah lentur ini banyak sekali kerugiannya dan diperlukan perencanaan yang lebih teliti sebelum digunakan. Khususnya dalam merencanakan ketegangan (*stress*) kawat yang menompang di antara jarak tiang (*span*). Kalau tidak akan terjadi kelenturan ke arah tegangan (*stress*) kawat yang terkencang. Hal ini bisa terjadi pula apabila salah satu atau dua kawat yang menompang pada tiang di antara span tersebut putus. Dan kelenturan tiang akan mengarah ke span yang kawatnya tidak putus. Kesulitan lain apabila mengukur ketegangan kawatnya (*sag*) bila tidak sesuai dengan beban yang menompang pada tiang akan mengakibatkan kejadian yang sama. Atau bila pondasi tiang tidak kokoh akan mengakibatkan tiang menjadi miring atau amblas ke dalam tanah.

e. Berdasarkan konstruksinya

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

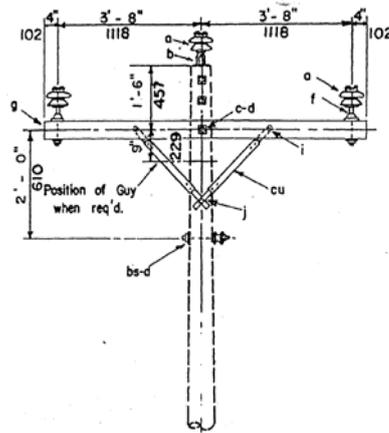
1) Tiang horizontal

Keuntungannya

- a) Tekanan angin yang terjadi, terfokus pada wilayah cross-arm

(*travers*)

b) Dapat digunakan untuk saluran ganda tiga fasa



Gambar 8. 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

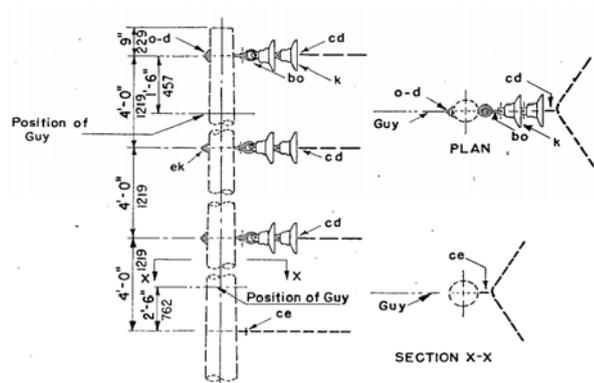
2) Tiang vertikal

Keuntungannya

- a) Sangat cocok untuk wilayah yang memiliki bangunan tinggi
- b) Beban tiang (tekanan ke bawah) lebih sedikit
- c) Isolator jenis pasak (pin insulator) jarang digunakan
- d) Tanpa menggunakan cross-arm (*travers*)

Kerugiannya

- a) Tekanan angin merata di bagian tiang
- b) Terbatas hanya untuk saluran tunggal tiga fasa



Gambar 9. Tiang dalam konstruksi vertikal

f. 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*).

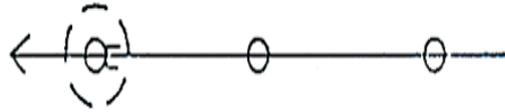


Gambar 10. Simbol untuk tiang singgung (*tangent*)

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*).

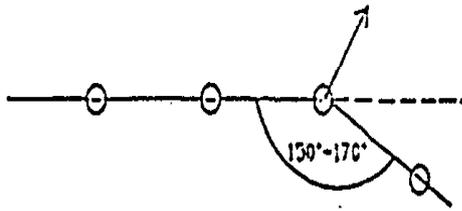


Gambar 11. Simbol untuk tiang ujung (deadend)

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 (*gay wire*) sebagai penahan gaya tarikan dari kawat penghantar yang membuat sudut tersebut. Sudut yang diperkenankan adalah (a) sudut kecil antara 5 derajat sampai 10 derajat, dan (b) sudut besar antara 10 derajat sampai 60 derajat.

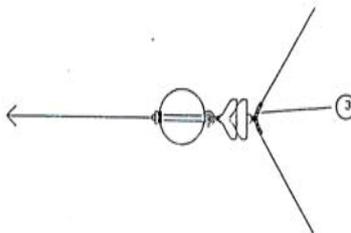
Pembagian sudut ini menentukan isolator yang dipasangkan pada tiang tersebut. Karena tiap-tiap isolator mempunyai kekuatan mekanis sendiri-sendiri. Untuk sudut kecil (5 - 10 derajat), pada tiang sudut dipasang isolator jenis pasak (*pin type insulator*) yang dipasang secara ganda. Sebab bila dipasang 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 12. 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 13. Simbol untuk tiang penegang (tension pole)

5) Ukuran Tiang Penyangga

Hal-hal yang harus diperhatikan mengenai ukuran tiang listrik ini adalah

- a) Tinggi tiang, yang tergantung pada ukuran tegangan sistem.
 - b) Kedalaman pondasi tiang, yang tergantung pada kondisi tanah setempat.
- 6) Jarak antara tiang (*span*), yang tergantung pada kepadatan beban untuk suatu daerah pelayanan, jenis kawat penghantara dan ketinggian tiang.

Tabel 6.
Ukuran Tiang Dan Jarak Antar Tiang Menurut
Peraturan AVE D210

Macam Saluran	Tegangan Saluran (kV)	Macam Tiang	Tinggi Tiang (m)	Jarak Tiang (m)
Distribusi Tegangan Rendah	0 s/d 1	Tiang kayu Tiang pipa besi Tiang baja	9 s/d 12	40 s/d 80
Distribusi Tegangan Tinggi	6 s/d 30	Tiang kayu, Tiang pipa besi, Tiang baja, Tiang konstruksi besi	10 s/d 20	60 s/d 150
Transmisi Tegangan Tinggi	60 s/d 110	Tiang konstruksi besi, Tiang beton ertulang, Menara baja	30 s/d 60	200 s/d 300
Transmisi Extra High Voltage	220 s/d 380	Konstruksi besi	40 s/d 80	250 s/d 350

Ketentuan-ketentuan diatas sudah ditetapkan dalam standarisasi seperti PUIL atau AVE-VDE. Hingga saat ini ketentuan-ketentuan dalam bidang jaringan distribusi belum ada yang dirobah. Dengan adanya perkembangan bidang teknologi dewasa ini, nampaknya perlu ditinjau kembali.

3. Standarisasi Konstruksi Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

Konstruksi jaringan distribusi tenaga listrik dengan saluran udara terdiri dari beberapa macam bentuk atau formasi. Hal ini banyak disebabkan oleh sejumlah faktor yang diantaranya oleh faktor alih teknologi dan kondisi rute jaringannya sendiri. Konstruksi jaringan distribusi dengan saluran udara yang dipergunakan di wilayah Sumatera Barat tidak jauh beda dengan konstruksi jaringan distribusi dengan saluran udara yang dipergunakan di Jawa Timur maupun di Jawa Barat.

Konstruksi jaringan distribusi tersebut merupakan penyempurnaan dari standar konstruksi distribusi yang telah ada, yaitu berasal dari Standart Sofrelec, New Jack, dan Chas T. Main International, Inc. yang telah menyebar ke wilayah- wilayah PLN.

Pemahaman konstruksi jaringan distribusi ini banyak manfaatnya yang dapat dipetik yaitu :

- a. Agar dapat membantu sistem informasi mengenai standar konstruksi distribusi ini.
- b. Terdapat keseragaman konstruksi jaringan distribusi sehingga akan mempermudah pelaksanaan pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan jaringan distribusi di seluruh wilayah PT PLN .
- c. Dengan adanya pengetahuan standar konstruksi jaringan distribusi tersebut bagi pelaksana akan membantu meningkatkan penguasaan standar konstruksi yang sekaligus akan meningkatkan profesionalisme sumber daya manusia di bidang konstruksi.
- d. Meningkatnya mutu jaringan distribusi yang nantinya akan meningkatkan mutu keandalan dan keandalan dalam pelayanan.
- e. Mempercepat proses perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan

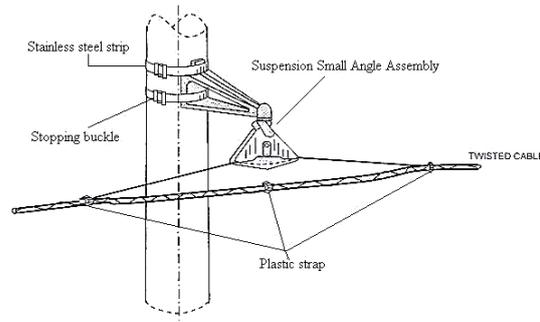
jaringan distribusi.

- f. Memudahkan dalam mengedit maupun merubah konstruksi dan komponennya sesuai kondisi di lapangan.

Ada 10 jenis konstruksi jaringan distribusi tegangan rendah, yang masing-masing sesuai dengan kondisi/rute jaringan di lapangan. Masing- masing konstruksi tersebut adalah :

a. 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).

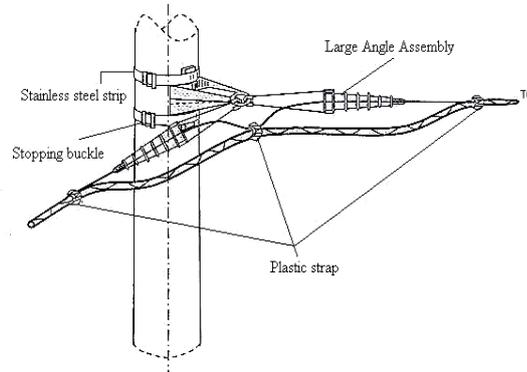


Gambar 14. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang Penyangga TR1

b. Konstruksi TR-2.

Konstruksi TR-2 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR dengan sudut kurang dari 45° , dengan menggunakan *large angle assembly* (penggantung untuk tiang belokan/sudut).

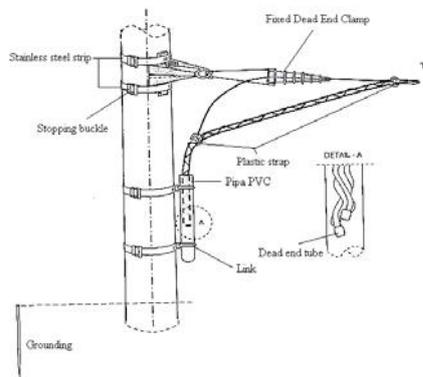
TR-2 ini termasuk tiang sudut, yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik, dimana pada tiang tersebut arah penghantar membelok dan arah gaya tarikan kawat horizontal.



Gambar 15. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang Sudut TR2

c. Konstruksi TR-3.

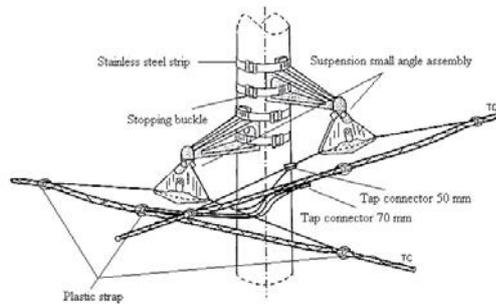
Konstruksi TR-3 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR untuk tiang akhir atau tiang awal dengan *treck schoor*. Pengait kabel digunakan *fixed dead-end clamp complete plastic strip* (peralatan untuk penarik pada tiang awal/akhir lengkap dengan *plastic strap*).



Gambar 16. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang Awal/Akhir TR3

d. Konstruksi TR-4.

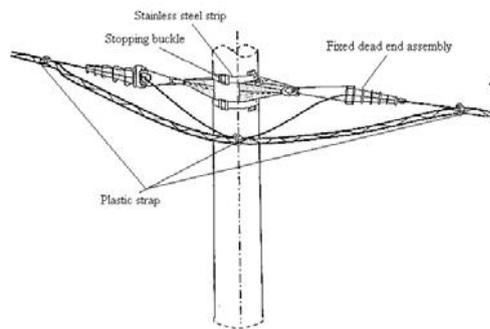
Konstruksi TR-4 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR sebagai tiang penyangga pada persimpangan (silang). Kedua saluran dikaitkan pada *suspension small angle assambly*.



Gambar 17. Konstruksi Pemasangan SKUTR
Tiang Penyangga Pada Persimpangan TR4

e. Konstruksi TR-5.

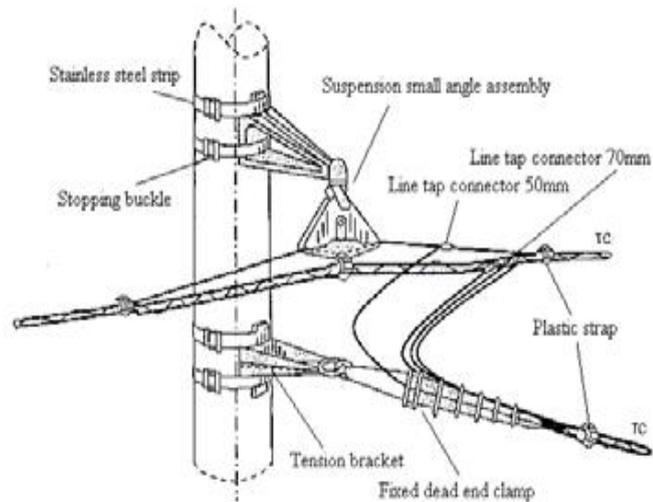
Konstruksi tiang TR-5 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR pada tiang penegang. Kabel dikaitkan pada *fixed dead-end assembly*. Tiang penegang/tiang tarik adalah tiang yang dipasang pada saluran listrik yang lurus dimana gaya tarik kawat pekerja terhadap tiang dari dua arah yang berlawanan.



Gambar 18. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang Penegang TR5

f. Konstruksi TR-6.

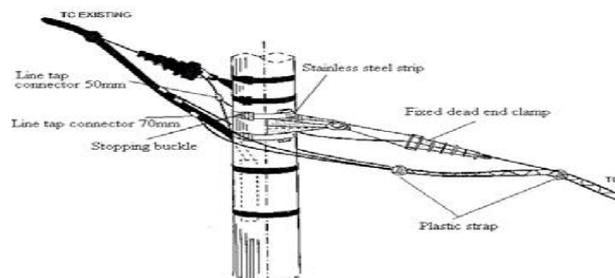
Konstruksi TR-6 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR pada tiangpencabangan, yang menggunakan *suspension small angle assembly* dan *fixed dead-end assembly* untuk mengaitkan kabel.



Gambar 19. Konstruksi Pemasangan SKUTR Tiang
Pencabangan TR6

g. Konstruksi TR-7.

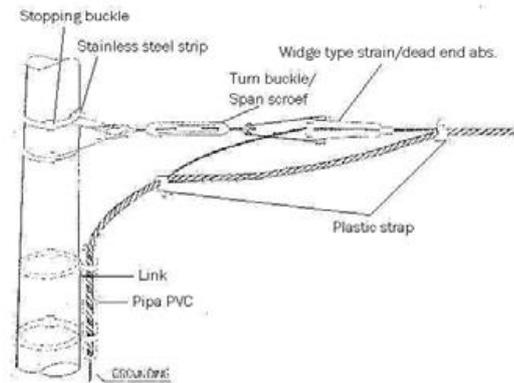
Konstruksi TR-7 merupakan konstruksi penyambungan SKUTR dengan existing dengan menggunakan *fixed dead-end assembly*.



Gambar 20. Konstruksi Pemasangan SKUTR dengan Existing TR7

h. Konstruksi TR-8.

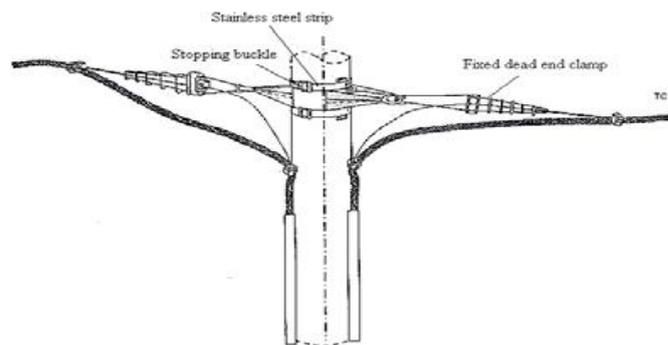
Merupakan konstruksi pemasangan SKUTR pada tiang awal atau tiang akhir dengan menggunakan adjustable.



Gambar 21. Konstruksi Pemasangan SKUTR dengan *Ajustable* TR8

i. Konstruksi TR-9.

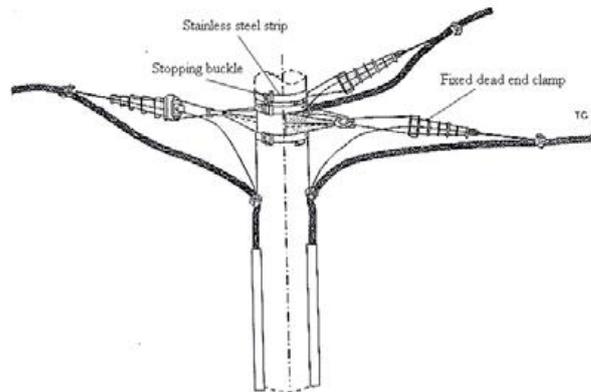
Konstruksi TR-9 merupakan konstruksi pemasangan SKUTR pada trafo tiang, dengan menggunakan *fixed dead-end clamp* untuk mengikat kabel.



Gambar 22. Konstruksi Pemasangan SKUTR Trafo Tiang TR9

j. Konstruksi TR-10.

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



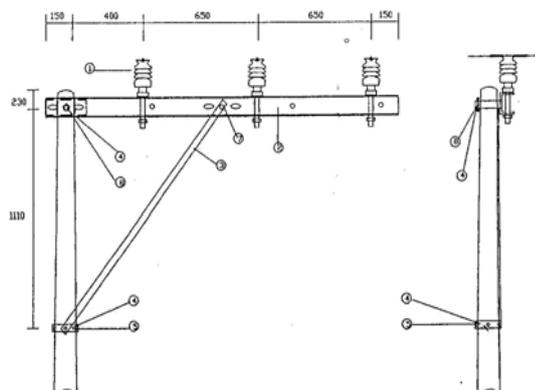
Gambar 23. Konstruksi Pemasangan SKUTR pada Trafo Tiang TR10

4. Standarisasi Konstruksi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah

a. Konstruksi TM-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 kostruksi 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.

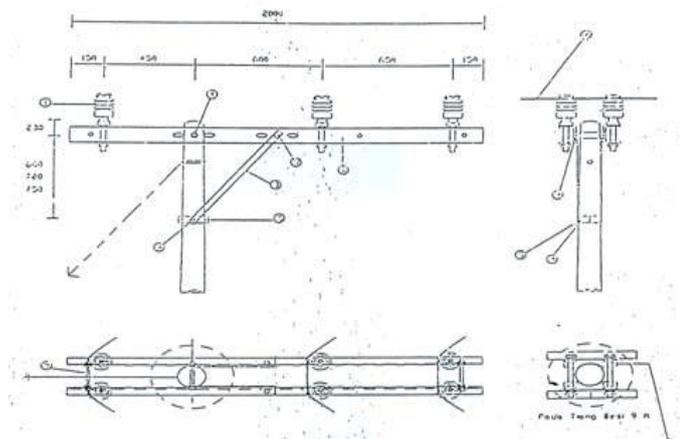


Gambar 24. Konstruksi Tiang Penyangga TM-1 SUTM
Konstruksi TM-1D. Pada dasarnya konstruksi TM-1D sama dengan

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

b. Konstruksi TM-2.

Konstruksi TM-2. Konstruksi TM-2 digunakan untuk tiang tikungan dengan sudut 150° – 170° , menggunakan double traves dan double isolator. Karena tiang sudut maka konstruksi TM-2 mempunyai treck skoor.



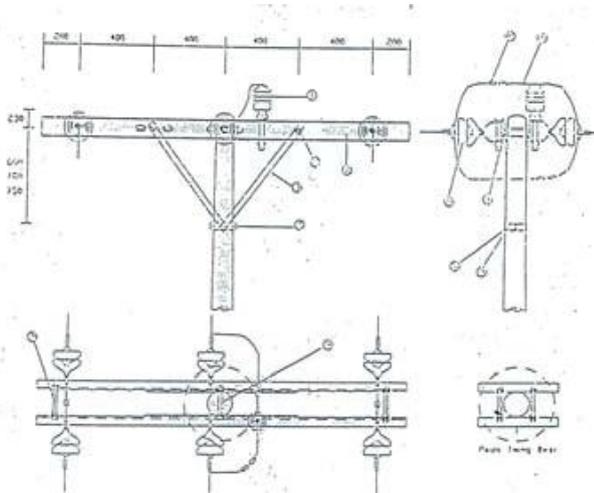
Gambar 25. Konstruksi Tiang Sudut TM-2 SUTM

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 treck schoor yang diletakkan dibawah masing-masing traves.

c. Konstruksi TM-3.

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

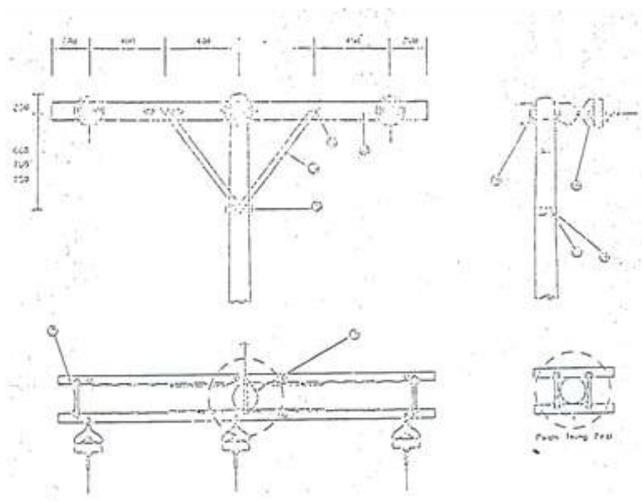


Gambar 26. Konstruksi Tiang Penegang TM-3 SUTM

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.

d. 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 treck schoor.



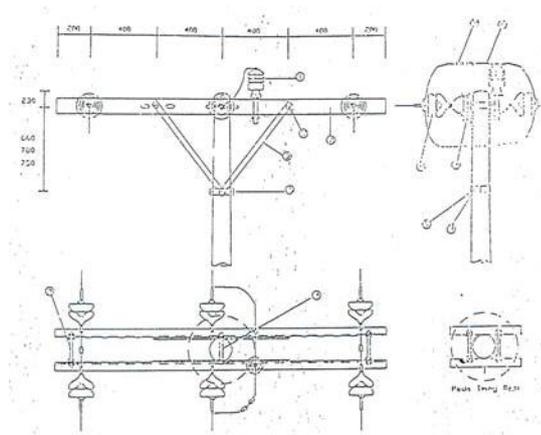
Gambar 27. Konstruksi Tiang Akhir TM-4 SUTM

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 school.

e. Konstruksi TM-5.

Konstruksi TM-5. Terpasang pada konstruksi tiang TM lurus dengan belokan antara 120° – 180° , menggunakan double traves dengan enam buah isolator jenis suspension dan tiga buah isolator jenis pin insulator, dan memakai track school.



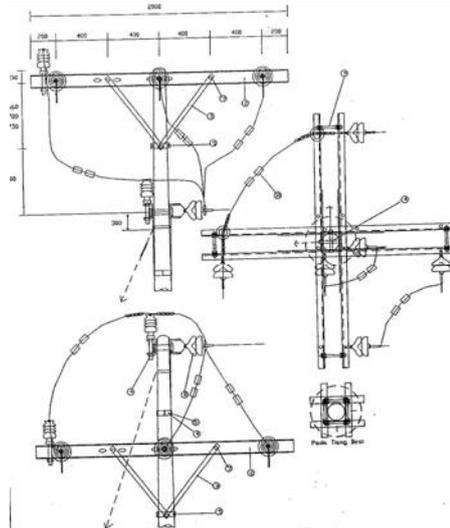
Gambar 28. Konstruksi Tiang Penegang TM-5 SUTM

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

f. Konstruksi TM-6.

Konstruksi TM-6 ini terpasang pada konstruksi tiang TM siku (60° - 90°). 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 29. Konstruksi Tiang Belokan TM-6 SUTM

g. Konstruksi TM-7.

Konstruksi TM-7 digunakan pada konstruksi percabangan jaringan tegangan menengah dengan sudut siku (90°). 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°). 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.

h. Konstruksi TM-8.

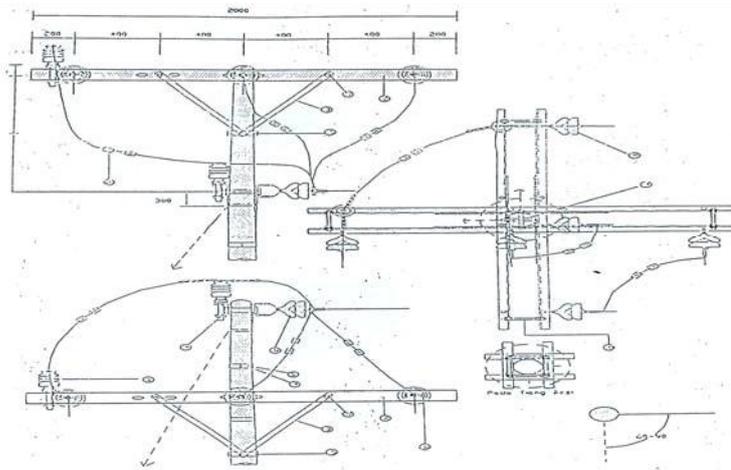
Konstruksi TM-8 ini terpasang pada konstruksi percabangan JTM sudut siku (90°). Masing-masing double traves disilang 4. TM induk memakai isolator tumpu dan TM percabangan memakai isolator suspension. Type isolator yang digunakan ada dua jenis. Memakai track skoor. TM-8 hampir sama dengan TM-7 hanya bedanya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

isolator TM induknya.

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

i. 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 30. Konstruksi Tiang Belokan TM-9 SUTM

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.

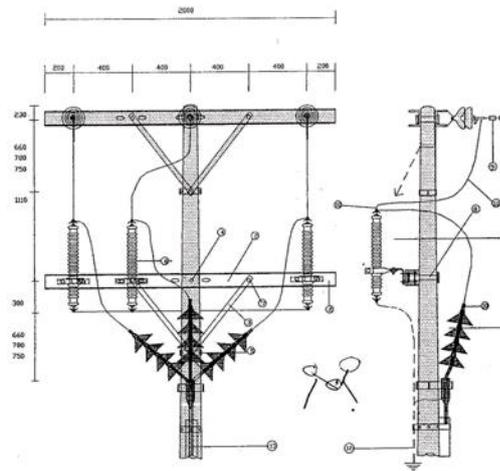
j. Konstruksi TM-10.

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 skoor ganda.

k. 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 track skoor.



Gambar 31. Konstruksi Tiang opstijg 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.

I. 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.

m. Konstruksi TM-13.

Konstruksi TM-13. Merupakan konstruksi tiang penyangga lurus. Terpasang pada konstruksi tiang hutan lindung. Isolator type tumpu. Tidak memakai traves.

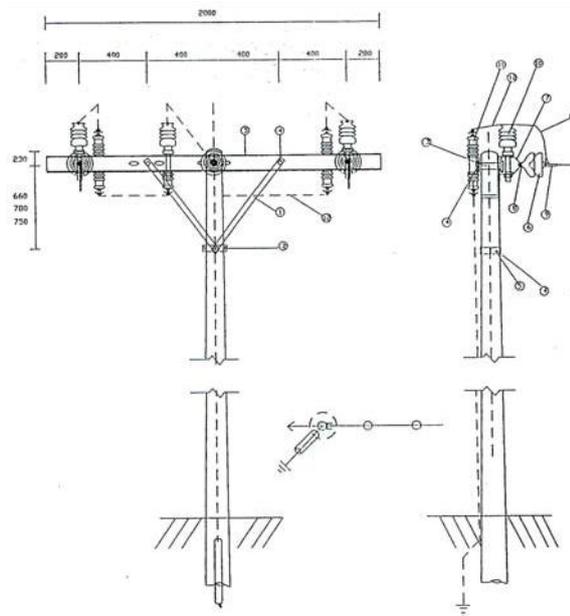
Konstruksi TM-13 merupakan tiang penyangga, yaitu tiang yang dipasang pada saluran listrik yang lurus dan hanya berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar dimana gaya yang ditanggung oleh tiang adalah gaya karena beban kawat.

n. Konstruksi TM-14.

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

o. 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 treck skoor.

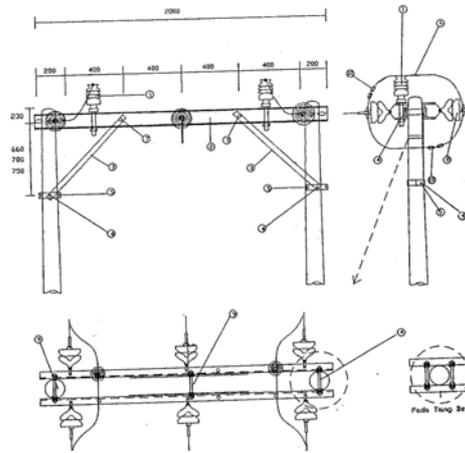


Gambar 32. Konstruksi Tiang Akhir Dengan Arrester TM-15 SUTM

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.

p. Konstruksi TM-16.

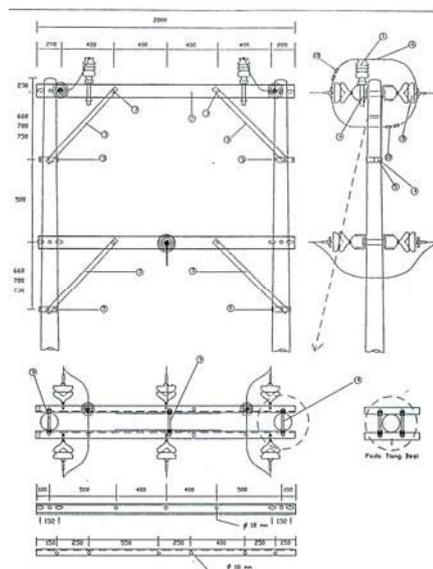
Konstruksi TM-16 merupakan konstruksi tiang portal dengan double traves. Isolator yang digunakan jenis suspension, dan jenis pin. Konstruksi TM-16 digunakan untuk jaringan yang melalui sungai dengan treck schoor.



Gambar 33. Konstruksi Tiang Portal (Single Arm) TM-16 SUTM

q. 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 34. Konstruksi Tiang Portal (Double Arm) TM-16A SUTM

q. Konstruksi TM-17.

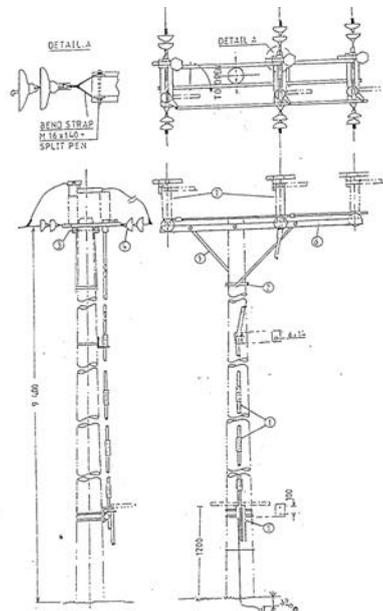
Konstruksi TM-17 merupakan konstruksi tiang tarik vertikal dengan menggunakan isolator jenis suspension dan isolator jenis pin. Konstruksi TM-17 ini digunakan untuk jaringan bersudut 120°-180° dengan treck schoor.

r. Konstruksi TM-18.

Konstruksi TM-18 ini digunakan untuk sudut 90° yang merupakan konstruksi tiang tarik vertikal yang menggunakan double treck schoor. Isolator yang digunakan jenis suspension tanpa travers.

s. 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 35. Konstruksi Tiang LBS TM-19 SUTM

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. Beberapa kegiatan yang juga harus anda lakukan:

5. Membaca sumber bacaan lain, yang berhubungan dengan materi pada kegiatan pembelajaran ini.
6. Mengerjakan latihan/tugas sebagai tagihan (pada pembelajaran on line) dalam pembelajaran ini.
7. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
8. 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

- 1) Tuliskan ada berapa macam cara pemasangan tiang penopang ?
- 2) Jelaskan dimana saja tempat pemasangan tiang penopang ?
- 3) Terangkan apa tujuan pemasangan tiang penopang?
- 4) Jelaskan bagaimana cara memeriksa mutu pekerjaan pemasangan tiang penopang?
- 5) Jelaskan perbedaannya dari macam cara pemasangan tiang penopang?
- 6) Jelaskan Tujuan pemeriksaan kondisi tanah dan lubang penanaman?
- 7) Terangkan teknis pengangkutan tiang dari pabrik/gudang ke lokasi penanaman tiang?
- 8) Terangkan urutan proses penanaman tiang listrik ?
- 9) Jelaskan ada berapa cara teknik penanaman tiang?

- 10) Terangkan keadaan-keadaan tidak direncanakan yang mungkin terjadi
dalam pekerjaan penanaman tiang?
- 11) Jelaskan cara mengantisipasi keadaan – keadaan yang tidak direncanakan?
- 12) Terangkan teknik pemeriksaan mutu pekerjaan penanaman tiang listrik?

LEMBAR KERJA KB-2

1) Tuliskan ada berapa macam cara pemasangan tiang penopang ?

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

2) Jelaskan dimana saja tempat pemasangan tiang penopang ?

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

3) Terangkan apa tujuan pemasangan tiang penopang?

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

4) Jelaskan bagaimana cara memeriksa mutu pekerjaan pemasangan tiang penopang?

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

5) Jelaskan perbedaannya dari macam cara pemasangan tiang penopang?

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

6) Jelaskan Tujuan pemeriksaan kondisi tanah dan lubang penanaman?

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

7) Terangkan teknis pengangkutan tiang dari pabrik/gudang ke lokasi penanaman tiang?

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

8) Terangkan urutan proses penanaman tiang listrik ?

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

9) Jelaskan ada berapa cara teknik penanaman tiang?

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

10) Terangkan keadaan-keadaan tidak direncanakan yang mungkin terjadi dalam pekerjaan penanaman tiang?

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

11) Jelaskan cara mengantisipasi keadaan – keadaan yang tidak direncanakan?

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

12) Terangkan teknik pemeriksaan mutu pekerjaan penanaman tiang listrik?

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

F. Rangkuman

Tiang listrik pada jaringan distribusi digunakan untuk saluran udara (*overhead line*) sebagai penyangga kawat penghantar agar penyaluran tenaga listrik ke konsumen atau pusat pusat beban dapat disalurkan dengan baik. Konstruksi jaringan distribusi tenaga listrik dengan saluran udara terdiri dari beberapa macam bentuk atau formasi. Hal ini banyak disebabkan oleh sejumlah faktor yang diantaranya oleh faktor alih teknologi dan kondisi rute jaringannya sendiri.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

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

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah Jawaban benar}}{10} \times 100\%$$

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

MENGANALISIS KONSTRUKSI SALURAN JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti menyelesaikan kegiatan-kegiatan belajar dari modul ini, diharapkan peserta diklat memiliki spesifikasi kinerja sebagai berikut : Mampu menganalisis konstruksi saluran jaringan distribusi tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi untuk kegiatan pembelajaran ini adalah : Menganalisis konstruksi saluran jaringan distribusi tenaga listrik

C. URAIAN MATERI

1. Pendahuluan

Kawat penghantar merupakan bahan yang digunakan untuk menghantarkan tenaga listrik pada sistem saluran udara dari Pusat Pembangkit ke Pusat-Pusat Beban (load center), baik langsung menggunakan jaringan distribusi ataupun jaringan transmisi terlebih dahulu. Pemilihan kawat penghantar yang digunakan untuk saluran udara didasarkan pada besarnya beban yang dilayani, makin luas beban yang dilayani makin besar ukuran penampang kawat penghantar yang digunakan. Dengan penampang kawat yang besar akan membuat tahanan kawat menjadi kecil. Agar tak terjadi kehilangan daya pada jaringan dan daya guna (efisiensi)

penyaluran tetap tinggi, diperlukan tegangan yang tinggi. Dengan demikian besarnya penampang kawat penghantar tidak mempengaruhi atau mengurangi penyaluran tenaga listrik. Tetapi dengan penampang kawat yang besar akan membuat kenaikan harga peralatan. Oleh sebab itu pemilihan kawat penghantar diperhitungkan seekonomis mungkin dengan konduktivitas dan kekuatan tarik yang tinggi, serta dengan beban yang rendah tentunya. Oleh karena itu untuk jaringan distribusi tegangan tinggi maupun distribusi tegangan rendah lebih banyak menggunakan kawat penghantar aluminium yang mempunyai faktor-faktor yang memenuhi syarat sebagai kawat penghantar.

2. Bahan Kawat Penghantar Jaringan

Bahan-bahan kawat penghantar untuk jaringan tenaga listrik biasanya dipilih dari logam-logam yang mempunyai konduktivitas yang besar, keras dan mempunyai kekuatan tarik (*tensile strenght*) yang besar, serta memiliki berat jenis yang rendah. Juga logam yang tahan akan pengaruh proses kimia dan perubahan suhu serta mempunyai titik cair yang lebih tinggi. Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut, kawat penghantar hendaknya dipilih suatu logam campuran (*alloy*), yang merupakan percampuran dari beberapa logam yang dipadukan menjadi satu logam. Dari hasil campuran ini didapatkan suatu kawat penghantar dengan kekuatan tarik dan konduktivitas yang tinggi. Logam campuran yang banyak digunakan untuk jaringan distribusi adalah kawat tembaga campuran (*copper alloy*) atau kawat aluminium campuran (*aluminium alloy*). Karena faktor ekonomis, saat ini lebih banyak digunakan kawat aluminium campuran untuk jaringan distribusi. Sedangkan kawat lain seperti kawat tembaga, kawat tembaga campuran, atau kawat aluminium berinti baja tidak banyak digunakan.

a. Kawat Tembaga

Tembaga murni merupakan logam liat berwarna kemerah-merahan, yang mempunyai tahanan jenis 0,0175 dengan berat jenis 8,9 dan titik cair sampai 1083° C, lebih tinggi dari kawat aluminium. Kawat tembaga ini mempunyai konduktivitas dan daya hantar yang tinggi. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 1 di bawah ini.

Pada mulanya kawat tembaga ini banyak dipakai untuk penghantar jaringan, tetapi bila dibandingkan dengan kawat aluminium untuk tahanan (resistansi) yang sama, kawat tembaga lebih berat sehingga harganya akan lebih mahal. Dengan berat yang sama, kawat aluminium mempunyai diameter yang lebih besar dan lebih panjang dibandingkan kawat tembaga. Dewasa ini cenderung kawat penghantar jaringan digunakan dari logam aluminium.

b. Kawat Aluminium

Aluminium merupakan suatu logam yang sangat ringan, beratnya kira-kira sepertiga dari tembaga, dan mempunyai tahanan jenis tiga kali dari tembaga. Logam aluminium berwarna keperak-perakan, yang mempunyai tahanan jenis, dengan berat jenis, dan titik cair sampai, lebih tinggi dari kawat,

Sifat logam aluminium ini mudah dibengkok-bengkokkan karena lunaknya. Oleh karena itu kekuatan tarik dari kawat aluminium lebih rendah dari kawat tembaga, yaitu setengah dari kekuatan tarik kawat tembaga. Untuk itu kawat aluminium hanya dapat dipakai pada gawang (*span*) yang pendek, sedangkan untuk gawang yang panjang dapat digunakan kawat aluminium yang dipilin menjadi satu dengan logam yang sejenis maupun yang tidak sejenis, agar mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi. Oleh karena itu kawat aluminium baik sekali digunakan sebagai

kawat penghantar jaringan.

Kelemahan kawat aluminium ini tidak tahan akan pengaruh suhu, sehingga pada saat cuaca dingin regangan (stress) kawat akan menjadi kendur. Agar kekendoran regangan kawat lebih besar, biasanya dipakai kawat aluminium campuran (*alloy aluminium wire*) pada gawang-gawang yang panjang. Selain itu kawat aluminium tidak mudah dipatri (*disolder*) maupun di las dan tidak tahan akan air yang bergaram, untuk itu diperlukan suatu lapisan dari logam lain sebagai pelindung. Juga kawat aluminium ini mudah terbakar, sehingga apabila terjadi hubung singkat (*short circuit*) akan cepat putus.

Karena itu kawat aluminium ini banyak digunakan untuk jaringan distribusi sekunder maupun primer yang sedikit sekali mengalami gangguan dari luar. Sedangkan untuk jaringan transmisi kawat yang digunakan adalah kawat aluminium campuran dengan diperkuat oleh baja (*aluminium conductor steel reinforced*) atau (*aluminium clad steel*).

c. Kawat Logam Campuran

Kawat logam campuran merupakan kawat penghantar yang terdiri dari percampuran beberapa logam tertentu yang sejenis guna mendapatkan sifat-sifat tertentu dari hasil pencampuran tersebut. Dimana di dalam pencampuran tersebut sifat-sifat logam murni yang baik untuk kawat penghantar dipertahankan sesuai dengan aslinya. Hanya saja pencampuran ini khusus untuk menghilangkan kelemahan-kelemahan dari logam tersebut.

Jenis yang banyak digunakan untuk kawat penghantar logam campuran ini adalah kawat tembaga campuran (*copper alloy*) dan kawat alumi-nium campuran (*alloy aluminium*). Kawat tembaga campuran sedikit ringan dari kawat tembaga murni, sehingga harganya lebih murah. Kekuatan tarik kawat tembaga

campuran ini lebih tinggi, sehingga dapat digunakan untuk gawang yang panjang. Sedangkan kawat aluminium campuran mempunyai kekuatan mekanis yang lebih tinggi dari kawat aluminium murni, sehingga banyak dipakai pada gawang-gawang yang lebih lebar. Juga konduktivitasnya akan lebih besar serta mempunyai daya tahan yang lebih tinggi terhadap perubahan suhu. yang mempunyai tahanan jenis 0,0175 dengan berat jenis 8,9 dan titik cair sampai 1083° C, lebih tinggi dari kawat aluminium.

d. Kawat Logam Paduan

Kawat logam paduan merupakan kawat penghantar yang terbuat dari dua atau lebih logam yang dipadukan sehingga memiliki kekuatan mekanis dan konduktivitas yang tinggi. Biasanya tujuan dari perpaduan antara logam-logam tersebut digunakan untuk merubah atau menghilangkan kekurangan-kekurangan yang terdapat pada kawat-kawat penghantar dari logam murninya.

Kawat logam paduan ini yang banyak digunakan adalah kawat baja yang berlapis dengan tembaga maupun aluminium. Karena kawat baja merupakan penghantar yang memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dari kawat aluminium maupun kawat tembaga, sehingga banyak digunakan untuk gawang-gawang yang lebar. Tetapi kawat tembaga ini memiliki konduktivitas yang rendah. Oleh karena itu diperlukan suatu lapisan logam yang mempunyai konduktivitas yang tinggi, antara lain tembaga dan aluminium. Selain itu dapat digunakan untuk melindungi kulit kawat logam paduan dari bahaya karat atau korosi.

Jenis kawat logam paduan ini antara lain kawat baja berlapis tembaga (*copper clad steel*) dan kawat baja berlapis aluminium (*aluminium clad steel*). Kawat baja berlapis tembaga mempunyai kekuatan mekanis yang besar dan dapat dipakai untuk gawang

yang lebih lebar. Sedangkan kawat baja berlapis aluminium mempunyai kekuatan mekanis lebih ringan dari kawat baja berlapis tembaga, tetapi konduktivitasnya lebih kecil. Oleh karena itu banyak digunakan hanya untuk gawang-gawang yang tidak terlalu lebar.

logam liat berwarna kemerah-merahan, yang mempunyai tahanan jenis 0,0175 dengan berat jenis 8,9 dan titik cair sampai 1083 ° C, lebih tinggi dari kawat aluminium.

Tabel 7. Sifat-Sifat Logam Penghantar Jaringan

Macam logam	BD	Tahanan jenis (m/cm)	Titik cair (°C)	Resistansi (Ω)	Koefisien suhu (°K)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)
Aluminium	2,56	0,03	660	33,3	0,0038	15 – 23
Tembaga	8,95	0,0175	1083	57,14	0,0037	30 – 48
Baja	7,85	0,42	1535	10	0,0052	46 - 90
Perak	10,5	0,018	960	62,5	0,0036	
Kuningan	8,44	0,07	1000	14,28	0,0015	
Emas	19,32	0,022	1063	45,45	0,0035	

3. Bentuk Kawat Penghantar Jaringan

Dilihat dari bentuknya kawat pengantar dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu: kawat padat (*solid wire*), kawat berlilit (*stranded wire*), dan kawat berongga (*hallow wire*).

a. Kawat Padat

Kawat padat merupakan kawat tunggal yang berpenampang bulat dan banyak dibuat dalam ukuran yang kecil, karena kawat padat yang berpenampang besar akan kaku dan kokoh sehingga sukar dibengkokkan dan tidak fleksibel. Oleh karena itu banyak sekali kerugian-kerugian yang dimiliki bila dipakai kawat padat tersebut, terutama bila terjadi kawat putus maupun bila terjadi proses korosi pada kawat, dan kawat padat ini mempunyai

kekuatan tarik yang rendah, sehingga tidak ekonomis penggunaannya.

Biasanya kawat padat ini digunakan untuk jaringan distribusi sekunder atau jaringan pelayanan (*service*) ke konsumen, serta untuk jaringan telepon maupun instalasi rumah dan gedung-gedung. Walaupun digunakan untuk jaringan distribusi tegangan rendah, hanya untuk gawang-gawang yang pendek. Penggunaan kawat padat ini sudah mulai dihindari pemakaiannya, selain tidak ekonomis juga pendistribusian tenaga listrik akan mengalami hambatan-hambatan bila terjadi kawat putus, dan gejala-gejala listrik lainnya.

b. Kawat Berlilit

Kawat berlilit merupakan sejumlah kawat padat yang dipilin secara berlapis-lapis terkonsentris membentuk lingkaran dalam suatu lilitan dengan penampang yang sama. Salah satu kawat yang terdapat ditengah sebagai pusat kawat tidak ikut dipilin. Oleh karena itu kawat berlilit akan memiliki ukuran yang besar, lebih kaku dan mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi serta mudah lentur.

Jenis kawat yang dipilin ini biasanya tidak hanya terdiri dari satu jenis kawat. Untuk meningkatkan sifat-sifat kawat berlilit ini digunakan kawat yang terdiri dari beberapa macam kawat. Kombinasi dari beberapa kawat penghantar ini disesuaikan dengan penggunaan untuk jaringan tenaga listrik pada tegangan yang dipakai. Makin tinggi tegangan suatu sistem makin disesuaikan kombinasi kawat logam tersebut tanpa meninggalkan sifat logam itu sebagai kawat penghantar. Kawat berlilit yang dikombinasikan ini umumnya digunakan hanya untuk saluran transmisi tegangan tinggi maupun untuk saluran tegangan ekstra tinggi (*extra high voltage*) dan saluran tegangan ultra tinggi (*ultra*

high voltage) untuk gawang-gawang yang lebar.

Jumlah serat (berkas) kawat dalam kawat penghantar tersebut ditentukan oleh banyaknya lapisan, dan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = 3n^2 - 3n + 1$$

Dengan : n = jumlah lapisan

N = banyak serat/berkas kawat pada penghantar

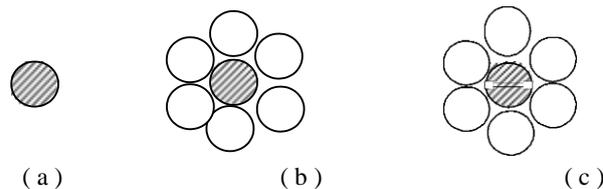
Jumlah berkas kawat biasanya terdiri dari 7, 19, 37, 61, 71, dan 127 berkas/serat. Untuk jaringan distribusi pada umumnya dipakai 7 berkas /serat kawat penghantar, dimana satu kawat sebagai kawat pusat yang berada ditengah sedangkan 6 berkas/serat kawat melilitinya.

Kawat berlilit ini selain menguntungkan dari segi penggunaannya juga sangat baik dari segi keamanan dan pemeliharannya dibandingkan dengan kawat padat. Jenis kawat berlilit ini adalah kawat tembaga berlilit (*standed copper conductor*), kawat aluminium berlilit (*stranded aluminium conductor*), kawat aluminium campuran berlilit, dan kawat tembaga campuran berlilit, dan sebagainya. Sedangkan kawat berlilit yang menggunakan dua kawat sebagai kombinasi adalah kawat aluminium conductor steel reinforced (*ACSR*) dan kawat aluminium conductor alloy reinforced (*ACAR*) yang merupakan kombinasi kawat aluminium dengan kawat baja atau kawat campuran (*alloy*).

Pada jaringan distribusi yang banyak digunakan adalah kawat aluminium berlilit atau kawat aluminium campuran berlilit. Perbaikan mutu kawat aluminium ini akan menghasilkan kawat tarikan keras (*hard drawn*), kekuatan mekanis tinggi dan beratnya lebih ringan, walaupun konduktivitasnya agak rendah dari kawat tembaga.

c. Kawat Berongga

Kawat berongga merupakan kawat yang dipilin membentuk suatu lingkaran dimana ditengah kawat ini tidak ditempatkan satu kawatpun, sehingga merupakan rongga yang kemudian ditunjang oleh sebuah batang "I" (*I beam*) atau sebuah segmen berbentuk cincin. Kawat berongga ini jarang sekali digunakan untuk jaringan distribusi, selain mahal harganya juga sangat berat. Biasanya digunakan pada gardu induk sebagai rel penghubung. Kerana kokoh dan ukurannya besar, kawat ini mempunyai kekuatan mekanis yang sangat besar. Bentuk kawat berongga ini direncanakan untuk menghindarkan terjadinya pangaruh kulit (*skin effect*) pada kawat penghantar.



Gambar 36. Bentuk kawat penghantar jaringan, (a) kawat penghantar padat, (b) kawat penghantar berlilit, (c) kawat penghantar berongga

4. Karakteristik Kawat Penghantar Jaringan

a. Karakteristik Elektris

1) Resistansi Kawat Penghantar

Tiap-tiap logam mempunyai tahanan jenis (ρ) yang tertentu besarnya. Makin kecil nilai tahanan jenis (resistivity) suatu logam makin baik digunakan sebagai kawat penghantar. Seperti halnya kawat tembaga mempunyai tahanan jenis yang paling rendah (0,0175) merupakan logam yang sangat baik digunakan sebagai kawat penghantar dibandingkan dengan kawat aluminium yang mempunyai tahanan jenis 0,030.

Tahanan jenis inilah yang merupakan salah satu faktor untuk menentukan besarnya tahanan (resistance) R dalam suatu kawat penghantar, disamping faktor-faktor luas penampang kawat (A) dan panjang kawat (l) pada suatu penghantar jaringan. Dimana besarnya tahanan dari suatu kawat penghantar sebanding dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampang kawat, yang dinyatakan dengan persamaan :

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Dengan : R = besarnya tahanan kawat (Ω)

ρ = nilai tahanan jenis kawat (m/mm)

l = panjang kawat penghantar (m)

A = luas penampang kawat (mm^2)

Makin panjang suatu jaringan makin jauh pula jarak tempuh arus listrik dan makin besar tahanan kawat tersebut. Sebaliknya kalau diameter kawat makin besar, maka aliran listrik dapat mengalir dengan mudah dan nilai tahanan makin kecil. Begitu pula makin besar diameter kawat makin lebar ukuran beban pelayanan yang harus dilayani.

Selain dari pada itu besarnya tahanan suatu kawat penghantar akan berubah karena pengaruh suhu. Makin besar perbedaan kenaikan suhu makin bertambah besar tahanan kawat penghantar. Perubahan besarnya nilai tahanan tersebut sesuai dengan persamaan :

$$R_t = R_{t_0} \{1 + \alpha (t - t_0)\}$$

Dengan : R_t = besarnya tahanan pada kenaikan suhu t
C (Ω)

R_{t_0} = besarnya tahanan pada suhu semula (Ω)

t = suhu sekarang ($^{\circ}$ C)

t_0 = suhu mula-mula ($^{\circ}$ C)

α = koefisien suhu

b. Konduktivitas Kawat Penghantar

Nilai konduktivitas suatu kawat penghantar dinyatakan sebagai perbandingan terbalik dengan besarnya tahanan, yang besarnya dinyatakan dengan persamaan :

$$C = \frac{1}{R}$$

Dengan : C = besarnya konduktivitas kawat penghantar (mho)
Berarti makin besar suatu tahanan kawat penghantar makin kecil nilai konduktivitasnya. Konduktivitas suatu kawat penghantar ini tergantung pula pada kemurnian dari logam yang digunakan, akan makin besar bila kemurnian logam bertambah tinggi dan berkurang bila campurannya bertambah. Karena faktor-faktor tersebut diatas maka besarnya konduktivitas tidak bisa mencapai nilai tepat 100 %. Apabila digunakan aluminium yang sebelumnya mempunyai konduktivitas sedikit rendah dari tembaga, nilainya tidak akan berkurang dari 60 %.

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. Beberapa kegiatan yang juga harus anda lakukan:

9. Membaca sumber bacaan lain, yang berhubungan dengan materi pada kegiatan pembelajaran ini.
10. Mengerjakan latihan/tugas sebagai tagihan (pada pembelajaran on line) dalam pembelajaran ini.

11. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
12. 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 4.

E. Latihan

1. Jenis yang banyak digunakan untuk kawat penghantar logam campuran adalah ?
2. Jelaskan alasan kawat tembaga campuran banyak digunakan sebagai penghantar distribusi !
3. Nilai konduktivitas suatu kawat penghantar dinyatakan sebagai !
4. Gambarkan Bentuk kawat penghantar jaringan !
5. Kawat berlilit yang menggunakan dua kawat sebagai kombinasi adalah

LEMBAR KERJA KB-3

1. Jenis yang banyak digunakan untuk kawat penghantar logam campuran adalah ?

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

2. Jelaskan alasan kawat tembaga campuran banyak digunakan sebagai penghantar distribusi !

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

3. Nilai konduktivitas suatu kawat penghantar dinyatakan sebagai !

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

4. Gambarkan Bentuk kawat penghantar jaringan !

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

5. Kawat berlilit yang menggunakan dua kawat sebagai kombinasi adalah

.....

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

F. Rangkuman

Kawat penghantar merupakan bahan yang digunakan untuk menghantarkan tenaga listrik pada sistem saluran udara dari Pusat Pembangkit ke Pusat-Pusat Beban (load center), baik langsung menggunakan jaringan distribusi ataupun jaringan transmisi terlebih dahulu. Pemilihan kawat penghantar yang digunakan untuk saluran udara didasarkan pada besarnya beban yang dilayani, makin luas beban yang dilayani makin besar ukuran penampang kawat penghantar yang digunakan.

Bahan-bahan kawat penghantar untuk jaringan tenaga listrik biasanya dipilih dari logam-logam yang mempunyai konduktivitas yang besar, keras dan mempunyai kekuatan tarik (*tensile strenght*) yang besar, serta memiliki berat jenis yang rendah. Juga logam yang tahan akan pengaruh proses kimia dan perubahan suhu serta mempunyai titik cair yang lebih tinggi. Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut, kawat penghantar hendaknya dipilih suatu logam campuran (*alloy*), yang merupakan percampuran dari beberapa logam yang dipadukan menjadi satu logam.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

1. Dapat Menguasai karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, spiritual, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.

2. Dapat Memahami karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial, emosional, moral, spiritual, dan latar belakang sosial budaya.
3. Dapat Mengidentifikasi kesulitan belajar siswa serta memberikan solusi kepada siswa yang mengalami kesulitan belajar.

Tindak Lanjut :

1. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
2. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar
3. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

MENGANALISIS KONSTRUKSI ISOLATOR JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti menyelesaikan kegiatan-kegiatan belajar dari modul ini, diharapkan peserta diklat memiliki spesifikasi kinerja sebagai berikut :
Menganalisis konstruksi isolator jaringan distribusi tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi untuk kegiatan pembelajaran ini adalah :
mampu Menganalisis konstruksi isolator jaringan distribusi tenaga listrik.

C. URAIAN MATERI

1. Pendahuluan

Isolator jaringan tenaga listrik merupakan alat tempat menompang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektris dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) atau loncatan bunga api (*flash over*) sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik. Langkah yang perlu diambil untuk menghindari terjadinya kerusakan terhadap peralatan listrik akibat tegangan lebih dan loncatan bunga api, ialah dengan menentukan pemakaian isolator berdasarkan kekuatan daya isolasi (*dielectric strenght*) dan kekuatan mekanis (*mechanis strenght*) bahan-bahan isolator yang dipakai. Karena sifat suatu isolator di tentukan oleh bahan yang digunakan.

Kemampuan suatu bahan untuk mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya tanpa menjadikan cacat atau rusak tergantung pada kekuatan dielektriknya.

Fungsi utama isoator adalah :

1. Untuk penyekat / mengisolasi penghantar dengan tanah dan antara penghantar dengan penghantar.
2. Untuk memikul beban mekanis yang disebabkan oleh berat penghantar dan / atau gaya tarik penghantar.
3. Untuk menjaga agar jarak antar penghantar tetap (tidak berubah).

2. Bahan-Bahan Isolator Jaringan

Bahan-bahan yang baik untuk isolator adalah bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Walaupun ada yang sanggup menghantarkan arus listrik tetapi relatif sangat kecil, sehingga bisa diabaikan terhadap maksud penggunaan atau pemakaiannya.

Pemakaian bahan isolasi ini diharapkan seekonomis mungkin tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik. Bahan-bahan isolasi yang dipakai untuk isolator jaringan kebanyakan terbuat dari bahan padat, seperti bahan porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuarts, dan veld spaat.

Persyaratan bahan isolator adalah :

1. bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.
2. bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.
3. bahan yang terbuat dari bahan padat, seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuarts, dan veld spaat.

1. Kriteria Bahan Isolator

Kriteria bahan yang baik digunakan sebagai isolator jaringan distribusi adalah :

- a. Bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik
- b. Bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.
- c. Bahan yang terbuat dari bahan padat, dan memiliki kekuatan mekanis tinggi seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuartz, dan veld spaat.
- d. Mempunyai tahanan jenis yang tinggi
- e. Memiliki kekuatan mekanis yang tinggi
- f. Memiliki sifat-sifat (dua hal diatas) tidak berubah oleh perubahan suhu, siraman air, kelembaban, sinar matahari, polaritas listrik.
- g. Bila mengalami loncatan listrik (*flash over*) tidak akan meninggalkan jejak (cacat)

2. Isolator Porselin

Isolator porselin dibuat dari bahan campuran tanah porselin, kwarts, dan veld spaat, yang bagian luarnya dilapisi dengan bahan glazuur agar bahan isolator tersebut tidak berpori-pori. Dengan lapisan glazuur ini permukaan isolator menjadi licin dan berkilat, sehingga tidak dapat mengisap air. Oleh sebab itu isolator porselin ini dapat dipakai dalam ruangan yang lembab maupun di udara terbuka.

Isolator porselin memiliki sifat tidak menghantar (*non conducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki kekuatan mekanis yang besar. Ia dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan-perubahan suhu. Akan tetapi isolator porselin ini tidak tahan akan kekuatan yang menumbuk atau memukul.

Ukuran isolator porselin ini tidak dapat dibuat lebih besar, karena pada saat pembuatannya terjadi penyusutan bahan. Walaupun ada yang berukuran lebih besar namun tidak seluruhnya dari bahan porselin, akan tetapi dibuat rongga di dalamnya, yang kemudian akan di isi dengan bahan besi atau baja tempaan sehingga kekuatan isolator porselin bertambah. Cara yang demikian ini akan menghemat bahan yang digunakan. Karena kualitas isolator porselin ini lebih tinggi dan tegangan tembusnya (*voltage gradient*) lebih besar maka banyak disukai pemakaiannya untuk jaringan distribusi primer. Walaupun harganya lebih mahal tetapi lebih memenuhi persyaratan yang diinginkan. Kadang-kadang kita jumpai juga isolator porselin ini pada jaringan distribusi sekunder, tetapi ukurannya lebih kecil.

Keuntungannya :

- a. Terbuat dari dari bahan campuran tanah porselin, kwarts, dan veld spaat,
 - b. Bagian luarnya dilapisi dengan bahan glazuur agar bahan isolator tersebut tidak berpori-pori. Dengan lapisan glazuur ini permukaan isolator menjadi licin dan berkilat, sehingga tidak dapat mengisap air.
 - c. Dapat dipakai dalam ruangan yang lembab maupun di udara terbuka.
 - d. Memiliki sifat tidak menghantar (*non conducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki kekuatan mekanis yang besar.
 - e. Dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan-perubahan suhu.
 - f. Memiliki kualitas yang lebih tinggi dan tegangan tembusnya (*voltage gradient*) lebih besar, sehingga banyak disukai pemakaiannya untuk jaringan distribusi primer.
- Kadang-kadang kita jumpai isolator porselin ini pada jaringan

distribusi sekunder, tetapi ukurannya lebih kecil.

Kelemahannya :

- a. Tidak tahan akan kekuatan yang menumbuk atau memukul.
- b. Ukuran isolator porselin ini tidak dapat dibuat lebih besar, karena pada saat pembuatannya terjadi penyusutan bahan. Walaupun ada yang berukuran lebih besar namun tidak seluruhnya dari bahan porselin, akan tetapi dibuat rongga di dalamnya, yang kemudian akan di isi dengan bahan besi atau baja tempaan sehingga kekuatan isolator porselin bertambah. Cara yang demikian ini akan menghemat bahan yang digunakan.
- c. Harganya lebih mahal tetapi lebih memenuhi persyaratan yang diinginkan.

3. Isolator Gelas

Isolator gelas pada umumnya terbuat dari bahan campuran antara pasir silikat, dolomit, dan fosfat. Komposisi dari bahan-bahan tersebut dan cara pengolahannya dapat menentukan sifat dari isolator gelas ini. Isolator gelas memiliki sifat mengkondensir (mengembun) kelembaban udara, sehingga lebih mudah debu melekat dipermukaan isolator tersebut. Makin tinggi tegangan sistem makin mudah pula terjadi peristiwa kebocoran arus listrik (*leakage current*) lewat isolator tersebut, yang berarti mengurangi fungsi isolasinya. Oleh karena itu isolator gelas ini lebih banyak dijumpai pemakaiannya pada jaringan distribusi sekunder.

Kelemahan isolator gelas ini adalah memiliki kualitas tegangan tembus yang rendah, dan kekuatannya berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan temperatur. Oleh sebab itu bila terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara tiba-tiba, maka isolator gelas ini akan mudah retak pada permukaannya.

Berarti isolator gelas ini bersifat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu disekeli-lingnya. Tetapi bila isolator gelas ini mengandung campuran dari bahan lain, maka suhunya akan turun. Selain dari pada itu, isolator gelas ini harganya lebih murah bila dibandingkan dengan isolator porselin.

Keuntungannya :

- a. Terbuat dari bahan campuran antara pasir silikat, dolomit, dan phospat. Komposisi bahan tersebut dan cara pengolahannya dapat menentukan sifat dari isolator gelas ini.
- b. Lebih banyak dijumpai pemakaiannya pada jaringan distribusi sekunder.
- c. Isolator gelas ini harganya lebih murah bila dibandingkan dengan isolator porselin.

Kelemahannya :

- a. Memiliki sifat mengkondensir (mengembun) kelembaban udara, sehingga lebih mudah debu melekat dipermukaan isolator tersebut.
- b. Makin tinggi tegangan sistem makin mudah pula terjadi peristiwa kebocoran arus listrik (*leakage current*) lewat isolator tersebut,yang berarti mengurangi fungsi isolasinya.
- c. Memiliki kualitas tegangan tembus yang rendah, dan kekuatannya berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan temperatur.
- d. Saat terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara tiba-tiba, maka isolator gelas ini akan mudah retak pada permukaannya. Berarti isolator gelas ini bersifat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu disekelilingnya. Tetapi bila isolator gelas ini mengandung campuran dari bahan lain, maka suhunya akan turun.

4. Kelemahan dan Kelebihan Isolator Porselin & Isolator Gelas

a. **Kelebihan** isolator dari **bahan porselin** adalah :

- 1) Terbuat dari bahan campuran tanah porselin, kwartz, dan veld spaat.
- 2) Bagian luarnya dilapisi dengan bahan glazuur agar bahan isolator tersebut tidak berpoi-pori. Dengan lapisan glazuur ini permukaan isolator menjadi licin dan berkilat, sehingga tidak dapat mengisap air.
- 3) Dapat dipakai dalam ruangan yang lembab maupun di udara terbuka
- 4) Memiliki sifat tidak menghantar (*non conducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki kekuatan mekanis yang besar.
- 5) Dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan-perubahan suhu.
- 6) Memiliki kualitas yang lebih tinggi dan tegangan tembusnya (*voltage gradient*) lebih besar, sehingga banyak disukai pemakaiannya untuk jaringan distribusi primer. Kadang- kadang kita jumpai isolator porselin ini pada jaringan distribusi sekunder, tetapi ukurannya lebih kecil.

b. **Kelemahan** isolator dari **bahan porselin** adalah :

- 1) Tidak tahan akan kekuatan yang menumbuk atau memukul
- 2) Ukuran isolator porselin ini tidak dapat dibuat lebih besar, karena pada saat pembuatannya terjadi penyusutan bahan. Walaupun ada yang berukuran yang lebih besar, namun tidak seluruhnya terbuat dari bahan porselin, akan tetapi di buat berongga didalamnya, yang kemudian di isi

dengan bahan besi atau baja tempaan sehingga kekuatan isolator porselin bertambah. Cara yang demikian ini akan menghemat bahan yang digunakan.

3) Harganya lebih mahal, tetapi lebih memenuhi persyaratan yang diinginkan.

c. **Kelebihan** isolator dari **bahan gelas** adalah :

1) Terbuat dari bahan campuran antara pasir silikat, dolomit, dan phospat. Komposisi bahan tersebut dan cara pengolahannya

dapat menentukan sifat dari isolator gelas ini.

2) Lebih banyak dijumpai pemakaiannya pada jaringan distribusi sekunder.

3) Isolator gelas ini harganya lebih murah bila dibandingkan dengan isolator porselin.

d. **Kelemahan** isolator dari **bahan gelas** adalah :

1) Memiliki sifat mengkondensir (mengembun) kelembaban udara, sehingga lebih mudah debu melekat dipermukaan isolator tersebut.

2) Makin tinggi tegangan sistem makin mudah pula terjadi peristiwa kebocoran arus listrik (*leakage current*) lewat isolator tersebut, yang berarti me-ngurangi fungsi isolasinya.

3) Memiliki kualitas tegangan tembus rendah, dan kekuatannya

berubah dengan cepat sesuai dengan perubahan temperatur.

4) Saat terjadi kenaikan dan penurunan suhu secara tiba-tiba, maka isolator gelas ini akan mudah retak pada permukaannya. Berarti isolator gelas ini bersifat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu disekelilingnya. Tetapi

bila isolator gelas ini mengandung campuran dari bahan lain, maka suhunya akan turun.

5. Kerusakan Pada Bahan Isolator Jaringan

Kerusakan isolator pada jaringan distribusi banyak disebabkan karena (Sariadi, 1997 : 144) :

- 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

6. Pemburukan Isolator

Karena dipakai selama bertahun-tahun, isolator berkurang daya isolasinya, misalkan karena mengalami keretakan pada porselinya. Proses ini dinamakan pemburukan (deterioration). Isolator. Sebab- sebab utama dari pemburukan isolator adalah pengembangan kimiawi dan pengembangan pembekuan semen, perbedaan dari pengembangan karena panas diberbagai bagaian isolator, pengembangan karena panas arus bocor dan berkaratnya pasangan- pasangan logam.

Untuk mencegah proses pemburukan dilakukan hal-hal sebagai

berikut :

- a. Meningkatkan kuat mekanis dari bagian porselin.
- b. Membatasi pengembangan kimiawi dari bagian-bagian semen.
- c. Mencet (buffer paint) bagian-bagian semen.
- d. tidak menggunakan semen dalam lapisan porselin.

Isolator jenis pasak (pin-type) paling banyak mengalami proses

pemburukan sehingga sering menyebabkan gangguan pada saluran transmisi. Isolator gantung, isolator long-rod dan isolator line-post jarang menyebabkan gangguankarena pemburukan. Dengan kemajuan teknologi, maka isolator yang dibuat akhir-akhir ini sedikit sekali mengalami pemburukan.

C. Jenis Isolator Jaringan

Isolator yang digunakan untuk saluran distribusi tenaga listrik berdasarkan fungsi dan konstruksinya dapat dibedakan dalam 4 macam, yaitu :

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

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

Isolator jenis pasak (*pin type insulator*), digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudur (*angle pole*) untuk sudut 5° sampai 30°.

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 diikatkan oleh suatu bahan semen yang berkualitas baik.

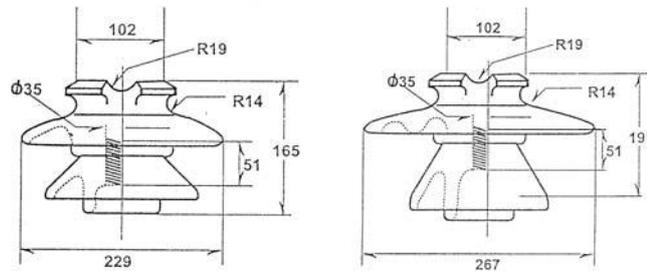
Bentuk kepingan dibuat mengembang ke bawah seperti payung, untuk menghindarkan air hujan yang menimpa permukaan kepingan secara mudah. Banyaknya kepingan tergantung pada kekuatan elektris bahan kepingan. Biasanya jumlah kepingan ini maksimum lima buah.

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° . Kawat penghantar jaringan diletakkan di bagian atas untuk posisi jaringan lurus, sedangkan untuk jaringan dengan sudut di bawah 10° kawat penghantarnya diikatkan pada bagian samping agar dapat memikul tarikan kawat.



Gambar 37. Isolator jenis pasak

Kekuatan tarik isolator jenis pasak ini lebih rendah bila dibandingkan dengan isolator jenis gantung, karena kekuatan isolator jenis pasak ini ditentukan oleh kekuatan pasaknya terhadap gaya tarikan kawat penghantar.

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° sampai 5° , dan sudut 5° sampai 30° , serta untuk saluran tiga fasa dengan sudut 0° sampai 5° , dan untuk sudut 5° sampai 30° .

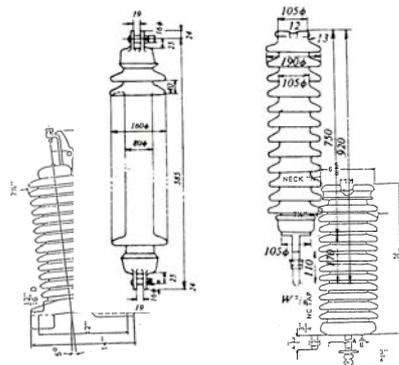
Isolator jenis pasak banyak digunakan karena :

- a. lebih banyak jaringan dibuat lurus

- b. sudut saluran dibuat kurang dari 15°
- c. isolator jenis gantung lebih mahal dari isolator jenis pasak
- d. konstruksi tiang dibuat dengan cross-arm (travers) lebih menonjolkan ke laur sudut.

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

Isolator jenis pos (*post type insulator*) , digunakan pada tiang- tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudur (*angle pole*) untuk sudut 5° sampai 15° . 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 38. Isolator jenis Pos

Kekuatan mekanis isolator jenis pos ini lebih tinggi dibandingkan isolator jenis pasak dan penggunaannya hanya pada jaringan distribusi primer untuk tiang lurus (*tangent*

pole) pada sudut 5 sampai 15°. Isolator jenis pos yang digunakan untuk jaringan distribusi 20 kV, memiliki tegangan tembus sebesar 35 kV dengan kekuatan tarik (*tensile strenght*) sebesar 5000 pon.

3. Isolator Jenis Gantung (*suspension type insulator*).

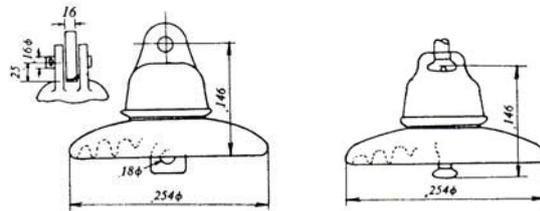
Isolator jenis gantung (*suspension type insulator*), digunakan pada tiang-tiang sudur (*angle pole*) untuk sudut 30° sampai 90°, tiang belokan tajam, dan tiang ujung (*deadend pole*).

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 (*melleable 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 39.

Isolator gantung jenis clevis dan jenis ball and socket

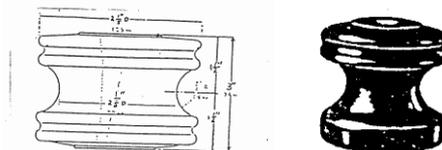
Dilihat dari konstruksinya, isolator gantung ini dikenal dalam dua jenis, yaitu jenis clevis dan jenis ball and socket. Jenis clevis ini memiliki bentuk tutup (*cap*) dan pasaknya (*pin*) berbentuk pipih dengan lubang ditengahnya, yang digunakan untuk keperluan penggandengan dari beberapa isolator gantung 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. Saluran transmisi banyak sekali menggunakan isolator gantung ini. Karena kekuatan mekanis isolator gantung ini lebih tinggi bila digandengkan, maka banyak digunakan untuk menahan besarnya tarikan atau ketegangan kawat pada tiang-tiang sudut (*angle pole*), tiang belokan tajam, dan tiang ujung (*deadend pole*).

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

Isolator jenis cincin (*spool type insulator*), digunakan pada tiang- tiang lurus (*tangent pole*) dengan sudut 0° sampai 10° , 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 40. 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° sampai 10°. 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*).

D. Karakteristik Isolator Jaringan

1. Karakteristik Isolator

- a. Mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi agar dapat menahan beban kawat penghantar
- b. Memiliki konstanta dielektrikum (*relative permittivity*) yang tinggi, agar memberikan kekuatan dielektrik (*dielectric strength*) tinggi juga.
- c. Mempunyai tahanan isolasi (*insulation resistance*) yang tinggi agar dapat menghindari kebocoran arus ke tanah.
- d. Mempunyai perbandingan (*ratio*) yang tinggi antara kekuatan pecah dengan tegangan loncatan api (*flashover voltage*).
- e. Menggunakan bahan yang tidak berpori-pori dan tidak terpengaruh oleh perubahan temperatur
- f. Bebas dari kotoran dari luar dan tidak retak maupun tergores, agar dapat dilewati oleh air atau gas di atmosfer
- g. Mempunyai kekuatan dielektrik (*dielectric strength*) dan kekuatan mekanis (*mechanis strength*) yang tinggi
- h. Bahan yang mampu mengisolir atau menahan tegangan yang mengenainya.
- i. Harganya murah

j. Tidak terlalu berat

2. Karakteristik Elektris

Isolator memiliki dari dua elektroda yang terbuat dari bahan logam berupa besi atau baja campuran sebagai tutup (*cap*) dan pasak (*pin*) yang dipisahkan oleh bahan isolasi. Dimana tiap bahan isolasi mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang mengenainya tanpa menjadi rusak, yang disebut dengan *kekuatan dielektrikum*.

Apabila tegangan diterapkan pada isolator yang ideal di kedua elektroda tersebut, maka dalam waktu singkat arusnya yang mengalir terhenti dan didalam bahan isolasi terjadi suatu muatan (Q). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan tegangan (V) diantara kedua elektroda. Besarnya muatan itu adalah :

$$Q = C \cdot V$$

Dimana nilai kapasitas C tergantung pada nilai konstanta dielektrik dari suatu bahan yang terdapat diantara kedua elektroda tersebut. Makin tinggi nilai konstanta dielektrikum suatu bahan isolasi makin besar kapasitansi isolasi tersebut. Untuk bahan isolasi porselin dan gelas nilai konstante dielektriknya lebih tinggi dibandingkan dengan bahan-bahan isolasi yang lain. Bandingkan konstante dielektrik bahan-bahan di bawah ini.

Tabel 8. Nilai Konstante Dilektrikum Beberapa Bahan

Macam	ϵ	Macam	ϵ
Ebinit	2,8	Parafin	2,1 - 2,5
Fibe	2,5 - 5	Kertas	2,0 - 2,6
Gela	5,4 - 9,9	Porselin	5,7 - 6,8
Mika	2,5 - 6,6	Air	2,0 - 3,5
Minyak	2,2 - 6,6	Kayu	2,5 - 7,7

Selain nilai konstante dielektrik yang mempengaruhi nilai kapasitansi, luas dan tebalnya suatu bahan mempengaruhi juga nilai kapasitansi tersebut. Makin besar volume suatu bahan makin bertambah tinggi muatannya, dan makin besar nilai kapasitansinya yang ditentukan dengan persamaan.

$$C = \epsilon \frac{A}{4\pi d}$$

Dimana :

C = kapasitansi suatu bahan (Farad)

ϵ = konstanta dielektrikum

A = luas permukaan bahan (m^2)

d = diameter atau tebal bahan (m)

Nilai kapasitansi ini akan diperbesar lagi karena kelembaban udara, debu, panas udara, kerusakan mekanis, proses kimia serta tegangan lebih yang mempengaruhi permukaan dari bahan isolasi tersebut.

Oleh karena itu pendistribusian tegangan pada bahan isolasi tidak seragam, dan lebih besar pada bagian yang terkena tegangan. Hal ini disebabkan terjadinya arus kebocoran (*leakage current*) yang melalui permukaan bahan tersebut. Arus kebocoran ini kecil kalau dibandingkan dengan arus yang mengalir pada bahan isolasi tersebut, yang besarnya adalah :

$$I_l = V / R_i$$

Dimana :

I_l = arus kebocoran dalam Ampere

V = tegangan yang melaluinya dalam Volt

R_i = tahanan isolasi dalam Ω

Hal tersebut diatas membuat isolator menjadi tidak ideal, yang

seharusnya arus mengalir berhenti dalam waktu yang singkat, akan tetapi turun perlahan-lahan. Lihat gambar grafik dibawah ini. Akan tidak ideal lagi isolator tersebut apabila terjadi tegangan yang diterapkan diantara kedua elektroda isolator tersebut mengalami tegangan loncatan api (*flash over voltage*) atau tegangan tembus pada isolator ini. Dalam sistim tenaga listrik tegangan loncatan api ini biasa dikatakan sebagai tegangan lebih (*over voltage*) yang ditimbulkan dari dua sumber. Pertama sumber berasal dari sistim itu sendiri yang berupa hubungan singkat (*short circuit*), sedang yang kedua sumber dari luar sistim biasa disebut gangguan sambaran petir. Tegangan tembus inilah yang terutama menentukan nilai suatu isolator sebagai penyekat dan menunjukkan kekuatan dielektrik dari isolator yang besarnya untuk tiap-tiap isolator berbeda-beda seperti yang terlihat pada tabel-tabel dibawah ini. Isolator terdiri dari bahan porselin yang diapit oleh elektroda- elektroda. Dengan demikian isolator terdiri dari sejumlah kapasistansi. Kapasistansi ini diperbesar oleh terjadinya lapisan yang menghantarkan listrik, karena kelembaban udara, debu dan bahan- bahan lainnya pada permukaan isolator tersebut. Karena kapasistansi ini maka distribusi tegangan pada saluran gandengan isolator tidak seragam. Potensial pada bagian yang terkena tegangan (ujung saluran) adalah paling besar dengan memasang tanduk busur api (*arcing horn*), maka distribusi tegangan diperbaiki. Tegangan lompatan api (*flashover voltage*) pada isolator terdiri atas tegangan-tegangan lompatan api frekuensi rendah (*bolak-balik*), impuls dan tembus dalam minyak (*bolak-balik frekuensi rendah*). Tegangan lompatan api frekuensi rendah

kering adalah tegangan lompatan api yang terjadi bila tegangan diterapkan diantara kedua elektroda isolator yang bersih dan kering permukaanya, nilai konstanta serta nilai dasar karakteristik isolator. Tegangan lompatan api basah adalah tegangan lompatan api yang terjadi bila tegangan diterapkan diantara tegangan kedua elektroda isolator yang basah karena hujan, atau dibasahi untuk menirukan hujan. Tegangan lompatan api impuls adalah tegangan lompatan api yang terjadi bila tegangan impuls dengan gelombang standar diterapkan. Karakteristik impuls terbagi atas polaritas positif dan negative. Biasanya tegangan dengan polaritas positif (yang memberikan nilai loncatan api yang rendah) yang dipakai. Untuk polaritas positif tegangan loncatan api basah dan kering sama. Tegangan tembus (puncture) frekuensi rendah menunjukkan kekuatan dielektrik dari isolator, dan terjadi bila tegangan frekuensi rendah diterapkan antara kedua elektroda isolator yang dicelupkan pada minyak sampai isolator tembus. Untuk isolator dalam keadaan baik tegangan tembus ini lebih tinggi dari tegangan loncatan api frekuensi rendah, dan nilainya kira-kira 140 kV untuk isolator gantung 250 mm.

3. Karakteristik Mekanis

Kecuali harus memenuhi persyaratan listrik, isolator harus memiliki kekuatan mekanis guna memikul beban mekanis penghantar yang diisolasiannya. Porselin sebagai bagian utama isolator, mempunyai sifat sebagai besi cor, dengan tekanan-tekanan yang besar dan kuat-tarik yang lebih kecil. Kuat tariknya biasanya $400-900 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan kuat tekanannya 10 kali lebih besar. Porselin harus

bebas dari lubang-lubang (blowholes) goresan- goresan, keretakan-keretakan, serta mempunyaia ketahanan terhadap perubahan suhu yang mendadak tumbukan-tumbukan dari luar. Gaya tarik isolator yang telah dipasang relatif besar, sehingga kekuatan porselin dan bagian-bagian yang disemenkan padanya harus dibuat besar dari kekuatan bagian-bagian logamnya. Kekuatan mekanis dari isolator gantung dan isolator batang panjang harus diuji untuk mengetahui kemampuan mekanis dan keseragamannya. Kekuatan jenis ini dan line post ditentukan oleh kekuatan pasaknya (pin) terhadap moment tekukan (bending momen) oleh penghantar. Pengkajian kekuatannya karena itu dilakukan dengan memberikan beban kawat secara lateral terhadap pasak. Dalam perencanaan saluran transmisi udara, tegangan lebih pada isolator merupakan factor penting. Ditempat-tempat dimanan pengotoraqn udara tidak mengkhawatirkan, surja-hubung (switching- surge) merupakan factor penting dalam penentuan jumlah isolator dan jaraj isolator. Karakteristik lompatan api dari surja-hubung lain dari karakteristik frekuensi rendah dan impuls, (Gbr.9).

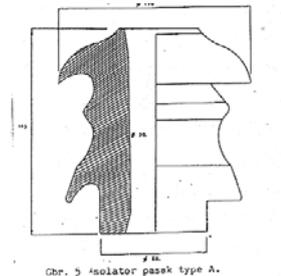
E. Penggunaan Isolator Pada Jaringan Distribusi

Ditinjau dari segi penggunaan isolator pada jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi besar kecil tegangan, yaitu tegangan rendah (SUTR) dan tegangan menengah/tinggi (SUTM).

1. Pada Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

Isolator SUTR adalah suatu alat untuk mengisolasi kawat penghantar dengan tiang dan traves. Isolator yang baik harus memiliki cirri-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 thermis, 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 41. 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.

2. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Isolator yang digunakan untuk jaringan SUTM, karakteristiknya dan konstruksi dapat dilihat dibawah ini :

Temperature maksimum : 40^o

Temperature normal : 28^o

Temperature minimal : 16^o

Dalam jaringan SUTM ini mempergunakan isolator jenis sangga dan isolator suspension (isolator gantung). Didalam pemasangan isolator suspension maupun isolator sangga, diperiksa baut dan mur yang ada harus dikunci dengan kuat. Isolator itu dipasang pada traves dengan mengunci mur dan baut yang terdapat pada plat penegang. Didalam memasang isolator suspension dilakukan setiap satu persatuan unit. Setiap satu jaringan SUTM yang terdapat sambungan saluran udara pada tiang, dibutuhkan enam unit isolator suspension dan satu isolator sangga. Isolator sangga berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar yang ditengah jaringan melintasi traves. Sebagai pengunci kawat penghantar dibutuhkan enam buah klem penyambung yang terbuat dari bahan yang sama dengan bahan penghantar. Pada traves diakhiri saluran SUTM dipakai tiga unit isolator suspension.

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 menuntut kemandirian dan kejujuran anda terhadap diri sendiri. Beberapa kegiatan yang juga harus anda lakukan:

13. Membaca sumber bacaan lain, yang berhubungan dengan materi pada kegiatan pembelajaran ini.
14. Mengerjakan latihan/tugas sebagai tagihan (pada pembelajaran on line) dalam pembelajaran ini.
15. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
16. 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 5.

E. Latihan

1. Jelaskan persyaratan bahan isolator !
2. Jelaskan Karakteristik Isolator !
3. Fungsi Isolator pada jaringan tenaga listrik adalah ?

LEMBAR KERJA KB-4

1. Jelaskan persyaratan bahan isolator !

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

2. Jelaskan Karakteristik Isolator !

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

3. Fungsi Isolator pada jaringan tenaga listrik adalah ?

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

F. Rangkuman

Isolator jaringan tenaga listrik merupakan alat tempat menompang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektris dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) atau loncatan bunga api (*flash over*) sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik.

Fungsi utama isolator adalah :

1. Untuk penyekat / mengisolasi penghantar dengan tanah dan antara penghantar dengan penghantar.
2. Untuk memikul beban mekanis yang disebabkan oleh berat penghantar dan / atau gaya tarik penghantar.
3. Untuk menjaga agar jarak antar penghantar tetap (tidak berubah).

Bahan-bahan yang baik untuk isolator adalah bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Walaupun ada yang sanggup menghantarkan arus listrik tetapi relatif sangat kecil kriteria bahan yang baik digunakan sebagai isolator jaringan distribusi adalah :

- a. Bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik
- b. Bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.
- c. Bahan yang terbuat dari bahan padat, dan memiliki kekuatan mekanis tinggi seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuartz, dan veld spaat.
- d. Mempunyai tahanan jenis yang tinggi
- e. Memiliki kekuatan mekanis yang tinggi
- f. Memiliki sifat-sifat (dua hal diatas) tidak berubah oleh perubahan suhu, siraman air, kelembaban, sinar matahari, polaritas listrik.
- g. Bila mengalami loncatan listrik (*flash over*) tidak akan meninggalkan jejak (cacat)

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

4. Dapat Menguasai karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, spiritual, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
5. Dapat Memahami karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial, emosional, moral, spiritual, dan latar belakang sosial budaya.
6. Dapat Mengidentifikasi kesulitan belajar siswa serta memberikan solusi kepada siswa yang mengalami kesulitan belajar.

Tindak Lanjut :

4. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
5. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar
6. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

MENENTUKAN BASIC DESIGN JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti menyelesaikan kegiatan-kegiatan belajar dari modul ini, diharapkan peserta diklat memiliki spesifikasi kinerja sebagai berikut :
Menentukan basic design jaringan distribusi tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi untuk kegiatan pembelajaran ini adalah :
Menentukan basic design jaringan distribusi tenaga listrik

C. Uraian Materi

1. Pendahuluan

Sistem jaringan distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan dari berbagai segi, antara lain adalah :

- a. Berdasarkan ukuran tegangan
- b. Berdasarkan ukuran arus
- c. Berdasarkan sistem penyaluran
- d. Berdasarkan konstruksi jaringan
- e. Berdasarkan bentuk jaringan

a. Berdasarkan Ukuran Tegangan

Berdasarkan ukuran tegangan, jaringan distribusi tenaga listrik dapat dibedakan pada dua sistem, yaitu (a). sistem jaringan distribusi

primer, dan (b). sistem jaringan distribusi sekunder.

1) Sistem jaringan distribusi primer

Sistem jaringan distribusi primer atau sering disebut jaringan distribusi tegangan tinggi (JDTT) ini terletak antara gardu induk dengan gardu pembagi, yang memiliki tegangan sistem lebih tinggi dari tegangan terpakai untuk konsumen. Standar tegangan untuk jaringan distribusi primer ini adalah 6 kV, 10 kV, dan 20 kV (sesuai standar PLN). Sedangkan di Amerika Serikat standar tegangan untuk jaringan distribusi primer ini adalah 2,4 kV, 4,16 kV, dan 13,8 kV.

2) Sistem jaringan distribusi sekunder

Sistem jaringan distribusi sekunder atau sering disebut jaringan distribusi tegangan rendah (JDTR), merupakan jaringan yang berfungsi sebagai penyalur tenaga listrik dari gardu-gardu pembagi (gardu distribusi) ke pusat-pusat beban (konsumen tenaga listrik). Besarnya standar tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini adalah 127/220 V untuk sistem lama, dan 220/380 V untuk sistem baru, serta 440/550 V untuk keperluan industri.

Besarnya tegangan maksimum yang diizinkan adalah 3 sampai 4% lebih besar dari tegangan nominalnya. Penetapan ini sebanding dengan besarnya nilai tegangan jatuh (*voltage drop*) yang telah ditetapkan berdasarkan PUIL 661 F.1, bahwa rugi-rugi daya pada suatu jaringan adalah 15%. Dengan adanya pembatasan tersebut stabilitas penyaluran daya ke pusat-pusat beban tidak terganggu.

3) Tegangan Lebih

Pada sistem jaringan tenaga listrik seringkali terjadi perubahan

tegangan yang lebih tinggi dari tegangan maksimumnya, baik lebih tinggi untuk sesaat yang berupa tegangan lebih peralihan (*transient over voltage*) maupun lebih tinggi secara bertahan yang berupa tegangan lebih stasioner. Pada umumnya tegangan lebih ini ditimbulkan oleh dua sebab, yaitu disebabkan kerana sistem itu sendiri dan sebab luar sistem. Tegangan lebih yang disebabkan oleh sistem itu sendiri biasanya terjadi karena :

- a) Adanya gangguan hubung singkat (*short circuit*) pada kawat penghantar jaringan.
- b) Putusnya kawat penghantar yang panjangnya melebihi batas tertentu.
- c) Adanya kerja hubung yang terjadi karena penutupan atau pembukaan saklar (*switch*) dengan cepat, atau tak serempaknya pemutusan saklar pemutus jaringan pada rangkaian tiga fasa. Tegangan lebih yang disebabkan dari luar sistem, biasanya terjadi karena
- d) Adanya gangguan yang disebabkan peristiwa alamiah yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia, seperti sambaran petir.

Tabel 9.
Nilai Standar Tegangan Nominal & Tegangan
Tinggi Peralatan

Tegangan	Tegangan
----------	----------

6	7,
1	2
0	1
2	2
0	2
3	4
0	0

Sumber : Keputusan Dirjen Tenaga Listrik No. 08/K/1970 tanggal 16 Januari 1970 dan No. 39/K/1970 tanggal 16 Mei 1970, dan IEC No. 38/1967.

Tegangan lebih yang disebabkan karena sambaran petir ini berjalan dengan cepat dengan bentuk gelombang yang berubah-ubah (*tak periodik*), sehingga dikenal dengan *tegangan lebih peralihan (transient over voltage)*.

Sedang untuk tegangan lebih yang disebabkan dari sistem itu sendiri biasanya bertahan cukup lama yang berbentuk sama dengan tegangan sistem, sehingga dikenal dengan *tegangan lebih stasioner* atau *tegangan lebih periodik*. Besarnya tegangan lebih periodik ini dapat mencapai 120 sampai 200 % dari tegangan nominalnya, sedangkan dari tegangan lebih peralihan bisa mencapai hingga 500 % dari tegangan nominalnya. Hal ini disebabkan karena pengaruh panjang jaringan, sehingga besarnya dibatasi oleh rambatannya sepanjang jaringan tersebut melalui beberapa tiang.

Karena besarnya tegangan lebih peralihan ini, maka perencanaan isolasi dari peralatan jaringan kebanyakan berdasarkan tegangan lebih peralihan tersebut. Hal ini dilakukan agar peralatan jaringan dapat mengatasi gangguan tegangan lebih tersebut. Makin dekat peralatan

jaringan dengan pusat gangguan (sumber petir), makin besar kemungkinan terkena sambaran petir. Oleh karena itu kemampuan menahan tegangan sistem bagi peralatan-peralatan jaringan harus lebih tinggi.

4) **Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Standar Tegangan**

Perbedaan tegangan pada jaringan transmisi dan jaringan distribusi untuk setiap negara sangat berlainan. Biasanya tiap-tiap negara menentukan standar tegangan sendiri-sendiri. Pemilihan standar tegangan ini tergantung pada faktor-faktor :

a) **Faktor tekno-ekonomis**, karena dengan adanya perubahan tegangan akan menimbulkan persoalan-persoalan teknis yang ditimbulkan dan diperlukan modal (investasi) yang cukup besar, sehingga menghasilkan sistem yang dilengkapi dengan peralatan-peralatan yang mempunyai kualitas tinggi.

b) **Faktor kepadatan penduduk**, Makin padat suatu daerah, makin tinggi beban pelayanannya. Dan ini akan mengganggu kestabilan tegangan.

c) **Faktor besarnya tenaga listrik** yang harus disalurkan dari Pusat Pembangkit Tenaga Listrik ke Pusat-Pusat Beban (*load centers*).

d) **Faktor jarak penyaluran** tenaga listrik yang harus ditempuh untuk memindahkan tenaga listrik tersebut secara ekonomis. Makin dekat daerah pelayanan, tegangannyapun tidak akan besar.

e) **Faktor perencanaan jangka panjang**, bila terjadi perubahan-perubahan dan penambahan-penambahan pada beban dikemudian hari.

f) **Faktor kemajuan teknologi** dari masing-masing negara.

Dengan perkembangan teknologi makin pesat maka setiap terjadi perubahan tegangan diperlukan penelitian baru.

Masalah standar tegangan merupakan masalah yang kompleks. Karena bila tegangan jaringan distribusi dinaikkan (dari 6 kV hingga 20 kV) berarti perlu perubahan kualitas isolator, penambahan biaya peralatan, perubahan kualitas gardu distribusi (pembagi), dan sebagainya. Semua dilakukan dengan memperhitungkan daya yang disalurkan, jarak penyaluran, bentuk/konfiguarsi jaringan, keandalan (*realibility*) sistem, biaya peralatan, dan standarisasi peralatan yang digunakan untuk setiap perubahan tegangan tertentu. Sehingga penentuan tegangan merupakan bagian dari perencanaan sistem secara keseluruhan.

5) Masalah Standar Tegangan

Permasalahan standar tegangan merupakan masalah yang kompleks. Karena bila tegangan jaringan distribusi dinaikkan (dari 6 kV hingga 20 kV) berarti perlu : perubahan kualitas isolator, penambahan biaya peralatan, perubahan kualitas gardu distribusi (pembagi), dan sebagainya.

Semua dilakukan dengan : memperhitungkan daya yang disalurkan, jarak penyaluran, bentuk/konfiguarsi jaringan, keandalan (*realibility*) sistem, biaya peralatan, dan standarisasi peralatan yang digunakan untuk setiap perubahan tegangan tertentu.

Sehingga penentuan tegangan merupakan bagian dari perencanaan sistem secara keseluruhan.

Tabel 2 di bawah ini memperlihatkan perbedaan tegangan standar untuk beberapa negara.

Tegangan sistem merupakan tegangan normal yang harus dapat dipertahankan oleh sistem jaringan untuk jangka waktu

tak terbatas, sehingga dapat dibedakan suatu sistem dengan sistem yang lain. Tegangan sistem ini biasanya memiliki dua harga, yaitu tegangan nominal dan tegangan maksimum.

Tabel 10
Standar Tegangan Jaringan Transmisi dan Distribusi

Negara	Jaringan Transmisi	Jaringan Distribusi
1. Indonesia	30 kV	
	70 kV	6 kV
	150 kV	20 kV
2. Inggris	66 kV	6,6 kV
	132 kV	11 kV
	275 kV	33 kV
3. Amerika Serikat	138 kV	
	150 kV	13 kV
	287 kV	23 kV
	345 kV	

Tegangan nominal merupakan tegangan dasar atau tegangan perencanaan yang dapat dipergunakan dan disalurkan secara berkesinambungan sehingga peralatan jaringan dapat bekerja dengan baik tanpa mengalami gangguan. Pada jaringan distribusi untuk sistem Ketenger (Jawa Tengah) tegangan nominal untuk jaringan distribusi primer ditetapkan sebesar 23 kV untuk tegangan line-to-line, dan tegangan 13,283 kV untuk tegangan line-to-ground pada rangkaian tiga fasa hubungan bintang (Y).

Tegangan maksimum merupakan batas maksimum tegangan yang dapat dipertahankan untuk tidak mengganggu

stabilitas penyaluran daya dan peralatan jaringan pada waktu terjadi gangguan, sehingga kontinuitas pelayanan pada pusat beban (*load center*) tidak terganggu untuk jangka waktu yang tak terbatas.

Pada peralatan pelindung petir (*lightning arrester*) tegangan maksimum ini merupakan tegangan dasar (*rated voltage*). Karena saat terjadi gangguan akibat sambaran petir, maka saat itu akan terjadi pelepasan tegangan (*voltage discharge*) sehingga tegangan maksimum sistem dapat dipertahankan dan stabilitas tegangan nominal dapat mengalir tanpa mengalami gangguan.

b. Berdasarkan Ukuran Arus Listrik

Berdasarkan ukuran arus listrik maka sistem jaringan distribusi dapat dibedakan dalam dua macam, yaitu (a) jaringan distribusi arus bolak-balik (AC), dan (b) jaringan distribusi arus searah (DC). Kedua sistem jaringan distribusi tersebut dapat dibedakan sebagai berikut.

1). Jaringan Distribusi AC

Keuntungannya

- a) Mudah mentransformasikan tegangannya, naik maupun turun.
- b) Dapat mengatasi kesulitan dalam menyalurkan tenaga listrik untuk jarak jauh.
- c) Dapat langsung digunakan untuk memparalelkan beberapa Pusat Pembangkit Tenaga Listrik.
- d) Dapat menyalurkan tiga atau empat tegangan dalam satu saluran, karena menggunakan sistem tiga fasa. Sistem tiga fasa ini mempunyai kelebihan dibandingkan

sistem satu fasa, yaitu :

- 1) Daya yang disalurkan lebih besar
- 2) Nilai sesaat konstan
- 3) Medan magnet putarnya mudah diadakan

Kerugiannya

- a) Untuk tegangan tinggi sering terjadi arus pemuatan (*charging current*).
- b) Memerlukan stabilitas tegangan untuk kondisi dan sifat beban yang berubah-ubah.
- c) Memerlukan tingkat isolasi yang tinggi untuk tegangan tinggi.
- d) Terjadinya efek kulit (*skin effect*), induktansi, dan kapasitansi untuk tegangan tinggi.

2) Jaringan Distribusi DC

Jaringan distribusi arus searah (DC) dewasa ini jarang digunakan, walaupun ada biasanya untuk daerah-daerah tertentu. Penggunaan jaringan DC ini dilakukan dengan jalan menyearahkan terlebih dahulu arus bolak-balik ke arus searah dengan alat penyearah **Converter**, sedangkan untuk merubah kembali dari arus bolak-balik ke arus searah digunakan alat **Inverter**. Walaupun demikian, sistem distribusi DC ini mempunyai keuntungan maupun kerugiannya, yaitu

Keuntungannya

- a) Isolasinya lebih sederhana,
- b) Daya guna (efisiensi) lebih tinggi, karena faktor dayanya = 1
- c) Tidak ada masalah stabilisasi dan perubahan frekuensi untuk

- penyaluran jarak jauh.
- d) Tidak ada masalah arus pengisian (*charging current*) untuk tegangan tinggi,
 - e) Dianggap ekonomis bila jarak penyaluran lebih besar dari 1000 km untuk saluran udara, dan lebih besar 50 km untuk saluran bawah tanah.

Kerugiannya

- a) Pengubahan arus AC ke DC atau kebalikannya menggunakan peralatan Converter atau Inverter, memerlukan biaya yang tinggi karena peralatan tersebut harganya mahal.
- b) Pada saat beban naik dan jarak penyaluran makin panjang, maka tegangan drop makin tinggi.

Dari kedua sistem ini yang banyak digunakan dewasa ini adalah sistem distribusi arus bolak-balik (AC).

c. Berdasarkan Sistem Penyaluran

Berdasarkan sistem penyalurannya, jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu dengan :

- 1) saluran udara (*overhead line*) dan
- 2) saluran bawah tanah (*underground cable*).

Saluran udara merupakan sistem penyaluran tenaga listrik melalui kawat penghantar yang ditopang pada tiang listrik. Sedangkan saluran bawah tanah merupakan sistem penyaluran tenaga listrik melalui kabel- kabel yang ditanamkan di dalam tanah.

a) Saluran Udara (*Overhead Lines*)

Keuntungannya

- 1) Lebih fleksibel dan leluasa dalam upaya untuk perluasan

beban.

- 2) Dapat digunakan untuk penyaluran tenaga listrik pada tegangan diatas 66 kV.
- 3) Lebih mudah dalam pemasangannya.
- 4) Bila terjadi gangguan hubung singkat, mudah diatasi dan dideteksi.

Kerugiannya

- 1) Mudah terpengaruh oleh cuaca buruk, bahaya petir, badai, tertimpa pohon, dsb.
- 2) Untuk wilayah yang penuh dengan bangunan yang tinggi, sukar untuk menempatkan saluran,
- 3). Masalah efek kulit, induktansi, dan kapasitansi yang terjadi, akan mengakibatkan tegangan drop lebih tinggi. Pemeliharaan lebih mahal, karena perlu jadwal pengecatan dan penggantian material listrik bila terjadi kerusakan

b) Saluran Bawah Tanah (*Underground Line*)

Keuntungan

- 1) Tidak terpengaruh oleh buruk, bahaya petir, badai tertimpa pohon Dsb.
- 2) Tidak mengganggu pandangan, bila adanya bangunan yang tinggi,
- 3) Dari segi keindahan, saluran bawah tanah lebih sempurna dan lebih indah dipandang,

- 4) Mempunyai batas umur pakai dua kali lipat dari saluran udara,
- 5) Ongkos pemeliharaan lebih murah, karena tidak perlu adanya pengecatan.
- 6) Tegangan drop lebih rendah karena masalah induktansi bisa diabaikan.

Kerugiannya

- 1) Biaya investasi pembangunan lebih mahal dibandingkan dengan saluran udara,
- 2) Saat terjadi gangguan hubung singkat, usaha pencarian titik gangguan tidak mudah (susah),
- 3) Perlu pertimbangan-pertimbangan teknis yang lebih mendalam di dalam perencanaan, khususnya untuk kondisi tanah yang dilalui.
- 4) Hanya tidak dapat menghindari bila terjadi bencana banjir, desakan akar pohon, dan ketidakstabilan tanah.

d. Berdasarkan Konstruksi Jaringan

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

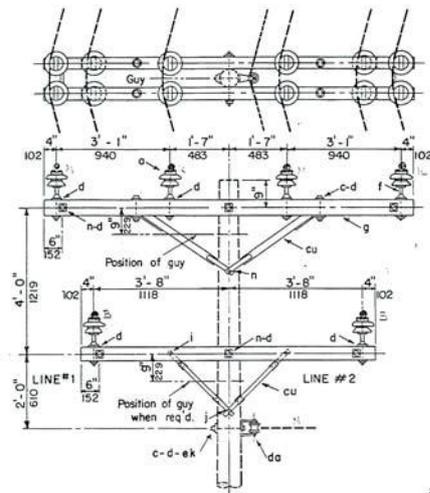
1). Konstruksi Horizontal

Keuntungannya

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

Kerugiannya

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



Gambar 42. Konstruksi Jaringan Horizontal

2) Konstruksi Vertikal

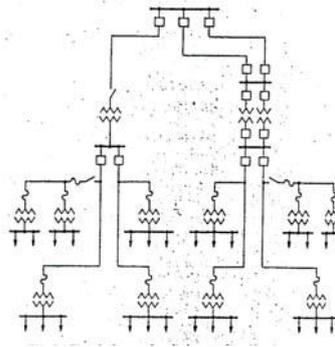
Keuntungannya

- a) Sangat cocok untuk wilayah yang memiliki bangunan tinggi
- b) Beban tiang (tekanan ke bawah) lebih sedikit
- c) Isolator jenis pasak (pin insulator) jarang digunakan
- d) Tanpa menggunakan cross-arm (*travers*)

Kerugiannya

- a) Tekanan angin merata di bagian tiang
 - b. Terbatas hanya untuk saluran tunggal tiga fasa

paling murah, sebab sesuai konstruksinya sistem ini menghendaki sedikit sekali penggunaan material listrik, apalagi jika jarak penyaluran antara gardu induk ke konsumen tidak terlalu jauh.



Gambar 44. Sistem Jaringan Radial Terbuka

Sistem radial terbuka ini paling tidak dapat diandalkan, karena penyaluran tenaga listrik hanya dilakukan dengan menggunakan satu saluran saja. Jaringan model ini sewaktu mendapat gangguan akan menghentikan penyaluran tenaga listrik cukup lama sebelum gangguan tersebut diperbaiki kembali. Oleh sebab itu kontinuitas pelayanan pada sistem radial terbuka ini kurang bisa diandalkan. Selain itu makin panjang jarak saluran dari gardu induk ke konsumen, kondisi tegangan makin tidak bisa diandalkan, justru bertambah buruk karena rugi-rugi tegangan akan lebih besar. Berarti kapasitas pelayanan untuk sistem radial terbuka ini sangat terbatas.

2) Sistem Radial Paralel

Keuntungannya

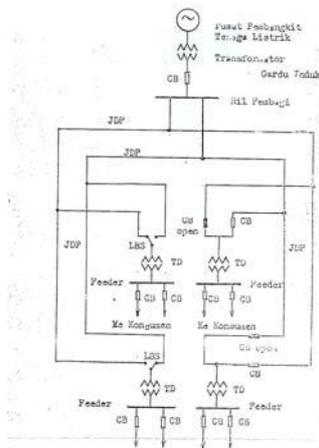
a) Kontinuitas pelayanan lebih terjamin, karena menggunakan dua sumber

- b) Kapasitas pelayanan lebih baik dan dapat melayani beban maksimum
- c) Kedua saluran dapat melayani titik beban secara bersama
- d) Bila salah satu saluran mengalami gangguan, maka saluran yang satu lagi dapat menggantikannya, sehingga pemadaman tak perlu terjadi.
- e) Dapat menyalurkan daya listrik melalui dua saluran yang

diparalelkan

Kelemahannya

- 1) Peralatan yang digunakan lebih banyak terutama peralatan proteksi
- 2) Biaya pembangunan lebih mahal

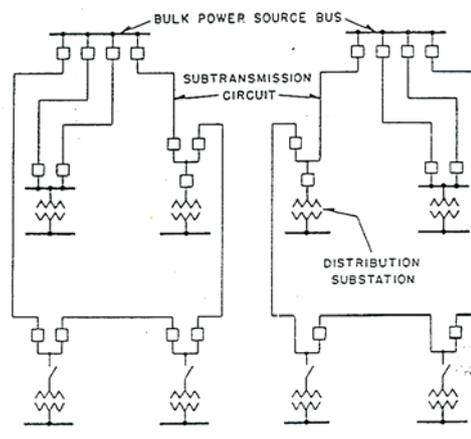


Gambar 45. Sistem Jaringan Radial Paralel

Untuk memperbaiki kekurangan dari sistem radial terbuka diatas maka dipakai konfigurasi sistem radial paralel, yang menyalurkan tenaga listrik melalui dua saluran yang diparalelkan. Pada sistem ini titik beban dilayani oleh dua saluran, sehingga bila salah satu saluran mengalami

gangguan, maka saluran yang satu lagi dapat menggantikan melayani, dengan demikian pemadaman tak perlu terjadi. Kontinuitas pelayanan sistem radial paralel ini lebih terjamin dan kapasitas pelayanan bisa lebih besar dan sanggup melayani beban maksimum (*peak load*) dalam batas yang diinginkan. Kedua saluran dapat dikerjakan untuk melayani titik beban bersama-sama. Biasanya titik beban hanya dilayani oleh salah satu saluran saja. Hal ini dilakukan untuk menjaga kontinuitas pelayanan pada konsumen.

3) Sistem Rangkaian Tertutup (Loop Circuit)



Gambar 46. Sistame Jaringan Tertutup

Keuntungannya

- a) Dapat menyalurkan daya listrik melalui satu atau dua saluran feeder yang saling berhubungan

- b) Menguntungkan dari segi ekonomis
- c) Bila terjadi gangguan pada saluran maka saluran yang lain dapat menggantikan untuk menyalurkan daya listrik
- d) Kontinuitas penyaluran daya listrik lebih terjamin
- e) Bila digunakan dua sumber pembangkit, kapasitas tegangan lebih baik dan regulasi tegangan cenderung kecil
- f) Dalam kondisi normal beroperasi, pemutus beban dalam keadaan terbuka
- g) Biaya konstruksi lebih murah
- h) Faktor penggunaan konduktor lebih rendah, yaitu 50 %
- i) Keandalan relatif lebih baik

Kelemahannya

- a. Keterandalan sistem ini lebih rendah
 - b. Drop tegangan makin besar
 - c. Bila beban yang dilayani bertambah, maka kapasitas pelayanan akan lebih jelek
- Sistem rangkaian tertutup pada jaringan distribusi merupakan suatu sistem penyaluran melalui dua atau lebih saluran feeder yang saling berhubungan membentuk rangkaian berbentuk cincin.

Sistem ini secara ekonomis menguntungkan, karena gangguan pada jaringan terbatas hanya pada saluran yang terganggu saja. Sedangkan pada saluran yang lain masih dapat menyalurkan tenaga listrik dari sumber lain dalam rangkaian yang tidak terganggu. Sehingga kontinuitas pelayanan sumber tenaga listrik dapat terjamin dengan baik.

Yang perlu diperhatikan pada sistem ini apabila beban yang dilayani bertambah, maka kapasitas pelayanan untuk sistem rangkaian tertutup ini kondisinya akan lebih jelek. Tetapi jika digunakan titik sumber (Pembangkit Tenaga Listrik) lebih dari satu di dalam sistem jaringan ini maka sistem ini akan banyak

dipakai, dan akan menghasilkan kualitas tegangan lebih baik, serta regulasi tegangannya cenderung kecil.

4) Sistem Network/Mesh

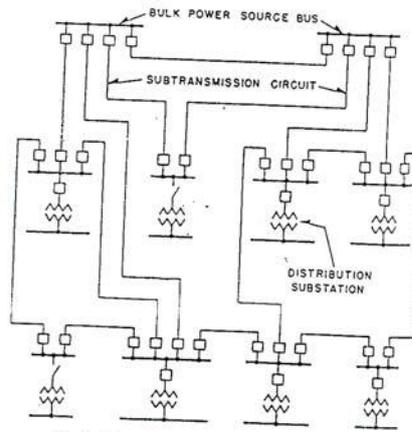
Sistem network/mesh ini merupakan sistem penyaluran tenaga listrik yang dilakukan secara terus-menerus oleh dua atau lebih feeder pada gardu-gardu induk dari beberapa Pusat Pembangkit Tenaga Listrik yang bekerja secara paralel. Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem-sistem yang terdahulu dan merupakan sistem yang paling baik serta dapat diandalkan, mengingat sistem ini dilayani oleh dua atau lebih sumber tenaga listrik. Selain itu jumlah cabang lebih banyak dari jumlah titik feeder.

Keuntungannya

- a. Penyaluran tenaga listrik dapat dilakukan secara terus-menerus(selama 24 jam) dengan menggunakan dua atau lebih feeder
- b. Merupakan pengembangan dari sistem-sistem yang terdahulu
- c. Tingkat keterandalannya lebih tinggi
- d. Jumlah cabang lebih banyak dari jumlah titik feeder
- e. Dapat digunakan pada daerah-daerah yang memiliki tingkat kepadatan yang tinggi
- f. Memiliki kapasitas dan kontinuitas pelayanan sangat baik
- g. Gangguan yang terjadi pada salah satu saluran tidak akan mengganggu kontinuitas pelayanan

Kelemahannya

- a. Biaya konstruksi dan pembangunan lebih tinggi
- b. Setting alat proteksi lebih sukar



Gambar 47. Sistem Jaringan Network/mesh

Sistem ini dapat digunakan pada daerah-daerah yang memiliki kepadatan tinggi dan mempunyai kapasitas dan kontinuitas pelayanan yang sangat baik. Gangguan yang terjadi pada salah satu saluran tidak akan mengganggu kontinuitas pelayanan. Sebab semua titik beban terhubung paralel dengan beberapa sumber tenaga listrik.

e. Sistem Interkoneksi

Keuntungannya

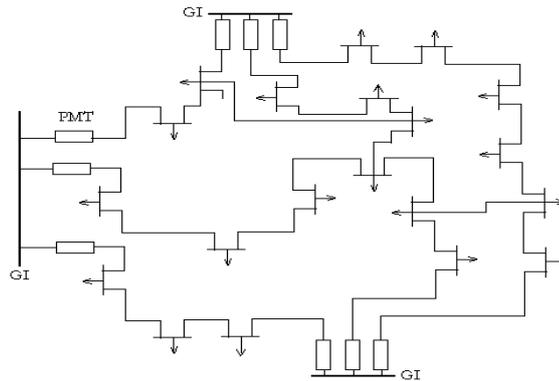
- 1) Merupakan pengembangan sistem network / mesh
 - 2) Dapat menyalurkan tenaga listrik dari beberapa Pusat Pembangkit Tenaga Listrik
 - 3) Penyaluran tenaga listrik dapat berlangsung terus-menerus (tanpa putus), walaupun daerah kepadatan beban cukup tinggi dan luas
 - 4) Memiliki keterandalan dan kualitas sistem yang tinggi
 - 5) Apabila salah satu Pembangkit mengalami kerusakan, maka penyaluran tenaga listrik dapat dialihkan ke Pusat Pembangkit lainnya.
- 1) Bagi Pusat Pembangkit yang memiliki kapasitas lebih

kecil, dapat dipergunakan sebagai cadangan atau pembantu bagi Pusat Pembangkit Utama (yang memiliki kapasitas tenaga listrik yang lebih besar)

- 2) Ongkos pembangkitan dapat diperkecil
- 3) Sistem ini dapat bekerja secara bergantian sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan
- 4) Dapat memperpanjang umur Pusat Pembangkit
- 5) Dapat menjaga kestabilan sistem Pembangkitan k.
Keterandalannya lebih baik
- 6) Dapat di capai penghematan-penghematan di dalam investasi

Kelemahannya

- 1) Memerlukan biaya yang cukup mahal
- 2) Memerlukan perencanaan yang lebih matang
- 3) Saat terjadi gangguan hubung singkat pada penghantar jaringan, maka semua Pusat Pembangkit akan tergabung di dalam sistem dan akan ikut menyumbang arus hubung singkat ke tempat gangguan tersebut.
- 4) Jika terjadi unit-unit mesin pada Pusat Pembangkit terganggu, maka akan mengakibatkan jatuhnya sebagian atau seluruh sistem.
- 5) Perlu menjaga keseimbangan antara produksi dengan pemakaian
- 6) Merepotkan saat terjadi gangguan petir



Gambar 48. Sistem Jaringan Interkoneksi

Sistem interkoneksi ini merupakan perkembangan dari sistem network/mesh. Sistem ini menyalurkan tenaga listrik dari beberapa Pusat Pembangkit Tenaga Listrik yang dikehendaki bekerja secara paralel. Sehingga penyaluran tenaga listrik dapat berlangsung terus-menerus (tak terputus), walaupun daerah kepadatan beban cukup tinggi dan luas. Hanya saja sistem ini memerlukan biaya yang cukup mahal dan perencanaan yang cukup matang. Untuk perkembangan dikemudian hari, sistem interkoneksi ini sangat baik, bisa diandalkan dan merupakan sistem yang mempunyai kualitas yang cukup tinggi.

Pada sistem interkoneksi ini apabila salah satu Pusat Pembangkit Tenaga Listrik mengalami kerusakan, maka penyaluran tenaga listrik dapat dialihkan ke Pusat Pembangkit lain. Untuk Pusat Pembangkit yang mempunyai kapasitas kecil dapat dipergunakan sebagai pembantu dari Pusat Pembangkit Utama (yang mempunyai kapasitas tenaga listrik yang besar). Apabila beban normal sehari-hari dapat diberikan oleh Pusat Pembangkit Tenaga listrik tersebut, sehingga ongkos pembangkitan dapat diperkecil. Pada sistem

interkoneksi ini Pusat Pembangkit Tenaga Listrik bekerja bergantian secara teratur sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Sehingga tidak ada Pusat Pembangkit yang bekerja terus-menerus. Cara ini akan dapat memperpanjang umur Pusat Pembangkit dan dapat menjaga kestabilan sistem pembangkitan.

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. Beberapa kegiatan yang juga harus anda lakukan:

17. Membaca sumber bacaan lain, yang berhubungan dengan materi pada kegiatan pembelajaran ini.
18. Mengerjakan latihan/tugas sebagai tagihan (pada pembelajaran on line) dalam pembelajaran ini.
19. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
20. 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 6.

E. Latihan

1. Sistem jaringan distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan dari
berbagai segi, antara lain adalah :
2. Tegangan lebih yang disebabkan oleh sistem itu sendiri biasanya terjadi
karena :
3. Jelaskan keuntungan jaringan Distribusi AC

LEMBAR KERJA KB-5

1. Sistem jaringan distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan dari

berbagai segi, antara lain adalah :

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

2. Tegangan lebih yang disebabkan oleh sistem itu sendiri biasanya terjadi

karena :

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

3. Jelaskan keuntungan jaringan Distribusi AC

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

F. Rangkuman

Sistem jaringan distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan dari berbagai segi, antara lain adalah :

- a. Berdasarkan ukuran tegangan
- b. Berdasarkan ukuran arus

- c. Berdasarkan sistem penyaluran
- d. Berdasarkan konstruksi jaringan
- e. Berdasarkan bentuk jaringan

Berdasarkan sistem penyalurannya, jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu dengan :

- 1) saluran udara (*overhead line*) dan
- 2) saluran bawah tanah (*underground cable*).

Saluran udara merupakan sistem penyaluran tenaga listrik melalui kawat penghantar yang ditumpang pada tiang listrik. Sedangkan saluran bawah tanah merupakan sistem penyaluran tenaga listrik melalui kabel- kabel yang ditanamkan di dalam tanah.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

- 7. Dapat Menguasai karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, spiritual, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
- 8. Dapat Memahami karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial, emosional, moral, spiritual, dan latar belakang sosial budaya.
- 9. Dapat Mengidentifikasi kesulitan belajar siswa serta memberikan solusi kepada siswa yang mengalami kesulitan belajar.

Tindak Lanjut :

- 7. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta diklat yang telah memenuhi standar
- 8. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta diklat yang belum memenuhi standar.
- 9. Peserta diklat diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

MELAKUKAN PERHITUNGAN TEKNIK YANG BERKAITAN DENGAN PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti menyelesaikan kegiatan-kegiatan belajar dari modul ini, diharapkan peserta diklat memiliki spesifikasi kinerja sebagai berikut : mampu melakukan perhitungan teknis yang berkaitan dengan perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi untuk kegiatan pembelajaran ini adalah : melakukan perhitungan teknis yang berkaitan dengan perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik

C. Uraian Materi

1. Pendahuluan

Perencanaan sistem distribusi energi listrik merupakan bagian yang esensial dalam mengatasi pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang cukup pesat. Perencanaan diperlukan sebab berkaitan dengan tujuan pengembangan sistem distribusi yang harus memenuhi beberapa kriteria teknis dan layak ditinjau dari segi investasi.

Perencanaan sistem distribusi ini harus dilakukan secara sistemik dengan pendekatan yang didasarkan pada peramalan beban untuk memperoleh suatu pola pelayanan yang optimal. Perencanaan yang sistemik tersebut akan memberikan sejumlah proposal alternatif yang dapat mengkaji akibatnya yang secara langsung berhubungan dengan aspek keandalan dan ekonomis.

Tujuan umum perencanaan sistem distribusi ini adalah untuk mendapatkan suatu fleksibilitas pelayanan optimum yang mampu dengan cepat mengantisipasi pertumbuhan kebutuhan energi elektrik dan kerapatan beban yang harus dilayani. Adapun faktor-faktor lain yang dapat menjadi input terkait dalam perencanaan sistem distribusi ini antara lain adalah : pola penggunaan lahan pada regional tertentu, faktor ekologi dan faktor geografi. Perencanaan sistem distribusi ini harus mampu memberikan gambaran besarnya beban pada lokasi geografis tertentu, sehingga dapat ditentukan dengan baik letak dan kapasitas gardu-gardu distribusi yang akan melayani areal beban tersebut dengan mempertimbangkan minimisasi susut energi dan investasi konstruksi, tanpa mengurangi kriteria, teknis yang diperlukan.

Perencanaan sistem distribusi ini dapat dilakukan dalam perioda jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang. Perencanaan jangka panjang harus selalu diatualisasi dan dikoordinasikan dengan perencanaan jangka menengah dan dikoreksi oleh perkembangan jaringan distribusi kondisi eksisting. Efektifitas perencanaan sistem distribusi ini makin diperlukan bila dikaitkan dengan makin tingginya investasi terhadap energi, peralatan dan tenaga kerja. Di samping itu perencanaan yang baik akan memberikan kontribusi besar terhadap pengembangan sistem distribusi. Kondisi ini disebabkan pada kenyataan sistem distribusi merupakan ujung tombak dari pelayanan energi listrik karena langsung berhubungan dengan konsumen sehingga adanya gangguan pada sisi distribusi akan berakibat langsung pada konsumen. Sedangkan adanya gangguan pada sisi transmisi ataupun sisi pembangkit belum tentu menyebabkan terjadinya proses interupsi disisi konsumen.

Perencanaan sistem distribusi dimulai dari sisi konsumen. Pola kebutuhan, tipe dan faktor beban dan karakteristik beban yang dilayani akan menentukan tipe sistem distribusi yang akan dipakai. Kelompok-kelompok beban tersebut akan dilayani oleh jaringan sekunder. Sekelompok jaringan sekunder ini akan dilayani oleh trafo-trafo distribusi yang selanjutnya sejumlah trafo ini akan memberikan gambaran pembebanan pada jaringan primer. Jaringan distribusi ini akan mendapat masukan energi dari trafo-trafo gardu induk. Sistem beban

pada jaringan distribusi ini akan menentukan pula lintasan dan kapasitas saluran distribusi. Dengan demikian setiap langkah proses perencanaan sistem distribusi merupakan input bagi langkah proses berikutnya.

Perencanaan sistem distribusi dapat dibagi dalam beberapa subproblem yang masing-masing subproblem tersebut dapat ditangani dengan metoda-metoda tertentu. Secara umum, metoda-metoda perencanaan sistem distribusi didasarkan pada minimisasi investasi pada jaringan subtransmisi, gardu induk, jaringan primer serta minimisasi susut energi akan terjadi pada sistem distribusi tersebut.

Dalam upaya mencapai tujuan tersebut, maka perencanaan sistem distribusi ini harus memperhatikan akibat yang akan terjadi dengan adanya penambahan ataupun modifikasi jaringan subtransmisi dan sistem distribusi seperti, letak dan kapasitas gardu induk, area pelayanan gardu induk, lokasi pemasangan breaker ataupun pemisah, ukuran penampang penyulang primer, level tegangan, jatuh tegangan yang terjadi, serta pembebanan penyulang dan trafo-trafo distribusi.

Adapun faktor-faktor teknis lainnya yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sistem distribusi tersebut adalah impedansi trafo, insulation level, kemampuan pembebanan trafo, tarif energi pada masing-masing tipe konsumen. Disamping itu terdapat beberapa faktor penting lainnya yang berkaitan dengan pola peramalatan jangka panjang sistem distribusi antara lain :

Timing dan lokasi kebutuhan energi, lamanya dan frekuensi terjadinya pemadaman, harga peralatan, tenaga kerja, kenaikan harga bahan bakar dan perubahan kondisi sosial ekonomi masyarakat pengguna energi listrik ini. Kondisi sosial ekonomi ini berkorelasi kuat dengan pola konsumsi energi. Sedangkan faktor perkembangan teknologi konversi energi, perhatian masyarakat terhadap masalah-masalah lingkungan, kenaikan dan penurunan GNP merupakan aspek penting dalam penentuan pola pelayanan jangka panjang pada sistem distribusi energi listrik.

2. Faktor-faktor Dasar Perencanaan Sistem

Mengingat terdapat sejumlah perhatian dan kompleksitas masalah dalam perencanaan sistem distribusi energi elektrik, akan dilakukan pendekatan bertahap dalam prosesnya.

Berdasarkan pada penjelasan di atas, maka tahap awal yang diperhatikan dalam proses perencanaan sistem distribusi ini berkaitan dengan minimisasi biaya jaringan sub transmisi, gardu induk, investasi pada jaringan primer dan sekunder serta biaya susut energi tanpa harus menurunkan kriteria teknis yang diperlukan.

a. Peramalan beban

Perencanaan sistem distribusi memerlukan prakiraan (*forecasting*) beban masa depan. Kualitas dan akurasi perencanaan sistem tergantung pada kualitas dan akurasi data dan prakiraan beban. Dalam perencanaan sistem distribusi meliputi penentuan ukuran, lokasi dan perubahan waktu masa depan, seperti sejumlah komponen-komponen sistem (substasiun, saluran, penyulang, dan sebagainya).

Lokasi geografis beban-beban dianalisa menggunakan pendekatan area yang kecil (*small area*), yang mana dibagi daerah pelayanan utilitas ke dalam sejumlah area kecil dan prakiraan beban pada setiap salah satunya, oleh sebab itu akan dapat ditentukan dimana dan berapa banyak yang akan dikembangkan. Ada dua metode untuk membagi sistem ke dalam area kecil :

(a) Melaksanakan prakiraan dalam perihal penyulang, substasiun, atau wilayah (*zone*) ditetapkan oleh komponen-komponen distribusi, atau

(b) Melaksanakan prakiraan dalam perihal grid seragam (*uniform grid*), berbasis pada pemetaan sistem koordinasi.

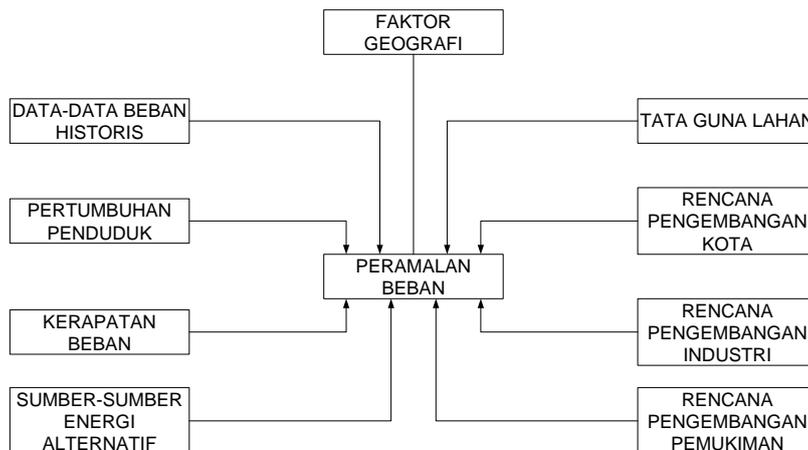
Setiap metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Metodologi berbasis grid (b) memerlukan pertimbangan data input, tidak hanya historis rekaman beban dalam setiap blok grid, tetapi juga ekonomi, sosial, demografis dan menggunakan informasi pertanahan, untuk memperoleh hasil yang akurat. Untuk kebanyakan utilitas, adalah sulit untuk memperoleh data-data yang lengkap tersebut di atas. Prakiraan distribusi beban dengan menggunakan metode (a) di atas hanya diperlukan data

historis beban beberapa tahun, yang mana dengan mudah didapat pada setiap utilitas. Batas penambahan atau pengurangan beban akan dievaluasi dengan memperhatikan terhadap elemen-elemen penting lainnya, seperti termasuk pertanahan, air, seperti faktor-faktor ekonomi dan sosial, bahwa akan memberi pengaruh yang kuat pada kecenderungan prakiraan beban.

Pada gambar 49 memberikan gambaran faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam proses peramalan beban. Seperti yang diharapkan, pertumbuhan beban mempunyai korelasi yang kuat dengan aspek pengembangan komunitas dan pengembangan lahan.

Sedangkan output peramalan beban tersebut dapat berupa kerapatan beban yang dinyatakan dalam dalam KVA per satuan luas layanan sistem distribusi energi listrik untuk skala jangka panjang. Dan bila peramalan dilakukan dalam skala jangka pendek maka diperoleh output lebih detail dan dinyatakan dengan besaran kerapatan beban KVA per satuan luas layanan yang diasosiasikan dengan koordinat grid atau luasan yang diminati.

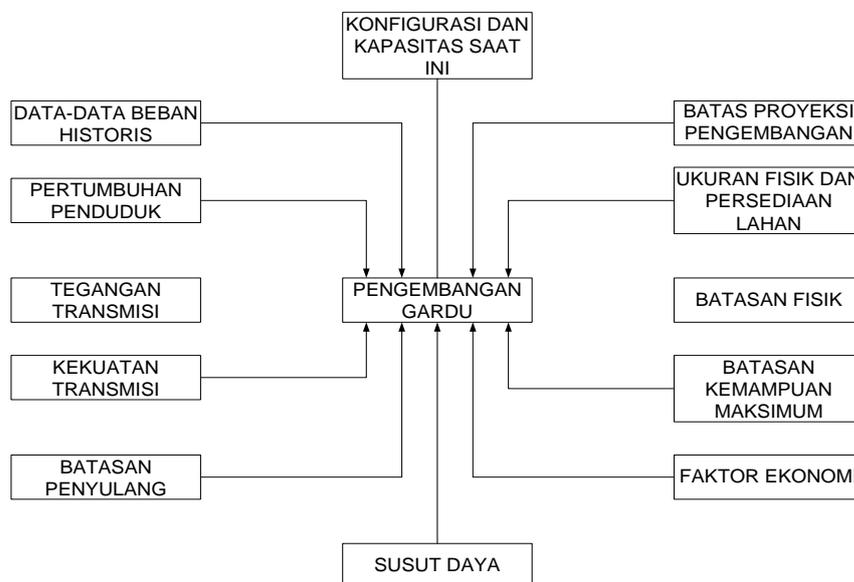
Penggunaan sistem grid dengan koordinat-koordinatnya merupakan suatu metoda yang banyak digunakan baik pada proses peramalan beban jangka pendek. Dengan berdasar pada besarnya kerapatan beban pada masing-masing grid tersebut dapat ditentukan pula pola dan lintasan jaringan distribusi serta area layanan masing-masing trafo distribusi.



Gambar 49. Faktor – faktor yang mempengaruhi peramalan beban

b. Pengembangan Gardu

Seperti halnya dengan peramalan beban, maka pengembangan gardu juga dipengaruhi oleh beberapa faktor dasar dominan. Kondisi eksisting jaringan distribusi, jaringan sub transmisi serta konfigurasinya merupakan faktor yang mendampingi pertumbuhan beban, kerapatan beban dalam proses penentuan pengembangan gardu atau melakukan konstruksi gardu baru. Faktor – faktor dasar tersebut tersebut digambarkan sebagai berikut :



Gambar 50. Faktor – faktor yang mempengaruhi pengembangan gardu

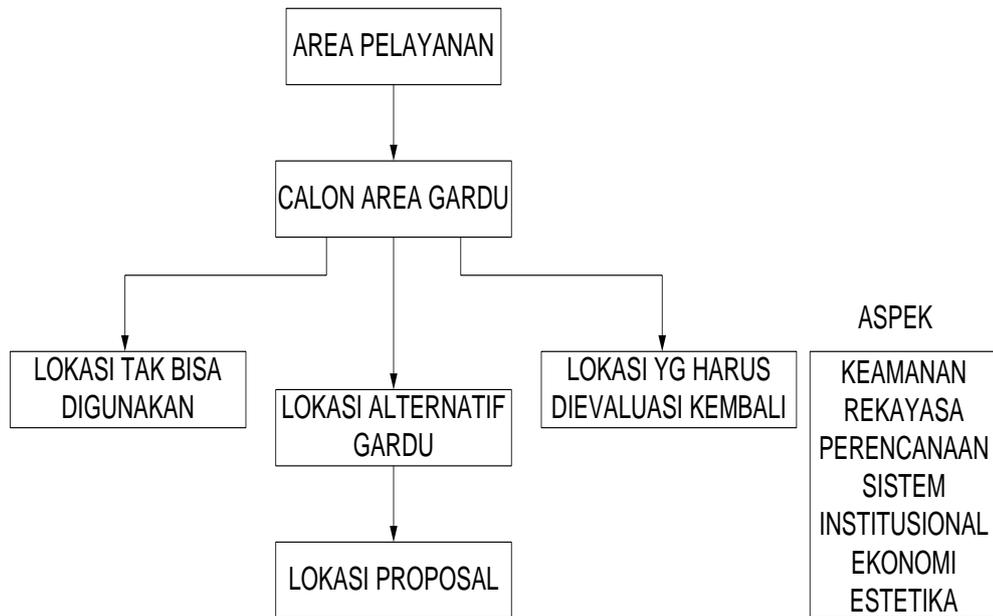
c. Pemilihan Letak Gardu

Letak gardu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jarak dari pusat beban, jarak dari jaringan sub-transmisi yang ada dan adanya batasan – batasan seperti tersedianya lahan, investasi yang harus digunakan, dan aturan penggunaan lahan.

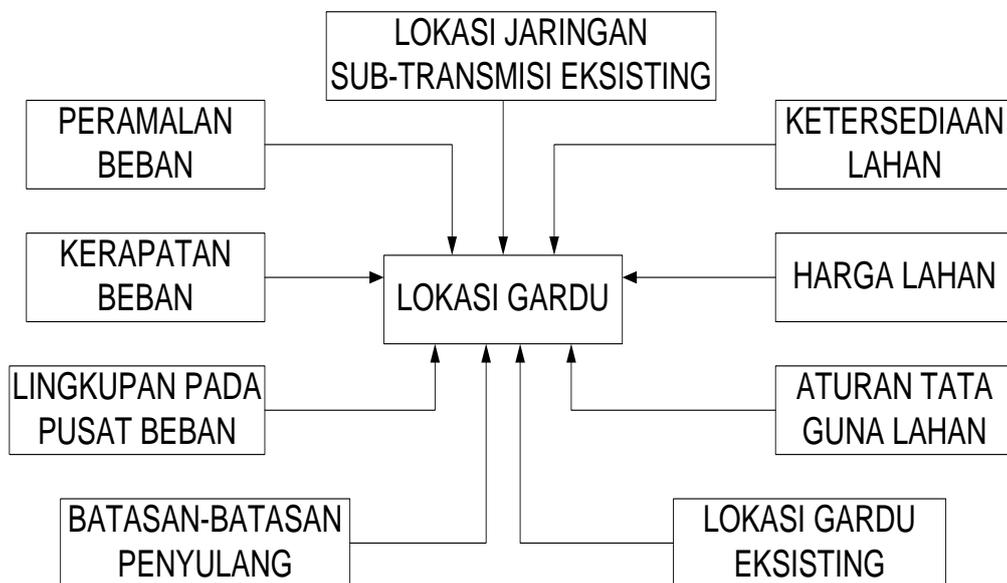
Lokasi ideal gardu mengikuti pandangan – pandangan sebagai berikut :

- Lokasi gardu tersebut sebanyak mungkin melingkupi
- sejumlah beban
- Dapat memberikan level tegangan yang baik
- Mampu memberikan akses yang baik untuk incoming saluran sub transmisi dan out going penyulang primer.
- Mempunyai ruang yang cukup untuk pengembangan
- Tidak bertentangan dengan aturan tata guna lahan
- Dapat meminimisasi jumlah konsumen yang terpengaruh terhadap adanya gangguan
- Kemudahan instalasi.

Di samping faktor – faktor yang mempengaruhi pemilihan letak gardu tersebut, terdapat juga proses pentahapan yang dilakukan dalam rangka pemilihan lokasi gardu. Proses pemilihan tersebut diberikan dalam gambar 51 dan 52. Seleksi awal terhadap lokasi gardu tersebut didasarkan pada aspek safety, engineering, sistem perencanaan, institusional, ekonomi dan faktor estetika.



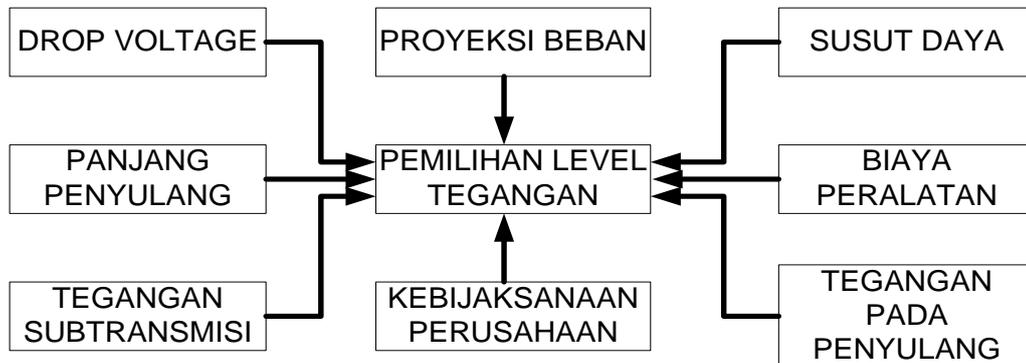
Gambar 51. Prosedur pemilihan gardu



Gambar 52. Faktor – faktor yang mempengaruhi pada lokasi gardu

d. Pemilihan Level Tegangan Penyulang Primer

Faktor – faktor dasar dalam menentukan level tegangan pada penyulang primer diberikan sebagai berikut :



Gambar 53. Faktor – faktor yang mempengaruhi pemilihan level tegangan

e. Pembebanan Penyulang Primer

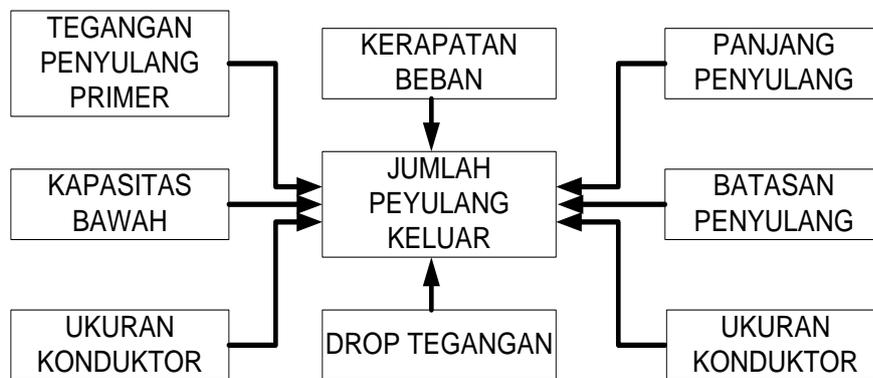
Pembebanan penyulang primer adalah pembebanan penyulang tersebut pada kondisi beban puncak dan di ukur di sisi gardu. Faktor – faktor yang mempengaruhi disain pembebanan penyulang tersebut antara lain :

- ✚ Rapat beban penyulang
- ✚ Pola pembebanan
- ✚ Laju pertumbuhan beban
- ✚ Keperluan reverse capacity kondisi darurat
- ✚ Kontinuitas pelayanan
- ✚ Kualitas pelayanan
- ✚ Keandalan pelayanan
- ✚ Level tegangan pada penyulang primer
- ✚ Tipe dan biaya konstruksi
- ✚ Lokasi dan kapasitas gardu distribusi
- ✚ Guna pengaturan tegangan

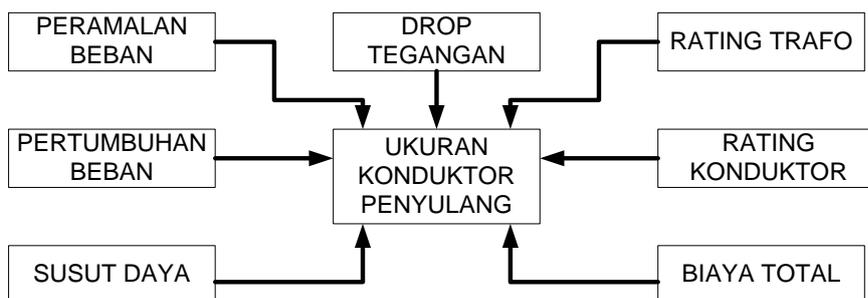
Sedangkan faktor – faktor yang mempengaruhi pemilihan lintasan jaringan primer tersebut diberikan dalam gambar 54, 55, dan 56.



Gambar 54. Faktor yang mempengaruhi terhadap lintasan penyulang primer



Gambar 55. Faktor yang mempengaruhi terhadap jumlah penyulang keluar

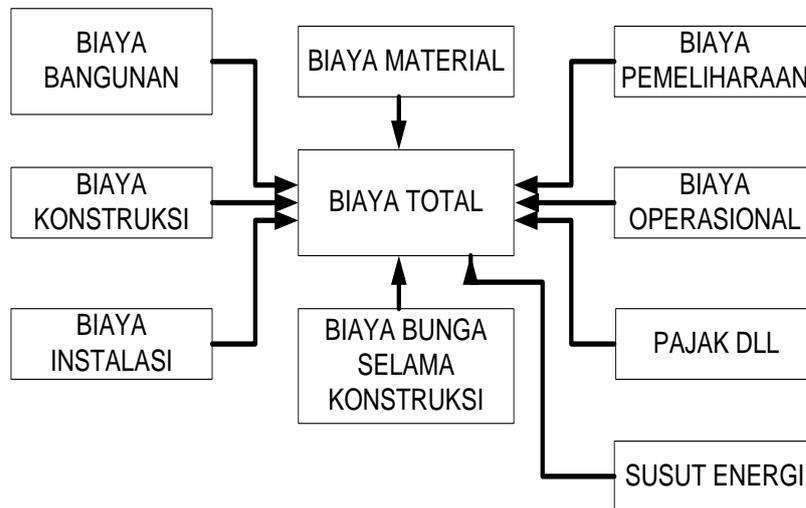


Gambar 56. Faktor yang mempengaruhi terhadap pemilihan ukuran konduktor

f. Faktor – faktor investasi

Secara umum, sistem distribusi didisain dengan berdasar pada minimisasi biaya investasi tapi teknis sistem distribusi tersebut masih dipenuhi.

Adapun faktor investasi yang mempengaruhi pengembangan sistem distribusi diberikan pada gambar 57.



Gambar 57. Faktor - faktor yang mempengaruhi investasi pengembangan sistem distribusi

g. Model Perencanaan Sistem Distribusi

Secara umum, perencanaan sistem distribusi melibatkan beberapa faktor penting pada masing – masing sub problem perencanaan distribusi tersebut. Maka perencanaan sistem distribusi berkaitan dengan sejumlah variabel dan persamaan matematis serta sejumlah kriteria pembatas.

Model matematis yang berkembang saat ini adalah :

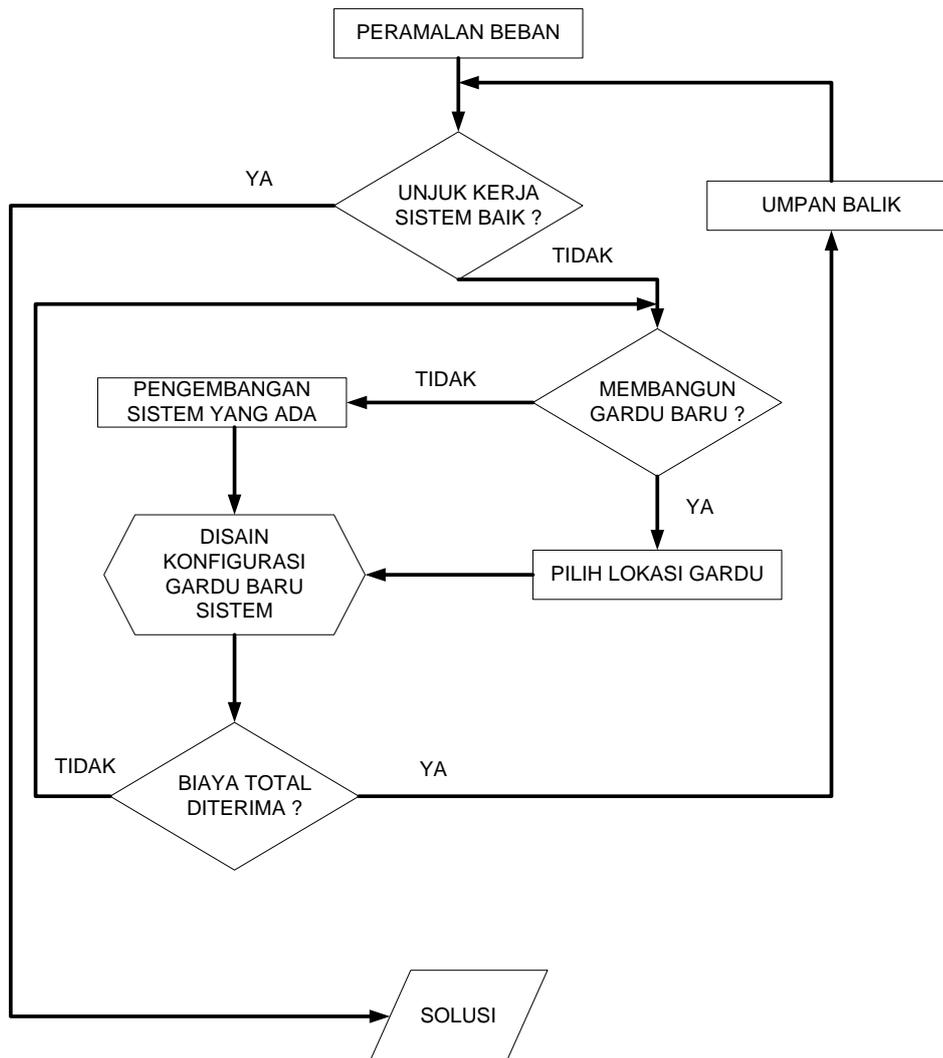
- ❖ Lokasi gardu optimum
- ❖ Model pengembangan gardu
- ❖ Model penentuan kapasitas optimum trafo
- ❖ Model optimisasi transfer beban antara gardu dengan pusat beban
- ❖ Model optimisasi ukuran dan lintasan penyulang untuk mensupply beban.

Semua model yang berkembang tersebut mempunyai fungsi untuk meminimisasi investasi. Adapun metoda matematis yang mendukung model tersebut adalah :

- Metoda dekomposisi yang mampu memilah problem besar menjadi sub problem dan masing – masing sub problem dicari solusinya secara tersendiri.
- Metoda programa linear dan integer yang mampu melinearisasi faktor – faktor pembatas.
- Metoda programa dinamik.

Masing –masing metoda dilakukan dalam proses perencanaan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan. Khusus pada perencanaan jangka panjang, sejumlah variabel yang dimasukkan dan hal ini akan memberikan sejumlah alternatif pengembangan sistem distribusi yang layak dan setelah itu akan dilakukan pemilihan sistem distribusi yang optimum.

Gambaran proses perencanaan sistem distribusi diberikan pada diagram alir gambar 58.



Gambar 58. Diagram alir proses perencanaan sistem distribusi

I. Peramalan Beban dan Kebutuhan Energi Listrik

Karakteristik Beban

Beban yang dilayani oleh sistem distribusi dibagi dalam beberapa sektor yaitu perumahan, industri, komersil dan usaha. Karakteristik beban disebut dengan pola pembebanan, pada sektor perumahan ditunjukkan dengan adanya fluktuasi konsumsi energi listrik tersebut dominan pada malam hari. Sedangkan pada industri fluktuasi konsumsi sepanjang hari akan hampir sama, sehingga perbandingan beban puncak terhadap beban rata – rata

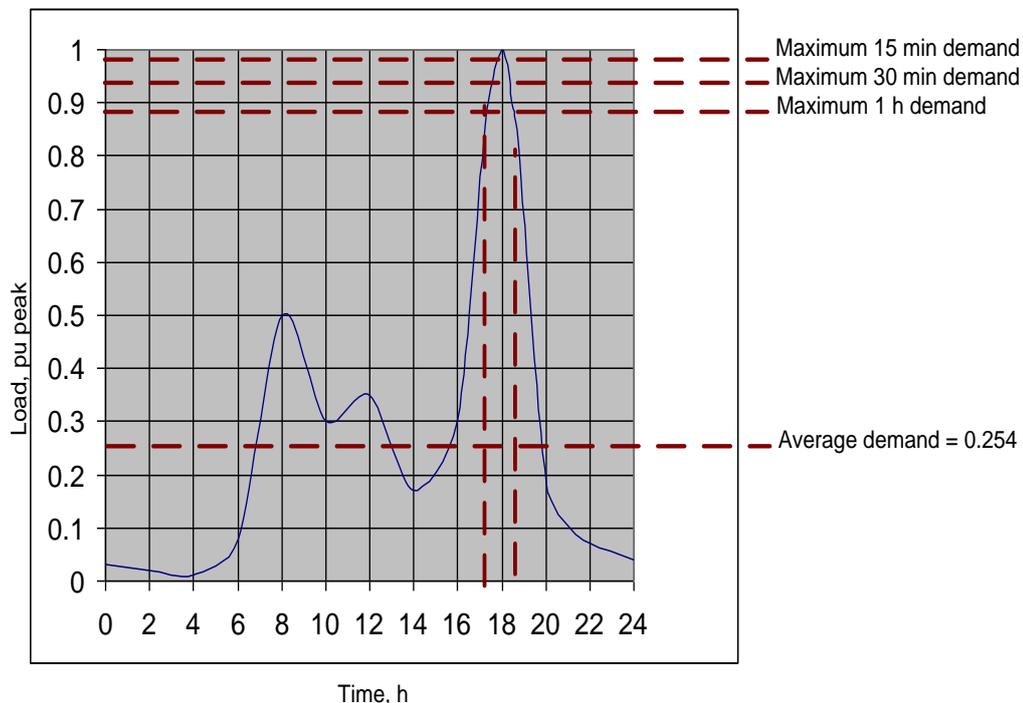
hampir mendekati satu. Beban pada sektor komersil dan usaha mempunyai karakteristik yang hampir sama, hanya pada sektor komersil akan mempunyai beban puncak yang lebih tinggi pada malam hari.

Kebutuhan "Demand"

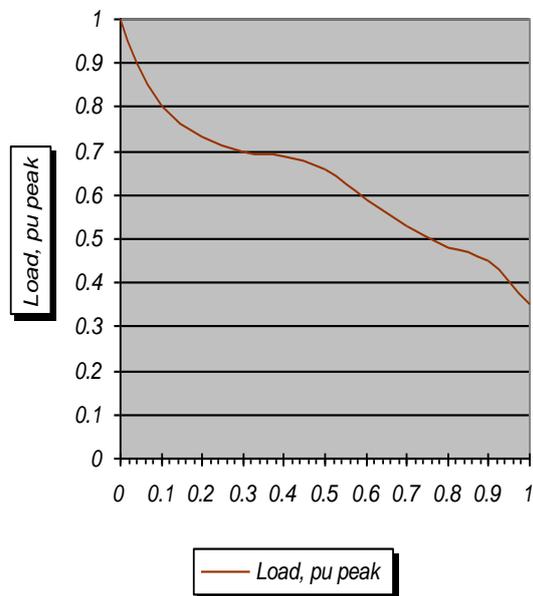
Kebutuhan sistem listrik didefinisikan sebagai beban pada terminal terima secara rata – rata dalam suatu interval waktu tertentu. Satuan dapat berupa Kilowatt, Kilovoltampere, Ampere, dan Kiloampere.

Selang Kebutuhan "Demand Interval"

Interval kebutuhan merupakan periode yang dijadikan dasar untuk menghitung beban rata – rata. Pemilihan periode ini dapat terjadi mulai dari 15 menit, 30 menit, 60 menit ataupun satu hari. Pada kondisi – kondisi tertentu kebutuhan pada selang 15 menit sama dengan kebutuhan pada selang 30 menit. Pernyataan kebutuhan ini harus diekpresikan dalam suatu selang waktu dimana kebutuhan tersebut diukur. Gambar 59 menunjukkan kurva harian beban sebagai fungsi waktu. Berdasarkan kurva harian beban tersebut dapat dibuat kurva lama beban seperti gambar 60.



Gambar 59. Kurva harian beban



Gambar 60 Kurva lama beban

Kebutuhan Maksimum “ Maximum Demand”

Kebutuhan maksimum didefinisikan sebagai kebutuhan terbesar yang dapat terjadi dalam suatu selang waktu tertentu. Jadi kebutuhan maksimum dapat dikatakan dalam selang waktu 1 jam, 1 minggu, harian dll.

Diversitas kebutuhan ” Diverisfied Demand ”

Dievrstas kebutuhan dikaitkan dengan beban yang tidak saling berhubungan pada selang waktu tertentu. Jadi Diversitas kebutuhan merupakan perbandingan jumlah maksimum masing-masing beban tersebut terhadap kebutuhan maksimum seluruh beban.

Faktor Beban (LF = Load Factor)

Merupakan perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu. Beban puncak yang dimaksud disini adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-

rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai demand maksimum 15 menit atau 30 menit.

Definisi dari faktor beban ini dapat dituliskan dalam persamaan berikut ini :

$$LF = \frac{\text{Beban rata - rata}}{\text{Beban puncak}} \quad | \text{Untuk suatu periode waktu tertentu}$$

Faktor beban dapat diketahui dari kurva beban, sedangkan untuk perkiraan besaran factor beban di masa yang akan datang dapat didekati dengan data statistik yang ada berdasarkan beban.

Faktor Kebutuhan (DF = Demand Factor)

Merupakan perbandingan antara beban puncak dengan beban terpasang yang dapat ditulis dengan persamaan berikut :

$$\text{Faktor kebutuhan} = \frac{\text{Beban puncak}}{\text{Beban terpasang}} \quad | \text{Untuk suatu periode waktu tertentu}$$

Yang dimaksud dengan beban terpasang adalah jumlah kapasitas dari semua beban sesuai dengan kapasitas yang tertera pada papan nama. Besarnya faktor kebutuhan dinyatakan dengan % dan dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu :

a. Besarnya beban terpasang

Sebagai contoh : Rumah tinggal yang mempunyai beban terpasang yang relatif besar pada umumnya memiliki faktor kebutuhan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan rumah tinggal yang mempunyai beban terpasang yang lebih kecil

b. Sifat pemakaian

Toko – toko, pusat perbelanjaan, kantor-kantor dan bangunan industri biasanya memiliki faktor demand yang rendah.

Faktor Diversitas (DF = diversitas factor)

Didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah demand dari unit-unit beban terhadap demand maksimum dari keseluruhan beban yang dapat didefinisikan pada persamaan di bawah :

$$DF = \frac{\sum \text{demand maksimum unit} - \text{unit beban}}{\text{demand maksimum} \sum \text{beban}}$$

Faktor Coincident (CF = coincident factor)

Perbandingan antara demand maksimum seluruh beban dengan jumlah demand maksimum masing-masing unit beban. Yang didefinisikan dengan rumus di bawah :

$$CF = \frac{\text{Demand maksimum} \sum \text{beban}}{\sum \text{Demand maksimum unit} - \text{unit beban}}$$

$$CF = \frac{1}{DF} = \frac{D_g}{D_1 + D_2 + \dots + D_n}$$

Faktor Rugi-rugi Beban

Didefinisikan sebagai perbandingan antara rugi dan rata-rata terhadap rugi daya pada beban puncak pada periode waktu tertentu.

Faktor rugi-rugi beban merupakan rugi-rugi sebagai fungsi waktu, berubah sesuai dengan fungsi dari waktu kuadrat. Faktor rugi-rugi ini tidak dapat ditentukan langsung dari faktor beban. Berdasarkan pengalaman dan percobaan yang dilakukan oleh Buller dan Woodrow dengan menganalisa ratusan grafik, diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$LLF = 0,3(LF) + 0,7(LF)^2$$

dengan LLF = Faktor rugi-rugi

LF = Faktor beban

Factor Penggunaan (UF = utility factor)

Didefinisikan sebagai perbandingan antara demand maksimum dengan kapasitas nominal dari system pencatu daya. Persamaan di bawah menggambarkan definisi ini :

$$UF = \frac{\text{Demand maksimum sistem}}{\text{Kapasitas nominal sistem}}$$

Demand maksimum system dapat dicari dari kurva beban atau dengan menghitung beban terpasangnya. Demand maksimum merupakan perkalian antara beban terpasang dengan factor demand.

Metode Peramalan Beban dan Kebutuhan

$$\text{Faktor kebutuhan} = \frac{\text{Beban puncak}}{\text{Beban terpasang}} \left| \text{Untuk suatu periode waktu tertentu} \right.$$

$$DF = \frac{\sum \text{demand maksimum unit} - \text{unit beban}}{\text{demand maksimum} \sum \text{beban}}$$

$$CF = \frac{\text{Demand maksimum}}{\sum \text{Demand maksimum unit} - \text{unit beban}}$$

$$CF = \frac{1}{DF}$$

$$LLF = 0,3(LF) + 0,7(LF)^2$$

$$UF = \frac{\text{Demand maksimum sistem}}{\text{Kapasitas nominal sistem}}$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

$$x_1, x_2 \quad \beta_0, \beta_1, \beta_2$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x$$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_{1i} + \varepsilon_i \quad | \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x$$

$$Y_1 = b_0 + b_1x + e_1$$

Prakiraan beban (*Load forecasting*)

Perencanaan sistem distribusi memerlukan prakiraan (*forecasting*) beban masa depan. Kualitas dan akurasi perencanaan sistem tergantung pada kualitas dan akurasi data dan prakiraan beban. Dalam perencanaan sistem distribusi meliputi penentuan ukuran, lokasi dan perubahan waktu masa depan, seperti sejumlah komponen-komponen sistem (substasion, saluran, penyulang, dan sebagainya).

Lokasi geografis beban-beban dianalisa menggunakan pendekatan area yang kecil (*small area*), yang mana dibagi daerah pelayanan utilitas ke dalam sejumlah area kecil dan prakiraan beban pada setiap salah satunya, oleh sebab itu akan dapat ditentukan dimana dan berapa banyak yang akan dikembangkan. Ada dua metode untuk membagi sistem ke dalam area kecil :

- (a) Melaksanakan prakiraan dalam perihal penyulang, substasion, atau wilayah (*zone*) ditetapkan oleh komponen-komponen distribusi, atau
- (b) Melaksanakan prakiraan dalam perihal grid seragam (*uniform grid*), berbasis pada pemetaan sistem koordinasi.

Setiap metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Metodologi berbasis grid (b) memerlukan pertimbangan data input, tidak hanya historis rekaman beban dalam setiap blok grid, tetapi juga ekonomi, sosial, demografis dan penggunaan informasi pertanahan, untuk memperoleh hasil yang akurat. Untuk kebanyakan utilitas, adalah sulit untuk memperoleh data-data yang lengkap tersebut di atas. Prakiraan distribusi beban dengan menggunakan metode (a) di atas hanya diperlukan data historis beban beberapa tahun, yang mana dengan mudah didapat pada setiap utilitas. Batas penambahan atau pengurangan beban akan dievaluasi dengan memperhatikan terhadap elemen-elemen penting lainnya, seperti termasuk pertanahan, air, seperti faktor-faktor ekonomi dan sosial, bahwa akan memberi pengaruh yang kuat pada kecenderungan prakiraan beban.

Teknik multi regresi berbasis kepada historis data beban untuk setiap komponen distribusi. Melalui polinomial berikut adalah kurva khas yang tepat :

$$L_i(t) = b_0 + b_1t + b_2t^2 + b_3t^3 - b_4t^{-1} + b_5t^{-2} + b_6t^{-3} \dots\dots (2.56)$$

dengan

$L_i(t)$ - Estimasi beban komponen i untuk tahun t

t - Jumlah tahun

Substitusikan $x_1 = t, x_2 = t^2, x_3 = t^3, x_4 = t^{-1}, x_5 = t^{-2}, x_6 = t^{-3}$, ke persamaan (2.56) menjadi

$$L_i(t) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 - b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 \dots\dots (2.57)$$

Umpama bahwa N ditetapkan nilai untuk $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, L_i(t)\}$ disesuaikan terhadap N tahun dari historis rekaman beban adalah diutarakan melalui:

$$\{x_{k1}, x_{k2}, x_{k3}, x_{k4}, x_{k5}, x_{k6}, y_k\} \quad \{k = 1, 2, \dots, N\}$$

Menerapkan paling sedikit metode estimasi kesalahan kuadrat, persamaan normal berikut dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} S_{11}b_1 + s_{12}b_2 + \dots - b_{16}b_6 &= S_{1y} \\ S_{21}b_1 + s_{22}b_2 + \dots - b_{26}b_6 &= S_{2y} \dots\dots\dots (2.58) \\ S_{61}b_1 + s_{62}b_2 + \dots - b_{66}b_6 &= S_{6y} \end{aligned}$$

Koeffisien $\{b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6\}$ dapat diperoleh melalui pemecahan persamaan (2.58), seketika koeffisien b diperoleh, perkiraan beban dapat dikerjakan melalui substitusi jumlah tahun menjadi perkiraan ke dalam persamaan (2.56). Ketidakakurasian yang sangat dapat terjadi dalam beberapa kasus, sebab perbedaan antara kecendrungan data historis dan kecendrungan pengembangan ke depan. Perkiraan beban horisontal dapat menstabilkan kecendrungan ke suatu lebih luas, bahkan perhitungan yang mantap digunakan dengan tepat. Perkiraan tahun horisontal menambahkan perkiraan beban pada tahun horisontal,

yang mana diperlakukan dengan cara yang sama sebagai beban historis di dalam perhitungan multi regresi.

Pendekatan yang paling populer terhadap prakiraan komponen distribusi adalah regresi multi-variabel. Metode multi-regresi konvensional sering menimbulkan ketidakakurasian dalam banyak kasus. Dalam penggunaan yang fleksibel dan prakiraan yang lebih akurat, program ini menggunakan tiga teknik, yang akan diuraikan berikut ini.

Multi-regresi berurutan (*Successive multi-regression*)

Kerugian utama dari metode multi-regresi konvensional adalah : (a) Persamaan normal dapat menjadi kondisi yang buruk (*ill condition*) dalam beberapa kasus, dan (b) tidak dapat mengidentifikasi variabel regresi yang penting. Kedua item ini dapat mendorong kearah ketidaktepatan yang sangat di dalam perhitungan. Metoda multi-regresi berurutan digunakan dalam program termasuk peningkatan berikut:

- (1) Koeffisien korelasi r_{ij} untuk menempatkan S_{ij} dalam persamaan (2.58) mendahului terhadap akurasi tinggi dalam resolusi, r_{ij} didefinisikan sebagai :

$$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sqrt{S_{ii}} \sqrt{S_{jj}}} \dots\dots\dots (2.59)$$

- (2) Multi-regresi berurutan dikerjakan dengan variabel-variabel penting yang selektif dalam suatu prosedur iteratif. Variabel signifikan diperkenalkan dalam regresi dan yang tidak penting dikeluarkan.
- (3) Variabel-variabel penting dieksiminasi menggunakan t-test yang signifikan.

Multi-regresi kopling (*Coupling multi-regression*)

Data historis beban mungkin telah dikontaminasi dalam kaitan dengan menghubungkan beban antara dua substasion atau penyulang. Beban boleh ditransfer dari satu substasion atau penyulang ke yang lain untuk alasan yang sama. Sebagai contoh, beban mungkin ditransfer selama pembangunan (*construction*), atau dengan alasan dimana perencanaan baru atau transformator besar tertunda.

Teknik multi-regresi kopling digunakan untuk mengeleminasi pengaruh dari pemindahan beban antara dua substasion atau feeder. Paling tidak menimbang metode kesalahan kuadrat terkecil (*least square error*) diterapkan untuk menggantikan metode kesalahan kuadrat terkecil yang konvensional. Dengan pertimbangan yang sama yang dikenakan pada istilah kesalahan kuadrat (*square error terms*) bersesuaian terhadap tahunan dimana transfer beban antara dua substation atau penyulang. Teknik ini tidak memerlukan besaran (*magnitude*) dan arah pada transfer beban sebagai data masukan. Data tambahan yang diperlukan adalah hanya dengan beban transfer tahunan mengambil tempat.

Teknik deret waktu stokastik (*Stochastic time series technique*)

Yang termasuk teknik ini sebagai berikut :

(1) Data historis beban dapat dipandang sebagai deret waktu diskret (*discrete time series*) adalah tidak stasionari dan berisi suatu kecendrungan pertumbuhan (untuk perekaman beban tahunan) atau variasi periodik (untuk perekaman beban bulanan). Kecendrungan pertumbuhan dan variasi periodik dapat disaring oleh penggunaan teknik difrensial forward untuk memperoleh deret waktu stationari

(2) Diberikan deret runtun waktu stationari :

$$x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_N$$

model linier berikut dapat diterapkan :

$$x_i = p_1x_{i-1} + p_2x_{i-2} + \dots + p_mx_{i-m} + a_i \dots \dots \dots (2.60)$$

dimana

$$x_i = x_i - \mu \dots \dots \dots (2.61)$$

μ adalah titik tengah deret waktu $\{x_i\}$ dan a_i adalah istilah noise p_i dalam persamaan (2.60) disebut koefisien auto-korelasi parsial dapat diestimasi melalui penggunaan persamaan Yule-Walker :

$$\begin{aligned} p_1 + r_1p_2 + r_2p_3 + \dots + r_{m-1}p_m &= r_1 \\ r_1p_1 + p_2 + r_1p_3 + \dots + r_{m-2}p_m &= r_2 \dots \dots \dots (2.62) \\ r_{m-1}p_1 + r_{m-2}p_2 + r_{m-3}p_3 + \dots + p_m &= r_m \end{aligned}$$

dimana r_1 disebut koefisien auto-korelasi dan dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^N x_t$$

$$c_k = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})$$

$$r_k = \frac{c_k}{c_0} \dots \dots \dots (2.63)$$

$(k = 0,1,2,\dots, m; m > N)$

(3) Setelah p_i dihitung menggunakan persamaan (2.62), prakiraan dapat dikerjakan melalui persamaan :

$$x_{N-L} = p_1 x_{N+L-1} + \dots \dots \dots p_{N+L-m} \dots \dots \dots (2.64)$$

Hasil prakiraan dari persamaan (2.64) adalah sesuai terhadap deret waktu yang diperlukan. Prakiraan untuk deret waktu beban diskret orisinil dapat diperoleh melalui penggunaan teknik difrensial backward (*backward differencing technique*).

Penerapan dari ketiga teknik prakiraan adalah sebagai berikut :

- 2) Metode multi regresi yang membutuhkan data historis beban dan perhitungan beban horison tahunan. Dimana perhitungan tahun horison adalah refleksi dari ekonomi, keuangan atau lingkungan pada pertumbuhan beban.
- 3) Metode teknik deret waktu stokastik untuk melaksanakan prakiraan beban hanya memerlukan data historis beban beberapa tahun.
- 4) Metode multi-regresi kopleng untuk melaksanakan prakiraan beban untuk 2 substasion atau penyulang berkenaan dengan transfer beban. Diperlukan data tambahan, untuk prakiraan energi (MWh), diperlukan informasi tentang transfer beban tahunan mengambil tempat, dan untuk prakiraan kW atau kVA dimana transfer beban tahunan hanya mengambil tempat dalam periode beban puncak

diperlukan. Program tidak membutuhkan terhadap besaran input maupun arah perpindahan beban.

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. Beberapa kegiatan yang juga harus anda lakukan:

21. Membaca sumber bacaan lain, yang berhubungan dengan materi pada kegiatan pembelajaran ini.
22. Mengerjakan latihan/tugas sebagai tagihan (pada pembelajaran on line) dalam pembelajaran ini.
23. Apabila ada bagian-bagian yang belum anda kuasai sesuai yang diharapkan, ulangi kembali dengan tidak tergesa-gesa.
24. 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.

E. Latihan

1. Jelaskan Tujuan umum perencanaan faktor-faktor lain yang dapat menjadi input terkait dalam perencanaan sistem distribusi !
2. Sebutkan perioda perencanaan sistem distribusi !
3. Ada dua metode untuk membagi sistem ke dalam area kecil, jelaskan !
4. Jelaskan kriteria pemilihan gardu yang ideal !
5. Jelaskan istilah-istilah berikut Kebutuhan Maksimum (Maximum Demand), Diversitas kebutuhan (Diversified Demand), Faktor Beban (LF = Load Factor) Faktor Kebutuhan (DF = Demand Factor) !

LEMBAR KERJA KB-6

1. Jelaskan Tujuan umum perencanaan faktor-faktor lain yang dapat menjadi input terkait dalam perencanaan sistem distribusi !

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

2. Sebutkan perioda perencanaan sistem distribusi !

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

3. Ada dua metode untuk membagi sistem ke dalam area kecil, jelaskan !

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

4. Jelaskan kriteria pemilihan gardu yang ideal !

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

5. Jelaskan istilah-istilah berikut Kebutuhan Maksimum (Maximum Demand), Diversitas kebutuhan (Diversified Demand), Faktor Beban (LF = Load Factor) Faktor Kebutuhan (DF = Demand Factor) !

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

F. Rangkuman

Perencanaan sistem distribusi energi listrik merupakan bagian yang esensial dalam mengatasi pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang cukup pesat. Perencanaan diperlukan sebab berkaitan dengan tujuan pengembangan

sistem distribusi yang harus memenuhi beberapa kriteria teknis dan layak ditinjau dari segi investasi.

Perencanaan sistem distribusi ini harus dilakukan secara sistemik dengan pendekatan yang didasarkan pada peramalan beban untuk memperoleh suatu pola pelayanan yang optimal. Perencanaan yang sistemik tersebut akan memberikan sejumlah proposal alternatif yang dapat mengkaji akibatnya yang secara langsung berhubungan dengan aspek keandalan dan ekonomis.

Berdasarkan pada penjelasan di atas, maka tahap awal yang diperhatikan dalam proses perencanaan sistem distribusi ini berkaitan dengan minimisasi biaya jaringan sub transmisi, gardu induk, investasi pada jaringan primer dan sekunder serta biaya susut energi tanpa harus menurunkan kriteria teknis yang diperlukan, Peramalan beban, Pengembangan Gardu, Pemilihan Letak Gardu, Pemilihan Level Tegangan Penyulang Primer, Pembebanan Penyulang Primer, Faktor – faktor investasi, Model Perencanaan Sistem Distribusi, Peramalan Beban dan Kebutuhan Energi Listrik.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

10. Dapat Menguasai karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, spiritual, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
11. Dapat Memahami karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial, emosional, moral, spiritual, dan latar belakang sosial budaya.
12. Dapat Mengidentifikasi kesulitan belajar siswa serta memberikan solusi kepada siswa yang mengalami kesulitan belajar.

Tindak Lanjut :

10. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada peserta didik yang telah memenuhi standar
11. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada peserta didik yang belum memenuhi standar
12. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

EVALUASI

13. Upaya merancang pengayaan bagi peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar optimal tampak dalam kegiatan guru sebagai berikut:
 - a. memberikan tambahan materi berupa sumber ajar dari pengarang yang berbeda
 - b. memberikan test tambahan dengan tingkat kesukaran lebih tinggi
 - c. memberian tambahan sumber bacaan yang lebih mendalam dan tingkat variasi yang tinggi berikut instrumen testnya yang sesuai
 - d. diberikan materi bahan ajar yang lebih tinggi tingkatannya dan mengerjakan soal-soal yang memiliki kesulitan tinggi
14. Dalam upaya untuk meningkatkan motivasi siswa, guru dapat melaksanakann cara sebagai berikut, kecuali:
 - a. Memberi pujian
 - b. Memberi hadiah
 - c. Memberi hukuman
 - d. Memberi penguatan
15. Pernyataan di bawah ini merupakan karakteristik perkembangan peserta didik usia sekolah menengah ditinjau dari aspek fisik, kecuali
 - a. menunjukkan variasi yang besar pada tinggi dan berat badan
 - b. memiliki keterampilan fisik untuk memainkan permainan
 - c. penambahan-penambahan dalam kemampuan motorik halus
 - d. memiliki kemampuan dalam mengangkat beban yang berat
16. Kreativitas merupakan salah satu karakteristik perkembangan intelektual siswa SMK, yang artinya kemampuan untuk
 - a. Memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari yang sering dilakukan dan menghasilkan kepuasan kepada dirinya sendiri dan orang lain

- b. penalaran yang menggunakan logika-logika yang dapat diterima oleh semua orang dan menghasilkan penyelesaian persoalan untuk mengambil keputusan
 - c. berfikir tentang sesuatu dengan suatu cara yang baru dan tidak biasa serta menghasilkan penyelesaian yang unik terhadap berbagai persoalan
 - d. mengembangkan ide-ide secara cerdas dalam rangka penyelesaian masalah-masalah yang dihadapi dalam kehidupan masa sekarang maupun masa yang akan datang
17. Pernyataan di bawah ini yang merupakan karakteristik perkembangan peserta didik SMK ditinjau dari aspek emosional adalah....
- a. kesulitan memulai sesuatu, tetapi jika berhasil akan bertahan sampai akhir
 - b. menampakkan marah apabila mengalami kesulitan di sekolah
 - c. mulai muncul perasaan simpati kepada orang yang lebih kecil
 - d. muncul perasaan simpati kepada orang yang lebih dewasa
6. Tuliskan ada berapa macam cara pemasangan tiang penopang ?
7. Jelaskan dimana saja tempat pemasangan tiang penopang ?
8. Terangkan apa tujuan pemasangan tiang penopang?
9. Jenis yang banyak digunakan untuk kawat penghantar logam campuran adalah ?
10. Sistem jaringan distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan dari berbagai segi, antara lain adalah :

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1

- 18. b
- 19. d
- 20. d
- 21. a
- 22. b
- 23. c
- 24. c
- 25. d
- 26. a
- 27. a

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 2

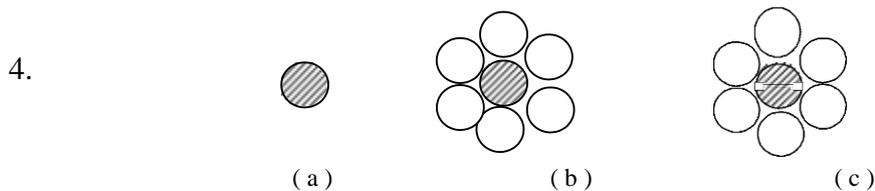
- 1) Ditinjau dari cara pemasangannya, pemasangan tiang penopang ada dua macam yaitu cara Kontramas dan cara Drug.
- 2) Tempat pemasangan tiang penopang pada tempat-tempat khusus seperti pada sudut-sudut jalan dan pada tanah yang permukaannya miring.
- 3) Tujuan pemasangan tiang penopang adalah agar ting listrik utama dapat berdiri dengan kokoh (tidak roboh).
- 4) Memeriksa mutu pekerjaan tiang penopang dapat dilakukan dengan cara visual yaitu melihat langsung tiang penopangnya dan memegang untuk melihat kekokohnya.
- 5) Perbedaannya terletak pada benda yang digunakan. Kalau cara kontramas menggunakan tiang yang lebih pendek, sedangkan cara drug menggunakan tali baja sebagai penopangnya.
- 6) Tujuan pemeriksaan kondisi tanah dan lubang penanaman tiang adalah agar dapat mempersiapkan segala keperluan yang dibutuhkan dalam pekerjaan penanaman tiang.
- 7) Teknis pengangkutan tiang ada beberapa cara yaitu :
 - Dengan menggunakan Truk untuk tempat yang sangat jauh.
 - Dengan menggunakan Gerobak / Rol geser untuk wilayah dekat pada permukaan tanah rata.

- Digotong / dipikul oleh 4 sampai 6 orang untuk daerah berbukitan dengan keadaan tanah miring.
- 8) Urutan proses penanaman tiang listrik adalah sebagai berikut :
- Menentukan titik pasang dilokasi berdasarkan gambar.
 - Membuat lubang untuk penanaman tiang.
 - Mendirikan tiang / menegakkan tiang
 - Menanam tiang kedalam tanah sedalam 1/6 Panjang tiang
- 9) Teknik penanaman tiang ada 4 cara yaitu :
- Menggunakan metode Tackle kaki tiga.
 - Menggunakan metode BOX-A.
 - Menggunakan metode BOX-I
 - Menggunakan metode CRANE
- 10) Keadaan yang tidak direncanakan yang mungkin terjadi dalam pekerjaan penanaman tiang adalah :
- Tiang listrik hilang
 - Tiang listrik rusak akibat benturan saat pengangkutan.
 - Terjadi perubahan titik tanam tiang akibat protes masyarakat .
 - Terjadi bencana alam
- 11) Cara mengantisifasinya adalah :
- Dengan mengikat tiang kuat-kuat.
 - Dengan mempekerjakan masyarakat sekitar untuk menjaga tiang tersebut.
 - Mengkordinasikan dengan pihak terkait / berwenang untuk mencari solusi.
 - Mengkordinasikan dengan pihak kelurahan untuk membuat surat perjanjian / pernyataan.
- 12) Teknik pemeriksaan mutu pekerjaan dengan cara :
- Menggunakan water pas / unting-unting untuk kelurusan tiang
 - Dengan melihat secara visual.
 - Dengan memeriksa kekokohan pondasi.
 - Dengan memeriksa kekencangan baut pentanahannya.

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 3

1. Kawat tembaga campuran (*copper alloy*) dan kawat aluminium campuran (*alloy aluminium*).
2. Kawat tembaga campuran sedikit ringan dari kawat tembaga murni, sehingga harganya lebih murah.
3. Perbandingan terbalik dengan besarnya tahanan, yang besarnya dinyatakan dengan persamaan :

$$C \equiv \frac{1}{R}$$



Bentuk kawat penghantar jaringan, (a) kawat penghantar padat, (b) kawat penghantar berlilit, (c) kawat penghantar berongga

5. Kawat aluminium conductor steel reinforced (*ACSR*) dan kawat aluminium conductor alloy reinforced (*ACAR*) yang merupakan kombinasi kawat aluminium dengan kawat baja atau kawat campuran (*alloy*).

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 4

1. a. bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.
b. bahan isolasi yang ekonomis, tanpa mengurangi kemampuannya sebagai isolator. Sebab makin berat dan besar ukuran isolator tersebut akan mempengaruhi beban penyangga pada sebuah tiang listrik.
c. bahan yang terbuat dari bahan padat, seperti : porselin, gelas, mika, ebonit, keramik, parafin, kuarts, dan veld spaat.
2. a. Mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi agar dapat menahan beban kawat penghantar
b. Memiliki konstanta dielektrikum (*relative permittivity*) yang tinggi, agar memberikan kekuatan dielektrik (*dielectric strenght*) tinggi juga.
c. Mempunyai tahanan isolasi (*insulation resistance*) yang tinggi agar dapat menghindari kebocoran arus ke tanah.
d. Mempunyai perbandingan (*ratio*) yang tinggi antara kekuatan pecah dengan tegangan loncatan api (*flashover voltage*).
e. Menggunakan bahan yang tidak berpori-pori dan tidak terpengaruh oleh perubahan temperatur
f. Bebas dari kotoran dari luar dan tidak retak maupun tergores, agar dapat dilewati oleh air atau gas di atmosfer
g. Mempunyai kekuatan dielektrik (*dielectric strenght*) dan kekuatan mekanis (*mechanis strenght*) yang tinggi
h. Bahan yang mampu mengisolir atau menahan tegangan yang

mengenainya.

- i. Harganya murah
 - j. Tidak terlalu berat
3. Isolator jaringan tenaga listrik merupakan alat tempat menompang kawat penghantar jaringan pada tiang-tiang listrik yang digunakan untuk memisahkan secara elektrik dua buah kawat atau lebih agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) atau loncatan bunga api (*flash over*) sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada sistem jaringan tenaga listrik. Langkah yang perlu diambil untuk menghindarkan terjadinya kerusakan terhadap peralatan listrik akibat tegangan lebih dan loncatan bunga api, ialah dengan menentukan pemakaian isolator berdasarkan kekuatan daya isolasi (*dielectric strenght*) dan kekuatan mekanis (*mechanis strenght*) bahan-bahan isolator yang dipakai. Karena sifat suatu isolator di tentukan oleh bahan yang digunakan.

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 5

1.
 - a. Berdasarkan ukuran tegangan
 - b. Berdasarkan ukuran arus
 - c. Berdasarkan sistem penyaluran
 - d. Berdasarkan konstuksi jaringan
 - e. Berdasarkan bentuk jaringan
2.
 - a) Adanya gangguan hubung singkat (*short circuit*) pada kawat penghantar jaringan.
 - b) Putusnya kawat penghantar yang panjangnya melebihi batas tertentu.
 - c) Adanya kerja hubung yang terjadi karena penutupan atau pembukaan saklar (*switch*) dengan cepat, atau tak serempaknya pemutusan saklar pemutus jaringan pada rangkaian tiga fasa. Tegangan lebih yang disebabkan dari luar sistem, biasanya terjadi karena
 - d) Adanya gangguan yang disebabkan peristiwa alamiah yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia, seperti sambaran petir
3. **Keuntungannya**
 - a) Mudah menstransformasikan tegangannya, naik maupun turun.
 - b) Dapat mengatasi kesulitan dalam menyalurkan tenaga listrik untuk jarak jauh.
 - c) Dapat langsung digunakan untuk memparalelkan beberapa Pusat Pembangkit Tenaga Listrik.
 - d) Dapat menyalurkan tiga atau empat tegangan dalam satu saluran, karena menggunakan sistem tiga fasa.
Sistem tiga fasa ini mempunyai kelebihan dibandingkan sistem satu fasa, yaitu :
 - 1) Daya yang disalurkan lebih besar
 - 2) Nilai sesaat konstan
 - 3) Medan magnit putarnya mudah diadakan

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 6

1. Tujuan umum perencanaan sistem distribusi ini adalah untuk mendapatkan suatu fleksibilitas pelayanan optimum yang mampu dengan cepat mengantisipasi pertumbuhan kebutuhan energi elektrik dan kerapatan beban yang harus dilayani. Adapun faktor-faktor lain yang dapat menjadi input terkait dalam perencanaan sistem distribusi ini antara lain adalah : pola penggunaan lahan pada regional tertentu, faktor ekologi dan faktor geografi. Perencanaan sistem distribusi ini harus mampu memberikan gambaran besarnya beban pada lokasi geografis tertentu, sehingga dapat ditentukan dengan baik letak dan kapasitas gardu-gardu distribusi yang akan melayani areal beban tersebut dengan mempertimbangkan minimisasi susut energi dan investasi konstruksi, tanpa mengurangi kriteria, teknis yang diperlukan.

2. Perencanaan sistem distribusi ini dapat dilakukan dalam perioda jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang.

3. (a) Melaksanakan prakiraan dalam perihal penyulang, substasion, atau wilayah (*zone*) ditetapkan oleh komponen-komponen distribusi, atau (b) Melaksanakan prakiraan dalam perihal grid seragam (*uniform grid*), berbasis pada pemetaan sistem koordinasi.

4. Lokasi ideal gardu mengikuti pandangan – pandangan sebagai berikut :

- Lokasi gardu tersebut sebanyak mungkin melingkupi
- sejumlah beban
- Dapat memberikan level tegangan yang baik
- Mampu memberikan akses yang baik untuk incoming
- saluran sub transmisi dan out going penyulang primer.
- Mempunyai ruang yang cukup untuk pengembangan
- Tidak bertentangan dengan aturan tata guna lahan
- Dapat meminimisasi jumlah konsumen yang terpengaruh

terhadap adanya gangguan Kemudahan instalasi.

5. Kebutuhan maksimum didefinisikan sebagai kebutuhan terbesar yang dapat terjadi dalam suatu selang waktu tertentu. Jadi kebutuhan maksimum dapat dikatakan dalam selang waktu 1 jam, 1 minggu, harian dll.

Diversitas kebutuhan dikaitkan dengan beban yang tidak saling berhubungan pada selang waktu tertentu. Jadi Diversitas kebutuhan merupakan perbandingan jumlah maksimum masing-masing beban tersebut terhadap kebutuhan maksimum seluruh beban.

Merupakan perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu. Beban puncak yang dimaksud disini

adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai demand maksimum 15 menit atau 30 menit.
Merupakan perbandingan antara beban puncak dengan beban terpasang

DAFTAR PUSTAKA

- A.Arismunandar & S. Kuwahara, (1973) : **Teknik Tenaga Listrik**, Jilid II : *Saluran transmisi*, Jakarta : Pradnya Paramita.
- Artono Arismunandar, (1975) : **Teknik Tegangan Tinggi**, Jakarta : Pradnya Paramita.
- A.S. Pabla, (1986) : Sistem Distribusi Daya Listrik, terjemahan Abdul Hadi, Jakarta : Penerbit Erlangga.
- J.B. Gupta, (1981) : A Course in Electrical Power, Sixth Edition, Ludhiana (India) : Katson Publishing House
- Nur, M. 1998. *Teori-teori Perkembangan*. Surabaya: Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Nur, M. & Wikandari, P.R. 2000. *Pengajaran Berpusat Kepada Siswa Dan Pendekatan Konstruktivis Dalam Pengajaran*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya University Press.
- Nur, M. 2011. *Pembelajaran Berdasarkan Masalah*. Surabaya: PSMS Unesa.
- PP. APEI (2006), Materi Kursus/Pembekalan Uji Keahlian Bidang Teknik Tenaga Listrik Kualifikasi : Ahli Madya.