



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Pedagogik : Penelitian Tindakan Kelas

**Profesional : Prosedur Pengoperasian Jaringan Transmisi dan
Distribusi Tenaga Listrik**

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Penyusun :

**Mukhlidi Muskhir, S.Pd., M.Kom
UNP Padang**

—

085274998998

Reviewer :

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

081363788336

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



KATA PENGANTAR

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

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

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

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

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI.....	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL.....	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	6
A. TUJUAN	6
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	6
C. URAIAN MATERI.....	6
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	33
E. LATIHAN	35
F. RANGKUMAN.....	38
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT.....	41
H. KUNCI JAWABAN	42
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	43
A. TUJUAN	43
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	43
C. URAIAN MATERI.....	43
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	51
E. LATIHAN	53

F. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	53
G. RANGKUMAN	53
H. KUNCI JAWABAN	54
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	57
A. TUJUAN	57
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	57
C. URAIAN MATERI.....	58
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	67
E. LATIHAN	70
F. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	70
G. RANGKUMAN	70
H. KUNCI JAWABAN	71
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4	73
A. TUJUAN	73
B. INDIKATOR KOMPETENSI	73
C. URAIAN MATERI.....	73
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	87
E. LATIHAN	89
F. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	90
G. RANGKUMAN	90
H. KUNCI JAWABAN	91
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5	94
A. TUJUAN	94
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	94
C. URAIAN MATERI.....	94
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	111
E. LATIHAN	113

F. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	113
G. RANGKUMAN	114
H. KUNCI JAWABAN	114
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6	117
A. TUJUAN	117
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	117
C. URAIAN MATERI.....	117
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	131
E. LATIHAN	133
F. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	134
G. RANGKUMAN	134
H. KUNCI JAWABAN	134
EVALUASI	138
PENUTUP	140
GLOSARIUM	141
DAFTAR PUSTAKA.....	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pembelajaran Saintifik	17
Gambar 2. Skema Pengaturan Frekuensi Sistem	78
Gambar 3. Bentuk konduktor	98
Gambar 4. Penampang kabel tegangan tinggi	100
Gambar 5. Kabel hantaran berisolasi.....	101
Gambar 6. PMT	104
Gambar 7. Disconnecting Switch (DS).....	106
Gambar 8. <i>Air Break Switch</i> dan Handle ABSW	107
Gambar 9. <i>Load break switch</i>	108
Gambar 10. Recloser.....	109
Gambar 11. Relay Arus Lebih.....	109
Gambar 12. <i>Sectionalizer</i>	110
Gambar 13. Sekering.....	111
Gambar 14. Diagram segaris pengadaan energi Listrik	125
Gambar 15. Skema penyaluran energi listrik	127

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Batasan tegangan dengan kondisi normal	44
Tabel 2. Distorsi harmonik pada kondisi normal.....	44
Tabel 3. Prosedur Pembebanan	122

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

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

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

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

Modul diklat PKB Teknik Jaringan Tenaga Listrik Grade 10 ini terdiri dari dua kompetensi utama, kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Kompetensi pedagogik yaitu melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi berikutnya yaitu kompetensi profesional sebagai guru teknik jaringan listrik. Kompetensi profesional khususnya pada grade 10 dalam modul harus dikuasai oleh guru yaitu mengoperasikan jaringan tenaga listrik dengan beberapa indikator diantaranya memperjelas konsep pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik, menganalisa kondisi, teknis, dan peralatan yang diperlukan dalam pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik. Diharapkan guru memiliki kemampuan tersebut setelah mempelajari modul ini.

B. TUJUAN

Tujuan disusunnya modul diklat PKB ini adalah untuk meningkatkan kompetensi pedagogik dan profesional guru teknik jaringan listrik khususnya grade 10 dalam hal menyelenggarakan proses pembelajaran diharapkan guru mampu Melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran dan memiliki pengetahuan tentang pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik.

C. PETA KOMPETENSI

Kompetensi Utama	STANDAR KOMPETENSI GURU		
	KOMPETENSI INTI GURU	KOMPETENSI GURU PAKET KEAHLIAN	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
Pedagogik	10. Melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran	10.3 Melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu	10.3.1 Konsep penelitian tindakan kelas dijelaskan dengan benar.
Profesional		20.13 Mengoperasikan jaringan sistem tenaga listrik	20.13.1 Memperjelas konsep pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik

Kompetensi Utama	STANDAR KOMPETENSI GURU		
	KOMPETENSI INTI GURU	KOMPETENSI GURU PAKET KEAHLIAN	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
			20.13.2 Menganalisis kondisi pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik
			20.13.3 Menganalisis teknis pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik
			20.13.4 Menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik
			20.13.5 Menentukan prosedur pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik

D. RUANG LINGKUP

Modul PKB Guru Teknik Jaringan Listrik Grade 10 ini terdiri dari 6 kegiatan pembelajaran yang mencakup kemampuan pedagogik dan profesional seorang guru. Materi dari setiap kegiatan pembelajaran disesuaikan dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) berdasarkan pedoman penyusunan modul yang ada sebelumnya. Kegiatan pembelajaran 1 berisikan materi tentang kemampuan pedagogik, dimana guru diberikan pengetahuan tentang penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu.

Kegiatan pembelajaran 2 sampai kegiatan pembelajaran 6 berisikan materi tentang kemampuan profesional guru. Bahasannya mulai dari meliputi konsep, kondisi, teknis, dan peralatan/perlengkapan pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik.

E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL

Modul Pembelajaran ini menggunakan Sistem pendekatan scientific dengan menekankan pada Problem Based Learning / PBL (Pembelajaran Berdasarkan Masalah). Pendekatan scientific adalah pendekatan yang memperhatikan kemampuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan. Penekanan utamanya adalah pada apa yang dapat dilakukan seseorang

setelah mengikuti pembelajaran. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pembelajaran dengan sistem Pendekatan ilmiah adalah penguasaan individu terhadap bidang pengetahuan, sikap dan keterampilan tertentu secara nyata. Cara penggunaan modul ini yaitu

1. Bagi peserta diklat

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

2. Bagi Pengajar

Pengajar sebagai fasilitator perlu pula membaca modul dan memperhatikan hal-hal sebagai berikut : Unit modul ini terdiri dari beberapa unit kegiatan belajar. Sebelum membaca modul ini perlu dipahami terlebih dahulu yakni tujuan pembelajaran dan satuan kompetensi yang harus dicapai. Struktur modul terdiri dari pendahuluan yang meliputi tujuan, ruang lingkup, prasyarat, dan evaluasi. Kemudian bagian pembelajaran yang memuat secara detail materi yang harus diajarkan.

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

pengetahuai dalam bidang: rangkaian listrik, instalasi listrik dasar, gambar teknik listrik dan alat ukur dan pengukuran.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

A. TUJUAN

1. Menjelaskan pengertian penelitian tindakan kelas.
2. Menjelaskan pentingnya penelitian tindakan kelas pada mata diklat Teknik Jaringan Listrik.
3. Memberikan aplikasi langsung pelaksanaan penelitian tindakan kelas pada mata diklat Teknik Jaringan Listrik.

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Seorang guru dikatakan berhasil dalam memenuhi kompetensi pedagogiknya dalam rangka pelaksanaan penelitian tindakan kelas adalah ketika guru tersebut dapat menjelaskan konsep penelitian tindakan kelas yang akan dilakukan pada mata diklat Teknik Jaringan Listrik.
2. Seorang guru memahami dengan jelas akan pentingnya untuk melakukan kegiatan penelitian tindakan kelas.
3. Guru menyadari manfaat dilakukan kegiatan tindakan kelas pada mata diklat Teknik Jaringan Listrik dalam rangka meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran.
4. Guru dapat memberikan gambaran tentang aplikasi pelaksanaan kegiatan tindakan kelas.

C. URAIAN MATERI

1. Pendahuluan

Seseorang dikatakan profesional dalam bidang tertentu manakala memiliki sejumlah kompetensi sesuai dengan keahlian hasil dari proses pendidikannya. Kompetensi profesional guru dijelaskan dalam Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2006 tentang Guru dan Dosen Pasal 10, bahwa kompetensi guru itu mencakup kompetensi pedagogis, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, dan kompetensi profesional.

Pendekatan Pembelajaran dapat diartikan sebagai titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran, yang merujuk pada pandangan tentang terjadinya suatu proses yang sifatnya masih sangat umum, di dalamnya mewadahi, menginspirasi, menguatkan, dan melatari metode pembelajaran dengan cakupan teoretis tertentu. Pendekatan pembelajaran adalah suatu rancangan atau kebijaksanaan dalam memulai serta melaksanakan pengajaran suatu materi pembelajaran yang memberi arah & corak pada metode pengajarannya. Fungsinya sebagai pedoman umum dan langsung bagi langkah-langkah metode pengajaran yg akan digunakan. Jenis pendekatan :

- Pendekatan Pembelajaran berpusat pada Guru (*Teacher Centered Approach*)
- Pendekatan Pembelajaran berpusat pada Siswa (*Student Centered Approach*)

Pendekatan-pendekatan tersebut, hendaknya dimulai dari proses kajian atau penelitian. Kapan sebaiknya menerapkan pendekatan pembelajaran berpusat pada guru dan kapan sebaiknya menerapkan pendekatan pembelajaran berpusat pada siswa. Guru hendaknya tahu persis dengan kondisi sekolah dan kondisi yang ada pada ruangan kelasnya. Tidak mungkin pembelajaran berpusat pada siswa di lakukan sementara kondisi siswa belum mampu untuk diterapkan. Kondisi siswa seperti tingkat ekonomi rata-rata siswa yang memungkinkan siswa. Sarana dan prasarana sekolah atau yang telah tumbuh dimasyarakat perlu bagi guru untuk meninjaunya sebelum menerapkan pembelajaran berpusat pada siswa. Jadi kapan guru menerapkan pendekatan pendekatan tersebut tentunya setelah mengetahui dengan persis kondisi siswa dan kondisi sarana dan prasarana sekolah. Guru hendaknya melakukan penelitian dengan kajian-kajian serta analisis yang kuat. Guru melakukan penelitian untuk mengetahui kondisi-kondisi yang tepat untuk menerapkan pendekatan-pendekatan tersebut.

Setelah dipaparkan wacana tersebut, yang terpenting bagi seorang guru adalah sebelum melakukan keputusan dalam menerapkan sebuah kebijakan, metoda pembelajaran, dan tindakan didalam kelas. Keputusan

tersebut hendaknya berdasarkan hasil sebuah penelitian. Guru sebagai tenaga profesional juga berperan sebagai tenaga ahli. Guru mampu melakukan penelitian-penelitian di dalam lingkungan kelasnya. Penelitian tersebut dikenal dengan penelitian tindakan kelas (PTK).

2. Pengetian Penelitian Tindakan Kelas

Penelitian Tindakan Kelas (PTK) sesungguhnya sebagai upaya dari seorang guru untuk melihat atau mengevaluasi hasil pembelajaran seperti yang dimaksudkan dengan konsep pada pendahuluan dari kegiatan pembelajaran ini. PTK dirancang oleh guru saat pertama kali kegiatan pembelajaran baru dimulai. PTK adalah kegiatan penelitian sistematis yang dilakukan oleh guru di dalam kelas. Masalah-masalah yang menjadi tema dari kegiatan PTK. Seorang guru menemukan masalah ketika kegiatan pembelajaran berlangsung. Guru tersebut menganalisis masalah dan membuat proyeksi-proyeksi upaya penyelesaian masalah, melalui hipotesis penelitian. Hipotesis muncul dari masalah-masalah yang dikaitkan dengan teori-teori yang menjadi dasar rujukan. Hipotesis tentunya berdasarkan kajian yang matang yang dilakukan oleh seorang guru dan tersusun secara sistematis. Hipotesis ini yang kemudian menjadi dasar untuk menyelesaikan masalah-masalah yang muncul didalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Sebagian proses PTK yang dipaparkan tersebut sangat populer dilakukan dikalangan tenaga kependidikan. PTK digolongkan kepada penelitian terapan. PTK sangat bermanfaat bagi guru untuk meningkatkan mutu proses pembelajaran. Mutu proses yang baik akan memberikan pengaruh pada peningkatan hasil belajar. Guru hendaknya selalu melakukan kegiatan PTK disetiap semesternya, sehingga dari satu semester ke semester berikutnya terjadi proses peningkatan mutu pembelajaran. Setiap akhir semester kegiatan pembelajaran terus dievaluasi sehingga akan menyerupai daur hidup (*life cycle*). Daur hidup pelaksanaan penelitian terusakan mengembangkan kreatifitas guru yang bersangkutan. Semakin lama guru tersebut semakin menghasilkan anak didik yang memiliki kemampuan ilmu pengetahuan dan keahlian dari guru tersebut.

Hasil PTK akan dinikmati langsung oleh guru bersangkutan selaku peneliti. Namun hasil PTK dapat juga dinikmati oleh teman sejawat. PTK hendaknya menjadi ajang bagi para guru untuk melakukan kegiatan berbagai pengalaman dan hasil penelitian. Guru yang satu dengan yang lain terjadi jalinan komunikasi yang baik, saling berbagi pengalaman (*sharing*) dan berdiskusi untuk menghasilkan ide-ide yang bermutu. Ide-ide yang bermutu dari teman sejawat dan dari hasil kegiatan PTK akan membentuk penelitian yang semakin berkualitas dan berbobot. Wujud akhirnya adalah kegiatan pembelajaran yang berkualitas.

Guru sebagai praktisi pendidikan sekaligus sebagai peneliti, merupakan peran ganda yang selalu diikat dalam profesi profesional seorang guru. Guru terus mengembangkan diri dalam kemampuannya sebagai praktisi pendidikan. Guru terus mengembangkan berbagai teori ke dalam kegiatan pembelajaran dalam tataran praktis. Guru semakin memperkuat diri untuk meningkatkan mutu pembelajaran yang dilakukannya. Guru sebagai peneliti menunjukkan jati dirinya untuk selalu belajar dan belajar. Guru belajar dari temuan-temuan penelitian yang dilakukannya. Guru juga mengevaluasi diri (*self evaluation*) terus membangun jati diri. Guru juga memanfaatkan peran teman sejawat untuk terus mengevaluasi dan mengasah kemampuan dalam rangka meningkatkan mutu pembelajaran yang diampunya.

Guru sebagai praktisi pembelajaran sesungguhnya prasyarat utama seorang guru. Peran guru dalam mendidik adalah tugas pokok. Guru sebagai peneliti adalah pelengkap agar kualitas guru sebagai praktisi semakin meningkat. Penelitian yang dilakukan oleh guru hendaknya terus ditingkatkan khususnya penelitian tindakan kelas (PTK). Seorang guru penting sekali untuk terus meningkatkan kemampuan dalam meneliti khususnya PTK. Peran PTK merupakan kebutuhan khusus dari seorang guru. Ada enam peran penting PTK bagi seorang guru adalah:

- a. Guru mau atau tidak sesungguhnya tetap melakukan kegiatan PTK. Seorang guru akan terus berfikir bagaimana supaya mutu pembelajaran terus meningkat. Penelitian pada dasarnya hanya menuliskan beberapa poin penting yang dilakukan saat kegiatan

pembelajaran dilakukan. Mencatat dengan seksama perubahan-perubahan yang terjadi setelah diberikan beberapa tindakan. Jadi guru sesungguhnya telah melakukan PTK walaupun tidak dituliskan. Sangat baiklah selaku guru, akan melakukan kegiatan-kegiatan penelitian secara terstruktur dan terarah. Kegiatan yang serius dilakukan guru untuk terus mencatat secara konsisten dalam bentuk laporan penelitian dan melakukan analisis dan kajian maka jadilah pekerjaan guru sebagai hasil dari PTK. Hasil PTK akan menjadi bahan bagi guru untuk kegiatan pembelajaran berikutnya dan menghasilkan penelitian PTK yang tersus lebih baik lagi.

- b. PTK sangat besar pengaruhnya bagi seorang guru. Guru lebih peka dalam menyikapi permasalahan-permasalahan didalam kelasnya. Guru memiliki prilaku yang kondusif dalam menyikapi berbagai masalah dalam kegiatan pembelajaran. Guru sangat peka terhadap dinamika yang terjadi di dalam ruangan kelas. Dampak yang muncul dalam kegitan pembelajaran dikelas akan munculnya suasana akademik (*academic atmousfier*) diruaangan kelas. Budaya belajar akan terus terbentuk dari guru dan siswa dalam kegiatan pembelajaran. Suasana akademik akan terus muncul. Suasana akademik yang dimaksud adalah guru dan siswa ketika berada diruangan kelas akan terpancing melakukan kegiatan-kegiatan akademik dan menghindari diri dari kegiatan-kegiatan yang merusak suasana akademik.
- c. PTK sangat berpengaruh dengan meningkatnya kinerja guru sebagai pendidik profesional. Guru tidak hanya sebagai seorang praktisi pendidikan tetapi sekaligus seorang peneliti yang bersifat evaluasi diri (*self evaluation*). Guru tidak akan menjadi karakter yang cepat puas dengan hasil yang diperoleh, tetapi guru akan terbangun sikap percaya diri untuk terus meningkatkan mutu pembelajaran yang dilakukannya. Guru harus meninggalkan sikap yang selalu tidak pernah berubah, bertahun-tahun melakoni prefesi guru yang semakin lama akan dilindas oleh perubahan-perubaha. Kondisi yang selalu berubah tersebutlah yang membangun diri guru untuk senantiasa melakukan PTK setiap proses pebelajaran.

- d. PTK yang dilakukan dengan bertahap-tahap. Guru tidak perlu menyediakan waktu khusus untuk melakukan penelitian. Guru cukup melakukannya di dalam ruangan kelasnya sendiri. Guru hanya membutuhkan kesiapan untuk melakukan berbagai perubahan. Guru siap menghadapi masalah-masalah yang ditemukannya dalam ruangan kelas. Guru akan terus termotivasi untuk selalu melakukan perubahan-perubahan. Guru terus menyiapkan diri untuk berpacu dengan perubahan untuk menghasilkan hasil pendidikan yang bermutu
- e. PTK hendaknya menjadi andalan seorang guru sebagai perwujudan tingkat profesionalnya seorang guru. Guru yang terus meningkatkan kualitas diri akan semakin memberikan pengaruh pada diri sendiri dan pengaruh pada lingkungan kerja. Profesionalitas akan tampak pada diri guru yang selalu melakukan PTK. Guru tersebut selalu diperbaharui (*update*). Guru profesional akan memberikan pengaruh dengan teman sejawatnya untuk selalu melakukan perubahan sikap untuk berbagi dan berkolaborasi.
- f. Guru-guru yang melakukan kegiatan PTK akan menjadi guru yang memiliki kreatifitas yang tinggi. Guru tersebut akan menjadi kebiasaan untuk melakukan tindakan-tindakan yang tepat dalam mengelola kelas. Guru tersebut memiliki daya inovasi yang tinggi untuk menyelesaikan berbagai persoalan. Guru tersebut akan selalu didukung oleh berbagai teori-teori pendidikan sebelum melakukan tindakan-tindakan. Guru tersebut akan selalu meneliti dan mencatat serta mengevaluasi hasil kerjanya hingga menghasilkan karya yang dapat dibaca dan digunakan oleh teman sejawat.

Enam peran penting seorang guru dalam melakukan PTK, akan memberikan pengaruh terhadap perbaikan dan peningkatan kualitas pendidikan baik secara teoritik maupun secara praktik. Kualitas pendidikan secara praktis jauh lebih penting khususnya terhadap peningkatan mutu hasil instruksional yang berkelanjutan. Guru akan semakin terampil dan terkinikan dengan berbagai informasi baru yang harus didapatkan untuk menyelesaikan berbagai persoalan-persoalan yang muncul. Guru akan semakin terampil dengan kemampuan meneliti

dan profesional dalam melakukan kegiatan pembelajaran. Relevansi yang diteliti guru dengan yang dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran sangat tinggi, karena penelitian langsung menyelesaikan persoalan-persoalan yang muncul dalam kelas. Semakin tinggi kemampuan guru dalam mengkomunikasikan hasil penelitiannya. Pengelolaan instruksional kegiatan pembelajaran sangat efektif, karena guru sudah sangat mengenal proses pembelajaran dan permasalahan telah terselesaikan. Terbentuknya sistem kolaborasi guru untuk terbentuknya budaya dan komunitas guru yang memiliki kemampuan dalam melakukan pembelajaran secara profesional.

3. Hakekat Penelitian Tindakan Kelas

Pada tahun 1946, penelitian tindakan kelas (PTK) pertama kali di perkenalkan oleh Kurt Lewis. Kurt Lewis adalah seorang ahli psikologi sosial dari Amerika. Kurt Lewis diikuti oleh banyak ahli yang menghasilkan berbagai corak dan ragam dalam kegiatan PTK. Ahli-ahli tersebut menyumbangkan berbagai pemikirannya dalam PTK. Para ahli tersebut mengeluarkan pendapat tentang hakekat dari PTK.

Salah seorang ahli di bidang PTK mengeluarkan pendapat bahwa PTK adalah kegiatan kajian tentang kondisi sosial yang diterapkan untuk menjadi sebuah tindakan yang memberikan pengaruh pada kualitas kondisi tersebut. Pendapat ini disampaikan oleh Jhon Eliot pada tahun 1982. Eliot berpendapat bahwa kondisi sosial tersebut sedang berlangsung, kemudian diobservasi, ditelaah, dianalisis, direncanakan, dilaksanakan, dipantau untuk meningkatkan kualitas proses dari kondisi tersebut sehingga terjadi peningkatan nilai profesional dari orang yang melakukannya.

Pendapat yang lain disampaikan oleh Kammis dan Mc Tanggart. Pendapat Kammis dan Mc Tanggart hampir mirip dengan pendapat Jhon Eliot yang mengatakan bahwa PTK adalah suatu kegiatan sosial yang dilakukan oleh seluruh anggota peserta kegiatan tersebut untuk meningkatkan penalaran dari pelaku-pelaku penelitian. Pelaksanaan kegiatan PTK berlangsung pada tempat peneliti tersebut melakukan

kegiatan sosial tersebut. Peneliti sebagai bagian dari anggota peserta kegiatan tersebut. Hasil penelitian harus disampaikan dengan tepat karena nanti akan berpengaruh dengan hasil penelitian yang ingin.

Berdasarkan dua pendapat tersebut hakekat PTK adalah lebih melakukan kajian untuk melakukan perubahan dalam kegiatan sosial yang dikembangkan. Pada tahun delapan puluhan PTK sudah mulai berkembang di Indonesia. Pada saat itu terjadi perbedaan yang cukup tajam antara PTK dengan penelitian murni lainnya. Sebagaimana ahli di Indonesia, PTK tidak digolongkan pada kegiatan penelitian. Namun sebagian ahli lagi dapat menjadikan PTK sebagai kekayaan dari keragaman penelitian. Lepas dari pro dan kontra kegiatan PTK. PTK dijadikan kegiatan penelitian yang dilakukan oleh guru dalam kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran sesungguhnya adalah sebuah kondisi sosial yang menunjukkan keragaman individual dalam mengikuti kegiatan pendidikan. Guru menjadi tokoh utama dalam kegiatan pembelajaran walaupun sistem pembelajaran sudah menganut *student learning center* (pembelajaran berpusat pada siswa). Guru sebagai instruktur merupakan tokoh utama dalam kegiatan pembelajaran. Guru yang mengelola kelas. Akademik atmosphere tetap dipertahankan oleh guru agar kegiatan pembelajaran tidak mengurangi kualitas dan efektifitasnya. Jadi PTK lebih dikhususkan di Indonesia sebagai penelitian sosial yang dikembangkan didalam lokal antara guru, siswa, sistem, dan sumber belajar, agar terbentuk pola yang paling tepat.

PTK sesungguhnya adalah penelitian situasi-situasi sosial, namun PTK di Indonesia lebih banyak digunakan di sekolah khususnya di ruangan kelas. Guru sebagai peneliti utama yang menggunakan untuk kebutuhan guru tersebut. PTK bertujuan untuk memperbaiki mutu penyelenggaraan pembelajaran di kelas oleh guru itu sendiri dan teman sejawat. Jadi hakekat dari PTK, khususnya untuk guru dan lebih khusus lagi guru SMK adalah upaya untuk memperbaiki mutu pembelajaran melalui perbaikan proses dengan konsep yang benar. Konsep yang benar harus didukung oleh pengetahuan yang kuat tentang ilmu pendidikan dan aplikasi penerapannya di dalam kelas.

4. Konsep Pendidikan untuk Melaksanakan PTK

Sebagai tenaga ahli guru mampu melakukan penelitian berupa penelitian tindakan kelas (PTK). Guru menyiapkan perangkat-perangkat dalam meneliti. Guru hendaknya mempersiapkan diri dalam upaya mengenal lingkungan kelasnya. Kesiapan guru sebagai peneliti harus dibekali dengan pengetahuan yang dalam tentang PTK. Selain pengetahuan tentang meneliti guru juga dibekali dengan pengetahuan tentang ilmu pendidikan. Ilmu pendidikan berkaitan dengan kependidikan dan pengetahuan yang kemudian dikenal dengan pembelajaran. Pembelajaran dilakukan disekolah-sekolah jelas berbeda-beda sesuai dengan pembedaannya. Khususnya disekolah menengah tingkat atas pembagian bidang sudah terlihat jelas. Salah satu sekolah yang mengkhususkan pada bidang keahlian atau dunia kerja adalah sekolah menengah kejuruan (SMK). SMK terdiri dari beberapa bidang keahlian. Salah satu bidang keahlian itu dikelompokkan pada bidang saintifik atau bidang teknologi kejuruan. Guru yang melakukan PTK hendaknya dibekali dengan pengetahuan-pengetahuan pedagogik supaya hasil penelitian yang disimpulkan memiliki daya guna yang lebih tinggi. Guru sebagai seorang peneliti betul-betul memahami ilmu pendidikan khususnya untuk kalangan SMK. Karakteristik pendidikan SMK menjadi salah satu materi kajian seorang guru SMK. Berikut dibahas kajian tentang ilmu pendidikan dan penerapannya dilingkungan sekolah.

Pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang "ditemukan". Pendekatan saintifik dimaksudkan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik dalam mengenal, memahami berbagai materi menggunakan pendekatan ilmiah, bahwa informasi bisa berasal dari mana saja, kapan saja, tidak bergantung pada informasi searah dari

guru. Oleh karena itu kondisi pembelajaran yang diharapkan tercipta diarahkan untuk mendorong peserta didik dalam mencari tahu dari berbagai sumber melalui observasi, dan bukan hanya diberi tahu.

Penerapan pendekatan saintifik dalam pembelajaran melibatkan keterampilan proses seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, meramalkan, menjelaskan, dan menyimpulkan. Dalam melaksanakan proses-proses tersebut, bantuan guru diperlukan. Akan tetapi bantuan guru tersebut harus semakin berkurang dengan semakin bertambah dewasanya siswa atau semakin tingginya kelas siswa.

Metode saintifik sangat relevan dengan tiga teori belajar yaitu teori Bruner, teori Piaget, dan teori Vygotsky. Teori belajar Bruner disebut juga teori belajar penemuan. Ada empat hal pokok berkaitan dengan teori belajar Bruner (dalam Carin & Sund, 1975). *Pertama*, individu hanya belajar dan mengembangkan pikirannya apabila ia menggunakan pikirannya. *Kedua*, dengan melakukan proses-proses kognitif dalam proses penemuan, siswa akan memperoleh sensasi dan kepuasan intelektual yang merupakan suatu penghargaan intrinsik. *Ketiga*, satu-satunya cara agar seseorang dapat mempelajari teknik-teknik dalam melakukan penemuan adalah ia memiliki kesempatan untuk melakukan penemuan. *Keempat*, dengan melakukan penemuan maka akan memperkuat retensi ingatan. Empat hal di atas adalah bersesuaian dengan proses kognitif yang diperlukan dalam pembelajaran menggunakan metode saintifik.

Teori Piaget, menyatakan bahwa belajar berkaitan dengan pembentukan dan perkembangan skema (jamak skemata). Skema adalah suatu struktur mental atau struktur kognitif yang dengannya seseorang secara intelektual beradaptasi dan mengkoordinasi lingkungan sekitarnya (Baldwin, 1967). Skema tidak pernah berhenti berubah, skemata seorang anak akan berkembang menjadi skemata orang dewasa. Proses yang menyebabkan terjadinya perubahan skemata disebut dengan adaptasi. Proses terbentuknya adaptasi ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan proses kognitif yang dengannya seseorang mengintegrasikan stimulus yang dapat berupa

persepsi, konsep, hukum, prinsip ataupun pengalaman baru ke dalam skema yang sudah ada didalam pikirannya. Akomodasi dapat berupa pembentukan skema baru yang dapat cocok dengan ciri-ciri rangsangan yang ada atau memodifikasi skema yang telah ada sehingga cocok dengan ciri-ciri stimulus yang ada. Dalam pembelajaran diperlukan adanya penyeimbangan atau ekuilibrase antara asimilasi dan akomodasi.

Vygotsky, dalam teorinya menyatakan bahwa pembelajaran terjadi apabila peserta didik bekerja atau belajar menangani tugas-tugas yang belum dipelajari namun tugas-tugas itu masih berada dalam jangkauan kemampuan atau tugas itu berada dalam *zone of proximal development* daerah terletak antara tingkat perkembangan anak saat ini yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau teman sebaya yang lebih mampu.

Pembelajaran dengan metode saintifik memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. berpusat pada siswa.
- b. melibatkan keterampilan proses sains dalam mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip.
- c. melibatkan proses-proses kognitif yang potensial dalam merangsang perkembangan intelek, khususnya keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.
- d. dapat mengembangkan karakter siswa.

Pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah pembelajaran yang terdiri atas kegiatan mengamati (untuk mengidentifikasi hal-hal yang ingin diketahui), merumuskan pertanyaan (dan merumuskan hipotesis), mencoba/mengumpulkan data (informasi) dengan berbagai teknik, mengasosiasi/ menganalisis/mengolah data (informasi) dan menarik kesimpulan serta mengkomunikasikan hasil yang terdiri dari kesimpulan untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap. Langkah-langkah tersebut dapat dilanjutkan dengan kegiatan mencipta.



Gambar 1. Pembelajaran Saintifik

Kurikulum 2013 mengembangkan sikap spiritual, sikap sosial, pengetahuan, dan keterampilan peserta didik. Prinsip-prinsip kegiatan pembelajaran dengan pendekatan saintifik kurikulum 2013, yakni :

- a. peserta didik difasilitasi untuk mencari tahu;
- b. peserta didik belajar dari berbagai sumber belajar;
- c. proses pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah;
- d. pembelajaran berbasis kompetensi;
- e. pembelajaran terpadu;
- f. pembelajaran yang menekankan pada jawaban divergen yang memiliki kebenaran multi dimensi;
- g. pembelajaran berbasis keterampilan aplikatif;
- h. peningkatan keseimbangan, kesinambungan, dan keterkaitan antara *hard-skills* dan *soft-skills*;
- i. pembelajaran yang mengutamakan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat;
- j. pembelajaran yang menerapkan nilai-nilai dengan memberi keteladanan (Ing Ngarso Sung Tulodo), membangun kemauan (Ing Madyo Mangun Karso), dan mengembangkan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran (Tut Wuri Handayani);

- k. pembelajaran yang berlangsung di rumah, di sekolah, dan di masyarakat;
- l. pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran;
- m. pengakuan atas perbedaan individual dan latar belakang budaya peserta didik; dan
- n. suasana belajar menyenangkan dan menantang.

Berikut contoh kegiatan belajar dan deskripsi langkah-langkah pendekatan saintifik pada pembelajaran kurikulum 2013 adalah:

- a. Mengamati: membaca, mendengar, menyimak, melihat (tanpa atau dengan alat) untuk mengidentifikasi hal-hal yang ingin diketahui - Mengamati dengan indra (membaca, mendengar, menyimak, melihat, menonton, dan sebagainya) dengan atau tanpa alat.
- b. Menanya: mengajukan pertanyaan tentang hal-hal yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati - Membuat dan mengajukan pertanyaan, tanya jawab, berdiskusi tentang informasi yang belum dipahami, informasi tambahan yang ingin diketahui, atau sebagai klarifikasi.
- c. Mencoba/mengumpulkan data (informasi): melakukan eksperimen, membaca sumber lain dan buku teks, mengamati objek/kejadian/aktivitas, wawancara dengan narasumber - Mengeksplorasi, mencoba, berdiskusi, mendemonstrasikan, meniru bentuk/gerak, melakukan eksperimen, membaca sumber lain selain buku teks, mengumpulkan data dari nara sumber melalui angket, wawancara, dan memodifikasi/ menambahi/mengembangkan.
- d. Mengasosiasikan/mengolah informasi: SISWA mengolah informasi yang sudah dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen mau pun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi - mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk membuat kategori, mengasosiasi atau menghubungkan fenomena/informasi

yang terkait dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan.

- e. Mengkomunikasikan: SISWA menyampaikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya - menyajikan laporan dalam bentuk bagan, diagram, atau grafik; menyusun laporan tertulis; dan menyajikan laporan meliputi proses, hasil, dan kesimpulan secara lisan.
- f. (Dapat dilanjutkan dengan) Mencipta: SISWA menginovasi, mencipta, mendisain model, rancangan, produk (karya) berdasarkan pengetahuan yang dipelajari.

Selanjutnya seorang guru harus memahami kaidah belajar dan pembelajaran. Guru harus mengerti dan memahami kosep belajar dan pembelajaran. Berikut materi pembahasan mengenai pembelajaran

a. Pengertian belajar

Belajar itu adalah bentuk pertumbuhan atau perubahan dalam diri seseorang yang dinyatakan dalam bentuk tingkah laku yang baru berkat pengalaman dan latihan". Tingkah laku yang baru itu misalnya dari yang tidak tahu menjadi tahu, bertambahnya pengertian-pengertian baru, perubahan dalam kebiasaan, keterampilan, kesanggupan menghargai sifat-sifat sosial, emosional, dan perkembangan jasmani. Belajar adalah aktivitas mental/psikis yang berlangsung dalam interaksi aktif dalam pengetahuan-pemahaman keterampilan dan nilai-sikap. Perubahan itu bersifat relatif konstan dan berbekas.

Dalam proses belajar para siswamemiliki kemampuan pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor. Dengan demikian proses pembelajaranhendaknya memberikan kesempatan untuk berkembang pada ketiga ranah tersebut. Yaitu dengan memperhatikansegi pemahaman siswa terhadap materi atau bahan pelajaran yang telah diberikan (aspek kognitif), maupun dari segi penghayatan (aspek afektif), serta pengalaman (aspek Psikomotor). Hal ini berkaitan dengan tujuan belajar, yaitu untuk mendapatkan pengetahuan, merubah sikap dan pandangan, serta menciptakan

pengalaman dan keterampilan yang sesuai dengan konsentari yang digeluti oleh siswa.

berdasarkan uraian pendapat diatas ditarik kesimpulan bahwasanya belajar adalah aktivitas mental yang dilakukan secara aktif dengan menggunakan kemampuan kognitif, afektif dan psikomotor. Kemampuan yang dimiliki siswa itu dapat menghasilkan perubahan tingkah laku, penambahan pengetahuan, menciptakan pengalaman dan keterampilan para siswa. Hal itu diharapkan dapat merangsang keaktifan siswa dalam belajar dan meningkatkan hasil belajar siswa.

b. Proses Pembelajaran

Pembelajaran merupakan suatu proses belajar yang dilakukan oleh siswa dan guru. Untuk mencapai proses pembelajaran yang baik hendaknya siswa dapat terlibat aktif dalam proses pelaksanaan pembelajaran dikelas. Pembelajaran pada satuan pendidikan juga harus diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, agar tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik sesuai dengan yang diinginkan.

Sebagaimana yang dinyatakan oleh Sardiman (2004:21) bahwa “didalam proses pembelajaran, guru sebagai pengajar dan siswa sebagai subjek belajar, dituntut adanya profil kualifikasi tertentu dalam hal pengetahuan, sikap dan nilai serta sifat-sifat pribadi, agar proses itu dapat berlangsung secara efektif dan efisien”. Sama halnya dengan pendapat Wena (2011:137), menyatakan bahwa “proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang dan memotivasi para siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis para siswa”.

Berdasarkan paparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa dalam belajar akan ditemukan banyak perubahan. Perubahan ini terjadi karena adanya interaksi dengan para siswa dan lingkungan belajar. Interaksi yang terjadi dapat diatur sedemikian rupa sehingga didapat hasil belajar yang memuaskan.

Setelah memahami tentang pembelajaran guru juga mengenal dan memahami makna hasil belajar. Setelah dilakukan proses pembelajaran maka akan ada hasil belajar. Berdasarkan hasil belajar inilah guru akan mengetahui proses dan kegiatan pembelajaran yang dilakukan berhasil. Bagian berikut ini akan dibahas tentang pemahaman hasil belajar.

1) Pengertian hasil belajar

Belajar adalah suatu proses perubahan tingkah laku individu yang terjadi akibat interaksi dengan lingkungan yaitu perubahan pengetahuan, tingkah laku, dan keterampilan setelah mengalami proses belajar. Hasil belajar merupakan acuan dalam menentukan kemampuan siswa dari ranah kognitif, ranah psikomotor dan ranah afektif. Menurut Sudjana(2009:23) “hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya”. Tingkat kemampuan siswa dalam proses belajar mengajar dapat dilihat dari hasil belajarnya.

Sedangkan Menurut Benyamin Bloom dalam Sudjana (2009:22) mengatakan penilaian hasil belajar mencakup:

- a) Ranah kognitif, berkenaan dengan hasil belajar intelektual yang terdiri dari enam aspek, yakni pengetahuan atau ingatan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi.
- b) Ranah afektif, berkenaan dengan sikap yang terdiri dari lima aspek, yakni penerimaan, jawaban atau reaksi, penilaian, organisasi dan internalisasi.
- c) Ranah psikomotorik, berkenaan dengan hasil belajar, keterampilan dan kemampuan bertindak.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli diatas bahwa hasil belajar adalah perubahan yang terjadi pada siswa dengan adanya interaksi dengan lingkungan yaitu berupa perubahan pengetahuan, tingkah laku, dan keterampilan setelah mengalami proses belajar. Hasil belajar merupakan acuan dalam menentukan kemampuan siswa dari ranah Kognitif, ranah Psikomotor dan Ranah Afektif.

2) Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar

Menurut Arikunto (2010:5), “Unsur-unsur yang berfungsi sebagai faktor penentu dalam kegiatan belajar antara lain siswa, guru, bahan

pelajaran, metode mengajar dan sistem evaluasi, sarana penunjang dan sistem administrasi”. Sedangkan Sudjana (2009:30) berpendapat, “hasil belajar yang dicapai siswa dipengaruhi oleh dua faktor utama yakni faktor dari dalam diri siswa itu sendiri dan faktor yang datang dari luar diri siswa atau faktor lingkungan”.

Berdasarkan pendapat diatas, dapat disimpulkan bahwasanya hasil belajar di pengaruhi oleh faktor eksternal dan internal diantaranya adalahsiswa, guru, bahan pelajaran, alat dan media yang tersedia, metode mengajar, sistem evaluasi, sistem administrasi, serta faktor lingkungan.

Kegiatan pembelajaran dan hasil pembelajaran sudah dibahas, dengan ini berharap guru-guru mampu menyiapkan diri untuk menjadi guru yang profesional. Selain pemahaman proses pembelajaran ada bagian yang penting dalam proses pembelajaran tersebut yaitu strategi pembelajaran. Strategi Pembelajaran merupakan suatu kegiatan pembelajaran yang harus dikerjakan guru dan siswa agar tujuan pembelajaran dapat dicapai secara efektif dan efisien. Pada strategi pembelajaran terkandung makna perencanaan, artinya bahwa strategi pada dasarnya masih bersifat konseptual tentang keputusan-keputusan yang akan diambil dalam suatu pelaksanaan pembelajaran. Strategi merupakan cara yang digunakan guru agar siswa dapat dimudahkan dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran. Siswa merasa terbantu dalam memahami materi ajar dan mendapat hasil belajar yang lebih baik. Sehingga tujuan pembelajaran dapat terpenuhi.

Model Pembelajaran merupakan bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh guru. Dengan kata lain, model pembelajaran merupakan bungkus atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran.

Ciri model pembelajaran yang baik :

- Adanya keterlibatan intelektual – emosional peserta didik melalui kegiatan mengalami, menganalisis, berbuat, dan pembentukan sikap

- Adanya keikutsertaan peserta didik secara aktif dan kreatif selama pelaksanaan model pembelajaran
- Dosen bertindak sebagai fasilitator, koordinator, mediator dan motivator dalam kegiatan belajar
- Penggunaan berbagai metode, alat dan media pembelajaran

Strategi belajar yang berkembang saat ini cukup banyak. Namun tidak semua strategi cocok untuk diterapkan pada kondisi kelas masing-masing. Guru harus memahami karakteristik kelasnya dan memilihkan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan situasi kelas. Memilih strategi pembelajaran yang tepat bisa dilakukan melalui tahapan dan mempertimbangkan hal-hal berikut.

a) Analisis karakteristik Peserta Didik

Langkah awal untuk memilih strategi pembelajaran adalah analisis karakteristik peserta didik yang meliputi: tingkat keberagaman pengetahuan peserta didik, lingkungan pendukung (orang tua, masyarakat, dan sekolah), dan kondisi melek teknologi.

b) Analisis SK/KD

Analisis SK/KD digunakan untuk menentukan tipe pengetahuan yang diharapkan, tujuan pembelajaran yang diharapkan, dan aspek yang ditekankan. Tipe pengetahuan yang ditetapkan untuk pengetahuan prosedural atau pengetahuan konseptual. Tujuan yang diharapkan untuk pemahaman konsep, meningkatkan keterampilan kejuruan, membentuk interpersonal atau untuk membentuk berpikir kreatif siswa. Aspek yang ditekankan, penguasaan materi pembelajaran; penanaman konsep, aplikasi atau pemecahan masalah. Penekanan yang berbeda tentunya akan membedakan strategi pembelajaran yang harus dipilih. Karena itu ketajaman dalam menganalisis SK dan KD sangat penting untuk merumuskan pembelajaran yang tepat.

c) Analisis Materi Prasyarat

Menentukan langkah-langkah pembelajaran harus mempertimbangkan materi yang sudah pernah didapatkan atau dikuasai oleh siswa. Dalam

hal ini bisa dilihat pada SK dan KD yang berkaitan dengan yang sedang dirancang pembelajarannya. Apabila sudah ada KD yang mendukung (prasyarat) bagi KD yang akan disampaikan, maka langkah-langkah pembelajaran yang digunakan bisa diawali dari pemecahan masalah KD prasyarat tersebut. Namun apabila belum ada KD mendukung, maka strategi pembelajaran diawali dengan pengenalan konsep. Karena itu analisis terhadap KD yang terkait sangat penting untuk menentukan strategi pembelajaran yang tepat.

d) Identifikasi Sumber Belajar yang tersedia

Menentukan strategi pembelajaran, juga harus mengidentifikasi sumber belajar atau media pembelajaran yang tersedia. Strategi pembelajaran yang menuntut siswa untuk praktik, tentunya harus ada sumber belajar yang digunakan untuk praktik. Strategi pembelajaran yang menuntut siswa untuk browsing internet, tentunya harus ada fasilitas internet. Karena itu ketersediaan sumber belajar harus dijadikan pertimbangan dalam menyusun strategi pembelajaran.

c. metode pembelajaran

Menurut Uno (2011:65) “metode pembelajaran merupakan cara-cara yang digunakan pengajar atau instruktur untuk menyajikan informasi atau pengalaman baru, menggali pengalaman peserta belajar, menampilkan unjuk kerja peserta belajar dan lain-lain”.Amien (1998:187) mengemukakan, “metode mengajar adalah cara yang digunakan guru dalam mengajarkan satuan atau unit materi pelajaran dengan memusatkan pada keseluruhan proses atau situasi belajar untuk mencapai tujuan”.

Pendapat diatas menjelaskan bahwa guru sebagai orang yang bertanggung jawab harus mampu menciptakan kegiatan belajar mengajar dengan hasil belajar yang maksimal, dengan tidak mengesampingkan keterlibatan siswa untuk memproseskan cara perolehannya. Oleh karena itu guru harus mampu menetapkan metode mengajar yang paling efektif dan efisien sesuai dengan kondisinya, dan kemudian menetapkan alat-alat atau sumber-sumber yang diperlukan untuk memberikan kegiatan dan pengalaman belajar siswa sesuai dengan tujuan interaksional.

Bahan pelajaran yang disampaikan tanpa memperhatikan pemakaian metode justru akan mempersulit bagi guru dalam mencapai tujuan pengajaran. Pengalaman membuktikan bahwa kegagalan pengajaran salah satunya disebabkan oleh pemilihan metode yang kurang tepat. Kelas yang kurang bergairah dan kondisi para siswa yang kurang kreatif dikarenakan penentuan metode yang kurang sesuai dengan sifat bahan dan tidak sesuai dengan tujuan pengajaran.

Menurut Uno (2010:6) ada tiga prinsip yang perlu dipertimbangkan dalam upaya menetapkan metode pembelajaran. ketiga prinsip tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Tidak ada satu metode pembelajaran yang unggul untuk semua tujuan dalam semua kondisi.
- 2) metode (strategi) pembelajaran yang berbeda memiliki pengaruh yang berbeda dan konsisten pada hasil pembelajaran.
- 3) kondisi pembelajaran bisa memiliki pengaruh yang konsisten pada hasil pengajaran.

Mewujudkan proses belajar mengajar yang menekankan pada pendekatan keterampilan proses, harus didukung oleh metode mengajar yang sesuai. Metode mengajar harus berpedoman pada prinsip belajar aktif, sehingga dalam proses belajar mengajar perhatian utama harus ditujukan kepada siswa yang belajar. Proses mengajar harus mengembangkan cara belajar untuk mendapatkan, mengolah, menggunakan dan mengkombinasikan perolehannya.

Metode yang digunakan dalam pembelajaran hendaknya disesuaikan dengan pokok bahasan atau masalah yang dibahas pada mata pelajaran tersebut, siswa harus berperan aktif didalamnya. Setiap guru juga perlu meningkatkan kemampuan profesionalnya. Hal itu dibutuhkan karena setiap guru hendaknya memberikan kesempatan sebanyak mungkin kepada siswa untuk memeriksa dan membuktikan kebenaran suatu informasi atau pengalaman. Dengan demikian keterlibatan mental siswa akan betul-betul terwujud semaksimal mungkin, karena tidak ada satu metode mengajar yang baik untuk semua materi pelajaran dan untuk semua situasi belajar, maka guru harus memilih berbagai metode mengajar yang memadai.

Metode Pembelajaran dapat diartikan sebagai cara yang digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam bentuk kegiatan nyata dan praktis untuk mencapai tujuan pembelajaran. Contoh : ceramah, demonstrasi, diskusi, simulasi, laboratorium, brainstorming, debat, seminar, bermain peran (*role play*), studi kasus, dan sebagainya.

Strategi atau model pembelajaran telah banyak pilihan yang dapat dilakukan. Guru harus mengetahui model-model belajar yang saat ini berkembang. Banyak pilihan guru untuk menggunakan model-model pembelajaran yang ada. Bahkan guru dapat juga mengkombinasikan model-model tersebut dalam kegiatan pembelajaran. Strategi-strategi yang ada tersebut menjadi ilmu pengetahuan yang sangat dipahami guru, karena guru akan menerapkannya di dalam kelas. Perlu juga untuk dipahami bahwa tidak semua strategi cocok untuk diterapkan pada saat kondisi yang ada. Jadi guru harus paham dengan strategi pembelajaran dengan kondisi kelas yang dibangunnya.

5. Jenis dan Model PTK

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, PTK memiliki ke khasan dibandingkan dengan penelitian-penelitian lainnya. Kekhususan ini yang kemudian PTK identik dengan penelitian para guru di kelas. Walaupun PTK bukan hanya untuk kegiatan penelitian didalam kelas saja. Jika dikaitkai dengan penelitian pada umumnya maka PTK dapat juga digolongkan dengan penelitian kualitatif dan eksperimental. Kedua kategori penelitian tersebut disusun dalam PTK. Kekhususan PTK dapat dirumuskan dalam lima karakteristik yang muncul dalam kegiatan penelitiannya. Kelima karakteristik tersebut adalah (a) didasari oleh permasalahan yang muncul dalam kegiatan pembelajaran dalam kelas; (b) adanya kolaborasi antara guru dan siswa dalam pelaksanaannya, guru sebagai peneliti dan sekaligus bersama-sama siswanya menjadi objek penelitian; (c) guru sebagai peneliti juga sebagai praktisi yang melakukan refleksi terhadap objek penelitiannya; (d) bertujuan untuk memperbaiki kualitas pelaksanaan pembelajaran itu sendiri; dan (e) dilakukan dalam

beberapa langkah, dan sebagian langkah tersebut berupa siklus yang berulang beberapa kali, sesuai tingkat kejenuhan yang telah dicapai oleh peneliti.

Salah seorang pakar dibidang PTK yaitu Rchart Winter menetapkan enam karakteristik dari PTK. Keenam karakteristik tersebut menunjukkan ciri kekhususan dari PTK. Karakteristik tersebut adalah (a) kritik reflektif, (b) kritik dialektis, (c) kolaboratif, (d) resiko, (e) susunan jamak, dan terakhir adalah (f) internalisasi teori dan praktik. Keenam karakteristik PTK tersebut dipaparkan lebih rinci sebagaimana berikut ini.

Karakteristik kritik reflektif yaitu suatu upaya evaluasi yang direfleksikan dalam bentuk kritikan sehingga memungkinkan upaya evaluasi tersebut menjadi lebih memenuhi makna yang kuat. PTK khususnya hanya melibatkan proses evaluasi dalam kegiatan pembelajaran yang merupakan sebuah kritikan dari proses itu sendiri.

Kritik dialektik adalah memberikan kritikan terhadap fenomena-fenomena dari objek yang diteliti oleh si peneliti. Artinya kritikan itu juga tertuju pada diri peneliti sendiri. Berdasarkan data-data maka peneliti melakukan perbaikan-perbaikan pada konteks hubungan secara menyeluruh dengan suatu unit kajian yang utuh. Unit kajian yang utuh tersebut memungkinkan akan munculnya perubahan-perubahan yang menjadi kritikan secara menyeluruh.

PTK merupakan penelitian kolaboratif. PTK memungkinkan untuk dilakukan dengan teman sejawat, atasan, siswa dan orang-orang yang berkepentingan dengan penelitian. Kesemuanya dapat dijadikan sumber data atau objek dari penelitian. Kenapa disebut dengan kolaborasi karena peneliti sendiri merupakan bagian dari situasi dan sekaligus menjadi bagian dari objek yang diteliti. Peneliti harus pandai-pandai dalam menyikapi bagaimana menjadi seorang peneliti dan sekaligus menjadi bagian yang akan diteliti. Teman sejawat, atasan, siswa dan orang-orang

yang terlibat dalam penelitian menjadi pemisah antara objek peneliti dan situasi yang melibatkannya dalam penelitian PTK.

Resiko termasuk salah satu kekhususan yang ada pada penelitian PTK. Peneliti PTK harus berani dalam menghadapi resiko tersebut. Resiko tersebut terutama menyangkut saat proses penelitian berlangsung. Resiko tersebut adalah kemungkinan hipotesis yang dibentuk kadangkala tidak sesuai dengan hasil penelitian. Perbedaan tersebut cenderung tajam karena menyangkut situasi dan kondisi yang diteliti bersifat tidak pasti. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor. Resiko berikutnya adalah adanya tuntutan untuk melakukan transformasi. Transformasi terjadi karena keterlibatan peneliti sebagai objek yang diteliti. Peneliti baru menyadari ketika siklus-siklus penelitian melibatkan diri peneliti dalam kegiatan pembelajaran. Transformasi juga terjadi karena hasil interaksi kolaborasi dengan objek penelitian yang lain. Transformasi terjadi karena pandangan penelitian terhadap objek yang diteliti mengalami perubahan.

PTK juga bersifat majemuk artinya penelitian dengan kondisi yang dilihat cukup beragam dan terkait satu sama lain. Kondisi yang dimaksud adalah adanya faktor-faktor penerapan pembelajar yang berkaitan dengan kurikulum, kondisi siswa, kondisi guru, kondisi sekolah, dan lain. Fenomena-fenomena yang muncul justru sangat mempengaruhi proses penelitian.

PTK menurut pandangan banyak ahli antara praktik dan teoritik bukan merupakan dua hal yang berbeda. Keduanya saling berinteraksi dan saling berkaitan. PTK kedua saling menyatu dan saling mempengaruhi dalam proses penelitian. Keduanya penting dalam mewujudkan hasil penelitian. Makanya pada tulisan ini dicantumkan teori-teori belajar yang nantinya berkaitan dengan pelaksanaan penelitian. Keterkaitan teori-teori belajar dalam PTK sangat berpengaruh, karena penerapan teori belajar dalam proses pembelajaran sangat berpengaruh dengan proses dan hasil penelitian. Peneliti menjadi teori sebagai dasar berpijak maka saat

praktiknya dengan berbagai kondisi harus mengganti dengan teori yang lain.

Kegiatan penelitian yang berbentuk PTK memiliki beberapa jenis. Tercatat ada empat jenis PTK yang sering digunakan diantaranya adalah:

- (a) PTK diagnostik
- (b) PTK partisipan
- (c) PTK impiris
- (d) PTK eksperimental

PTK diagnostik adalah penelitian yang dirancang dengan menenutkan peneliti ke arah suatu tindakan. Peneliti mendiagnosis dan memasuki situasi yang terdapat didalam latar penelitian. Sebagai contoh apabila peneliti mengalami upaya mengatasi ketidak cocokan, perselisihan, konflik dengan antar objek yang diteliti, maka peneliti harus mendiagnostik kondisi yang terjadi. Kondisi ini yang kemudian membutuhkan keseriusan peneliti untuk berada pada kondisi tersebut agar peneltian tidak tertanggu.

Pada penelitian PTK peneliti terlibat langsung dengan proses peneltian dari awal hingga akhir. Sejak prencanaan peneltian hingga pelaporan peniliti terlibat penuh dalam peneltitian. Keterlibatkan langsung peneliti dengan objek diteliti menunjukkan PTK merupakan penelitian dengan pariticipasi penuh.

PTK sebagai peneliti yang bersifat impiris apabila peneliti berupaya melaksanakan tindakan atau perlakuan untuk menuliskan semua yang terjadi selama kegiatan penelitian berlangsung. Pada prinsipnya proses penelitian berkenaan dengan penyimpanan catatan atau log peneltian. Catatan-catatan penelitian menunjukan hasil penngalaman penelitian yang bersifat impiris.

PTK dikategorikan juga sebagai penelitian yang bersifat eksperimental. Hal ini disebabkan peneliti menerapkan konsep-konsep tioritik dalam

kondisi pembelajaran. Peneliti mencobaakan teoritik tersebut dalam kondisi yang sesungguhnya. PTK sebagai kegiatan dalam proses pembelajaran kemungkinan ada beberapa konsep teoritik yang dicobakan dan kemudian dilihat pengaruhnya. Kegiatan tersebut berulang kali dilakukan hingga penelitian tersebut menemukan tingkat kejenuhan yang diambil oleh peneliti sendiri.

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan oleh peneliti disamping mengetahui jenis penelitian PTK, peneliti juga harus mengetahui model-model PTK. Ada beberapa model yang sering digunakan diantaranya adalah:

- (a) Model Kurt Lewin
- (b) Model Kemmis dan McTaggart
- (c) Model Jhon Elliott
- (d) Model Deve Ebbutt

Model Kurt Lewin memperkenalkan empat langkah penelitian yaitu perencanaan, aksi atau tindakan, observasi dan refleksi. Keempat langkah tadi kemudian dilakukan secara berulang menyerupai daur hidup (*life cycle*) yang kemudian lebih dikenal dengan siklus. Jumlah siklus yang digunakan peneliti tidak ditentukan tergantung tingkat keperluan dari peneliti.

Model Kemmis dan McTaggart, sesungguhnya perkembangan dari model Kurt Lewin. Tahapan yang digunakan masih sama dengan empat langkah setiap siklusnya, namun perencanaan pada siklus berikutnya melibatkan siklus sebelumnya sebagai langkah-langkah perbaikan.

Model Jhon Elliott mengembangkan model PTK dari kedua model tersebut. Langkah-langkah yang dikembangkan cukup tiga saja. Ketiga langkah tersebut diimplementasikan dalam bentuk aksi pada kegiatan pembelajaran. Efek dari aksi itu dimonitor dan dievaluasi. Hasil evaluasi dijadikan perbaikan dari ide utama kemudian melanjutkan pada siklus berikutnya dengan pola yang sama.

Model terakhir adalah Model Deve Ebbutt. Model ini lebih mengkritisi semua model walaupun model-model terdahulu dianggap sudah baik. Model yang diusulkannya merupakan model pengembangan dari model-model sebelumnya. Model ini terdiri dari ide umum, kemudian dilakukan observasi reconnaissance, overall plan dan aksi 1. Setelah aksi 1 hasilnya di monitoring dan dievaluasi. Hasilnya dijadikan dasar untuk beberapa pilihan.

6. Pelaksanaan PTK

Berdasarkan beberapa model yang diungkapkan sebelumnya, maka empat langkah dasar yaitu perencanaan, pelaksanaan, pengamatan dan refleksi didahului dengan empat langkah persiapan penelitian PTK yaitu

- (a) Identifikasi masalah
- (b) Analisis masalah
- (c) Rumusan masalah
- (d) Hipotesa

Pada saat pembuatan penelitian, penelitian tetap dimulai dengan membuat proposal penelitian. Proposal penelitian bertujuan untuk memandu kegiatan penelitian dan sekaligus bila ada yang mendanai proposal menjadi alat untuk memberikan kepercayaan pemilik dana untuk mendanai penelitian. Adapun isi proposal dapat disusun sebagai berikut,

- (a) Halaman depan. Halaman depan terdiri dari judul, logo instansi, nama peneliti dan tahun pelaksanaan penelitian. Jika ada format dari pemberi dana maka ini menjadi perhatian bagaimana mengarahkan format proposal sesuai dengan keinginan dari pemilik dana.
- (b) Halaman pengesahan. Halaman pengesahan berisikan judul, data peneliti dan berapa dana yang dibutuhkan. Jika ada melibatkan pimpinan maka pimpinan mengesahkan proposal sebagai proposal yang layak didanai. Atau disesuaikan dengan format yang disediakan oleh penyelenggaran penelitian. Sekali lagi peneliti harus menyesuaikan dengan format yang disediakan oleh pemilik dana

- (c) Ringkasan proposal. Pada bagian depan sebaiknya di tambahkan ringkasan proposal sebagai gambaran singkat dari proposal penelitian. Biasanya terdiri dari tiga alinia. Alinia pertama menyampaikan masalah yang ditemukan. Alinia kedua menggambarkan alternatif penyelesaian dan alinia ketiga menggambarkan model dan pola dalam menyelesaikan masalah.
- (d) Daftar isi, daftar gambar dan daftar tabel. Ketiga daftar ini penting untuk dibuat sebagai gambaran dari seluruh proposal. Pembaca proposal akan senantiasa merujuk dari daftar ke isi proposal
- (e) Bagian pertama pendahuluan yang berisikan empat pra PTK yang disebutkan yaitu ientifikasi masalah, analisis masalah, rumusan masalah dan hipotesis.
- (f) Bagian kedua adalah landasan teori yang digunakan. Pada bagian ini berisi teori-teori umum yang digunakan untuk meyelesaikan masalah
- (g) Bagaian ketiga isi proposal. Isi proposal terdiri dari tujuan penelitian, konstribusi penelitian, anggota peneliti, anggaran biaya, jadwal pelaksanaan penelitian.
- (h) Bagian keempat adalah penutup. Bagian penutup teridiri dari daftar kepustakaan dan lampiran.

Tahapan pelaksanaan penelitian. Tahapan ini tidak berkaitan dengan pendanaan. Bisa saja penelitian didanai oleh sponsor atau didanai oleh pribadi atau kelompok. Pelaksanaan penelitian berkaitan dengan kepentingan peneliti dengan pelaksanaan penelitian. Peneliti memulai penelitiannya dengan berdasarkan proposal yang telah dibuat. Peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sesuai dengan tuntutan proposal atau berkembang dengan sasaran yang tidak terjauh dari proposal. Pelaksanaan diselenggarakan di dalam ruangan kelas.

Hasil penelitian dilaporkan dalam format hasil penelitian. Laporan peneltian kembali sangat berkaitan dengan pemberi dana penelitian. Hasil penelitian dilaporkan dengan format yang disesuaikan dengan kepentingan-kepentingan tersebut.

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

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

1. Kegiatan Pendahuluan

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

2. Kegiatan Inti

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

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

a. Eksplorasi

- 1) melibatkan peserta diklat mencari informasi yang luas dan dalam tentang topik/tema materi yang akan dipelajari;
- 2) menggunakan beragam pendekatan pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar lain;
- 3) memfasilitasi terjadinya interaksi antarpeserta diklat serta antara peserta diklat dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) melibatkan peserta diklat secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) memfasilitasi peserta diklat melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

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

c. Konfirmasi

- 1) memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat, maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik;
- 2) memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi peserta didik melalui berbagai sumber;
- 3) memfasilitasi peserta diklat melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) memfasilitasi peserta diklat untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar;
- 5) berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan peserta diklat yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;

- 6) membantu menyelesaikan masalah;
- 7) memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
- 8) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
- 9) memberikan motivasi kepada peserta didik yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan Penutup

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

E. LATIHAN

1. Mengapa penelitian tindakan kelas penting bagi guru?
 - a. Guru merasa penting untuk melakukan PTK
 - b. Guru terlibat langsung dalam kegiatan PTK
 - c. Meningkatkan mutu kegiatan pembelajaran
 - d. Melibatkan banyak orang
 - e. Guru tidak merasa perlu untuk melakukan PTK
2. Apakah yang dimaksud dengan penelitian tindakan kelas?
 - a. Penelitian tindakan kelas dilakukan di kelas
 - b. Penelitian tindakan kelas dilakukan oleh guru
 - c. Penelitian tindakan kelas merupakan wujud kepedulian guru
 - d. Penelitian tindakan kelas adalah penelitian yang sistematis dan reflektif terhadap kondisi kegiatan pembelajaran.
 - e. Penelitian yang selalu diteliti oleh guru

3. Di bawah ini tujuan dari pembelajaran berbasis masalah kecuali :
 - a. Meningkatkan kemampuan intelektual
 - b. Memahami peran orang dewasa
 - c. Meningkatkan kemampuan berfikir holistic
 - d. Membantu siswa untuk menjadi pelajar yang mandiri
 - e. Meningkatkan kemampuan siswa untuk mampu menyelesaikan masalah
4. Hasil analisis kekuatan dan kelemahan pembelajaran yang telah dilaksanakan dapat digunakan guru untuk :
 - a. mempertahankan kebiasaan mengajar karena sudah lama dan banyak pengalaman
 - b. mengusulkan penyediaan media pembelajaran yang canggih untuk meningkatkan pembelajaran
 - c. merancang ulang rancangan pembelajaran yang berdasarkan analisis terbukti memiliki kelemahan
 - d. melakukan latihan tambahan berupa test untuk para siswa
 - e. bekerjasama untuk menyelesaikan masalah.
5. 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. memberikan 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
 - e. menyiapkan siswa untuk selalu puas untuk mendapatkan materi ajar
6. Dasar rancangan program remedial bagi peserta didik yang capaian prestasinya di bawah ketuntasan belajar

- a. proses pengajaran remedial pada dasarnya adalah proses belajar mengajar biasa
 - b. tujuan pengajaran remedial adalah sama dengan test diagnostic
 - c. sasaran terpenting pengajaran remedial adalah peningkatan kecerdasan siswa
 - d. strategi yang dipilih hanya berbentuk test ulang
 - e. membuat siswa untuk hati-hati dalam menjawab soal
7. Salah satu prinsip merancang program remedial bagi peserta didik tampak dalam kegiatan guru
- a. membuat rancangan pembelajaran khusus untuk siswa peserta remedial
 - b. menggunakan rancangan pembelajaran yang telah dibuat dengan memperhatikan hasil temuan analisis evaluasi belajar siswa
 - c. menggunakan rancangan pembelajaran baru yang berbeda sama sekali dengan rancangan yang ada.
 - d. merancang test ulang saja tanpa ada pengulangan penjelasan materi
 - e. sesuai dengan kebutuhan siswa-siswa yang remedial
8. Upaya guru menggunakan hasil analisis untuk menentukan ketuntasan belajar antara lain sebagai berikut...
- a. menentukan kriteria keberhasilan belajar
 - b. mengklasifikasi siswa berdasarkan hasil capaian belajarnya
 - c. mencari letak kelemahan secara umum dilihat dari kriteria keberhasilan yang diharapkan
 - d. merencanakan pengajaran remedial
 - e. belajar selalu tengah larut malam
9. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut :
- 1. Mendata siswa yang memiliki kecerdasan (IQ) tinggi
 - 2. Menganaalisis soal yang paling banyak salah dan pling banyak benar dijawab siswa
 - 3. Menganalisis latar belakang sosial, ekonomi, dan budaya orang tua mereka

4. Mengevaluasi sistem PBM secara menyeluruh berdasarkan atas dasar analisis penilaian belajar

Pernyataan di atas yang merupakan langkah guru menginterpretasi hasil analisis evaluasi hasil belajar adalah...

- a. 1 dan 2
- b. 1 dan 3
- c. 2 dan 4
- d. 3 dan 4
- e. 4 saja

10. Media pembelajaran dalam sistem komunikasi merupakan komponen :

- a. Sumber
- b. Tidak ada jawaban
- c. Saluran
- d. Penerima
- e. transmisi

F. RANGKUMAN

- a. Pendekatan Pembelajaran Dapat diartikan sebagai titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran, yang merujuk pada pandangan tentang terjadinya suatu proses yang sifatnya masih sangat umum, di dalamnya mewadahi, menginspirasi, menguatkan, dan melatari metode pembelajaran dengan cakupan teoretis tertentu. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang “ditemukan”. Pendekatan saintifik dimaksudkan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik dalam mengenal, memahami berbagai materi menggunakan pendekatan ilmiah, bahwa informasi bisa berasal dari

mana saja, kapan saja, tidak bergantung pada informasi searah dari guru. Oleh karena itu kondisi pembelajaran yang diharapkan tercipta diarahkan untuk mendorong peserta didik dalam mencari tahu dari berbagai sumber melalui observasi, dan bukan hanya diberi tahu. Penerapan pendekatan saintifik dalam pembelajaran melibatkan keterampilan proses seperti mengamati, mengklasifikasi, mengukur, meramalkan, menjelaskan, dan menyimpulkan. Dalam melaksanakan proses-proses tersebut, bantuan guru diperlukan. Akan tetapi bantuan guru tersebut harus semakin berkurang dengan semakin bertambah dewasa siswa atau semakin tingginya kelas siswa. Metode saintifik sangat relevan dengan tiga teori belajar yaitu teori Bruner, teori Piaget, dan teori Vygotsky.

- b. Strategi Pembelajaran merupakan suatu kegiatan pembelajaran yang harus dikerjakan guru dan siswa agar tujuan pembelajaran dapat dicapai secara efektif dan efisien. Dalam strategi pembelajaran terkandung makna perencanaan, artinya bahwa strategi pada dasarnya masih bersifat konseptual tentang keputusan-keputusan yang akan diambil dalam suatu pelaksanaan pembelajaran. Model Pembelajaran merupakan bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh guru. Dengan kata lain, model pembelajaran merupakan bungkus atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran.
- c. Model pembelajaran berbasis masalah merupakan suatu model pembelajaran yang didasarkan pada banyaknya permasalahan. Permasalahan tersebut membutuhkan penyelidikan autentik. Penyelidikan autentik yaitu penyelidikan yang membutuhkan penyelesaian dari permasalahan nyata. Konsep model pembelajaran berbasis masalah adalah “Berusaha sendiri untuk mencari pemecahan masalah serta pengetahuan yang menyertainya, menghasilkan pengetahuan yang bermakna”. Suatu konsekuensi logis karena berusaha untuk mencari pemecahan masalah secara mandiri akan memberikan pengalaman konkret dan makna tersendiri bagi siswa. Pelaksanaan model

pembelajaran berbasis masalah, terdiri dari kelompok-kelompok kecil diantara siswa untuk yang saling bekerjasama. Aktivitas dalam kelompok untuk memecahkan masalah yang telah disepakati. Guru memandu siswa menguraikan rencana pemecahan masalah menjadi tahap-tahap kegiatan. Tahapan kegiatan yang dilakukan, mengenai penggunaan keterampilan dan strategi yang dibutuhkan agar masalah dapat diselesaikan. Dengan demikian kegiatan selama proses pembelajaran ini akan memberikan pengalaman kongkret kepada siswa dalam belajar.

- d. Metode inkuiri berarti suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri. Sasaran utama kegiatan mengajar pada strategi ini ialah (a) Keterlibatan siswa secara maksimal dalam proses kegiatan belajar, (b) Keterarahan kegiatan secara logis dan sistematis pada tujuan pengajaran, (c) Mengembangkan sikap percaya diri pada diri sendiri (*self belief*) pada diri siswa tentang apa yang ditemukan dalam proses inkuiri. Metode inkuiri merupakan metode yang mempersiapkan peserta didik pada situasi untuk melakukan eksperimen sendiri secara luas agar melihat apa yang terjadi, ingin melakukan sesuatu, mengajukan pertanyaan-pertanyaan, dan mencari jawaban sendiri, serta menghubungkan penemuan yang satu dengan penemuan yang lain, dan membandingkan apa yang ditemukannya dengan yang ditemukan peserta didik lain". Metode inkuiri adalah suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk berfikir ilmiah dalam melakukan eksperimen sendiri secara luas agar melihat apa yang terjadi, ingin melakukan sesuatu, mengajukan pertanyaan-pertanyaan dan mencari jawaban sendiri, serta menghubungkan penemuan yang satu dengan penemuan yang lain, dan membandingkan apa yang ditemukannya dengan yang ditemukan peserta didik lainnya. Untuk menciptakan kondisi seperti itu, maka peranan guru sangat menentukan. Guru tidak lagi berperan sebagai pemberi informasi dan siswa sebagai penerima informasi. Peranan utama guru dalam menciptakan kondisi

inkuiri ialah: (a) Motivator, (b) Fasilitator, (c) Penanya, (d) Administrator, (e) Pengarah, (f) Manajer, (g) Rewarder.

- e. PTK merupakan penelitian yang disiapkan oleh guru dalam rangka untuk meningkatkan mutu pembelajaran. Guru senantiasa melakukan PTK walaupun tidak melakukannya secara terstruktur. Tentunya lebih baik guru menyiapkan diri untuk memiliki kemampuan dalam melakukan PTK diminta atau tidak diminta. Pada hakekatnya guru melakukan PTK untuk kebutuhan peningkatan mutu pembelajaran yang dilakukan dan digunakan oleh guru itu sendiri. Penerapan konsep dan metoda pembelajaran pada kegiatan pembelajaran hendaknya menjadi titik acuan bagi guru dalam menyiapkan proposal PTK untuk mendapatkan kesenjangan atau masalah antara penerapan dan konsep-konsep belajar secara teoritik.
- f. Guru memiliki kemampuan dalam melakukan PTK sekaligus mampu melaporkannya dalam bentuk tertulis. Guru tersebut dapat menyiapkan proposal PTK dengan bantuan dana dari sponsor. Guru harus mampu menuliskan sesuai dengan permintaan dari sponsor. Kesesuaian permintaan sponsor dengan kebutuhan guru dalam melakukan PTK menjadi syarat untuk didanai. Namun guru tidak harus menunggu adanya sponsor untuk melakukan PTK melainkan senantiasa untuk melakukan PTK secara pribadi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Hasil penelitian yang dituliskan dapat dilaporkan dalam bentuk jurnal-jurnal. Hasil PTK yang diterbitkan di jurnal menjadi nilai tambah bagi guru untuk melakukan berbagi (*shering*) dengan teman sejawat atau untuk kenaikan pangkat guru.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Umpan Balik :

1. Dapat menerapkan Pendekatan pembelajaran saintifik sesuai dengan karakteristik materi yang akan diajarkan.

2. Dapat menguasai dan menerapkan berbagai strategi/model pembelajaran (Problem based learning, Discovery Learning dan Inquiry Learning) sesuai dengan tujuan pembelajaran.
3. Dapat merumuskan masalah-masalah pembelajaran didalam kelas.
4. Dapat membuat hipotesis penyelesaian masalah pembelajaran melalui PTK.
5. Dapat menyusun proposal PTK
6. Dapat membuat kajian teoritik yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan dan melakukan penelitian dengan berbagai siklus seperti yang disusun pada proposal.
7. Dapat melaporkan hasil PTK kedalam bentuk tulisan dan mampu mengkomunikasikan dengan peserta diklat yang lain.

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.

H. KUNCI JAWABAN

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

KONSEP PENGOPERASIAN JARINGAN TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. TUJUAN

Peserta diklat dapat mengoperasikan jaringan sistem tenaga listrik.

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Setelah mempelajari materi ini diharapkan peserta diklat bisa memperjelas konsep pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik.

C. URAIAN MATERI

1. Konsep pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik

Pengoperasian sistem transmisi dan distribusi adalah segala kegiatan yang mencakup pengaturan, pembagian, pemindahan, dan penyaluran tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik sampai kepada konsumen secepat mungkin serta menjamin kelangsungan penyaluran / pelayanan.

Tolak ukur kinerja pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi:

a. Mutu listrik harus terjaga

Hal yang menjadi mutu ukuran listrik :

1) Tegangan pelayanan

Batasan toleransi tegangan, pada konsumen tm adalah $\pm 5\%$ dari tegangan nominal 20 kv, sedangkan pada konsumen tr maksimum + 5% dan minimum -10% dari tegangan nominal 220/380 volt keseimbangan tegangan pada setiap titik sambungan kedip akibat pembebanan, sekecil mungkin hilang tegangan sejenak akibat manuver, secepat mungkin. Tegangan yang harus dipertahankan dalam batasan sebagai berikut :

Tabel 1. Batasan tegangan dengan kondisi normal

Tegangan nominal	Kondisi normal
275 kV	+10 % , - 10%
150 kV	+10%, -10%
66 kV	+10%, -10%
20 kV	+10%, - 10%

Untuk distorsi harmonik total maksimum pada setiap titik sambungan dalam kondisi operasi normal dan pada kondisi keluar terencana maupun tak terencana harus memenuhi sebagai berikut :

Tabel 2. Distorsi harmonik pada kondisi normal

Tegangan nominal	Distorsi total
275 kV	3 %
150 kV	3 %
66 kV	3 %
20 kV	3 %

2) Frekuensi

Frekuensi nominal 50 Hz, diusahakan untuk tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz, dan selama waktu keadaan darurat (*emergency*) dan gangguan frekuensi sistem diizinkan turun hingga 47,5 Hz atau naik hingga 52 Hz sebelum unit pembangkit diizinkan keluar dari operasi.

- 3) Komponen urutan negatif maksimum dari tegangan fasa dalam jaringan tidak boleh melebihi 1% pada kondisi operasi normal dan keluar terencana, serta tidak melebihi 2% selama kejadian tegangan impuls sesaat (*infrequently short duration peaks*).
- 4) Fluktuasi tegangan pada suatu titik sambungan dengan Beban berfluktuasi, harus tidak melebihi batasan:
 - a) 2% dari tingkat tegangan untuk setiap perubahan step yang dapat terjadi berulang. Setiap kejadian ekskursi tegangan yang besar di luar perubahan step dapat diizinkan hingga 3% asalkan tidak menimbulkan risiko terhadap jaringan transmisi, atau

instalasi Pemakai Jaringan. Kedip tegangan hingga 5% saat menjalankan motor listrik yang tidak sering terjadi, dapat ditolerir.

b) Flicker jangka-pendek 1,0 unit dan jangka-panjang 0,8 unit yang terukur dengan flicker meter sesuai dengan spesifikasi IEC-868.

5) Faktor-daya ($\cos \phi$) di titik sambung antara instalasi pemakai jaringan dengan Jaringan minimum sebesar 0,85 lagging.

6) Kedua belah pihak berkewajiban memasang *power quality meter* yang dapat memantau secara terus menerus dan terekam berupa *softcopy*.

b. Keandalan penyaluran tenaga listrik

Sebagai indikator penyaluran adalah angka lama dan atau seringnya pemadaman pada pelanggan yang disebut dengan angka SAIDI dan SAIFI.

Angka lama padam : SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{lama padam} \times \text{jml pelanggan padam}}{\text{jumlah pelanggan} \times 1 \text{ tahun}}$$

Angka sering padam : SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{seringnya padam} \times \text{jml pelanggan padam}}{\text{jumlah pelanggan} \times 1 \text{ tahun}}$$

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai SAIDI dan SAIFI dari sisi distribusi:

- 1) Konfigurasi jaringan yang berkaitan dengan manuver.
- 2) Kondisi jaringan yang rentan terhadap gangguan dari dalam sistem maupun dari luar sistem.
- 3) Cara pengoperasian yang tidak memperhatikan kemampuan peralatan maupun kemampuan pasokan daya.

Menurunkan angka Saidi dan Saifi :

- 1) Meningkatkan kualitas konfigurasi jaringan
- 2) Meningkatkan pasokan tenaga listrik alternatif
- 3) Meningkatkan kualitas pemeliharaan
- 4) Meningkatkan pengetahuan & ketrampilan petugas

- 5) Menyiapkan jumlah petugas dengan perbandingan yang memadai dengan jumlah pelanggan
 - 6) Menggunakan material sesuai standar
 - 7) Mengidentifikasi peralatan yang sering rusak
 - 8) Meningkatkan kualitas teknik informasi pelanggan
 - 9) Memutakhirkan data teknik jaringan
- c. Keadaan operasi yang aman
- Sistem dianggap berada dalam keadaan yang aman apabila:
- 1) Sistem berada dalam keadaan operasi yang memuaskan.
 - 2) Sistem dapat dikembalikan ke keadaan operasi yang memuaskan setelah terjadinya suatu credible contingency, tanpa adanya pemutusan beban.
- d. Mempertahankan Keamanan Sistem
- Untuk mempertahankan keamanan sistem, peraturan berikut harus diikuti:
- 1) Sampai batas yang praktis, sistem harus dioperasikan sedemikian rupa sehingga berada dan akan tetap dalam keadaan operasi yang aman.
 - 2) Setelah kejadian credible contingency atau perubahan kondisi dalam sistem, mungkin sistem menjadi tidak aman terhadap suatu contingency lainnya. Dalam hal ini, pusat pengatur beban atau unit/sub-unit pengatur beban harus mengambil langkah-langkah penyesuaian kondisi operasi untuk mengembalikan sistem ke keadaan aman.
 - 3) Beban yang dapat dilepas (interruptible-load) harus dilepas untuk mencegah keadaan operasi pada frekuensi yang rendah atau keadaan cadangan yang tidak mencukupi. Beban yang dapat dilepas adalah beban yang ditentukan oleh PT PLN (Persero) Wilayah atau beban yang menurut kontrak boleh dilepas secara manual maupun otomatis dalam rangka mempertahankan keamanan sistem. Beban tersebut umumnya akan dilepas sebelum bekerjanya pelepasan beban secara otomatis oleh relai frekuensi rendah tingkat pertama.

- 4) Cara paling efektif untuk mencegah padamnya seluruh sistem (total grid blackout) adalah dengan menjamin bahwa keseimbangan pembangkitan dengan beban selalu dipertahankan dalam semua kondisi yang diperkirakan akan terjadi. Harus tersedia fasilitas pelepasan beban yang memadai secara otomatis dengan relai frekuensi rendah untuk mengembalikan kondisi sistem ke operasi yang normal setelah kejadian *contingency* yang signifikan.
 - 5) Skema-skema pemisahan jaringan transmisi harus dipertahankan untuk menjamin bahwa apabila terjadi gangguan besar dalam sistem yang mengakibatkan sulit untuk mempertahankan integrasinya, maka sistem akan dipecah-pecah menjadi beberapa “pulau-kelistrikan” yang masing-masing dapat mencapai keseimbangan kapasitas pembangkitan dengan beban, untuk sebagian besar gangguan *multiple-contingency*.
 - 6) Kemampuan fasilitas asut-gelap (*black-start*) yang memadai harus tersedia dalam sistem untuk memungkinkan pemulihan sistem ke kondisi operasi yang aman setelah suatu kejadian padam total.
- e. Biaya operasi efisien
- Sebagai indikator adalah angka susut jaringan, yaitu selisih antara energi yang dikeluarkan oleh gardu / pembangkit dengan energi yang digunakan oleh pelanggan.
- Penyebab Susut
- 1) Pencurian listrik
 - 2) Kesalahan alat ukur
 - 3) Kesalahan rasio CT / PT
 - 4) Kesalahan ukuran penghantar
 - 5) Jaringan terlalu panjang
 - 6) Faktor daya rendah
 - 7) Kualitas konektor dan pemasangannya jelek
- f. Mempertahankan kepuasan pelanggan
- Faktor yang mempengaruhi kelangsungan pelayanan:
- 1) Adanya pekerjaan jaringan

- 2) Kecepatan mengisolasi gangguan dan manuver beban
- 3) Ketahanan peralatan terhadap gangguan tegangan lebih, hubung singkat, pembebanan.

2. Keadaan operasi yang berhasil / memuaskan

Sistem dinyatakan berada dalam keadaan operasi baik apabila :

- a. Frekuensi dalam batas kisaran operasi normal ($50 \pm 0,2$ Hz), kecuali penyimpangan dalam waktu singkat diperkenankan pada kisaran ($50 \pm 0,5$ Hz), sedangkan selama kondisi gangguan, frekuensi boleh berada pada batas 47,5 Hz dan 52 Hz.
- b. Tegangan di Gardu Induk harus menjamin bahwa tegangan pada semua pelanggan berada dalam kisaran tegangan yang ditetapkan sepanjang pengatur tegangan jaringan distribusi dan peralatan pemasok daya reaktif bekerja dengan baik. Operasi pada batas-batas tegangan ini diharapkan dapat membantu mencegah terjadinya *voltage collapse* dan masalah stabilitas dinamik sistem.
- c. Tingkat pembebanan jaringan transmisi dipertahankan berada dalam batas-batas yang ditetapkan melalui studi analisis stabilitas steady state dan transient untuk semua gangguan yang potensial (credible outage).
- d. Tingkat pembebanan arus di semua peralatan jaringan transmisi dan gardu induk (transformator dan switchgear) berada dalam batas rating normal untuk semua single contingency gangguan peralatan.
- e. Konfigurasi Sistem sedemikian rupa sehingga semua PMT (circuit breaker) di jaringan transmisi akan mampu memutus arus gangguan yang mungkin terjadi dan mengisolir peralatan yang terganggu.

3. Strategi Operasi Sistem Tenaga Listrik

Energi listrik yang dipakai tentunya harus bersifat efisien, efektif, bermutu dan bisa diandalkan. berarti dalam pembangkitan dan penyaluran energi itu harus dilakukan secara ekonomis dan rasional. Untuk mencapai tujuan itu ternyata dalam pengoperasiannya banyak kendala yang harus dihadapi, hal ini disebabkan karena timbulnya kejadian di sistem tenaga listrik yang bersifat random. sedangkan kondisi operasi itu bisa berubah,

kalau terjadi perubahan beban dan keluarnya peralatan jaringan pada sistem secara random. hal ini tentunya akan menyebabkan terjadinya deviasi operasi. Untuk itulah perlu dilakukan persiapan operasi yang matang supaya deviasinya relatif kecil.

Sementara itu pada sistem tenaga listrik yang bersifat dinamis perlu dilakukan prediksi operasi, hal ini untuk memberi gambaran kondisi operasi kepada operator. kemudian dengan digunakannya teknik optimasi yang canggih pada pengoperasian sistem tenaga listrik serta problem yang muncul dianalisa maka hasil yang dicapai pun semakin optimal. sedangkan untuk mengetahui sejauh mana suatu sistem tenaga listrik itu andal dan ekonomis, maka digunakanlah suatu alat ukur yang berfungsi sebagai dasar untuk mengadakan perincian. Alat ukur itu menggunakan metoda *lolp (loss of load probability)*. Adapun alat ukur itu dipakai untuk menghitung alokasi energi, rencana pemeliharaan unit pembangkit dan neraca daya.

a. Strategi Tujuan Ekonomi

Pengoperasian sistem tenaga listrik secara efisien tanpa melanggar batasan keamanan dan mutu, efisien dalam pengertian biaya operasi yang rendah, dan dititikberatkan pada biaya sistem pembangkitan, dalam hal ini adalah biaya bahan bakar, untuk memperoleh biaya bahan bakar yang efisien maka diawali dengan proses penyusunan strategi pembuatan rot.

b. Strategi Tujuan Keandalan

Kemampuan sistem untuk menghadapi kejadian yang tidak direncanakan, tanpa mengakibatkan pemadaman. grid code dalam aturan operasi menyebutkan bahwa : “aturan operasi ini menjelaskan tentang peraturan dan prosedur yang berlaku untuk menjamin agar keandalan dan efisiensi operasi sistem jawa-madura-bali dapat dipertahankan pada suatu tingkat tertentu”.

Skema ols, target yang menjadi tujuan adalah menghindari pemadaman yang meluas. rekonfigurasi jaringan atau subsistem selalu direncanakan untuk mengatur aliran daya sebagai upaya mengoptimalkan keseimbangan antara pasokan dan beban, selain itu juga untuk mengatasi apabila breaking capacity pmt terpasang

terlampau, bila terjadi penyimpangan terhadap rencana yang dapat menimbulkan ancaman terhadap keandalan maka dispatcher akan selalu mengambil langkah pengamanan.

c. Strategi Tujuan Mutu

Kemampuan sistem untuk menjaga agar semua batasan operasi terpenuhi. grid code dalam aturan operasi (oc 1.6) menyebutkan keadaan operasi sistem yang berhasil / memuaskan dalam keadaan baik apabila:

- 1) Frekuensi dalam batas operasi normal ($50 \pm 0,2$ Hz), penyimpangan dalam waktu singkat ($50 \pm 0,5$ Hz), selama kondisi gangguan, boleh berada pada 47.5 Hz dan 52.0 Hz.
- 2) Tegangan di gardu induk berada dalam batas yang ditetapkan dalam aturan penyambungan (cc 2.0). Batas-batas menjamin bahwa tegangan berada dalam kisaran yang ditetapkan sepanjang pengatur tegangan jaringan distribusi dan peralatan pemasok daya reaktif bekerja dengan baik. Operasi pada batas-batas tegangan ini diharapkan dapat membantu mencegah terjadinya voltage collapse dan masalah stabilitas dinamik sistem;
- 3) Tingkat pembebanan jaringan transmisi dipertahankan dalam batas yang ditetapkan melalui studi analisis stabilitas steady state dan transient untuk semua gangguan yang potensial (credible outage).
- 4) Tingkat pembebanan arus di semua peralatan jaringan transmisi dan gardu induk (transformator dan switchgear) dalam batas rating normal untuk semua single contingency gangguan peralatan.
- 5) Konfigurasi sistem sedemikian rupa sehingga semua PMT di jaringan transmisi mampu memutus arus gangguan yang mungkin terjadi dan mengisolir peralatan yang terganggu.

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

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

1. Kegiatan Pendahuluan

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

2. Kegiatan Inti

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

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

a. Eksplorasi

- 1) Melibatkan peserta diklat mencari informasi yang luas dan dalam tentang topik/tema materi yang akan dipelajari;
- 2) Menggunakan beragam pendekatan pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar lain;
- 3) Memfasilitasi terjadinya interaksi antarpeserta diklat serta antara peserta diklat dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) Melibatkan peserta diklat secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) Memfasilitasi peserta diklat melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

- 1) Membiasakan peserta diklat membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) Memfasilitasi peserta diklat melalui pemberian tugas, diskusi, dan lain-lain untuk memunculkan gagasan baru baik secara lisan maupun tertulis;

- 3) Memberi kesempatan untuk berpikir, menganalisis, menyelesaikan masalah, dan bertindak tanpa rasa takut;
 - 4) Memfasilitasi peserta diklat dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
 - 5) Memfasilitasi peserta diklat berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
 - 6) Memfasilitasi peserta diklat membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
 - 7) Memfasilitasi peserta diklat untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
 - 8) Memfasilitasi peserta diklat melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
 - 9) Memfasilitasi peserta diklat melakukan kegiatan yang menumbuhkan kebanggaan dan rasa percaya diri.
- c. Konfirmasi
- 1) Memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat, maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik;
 - 2) Memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi peserta didik melalui berbagai sumber;
 - 3) Memfasilitasi peserta diklat melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
 - 4) Memfasilitasi peserta diklat untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
 - 5) Berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan peserta diklat yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
 - 6) Membantu menyelesaikan masalah;
 - 7) Memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
 - 8) Memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
 - 9) Memberikan motivasi kepada peserta diklat yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.
- d. Kegiatan Penutup
- a. Bersama-sama dengan peserta diklat dan/atau sendiri membuat rangkuman atau simpulan pelajaran;
 - b. Melakukan penilaian dan/atau refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan secara konsisten dan terprogram;
 - c. Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran;

- d. Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta diklat; dan
- e. Menyampaikan rencana kegiatan pembelajaran pada diklat berikutnya.

E. LATIHAN

1. Jelaskan Konsep pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi serta sebutkan tolak ukur kinerja pengoperasiannya?
2. Jelaskan batasan fluktuasi tegangan pada suatu titik sambungan dengan beban berfluktuasi?
3. Jelaskan beberapa faktor yang mempengaruhi nilai SAIDI dan SAIFI serta cara Menurunkan angka Saidi dan Saifi?
4. Jelaskan kondisi sebuah sistem dinyatakan berada dalam keadaan operasi baik?
5. Jelaskan strategi tujuan dalam strategi operasi sistem tenaga listrik?

F. 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.

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

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

G. RANGKUMAN

Kegiatan yang mencakup pengaturan, pembagian, pemindahan, dan penyaluran tenaga listrik kepada konsumen secepat mungkin serta menjamin kelangsungan penyaluran / pelayanan merupakan kosep dari pengoperasian jaringan. Tolak ukur kinerja pengoperasian jaringan distribusi yaitu Mutu listrik harus terjaga, keandalan penyaluran tenaga listrik, keamanan dan keselamatan terjamin, Biaya operasi efisien dan

mempertahankan kepuasan pelanggan. Dalam pengoperasiannya banyak kendala yang harus dihadapi, hal ini disebabkan karena timbulnya kejadian di sistem tenaga listrik yang bersifat random. Sedangkan kondisi operasi itu bisa berubah, kalau terjadi perubahan beban dan keluarnya peralatan jaringan pada sistem secara random. Hal ini tentunya akan menyebabkan terjadinya deviasi operasi. Untuk itulah perlu dilakukan persiapan operasi yang matang supaya deviasinya relatif kecil.

H. KUNCI JAWABAN

1. Pengoperasian sistem transmisi dan distribusi adalah segala kegiatan yang mencakup pengaturan, pembagian, pemindahan, dan penyaluran tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik sampai kepada konsumen secepat mungkin serta menjamin kelangsungan penyaluran / pelayanan. Tolak ukur kinerja pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi:
 - a. Mutu listrik harus terjaga
 - b. Keandalan penyaluran tenaga listrik
 - c. Keadaan operasi yang aman
 - d. Mempertahankan Keamanan Sistem
 - e. Biaya operasi efisien
 - f. Mempertahankan kepuasan pelanggan
2. batasan fluktuasi tegangan pada suatu titik sambungan dengan beban berfluktuasi:
 - a. 2% dari tingkat tegangan untuk setiap perubahan step yang dapat terjadi berulang. Setiap kejadian ekskursi tegangan yang besar di luar perubahan step dapat diizinkan hingga 3% asalkan tidak menimbulkan risiko terhadap jaringan transmisi, atau instalasi Pemakai Jaringan. Kedip tegangan hingga 5% saat menjalankan motor listrik yang tidak sering terjadi, dapat ditolerir.
 - b. Flicker jangka-pendek 1,0 unit dan jangka-panjang 0,8 unit yang terukur dengan flicker meter sesuai dengan spesifikasi IEC-868.
3. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai SAIDI dan SAIFI dari sisi distribusi:
 - a. Konfigurasi jaringan yang berkaitan dengan manuver.

- b. Kondisi jaringan yang rentan terhadap gangguan dari dalam sistem maupun dari luar sistem.
- c. Cara pengoperasian yang tidak memperhatikan kemampuan peralatan maupun kemampuan pasokan daya.

Menurunkan angka Saidi dan Saifi :

- a. Meningkatkan kualitas konfigurasi jaringan
 - b. Meningkatkan pasokan tenaga listrik alternatif
 - c. Meningkatkan kualitas pemeliharaan
 - d. Meningkatkan pengetahuan & ketrampilan petugas
 - e. Menyiapkan jumlah petugas dengan perbandingan yang memadai dengan jumlah pelanggan
 - f. Menggunakan material sesuai standar
4. Sistem dinyatakan berada dalam keadaan operasi baik apabila :
- a. Frekuensi dalam batas kisaran operasi normal ($50 \pm 0,2$ Hz), kecuali penyimpangan dalam waktu singkat diperkenankan pada kisaran ($50 \pm 0,5$ Hz), sedangkan selama kondisi gangguan, frekuensi boleh berada pada batas 47,5 Hz dan 52 Hz.
 - b. Tegangan di Gardu Induk harus menjamin bahwa tegangan pada semua pelanggan berada dalam kisaran tegangan yang ditetapkan sepanjang pengatur tegangan jaringan distribusi dan peralatan pemasok daya reaktif bekerja dengan baik. Operasi pada batas-batas tegangan ini diharapkan dapat membantu mencegah terjadinya *voltage collapse* dan masalah stabilitas dinamik sistem.
 - c. Tingkat pembebanan jaringan transmisi dipertahankan berada dalam batas-batas yang ditetapkan melalui studi analisis stabilitas steady state dan transient untuk semua gangguan yang potensial (credible outage).
 - d. Tingkat pembebanan arus di semua peralatan jaringan transmisi dan gardu induk (transformator dan switchgear) berada dalam batas rating normal untuk semua single contingency gangguan peralatan.
 - e. Konfigurasi Sistem sedemikian rupa sehingga semua PMT (circuit breaker) di jaringan transmisi akan mampu memutus arus gangguan yang mungkin terjadi dan mengisolir peralatan yang terganggu.

5. Strategi tujuan dalam strategi operasi sistem tenaga listrik:

a. Strategi Tujuan Ekonomi

Pengoperasian sistem tenaga listrik secara efisien tanpa melanggar batasan keamanan dan mutu, efisien dalam pengertian biaya operasi yang rendah, dan dititikberatkan pada biaya sistem pembangkitan, dalam hal ini adalah biaya bahan bakar, untuk memperoleh biaya bahan bakar yang efisien maka diawali dengan proses penyusunan strategi pembuatan rot.

b. Strategi Tujuan Keandalan

Kemampuan sistem untuk menghadapi kejadian yang tidak direncanakan, tanpa mengakibatkan pemadaman. grid code dalam aturan operasi menyebutkan bahwa : “aturan operasi ini menjelaskan tentang peraturan dan prosedur yang berlaku untuk menjamin agar keandalan dan efisiensi operasi sistem jawa-madura-bali dapat dipertahankan pada suatu tingkat tertentu”.

c. Strategi Tujuan Mutu

Kemampuan sistem untuk menjaga agar semua batasan operasi terpenuhi. grid code dalam aturan operasi (oc 1.6) menyebutkan keadaan operasi sistem yang berhasil / memuaskan dalam keadaan baik apabila:

- 1) Frekuensi dalam batas operasi normal ($50 \pm 0,2$ hz),penyimpangan dalam waktu singkat ($50 \pm 0,5$ hz),selama kondisi gangguan,boleh berada pada 47.5 hz dan 52.0 hz.
- 2) Tegangan di gardu induk berada dalam batas yang ditetapkan dalam aturan penyambungan (cc 2.0). Batas-batas menjamin bahwa tegangan berada dalam kisaran yang ditetapkan sepanjang pengatur tegangan jaringan distribusi dan peralatan pemasok daya reaktif bekerja dengan baik. Operasi pada batas-batas tegangan ini diharapkan dapat membantu mencegah terjadinya voltage collapse dan masalah stabilitas dinamik sistem;
- 3) Tingkat pembebanan jaringan transmisi dipertahankan dalam batas yang ditetapkan melalui studi analisis stabilitas steady state dan transient untuk semua gangguan yang potensial (credible outage).

- 4) Tingkat pembebanan arus di semua peralatan jaringan transmisi dan gardu induk (transformator dan switchgear) dalam batas rating normal untuk semua single contingency gangguan peralatan.
- 5) Konfigurasi sistem sedemikian rupa sehingga semua PMT di jaringan transmisi mampu memutus arus gangguan yang mungkin terjadi dan mengisolir peralatan yang terganggu.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

KONDISI PENGOPERASIAN JARINGAN TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. TUJUAN

Peserta diklat dapat mengoperasikan jaringan sistem tenaga listrik

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Setelah mempelajari materi ini diharapkan peserta diklat bisa menganalisis kondisi pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik

C. URAIAN MATERI

1. Operasi Sistem

Kegiatan mengatur, membagi, memindahkan, dan menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk, gardu distribusi sampai ke konsumen dilakukan oleh beberapa pihak yang dikoordinir oleh pengatur distribusi. Dalam operasi sistem distribusi, setiap alur tugas dari pekerjaan ditentukan oleh prosedur tetap yang biasa disebut Standing Operation Procedure (SOP), dimana SOP adalah prosedur yang dibuat berdasarkan kesepakatan / ketentuan yang harus dipatuhi oleh seseorang atau tim untuk melaksanakan tugas / fungsinya agar mendapatkan hasil yang optimal dan untuk mengantisipasi kesalahan manuver, kerusakan peralatan dan kecelakaan manusia.

Keadaan pemulihan dimana operator / teknisi melakukan tindakan manuver atas perintah Dispatcher kemudian melaporkannya. Tindakan operator / teknisi jaringan distribusi dalam keadaan darurat adalah membebaskan peralatan dari tegangan, sehubungan dengan kondisi setempat seperti : banjir, kebakaran, huru – hara atau kondisi yang dianggap bahaya oleh operator / teknisi jaringan distribusi, selanjutnya operator / teknisi jaringan distribusi harus melaporkan kejadian tersebut pada dispatcher APD dan piket APJ. Operasi sistem distribusi juga tergantung dari beberapa hal, antara lain berdasarkan pada konfigurasi dan pola jaringan sistem distribusi yang digunakan. Kondisi prioritas adalah perlakuan khusus pada suatu Jaringan tegangan menengah dimana jaringan tersebut mencatu ke lokasi atau acara-acara yang bersifat regional, Nasional atau Internasional akan dibuatkan SOP khusus.

Kegiatan operasi distribusi ini dibedakan dalam dua keadaan yaitu :

a. Operasi Kondisi Normal

Kondisi Normal adalah suatu keadaan dimana semua peralatan utama, peralatan bantu, dan peralatan pendukung dapat dioperasikan sesuai batas-batas keamanan perusahaan serta sesuai dengan fungsinya. Operator / teknisi melakukan pengawasan / mensupervisi jaringan distribusi dan melaksanakan perintah dispatcher / APD untuk manuver

perbaikan sistem maupun pemeliharaan jaringan distribusi serta kebutuhan lainnya. Pada operasi kondisi normal, tugas dispatcher AP2B adalah :

- a. Melaksanakan serah terima tugas dispatcher antara petugas sebelumnya dan yang akan menggantikannya.
- b. Membaca dan memahami dokumen rencana operasi harian (roh) dari fungsi rencana operasi.
- c. Melaksanakan monitoring pembebanan pembangkit dan aliran daya sesuai dengan roh (rencana pembangkitan dan beban harian AP2B) dan kondisi real time.
- d. Memberikan perintah menurunkan/menaikkan beban ke pembangkit sesuai dengan kebutuhan sistem sesuai merit order dengan tetap memperhatikan keandalan sistem.
- e. Senantiasa memberi perintah untuk mempertahankan frekuensi pada 50 hz kepada pembangkit yang mengatur frekuensi.

b. Operasi kondisi gangguan

1) Pengaturan operasi pada kondisi *blackout*

Kondisi *blackout* adalah gangguan pada salah satu atau beberapa komponen sistem yang menyebabkan hilangnya beban sistem sebesar lebih dari 50 % (lima puluh persen) tanpa disertai hilangnya profil tegangan 150 kv, 66 kv, 30 kv, atau 20 kv. definisi ini sesuai dengan se direksi pln no. 0022.e/dir/2005 tanggal 16 desember 2005, tentang penetapan klasifikasi gangguan sistem. pada umumnya gangguan ini menyebabkan sistem beroperasi island dengan 1 island atau lebih yang bertahan.

a) Tindakan awal

- a. Pahami kondisi mutakhir sistem dan lokasi penyebab awal gangguan.
- b. Laporkan kondisi tersebut ke operator pembangkitan, gardu induk, dan dispatcher apd.
- c. Jika profil tegangan 150 kv pada sistem berada diluar batas yang diijinkan (diatas 165 kv atau dibawah 135 kv),

maka laksanakan prosedur pengaturan tegangan yang terdapat pada prosedur operasi kondisi normal.

b) Tindakan pemulihan

Jika terjadi gangguan transmisi yang menyebabkan terbukanya sistem loop/terbentuknya island, maka lakukan tindakan sesuai urutan berikut :

(1) Sinkronkan line transmisi yang trip jika telah memenuhi syarat sinkron.

(2) Jika tidak memenuhi syarat sinkron, maka lakukan langkah-langkah sesuai urutan berikut sampai syarat sinkron terpenuhi :

(a) Laksanakan prosedur pengaturan tegangan yang terdapat pada prosedur operasi kondisi normal.

(b) Pada titik yang bertegangan rendah lakukan langkah langkah sebagai berikut :

- Naikkan tegangan genarator pembangkit terdekat.
- Lepaskan beban distribusi.
- Tambah beban pembangkit.
- Pada titik yang bertegangan tinggi lakukan langkah langkah sebagai berikut :
 - Turunkan tegangan genarator pembangkit terdekat.
 - Masukkan beban distribusi.
 - Kurangi beban pembangkit.
 - Pindahkan titik loop/sinkronisasi ke titik yang lebih memungkinkan.

2) Pengaturan operasi pada kondisi padam total

Padam total adalah kondisi hilangnya profil tegangan 150kv, 66 kv, 30 kv, dan 20 kv pada seluruh grid sistem.

a) Tindakan awal

(1) Pahami kondisi mutakhir sistem dan lokasi penyebab awal gangguan.

(2) Laporkan kondisi mutakhir sistem ke dispatcher APD, operator unit pembangkitan, dan operator GI.

(3) Untuk dispatcher, buka PMT sesuai urutan.

b) Tindakan pemulihan membangun sub-sistem

Untuk proses pemulihannya, dispatcher segera memerintahkan semua unit pembangkit yang memiliki fasilitas black-start untuk melakukan *idle run* tanpa mengisi bus 150 kv. pemulihan beban dilaksanakan secepat mungkin dengan memprioritaskan membangun dari sub-sistem yang paling penting.

Koordinasikan dengan semua dispatcher untuk melakukan sinkron dengan semua sub-sistem. jika tegangan dari sub-sistem sudah ada koordinasikan dengan dispatcher utara untuk melakukan sinkronisasi. jika syarat syarat sinkron di pmt 150 kv line tidak dapat terpenuhi, maka pindahkan titik sinkron ke lokasi. pantau tegangan busbar 150 kv di GI, jika tegangan busbar diata 160 kv, tutup PMt 150 kv reaktor di GI (pada posisi 15 mvar).

Normalkan jalur loop utama, normalkan seluruh line transmisi pada jalur loop utama yang masih beroperasi 1 line. Normalkan tranmisi radial. Jika PLTG GE 1 atau GE 2 direncanakan mengisi rel 150 kv bus a lebih awal (*blackstart*) melalui rel 150 kv bus a, maka lakukan langkah berikut :

(1) Buka PMT 150 kv PMT IBT1, IBT 3, dan IBT 5 di GI. tello 150 kv.

(2) Lepas pmt 150 kv trafo generator sebagai berikut :

- PMT 150 kv trafo cogindo 1 dan 2
- PMT 150 kv trafo mitsubishi 1 dan 2
- PMT 150 kv trafo swd 1 dan 2

3) Pengaturan operasi pada kondisi gangguan transmisi.

Kondisi gangguan pada transmisi radial.

Tindakan pemulihan.

Bila terjadi gangguan pada jalur tersebut di atas, maka tindakan dispatcher adalah sebagai berikut :

- a) Pastikan lokasi transmisi yang mengalami gangguan (trip) dan normalkan frekuensi dan tegangan sistem.
 - b) Tanyakan dan catat indikasi relai yang bekerja ke operator gardu induk.
 - c) Tanyakan kondisi peralatan yang mengalami gangguan ke operator gardu induk.
 - d) Pastikan operator gardu induk telah melaksanakan sop lokal pada gardu induk yang mengalami gangguan.
 - e) Pmt line bisa dicoba masuk kembali satu kali dengan tetap memperhatikan kondisi sistem, jika line transmisi tersebut tidak memiliki relai auto reclose.
 - f) Lokalisir gangguan dan laporkan ke piket tragi terkait, jika pmt tidak bisa masuk kembali akibat gangguan permanen.
 - g) Untuk gangguan permanen transmisi 66 kv line tello – daya, maka gi. Daya disuplai dari gi. Mandai.
 - h) Untuk gangguan permanen transmisi 66 kv line tello – mandai, maka gi. Mandai disuplai dari gi. Daya, atau gi. Pangkep.
 - i) Laporkan ke apd atau piket distribusi cabang terkait, jika gangguan menyebabkan pasokan tegangan ke distribusi hilang.
- 4) Gangguan transmisi yang berhubungan dengan pembangkit
- Tindakan pemulihan
- a) Normalkan frekuensi dan tegangan sistem.
 - b) Pastikan lokasi sudd yang mengalami gangguan (trip).
 - c) Cek kondisi unit pembangkitan yang berhubungan dengan transmisi yang trip.
 - d) Tanyakan dan catat indikasi relai yang bekerja ke operator gardu induk.
 - e) Bila sudd yang gangguan menyebabkan sistem defisit daya, maka start pembangkit yang siap operasi sesuai merit order.

- f) Pmt line bisa dicoba masuk kembali satu kali dengan tetap memperhatikan kondisi sistem, jika line transmisi tersebut tidak memiliki relai auto reclose.
- g) Jika pmt tidak bisa masuk kembali karena gangguan, lokalisir gangguan dan laporkan ke unit tragi yang bersangkutan.
- h) Laporkan ke apd atau piket distribusi cabang terkait, jika sistem membutuhkan perubahan beban distribusi.

2. Kondisi Operasi Terpisah (*Island Operation*)

Island operation adalah suatu strategi untuk mempertahankan sistem setelah terjadinya gangguan besar dan 5 tahapan skema UFR sudah bekerja dengan membentuk beberapa sub-sistem.

Tindakan pemulihan

Jika *island* tidak berhasil beroperasi, tindakan dispatcher adalah :

- a. Pahami kondisi mutakhir sistem.
- b. Menginformasikan dan memerintahkan operator untuk mengatur frekuensi island.
- c. Menginformasikan kepada operator untuk start tanpa mengisi bus 150 kv (*idle run*) dan menunggu tegangan dari sistem.
- d. Laksanakan prosedur tindakan pemulihan kondisi blackout.

3. Pengaturan operasi kondisi darurat

Keadaan darurat pada sistem dianggap terjadi bila :

- a. Kapasitas marjin cadangan atau tegangan sistem turun ke bawah tingkat yang dapat diterima.
- b. Gangguan telah menyebabkan sistem terpisah dan/atau pemadaman sebagian atau total.
- c. Terjadinya badai, gempa bumi, huru-hara dan sebagainya mengancam keamanan sistem.
- d. Dispatcher AP2B dan pemakai jaringan lainnya wajib mengikuti prosedur operasi kondisi darurat untuk mengembalikan kondisi sistem secepatnya ke keadaan aman.

4. Pengendalian Operasi Kondisi Normal

PLN AP2B harus memelihara dan mendistribusikan sebuah petunjuk prosedur keadaan darurat sistem berikut daftar rinci semua pihak yang harus diberitahu bahwa sistem dalam keadaan darurat, termasuk nomor telepon dinas dan telepon rumah serta alternatif penyampaian lain bila mereka tidak berada di rumah. petunjuk tersebut juga harus menetapkan tempat ke mana petugas utama harus pergi melapor untuk pelaksanaan pemulihan.

Pengumuman Kekurangan Daya

PLN AP2B akan mengumumkan kepada pemakai jaringan suatu kondisi kekurangan daya bila :

- a. Cadangan operasi turun sampai di bawah kebutuhan minimum dan tidak tersedia daya untuk mengatasinya.
- b. Cadangan operasi dalam rencana bulanan diperkirakan akan kurang dari kebutuhan minimum dan tidak tersedia daya untuk mengatasinya. dalam kasus terakhir, maka PLN AP2B harus mengumumkan keadaan kekurangan daya minimal seminggu sebelumnya.

Pemberitahuan kekurangan daya

Segera setelah kekurangan daya diumumkan, PLN AP2B harus :

- a. Memberitahu pln cabang terkait bahwa telah terjadi kekurangan daya dan agar mempersiapkan pelepasan beban yang dapat diputus (*manual load sheeding*) guna mempertahankan tingkat cadangan operasi minimum berdasarkan daftar penyulang yang telah disepakati.
- b. Memberitahu unit/perusahaan pembangkit bahwa telah terjadi atau mungkin akan terjadi kekurangan daya dan agar berusaha untuk menambah daya tersedia di setiap unit pembangkit.
- c. Melaporkan kepada general manager pln wilayah

Pengumuman kondisi darurat di sistem

PLN AP2B mengumumkan adanya kondisi darurat bilamana :

- a. Cadangan berputar di sistem turun ke tingkat di bawah kebutuhan minimum;

- b. Pembebanan yang tinggi pada ruas transmisi, sehingga bisa menyebabkan ketidakstabilan sistem.
- c. Tegangan sistem yang rendah dan dapat membawa ke kondisi voltage collapse dan semua upaya yang ada telah dilakukan untuk mengatasi masalah.
- d. Gangguan jaringan telah menyebabkan terpecahnya sistem dan/atau pemadaman sebagian atau total.
- e. Ada ancaman badai, gempa bumi, kebakaran, huru-hara dan sebagainya terhadap keamanan sistem.

Pemberitahuan keadaan darurat di sistem

Segera setelah keadaan darurat di sistem diumumkan, PLN AP2B harus segera melakukan pemberitahuan berikut :

- a. Memberitahu semua pemakai jaringan melalui fasilitas pesan operasi (*grid operations message system*) bahwa keadaan darurat di sistem telah diumumkan.
- b. Memberitahu pln cabang terkait, besar pengurangan beban yang diperlukan (jika memang perlu).
- c. Melaporkannya kepada general manager pln wilayah.
- d. Memberitahu pimpinan PLN AP2B tentang adanya badai, gempa bumi, kebakaran, huru-hara dan sebagainya sehingga perlunya mengaktifkan ruang operasi darurat.
- e. Pemberitahuan harus secara ringkas dan jelas menyebutkan masalah yang terjadi dan tindakan yang diharapkan dari penerima pemberitahuan.

5. Tata cara / hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan konfigurasi jaringan

- a. Urutan fasa antara penyulang yang akan digandeng dengan penyulang lain harus sama.
- b. Tegangan sisi 20kV kedua penyulang yang akan digandeng harus sama, dengan deviasi tegangan diijinkan maksimum 0,5kV.

- c. Trafo dan penyulang yang akan dilimpahi beban dipastikan masih mampu.
- d. Hindari penggandengan antar penyulang terlalu lama.
- e. Reclosing relay pada kedua PMT sebelum joint di posisikan Off reclosing.

Kondisi Gangguan

- a. PMT 20kV penyulang gardu induk yang dilengkapi Reclosing Relay posisi On Reclosing, apabila trip/jatuh (reclose $\diamond$ lockout) maka penormalannya dengan melokalisir jaringan per section (ABSW) dan dinormalkan secara bertahap sampai dengan Recloser pertama dilanjutkan penormalan dari Recloser.
- b. PMT penyulang 20kV dengan Reclosing Relay posisi OFF, apabila trip dengan Relay kerja GFR bendera i dan t maka PMT tersebut dapat dicoba satu kali lagi.
- c. PMT penyulang 20kV dengan Reclosing Relay posisi OFF, apabila trip dengan Relay kerja OCR bendera i maka penormalannya harus dilokalisir dulu dan dilaksanakan per section (ABSW).
- d. PMT penyulang 20kV dengan Reclosing Relay posisinya ON/OFF, apabila trip dengan Relay kerja OCR/GFR fasa-fasa baik instantaneous/time delay maka penormalannya harus dilaksanakan per section (ABSW/Recloser).
- e. PMT penyulang 20kV trip, apabila penyulang tersebut melayani dua wilayah UJ/UPJ, untuk penormalannya agar berkoordinasi dengan kedua wilayah tersebut.
- f. Gangguan pada trafo tenaga gardu induk PMT 150 kV penormalannya sesuai SOP gardu induk.
- g. PMT incoming 20kV trip, maka langkah penormalannya:
 - 1) Piket dispatcher APJ memerintahkan kepada operator GI/ petugas UJ/UPJ untuk melakukan pengecekan apakah semua PMT penyulang 20kV yang dilayani Incoming tersebut sudah dalam

posisi lepas dan meminta data pelepasan PMT serta relay yang bekerja.

- 2) Piket dispatcher APJ meminta informasi kepada operator GI apakah PMT incoming 20kV sudah siap dimasukan.
- 3) Piket dispatcher APJ memerintah kepada operator GI/ petugas UJ/UPJ untuk melakukan pengecekan kondisi sel 20kV apakah aman bila PMT incoming 20kV dimasukan.
- 4) Setelah aman piket dispatcher APJ memerintahkan kepada operator GI untuk memasukan PMT incoming 20kV.
- 5) Piket Dispatcher APJ memerintahkan kepada operator GI/ petugas UJ/UPJ untuk memasukan PMT penyulang 20kV yang aman secara bertahap.
- 6) PMT penyulang 20kV yang Relaynya kerja atau PMTnya trip, maka jaringannya harus dilokalisir terlebih dahulu oleh petugas UJ/UPJ dan penormalannya dilaksanakan sesuai dengan yang tercantum pada nomor 1.
- 7) PMT Penyulang 20kV Gardu Induk trip/dilepas karena Relay kerja UFR/ load Shedding, maka untuk penormalannya menunggu informasi dari P3D/RJTD.
- 8) Apabila Recloser / Sectionalizer trip atau fuse cut off (FCO) putus maka untuk melokalisir dan penormalannya dilakukan oleh UJ/UPJ setempat secara bertahap sehingga daerah padam menjadi sekecil mungkin. Selanjutnya pelaksanaan switching dilaporkan kepada Piket Dispatcher APJ.
- 9) Piket Dispatcher APJ mencatat semua kejadian/ penyebab terjadinya gangguan atau kondisi yang tidak normal dan urutan penormalannya dalam formulir/buku monitor operasi yang baku.

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

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

1. Kegiatan pendahuluan

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

2. Kegiatan inti

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

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

a. Eksplorasi

- 1) Melibatkan peserta diklat mencari informasi yang luas dan dalam tentang topik/tema materi yang akan dipelajari;
- 2) Menggunakan beragam pendekatan pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar lain;
- 3) Memfasilitasi terjadinya interaksi antarpeserta diklat serta antara peserta diklat dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) Melibatkan peserta diklat secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) Memfasilitasi peserta diklat melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

- 1) Membiasakan peserta diklat membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) Memfasilitasi peserta diklat melalui pemberian tugas, diskusi, dan lain-lain untuk memunculkan gagasan baru baik secara lisan maupun tertulis;
- 3) Memberi kesempatan untuk berpikir, menganalisis, menyelesaikan masalah, dan bertindak tanpa rasa takut;
- 4) Memfasilitasi peserta diklat dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;

- 5) Memfasilitasi peserta diklat berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
- 6) Memfasilitasi peserta diklat membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
- 7) Memfasilitasi peserta diklat untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
- 8) Memfasilitasi peserta diklat melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
- 9) Memfasilitasi peserta diklat melakukan kegiatan yang menumbuhkan kebanggaan dan rasa percaya diri.

c. Konfirmasi

- 1) Memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat, maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik;
- 2) Memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi peserta didik melalui berbagai sumber;
- 3) Memfasilitasi peserta diklat melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) Memfasilitasi peserta diklat untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
- 5) Berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan peserta diklat yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
- 6) Membantu menyelesaikan masalah;
- 7) Memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
- 8) Memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
- 9) Memberikan motivasi kepada peserta diklat yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan penutup

- a. Bersama-sama dengan peserta diklat dan/atau sendiri membuat rangkuman atau simpulan pelajaran;
- b. Melakukan penilaian dan/atau refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan secara konsisten dan terprogram;
- c. Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran;
- d. Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tu-

gas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta diklat;
dan

- e. Menyampaikan rencana kegiatan pembelajaran pada diklat berikutnya.

E. LATIHAN

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan operasi sistem, SOP, keadaan pemulihan, dan kondisi prioritas?
2. Jelaskan tugas dispatcher AP2B pada kondisi normal?
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kondisi *blackout* dan sebutkan tindakan awal yang dilakukan untuk mengatasi kondisi tersebut?
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan *Island operation* dan tindakan apa yang harus dilakukan oleh dispatcher jika *island* tidak berhasil beroperasi?
5. Jelaskan tata cara dalam pengaturan konfigurasi jaringan?

F. 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.

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

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

G. RANGKUMAN

Kondisi pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik terdiri dari Kondisi Normal adalah suatu keadaan dimana semua peralatan utama, peralatan bantu, dan peralatan pendukung dapat dioperasikan sesuai batas-batas keamanan perusahaan serta sesuai dengan fungsinya. Menjaga tegangan sistem pada tingkat nominal diperlukan untuk mengurangi rugi-rugi jaringan dan ancaman voltage collapse serta masalah stabilitas *transient* dan *steady state*.

H. KUNCI JAWABAN

1. Operasi Sistem adalah Kegiatan mengatur, membagi, memindahkan, dan menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk, gardu distribusi sampai ke konsumen dilakukan oleh beberapa pihak yang dikoordinir oleh pengatur distribusi. Dalam operasi sistem distribusi, setiap alur tugas dari pekerjaan ditentukan oleh prosedur tetap yang biasa disebut Standing Operation Procedure (SOP), dimana SOP adalah prosedur yang dibuat berdasarkan kesepakatan / ketentuan yang harus dipatuhi oleh seseorang atau tim untuk melaksanakan tugas / fungsinya agar mendapatkan hasil yang optimal dan untuk mengantisipasi kesalahan manuver, kerusakan peralatan dan kecelakaan manusia.
Keadaan pemulihan dimana operator / teknisi melakukan tindakan manuver atas perintah Dispatcher kemudian melaporkannya. Kondisi prioritas adalah perlakuan khusus pada suatu Jaringan tegangan menengah dimana jaringan tersebut mencatu ke lokasi atau acara-acara yang bersifat regional, Nasional atau Internasional akan dibuatkan SOP khusus.
2. Tugas dispatcher AP2B adalah :
 - a. Melaksanakan serah terima tugas dispatcher antara petugas sebelumnya dan yang akan menggantikannya.
 - b. Membaca dan memahami dokumen rencana operasi harian (roh) dari fungsi rencana operasi.
 - c. Melaksanakan monitoring pembebanan pembangkit dan aliran daya sesuai dengan roh (rencana pembangkitan dan beban harian AP2B) dan kondisi real time.
 - d. Memberikan perintah menurunkan/menaikkan beban ke pembangkit sesuai dengan kebutuhan sistem sesuai merit order dengan tetap memperhatikan keandalan sistem.
 - e. Senantiasa memberi perintah untuk mempertahankan frekuensi pada 50 hz kepada pembangkit yang mengatur frekuensi.
3. Kondisi *blackout* adalah gangguan pada salah satu atau beberapa komponen sistem yang menyebabkan hilangnya beban sistem sebesar

lebih dari 50 % (lima puluh persen) tanpa disertai hilangnya profil tegangan 150 kv, 66 kv, 30 kv, atau 20 kv.

Tindakan awal

- a. Pahami kondisi mutakhir sistem dan lokasi penyebab awal gangguan.
 - b. Laporkan kondisi tersebut ke operator pembangkitan, gardu induk, dan dispatcher apd.
 - c. Jika profil tegangan 150 kv pada sistem berada diluar batas yang diijinkan (diatas 165 kv atau dibawah 135 kv), maka laksanakan prosedur pengaturan tegangan yang terdapat pada prosedur operasi kondisi normal.
4. *Island operation* adalah suatu strategi untuk mempertahankan sistem setelah terjadinya gangguan besar dan 5 tahapan skema UFR sudah bekerja dengan membentuk beberapa sub-sistem.

Tindakan pemulihan

Jika *island* tidak berhasil beroperasi, tindakan dispatcher adalah :

- a. Pahami kondisi mutakhir sistem.
 - b. Menginformasikan dan memerintahkan operator untuk mengatur frekuensi island.
 - c. Menginformasikan kepada operator untuk start tanpa mengisi bus 150 kv (*idle run*) dan menunggu tegangan dari sistem.
 - d. Laksanakan prosedur tindakan pemulihan kondisi blackout.
5. Tata cara dalam mengatur konfigurasi jaringan
- a. Urutan fasa antara penyulang yang akan digandeng dengan penyulang lain harus sama.
 - b. Tegangan sisi 20kV kedua penyulang yang akan digandeng harus sama, dengan deviasi tegangan diijinkan maksimum 0,5kV.
 - c. Trafo dan penyulang yang akan dilimpahi beban dipastikan masih mampu.
 - d. Hindari penggandengan antar penyulang terlalu lama.
 - e. Reclosing relay pada kedua PMT sebelum joint di posisikan Off reclosing.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

TEKNIK PENGOPERASIAN JARINGAN TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. TUJUAN

Peserta diklat dapat mengoperasikan jaringan sistem tenaga listrik

B. INDIKATOR KOMPETENSI

Setelah mempelajari materi ini diharapkan peserta diklat bisa menganalisis teknik pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik

C. URAIAN MATERI

Energi listrik bisa sampai ke konsumen itu tentunya harus melalui jaringan. jadi jaringan listrik merupakan faktor yang penting dalam sistem tenaga listrik. sedangkan yang harus diperhatikan pada jaringan itu adalah masalah tegangan dan maksimal pembebanan. Dengan melakukan analisa pada jaringan itu maka kondisi sistem jaringan bisa diketahui sehingga dapat memberikan prediksi pada operasi sistem. sementara itu kondisi sistem jaringan akan mengalami perubahan jika terjadi pertama masuknya unit pembangkit/transmisi baru. Kedua adanya *outage* terencana pada sistem. Analisa jaringan yang dilakukan bersifat dinamik, di mana peninjauan kembali hasil studi bisa dilakukan sehingga memberi hasil akhir yang lebih baik, artinya yang tidak banyak deviasi. analisa yang dilakukan pada jaringan meliputi bidang stabilitas sistem, frekuensi sistem load flow dan short circuit. Karena semakin banyaknya saluran transmisi dalam suatu sistem tenaga, maka untuk menyalurkan daya dari pusat-pusat pembangkit ke beban dilakukan dengan beberapa alternatif. dengan kata lain beberapa macam konfigurasi jaringan dapat dibuat untuk suatu kondisi operasi tertentu. Suatu konfigurasi jaringan tertentu dapat memberikan sekuriti sistem dan kualitas tenaga listrik yang baik disisi konsumen. Karena pada dasarnya gangguan yang terjadi di jaringan sistem tenaga listrik tidak dapat ditentukan secara pasti baik waktu maupun tempatnya maka pemilihan konfigurasi jaringan ini tidak akan mengurangi jumlah gangguan.

1. Margin / cadangan operasi

Cadangan operasi adalah cadangan putar, didefinisikan sebagai jumlah kapasitas daya pembangkitan yang tersedia dan tidak dibebani penuh. Cadangan panas, yang didefinisikan sebagai pembangkit yang dapat diasut dan disinkronkan ke sistem dalam waktu 10 menit dan beban interruptible yang dapat dilepas dalam waktu 10 menit. Cadangan dingin didefinisikan sebagai pembangkit yang dapat diasut dan disinkronkan ke sistem dalam waktu empat jam. Cadangan jangka panjang didefinisikan sebagai pembangkit yang dapat diasut dan disinkronkan ke sistem dalam waktu lebih dari empat jam tetapi kurang dari dua hari.

Margin cadangan (kebutuhan minimum) harus tersedia setiap saat :

- a. Cadangan panas $\geq$ kapasitas unit pembangkit terbesar yang terhubung ke sistem.
- b. Cadangan panas ditambah cadangan dingin $\geq$ dua unit pembangkit terbesar yang terhubung ke sistem.
- c. Cadangan panas ditambah cadangan dingin ditambah cadangan jangka panjang $\geq$ dua pembangkit terbesar yang terhubung ke sistem ditambah margin keandalan. tambahan margin keandalan ini dapat dinyatakan dalam persentase terhadap beban puncak harian atau dalam mw; yang perhitungannya berdasarkan studi-studi energi tak terlayani dan/atau loss of load probability.
- d. Kriteria ini harus ditinjau ulang dan diperbarui secara periodik untuk menjamin efektifitas biaya.

2. Pengaturan Tegangan Sistem

Menjaga tegangan sistem pada tingkat nominal diperlukan untuk mengurangi rugi-rugi jaringan dan ancaman voltage collapse serta masalah stabilitas *transient* dan *steady state*. pengendalian tegangan juga diperlukan untuk menghindari kerusakan peralatan yang terhubung ke jaringan transmisi, baik oleh tegangan yang terlalu rendah maupun yang terlalu tinggi, serta untuk menjamin bahwa tegangan di sisi pelanggan berada dalam tingkat yang dapat diterima. selain itu, ketidakseimbangan tegangan dan harmonisa harus dikendalikan pula untuk memberi pelayanan yang memuaskan ke pelanggan. Pengaturan tegangan pada saat tegangan sistem rendah (dibawah 10%) dilakukan dengan langkah langkah berikut :

- a. Mengatur tap IBT dan trafo distribusi jika tegangan rendah terjadi pada level tegangan 66 kv dan 20 kv.
- b. Operasikan kapasitor 66 kv yang ada pada gardu induk dengan prioritas sebagai berikut :
 - Kapasitor 66 kv di Gl. tello
 - Kapasitor 66 kv di Gl. tallo lama
 - Kapasitor 66 kv di Gl. daya
 - Kapasitor 66 kv di Gl. pangkep

- c. Perintahkan kepada unit pembangkitan untuk menaikkan tegangan keluaran generator dengan tetap memperhatikan batasan $\cos \phi$ dari unit pembangkitan tersebut (kurva kapabilitas).
- d. Kurangi suplai dari utara dengan menurunkan beban pembangkit pembangkit di utara dan mengoperasikan pembangkit di selatan yang stand-by sesuai merit order yang telah ditetapkan.
- e. Lakukan penurunan beban secukupnya pada pelanggan industri besar (tonasa/bosowa) sampai tegangan sistem berada pada batas yang diijinkan.

Pengaturan tegangan pada saat tegangan sistem tinggi (diatas 10 %) dilakukan dengan langkah langkah berikut :

- a. Mengatur tap IBT dan trafo distribusi jika tegangan tinggi terjadi pada level tegangan 66 kv dan 20 kv.
- b. Lepas kapasitor 66 kv yang masih beroperasi dengan prioritas sebagai berikut:
 - Kapasitor 66 kv di gi. pangkep
 - Kapasitor 66 kv di gi. daya
 - Kapasitor 66 kv di gi. tallo lama
 - Kapasitor 66 kv di gi. tello
- c. Perintahkan kepada unit unit pembangkitan untuk menurunkan tegangan keluaran generator dengan tetap memperhatikan batasan $\cos \phi$ dari unit pembangkitan tersebut (kurva kapabilitas).
- d. Jika tegangan pada sistem utara (di gi. parepare) diatas 165 kv, masukkan pmt 150 kv reaktor di gardu induk bone (yang berada pada tap 30 mvar).
- e. Jika tegangan pada sistem utara (di gi. parepare) diatas 160 kv, masukkan pmt 150 kv reaktor di gardu induk bulukumba (yang berada pada tap 15 mvar).
- f. Operasikan reaktor dikedua gardu induk tersebut jika diperlukan penurunan tegangan untuk memenuhi syarat sinkron pada saat terjadi gangguan yang mengakibatkan terbukanya sistem loop.buka satu line penghantar panjang yang beroperasi dua line sampai tegangan memenuhi syarat sinkron.

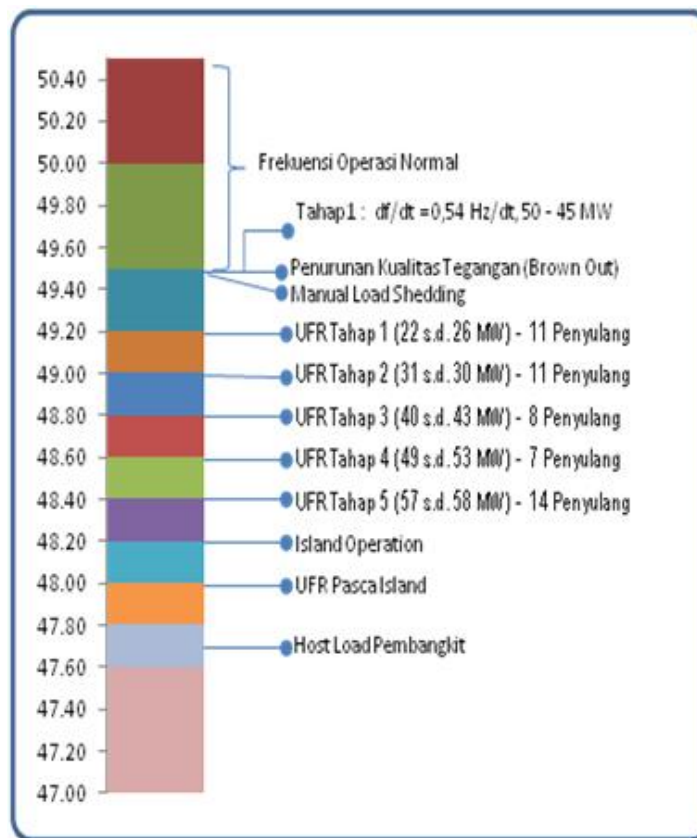
3. Pengaturan Frekuensi Sistem

Frekuensi di sistem akan konstan bila total pembangkitan seimbang dengan total beban ditambah rugi-rugi jaringan. bila pembangkitan melebihi beban ditambah rugi-rugi, maka frekuensi sistem naik. bila beban ditambah rugi-rugi melebihi pembangkitan, maka frekuensi sistem turun. rentang pengaturan frekuensi yang sempit diperlukan untuk menyediakan frekuensi pasokan yang stabil bagi semua pemakai jaringan dan pelanggan akhir.

Frekuensi sistem dipertahankan dalam kisaran $\pm 0,2$ hz di sekitar 50 hz, kecuali dalam periode transien yang singkat, dimana penyimpangan sebesar $\pm 0,5$ hz diizinkan, serta selama kondisi darurat. pengendalian frekuensi dicapai melalui aksi governor unit pembangkit.

- a. Dispatcher AP2B memerintahkan ke unit unit pembangkit untuk menaikkan atau menurunkan beban pembangkit.
- b. Penurunan tegangan dalam rangka menurunkan beban sistem (*brown out*).
- c. Pengurangan beban konsumen besar (khususnya barawaja) bila operasi.
- d. Pengurangan beban secara manual (manual load sheeding).
- e. Pelepasan beban otomatis pada penyulang 20 kv dengan under frequency relay (ufr) secara bertahap dalam 5 tahapan.
- f. Pemisahan sistem menjadi beberapa pulau (island operation) yang terdiri dari island bakaru, island sengkang, dan island tello pada saat frekuensi sistem turun sampai 48,20 hz.
- g. Pelepasan beban pada frekuensi 48,00 hz pada masing masing island untuk mengantisipasi undergenerated pada island yang sudah terbentuk.
- h. Pengoperasian terpisah unit unit pembangkitan dengan menanggung beban pemakaian sendirinya (host load) pada frekuensi 47,50 hz.
- i. Pelepasan generator oleh rele frekuensi lebih (load rejection).

Secara umum, pola pengaturan frekuensi sistem ditunjukkan pada gambar 1 :



Gambar 2. Skema Pengaturan Frekuensi Sistem

4. Kesalahan Waktu

Dalam rangka menyediakan indikasi waktu yang andal bagi peralatan pelanggan yang menghitung jam berdasarkan frekuensi. Pusat pengatur beban harus berusaha untuk menghindari kesalahan waktu (*time error*) lebih dari 30 detik.

5. Aksi Governor Pembangkit

Semua unit pembangkit harus beroperasi dengan governor yang tidak diblok kecuali diizinkan oleh pusat pengatur beban. Semua unit pembangkit harus menyetel karakteristik drop governor tidak melebihi 5% kecuali diizinkan oleh pusat pengatur beban untuk menyetel pada tingkat yang lain.

6. Pengurangan Tegangan Untuk Mengurangi Beban Sistem

Jika pusat pengatur beban menetapkan bahwa frekuensi telah atau akan turun di bawah 49,7 Hz dan cadangan tersedia tidak mencukupi untuk mengembalikan frekuensi ke kisaran normal. Pusat pengatur beban harus menginformasikan kondisi darurat di Sistem. Dalam hal ini Pusat Pengatur Beban harus memerintahkan Unit/Sub-Unit Pengatur Beban dan operator Pembangkit untuk mengurangi tegangan. Apabila sistem telah dipulihkan ke kondisi yang memuaskan, maka pusat pengatur beban harus memerintahkan pengembalian tegangan ke kisaran normal.

7. Pengurangan Beban Secara Manual

Jika selama kondisi darurat pusat pengatur beban menetapkan bahwa frekuensi telah atau akan turun di bawah 49,5 Hz dan cadangan pembangkitan yang ada tidak mencukupi untuk mengembalikan frekuensi ke kisaran normal, maka pusat pengatur beban harus memerintahkan ke unit/Sub-unit pengatur beban dan konsumen besar untuk secara manual melepas beban yang termasuk kategori 'dapat diputus' (*interruptible*).

Pusat pengatur beban atau Unit/sub-unit pengatur beban dapat pula memerintahkan pelepasan beban secara manual di kawasan-kawasan yang mengalami tegangan sangat rendah atau ketika. Sistem terancam mengalami masalah tegangan (voltage collapse).

8. Peralatan pelepasan beban secara otomatis oleh frekuensi rendah

Dalam rangka menjamin keseimbangan antara beban dan pembangkitan dalam kondisi darurat, paling sedikit 50% dari beban Sistem harus dapat dikontrol oleh peralatan pelepasan beban otomatis dengan relai frekuensi rendah. Beban sensitif yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero) Wilayah, tidak boleh termasuk dalam program pelepasan beban (load shedding) oleh relai frekuensi rendah. Maksimum sepuluh tahapan beban untuk dilepas dengan ukuran yang hampir sama namun secara geografis tersebar harus disediakan dan selalu dipertahankan. Pelepasan beban tahap pertama harus diset pada frekuensi yang cukup rendah sehingga terlepasnya pembangkit terbesar di Sistem tidak akan menyebabkan

bekerjanya tahap pertama tersebut. Tahap terakhir pelepasan beban harus diset pada frekuensi di atas setting under frequency yang tertinggi dari generator-generator yang dilengkapi relai frekuensi rendah, sehingga tidak ada unit pembangkit yang terlepas sebelum pelepasan beban tahap terakhir bekerja.

9. Stabilitas sistem

Sistem menghadapi beberapa jenis gangguan besar yang berkaitan dengan masalah stabilitas, termasuk diantaranya:

- a. Ketidakstabilan transien terjadi jika bagian dari sistem yang berosilasi tak teredam dan berakhir dengan terpecahnya Sistem (biasanya dalam beberapa detik). Gangguan semacam itu biasanya terjadi setelah suatu gangguan hubung-singkat besar atau terlepasnya beberapa unit pembangkit.
- b. Ketidakstabilan dinamik, dimana osilasi kecil tak teredam terjadi yang diawali oleh sebab yang tidak jelas, yaitu karena Sistem dioperasikan terlalu dekat dengan kondisi tidak stabil.
- c. Ketidakstabilan tegangan, yaitu merosotnya tegangan sistem lebih rendah dari suatu tingkat/batas dimana peralatan pengendali tegangan dapat mengembalikan tegangan ke tingkat yang dapat diterima. Dalam kasus tersebut kenaikan rugi-rugi daya reaktif memperburuk permasalahan sehingga memperluas dan mempercepat penurunan tegangan seluruh Sistem, mengarah ke voltage collapse.

10. Perintah-perintah operasi

Perintah perintah operasi dilakukan dari dispatcher AP2B kepada operator gardu induk atau operator unit pembangkit melalui media radio komunikasi maupun media lain yang memungkinkan untuk melakukan kegiatan yang ada hubungannya dengan pengoperasian peralatan tegangan tinggi dan pembangkitan. paling sedikit perintah-perintah operasi tersebut harus mencakup informasi informasi sebagai berikut:

- a. *Call sign* yang dimaksudkan oleh perintah dispatch.
- b. Tugas yang harus dilaksanakan oleh operator gardu induk atau operator unit pembangkit.

- c. Waktu pelaksanaan perintah (bila waktunya berbeda dengan waktu penyampaian perintah).
- d. Bila dianggap perlu, memberikan target waktu pada saat mana tingkat pembebanan tertentu sudah harus dicapai atau perintah sudah harus selesai dilaksanakan.
- e. Pihak yang menerima perintah operasi secara lisan, diharuskan untuk mengulang isi perintah untuk menjamin bahwa perintah tersebut sudah diterima dan dimengerti.

Contoh-contoh jenis perintah utama dari dispatcher akan diberikan berikut ini. pada setiap contoh, dianggap bahwa kebutuhan saling memberitahu nama operator / call sign telah dilaksanakan.

a. Perintah ke operator pembangkitan

Perintahnya perubahan pembebanan pembangkit. pada setiap contoh berikut, 'perintah' dilakukan oleh dispatcher AP2B kepada pembangkit untuk mengubah pembebanan pembangkit menjadi 50 MW, dengan waktu pemberian perintah pada pukul 13.00:

1) Dalam hal 'perintah' harus segera dilaksanakan :

" Pembangkit dibebani 50 MW sekarang"

2) Dalam hal 'perintah' mulai dilaksanakan 1 (satu) jam kemudian:

" Pembangkit dibebani 50 MW, dimulai pada pukul 14:00"

3) Dalam hal perintah adalah bahwa tingkat beban yang diperintahkan harus dicapai pada pukul 13:30

" Pembangkit suppa dibebani 50 mw pada pukul 13:30".

b. Perintah untuk sinkronisasi

Dalam hal 'perintah sinkronisasi', biasanya langsung disertai dengan perintah pembebanan. apabila tingkat pembebanan tidak termasuk dalam perintah yang diberikan, maka unit pembangkit harus disinkronkan dan segera dibebani ke tingkat beban minimum (sesuai dengan kecepatan pembebanan yang saat itu berlaku), kemudian segera melapor ke dispatcher AP2B bahwa unit telah dibebani dengan beban minimum. dalam memberikan perintah sinkronisasi, dispatcher AP2B harus selalu mempertimbangkan waktu untuk proses sinkronisasi yang diberikan unit/perusahaan pembangkit dan memberikan suatu target waktu sinkronisasi

tersebut. Pada contoh berikut, PLTG GE telah diperintahkan sinkron dan berbeban minimum, dengan waktu pemberian perintah adalah pada pukul 08:00. waktu sejak pemberitahuan kepada unit/perusahaan pembangkit untuk sinkronisasi adalah 1 jam. Dalam contoh ini, waktu yang dibutuhkan untuk sinkronisasi adalah sesuai dengan waktu pemberitahuan:

“GE 1 sinkron pada pukul 09:00, beban 10 MW”.

c. Perintah *shut down* atau mengeluarkan unit dari operasi sistem.

Perintah untuk mengeluarkan dari operasi sistem, harus diartikan sebagai perintah untuk melepas PMT sisi generator unit pembangkit dan mengeluarkan unit tersebut dari sistem (grid). Contoh perintah untuk mengeluarkan suatu unit dari operasi sistem adalah sebagai berikut : apabila PLTG GE 1 sudah berbeban minim dan diperlukan keluar dari operasi sistem sesegera mungkin, maka perintahnya:

“GE 1 silahkan dilepas sekarang”

dan operator unit pembangkit harus segera melepas pmt unit pembangkit tersebut; apabila PLTG GE 1 diperlukan keluar dari operasi sistem dalam beberapa waktu kemudian, maka perintahnya:

” GE 1 silahkan dilepas pada pukul 11:30”

Perintah untuk *shut down* (mematikan) unit, harus diartikan sebagai kebutuhan mengurangi daya output unit pembangkit ke tingkat beban minimum sebelum melepaskannya dari sistem. dalam sebuah perintah mengeluarkan unit, harus dipertimbangkan kecepatan penurunan beban unit, dan/atau sudah tercakup dalam isi perintah.

11. Pengaturan frekuensi.

Perintah pengaturan frekuensi dilakukan dengan perintah untuk mengaktifkan atau mematikan fungsi *automatic generation control* (AGC) atau mengaktifkan atau mematikan fungsi *free governor* pada suatu unit pembangkit. Contoh perintah untuk kepada suatu unit pembangkit untuk mengatur frekuensi adalah :

Perintah untuk memulai pengaturan frekuensi :

” suppa silahkan diatur frekuensi”

perintah untuk mengakhiri pengaturan frekuensi :

“suppa silahkan ditahan dibeban sekarang, pengaturan frekuensi kami alihkan ke sengkang”

Para pelaku usaha dalam sistem interkoneksi memiliki kewajiban untuk memenuhi semua ketentuan dalam prosedur operasi ini sebagai dasar pengoperasian instalasi penyediaan tenaga listrik yang dimilikinya. disamping itu ketentuan ketentuan dalam prosedur operasi ini akan memberikan kejelasan mengenai hak dan kewajiban dari masing masing pelaku usaha pada sistem interkoneksi. pelaku-pelaku usaha pada sistem interkoneksi adalah :

1. Dispatcher AP2B sistem.

Dispatcher PLN AP2B sistem memegang peran utama dalam mengkoordinasikan operasi sistem dalam rangka mempertahankan keamanan dan keandalan sistem untuk kepentingan semua pemakai jaringan dan pelanggan. semua pemakai jaringan diwajibkan mematuhi perintah/instruksi pln AP2B sistem dalam rangka pemenuhan tanggung-jawab keamanan. Dalam melaksanakan tanggung jawabnya, PLN AP2B sistem harus:

- a. Mengatur pembebanan semua unit pembangkitan sesuai dengan kebutuhan sistem.
- b. Secara terus-menerus memantau status operasi jaringan 150 kv, 70kv, dan 30kv serta mengambil langkah-langkah yang perlu untuk mempertahankan sistem dalam keadaan aman dan andal.
- c. Melaksanakan operasi “buka-tutup pmt” (switching) di jaringan 150 kv , 66 kv, dan 30 kv.
- d. Mengkoordinasikan kegiatan pln cabang/apd, unit/perusahaan pembangkit, dan konsumen besar yang terhubung ke jaringan 150 kv ,66 kv, dan 30 kv.
- e. Mengkoordinasikan pemeliharaan dan operasi “buka-tutup pmt” (switching) jaringan 150 kv, 66 kv, dan 30 kv dengan unit transmisi dan gardu induk, unit/perusahaan pembangkit, pln pikitring sulmapa, konsumen besar, dan pln cabang / apd, bila diperlukan.

- f. Melepas beban *interruptible* (manual load sheeding dan konsumen besar) jika diperlukan.

2. Unit transmisi dan gardu induk (Tragi)

Tragi bertanggung-jawab melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan peralatan transmisi dan gardu induk di kawasannya. tragi bertanggung-jawab untuk:

- a. Melaksanakan operasi switching untuk fasilitas instalasi 150 kv, 66 kv, dan 30 kv bila diperintahkan oleh pln AP2B.
- b. Memelihara peralatan pemasok daya reaktif untuk memenuhi kebutuhan daya reaktif sesuai dengan sasaran yang ditetapkan pln AP2B.
- c. Memasang dan memelihara peralatan pelepasan beban otomatis oleh rele frekuensi rendah dan rele tegangan rendah pada penyulang distribusi guna memenuhi sasaran yang ditetapkan PLN AP2B dalam rangka meminimalkan dampak pemadaman saat gangguan sistem dan mencegah terjadinya padam total.
- d. Melaksanakan pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan yang perlu terhadap fasilitas transmisi dan gardu induk di kawasan instalasinya.
- e. Melaksanakan setting rele proteksi sesuai kajian dari PLN AP2B sistem
- f. Melaksanakan pemeliharaan dan pengujian rele proteksi secara periodik.

Memantau kondisi peralatan jaringan transmisi dan gardu induk termasuk rele, serta membuat deklarasi atas status/kondisi peralatan instalasinya.

3. Bidang transmisi dan distribusi PLN wilayah

Tanggung-jawab bidang transmisi dan distribusi pln wilayah meliputi :

- a. Berkoordinasi dengan semua pemakai jaringan, atas semua sistem proteksi pada semua titik sambungan di sistem.
- b. Menetapkan spesifikasi peralatan proteksi untuk semua pengembangan jaringan, seperti pengembangan saluran transmisi, gardu induk dan peralatan gardu induk.

- c. Merencanakan fasilitas komunikasi data dan suara untuk operasional sistem dan fasilitas komunikasi untuk proteksi.
 - d. Mengkoordinasikan operasi dan pemeliharaan sambungan telekomunikasi dengan semua pemakai jaringan.
4. Unit pembangkit dan perusahaan pembangkit (IPP)
- Unit/perusahaan (IPP) menyediakan porsi yang besar untuk kebutuhan daya dan energi dalam sistem tenaga listrik Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Operasi pembangkit yang andal sangat penting bagi keandalan operasi sistem. Unit/perusahaan pembangkit (IPP) bertanggung-jawab untuk:
- a. Mampu memberikan pelayanan yang andal sesuai perjanjian jual-beli tenaga listrik (*power purchase agreement – ppa*) terkait atau ketentuan operasional yang berlaku.
 - b. Mendeklarasikan setiap perubahan kemampuan operasi dari karakteristik yang semula dinyatakan kepada PLN AP2B.
 - c. Mengkoordinasikan kegiatan pemeliharaan dengan AP2B.
 - d. Mengikuti perintah PLN AP2B dalam hal sinkronisasi dan pelepasan unit ke/dari sistem, serta perubahan pembebanan untuk memenuhi kebutuhan sistem (dalam batas-batas teknis peralatan yang disepakati)
 - e. Setiap unit memberi kontribusi pada pengendalian mutu frekuensi dan tegangan (dalam batas kemampuan unit yang dideklarasikan).
 - f. Mengikuti perintah PLN AP2B dalam mengaktifkan atau mematikan fungsi *Automatic Generation Control (AGC)* unit-unit yang dilengkapi dengan AGC.
 - g. Mempersiapkan asut gelap (*black start*) untuk mempercepat proses pemulihan sistem setelah kejadian gangguan.
 - h. Memelihara kemampuan asut-gelap (*black-start*) unit-unit yang memiliki fasilitas asut-gelap. Operator unit tersebut harus dipersiapkan untuk melakukan uji asut-gelap bila diminta oleh PLN AP2B.
 - i. Untuk unit pembangkit yang dinyatakan mampu memikul beban terpisah (*isolated*) harus mengikuti perintah dari PLN AP2B untuk mempercepat proses pemulihan sistem setelah kejadian gangguan.

- j. Selama gangguan atau keadaan darurat, menghindari pelepasan unit dari sistem, kecuali bila dapat dibuktikan bahwa kerusakan yang serius akan terjadi pada peralatan pembangkit bila tidak segera dilepas dari sistem.
- k. Melaporkan ke PLN AP2B pembebanan pembangkit harian periode 1 jam pada lwbp dan ½ jam pada wbp dan parameter parameter lain sesuai kebutuhan AP2B.

5. PLN APD/Cabang

PLN APD/cabang berperan besar dalam menjaga keamanan sistem karena mereka mengendalikan bagian terbesar dari beban. pln apd/cabang bertanggung-jawab dalam :

- a. Mengatur tap trafo distribusi di gardu induk untuk menjaga kualitas tegangan distribusi pada kondisi normal dan meminimalkan dampak defisit daya sesuai permintaan PLN AP2B (*Brown-Out*).
- b. Melepaskan beban yang telah ditentukan (manual load sheeding) untuk memproteksi keamanan sistem yang diperintahkan oleh PLN AP2B.
- c. Melaksanakan koordinasi pelaksanaan operasi pembangkit yang terhubung ke jaringan distribusi atas perintah PLN AP2B.
- d. Menentukan penyulang distribusi untuk pelepasan beban otomatis oleh rele frekuensi rendah (UFR) pada penyulang distribusi guna memenuhi sasaran yang ditetapkan PLN AP2B dalam rangka meminimalkan dampak pemadaman saat gangguan sistem dan mencegah terjadinya padam total.
- e. Mengkoordinasikan pemulihan beban bersama PLN AP2B setelah kejadian gangguan dan/atau kekurangan daya. Cara pemulihan beban harus tidak mengakibatkan terjadinya gangguan dan pemadaman yang lebih buruk.
- f. Menyediakan prakiraan prakiraan beban yang disyaratkan dalam aturan jaringan.

6. Konsumen besar

Konsumen besar secara keseluruhan merupakan bagian yang sangat penting dari beban sistem dan kemungkinan merupakan beban yang dominan di kawasannya. konsumen besar ikut berperan dalam tanggung-jawab keamanan sistem bersama PLN AP2B dan pemakai jaringan lainnya. tanggung-jawab konsumen besar adalah:

- a. Memenuhi sasaran beban daya reaktif yang ditetapkan oleh PLN AP2B atau dalam perjanjian interkoneksi.
- b. Menghindari seringnya perubahan beban yang cepat yang menyebabkan flicker tegangan dan melanggar standar yang ditetapkan dalam aturan penyambungan .
- c. Melepas beban yang disiapkan untuk diputus (*Interruptible Load*) bila diperintahkan oleh PLN cabang/APD atau PLN AP2B.
- d. Memasang dan memelihara peralatan pelepasan beban otomatis oleh frekuensi rendah dan/atau tegangan rendah, guna memenuhi sasaran yang ditetapkan PLN AP2B dalam rangka memproteksi keamanan sistem.
- e. Menyediakan rencana pembebanan yang disyaratkan oleh aturan jaringan.

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

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

1. Kegiatan pendahuluan

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

2. Kegiatan inti

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

sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta diklat.

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

a. Eksplorasi

- 1) Melibatkan peserta diklat mencari informasi yang luas dan dalam tentang topik/tema materi yang akan dipelajari;
- 2) Menggunakan beragam pendekatan pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar lain;
- 3) Memfasilitasi terjadinya interaksi antarpeserta diklat serta antara peserta diklat dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) Melibatkan peserta diklat secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) Memfasilitasi peserta diklat melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

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

c. Konfirmasi

- 1) Memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat, maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik;

- 2) Memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi peserta didik melalui berbagai sumber;
- 3) Memfasilitasi peserta diklat melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) Memfasilitasi peserta diklat untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
- 5) Berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan peserta diklat yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
- 6) Membantu menyelesaikan masalah;
- 7) Memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
- 8) Memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
- 9) Memberikan motivasi kepada peserta diklat yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan penutup

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

E. LATIHAN

1. Jelaskan bagaimana margin cadangan untuk kebutuhan minimum harus tersedia setiap saat pada pembangkit?
2. Jika pada saat tegangan sistem rendah (dibawah 10%) bagaimana pengaturan tegangan dilakukan?
3. Jelaskan jenis-jenis gangguan yang mempengaruhi stabilitas sistem?
4. Jelaskan informasi-informasi yang harus ada dalam sebuah perintah operasi sistem?

5. Jelaskan bagaimana perintah untuk sinkronisasi dilakukan?

F. 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.

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

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

G. RANGKUMAN

Cadangan operasi adalah cadangan putar, didefinisikan sebagai jumlah kapasitas daya pembangkitan yang tersedia dan tidak dibebani penuh. Cadangan panas, yang didefinisikan sebagai pembangkit yang dapat diasut dan disinkronkan ke sistem dalam waktu 10 menit dan beban interruptible yang dapat dilepas dalam waktu 10 menit. Cadangan dingin didefinisikan sebagai pembangkit yang dapat diasut dan disinkronkan ke sistem dalam waktu empat jam. Cadangan jangka panjang didefinisikan sebagai pembangkit yang dapat diasut dan disinkronkan ke sistem dalam waktu lebih dari empat jam tetapi kurang dari dua hari.

Menjaga tegangan sistem pada tingkat nominal diperlukan untuk mengurangi rugi-rugi jaringan dan ancaman voltage collapse serta masalah stabilitas *transient* dan *steady state*. pengendalian tegangan juga diperlukan untuk menghindari kerusakan peralatan yang terhubung ke jaringan transmisi, baik oleh tegangan yang terlalu rendah maupun yang terlalu tinggi, serta untuk menjamin bahwa tegangan di sisi pelanggan berada dalam tingkat yang dapat diterima. Frekuensi di sistem akan konstan bila total pembangkitan seimbang dengan total beban ditambah rugi-rugi jaringan. bila pembangkitan melebihi beban ditambah rugi-rugi, maka frekuensi sistem naik. bila beban ditambah rugi-rugi melebihi pembangkitan, maka frekuensi sistem turun.

Pusat pengatur beban harus berusaha untuk menghindari kesalahan waktu (*time error*) lebih dari 30 detik. Semua unit pembangkit harus menyetel karakteristik drop governor tidak melebihi 5% kecuali diizinkan oleh pusat pengatur beban untuk menyetel pada tingkat yang lain.

H. KUNCI JAWABAN

1. Margin cadangan (kebutuhan minimum) harus tersedia setiap saat :
 - a. Cadangan panas $\geq$ kapasitas unit pembangkit terbesar yang terhubung ke sistem.
 - b. Cadangan panas ditambah cadangan dingin $\geq$ dua unit pembangkit terbesar yang terhubung ke sistem.
 - c. Cadangan panas ditambah cadangan dingin ditambah cadangan jangka panjang $\geq$ dua pembangkit terbesar yang terhubung ke sistem ditambah margin keandalan. tambahan margin keandalan ini dapat dinyatakan dalam persentase terhadap beban puncak harian atau dalam mw; yang perhitungannya berdasarkan studi-studi energi tak terlayani dan/atau loss of load probability.
 - d. Kriteria ini harus ditinjau ulang dan diperbarui secara periodik untuk menjamin efektifitas biaya.
2. Pengaturan tegangan pada saat tegangan sistem rendah (dibawah 10%) dilakukan dengan langkah langkah berikut :
 - a. Mengatur tap IBT dan trafo distribusi jika tegangan rendah terjadi pada level tegangan 66 kv dan 20 kv.
 - b. Operasikan kapasitor 66 kv yang ada pada gardu induk dengan prioritas sebagai berikut :
 - Kapasitor 66 kv di Gl. tello
 - Kapasitor 66 kv di Gl. tallo lama
 - Kapasitor 66 kv di Gl. daya
 - Kapasitor 66 kv di Gl. pangkep
 - c. Perintahkan kepada unit pembangkitan untuk menaikkan tegangan keluaran generator dengan tetap memperhatikan batasan cos phi dari unit pembangkitan tersebut (kurva kapabilitas).

- d. Kurangi suplai dari utara dengan menurunkan beban pembangkit pembangkit di utara dan mengoperasikan pembangkit di selatan yang stand-by sesuai merit order yang telah ditetapkan.
 - e. Lakukan penurunan beban secukupnya pada pelanggan industri besar (tonasa/bosowa) sampai tegangan sistem berada pada batas yang diijinkan.
3. jenis gangguan besar yang berkaitan dengan masalah stabilitas, termasuk diantaranya:
- a. Ketidakstabilan transien terjadi jika bagian dari sistem yang berosilasi tak teredam dan berakhir dengan terpecahnya Sistem (biasanya dalam beberapa detik). Gangguan semacam itu biasanya terjadi setelah suatu gangguan hubung-singkat besar atau terlepasnya beberapa unit pembangkit.
 - b. Ketidakstabilan dinamik, dimana osilasi kecil tak teredam terjadi yang diawali oleh sebab yang tidak jelas, yaitu karena Sistem dioperasikan terlalu dekat dengan kondisi tidak stabil.
 - c. Ketidakstabilan tegangan, yaitu merosotnya tegangan sistem lebih rendah dari suatu tingkat/batas dimana peralatan pengendali tegangan dapat mengembalikan tegangan ke tingkat yang dapat diterima. Dalam kasus tersebut kenaikan rugi-rugi daya reaktif memperburuk permasalahan sehingga memperluas dan mempercepat penurunan tegangan seluruh Sistem, mengarah ke voltage collapse.
4. Perintah-perintah operasi tersebut harus mencakup informasi informasi sebagai berikut:
- a. *Call sign* yang dimaksudkan oleh perintah dispatch.
 - b. Tugas yang harus dilaksanakan oleh operator gardu induk atau operator unit pembangkit.
 - c. Waktu pelaksanaan perintah (bila waktunya berbeda dengan waktu penyampaian perintah).
 - d. Bila dianggap perlu, memberikan target waktu pada saat mana tingkat pembebanan tertentu sudah harus dicapai atau perintah sudah harus selesai dilaksanakan.

- e. Pihak yang menerima perintah operasi secara lisan, diharuskan untuk mengulang isi perintah untuk menjamin bahwa perintah tersebut sudah diterima dan dimengerti.
5. Dalam hal 'perintah sinkronisasi', biasanya langsung disertai dengan perintah pembebanan. apabila tingkat pembebanan tidak termasuk dalam perintah yang diberikan, maka unit pembangkit harus disinkronkan dan segera dibebani ke tingkat beban minimum (sesuai dengan kecepatan pembebanan yang saat itu berlaku), kemudian segera melapor ke dispatcher AP2B bahwa unit telah dibebani dengan beban minimum. dalam memberikan perintah sinkronisasi, dispatcher AP2B harus selalu mempertimbangkan waktu untuk proses sinkronisasi yang diberikan unit/perusahaan pembangkit dan memberikan suatu target waktu sinkronisasi tersebut. Pada contoh berikut, PLTG GE telah diperintahkan sinkron dan berbeban minimum, dengan waktu pemberian perintah adalah pada pukul 08:00. waktu sejak pemberitahuan kepada unit/perusahaan pembangkit untuk sinkronisasi adalah 1 jam. Dalam contoh ini, waktu yang dibutuhkan untuk sinkronisasi adalah sesuai dengan waktu pemberitahuan:

"GE 1 sinkron pada pukul 09:00, beban 10 MW".

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

PERALATAN/PERLENGKAPAN YANG DIPERLUKAN PADA PENGOPERASIAN JARINGAN TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. TUJUAN

Peserta diklat dapat mengoperasikan jaringan sistem tenaga listrik

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta diklat dapat menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik.

C. URAIAN MATERI

Peralatan yang dipasang tegangan tinggi pada dasarnya sama dengan peralatan yang dipasang pada tegangan rendah, perbedaannya hanya pada konstruksi. Ada lima hal yang membedakan konstruksi peralatan tegangan tinggi dengan peralatan tegangan rendah yaitu :

- Sistem isolasi
- Ukuran komponen peralatan yang menghantarkan arus
- Sistem pendinginan
- Penyambungan konduktor
- Pelindung tegangan lebih

1. Sistem isolasi peralatan jaringan transmisi

Tekanan medan elektrik yang terdapat pada isolasi peralatan listrik berbanding lurus dengan tegangan kerja (V) peralatan tersebut dan berbanding terbalik dengan jarak susunan elektroda (s) yang terbentuk dalam peralatan tersebut. Karena peralatan pada jaringan transmisi bekerja pada tegangan yang relatif tinggi maka isolasinya akan memikul tekanan medan elektrik yang tinggi.

Oleh karena itu konstruksinya pun harus dirancang sedemikian rupa agar mampu memikul tekanan medan elektrik yang tinggi tersebut. Hal ini dapat dicapai dengan cara memperbesar dimensi bahan isolasi dan mengendalikan tekanan medan elektriknya. Dengan demikian suatu peralatan jaringan transmisi dapat ditandai dari dimensi system isolasinya yang nampak lebih besar dan ada upaya untuk mengendalikan tekanan medan elektriknya.

Hal inilah yang membuat biaya suatu peralatan tegangan tinggi didominasi oleh biaya pengadaan bahan isolasinya. Oleh karena itu perlu ada upaya untuk mengurangi biaya pemakaian bahan isolasi pada peralatan jaringan transmisi yaitu dengan mengendalikan tekan medan elektrik yang terjadi pada peralatan tersebut. Berikut ini akan diberikan dua cara pengendalian tekanan medan elektrik yang dijumpai sehari-hari sebagai berikut :

- a. Cara pertama adalah dengan menata bagian-bagian peralatan yang membentuk susunan elektroda agar tekanan medan elektrik dapat berkurang. Jika dalam hal ini volume bahan isolasi yang digunakan adalah sama, maka bahan isolasi dengan susunan elektroda tersebut memikul tekanan medan elektrik yang lebih rendah dari tekanan medan elektrik yang dipikul peralatan dengan susunan elektroda.
- b. Cara kedua untuk menghemat pemakaian bahan isolasi peralatan tegangan tinggi adalah membuat elektroda perata tegangan yang berfungsi untuk meratakan distribusi tegangan pada system isolasi. Ada tiga jenis elektroda perata yaitu :
 - 1) Elektroda perata internal

- 2) Elektroda perat eksternal
- 3) Elektroda perata intermediasi

Elektroda perata intermediasi digunakan antara lain pada isolasi/ bushing trafo Bushing adalah isolator yang digunakan untuk mengisolir badan suatu peralatan dengan konduktor terminal tegangan tinggi yang menerobos badan peralatan tersebut.

Seandainya elektroda perata tidak ada, maka distribusi tegangan pada tiap bagian isolasi akan menimbulkan tekanan medan elektrik yang tidak merata pada bahan isolasi. Dengan adanya elektroda perata, maka distribusi tegangan pada setiap bagian isolasi semakin merata, dimana keadaan ini akan menimbulkan tekanan medan elektrik yang lebih merata pada bahan isolasi.

2. Konduktor peralatan jaringan transmisi

Untuk kapasitas penyaluran arus yang sama dengan peralatan tegangan rendah, komponen konduktor yang menghantarkan arus pada peralatan jaringan transmisi berukuran lebih besar. Untuk memahami hal ini diambil contoh kabel tegangan tinggi. Suatu kabel tegangan tinggi dibungkus dengan bahan isolasi yang tebal. Rugi-rugi daya tersebut berubah menjadi panas yang menaikkan suhu konduktor dan isolasi kabel. Bahan isolasi adalah penghantar panas yang buruk sehingga penyebaran panas dari inti kabel ke media sekitar berkurang dan hal ini akan menyebabkan kenaikan suhu kerja konduktor. Untuk mengatasinya rugi-rugi daya harus dikurangi dengan memperkecil tahanan inti. Hal ini dilakukan dengan memperbesar ukuran penampang inti kabel.

3. Sistem pendingin peralatan jaringan transmisi

Pada pembahasan sebelumnya telah ditunjukkan bahwa bahan isolasi menghambat penyebaran panas dari komponen peralatan yang menjadi sumber panas sehingga kapasitas hantar arus berkurang. Untuk meningkatkan kapasitas daya hantar arus peralatan maka peralatan harus dilengkapi dengan peralatan pendingin. Misalnya inti kabel

dibuat berbentuk pipa (*hollow conductor*) dan pada bagian dalam pipa dialirkan air pendingin atau dengan memasukkan kabel kedalam suatu pipa yang dialiri air pendingin.

4. Penyambungan tegangan tinggi

Pada peralatan tegangan rendah, penyambungan konduktor dengan konduktor lain, atau konduktor dengan terminal dapat dilakukan dengan menggunakan solder atau memintal konduktor satu dengan yang lain kemudian penyambungan tersebut dibungkus dengan pita isolasi. Pada peralatan tegangan tinggi hal ini tidak dapat dipraktekkan. Penyambungan harus dilakukan dengan suatu peralatan yang disebut “*penyambung tegangan tinggi*”, yaitu suatu peralatan yang dirancang khusus untuk penyambungan antar konduktor tegangan tinggi.

5. Alat pelindung peralatan jaringan transmisi

Pada sistem tenaga listrik ada empat tingkat tegangan yang mungkin dipikul oleh suatu peralatan yaitu :

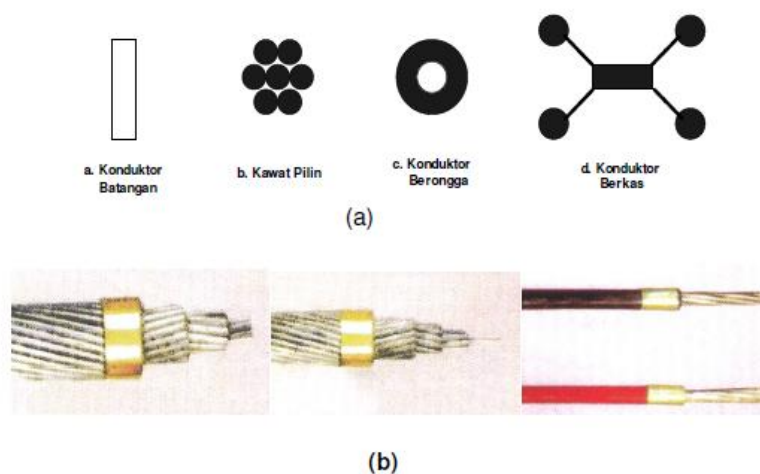
- a. tegangan kerja kontinu
- b. tegangan lebih frekuensi daya
- c. tegangan lebih surja hubung
- d. tegangan lebih surja petir

Tegangan lebih frekuensi daya terjadi jika terjadi hubungan singkat jaringan satu fase ke tanah, dimana keadaan ini akan mengakibatkan kenaikan tegangan pada kedua fase yang lain. Sedangkan tegangan lebih surja hubung terjadi pada saat pemutusan dan penutupan rangkaian transmisi (*Switching operation*). Jika tegangan transmisi suatu system tenaga listrik dinaikkan, maka menara transmisi harus semakin tinggi untuk menjamin keselamatan makhluk hidup disekitar transmisi. Peninggian menara transmisi mengakibatkan transmisi mudah disambar petir. Sambaran petir pada transmisi akan menimbulkan tegangan lebih surja petir pada system tenaga listrik. Keberadaan tegangan lebih diatas

mengharuskan peralatan memiliki bahan isolasi yang mampu memikul semua tingkat tegangan tinggi tersebut. Hal ini menyebabkan biaya pengadaan bahan isolasi semakin tinggi, sehingga harga suatu peralatan tegangan tinggi lebih ditentukan oleh biaya pengadaan isolasi. Untuk kapasitas yang sama, harga suatu peralatan tegangan tinggi jauh lebih mahal dari peralatan tegangan rendah. Oleh karena itu peralatan sistem perlu dilengkapi dengan peralatan proteksi untuk menghindarkan kerusakan isolasi peralatan akibat adanya tegangan lebih surja hubung dan surja petir.

6. Kawat telanjang

Konduktor pada umumnya terbuat dari bahan tembaga, aluminium dan aluminium campuran. Khusus untuk transmisi umumnya digunakan *Konduktor* (AAC) dan All-Aluminium Reinforced (ACSR). Dilihat dari bentuk penampangnya, konduktor terdiri atas batangan, kawat pilin, konduktor berongga dan konduktor berkas. Bentuk ditunjukkan pada gambar dibawah ini



Gambar 3. Bentuk konduktor

Konduktor batangan biasanya digunakan pada panel daya. Kawat pilin digunakan untuk jaringan distribusi dan transmisi, sedangkan konduktor berongga dan konduktor berkas digunakan transmisi tegangan tinggi. digunakan pada kabel yang mengalirkan arus besar. Jika suatu

konduktor bertegangan maka disekitar konduktor akan timbul medan elektrik, dan medan elektrik tertinggi terjadi pada permukaan konduktor. Kuat medan elektrik tersebut tergantung kepada diameter dan kehalusan permukaan konduktor. Kuat medan elektrik pada permukaan konduktor akan semakin besar jika diameter konduktor semakin kecil dan permukaannya semakin kasar. Jika kuat medan elektrik di permukaan tersebut melebihi kekuatan dielektrik udara atau media di sekitarnya, maka pada udara atau media yang bersentuhan dengan permukaan konduktor akan terjadi pelepasan muatan. Peristiwa ini disebut dengan korona.

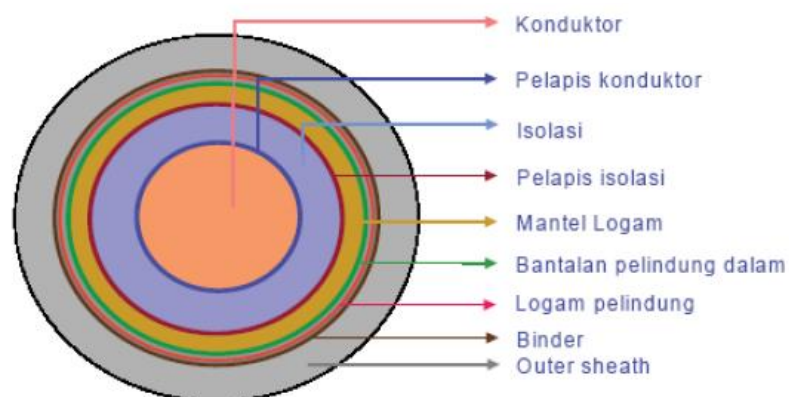
Korona yang terjadi pada transmisi tegangan tinggi menimbulkan rugi-rugi daya dan gangguan komunikasi. Untuk mencegah korona, maka kuat medan elektrik di permukaan harus dikurangi hingga lebih kecil dari kekuatan dielektrik udara atau media disekitar. hal ini dapat dilakukan dengan memperbesar penampang konduktor, tetapi hal ini tidak ekonomis dan membuat konduktor semakin kaku. Cara yang lebih ekonomis adalah dengan menggunakan penghantar berkas. Cara lain adalah menggunakan konduktor berongga, dimana dengan cara ini dapat diperoleh konduktor berdiameter yang lebih besar dengan luas penampang yang sama dengan konduktor masif.

7. Kabel

Kabel tegangan tinggi pada umumnya berinti tunggal dan berinti tiga, bahannya terbuat dari pilinan serat tembaga atau aluminium. Bentuk penampangnya tidak berupa lingkaran tetapi dibuat berbentuk sektoral agar dengan diameter luar yang tetap diperoleh luas penampang inti yang lebih besar. Atau dengan luas penampang inti yang tetap diperoleh diameter luar yang lebih kecil, sehingga ongkos pembuatannya lebih murah. Inti dibungkus dengan bahan isolasi utama yang sifat mekanisnya yang utama adalah fleksibel sehingga mudah digelar dan perubahan kekuatan mekanisnya tidak begitu kentara jika suhunya berubah-ubah dari suhu kamar sampai suhu operasi.

Sifat termalnya yang utama adalah memiliki ketahanan termal yang tinggi, koefisien muai panas rendah, daya hantar panas tinggi dan tidak mudah terbakar. Sifat elektrik bahan isolasi yang utama adalah memiliki kekuatan dielektrik yang tinggi agar diameter luar dapat dikurangi sehingga ongkos pembuatan kabel berkurang; tahanan isolasinya tinggi dan rugi-rugi dielektriknya rendah. Sedangkan sifat kimianya adalah tidak bereaksi dengan asam dan alkali pada suhu kerja dan tidak menghisap air atau kedap air. Bahan isolasi yang digunakan antara lain minyak, bahan polimer dan kertas yang diresapi minyak mineral. Jika bahan isolasi utama berupa bahan padat seperti polimer dan karet, maka karena permukaan konduktor yang tidak benar-benar mulus, maka diantara konduktor dengan isolasi utama dapat terjadi rongga. Untuk mengatasi hal ini maka diantara konduktor dengan isolasi utama dibuat lapisan tipis yang terbuat dari bahan silikon. Ketiga inti kabel diikat dengan bahan isolasi yang disebut dengan isolasi pengikat. Ruang kosong yang terdapat diantara masing-masing isolasi utama maupun antara isolasi utama dengan isolasi pengikat diisi dengan bahan isolasi yang kualitasnya lebih rendah, seperti jerami isolasi pengikat dibungkus dengan selubung yang terbuat dari lempengan timah.

Permukaan luar selubung timah dilapisi dengan pita atau kawat baja untuk meningkatkan kekuatan mekanis kabel. Lapisan baja ini harus dilapisi anti karat.



Gambar 4. Penampang kabel tegangan tinggi



Gambar 5. Kabel hantaran berisolasi

Selubung timah dilapisi lagi dengan bahan yang sifatnya seperti bantal untuk melindungi isolasi pengikat dari tekanan mekanis yang berlebihan jika terjadi benturan mekanis pada bagian luar kabel kemudian bantalan diselubungi dengan pelindung yang berfungsi untuk melindungi kabel dari beban mekanis yang berasal dari luar kabel, bahannya terbuat dari baja anti karat. Lapisan terakhir adalah bahan pembungkus yang mencegah masuknya air kedalam pelindung. Jika bahan isolasi utama kabel adalah kertas, maka kertas harus dikeringkan terlebih dahulu karena kertas yang dijumpai sehari kertas menyerap air dari bejana vakum pada suhu 120- 135 derajat. Setelah itu dicelup dalam minyak mineral dan resin dalam bejana vakum dan dikeringkan dalam bejana yang tertutup rapat. Minyak harus memiliki kekentalan yang rendah pada suhu pencelupan tetapi kekentalannya tinggi pada suhu operasi kabel, koefisien muainya rendah dan titik bekunya harus dibawah suhu operasi kabel, Resin adalah bahan tambahan untuk mencegah terjadinya oksidasi, sebab oksidasi dapat mempercepat penuaan dan menimbulkan pelapukan. Bahan tambahan juga diperlukan untuk mencegah penurunan viskositas minyak. Tegangan tembus listrik gabungan kertas dengan minyak lebih tinggi dari tegangan tembus masing-masing bahan jika sendiri-sendiri.

8. Parameter konduktor

Jika suatu konduktor dialiri arus listrik maka pada konduktor akan timbul panas akibat rugi-rugi daya dimana hal ini akan membuat suhu

konduktor naik. Disamping itu, suhu konduktor juga dapat naik oleh karena adanya pemanasan yang berasal dari sumber panas disekitarnya, misalnya panas dari matahari, panas dari mesin-mesin dan lain-lain. Agar sifat fisis bahan konduktor tidak berubah, maka kenaikan suhu konduktor dibatasi sampai 75 °C. Oleh karena itu arus kontinu yang mengalir pada konduktor harus dibatasi, sedemikian hingga pada suhu 75 °C jumlah panas yang timbul pada konduktor sama dengan jumlah panas yang disebarkan konduktor kemudium sekitarnya. Arus tertinggi yang dapat dialirkan secara kontinu. oleh suatu konduktor dimana arus tersebut tidak menimbulkan kenaikan suhu konduktor lebih dari 75 °C disebut daya hantar arus (*current carrying capacity*).

Dalam pemilihan suatu konduktor, perlu diperhatikan agar arus kontiniu yang akan dialirkan tidak melebihi daya hantar arus konduktor yang dipilih. Jarak antar konduktor atau spasi ditetapkan sedemikian sehingga tidak terjadi korona dipermukaan konduktor. Untuk itu perlu pengetahuan tentang kuat medan elektrik pada permukaan masing-masing konduktor. Kuat medan elektrik tertinggi yang ditemukan harus lebih rendah dari kekuatan dielektrik bahan isolasi utama. Pada transmisi hantaran udara kuat medan pada permukaan konduktor direduksi dengan menggunakan penghantar berkas (*bundled conductor*). Jarak antar konduktor pada jaringan hantaran udara, selain dibatasi oleh medan tertinggi yang diijinkan, dibatasi juga oleh jauh ayunan konduktor jika di tiup angin. Jauh ayunan tergantung kepada kecepatan angin, diameter konduktor, berat jenis konduktor, kendutan dan jarak rentangan. Konduktor yang lebih ringan harus lebih besar jarak antar konduktornya dari konduktor yang lebih berat.

Hal lain yang di perhatikan dalam pemilihan konduktor adalah tahanannya. kekuatan mekanisnya, jari-jari geometris rata (GMR = *Geometric Mean Radius*) dan diameter luarnya. Tahanan konduktor berpengaruh terhadap rugi-rugi daya dan jatuh tegangan (*voltage drop*) pada konduktor. Semakin besar tahanannya semakin besar rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada konduktor tersebut.

9. Isolator

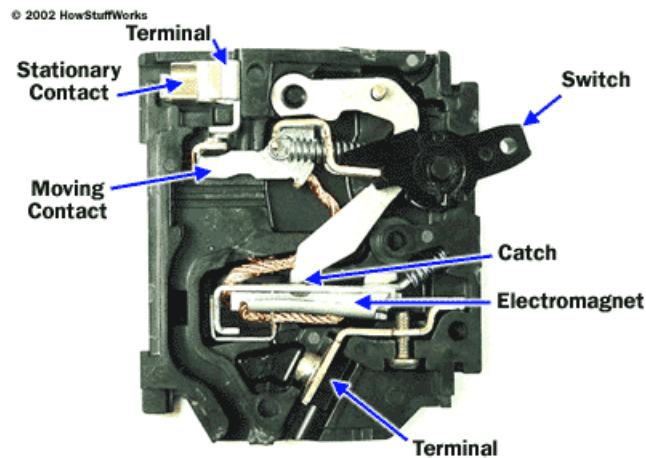
Pada instalasi tenaga listrik dan peralatan elektrik dijumpai konduktor yang berbeda potensialnya. Dalam pengisolasian instalasi peralatan tersebut, hal pertama yang dilakukan adalah memisah masing-masing konduktor dengan jarak tertentu sehingga udara yang mengantar suatu konduktor dengan konduktor lain berperan sebagai medium isolasi utama. Kemudian, konduktor-konduktor diikat penyangga dengan bantuan isolator. Isolator tegangan tinggi dijumpai pada jaringan transmisi, Pada jaringan hantaran digunakan sebagai penggantung dan penopang konduktor. Pada peralatan tegangan tinggi digunakan sebagai mantel peralatan uji (trafo uji, pembagi tegangan, kapasitor, resistor) dan bushing.

10. Bushing

Bushing adalah isolator yang digunakan untuk mengisolir badan suatu peralatan dengan konduktor terminal tegangan tinggi yang menerobos badan peralatan tersebut. Biasanya, untuk keamanan elektrik, konduktor tegangan tinggi dilakukan menerobos suatu bidang yang dibumikan, melalui suatu lubang terbuka yang dibuat sekecil mungkin dan biasanya membutuhkan suatu pengikat padu yang disebut *bushing*. Konstruksi suatu *bushing* sederhana ditunjukkan pada

Peralatan pengaman yang digunakan dalam pengoperasian jaringan tersebut antara lain yaitu :

1. Pemutus Tenaga (PMT)



Gambar 6. PMT

Pemutus tenaga (PMT) adalah alat pemutus tenaga listrik yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan hubungan listrik (*switching equipment*) baik dalam kondisi normal (sesuai rencana dengan tujuan pemeliharaan), abnormal (gangguan), atau manuver sistem, sehingga dapat memonitor kontinuitas sistem tenaga listrik dan keandalan pekerjaan pemeliharaan. Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu pemutus tenaga atau Circuit Breaker (CB) adalah :

- a. Harus mampu untuk menutup dan dialiri arus beban penuh dalam waktu yang lama.
- b. Dapat membuka otomatis untuk memutuskan beban atau beban lebih.
- c. Harus dapat memutus dengan cepat bila terjadi hubung singkat.
- d. Celah (Gap) harus tahan dengan tegangan rangkaian, bila kontak membuka.
- e. Mampu dialiri arus hubung singkat dengan waktu tertentu.
- f. Mampu memutuskan arus magnetisasi trafo atau jaringan serta arus pemuatan (*Charging Current*)
- g. Mampu menahan efek dari arching kontakannya, gaya elektromagnetik atau kondisi termal yang tinggi akibat hubung singkat.

PMT tegangan menengah ini biasanya dipasang pada Gardu Induk, pada kabel masuk ke busbar tegangan menengah (*Incoming Cubicle*)

maupun pada setiap rel/busbar keluar (*Outgoing Cubicle*) yang menuju penyulang keluar dari Gardu Induk (Yang menjadi kewenangan operator tegangan menengah adalah sisi *Incoming Cubicle*). Ditinjau dari media pemadam busur apinya PMT dibedakan atas :

- PMT dengan media minyak (*Oil Circuit Breaker*)
- PMT dengan media gas SF6 (*SF6 Circuit Breaker*)
- PMT dengan media vacuum (*Vacuum Circuit Breaker*)

Konstruksi PMT sistem 20 kV pada Gardu Induk biasanya dibuat agar PMT dan mekanisme penggerakannya dapat ditarik keluar / drawable (agar dapat dites posisi apabila ada pemadaman karena pekerjaan pemeliharaan maupun gangguan).

2. Disconnector (DS) / Saklar Pemisah

Saklar pemisah merupakan sebuah alat pemutus yang digunakan untuk menutup dan membuka pada komponen utama pengaman/recloser, DS tidak dapat dioperasikan secara langsung, karena alat ini mempunyai desain yang dirancang khusus dan mempunyai kelas atau spesifikasi tertentu, jika dipaksakan untuk pengoperasian langsung, maka akan menimbulkan busur api yang dapat berakibat fatal. Yang dimaksud dengan pengoperasian langsung adalah penghubungan atau pemutusan tenaga listrik dengan menggunakan DS pada saat DS tersebut masih dialiri tegangan listrik.

Pengoperasian DS tidak dapat secara bersamaan melainkan dioperasikan satu per satu karena antara satu DS dengan DS yang lain tidak berhubungan, biasanya menggunakan stick (tongkat khusus) yang dapat dipanjangkan atau dipendekkan sesuai dengan jarak dimana DS itu berada, DS terdiri dari bahan keramik sebagai penopang dan sebuah pisau yang berbahan besi logam sebagai switchnya.



Gambar 7. Disconnecting Switch (DS)

3. *Air Break Switch (ABSw)*

Air Break Switch (ABSw) adalah peralatan hubung yang berfungsi sebagai pemisah dan biasa dipasang pada jaringan luar. Biasanya medium kontakannya adalah udara yang dilengkapi dengan peredam busur api / interrupter berupa hembusan udara. ABSw juga dilengkapi dengan peredam busur api yang berfungsi untuk meredam busur api yang ditimbulkan pada saat membuka / melepas pisau ABSw yang dalam kondisi bertegangan. Kemudian ABSw juga dilengkapi dengan isolator tumpu sebagai penopang pisau ABSw , pisau kontak sebagai kontak gerak yang berfungsi membuka / memutus dan menghubungkan / memasukan ABSw , serta stang ABSw yang berfungsi sebagai tangkai penggerak pisau ABSw.

Perawatan rutin yang dilakukan untuk ABSw karena sering dioperasikan, mengakibatkan pisau-pisaunya menjadi aus dan terdapat celah ketika dimasukkan ke peredamnya / kontakannya. Celah ini yang mengakibatkan terjadi lonjakan bunga api yang dapat membuat ABSw terbakar.



Gambar 8. *Air Break Switch* dan Handle ABSW

Pemasangan ABSw pada jaringan, antara lain digunakan untuk :

- a. Penambahan beban pada lokasi jaringan
- b. Pengurangan beban pada lokasi jaringan
- c. Pemisahan jaringan secara manual pada saat jaringan mengalami gangguan.

ABSW terdiri dari :

- a. Stang ABSW
- b. Cross Arm Besi
- c. Isolator Tumpu
- d. Pisau Kontak
- e. Kawat Pentanahan
- f. Peredam Busur Api
- g. Pita Logam Fleksibel

4. *Load Break Switch* (LBS)

Load Break Switch (LBS) atau saklar pemutus beban adalah peralatan hubung yang digunakan sebagai pemisah ataupun pemutus tenaga dengan beban nominal. Proses pemutusan atau pelepasan jaringan dapat dilihat dengan mata telanjang. Saklar pemutus beban ini tidak dapat bekerja secara otomatis pada waktu terjadi gangguan, dibuka atau ditutup hanya untuk memanipulasi beban.



Gambar 9. Load break switch

5. Recloser (Penutup Balik Otomatis / PBO)

Recloser adalah peralatan yang digunakan untuk memproteksi bila terdapat gangguan, pada sisi hilirnya akan membuka secara otomatis dan akan melakukan penutupan balik (reclose) sampai beberapa kali tergantung penyetelannya dan akhirnya akan membuka secara permanen bila gangguan masih belum hilang (lock out). Penormalan recloser dapat dilakukan baik secara manual maupun dengan sistem remote. Recloser juga berfungsi sebagai pembatas daerah yang padam akibat gangguan permanen atau dapat melokalisir daerah yang terganggu. Recloser mempunyai 2 (dua) karakteristik waktu operasi (dual timing), yaitu operasi cepat (fast) dan operasi lambat (delay). Menurut fasanya recloser dibedakan atas :

- Recloser 1 fasa
- Recloser 3 fasa

Menurut sensor yang digunakan, recloser dibedakan atas :

- Recloser dengan sensor tegangan (dengan menggunakan trafo tegangan) digunakan di jawa timur
- Recloser dengan sensor arus (dengan menggunakan trafo arus) digunakan di jawa tengah



Gambar 10. Recloser

6. Relay arus lebih

Relay arus lebih berfungsi untuk mendeteksi arus gangguan (arus hubung singkat) dan memberitahunya ke PMT. Rele ini bekerja berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman tertentu dalam waktu tertentu.



Gambar 11. Relay Arus Lebih

7. Sectionalizer

Sectionalizer adalah sebuah peralatan pengaman arus lebih (*over current protective device*) yang dipasang hanya sebagai pengaman

cadangan PMT atau *recloser*. Sectionalizer berfungsi untuk melokalisir seksi penyulang yang terganggu tetapi seksi penyulang yang lain tetap menyalurkan energi listrik ke beban. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan pelayanan pada konsumen dengan cara melokalisir gangguan dan mempercepat pencarian gangguan, terutama daerah pelanggan VIP, industri dan bisnis.



Gambar 12. *Sectionalizer*

8. Sekering (*fuse*)

Sekering (*fuse*) merupakan jenis pengaman lebur yang digunakan untuk mengamankan sistem dari gangguan arus lebih (arus hubung singkat atau beban lebih).



Gambar 13. Sekering

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

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

1. Kegiatan pendahuluan

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

2. Kegiatan Inti

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

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

a. Eksplorasi

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

- 3) Memfasilitasi terjadinya interaksi antarpeserta diklat serta antara peserta diklat dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
 - 4) Melibatkan peserta diklat secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
 - 5) Memfasilitasi peserta diklat melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.
- b. Elaborasi
- 1) Membiasakan peserta diklat membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
 - 2) Memfasilitasi peserta diklat melalui pemberian tugas, diskusi, dan lain-lain untuk memunculkan gagasan baru baik secara lisan maupun tertulis;
 - 3) Memberi kesempatan untuk berpikir, menganalisis, menyelesaikan masalah, dan bertindak tanpa rasa takut;
 - 4) Memfasilitasi peserta diklat dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
 - 5) Memfasilitasi peserta diklat berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
 - 6) Memfasilitasi peserta diklat membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
 - 7) Memfasilitasi peserta diklat untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
 - 8) Memfasilitasi peserta diklat melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
 - 9) Memfasilitasi peserta diklat melakukan kegiatan yang menumbuhkan kebanggaan dan rasa percaya diri.
- c. Konfirmasi
- 1) Memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat, maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik;
 - 2) Memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi peserta didik melalui berbagai sumber;
 - 3) Memfasilitasi peserta diklat melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
 - 4) Memfasilitasi peserta diklat untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
 - 5) Berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan peserta diklat yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
 - 6) Membantu menyelesaikan masalah;

- 7) Memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
- 8) Memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
- 9) Memberikan motivasi kepada peserta didik yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan Penutup

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

E. LATIHAN

1. Jelaskan cara yang biasa digunakan untuk mengendalikan tekanan medan elektrik pada jaringan tegangan tinggi agar pemakaian isolasi bisa lebih diminimalisir?
2. Jelaskan kabel yang biasa digunakan pada jaringan tegangan tinggi?
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pemutus tenaga (PMT) dan jelaskan juga Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu pemutus tenaga?
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan *Air Break Switch* (ABSw) dan bagaimana pemasangannya?
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan *Load Break Switch* (LBS) dan *Recloser*?

F. 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.

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

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.

G. RANGKUMAN

Peralatan yang dipasang tegangan tinggi pada dasarnya sama dengan peralatan yang dipasang pada tegangan rendah, perbedaannya hanya pada konstruksi. Ada lima hal yang membedakan konstruksi peralatan tegangan tinggi dengan peralatan tegangan rendah yaitu : Sistem isolasi, ukuran komponen peralatan yang menghantarkan arus, sistem pendinginan, penyambungan konduktor, pelindung tegangan lebih. Sedangkan pada peralatan pengaman yang digunakan dalam pengoperasian jaringan diantaranya Pemutus tenaga (PMT) adalah alat pemutus tenaga listrik yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan hubungan listrik (switching equipment) baik dalam kondisi normal (sesuai rencana dengan tujuan pemeliharaan), abnormal (gangguan), atau manuver system. Saklar pemisah merupakan sebuah alat pemutus yang digunakan untuk menutup dan membuka pada komponen utama pengaman/recloser. Air Break Switch juga dilengkapi dengan peredam busur api yang berfungsi untuk meredam busur api yang ditimbulkan pada saat membuka / melepas pisau ABSw yang dalam kondisi bertegangan. Kemudian saklar pemutus beban adalah peralatan hubung yang digunakan sebagai pemisah ataupun pemutus tenaga dengan beban nominal.

H. KUNCI JAWABAN

1. Cara pengendalian tekanan medan elektrik yang dijumpai sehari-hari sebagai berikut :
 - a. Cara pertama adalah dengan menata bagian-bagian peralatan yang membentuk susunan elektroda agar tekanan medan elektrik dapat berkurang. Jika dalam hal ini volume bahan isolasi yang digunakan adalah sama, maka bahan isolasi dengan susunan elektroda tersebut

memikul tekanan medan elektrik yang lebih rendah dari tekanan medan elektrik yang dipikul peralatan dengan susunan elektroda.

- b. Cara kedua untuk menghemat pemakaian bahan isolasi peralatan tegangan tinggi adalah membuat elektroda perata tegangan yang berfungsi untuk meratakan distribusi tegangan pada system isolasi. Ada tiga jenis elektroda perata yaitu :

- 1) Elektroda perata internal
- 2) Elektroda perat eksternal
- 3) Elektroda perata intermediasi

2. Kabel tegangan tinggi pada umumnya berinti tunggal dan berinti tiga, bahannya terbuat dari pilinan serat tembaga atau aluminium. Bentuk penampangnya tidak berupa lingkaran tetapi dibuat berbentuk sektoral agar dengan diameter luar yang tetap diperoleh luas penampang inti yang lebih besar. Atau dengan luas penampang inti yang tetap diperoleh diameter luar yang lebih kecil, sehingga ongkos pembuatannya lebih murah. Inti dibungkus dengan bahan isolasi utama yang sifat mekanisnya yang utama adalah fleksibel sehingga mudah digelar dan perubahan kekuatan mekanisnya tidak begitu kentara jika suhunya berubah-ubah dari suhu kamar sampai suhu operasi.

3. Pemutus tenaga (PMT) adalah alat pemutus tenaga listrik yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan hubungan listrik (*switching equipment*) baik dalam kondisi normal (sesuai rencana dengan tujuan pemeliharaan), abnormal (gangguan), atau manuver sistem, sehingga dapat memonitor kontinuitas sistem tenaga listrik dan keandalan pekerjaan pemeliharaan. Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu pemutus tenaga atau Circuit Breaker (CB) adalah :

- a. Harus mampu untuk menutup dan dialiri arus beban penuh dalam waktu yang lama.
- b. Dapat membuka otomatis untuk memutuskan beban atau beban lebih.
- c. Harus dapat memutus dengan cepat bila terjadi hubung singkat.
- d. Celah (Gap) harus tahan dengan tegangan rangkaian, bila kontak membuka.
- e. Mampu dialiri arus hubung singkat dengan waktu tertentu.

- f. Mampu memutuskan arus magnetisasi trafo atau jaringan serta arus pemuatan (*Charging Current*)
 - g. Mampu menahan efek dari arching kontakannya, gaya elektromagnetik atau kondisi termal yang tinggi akibat hubung singkat.
4. *Air Break Switch* (ABSw) adalah peralatan hubung yang berfungsi sebagai pemisah dan biasa dipasang pada jaringan luar. Biasanya medium kontakannya adalah udara yang dilengkapi dengan peredam busur api / interrupter berupa hembusan udara. Pemasangan ABSw pada jaringan, antara lain digunakan untuk :
- a. Penambahan beban pada lokasi jaringan
 - b. Pengurangan beban pada lokasi jaringan
 - c. Pemisahan jaringan secara manual pada saat jaringan mengalami gangguan.
5. *Load Break Switch* (LBS) atau saklar pemutus beban adalah peralatan hubung yang digunakan sebagai pemisah ataupun pemutus tenaga dengan beban nominal. Proses pemutusan atau pelepasan jaringan dapat dilihat dengan mata telanjang. *Recloser* adalah peralatan yang digunakan untuk memproteksi bila terdapat gangguan, pada sisi hilirnya akan membuka secara otomatis dan akan melakukan penutupan balik (*reclose*) sampai beberapa kali tergantung penyetelannya dan akhirnya akan membuka secara permanen bila gangguan masih belum hilang (*lock out*).

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

MENENTUKAN PROSEDUR PENGOPERASIAN JARINGAN TRANSMISI DAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

A. TUJUAN

Peserta diklat dapat mengoperasikan jaringan sistem tenaga listrik

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Setelah mempelajari materi ini diharapkan peserta diklat dapat menentukan prosedur pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik

C. URAIAN MATERI

Energi listrik bisa sampai ke konsumen itu tentunya harus melalui jaringan. Jadi jaringan listrik merupakan faktor yang penting dalam sistem tenaga

listrik. Sedangkan yang harus diperhatikan pada jaringan itu adalah masalah tegangan dan maksimal pembebanan. Dengan melakukan analisa pada jaringan itu maka kondisi sistem jaringan bisa diketahui sehingga dapat memberikan prediksi pada operasi sistem. Sementara itu kondisi sistem jaringan akan mengalami perubahan jika terjadi pertama masuknya unit pembangkit/transmisi baru. Karena semakin banyaknya saluran transmisi dalam suatu sistem tenaga, maka untuk menyalurkan daya dari pusat-pusat pembangkit ke beban dilakukan dengan beberapa alternatif.

Dengan kata lain beberapa macam konfigurasi jaringan dapat dibuat untuk suatu kondisi operasi tertentu. Suatu konfigurasi jaringan tertentu dapat memberikan keamanan sistem dan kualitas tenaga listrik yang baik disisi konsumen. Karena pada dasarnya gangguan yang terjadi di jaringan sistem tenaga listrik tidak dapat ditentukan secara pasti baik waktu maupun tempatnya maka pemilihan konfigurasi jaringan ini tidak akan mengurangi jumlah gangguan.

1. Prosedur pengoperasian jaringan distribusi

Prosedur operasi pengaturan dan pengusaha jaringan tegangan menengah adalah usaha menjamin kelangsungan penyaluran tenaga listrik, mempercepat penyelesaian gangguan – gangguan yang timbul, serta dilain pihak menjaga keselamatan baik petugas pelaksana operasi maupun instalasinya sendiri.

a. Pengoperasian jaringan distribusi tegangan menengah tersebut dilaksanakan dengan cara :

- 1) Memanuver atau memanipulasi jaringan, dengan menggunakan telekontrol maupun dilapangan.
- 2) Menerima informasi - informasi mengenai keadaan jaringan dan kemudian membuat penilaian (observasi) seperlunya guna menetapkan tindak lanjutan.
- 3) Menerima besaran-besaran pengukuran pada jaringan yang kemudian membuat penilaian (observasi) seperlunya guna menetapkan tindak lanjutan.

- 4) Mengkoordinasikan pelaksanaannya dengan pihak - pihak lain yang bersangkutan.
- 5) Mengawasi jaringan secara kontinyu.
- 6) Mengusut dan melokalisir gangguan jaringan.
- 7) Mendeteksi gangguan jaringan sehingga titik gangguannya dapat ditemukan untuk diperbaiki.

Ada 2 macam jaringan distribusi yang dioperasikan :

1) Jaringan baru

Pengoperasian jaringan distribusi baru meliputi :

- a) Jaringan dinyatakan layak / baik (konstruksi, material konstruksi dan kualitas material sesuai standart atau tidak).
- b) Daerah yang dilayani diketahui (aman, beban, daerah yang dilayani dan peralatan yang terpasang).
- c) Pelaksanaan fisik pengoperasian (pengukuran jaringan dengan megger dan pengukuran tahanan pembumian (maksimal 5 ohm).

2) Jaringan lama

Pengoperasian jaringan distribusi lama meliputi :

- a) Telah diterima laporan resmi bahwa jaringan telah diperbaiki dan perbaikan telah diuji dan petugas dalam posisi aman.
- b) Bila ada penambahan beban (baru) dapat dilayani oleh sumber tenaga yang tersedia.
- c) Pelaksanaan fisik pengoperasian (pengukuran jaringan dengan megger dan pengukuran tahanan pembumian (maksimal 5 ohm).

b. Prosedur Pembebasan/Pemberian Tegangan.

Prosedur ini meliputi pelaksanaan manuver pembebasan tegangan / pemberian tegangan dalam rangka pekerjaan pemeliharaan instalasi tenaga listrik tegangan tinggi yang direncana maupun tidak terencana. Prosedur ini meliputi aktivitas untuk melaksanakan pengendalian switching pekerjaan pemeliharaan instalasi listrik tegangan tinggi pada grid sulselbar. Langkah-langkah yang harus dilaksanakan pada prosedur pemberian/pembebasan tegangan ini adalah sebagai berikut: Menerima informasi bahwa persiapan pekerjaan dimulai.

- a. Membaca dan memahami urutan menuver yang terdapat pada working permit pembebasan /pemberian tegangan.

- b. Apabila tidak ada kedua working permit pemberian/pembebasan tegangan tersebut maka pekerjaan terencana tersebut tidak akan dilaksanakan.
- c. Melakukan pelaksanaan manuver / switching sebagai berikut :
 - a) Koordinasikan dengan operator gardu induk untuk menanyakan kesiapan petugas pengawas manuver, pengawas pekerjaan dan pengawas k3 dan apabila petugas tersebut tidak berada di lokasi pekerjaan, manuver pembebasan tegangan tidak boleh dilaksanakan.
 - b) Catat pelaksanaan manuver, pengawas manuver, pengawas pekerjaan dan pengawas k3 kedalam formulir working permit yang telah ada.
- d. Perhatikan aliran daya pada segmen yang akan dilakukan manuver kemudian laksanakan manuver pembebasan/ pemberian tegangan dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a) Pada saat pelaksanaan manuver pembebasan tegangan, buka terlebih dahulu pmt di sisi beban, kemudian lanjutkan dengan pmt di sisi sumber.
 - b) Pada saat pelaksanaan manuver pemberian tegangan, buka terlebih dahulu pmt di sisi sumber, kemudian lanjutkan dengan pmt di sisi beban.
 - c) Laksanakan manuver sesuai urutan manuver pembebasan/pemberian tegangan yang terdapat pada working permit.
 - d) Pembukaan pmt dan pms busbar dilakukan secara remote di control room ap2b.
 - e) Apabila terjadi kegagalan saat pembukaan pmt dan pms busbar, maka pelaksanaanya diulangi sekali lagi dan apabila masih gagal kedua kalinya maka pelaksanaannya dilakukan secara lokal diperintahkan ke operator gardu induk untuk melakukan manuver sesuai atas perintah dispatcher.
- e. Semua kegiatan manuver pembukaan/penutupan dicatat pada formulir working permit pembebasan/pemberian tegangan dan pada logsheet operasi harian.

- f. Setelah pelaksanaan manuver/switching selesai maka :
 - 1) Informasikan kepada pengawas manuver, pengawas K3 bahwa instalasi yang dibebaskan sudah aman untuk dilakukan pekerjaan/pemeliharaan.
 - 2) Perintahkan pada operator gardu induk untuk memasang tanda-tanda (tagging) dan pentanahan lokal jika diperlukan.
 - 3) Evaluasi pengaruhnya terhadap sistem setelah pembebasan tegangan 150 kv / 70 kv dan 30 kv dilaksanakan.
- g. Prosedur pembebasan/pemberian tegangan pada pekerjaan tidak terencana dan tidak mengakibatkan pemadaman dilakukan dengan langkah langkah sebagai berikut :
 - a) Memonitor kondisi sistem dan pengaruhnya terhadap keandalan disampaikan ke piket pengawas /supervisor operasi
 - b) Koordinasikan dengan gardu induk dan unit tragi terkait
 - c) Pembukaan PMT dan PMS busbar dilakukan secara remote di ruang kontrol setelah memeriksa status scada pada posisi remote control.
 - d) Apabila terjadi kegagalan saat pembukaan PMT dan PMS busbar, maka pelaksanaanya dilakukan secara lokal diperintahkan ke operator gardu induk untuk melakukan manuver atas perintah dispatcher.
 - e) Semua kegiatan manuver pembukaan/penutupan dicatat pada formulir working permit pembebasan/pemberian tegangan dan pada logsheet operasi harian.
- h. Setelah pelaksanaan manuver/switching selesai maka lakukan :
 - 1) Informasikan kepada pengawas manuver, pengawas k3 bahwa instalasi yang dibebaskan sudah aman untuk dilakukan pekerjaan/pemeliharaan.
 - 2) Evaluasi pengaruhnya terhadap sistem setelah pembebasan tegangan 150 kv / 70 kv dan 30 kv
- i. Prosedur pembebasan/pemberian tegangan pada pekerjaan tidak terencana dan tidak mengakibatkan pemadaman dilakukan dengan langkah langkah sebagai berikut :

- a) Memonitor kondisi sistem dan pengaruhnya terhadap keandalan disampaikan ke piket pengawas /supervisor operasi
- b) Koordinasikan dengan apd maupun pidis untuk mengalihkan pasokan.
- c) Koordinasikan dengan gardu induk dan unit tragi terkait
- j. Setelah semua petugas sudah siap, maka lakukan manuver sesuai sop pembebasan/penormalan kondisi pemeliharaan terencana.
- k. Pembukaan pmt dan pms busbar dilakukan secara remote di ruang kontrol setelah memeriksa status scada pada posisi remote control.
- l. Apabila terjadi kegagalan saat pembukaan pmt dan pms busbar, maka pelaksanaanya dilakukan secara lokal diperintahkan ke operator gardu induk untuk melakukan manuver atas perintah dispatcher.
- m. Setelah pelaksanaan manuver/switching selesai maka lakukan :
 - a) Informasikan kepada pengawas manuver, pengawas k3 bahwa instalasi yang dibebaskan sudah aman untuk dilakukan pekerjaan/pemeliharaan.
 - b) Evaluasi pengaruhnya terhadap sistem setelah pembebasan tegangan 150 kv / 70 kv dan 30 kv

c. Prosedur Pembebanan

Prosedur ini merupakan petunjuk untuk melaksanakan pengendalian dan pengaturan operasi plta bakaru baik dalam kondisi normal maupun abnormal. prosedur ini disusun untuk menjaga kontinuitas suplai daya dari plta bakaru terkait dengan variasi musim yang berpengaruh pada besarnya inflow air. pada saat inflow lebih besar dari 45 m³/detik maksimalkan pembebanan sesuai dengan daya.

Pada saat inflow lebih kecil dari 45 m³/detik atur pembebanan sehingga elevasi terendah menjelang beban puncak didapatkan dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel.

Tabel 3. Prosedur Pembebanan

Inflow rata rata (m3/detik)	Elevasi beban puncak (m-dpl)
-----------------------------	------------------------------

0 s.d. 19	615,50
20 s.d. 29	615,25
30 s.d. 45	615,00

Jika kondisi diatas tidak dapat tercapai pada saat plta bakaru beroperasi dua unit, lepas salah satu unit yang lebih memungkinkan untuk start stop.

d. Prosedur tetap dalam melaksanakan manuver

- 1) Manuver secara manual : mengirim petugas ketempat / lapangan.
- 2) Manuver dilakukan dari GH / gardu Induk.
Manuver dangan control jarak jauh : dilakukan dari pusat control APD yang melayani daerah / area yang cukup luas.

e. Prosedur Komunikasi

Di dalam pengendalian sistem tenaga listrik terdapat sarana bantu yang sangat dibutuhkan yaitu saran komunikasi. Untuk itu agar tujuan pengoperasian sistem tenaga listrik yang handal, ekonomis dan mutu yang baik diperlukan sistem komunikasi yang baik pula. Sarana komunikasi yang dipergunakan tersebut antara lain :

- 1) Radio Transceiver : adalah sarana komunikasi yang menggunakan media udara dan mempunyai sifat CONFERENCE artinya salah satu bicara menggunakan Radio, maka akan dapat didengar oleh semua operator / teknisi jaringan distribusi (TM) dan dispatcher APD (sesuai frekuensi yang digunakan masing – masing region).
- 2) Power Line Carier Telephone (PLCT) : adalah sarana komunikasi telephone yang menggunakan saluran udara tegangan tinggi 150 KV dan 70 KV sebagai media komunikasi.
- 3) Fiber optik : adalah merupakan sarana komunikasi telephone dengan menggunakan media kabel fiber optik yang terbentang pada saluran transmisi 500 KV dan 150 KV.
- 4) Telephone umum (PT TELKOM)

Di dalam berkomunikasi ada batas – batas tertentu yang harus dipatuhi dan dilaksanakan dengan etika komunikasi yang menyangkut tata tertib dan sopan santun. Adapun yang dimaksud dengan etika komunikasi adalah jika anda menerima telepon maka sebutkan nama atau tempat anda berada dan kemudian tanyakan dari mana dan atau tanyakan keperluannya. Akan tetapi jika anda mengirim, kenalkan terlebih dahulu dengan menyebutkan nama dan kesatuan anda, dan selanjutnya tanyakan siapa lawan bicara kemudian baru membicarakan maksud dan tujuan anda menghubungi seseorang / tempat dengan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti secara santun.

Tata-tertib berkomunikasi :

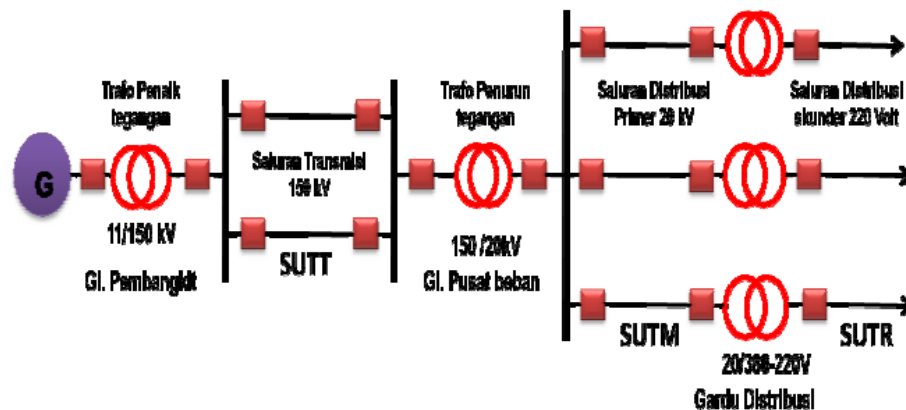
- 1) Fasilitas telekomunikasi operasional hanya digunakan untuk menyampaikan berita operasional jaringan distribusi.
- 2) Tidak dibenarkan menyampaikan berita yang berbeda diluar tanggung jawab piket pelaksana / pengatur distribusi.
- 3) Tidak dibenarkan untuk bergurau / berbicara tidak sopan.
- 4) Setiap berita operasional harus ditulis dan diulang pembacaanya secara detail.
- 5) Penerima berita harus membaca ulang seluruh berita yang diterima.
- 6) Berita operasional diusahakan disampaikan secara langsung.
- 7) Semua informasi yang diperlukan baik lisan /tertulis harus dicatat / direkam.
- 8) Setiap menyampaikan / menerima berita harus menyebut atau mencatat :
- 9) Nama dan identitas pengirim / penerima.
- 10) Waktu dan tanggal menerima / menyampaikan informasi

2. Prosedur pengoperasian jaringan transmisi tenaga listrik

Untuk mengurangi rugi-rugi daya pada saluran transmisi dapat dilakukan dengan mempertinggi / menaikkan tegangan transmisi dari tegangan menengah ke tegangan yang lebih tinggi melalui saluran (SUTT, SUTET). Hal ini dilakukan dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- Memperkecil tahanan konduktor dengan memperbesar luas penampangnya ada batasnya karena penambahan luas penampang penghantar juga ada batasnya.
- Perbaikan faktor daya beban dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor kompensasi (*shunt capacitor*).
- Rugi-rugi transmisi berbanding lurus dengan besar tahanan konduktor dan berbanding terbalik dengan kuadrat rugi-rugi yang diperoleh karena peninggian tegangan transmisi jauh lebih besar dari pada pengurangan rugi.

Pertimbangan inilah yang mendorong perusahaan pembangkit tenaga lebih cenderung menaikkan tegangan transmisi.



Gambar 14. Diagram segaris pengadaan energi Listrik

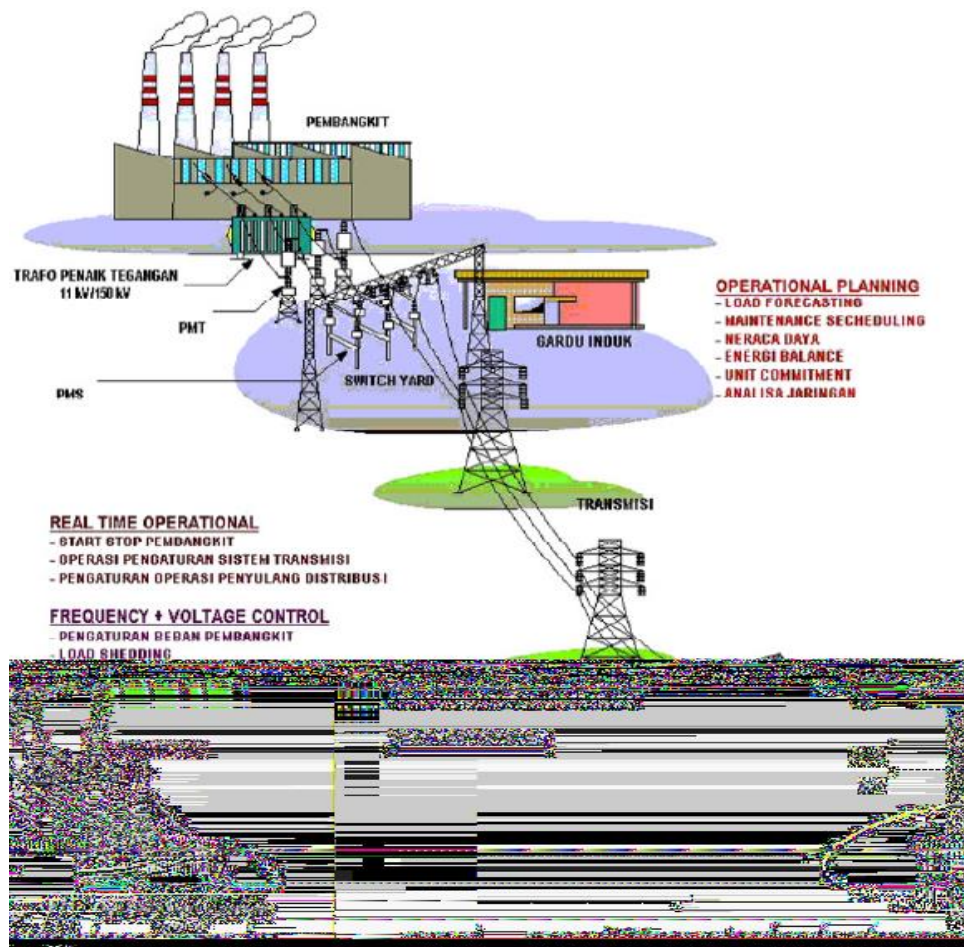
Meskipun peninggian tegangan transmisi akan mengurangi rugi-rugi daya, peninggian itu tetap ada batasnya karena tegangan tinggi menimbulkan beberapa masalah, antara lain:

- Tegangan tinggi dapat menimbulkan korona pada kawat transmisi. Korona ini menimbulkan rugi-rugi daya dan dapat menimbulkan gangguan terhadap komunikasi radio.
- Jika tegangan transmisi semakin tinggi, maka peralatan transmisi dan gardu induk membutuhkan isolasi yang volumenya semakin banyak agar peralatannya mampu memikul tegangan tinggi tersebut. Hal ini mengakibatkan kenaikan harga investasi.
- Saat terjadi pemutusan dan penutupan rangkaian transmisi (*switching operation*), timbul tegangan lebih surja hubung sehingga peralatan

sistem tenaga listrik harus dirancang mampu memikul tegangan lebih tersebut. Hal ini juga mengakibatkan kenaikan harga investasi.

- d. Jika tegangan transmisi ditinggikan, menara transmisi harus semakin tinggi untuk menjamin keselamatan makhluk hidup di sekitar transmisi. Peninggian menara transmisi mengakibatkan transmisi mudah disambar petir. Sambaran petir pada transmisi akan menimbulkan tegangan lebih surja petir pada sistem tenaga listrik, sehingga peralatan sistem tenaga listrik harus dirancang mampu memikul tegangan lebih tersebut.
- e. Peralatan sistem perlu dilengkapi dengan peralatan proteksi untuk menghindarkan kerusakan akibat adanya tegangan lebih surja hubung dan surja petir. Penambahan peralatan proteksi ini menambah biaya investasi dan perawatan.

Kelima hal diatas memberi kesimpulan, bahwa peninggian tegangan transmisi akan menambah biaya investasi dan perawatan. Tetapi telah dijelaskan sebelumnya bahwa mempertinggi tegangan transmisi akan mengurangi kerugian daya.



Gambar 15. Skema penyaluran energi listrik

3. Prosedur darurat di sistem pengoperasian

Keadaan darurat pada sistem dianggap terjadi apabila:

- Kapasitas margin cadangan atau tegangan Sistem turun ke bawah tingkat yang dapat diterima.
- Gangguan telah menyebabkan Sistem terpisah dan/atau pemadaman sebagian atau total; dan,
- Badai, gempa bumi, huru-hara dan sebagainya yang mengancam keamanan sistem.
- P3B dan Pemakai Jaringan wajib mengikuti prosedur untuk mengembalikan kondisi Sistem secepatnya ke keadaan aman.

Petunjuk prosedur keadaan darurat di sistem

Pusat pengatur beban harus memelihara dan mendistribusikan sebuah petunjuk prosedur keadaan darurat. Sistem berikut daftar rinci semua pihak yang harus diberitahu bahwa sistem dalam keadaan darurat, termasuk nomor telepon dinas dan telepon rumah serta alternatif penyampaian lain apabila mereka tidak berada di rumah. Petunjuk tersebut juga harus menetapkan tempat ke mana petugas utama harus pergi melapor untuk pelaksanaan pemulihan.

Pengumuman kekurangan daya

Pusat pengatur beban harus mengumumkan suatu kondisi kekurangan daya apabila:

- a. Cadangan operasi merosot di bawah kebutuhan minimum dan tidak tersedia daya untuk mengatasinya.
- b. Cadangan operasi dalam rencana bulanan diperkirakan akan kurang dari kebutuhan minimum dan tidak tersedia daya untuk mengatasinya. Dalam kasus terakhir, maka pusat pengatur beban harus mengumumkan keadaan kekurangan daya paling sedikit seminggu sebelumnya.

Pemberitahuan kekurangan daya

Segara setelah Kekurangan Daya diumumkan, Pusat Pengatur Beban harus:

- a. Memberitahu PT PLN (Persero) wilayah bahwa telah terjadi kekurangan daya dan agar mempersiapkan pelepasan beban yang dapat diputus (interruptible-load) guna mempertahankan tingkat cadangan operasi minimum. Besarnya beban interruptible yang harus dilepas oleh setiap PT PLN (Persero) Wilayah harus berdasarkan sasaran yang ditetapkan Pusat Pengatur Beban. Target tersebut harus diusahakan proporsional dengan beban tersambung masing-masing PT PLN (Persero) Wilayah.
- b. Memberitahu PLN pembangkitan/perusahaan pembangkit bahwa telah terjadi atau mungkin akan terjadi kekurangan daya dan agar berusaha untuk menambah daya tersedia di setiap unit pembangkit; dan
- c. Memberitahu Direksi PT PLN (Persero).

4. Prosedur pemulihan sistem

Semua pemakai jaringan harus mengikuti pengarahannya pusat pengatur beban dan unit/sub-unit pengatur beban untuk memastikan bahwa pemulihan sistem berlangsung cepat, aman dan menghindari masalah yang tidak perlu terjadi.

Prosedur Pemulihan dari terpecahnya Sistem (island operation)

Dalam hal satu atau lebih pulau-pulau operasi yang stabil telah terjadi, urutan berikut harus diikuti:

- a. Pusat pengatur beban dan unit/sub-unit pengatur beban harus secepatnya menilai keadaan sistem dan menentukan tingkat dan sifat dari kerusakan fasilitas peralatan. Pemakai jaringan transmisi harus membantu menyediakan informasi yang diperlukan pusat pengatur beban dan unit/sub-unit pengatur beban dalam membuat penilaian tersebut.
- b. Menstabilkan pulau-pulau yang terpisah pada 50 Hz dan mensinkronkan pulau-pulau tersebut secepat mungkin.
- c. Memulihkan pasokan ke semua pusat pembangkit besar yang terputus/padam untuk memulai proses pengasutan. Sinkronisasi unit tersebut ke Sistem dilakukan setelah diperintahkan oleh pusat pengatur beban atau unit/sub-unit pengatur beban.
- d. Mengasut unit-unit pembangkit yang tidak beroperasi yang menurut pertimbangan pusat pengatur beban atau unit/sub-unit pengatur beban diperlukan untuk memudahkan proses pemulihan. sinkronisasi unit-unit tersebut ke Sistem dilakukan setelah diperintahkan oleh pusat pengatur beban atau unit/sub-unit pengatur beban.
- e. Mengasut unit-unit pembangkit yang memiliki kemampuan asut gelap di kawasan yang padam dan mensinkronkan unit tersebut ketika pasokan ke titik sambungan pusat listrik telah dipulihkan dan telah diizinkan oleh pusat pengatur beban atau unit/sub-unit pengatur beban untuk disinkronkan.
- f. Meningkatkan daya keluar unit pembangkit sesuai dengan perintah pusat pengatur beban atau unit/sub-unit pengatur beban. Perlu diperhatikan

agar tidak melakukan pembebanan berlebih pada penghantar dan/atau pembebanan yang mengakibatkan kondisi tegangan rendah.

- g. Memulihkan pasokan ke gardu induk yang padam secepat mungkin guna menyiapkan peralatan untuk pelaksanaan buka-tutup (switching) PMT. Perlu perhatian khusus tidak terjadi tegangan lebih yang disebabkan oleh arus charging ketika menutup ruas transmisi yang panjang.
- h. Di bawah pengarahannya pusat pengatur beban, unit/sub unit pengatur beban memerintahkan PT PLN (Persero) Wilayah untuk memulai pemulihan penyulang distribusi dengan menghindari pembebanan lebih ruas transmisi dan keadaan tegangan rendah, serta menghindari turunnya cadangan berputar ke tingkat yang tidak aman. Setelah padam cukup lama, mungkin diperlukan pembebanan penyulang secara bertahap untuk menghindari terjadinya beban lebih pada penyulang.
- i. Menghindari menghubungkan unit-unit pembangkit yang terisolasi ke beban lokal yang terisolasi kecuali apabila tidak mungkin mensinkronkan unit-unit pembangkit terlebih dahulu untuk kestabilan pulau-pulau operasi, serta unit-unit telah dinyatakan mampu memikul beban terpisah.
- j. Pemakai Jaringan yang tidak mengikuti perintah-perintah pusat pengatur beban dan unit/sub-unit pengatur beban selama proses pemulihan harus dihadapkan pada proses pemaksaan (enforcement)

5. Prosedur Pemulihan Padam Total

Pemulihan sistem setelah kejadian pemadaman total merupakan proses yang jauh lebih sulit dan memakan waktu panjang dibanding pemadaman sebagian. Dalam hal terjadi pemadaman total, langkah-langkah berikut harus ditambahkan pada kasus pemadaman sebagian:

- a. Unit Pembangkit yang mempunyai fasilitas asut-gelap dan disertifikasi mampu memikul beban terpisah (independent load pickup) harus diasut dan diikuti dengan proses energize ruas penghantar, energize gardu-induk dan pembebanan lokal. Pulau kecil yang terbentuk ini

harus diperluas dengan menambahkan pembangkitan lokal, ruas penghantar, gardu-induk dan beban. Ketika memperluas pulau ini perlu perhatian khusus untuk menghindari ketidakstabilan tegangan.

- b. Setelah beberapa pulau mandiri yang stabil terbentuk, pulau-pulau tersebut harus diperluas sehingga pulau - pulau yang semula terpisah dapat disinkronkan dengan tetangganya; dan
- c. Karena durasi dan lingkup pemadaman total jauh lebih besar dibanding pemadaman sebagian, pembebanan unit harus secara bertahap untuk menghindari beban lebih pada penyulang dan untuk memungkinkan penstabilan beban. Selain itu, banyak fasilitas/peralatan penyimpan energi (energy storage) di gardu-induk dan pusat listrik harus diisi ulang sebelum pengoperasian kembali fasilitas – fasilitas tersebut. harus secara bertahap untuk menghindari beban lebih pada penyulang dan untuk memungkinkan penstabilan beban. Selain itu, banyak fasilitas/peralatan penyimpan energi (energy storage) di gardu-induk dan pusat listrik harus diisi ulang sebelum pengoperasian kembali fasilitas - fasilitas tersebut.

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

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

1. Kegiatan Pendahuluan

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

2. Kegiatan Inti

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

sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta diklat.

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

a. Eksplorasi

- 1) Melibatkan peserta diklat mencari informasi yang luas dan dalam tentang topik/tema materi yang akan dipelajari;
- 2) Menggunakan beragam pendekatan pembelajaran, media pembelajaran, dan sumber belajar lain;
- 3) Memfasilitasi terjadinya interaksi antarpeserta diklat serta antara peserta diklat dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) Melibatkan peserta diklat secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) Memfasilitasi peserta diklat melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

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

c. Konfirmasi

- 1) Memberikan umpan balik positif dan penguatan dalam bentuk lisan, tulisan, isyarat, maupun hadiah terhadap keberhasilan peserta didik;

- 2) Memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi peserta didik melalui berbagai sumber;
 - 3) Memfasilitasi peserta diklat melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
 - 4) Memfasilitasi peserta diklat untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
 - 5) Berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan peserta diklat yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
 - 6) Membantu menyelesaikan masalah;
 - 7) Memberi acuan agar peserta didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
 - 8) Memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
 - 9) Memberikan motivasi kepada peserta diklat yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.
3. Kegiatan Penutup
- a. Bersama-sama dengan peserta diklat dan/atau sendiri membuat rangkuman atau simpulan pelajaran;
 - b. Melakukan penilaian dan/atau refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan secara konsisten dan terprogram;
 - c. Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran;
 - d. Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta diklat; dan
 - e. Menyampaikan rencana kegiatan pembelajaran pada diklat berikutnya.

E. LATIHAN

1. Jelaskan cara pengoperasian jaringan distribusi tegangan menengah?
2. Jelaskan langkah-langkah yang harus dilaksanakan pada prosedur pemberian/pembebasan tegangan?
3. Jelaskan tata tertib berkomunikasi dalam prosedur komunikasi?
4. Jelaskan masalah yang ditimbulkan karena peninggian tegangan transmisi?
5. Jelaskan kapan terjadinya keadaan darurat pada sistem pengoperasian jaringan tegangan tinggi?

F. 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.

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

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

G. RANGKUMAN

Prosedur operasi pengaturan dan pengusahaan jaringan tegangan menengah adalah usaha menjamin kelangsungan penyaluran tenaga listrik, mempercepat penyelesaian gangguan – gangguan yang timbul, jaringan distribusi yang dioperasikan terdiri dari jaringan baru dan jaringan lama. Kegiatan mengatur, membagi, memindahkan, dan menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk, gardu distribusi sampai ke konsumen dilakukan oleh beberapa pihak yang dikoordinir oleh pengatur distribusi. Dalam operasi sistem distribusi, setiap alur tugas dari pekerjaan ditentukan oleh prosedur tetap yang biasa disebut Standing Operation Procedure (SOP), Kegiatan operasi distribusi ini dibedakan dalam dua keadaan yaitu : keadaan normal, keadaan gangguan, keadaan pemulihan, dan keadaan darurat. Untuk mengatasi keadaan tersebut maka dilakukan manipulasi jaringan distribusi adalah serangkaian kegiatan membuat modifikasi terhadap operasi normal dari jaringan akibat dari adanya gangguan atau pekerjaan jaringan yang membutuhkan pemadaman tenaga listrik, sehingga dapat mengurangi daerah pemadaman dan agar tetap tercapai

H. KUNCI JAWABAN

1. Pengoperasian jaringan distribusi tegangan menengah tersebut dilaksanakan dengan cara :

- a. Memanuver atau memanipulasi jaringan, dengan menggunakan telekontrol maupun dilapangan.
 - b. Menerima informasi - informasi mengenai keadaan jaringan dan kemudian membuat penilaian (observasi) seperlunya guna menetapkan tindak lanjutan.
 - c. Menerima besaran-besaran pengukuran pada jaringan yang kemudian membuat penilaian (observasi) seperlunya guna menetapkan tindak lanjutan.
 - d. Mengkoordinasikan pelaksanaannya dengan pihak - pihak lain yang bersangkutan.
 - e. Mengawasi jaringan secara kontinyu.
 - f. Mengusut dan melokalisir gangguan jaringan.
 - g. Mendeteksi gangguan jaringan sehingga titik gangguannya dapat ditemukan untuk diperbaiki.
2. Langkah-langkah yang harus dilaksanakan pada prosedur pemberian/pembebasan tegangan ini adalah sebagai berikut:
- a. Menerima informasi bahwa persiapan pekerjaan dimulai.
 - b. Membaca dan memahami urutan manuver yang terdapat pada working permit pembebasan /pemberian tegangan.
 - c. Apabila tidak ada kedua working permit pemberian/pembebasan tegangan tersebut maka pekerjaan terencana tersebut tidak akan dilaksanakan.
 - d. Melakukan pelaksanaan manuver / switching
 - e. Perhatikan aliran daya pada segmen yang akan dilakukan manuver kemudian laksanakan manuver pembebasan/ pemberian tegangan
 - f. Semua kegiatan manuver pembukaan/penutupan dicatat pada formulir working permit pembebasan/pemberian tegangan dan pada logsheet operasi harian.
 - g. Setelah pelaksanaan manuver/switching selesai maka :
 - 1) Informasikan kepada pengawas manuver, pengawas K3 bahwa instalasi yang dibebaskan sudah aman untuk dilakukan pekerjaan/pemeliharaan.
 - 2) Perintahkan pada operator gardu induk untuk memasang tanda-tanda (tagging) dan pentanahan lokal jika diperklukan.

- 3) Evaluasi pengaruhnya terhadap sistem setelah pembebasan tegangan 150 kv / 70 kv dan 30 kv dilaksanakan.
- h. Prosedur pembebasan/pemberian tegangan pada pekerjaan tidak terencana dan tidak mengakibatkan pemadaman
- i. Setelah pelaksanaan manuver/switching selesai maka lakukan :
 - 1) Informasikan kepada pengawas manuver, pengawas k3 bahwa instalasi yang dibebaskan sudah aman untuk dilakukan pekerjaan/pemeliharaan.
 - 2) Evaluasi pengaruhnya terhadap sistem setelah pembebasan tegangan 150 kv / 70 kv dan 30 kv
- j. Setelah semua petugas sudah siap, maka lakukan manuver sesuai sop pembebasan/penormalan kondisi pemeliharaan terencana.
- k. Pembukaan pmt dan pms busbar dilakukan secara remote di ruang kontrol setelah memeriksa status scada pada posisi remote control.
- l. Apabila terjadi kegagalan saat pembukaan pmt dan pms busbar, maka pelaksanaanya dilakukan secara lokal diperintahkan ke operator gardu induk untuk melakukan manuver atas perintah dispatcher.

3. Tata-tertib berkomunikasi :

- a. Fasilitas telekomunikasi operasional hanya digunakan untuk menyampaikan berita operasional jaringan distribusi.
- b. Tidak dibenarkan menyampaikan berita yang berbeda diluar tanggung jawab piket pelaksana / pengatur distribusi.
- c. Tidak dibenarkan untuk bergurau / berbicara tidak sopan.
- d. Setiap berita operasional harus ditulis dan diulang pembacaanya secara detail.
- e. Penerima berita harus membaca ulang seluruh berita yang diterima.
- f. Berita operasional diusahakan disampaikan secara langsung.
- g. Semua informasi yang diperlukan baik lisan /tertulis harus dicatat / direkam.
- h. Setiap menyampaikan / menerima berita harus menyebut atau mencatat :
- i. Nama dan identitas pengirim / penerima.

- j. Waktu dan tanggal menerima / menyampaikan informasi
4. Peninggian tegangan transmisi ada batasnya karena tegangan tinggi menimbulkan beberapa masalah, antara lain:
- a. Tegangan tinggi dapat menimbulkan korona pada kawat transmisi. Korona ini menimbulkan rugi-rugi daya dan dapat menimbulkan gangguan terhadap komunikasi radio.
 - b. Jika tegangan transmisi semakin tinggi, maka peralatan transmisi dan gardu induk membutuhkan isolasi yang volumenya semakin banyak agar peralatannya mampu memikul tegangan tinggi tersebut. Hal ini mengakibatkan kenaikan harga investasi.
 - c. Saat terjadi pemutusan dan penutupan rangkaian transmisi (*switching operation*), timbul tegangan lebih surja hubung sehingga peralatan sistem tenaga listrik harus dirancang mampu memikul tegangan lebih tersebut. Hal ini juga mengakibatkan kenaikan harga investasi.
 - d. Jika tegangan transmisi ditinggikan, menara transmisi harus semakin tinggi untuk menjamin keselamatan makhluk hidup di sekitar transmisi. Peninggian menara transmisi mengakibatkan transmisi mudah disambar petir. Sambaran petir pada transmisi akan menimbulkan tegangan lebih surja petir pada sistem tenaga listrik, sehingga peralatan sistem tenaga listrik harus dirancang mampu memikul tegangan lebih tersebut.
 - e. Peralatan sistem perlu dilengkapi dengan peralatan proteksi untuk menghindarkan kerusakan akibat adanya tegangan lebih surja hubung dan surja petir. Penambahan peralatan proteksi ini menambah biaya investasi dan perawatan.
5. Keadaan darurat pada sistem dianggap terjadi apabila:
- a. Kapasitas margin cadangan atau tegangan Sistem turun ke bawah tingkat yang dapat diterima.
 - b. Gangguan telah menyebabkan Sistem terpisah dan/atau pemadaman sebagian atau total; dan,
 - c. Badai, gempa bumi, huru-hara dan sebagainya yang mengancam keamanan sistem.

EVALUASI

A. PEDAGOGIK

1. Salah satu upaya guru dalam melaksanakan langkah-langkah perbaikan pembelajaran yang telah dirancang melalui Penelitian Tindakan Kelas antara lain?
 - A. Guru menyakini ada masalah dalam pembelajaran selama ini yang memerlukan peningkatan
 - B. Guru melakukan instropeksi terhadap kelemahan yang ada dari aspek guru
 - C. Guru merancang upaya latihan mengerjakan soal-soal untuk persiapan Ujian Nasional

- D. Guru mengevaluasi kembali rancangan mengatasi kelemahan yang ada
2. Hasil analisis kekuatan dan kelemahan pembelajaran yang telah dilaksanakan dapat digunakan guru untuk:
- A. Mempertahankan kebiasaan mengajar karena sudah lama dan banyak pengalaman
 - B. Mengusulkan penyediaan media pembelajaran yang canggih untuk meningkatkan pembelajaran
 - C. Merancang ulang rancangan pembelajaran yang berdasarkan analisis terbukti memiliki kelemahan
 - D. Melakukan latihan tambahan berupa test untuk para siswa
3. Pemecahan permasalahan nyata yang terjadi di dalam kelas sekaligus mencari jawaban ilmiah melalui tindakan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas pembelajaran dalam membantu memberdayakan guru dalam memecahkan masalah pembelajaran di sekolah merupakan bagian dari PTK, yaitu:
- A. Makna PTK
 - B. Tujuan PTK
 - C. Manfaat PTK
 - D. Karakteristik PTK
4. Penelitian tindakan kelas merupakan penelitian praktis yang bertujuan untuk:
- A. Menghasilkan teori-teori pembelajaran yang inovatif
 - B. Meningkatkan kinerja guru profesional
 - C. Memecahkan masalah mengajar guru
 - D. Memecahkan masalah belajar siswa
5. Salah satu prinsip yang dimiliki oleh PTK adalah:
- A. Komunikatif
 - B. Efektif
 - C. Kolaboratif
 - D. Eksperimental

B. PROFESIONAL

1. Jelaskan konsep pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik?
2. Jelaskan berbagai kondisi pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik?
3. Jelaskan mengenai teknik pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik?
4. Jelaskan berbagai peralatan dan perlengkapan yang diperlukan pada pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik?
5. Jelaskan cara penentuan prosedur pengoperasian jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik?

PENUTUP

Modul Pembelajaran ini menggunakan Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi . Pelatihan Berbasis Kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat 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 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.

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini, setiap peserta dievaluasi baik terhadap aspek pengetahuan maupun keterampilan. Aspek pengetahuan dilakukan melalui latihan-latihan dan tes tertulis, sedang aspek keterampilan dilakukan melalui tugas praktek.

Dalam penulisan modul ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis meminta dan menerima masukan, saran dan kritik untuk perbaikan kualitas dari modul ini.

GLOSARIUM

Terminologi dan Definisi

Glossary ini mendefinisikan terminologi yang digunakan dalam aturan Jaringan ini. Penggunaan yang konsisten atas definisi-definisi tersebut akan mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahpahaman ketentuan dalam aturan jaringan. Dalam hal dimana sebuah terminologi atau kata dinyatakan secara khusus pada suatu bagian dalam aturan jaringan, maka pernyataan dalam aturan jaringan tersebut yang diutamakan dibandingkan dengan penjelasan dalam glossary ini. Kata-kata dan pernyataan berikut yang digunakan dalam aturan jaringan diartikan sebagai berikut, kecuali permasalahannya memerlukan pengertian lain:

Automatic Generation Control (AGC): Pengatur Pembangkitan Otomatis, suatu fasilitas komputerisasi yang secara otomatis mengatur daya listrik yang keluar dari generator sebagai respons terhadap perubahan frekuensi Sistem. Hal ini memungkinkan optimisasi biaya pembangkitan secara keseluruhan dengan pengiriman signal untuk mengubah setpoint governor dari unit pembangkit.

Alat/Peralatan: Alat/peralatan yang terhubung ke, atau merupakan bagian dari, dan/atau pemakai jaringan transmisi dan yang dibutuhkan untuk memproduksi, mengatur atau mengukur listrik.

ANSI: *American National Standards Institute* (Institusi Standar Nasional Amerika).

Area control center (ACC): Unit Pengatur Beban Regional yang memantau dan mengatur bagian 150 kV dan 66 kV dalam Jaringan (grid) Sumatera.

Arus eksitasi (Arus Medan): Arus yang mengalir melalui kumparan medan pada suatu generator.

Asut-gelap (*Black Start*): Pengajutan suatu unit pembangkit yang dilakukan tanpa ketersediaan pasokan daya dari luar.

Aturan jaringan: Kumpulan peraturan dan standar teknis dan operasional untuk menjamin operasi sistem yang andal, aman dan efisien.

Beban: Konsumsi daya listrik di setiap titik sambungan, atau jumlah konsumsi energi yang dilayani oleh Jaringan.

Beban Puncak: Beban tertinggi yang dipasok oleh jaringan atau kepada pemakai tertentu.

Circuit breaker: Saklar yang menghubungkan dan memutuskan sirkit tenaga listrik yang bertegangan dalam kondisi operasi normal dan mampu memutuskan arus beban dan arus hubung singkat.

Dispatcher: Petugas yang melakukan supervisi dari control center.

Faktor Beban: Rasio dari rata-rata output atau beban terhadap output maksimum atau beban dalam satu periode waktu.

Flicker: Perubahan kecil tegangan yang berlangsung cepat dan kontinyu, yang dapat terdeteksi oleh mata manusia apabila terjadi pada lampu pijar.

Gangguan: Kejadian tidak terencana yang mengakibatkan kondisi abnormal dalam jaringan.

Load break switch (LBS): Saklar yang menghubungkan dan memutuskan sirkit pada jaringan distribusi tenaga listrik dalam kondisi berbeban.

Real time: Waktu aktual selama proses berlangsung.

Perintah dispatch: Instruksi kepada PLN Pembangkitan /Perusahaan Pembangkit untuk membebani unitnya ke tingkat-tingkat tertentu yang jumlah keseluruhannya sesuai dengan kebutuhan/beban, dengan cara yang andal dan ekonomis.

PMT: Pemutus Daya untuk menutup dan membuka rangkaian listrik dalam keadaan tidak berbeban maupun berbeban, dengan kemampuan tertentu untuk memutus arus hubung-singkat. Dalam bahasa Inggris dikenal dengan sebutan circuit breaker (CB).

Sinkronisasi: Proses penyamaan frekuensi, tegangan dan fasa suatu unit pembangkit dengan Jaringan sedemikian sehingga memenuhi persyaratan untuk penyambungan dilaksanakan.

Sistem: Gabungan antara Jaringan dengan semua peralatan Pemakai Jaringan yang terhubung ke Jaringan.

Tegangan Tinggi (TT): Tegangan di atas 35 kV sampai dengan 150 kV.

TET: Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV dalam jaringan.

Perintah Dispatch: Instruksi kepada PLN pembangkitan/perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, A.N. 2005. Sistem Tenaga Listrik: Operasi Sistem dan Pengendalian.
Malang: Universitas Negeri Malang.

Harjanto. 2003. Perencanaan Pengajaran. Rineka Cipta.

Kementrian ESDM. 2008. Peraturan Menteri No. 37 tahun 2008 Tentang Aturan
Jaringan Sistem Tenaga Listrik Sumatera. Jakarta.

PLN. 2005. Evaluasi Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Timur dan Bali.

PLN. 2012. Prosedur Operasi Standar Distribusi dan Transmisi.

R. Ibrahim dan Nana Syaodih. S. 2003. Perencanaan Pengajaran. Rineka Cipta.

Syaiful Sagala. 2003. Konsep dan Makna Pembelajaran. Alfabeta.