



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Pedagogik : Pengembangan Instrumen Penilaian
Profesional : Teknik Pemeliharaan Jaringan Sistem Tenaga Listrik

**KELOMPOK
KOMPETENSI**





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik

Penyusun :

Dr. Sukardi, MT
UNP Padang

—
—

Reviewer :

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

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



KATA PENGANTAR

Profesi pemelajar dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Pemelajar dan Dosen. Hal ini dikarenakan pemelajar 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 pemelajar dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

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

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan modul ini, mudah-mudahan modul ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi dalam diklat PKB.

Jakarta, Agustus 2015
Direktur Jenderal Pemelajar
dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

Halaman

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar gambar	vi
Daftar tabel	ix
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara penggunaan modul	4
Kegiatan Pembelajaran 1	5
A. Tujuan	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	5
C. Uraian Materi	5
D. Aktivitas Pembelajaran	18
E. Latihan/ Kasus /Tugas	19
F. Rangkuman	19
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	19
H. Kunci Jawaban	20
Kegiatan Pembelajaran 2	22
A. Tujuan	22
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	22
C. Uraian Materi	22
D. Aktivitas Pembelajaran	28
E. Latihan/ Kasus /Tugas	29
F. Rangkuman	29

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	30
H. Kunci Jawaban	30
Kegiatan Pembelajaran 3	32
A. Tujuan	32
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	32
C. Uraian Materi	32
D. Aktivitas Pembelajaran	48
E. Latihan/ Kasus /Tugas	49
F. Rangkuman	49
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	49
H. Kunci Jawaban	50
Kegiatan Pembelajaran 4	52
A. Tujuan	52
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	52
C. Uraian Materi	52
D. Aktivitas Pembelajaran	71
E. Latihan/ Kasus /Tugas	72
F. Rangkuman	72
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	73
H. Kunci Jawaban	74
Kegiatan Pembelajaran 5	75
A. Tujuan	75
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	75
C. Uraian Materi	75
D. Aktivitas Pembelajaran	91
E. Latihan/ Kasus /Tugas	92
F. Rangkuman	92
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	93
H. Kunci Jawaban	93

Kegiatan Pembelajaran 6	94
A. Tujuan	94
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	94
C. Uraian Materi	94
D. Aktivitas Pembelajaran	115
E. Latihan/ Kasus /Tugas	118
F. Rangkuman	118
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	118
H. Kunci Jawaban	119
Kegiatan Pembelajaran 7	120
A. Tujuan	120
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	120
C. Uraian Materi	121
D. Aktivitas Pembelajaran	121
E. Latihan/ Kasus /Tugas	137
F. Rangkuman	137
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	138
H. Kunci Jawaban	139
Kegiatan Pembelajaran 8	140
A. Tujuan	140
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	141
C. Uraian Materi	141
D. Aktivitas Pembelajaran	169
E. Latihan/ Kasus /Tugas	171
F. Rangkuman	171
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	172
H. Kunci Jawaban	172
Kegiatan Pembelajaran 9	174
A. Tujuan	174

B. Indikator Pencapaian Kompetensi	174
C. Uraian Materi	174
D. Aktivitas Pembelajaran	211
E. Latihan/ Kasus /Tugas	213
F. Rangkuman	213
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	214
H. Kunci Jawaban	214
Kegiatan Pembelajaran 10	215
A. Tujuan	215
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	215
C. Uraian Materi	215
D. Aktivitas Pembelajaran	244
E. Latihan/ Kasus /Tugas	245
F. Rangkuman	245
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	246
H. Kunci Jawaban	246
Kegiatan Pembelajaran 11	247
A. Tujuan	247
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	247
C. Uraian Materi	247
D. Aktivitas Pembelajaran	285
E. Latihan/ Kasus /Tugas	287
F. Rangkuman	287
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	288
H. Kunci Jawaban	288
Evaluasi	288
Penutup	289

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
6.1 Transpormator Gardu Induk	111
7.1 Alur Kegiatan Inspeksi sampai dengan Pemeliharaan	122
7.2 Alur proses pemeliharaan	128
8.1 Alat Transportasi Pemeliharaan Jaringan Listrik	141
8.2 Lever Hoist	142
8.3 Sling Wire rope	144
8.4 Chain sling	145
8.5 Webbing Sling	145
8.6 Round Sling	146
8.7 Alat Pengait Pin Isolator (Winch Isolator)	146
8.8 Palu Plastik	147
8.9 Kunci-kunci (Inggris dan Pas/Ring)	147
8.10 Came Along (tiang tension tower)	148
8.11 Roller Conductor Lifter	149
8.12 Shackle	150
8.13 Tali Tambang	150
8.14 Angle Level	151
8.15 Parang	151
8.16 Tang kombinasi	152
8.17 Ranging meter	152
8.18 Obeng Minus	153
8.19 Stop Meter (5 meter)	153
8.20 Clinometer	154
8.21 Palu godam 5 kilogram	154
8.22 Theodolit	155
8.23 Water Pas	156
8.24 Gin Pole/Tiang Pengangkat	157
8.25 Sling Mata Itik	157

8.26	Alat Ukur Pentanahan (Tahanan Kaki Tiang)	158
8.27	Gergaji Besi	158
8.28	Corona Detector	159
8.29	Mesin Press Hydraulic	160
8.30	Flir T250 T335 T425 Infrared Thermovision Camera	160
8.31	Portable Petrol Twin Capstan Winch	161
8.32	AB Chance 1000 lb Capacity Capstan Hoist	161
8.33	Grounding Aparatus (Grounding Stick)	162
8.34	Mitchell Instrument High Voltage Detector MITHD3 Non-Contact AC up to 275Kv	162
8.35	Simpson 505 High Voltage Insulation Tester	163
8.36	Motorised Oil Breakdown Voltage (Bdv) Test Set	164
8.37	Tandu Lipat Gulung YDC-1A7	164
8.38	Jas Hujan Penguin PVC	165
8.39	Kotak P3K	165
8.40	Rambu K3	166
8.41	Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD)	166
9.1	Dasar Manometer Tekanan Minyak	196
9.2	Kerusakan (abnormality peralatan).pada Isolator	205
9.3	Kerusakan (abnormality peralatan) pada menara	205
9.4	Kerusakan pada isolator gantung	206
9.5	Kerusakan pada kawat pentanahan	206
10.1	Cara pengangkatan dan pengangkutan tiang	230
10.2	Cara Peletakan Tiang	230
10.3	Cara Peletakan dan Pemindahan Tiang	231
10.4	Cara Penggantian Tiang	132
10.5	Cara Mendirikan Tiang	233
10.6	Cara Mendirikan Tiang Dengan Tenaga Orang	234
10.7	Memadatkan pondasi tiang	235
10.8	Gambar a.b.c Cara Penggantian Kawat Pengikat ..	237
10.9	Cara Penggelaran dan Penarikan Kawat (Stringing) ..	239
10.10	Pemeriksa Lendutan Dengan Menggunakan Papan Bidik ..	240
10.11	Pemberian Kode Kepada Petugas Penegangan Dengan	

	Menggunakan Bendera	241
11.1	Tekanan Absolute Gas SF6	156
11.2	Proses pembukaan PMT media Gas SF6	258
11.3	Proses Pemasukan (Closing) pada PMT media Gas SF6	259
11.4	PMT Udara Hembus	260
11.5	Skema suatu PMT dengan udara hembus tekanan tinggi ..	262
11.6	PMT Hampa Udara	264
11.7	PMT Bulk Oil	266
11.8	Proses Pemadaman Busur Api	266
11.9	Mekanik PMT dengan Sistem Pegas Pilin ..	267
11.10	Mekanik PMT dengan sistem pegas gulung ..	269
11.11	Bagian Utama Penggerak PMT	270
11.12	Bagian Pemicu (Pilot Part)	270
11.13	Grafik Tekanan Minyak fungsi Suhu ..	272
11.14	Prinsip dasar Kerja sistem pneumatic	272
11.15	Proses pada saat PMT dalam posisi buka menjadi menutup (open to close)	273
11.16	Proses pada saat PMT dalam posisi tutup menjadi membuka (close to open)	273
11.17	Pemisah Putar	275
11.18	Pemisah Siku	276
11.19	Pemisah Pantograph	277
11.20	Arrester Type Valve	280
11.21	Karakteristik Tahanan Katup	281
11.22	Bagian-bagian dari Arrester	283
11.23	Gambar (a) Silicon Carbide, (b) Metal Oxide	284

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
2.1 SK-KD Teknik jaringan listrik Kelas X Semester 1.....	26
3.1 Skala Thurstone Minat terhadap Pelajaran teknik jaringan listrik ...	35
3.2 Skala Likert Sikap terhadap Pelajaran Matematika	35
3.3 Skala Beda Semantik Pelajaran teknik jaringan listrik	35
3.4 Kriteria Penafsiran	36
3.5 Kisi-kisi Instrumen	39
3.6 Bentuk Instrumen	40
3.7 Butir-butir Pernyataan Angket	40
3.8 Kriteria Penafsiran	44
4.1 Skala Thurstone Minat terhadap Pelajaran teknik jaringan listrik ...	58
4.2 Skala Likert Sikap terhadap Pelajaran Matematika	59
4.3 Skala Beda Semantik Pelajaran teknik jaringan listrik	59
4.4 Kriteria Penafsiran	60
4.5 Kisi-kisi Instrumen	63
4.6 Bentuk Instrumen	63
4.7 Butir-butir Pernyataan Angket	64
4.8 Kriteria Penafsiran	67
6.1 Daftar Inventaris Pemeliharaan Gardu Induk	113
7.1 Metode Pemeliharaan	128
9.1 Pemeliharaan harian	182
9.2 Pemeliharaan Mingguan	183
9.3 Pemeliharaan Semester	184
9.4 Pemeliharaan Tahunan	185
9.5 Peralatan yang dipelihara pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran udara tegangan ekstra tinggi	201
9.6 Jenis-jenis kelainan pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran udara tegangan ekstra tinggi	203
9.7 Jenis-jenis penanggulangan pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran udara tegangan ekstra tinggi	204

10.1	Pemeliharaan Transformator Distribusi	221
10.2	Jadwal Pemeliharaan Semesteran yang dilaksanakan dalam keadaan beroperasi bebas tegangan	223
10.3	Saat Bekerja Pada Jarak Minimum Aman Kerja	226
10.4	Pemeliharaan Rutin Tahunan JTM	228
10.5	Hubungan Antara Jumlah, Volume Fisik	228
10.6	Jarak Aman Untuk Saluran Udara Tegangan Menengah Dan Tegangan Rendah Minimum Dalam Satuan Meter	238
11.1	Simbol dan Status Peralatan mengacu pada Grid Code P3B	251
11.2	Uraian Kegiatan Pemeliharaan PMT	253
11.3	Item Checklist Untuk LA	282
11.4	Referensi dan Justifikasi untuk Nilai Arus Bocor	285
11.5	Justifikasi Pabrikan Alat Ukur LCM Transinor II	286

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam Permendiknas No 16 Tahun 2007 tentang Kualifikasi Akademik dan Standar Kompetensi Anda dinyatakan bahwa salah satu kompetensi inti pedagogik Anda adalah menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. Untuk Kompetensi level 9 Kompetensi inti tersebut dijabarkan dalam enam kompetensi, yaitu: 1) memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu, 2) menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu, 3) menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, 4) mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, 5) mengadministrasikan penilaian proses dan hasil belajar secara berkesinambungan dengan menggunakan berbagai instrumen, 6) menganalisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan. Memperhatikan tuntutan kompetensi Anda pada Permendiknas di atas, dapat diketahui bahwa salah satu kompetensi yang harus Anda miliki adalah mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. Kompetensi ini tidak terpisah dengan kompetensi lainnya.

Untuk kompetensi professional level 9 Anda harus memiliki kompetensi inti merencanakan pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik dan melaksanakan pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik. Kompetensi inti tersebut dijabarkan dalam enam kompetensi, yaitu: 1) memperjelas konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk), 2) menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk), 3) menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk), 4) memelihara jaringan transmisi sistem tenaga listrik, 5) memelihara jaringan distribusi sistem tenaga listrik, dan 6) memelihara gardu induk sistem tenaga listrik.

Pengembangan isi modul ini diarahkan sedemikian rupa sehingga materi pembelajaran yang terkandung didalam disusun berdasarkan topik-topik selektif untuk mencapai kompetensi dalam merencanakan pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik dan melaksanakan pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik.

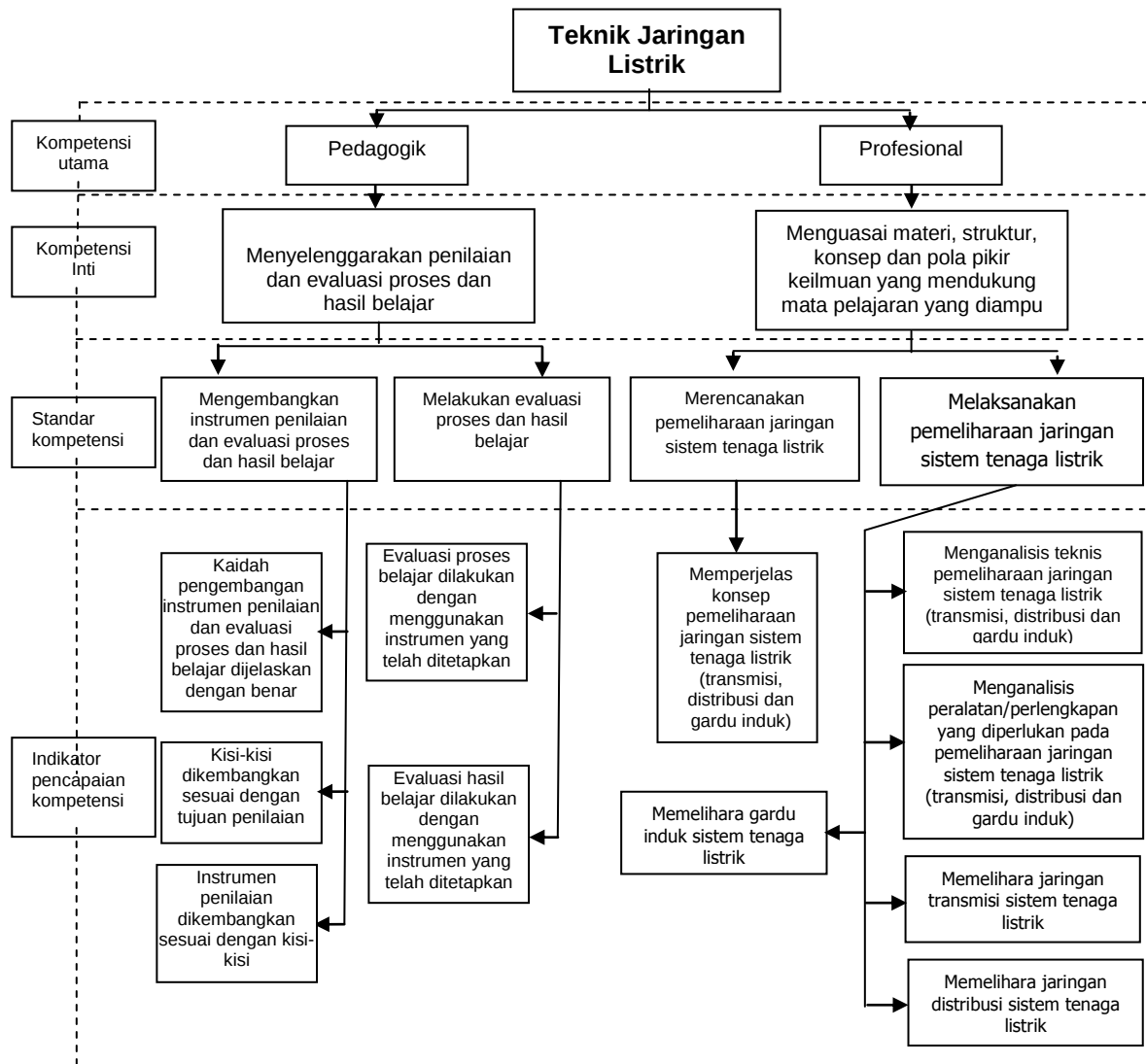
B. Tujuan

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitas bagi Anda SMK dalam mata pelajaran teknik jaringan listrik dalam meningkatkan kompetensinya dalam bidang pedagogik level 9 dan bidang professional level 9.

Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda mampu:

1. Mengevaluasi hasil belajar dilakukan dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan.
2. Memperjelas konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
3. Menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
4. Menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
5. Memelihara jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
6. Memelihara jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
7. Memelihara gardu induk sistem tenaga listrik.

C. Peta Kompetensi



D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi modul adalah adalah:

1. Mengevaluasi hasil belajar dilakukan dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan
2. Memperjelas konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

3. Menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
4. Menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
5. Memelihara jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
6. Memelihara jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
7. Memelihara gardu induk sistem tenaga listrik.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Modul ini dibagi dalam 11 kegiatan belajar yang tersusun secara sistematis dimana anda harus pelajari secara tuntas setiap kegiatan belajar mulai dari kegiatan belajar 1, 2, 3, 4 dan seterusnya secara berurutan. Sebelum anda beralih kekegiatan belajar berikutnya anda harus mengerjakan test perfomence yang telah disiapkan pada setiap akhir pokok bahasan/kegiatan belajar. Untuk meyakinkan jawaban anda bias menggunakan kunci jawaban yang telah tersedia.

Untuk lulus dari modul ini anda harus telah mengerjakan seluruh latihan dengan benar dengan skor minimum 85.

Kegiatan Pembelajaran 1

KAIDAH PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN DAN EVALUASI PROSES HASIL BELAJAR

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi SMK bidang Teknik Listrik dalam meningkatkan kompetensinya menyusun instrumen penilaian hasil belajar teknik jaringan listrik, baik tes maupun non tes.

B. Indikator Pencapaian kompetensi

Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar dijelaskan dengan benar.

C. Uraian Materi

1. Konsep Dasar Penilaian

Kompetensi yang diharapkan dalam mempelajari modul ini adalah

- a Memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu.
- b Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran teknik jaringan listrik .
- c Menunjukkan etos kerja dan tanggung jawab yang tinggi.
- d Bangga menjadi Anda dan percaya pada diri sendiri.
- e Belajar mandiri secara profesional.
- f Memahami tujuan pembelajaran yang diampu.

Penilaian merupakan bagian integral kegiatan pembelajaran teknik jaringan listrik di kelas. Namun tidak setiap Anda memiliki pemahaman yang tepat tentang penilaian. Apakah pengertian sebenarnya dari penilaian? Apa saja objek penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik? Apa saja teknik dan jenis penilaian yang dapat digunakan? Pertanyaan pertanyaan dasar ini dapat menjadi pertanyaan reflektif bagi setiap Anda mengukur tingkat pemahamannya tentang penilaian.

Pemahaman Anda tentang pengertian penilaian, objek penilaian, teknik penilaian dan jenis penilaian dalam pembelajaran teknik jaringan listrik sangat penting karena akan mempengaruhi hampir seluruh aktivitas penilaian. Modul ini akan membantu Anda meningkatkan kompetensi sesuai tuntutan Permendiknas No 16 Tahun 2007 tentang Standar Kompetensi Anda.

Modul ini difokuskan pada pembahasan mengenai konsep dasar penilaian dan instrumen penilaian. Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda:

- a. Mampu menjelaskan pengertian penilaian, objek penilaian, teknik, dan jenis penilaian pada pembelajaran teknik jaringan listrik
- b. Mampu menjelaskan pengertian dan jenis-jenis instrumen penilaian pada pembelajaran teknik jaringan listrik.

Untuk membantu Anda mencapai kompetensi serta tujuan di atas, sub modul ini akan memfasilitasi Anda melalui 2 kegiatan belajar, yaitu:

- a. Memahami Pengertian, Objek, Teknik, dan Jenis Penilaian
- b. Memahami Pengertian dan Jenis-Jenis Instrumen Penilaian.

2. Memahami Pengertian, Objek, dan Teknik Penilaian

Selama ini istilah penilaian sering rancu dipahami dengan istilah pengukuran dan evaluasi. Apakah ketiganya memiliki arti yang sama? Apa sajakah objek penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik? Teknik penilaian apa saja yang dapat digunakan Anda untuk menilai keseluruhan objek belajar teknik jaringan listrik?

Penilaian merupakan kegiatan sangat penting dalam pembelajaran teknik jaringan listrik. Penilaian dapat memberikan umpan balik yang konstruktif bagi Anda maupun siswa. Berdasarkan hasil penilaian, Anda dapat mengambil keputusan secara tepat untuk menentukan langkah yang harus dilakukan selanjutnya. Anda juga dapat mengetahui seberapa jauh keberhasilan belajar teknik jaringan listrik siswa serta ketepatan metode mengajar yang digunakan. Hasil penilaian juga dapat memberikan motivasi kepada siswa untuk berprestasi lebih baik. Bahkan penilaian dapat

mempengaruhi perilaku belajar karena siswa cenderung mengarahkan kegiatan belajarnya menuju muara penilaian yang dilakukan Anda. Oleh karena pentingnya penilaian, setiap Anda teknik jaringan listrik harus memiliki pemahaman yang benar tentang berbagai aspek penilaian, baik pengertian, objek, teknik maupun jenis penilaian, sehingga dapat merancang dan melaksanakan penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik dengan baik.

a. Pengertian penilaian

Ada dua istilah terkait dengan konsep penilaian (*assesment*), yaitu pengukuran (*measurement*) dan evaluasi (*evaluation*) (Djemari Mardaphi, 2007). Pengukuran adalah proses penetapan angka terhadap suatu gejala menurut aturan tertentu. Sedangkan evaluasi adalah penilaian yang sistematis tentang manfaat atau kegunaan suatu objek. Dalam melakukan evaluasi di dalamnya ada kegiatan untuk menentukan nilai (misalkan: paham-tidak paham, baik-buruk, atau tuntas-tidak tuntas), sehingga ada unsure *judgement*. Pengukuran, penilaian, dan evaluasi adalah hirarki. Pengukuran membandingkan hasil pengamatan dengan kriteria, penilaian menjelaskan dan menafsirkan hasil pengukuran, sedang evaluasi adalah penetapan nilai atau implikasi suatu perilaku, baik perilaku individu maupun lembaga.

Pada Permendiknas No 20 tahun 2007 tentang standar penilaian dijelaskan bahwa penilaian adalah proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk menentukan pencapaian hasil belajar siswa. Penilaian tidak sekedar pengumpulan data siswa, tetapi juga pengolahannya untuk memperoleh gambaran proses dan hasil belajar siswa. Penilaian tidak sekedar memberi soal siswa kemudian selesai, tetapi Anda harus menindaklanjutinya untuk kepentingan pembelajaran.

Pada Permendiknas No 20 tahun 2007 juga disebutkan bahwa penilaian hasil belajar peserta didik pada jenjang pendidikan dasar dan menengah harus memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut:

- 1) **sahih**, berarti penilaian didasarkan pada data yang mencerminkan kemampuan yang diukur.
- 2) **objektif**, berarti penilaian didasarkan pada prosedur dan kriteria yang jelas, tidak dipengaruhi subjektivitas penilai.
- 3) **adil**, berarti penilaian tidak menguntungkan atau merugikan peserta didik karena berkebutuhan khusus serta perbedaan latar belakang agama, suku, budaya, adat istiadat, status sosial ekonomi, dan gender.
- 4) **terpadu**, berarti penilaian oleh Anda merupakan salah satu komponen yang takterpisahkan dari kegiatan pembelajaran.
- 5) **terbuka**, berarti prosedur penilaian, kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan dapat diketahui oleh pihak yang berkepentingan.
- 6) **menyeluruh dan berkesinambungan**, berarti penilaian oleh Anda mencakup semua aspek kompetensi dengan menggunakan berbagai teknik penilaian yang sesuai, untuk memantau perkembangan kemampuan peserta didik.
- 7) **sistematis**, berarti penilaian dilakukan secara berencana dan bertahap dengan mengikuti langkah-langkah baku.
- 8) **beracuan kriteria**, berarti penilaian didasarkan pada ukuran pencapaian kompetensi yang ditetapkan.
- 9) **akuntabel**, berarti penilaian dapat dipertanggung jawabkan, baik dari segi teknik, prosedur, maupun hasilnya.

b. Objek penilaian

Objek penilaian yang dimaksudkan disini merujuk pada apa yang menjadi sasaran dari penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik. Sampai saat ini pembelajaran teknik jaringan listrik banyak yang lebih menekankan pada penguasaan materi teknik jaringan listrik dan aplikasinya untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan materi teknik jaringan listrik. Situasi ini menyebabkan penilaian pembelajaran teknik jaringan

listrik hanya berorientasi pada pengukuran domain yang dangkal dan sempit, tidak menysasar kompetensi teknik jaringan listrik yang lebih tinggi. Praktek ini berdampak tidak optimalnya hasil belajar teknik jaringan listrik.

Untuk memahami objek penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik, Anda perlu memperhatikan beberapa ketentuan yang telah ditetapkan pemerintah. Pada Permendiknas No 22 Tahun 2006 tentang standar isi disebutkan bahwa mata pelajaran teknik jaringan listrik bertujuan agar siswa memiliki kemampuan berikut:

- 1) Memahami konsep teknik jaringan listrik, menjelaskan keterkaitan antara konsep konsep atau algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat, dalam pemecahan masalah
- 2) Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan teknik jaringan listrik
- 3) Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang teknik jaringan listrik, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh
- 4) Mengomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah
- 5) Memiliki sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Permendiknas No 16 tahun 2007 tentang standar kualifikasi akademik dan kompetensi Anda mengamanatkan bahwa penilaian harus sesuai dengan karakteristik mata pelajaran. Karakteristik teknik jaringan listrik mengarahkan visi teknik jaringan listrik pada dua arah pengembangan, yaitu untuk memenuhi kebutuhan masa kini dan kebutuhan masa datang . Visi pertama mengarahkan pembelajaran teknik jaringan listrik untuk pemahaman konsep dan idea teknik jaringan listrik yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah teknik jaringan listrik dan ilmu pengetahuan lainnya

Visi kedua dalam arti yang lebih luas dan mengarah ke masa depan, teknik jaringan listrik memberi peluang berkembangnya kemampuan berfikir logis, sistematis, kritis dan cermat, kreatif, menumbuhkan rasa percaya diri, dan rasa keindahan terhadap keteraturan sifat teknik jaringan listrik, serta mengembangkan sikap obyektif dan terbuka. Kedua visi tersebut harus menjadi perhatian juga dalam penilaian.

Dari uraian di atas disimpulkan bahwa objek penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik tidak hanya penguasaan materi oleh siswa, tetapi juga penguasaan kompetensi sesuai tujuan pembelajaran teknik jaringan listrik di sekolah menurut Permendiknas No 22 tahun 2006 dan Permendiknas No. 23 tahun 2006. Selain itu, penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik juga harus memperhatikan karakteristik teknik jaringan listrik sehingga perlu diarahkan pula untuk mengumpulkan informasi perkembangan kemampuan berpikir lebih tinggi (*higher order thinking*) siswa serta perkembangan pribadi.

c. Teknik penilaian.

Penilaian proses dan hasil belajar teknik jaringan listrik siswa dapat dilakukan dengan teknik tes dan non tes. Teknik tes dapat berupa tes tertulis, tes lisan, dan tes praktik atau tes kinerja yang digunakan untuk mengukur proses dan hasil belajar aspek kognitif. Teknik non tes dapat berupa observasi, penugasan perseorangan atau kelompok, angket, dan bentuk lain yang sesuai dengan karakteristik kompetensi dan tingkat perkembangan peserta didik. Teknik observasi atau pengamatan dilakukan selama pembelajaran berlangsung dan/atau di luar kegiatan pembelajaran untuk mengumpulkan data tentang pemahaman siswa, sikap terhadap pelajaran, kemampuan memecahkan masalah, kerjasama, kebutuhan bantuan dalam belajar, motivasi belajar, dan lain-lain. Teknik penugasan baik perseorangan maupun kelompok dapat berbentuk tugas rumah dan/atau proyek yang digunakan untuk mengumpulkan data tentang penguasaan kompetensi serta kecakapan/keterampilan tertentu. Teknik angket digunakan untuk menjangkau informasi berdasarkan pengakuan dan pendapat siswa melalui

respon mereka terhadap pernyataan/pertanyaan yang diajukan dalam angket.

Beragam teknik di atas memberikan alternatif yang dapat digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik. Tes tidak lagi harus diandalkan menjadi satu-satunya teknik penilaian dalam pembelajaran teknik jaringan listrik. Dominasi penggunaan tes dalam penilaian selama ini telah menghilangkan peluang pemerolehan informasi belajar teknik jaringan listrik yang holistik dan mendalam. Namun tidak berarti tes tidak boleh digunakan lagi. Sesuai dengan karakteristik dasar matematika, tes tetap menjadi salah satu cara pengumpulan data belajar matematika siswa. Jika tes digunakan, tes juga harus diarahkan pada penggalian informasi yang bervariasi dan berorientasi tingkatberpikir yang lebih tinggi. Objek belajar matematika yang luas membutuhkan tes yang lebih terbuka dan memberi kesempatan lebih luas bagi siswa menunjukkan bagian kompetensi matematis yang sudah dan belum dikuasai.

3. Memahami Pengertian dan Jenis Instrumen Penilaian

Bu Eruk, seorang Anda teknik jaringan listrik kelas X, melakukan penilaian mata pelajaran teknik jaringan listrik pada KD “*Memelihara generator pada pusat pembangkit*” dengan menggunakan tes pilihan ganda. Apakah penilaian KD tersebut tepat hanya menggunakan tes berbentuk pilihan ganda?

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2001) kata instrumen dapat diartikan sebagai: (1) alat yang digunakan dalam suatu kegiatan, atau (2) sarana untuk mengumpulkan data sebagai bahan pengolahan. Jadi instrumen penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik dapat diartikan sebagai alat yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik.

Sesuai dengan teknik penilaian yang digunakan, instrumen penilaian dapat berupa instrumen tes atau instrumen non tes.

1. Instrumen tes

Ditinjau dari tujuannya, ada empat macam tes, yaitu:

- a. Tes penempatan adalah tes yang diperlukan untuk menempatkan siswa dalam kelompok siswa sesuai dengan kemampuannya
- b. Tes diagnostik adalah tes hasil belajar yang digunakan untuk mengetahui kelemahan dan kekurangan, sebagai dasar perbaikan.
- c. Tes formatif dimaksudkan sebagai tes yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana siswa telah terbentuk setelah mengikuti proses belajar mengajar.
- d. Tes sumatif adalah tes yang digunakan untuk mengetahui penguasaan kompetensi siswa dalam satuan waktu tertentu seperti catur wulan atau semester. Sedangkan berdasarkan bentuk pertanyaannya, tes dapat berbentuk objektif dan esay (Hamzah B. Uno, dkk., 2001).

2. Tes objektif

Tes objektif adalah tes dimana keseluruhan informasi yang diperlukan untuk menjawab tes telah tersedia dan peserta harus memilih salah satu alternatif yang disediakan tersebut. Terdapat beberapa bentuk tes objektif, yaitu:

- a. Tes benar salah

Tes benar salah adalah tes yang memuat pernyataan benar atau salah. Peserta bertugas menandai masing-masing pernyataan itu dengan melingkari huruf "B" jika pernyataan benar, dan "S" jika pernyataan salah.

Contoh:

B-S 1. Pemeliharaan generator harus dalam keadaan generator tidak bekerja.

B-S 2. Excitasi generator bisa diambil dari sumber diluar generator.

Bentuk tes benar salah saat ini jarang digunakan. Anda teknik jaringan listrik. Padahal melalui tes benar salah ini banyak domain belajar teknik jaringan listrik yang bisa di gali, misal: pemahaman konsep, kemampuan bernalar, analisis dan lain-lain. Dua butir pertanyaan benar salah di atas dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman konsep.

b. Tes pilihan ganda

Tes pilihan ganda adalah tes yang memuat serangkaian informasi yang belum lengkap, dan untuk melengkapinya dilakukan dengan memilih berbagai alternative pilihan yang disediakan. Ada empat variasi tes pilihan ganda, yaitu: tes pilihan ganda biasa, asosiasi, hubungan antar hal, dan menjodohkan.

1). Tes pilihan ganda, adalah soal yang disertai beberapa alternatif jawaban dimana hanya tersedia 1 pilihan benar, dan siswa tugasnya adalah memilih mana dari alternatif-alternatif tersebut yang benar.

2) Tes asosiasi, merupakan modifikasi dari tes pilihan ganda biasa. Bentuk asosiasi juga terdiri dari satu pernyataan dan beberapa alternatif jawaban, hanya saja terdapat lebih dari satu jawaban yang benar. Salah satu bentuknya adalah dengan mengikuti petunjuk sebagai berikut: Petunjuk mengerjakan soal:

Pilihan a bila jawaban 1, 2, dan 3 benar

Pilihan b bila jawaban 1 dan 3 benar

Pilihan c bila jawaban 2 dan 4 benar

Pilihan d bila jawaban 4 saja yang benar

Saat ini bentuk tes ini jarang digunakan. Padahal bentuk tes ini tidak kalah potensialitasnya dibanding tes pilihan ganda biasa. Dibanding tes pilihan ganda biasa, tes bentuk ini lebih menuntut siswa bernalar, melihat semua kemungkinan jawaban, dan juga melihat hubungan antar bagian.

d Tes hubungan antar hal, adalah soal yang memuat pernyataan dan alasan, dengan pola memuat pernyataan dan memuat alasan. Petunjuk pilihan:

- 1). Jika pernyataan benar, alasan benar, dan ada hubungan sebab akibat
- 2) .Jika pernyataan benar, alasan benar, dan tidak ada hubungan sebab akibat
- 3) Jika pernyataan benar, alasan salah
- 4) Jika pernyataan salah, dan alasan salah
- 5). Baik pernyataan maupun alasan salah

Tes ini jarang digunakan, padahal tes hubungan antar hal ini sangat baik digunakan untuk mengukur banyak dimensi belajar teknik jaringan listrik, antara lain: kemampuan bernalar siswa, pemahaman konsep, hubungan antar konsep, kemampuan berpikir , dan lain-lain.

e Tes menjodohkan, dalam bentuk tradisional item tes menjodohkan terdiri dari dua kolom yang paralel. Tiap kata, bilangan, atau simbol dijodohkan dengan kalimat, frase, atau kata dalam kolom yang lain. Item pada kolom di mana penjodohan dicari disebut premis, sedangkan kolom di mana pilihan dicari disebut respon.

Tugas siswa adalah memasangkan antara presmis dan respon berdasarkan aturan yang ditentukan. Tes menjodohkan ini juga relatif jarang digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik. Padahal seperti halnya tes hubungan antar hal, tes bentuk ini juga dapat digunakan untuk mengukur banyak dimensi belajar teknik jaringan listrik, antara lain:mengukur kemampuan bernalar siswa, pemahaman konsep, hubungan antarkonsep, kemampuan berpikir matematis, dan lain-lain.

f. Tes essay

Tes essay adalah suatu bentuk tes yang terdiri dari pertanyaan atau perintah yang menghendaki jawaban yang berupa uraian-uraian yang relatif panjang. Tes ini dirancang untuk mengukur hasil belajar di mana unsur yang diperlukan untuk menjawab soal dicari, diciptakan dan disusun sendiri siswa. Siswa harus menyusun sendiri kata dan kalimat untuk menjawabannya.

Tes essay diklasifikasikan menjadi beberapa bentuk, yaitu: uraian bebas (non objektif), uraian terstruktur (objektif), jawaban singkat, dan isian (melengkapi).

1). Uraian non objektif

Bentuk uraian bebas memberikan kebebasan untuk memberikan opini serta alasan yang diperlukan. Jawaban siswa tidak dibatasi oleh persyaratan tertentu.

2). Uraian objektif

Bentuk uraian terstruktur atau uraian terbatas meminta siswa untuk memberikan jawaban terhadap soal dengan persyaratan tertentu

3) .Jawaban singkat

Tes jawaban singkat merupakan tipe item tes yang dapat dijawab dengan kata, frasa, bilangan, atau simbol. Tes jawaban singkat menggunakan pertanyaan langsung, dan siswa diminta memberi jawaban singkat, tepat dan jelas.

4). Bentuk melengkapi (isian)

Item tes melengkapi hampir sama dengan jawaban singkat, yaitu merupakan tipe item tes yang dapat dijawab dengan kata, frasa, bilangan atau simbol. Bedanya, item tes

melengkapi merupakan pernyataan yang tidak lengkap, dan siswa diminta untuk melengkapi pernyataan tersebut.

Tes esay perlu lebih dikembangkan penggunaannya dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik. Penggunaan tes esay selama ini agak kurang karena lebih dominan digunakan tes objektif. Padahal tes esay ini sangat baik untuk penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik karena memberi kesempatan pada siswa untuk menyusun jawaban sesuai dengan jalan pikirannya sendiri. Saat ini memang telah muncul kecenderungan kesadaran kembali menggunakan tes uraian, karena kesadaran bahwa:

- 1). Menurunnya hasil belajar matematika disinyalir karena dominannya tes objektif
- 2). Tes pilihan ganda tidak memberi kesempatan siswa mengkomunikasikan ide dengan tulisan karena terbiasa hanya memilih dari alternatif yang sudah ada.
- 3). Terlalu dominannya tes objektif dapat menyebabkan kurangnya daya analisis dan kemampuan berpikir karena terbiasa tes objektif yang bisa tebak jawaban
- 4). Kekuatan tes esay adalah dalam mengukur hasil belajar yang kompleks dan melibatkan level kognitif yang tinggi.
- 5) Melalui tes esay Anda dapat mencermati proses berpikir siswa

g. Instrumen non tes

Ada beberapa macam instrumen non tes yang dapat digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik, antara lain:

1) Angket/kuesioner

Angket adalah alat penilaian berupa daftar pertanyaan/ Pernyataan tertulis untuk menjangkau informasi tentang sesuatu. Angket dapat digunakan untuk memperoleh informasi kognitif maupun afektif. Untuk penilaian aspek kognitif, angket digunakan untuk melengkapi data

yang diperoleh dari tes sehingga data yang diperoleh lebih komprehensif.

2) Lembar observasi

Lembar observasi adalah pedoman yang digunakan Anda dalam melakukan observasi pembelajaran. Observasi bisa dilakukan secara langsung tanpa menggunakan lembar observasi, tetapi jika Anda menginginkan observasi yang terfokus maka sebaiknya Anda menggunakan pedoman observasi ini.

3) Pedoman wawancara

Pedoman wawancara adalah pedoman yang digunakan Anda dalam melakukan wawancara dengan siswa. Anda bisa wawancara langsung tanpa menggunakan pedoman wawancara, tetapi jika Anda menginginkan wawancara yang lebih terfokus sebaiknya Anda menggunakan pedoman wawancara ini.

4) Anda sebagai instrumen

Penggunaan berbagai teknik penilaian di atas menempatkan posisi Anda sangat vital.

Anda merupakan pusat kegiatan penilaian sekaligus bertindak sebagai instrument penilaian (*human instrument*). Anda bertindak sebagai perancang penilaian, penentu sumber data, pengumpul data, pengolah data, menganalisis data, menafsirkan data dan mengambil kesimpulan. Peran besar Anda ini mungkin dianggap sebagai ancaman terhadap objektivitas. Namun, sesungguhnya subjektivitas bukanlah kelemahan, melainkan potensi yang jika dapat dimanfaatkan secara optimal memungkinkan pemerolehan data lebih komprehensif dan bermakna. Peran langsung Anda dalam penilaian diharapkan dapat menutup lubang data yang tidak dapat dihasilkan instrumen ukur penilaian. Tentu saja, Anda harus terus meningkatkan kemampuan dan ketajaman dalam melakukan penilaian.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat adalah :

- a. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan.
- b. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
- c. Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
- d. Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
- e. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
- f. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
- g. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- b. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- c. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan
- d. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktivitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.
- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik, menilai tidak sama dengan menyekor. Jelaskan mengapa demikian!
2. Sebutkan objek penilaian selain penguasaan materi oleh siswa yang perlu dinilai dalam pembelajaran teknik jaringan listrik!
3. Sebutkan teknik penilaian selain tes pada penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik! Jelaskan pula untuk menilai aspek apa teknik tersebut!

F. Rangkuman

Penilaian adalah rangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar siswa yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang objektif dalam pengambilan keputusan. Objek penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik tidak hanya penguasaan materi, tetapi juga penguasaan kompetensi sesuai tujuan pembelajaran teknik jaringan listrik di sekolah menurut Permendiknas No. 22 Tahun 2006 dan Permendiknas No. 23 Tahun 2006, perkembangan kemampuan berpikir matematis lebih tinggi (*higher order thinking*) siswa serta perkembangan pribadian siswa. Penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik memerlukan beragam teknik, antara lain: tes, observasi, angket, atau wawancara. Instrumen penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik dapat berupa tes, angket, kuesioner, lembar observasi, dan pedoman wawancara. Pemilihan teknik penilaian disesuaikan dengan teknik penilaian yang digunakan.

G. Umpan balik

Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda, silahkan cek kesesuaian jawaban Anda dengan uraian yang ada pada modul, atau berdiskusi dengan teman sejawat Anda. Bila Anda menemui kesulitan menyelesaikan soal latihan di atas, Anda dapat menghubungi penulis untuk dibicarakan lebih lanjut. Gunakanlah pedoman penilaian berikut untuk menentukan skor perolehan Anda:

No	Aspek yang dinilai	Skor
1	Seluruh penjelasan Anda sesuai dengan uraian pada modul	20
	Sebagian penjelasan Anda sesuai dengan uraian pada modul	10
	Seluruh jawaban tidak sesuai dengan uraian pada modul	0
2	Jawaban tentang jenis instrumen benar, penjelasan semua instrumen benar	60
	Jawaban tentang jenis instrumen benar penjelasan 3 instrumen benar	50
	Jawaban tentang jenis instrumen benar penjelasan 2 instrumen benar	40
	Jawaban tentang jenis instrumen benar penjelasan 1 instrumen benar	30
	Jawaban tetapi tidak disertai penjelasan masing-masing instrumen	20
	Jawaban tetapi tidak disertai penjelasan masing-masing instrumen	20
	Jawaban tidak benar	0

Bila kebenaran jawaban latihan Anda mencapai 75% atau lebih berarti Anda telah memahaminya sehingga Anda dapat melanjutkan belajar ke modul berikutnya.

Bila Anda menemui kesulitan dalam memahami modul ini atau menentukan skor perolehan Anda dalam menyelesaikan latihan, Anda dapat menghubungi penulis untuk dibicarakan lebih lanjut.

H. Kunci Jawaban

1. Penilaian adalah rangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar siswa yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan..
2. Objek penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik tidak hanya penguasaan materi, tetapi juga penguasaan kompetensi sesuai tujuan pembelajaran teknik jaringan listrik di sekolah.

3. Penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik memerlukan beragam teknik, antara lain: tes, observasi, angket, atau wawancara. Instrumen penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik dapat berupa tes, angket, kuesioner, lembar observasi, dan pedoman wawancara. Pemilihan teknik penilaian disesuaikan dengan teknik penilaian yang digunakan.

Daftar Pustaka

- . Permendiknas No 22 tahun 2006 tentang *Standar Isi Andaan*. Jakarta: Depdiknas
- . Permendiknas No 20 tahun 2007 tentang *Standar Penilaian Andaan*. Jakarta: Depdiknas.
- Djemari Mardapi. 2008. *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Offset
- Hamzah B. Uno, dkk. 2001. *Pengembangan Instrumen untuk Penelitian*. Jakarta: Delima Press.
- Utari Sumarmo. 2010. *Berfikir Logis, Kritis, Kreatif dan Budi Pekerti: Apa, Mengapa dan Bagaimana Dikembangkan pada Siswa*. Yogyakarta: Makalah disajikan pada Seminar Nasional di Universitas Negeri Yogyakarta, 17 April 2010

Kegiatan Pembelajaran 2

KISI-KISI DIKEMBANGKAN SESUAI DENGAN TUJUAN PENILAIAN

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi SMK bidang Teknik Listrik dalam meningkatkan kompetensinya menyusun instrumen test teknik jaringan listrik, baik tes maupun non test

B. Indikator Pencapaian kompetensi

Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar dijelaskan dengan benar

C . Uraian Materi

1. Pengembangan Instrumen Test

Kompetensi yang diharapkan dalam mempelajari modul ini adalah:

- a. Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu .
- b. Menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar
- c. Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar .
- d. Bangga menjadi Anda dan percaya pada diri sendiri
- e. Belajar mandiri secara profesional
- f. Memahami tujuan pembelajaran yang diampu

Untuk mengevaluasi hasil pembelajaran diperlukan tagihan kepada siswa, salah satu teknik penilaiannya adalah dengan tes. Tes antara lain dapat digunakan untuk mengetahui kompetensi awal siswa, tingkat pencapaian standar kompetensi, mengetahui perkembangan kompetensi siswa, mendiagnosa kesulitan belajar siswa, mengetahui hasil proses pembelajaran, memotivasi belajar siswa, dan memberikan umpan balik kepada Anda untuk memperbaiki program pembelajarannya.

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan Anda mampu memahami prinsip dasar pengembangan instrumen tes dan mampu mengembangkan instrumen tes sesuai dengan langkah-langkah pengembangan instrumen tes. Modul Pengembangan Instrumen Tes terdiri atas 2 kegiatan belajar, yaitu:

- a. Prinsip Dasar Pengembangan Instrumen Test
- b. Langkah-langkah Pengembangan Instrumen Tes

2. Memahami Langkah-Langkah Pengembangan Instrumen Test

Bu Vera mengadakan ulangan tengah semester teknik jaringan listrik . Dari hasil ulangan yang diperoleh siswa, seluruh siswa mendapatkan nilai yang bagus, yaitu mendapatkan nilai 9 dan 10. Melihat hal ini, mungkinkah salah satu penyebabnya adalah kualitas tes yang disusun Bu Vera? Sudah tepatkah tes yang dibuat Bu Vera untuk mengukur kemampuan siswa?

Apakah sudah sesuai dengan kaidah pengembangan instrumen tes?

Bagaimanakah cara mengembangkan tes yang tepat?

Berikut disajikan langkah-langkah untuk mengembangkan instrumen tes.

a. Menetapkan tujuan tes

Langkah awal dalam mengembangkan instrumen tes adalah menetapkan tujuannya. Tujuan ini penting ditetapkan sebelum tes dikembangkan karena seperti apa dan bagaimana tes yang akan dikembangkan sangat bergantung untuk tujuan apa tes tersebut digunakan. Ditinjau dari tujuannya, ada empat macam tes yang banyak digunakan di lembaga pendidikan, yaitu : (a) tes penempatan, (b) tes diagnostik, (c) tes formatif, dan (d) tes sumatif (Thorndike & Hagen, 1977).

b. Melakukan analisis kurikulum.

Analisis kurikulum dilakukan dengan cara melihat dan menelaah kembali kurikulum yang ada berkaitan dengan tujuan tes yang telah ditetapkan. Langkah ini dimaksudkan agar dalam proses pengembangan instrumen tes

selalu mengacu pada kurikulum (SKKD) yang sedang digunakan. Instrumen yang dikembangkan seharusnya sesuai dengan indikator pencapaian suatu KD yang terdapat dalam Standar Isi (SI).

c. Membuat kisi-kisi.

Kisi-kisi merupakan matriks yang berisi spesifikasi soal-soal (meliputi SK-KD, materi, indikator, dan bentuk soal) yang akan dibuat. Dalam membuat kisi-kisi ini, kita juga harus menentukan bentuk tes yang akan kita berikan. Beberapa bentuk tes yang ada antara lain: pilihan ganda, jawaban singkat, menjodohkan, tes benar-salah, uraian obyektif, atau tes uraian non obyektif. Untuk mempermudah dalam membuat kisi-kisi soal diberikan contoh kartu kisi-kisi soal di Kegiatan Belajar 2.

d. Menulis soal

Pada kegiatan menuliskan butir soal ini, setiap butir soal yang Anda tulis harus berdasarkan pada indikator yang telah dituliskan pada kisi-kisi dan dituangkan dalam spesifikasi butir soal. Bentuk butir soal mengacu pada deskripsi umum dan deskripsi khusus yang sudah dirancang dalam spesifikasi butir soal. Adapun untuk soal bentuk uraian perlu dilengkapi dengan pedoman penyekoran yang lebih rinci akan dibahas pada Modul tentang Pedoman Penyekoran.

e. Melakukan telaah instrumen secara teoritis

Telaah instrumen tes secara teoritis atau kualitatif dilakukan untuk melihat kebenaran instrumen dari segi materi, konstruksi, dan bahasa. Telaah instrumen secara teoritis dapat dilakukan dengan cara meminta bantuan ahli/pakar, teman sejawat, maupun dapat dilakukan telaah sendiri. Setelah melakukan telaah ini kemudian dapat diketahui apakah secara teoritis instrumen layak atau tidak. Pembahasan secara detail mengenai telaah instrumen ini dapat dibaca di Modul tentang Telaah Instrumen Penilaian.

f. Melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes

Sebelum tes digunakan perlu dilakukan terlebih dahulu uji coba tes. Langkah ini diperlukan untuk memperoleh data empiris terhadap kualitas tes yang

telah disusun. Ujicoba ini dapat dilakukan ke sebagian siswa, sehingga dari hasil ujicoba ini diperoleh data yang digunakan sebagai dasar analisis tentang reliabilitas, validitas, tingkat kesukaran, pola jawaban, efektivitas pengecoh, daya beda, dan lain-lain. Jika perangkat tes yang disusun belum memenuhi kualitas yang diharapkan, berdasarkan hasil ujicoba tersebut maka kemudian dilakukan revisi instrumen tes.

g. Merevisi soal

Berdasarkan hasil analisis butir soal hasil ujicoba kemudian dilakukan perbaikan. Berbagai bagian tes yang masih kurang memenuhi standar kualitas yang diharapkan perlu diperbaiki sehingga diperoleh perangkat tes yang lebih baik. Untuk soal yang sudah baik tidak perlu lagi dibenahi, tetapi soal yang masuk kategori tidak bagus harus dibuang karena tidak memenuhi standar kualitas.

Setelah tersusun butir soal yang bagus, kemudian butir soal tersebut disusun kembali untuk menjadi perangkat instrumen tes, sehingga instrumen tes siap digunakan. Perangkat tes yang telah digunakan dapat dimasukkan ke dalam bank soal sehingga suatu saat nanti bisa digunakan lagi. Kajian mengenai bank soal ini secara khusus dapat dibaca pada Modul Suplemen “Pengembangan dan Pengelolaan Bank Soal Teknik jaringan listrik di KKG/MGMP”.

3. Mengembangkan Instrumen Tes

Salah satu butir soal yang dituliskan Bu Ani adalah

Seorang anak melakukan perhitungan bilangan pecahan Berapakah hasilnya?

A. 3 B. 2 C. 1 D.0,5

Apakah butir soal yang telah disusun Bu Ani tersebut telah memenuhi kaidah pengembangan instrumen tes?

Setelah Anda memahami langkah-langkah dalam mengembangkan instrument tes yang disajikan di kegiatan belajar 1, selanjutnya mari kita

coba melakukan pengembangan instrumen jenis tes pilihan ganda dan uraian. (Pembahasan mengenai instrumen tes bentuk B-S dan menjodohkan telah dibahas dan bisa Anda pelajari dari Modul Bahan Belajar Mandiri (BBM))

Contoh 1. Pengembangan tes untuk SMK

Misal akan disusun tes untuk pengukuran pencapaian belajar siswa pada KD. Mengoperasikan pembangkit Pada contoh ini hanya akan dikembangkan satu butir soal saja untuk soal lainnya bisa untuk latihan.

1. Menetapkan tujuan tes

Tujuan tes: tes formatif, mengukur pencapaian KD Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan volume kubus dan balok

2. Melakukan analisis kurikulum.

Berdasarkan tujuan tes yang telah ditetapkan, maka SK-KD dari kelas X yang sesuai sebagai berikut.

Tabel 2.1 SK-KD Teknik jaringan listrik Kelas X Semester 1

Standar Kompetensi	Komptensi Dasar
5.Pemeliharaan Instrumen control dan proteksi	5.1. Memahami prosedur pemeliharaan Instrumen control dan proteksi

3. Membuat kisi-kisi

Dari kisi-kisi soal yang telah ditetapkan, susunlah butir soal yang sesuai. Untuk soal pilihan ganda, dengan menggunakan kartu soal adalah sebagai berikut.

4. Melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes

Setelah kita lakukan telaah instrumen secara kualitatif, selanjutnya adalah melakukan ujicoba kepada sekelompok peserta tes. Dari hasil

ujicoba tersebut, kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan nilai validitas, tingkat kesukaran, dan daya beda butir soal, serta reliabilitas.

5. Merevisi soal

Bahasan mengenai hal ini secara rinci dibahas pada Modul tentang Validitas dan Reliabilitas.

Berdasarkan temuan dari ujicoba, jika ternyata diperoleh informasi bahwa soal kita masih perlu diperbaiki, maka langkah selanjutnya adalah memperbaiki soal tersebut. akan tetapi jika berdasar hasil ujicoba soal kita telah termasuk kategori baik, maka soal tersebut telah siap digunakan untuk tes di kelas.

Contoh 1. Pengembangan tes untuk SMK

Misal akan disusun tes sumatif ulangan akhir semester 1 kelas X SMK yang terdiri atas soal pilihan ganda dan soal uraian. Dalam modul berikut hanya akan disajikan beberapa contoh saja, yaitu dua butir soal pilihan ganda dan satu butir soal uraian.

a. Menetapkan tujuan tes

Tujuan tes: tes sumatif ulangan akhir semester 1 kelas X SMK

b. Melakukan analisis kurikulum

Berdasarkan tujuan tes yang telah ditetapkan, maka SK-KD dari kelas X semester 1

adalah sebagai berikut. Melihat tujuan tersebut, maka kurikulum yang sesuai untuk kelas X semester 1 sebagai berikut.

Standar Kompetensi Kompetensi Dasar

Memahami prosedur pemeliharaan Instrumen control dan proteksi . pemecahan masalah.

1. Mempersiapkan prosedur pemeliharaan
2. Membuat laporan pemeliharaan

6. Merevisi soal

Berdasarkan temuan dari ujicoba, jika ternyata diperoleh informasi bahwa soal kita masih perlu diperbaiki (misal daya pembeda rendah, distraktor tidak berfungsi, reliabilitas rendah, atau yang lain), langkah selanjutnya memperbaiki soal tersebut. akan tetapi jika berdasar hasil ujicoba soal kita telah termasuk kategori baik, maka soal tersebut telah siap digunakan untuk tes di kelas.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat adalah :

- a. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan
- b. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
- c. Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
- d. Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
- e. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
- f. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
- g. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- b. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- c. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan

- d. Menyediakan laboratorium yang diperlengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktivitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.
- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Buatlah suatu instrumen tes teknik jaringan listrik untuk ujian akhir semester II di kelas Anda dengan langkah-langkah yang telah dibahas di modul ini. Gunakanlah kartu-kartu yang ada untuk membantu Anda dalam mengembangkan instrumen tes. Presentasikan hasil tugas Anda di depan kelas pada pertemuan di KKG/MGMP. Diskusikan kekurangan dan hal positif dari instrumen yang telah Anda kembangkan!

F. Rangkuman

Langkah-langkah dalam mengembangkan instrumen tes adalah: menetapkan tujuan tes, melakukan analisis kurikulum, membuat kisi-kisi, menulis soal, melakukan telaah instrumen secara teoritis, melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes, dan merevisi soal. Untuk membantu dalam mengembangkan instrumen tes, diberikan kartu kisi-kisi penulisan soal, kartu soal pilihan ganda, dan kartu soal uraian/praktek sebagaimana ditampilkan pada pembahasan modul.

G. Umpan Balik dan Tindak lanjut

Petunjuk penilaian hasil mengerjakan tugas.

Langkah mengerjakan tugas	Skor maksimal
Menetapkan tujuan tes	10
Melakukan analisis kurikulum	5
Membuat kisi-kisi	20
Menulis soal	10
Melakukan telaah instrumen secara kualitatif	20
Melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes	25
Merevisi soal	10
Total Skor	100

Skor maksimal dari hasil mengerjakan tugas ini adalah 100. Jika skor Anda minimal sudah mencapai 75%, berarti Anda telah menguasai materi pengembangan instrumen tes ini, silahkan Anda lanjutkan mempelajari materi selanjutnya. Bagi Anda ada yang belum mencapai 75%, silahkan dipelajari kembali materi yang ada, diskusikan dengan teman Anda atau dapat bertanya kepada penulis dengan mengirimkan email ke sukardiunp@gmail.com.

H. Kunci jawaban.

Langkah-langkah dalam mengembangkan instrumen tes adalah: menetapkan tujuan tes, melakukan analisis kurikulum, membuat kisi-kisi, menulis soal, melakukan telaah instrumen secara teoritis, melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes, dan merevisi soal. Untuk membantu dalam mengembangkan instrumen tes, diberikan kartu kisi-kisi penulisan soal, kartu soal pilihan ganda, dan kartu soal uraian/praktek sebagaimana ditampilkan pada pembahasan modul.

Daftar Pustaka

- . Permendiknas No 22 tahun 2006 tentang *Standar Isi Andaan*. Jakarta: Depdiknas
- . Permendiknas No 20 tahun 2007 tentang *Standar Penilaian Andaan*. Jakarta: Depdiknas.
- Djemari Mardapi. 2008. *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Offset
- Hamzah B. Uno, dkk. 2001. *Pengembangan Instrumen untuk Penelitian*. Jakarta: Delima Press
- Utari Sumarmo. 2010. *Berfikir Logis, Kritis, Kreatif dan Budi Pekerti: Apa, Mengapa dan Bagaimana Dikembangkan pada Siswa*. Yogyakarta: Makalah disajikan pada Seminar Nasional di Universitas Negeri Yogyakarta, 17 April 2010
- Thorndike, R.L. & Hagen E.P. 1977. *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. New York: John Willey & Sons

Kegiatan Pembelajaran 3

INSTRUMEN PENILAIAN DIKEMBANGKAN SESUAI DENGAN KISI-KISI INSTRUMENT

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi SMK bidang Teknik Listrik dalam meningkatkan kompetensinya menyusun instrumen non tes teknik jaringan listrik.

B. Indikator Pencapaian kompetensi

Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar dijelaskan dengan benar

C. Uraian Materi

1. Pengembangan Instrumen non tes

Tidak dapat dipungkiri sampai saat ini penilaian pendidikan teknik jaringan listrik lebih banyak mengandalkan tes. Selama ini teknik non tes kurang digunakan dibandingkan teknis tes karena penilaian lebih mengutamakan teknik tes. Hal ini tentu tidaklah cukup.

Objek penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik terlalu kompleks jika hanya mengandalkan tes saja. Berbagai objek penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik memerlukan instrument non tes untuk memperoleh informasinya. Oleh karena itu, penting bagi setiap Anda teknik jaringan listrik memahami dan mampu mengembangkan instrumen non tes agar dapat merancang dan melaksanakan penilaian dengan sebaik-baiknya.

Modul ini akan membantu Anda memahami kembali langkah-langkah mengembangkan instrumen non tes serta mempraktekkannya secara langsung pengembangan instrumen non tes untuk penilaian. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan kompetensi dalam

mengembangkan instrument penilaian proses dan hasil belajar matematika. Kompetensi yang diharapkan dalam mempelajari modul ini adalah :

- a. Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik matapelajaran yang diampu.
- b. Menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar .
- c. Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar .
- d. Bangga menjadi Anda dan percaya pada diri sendiri
- e. Belajar mandiri secara profesional
- f. Memahami tujuan pembelajaran yang diampu

Setelah mempelajari sub modul ini diharapkan Anda dapat:

- a. memahami langkah mengembangkan instrumen penilaian non tes
- b. mampu mengembangkan instrumen non tes.

Untuk mencapai tujuan tersebut, sub modul ini akan memfasilitasi Anda melalui dua

kegiatan belajar, yaitu:

- a. Memahami langkah mengembangkan instrumen non tes
- b. Mengembangkan instrumen non tes.

Untuk Bapak/Ibu Anda SMK, silahkan Anda membaca ulang modul tahun 2010 yang berjudul “Instrumen penilaian hasil belajar non tes dalam pembelajaran teknik jaringan listrik ”. Modul ini diharapkan membantu Anda lebih memahami pengembangan instrumen non tes.

2. Memahami Langkah-langkah Mengembangkan Instrumen Non Tes

Pak Toro, seorang Anda teknik jaringan listrik SMK kelas XI, sedang membuat nilai afektif untuk raport. Karena Pak Toro tidak melakukan penilaian aspek afektif selama proses pembelajaran, maka Pak Toro menggunakan informasi pada lembar presensi siswa yang di sana ada catatan-catatan keaktifan belajar siswa. Pada saat pembelajaran berlangsung, Pak Toro memberikan

tanda “V” bagi siswa yang menjawab pertanyaan atau mengerjakan tugas di depan kelas. Semakin banyak tanda “V” maka nilai afektif siswa semakin baik.

Menurut Anda, tepatkah penggunaan lembar presensi digunakan sebagai pedoman penentuan nilai afektif siswa seperti dilakukan Pak Toro di atas?

Sampai sekarang banyak Anda mengalami kesulitan mengembangkan instrument penilaian non tes. Dominasi pemanfaatan tes dalam penilaian selama ini telah berdampak tidak terlatihnya Anda mengembangkan instrumen non tes. Bahkan banyak Anda tidak mengetahui bagaimana langkah-langkah mengembangkan instrumen non tes yang baik itu. Kegiatan belajar ini akan membantu Anda memahami langkahlangkah mengembangkan instrumen non tes.

Ada sembilan langkah dalam mengembangkan instrumen non tes, yaitu:

1. Menentukan spesifikasi instrumen

Penentuan spesifikasi instrumen dimulai dengan menentukan kejelasan tujuan. Setelah menetapkan tujuan, kegiatan berikutnya menyusun kisi-kisi instrumen. Membuat kisi-kisi diawali dengan menentukan definisi konseptual, yaitu definisi aspek yang akan diukur menurut hasil kajian teoritik berbagai ahli/referensi. Selanjutnya merumuskan definisi operasional, yaitu definisi yang Anda buat tentang aspek yang akan diukur setelah mencermati definisi konseptual. Definisi operasional ini kemudian dijabarkan menjadi indikator dan dituliskan dalam kisi-kisi. Selanjutnya Anda perlu menentukan bentuk instrumen dan panjang instrumen.

2. Menentukan skala penilaian

Skala yang sering digunakan dalam instrumen penilaian antara lain adalah: Skala Thurstone, Skala Likert, dan Skala Beda Semantik.

Contoh:

Tabel 3.1 Skala Thurstone Minat terhadap Pelajaran teknik jaringan listrik

No	Pernyataan	7	6	5	4	3	2	1
1	Saya senang belajar teknik jaringan listrik							
2	Pelajaran teknik jaringan listrik bermanfaat							
3	Pelajaran teknik jaringan listrik membosankan							
4	Dst							

Tabel 3.2. Skala Likert Sikap terhadap Pelajaran Matematika

1	Pelajaran teknik jaringan listrik bermanfaat	SL	SR	K	TP
2	Pelajaran teknik jaringan listrik sulit	SL	SR	K	TP
3	Tidak semua harus belajar teknik jaringan listrik	SL	SR	K	TP
	dsb				

Keterangan :

SL : Selalu; **SR**: Sering; **K** : Kadang-kadang; **TP**: Tidak Pernah

Tabel 3.3. Skala Beda Semantik Pelajaran teknik jaringan listrik

	7	6	5	4	3	2	1	
Menyenangkan								Membosankan
Sulit								Mudah
Bermanfaat								Sia-sia
Menantang								Menjemuka
Banyak								Sedikit

3. Menulis butir instrumen

Pada tahap ini Anda merumuskan butir-butir instrumen berdasarkan kisi-kisi. Pernyataan dapat berupa pernyataan positif dan negatif. Pernyataan positif merupakan pernyataan yang mengandung makna selaras dengan indikator, sedangkan pernyataan negatif adalah pernyataan yang berisi kontra kondisi dengan indikator.

4. Menentukan penyekoran

Sistem penyekoran yang digunakan tergantung pada skala pengukuran yang digunakan. Pada skala Thurstone, skor tertinggi tiap butir 7 dan skor terendah 1. Pada skala Likert, awal skor tertinggi tiap butir 5 dan terendah 1, karena sering terjadi kecenderungan responden memilih jawaban kategori tengah, maka dimodifikasi hanya menggunakan empat pilihan. Skor siswa dapat ditafsirkan dengan kriteria berikut:

Tabel 3.4. Kriteria Penafsiran

Interval Nilai	Interpretasi
$X \geq Mi + Sbi$	Baik
$Mi - Sbi \leq X \leq Mi + Sbi$	Sedang
$X \leq Mi - Sb$	Kurang

Keterangan:

X : Skor responden

Mi : Mean ideal

Sbi : Simpangan baku ideal

$Mi = (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah})$

$Sbi = (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah})$

5. Menelaah instrumen

Kegiatan pada telaah instrumen adalah menelaah apakah: a) butir pertanyaan/ pernyataan sesuai dengan indikator, b) bahasa yang digunakan komunikatif dan menggunakan tata bahasa yang benar, c) butir pertanyaan/ pernyataan tidak bias, d) format instrumen menarik untuk dibaca, e) pedoman menjawab atau mengisi instrumen jelas, dan f) jumlah butir dan/atau panjang kalimat pertanyaan/ pernyataan sudah tepat sehingga tidak menjemukan untuk dibaca/dijawab. Hasil telaah instrumen digunakan untuk memperbaiki instrumen.

6. Menyusun instrumen

Langkah ini merupakan tahap menyusun butir-butir instrumen setelah dilakukan penelaahan menjadi seperangkat instrumen yang siap untuk diujicobakan. Format instrumen harus dibuat menarik dan tidak terlalu panjang, sehingga responden tertarik untuk membaca dan mengisinya.

7. Melakukan ujicoba instrumen

Setelah instrumen tersusun dengan utuh, kemudian melakukan ujicoba instrumen. Untuk itu dipilih sampel yang karakteristiknya mewakili populasi. Ujicoba dilakukan untuk memperoleh informasi empirik tentang kualitas instrumen yang dikembangkan.

8. Menganalisis hasil ujicoba

Analisis hasil ujicoba dilakukan untuk menganalisis kualitas instrumen berdasarkan data ujicoba. Dari analisis ini diharapkan diketahui mana yang sudah baik, mana yang kurang baik dan perlu diperbaiki, dan mana yang tidak bisa digunakan. Selain itu, analisis hasil ujicoba ini juga dapat digunakan untuk memperoleh informasi tentang validitas dan reliabilitas instrumen.

9. Memperbaiki instrumen

Perbaikan dilakukan berdasarkan analisis hasil ujicoba. Bisa saja hasil telaah instrumen baik, namun hasil ujicoba empirik tidak baik. Perbaikan termasuk mengakomodasi saran-saran dari responden ujicoba.

3. Mengembangkan Instrumen Non Tes

Bu Ruminah adalah seorang Anda teknik jaringan listrik yang ingin mengetahui lebih detail tentang sikap menghargai siswa tentang kegunaan teknik jaringan listrik dalam kehidupan. Ia ingin mengetahui memiliki rasa ingin tahu siswa terhadap teknik jaringan listrik, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik jaringan listrik, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah. Dengan mempunyai data tentang hal itu ia berharap dapat memberikan layanan yang lebih tepat untuk mendorong peningkatan hasil belajar teknik jaringan listrik siswa. Namun ia agak kebingungan memilih instrumen penilaian yang tepat untuk digunakan. Bu Ruminah menyadari bahwa tes bukanlah instrumen yang tepat untuk itu. Apakah ia harus menggali informasi tersebut dengan menggunakan angket? Apakah ia perlu mengamati perilaku siswa pada saat siswa belajar teknik jaringan listrik? Apakah perlu juga dilakukan wawancara? Bagaimana pendapat Anda?

Kegiatan belajar ini akan membantu Anda mempraktekkan pengembangan instrument non tes. Untuk memudahkan Anda, paparan berikut memberikan contoh langsung pengembangan instrumen non tes seperti yang diperlukan Bu Ruminah di atas.

1. Menentukan spesifikasi tes

Tujuan instrumen ini adalah untuk menggali informasi tentang sikap menghargai kegunaan matematika dalam pemecahan masalah. Sebelum menyusun kisi-kisi, Anda perlu mengkaji berbagai literatur sehingga Anda mengerti dengan benar apakah yang dimaksud dengan sikap menghargai kegunaan matematika dalam pemecahan masalah.

Sebagai ilustrasi, berikut contoh kajian literatur tentang sikap menghargai kegunaan matematika dalam pemecahan masalah:

Berdasarkan definisi teoritik di atas, Anda dapat merumuskan definisi operasional sikap menghargai siswa terhadap kegunaan matematika dalam pemecahan masalah. Misalnya, siswa dikatakan memiliki sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam pemecahan masalah jika: memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik jaringan listrik, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Setelah Anda merumuskan definisi operasional seperti di atas, Anda dapat membuat kisi-kisi instrumen. Misalkan sebagai berikut:

Tabel 3.5. Kisi-kisi Instrumen

Aspek	Indikator
Sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik	Memiliki rasa ingin tahu
	Memiliki perhatian dalam belajar
	Memiliki minat mempelajari
	Memiliki sikap ulet
	Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah

Setelah Anda menentukan indikator sikap menghargai kegunaan matematika seperti pada tabel di atas, selanjutnya Anda menentukan bentuk instrumen yang digunakan. Sikap menurut Fishbein dan Ajzen (1975, dalam Depdiknas, 2004) adalah suatu predisposisi yang dipelajari untuk merespon secara positif atau negatif terhadap suatu objek, situasi, konsep, atau orang. Sikap merupakan kecenderungan merespons secara konsisten baik menyukai atau tidak menyukai suatu objek. Sikap peserta didik setelah mengikuti pelajaran harus lebih positif dibanding sebelum mengikuti pelajaran. Perubahan ini merupakan salah satu indikator keberhasilan Anda dalam melaksanakan proses belajar mengajar. Pada Permendiknas No 22 Tahun 2006 disebutkan bahwa salah satu tujuan diajarkan mata pelajaran teknik jaringan listrik disekolah adalah agar siswa memiliki sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik jaringan listrik, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Tabel 3.6 Bentuk Instrumen

Aspek	Indikator	Bentuk Instrumen
Sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik	Memiliki rasa ingin tahu	Angket/Observasi
	Memiliki perhatian dalam belajar	Angket/Observasi
	Memiliki minat mempelajari	Angket/Observasi
	Memiliki sikap ulet	Observasi
	Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah	Angket

Langkah berikutnya adalah menentukan panjang instrumen. Misalkan pada angket ini akan disusun 20 butir pernyataan. Setelah Anda menyelesaikan spesifikasi instrumen, langkah selanjutnya adalah menentukan skala pengukuran dan dilanjutkan menyusun butir-butir instrumennya. Misalnya angket ini akan menggunakan skala likert. Pada skala likert, alternatif jawaban adalah dapat menggunakan alternatif:

SL: Selalu; **SR:** Sering; **K** : Kadang-kadang; **TP:** Tidak Pernah.

Setelah skala pengukuran sudah ditetapkan, berikutnya Anda dapat menyusun butirbutir instrumennya.

Tabel 3.6 Butir-butir Pernyataan Angket

Indikator	Pernyataan	Jenis Pernyataan No.Butir		
		Positif	Negatif	
Memiliki rasa ingin Tahu	Saya merasa kecewa jika pelajaran teknik jaringan listrik kosong/ditiadakan	v		6
	Saya berusaha memahami setiap materi pelajaran teknik jaringan listrik yang diajarkan Anda	v		11
	Saya menanyakan materi pelajaran teknik jaringan	v		12

	listrik yang belum jelas kepada Anda selama pembelajaran di kelas			
	Saya berusaha memahami materi pelajaran teknik jaringan listrik selain dari yang diajarkan Anda dosen di kelas	v		13
	Saya berkonsultasi idengan Anda di luar jam pelajaran jika mengalami hambatan dalam pelajaran	v		15
	Setelah pembelajaran matematika, saya berusaha mempelajari kembali materi yang baru saja diberikan dosen	v		17
	Saya berusaha menambah latihan soal teknik jaringan listrik di luar tugas yang diberikan Anda	v		18
	Saya melengkapi sumber bacaan tentang teknik jaringan listrik diluar buku catatan	v		19
Memiliki perhatian dalam belajar	Selama pembelajaran pembangkit tenaga listrik berlangsung, saya memperhatikan setiap penjelasan yang diberikan Anda	v		7

	Saya memperhatikan dengan seksama tanggapan Anda terhadap pertanyaan siswa	v		8
Memiliki minat mempelajari	Saya berusaha mencatat penjelasan materi pelajaran teknik jaringan listrik dari Anda	v		9
Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah	Saya merasa senang mengikuti pelajaran pembangkit tenaga listrik dari Anda	v		1
	Saya merasa senang membaca buku buku pelajaran pembangkit tenaga listrik dari Anda	v		2
	Saya merasa senang mengerjakan soal soal latihan dan tugas pelajaran pembangkit tenaga listrik dari Anda	v		3
	Saya merasa sedih jika memperoleh nilai jelek pada pelajaran pembangkit tenaga listrik dari Anda	v		4
	Saya berusaha tidak terlambat dalam mengikuti pelajaran teknik jaringan listrik	v		5

	Saya berusaha menjawab ketika Anda matematika mengajukan pertanyaan selama pembelajaran	v		14
	Saya tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan soal karena saya memiliki keyakinan dapat menyelesaikan soal tersebut	v		16
	Saya merasa tidak yakin kebenaran pemahaman saya tentang materi yang diajarkan Anda		v	20

Untuk penyekoran Anda menggunakan ketentuan berikut:

Untuk pernyataan positif: SL = 4, SR = 3, K = 2, TP = 1

Untuk pernyataan negatif: SL = 1, SR = 2, K = 3, TP = 4

Karena terdapat 20 butir, maka skor tertinggi adalah 80 dan skor terendah 20.

Untuk menentukan kriteria penafsiran Anda perlu menghitung terlebih dahulu *meanideal (Mi)* dan simpangan baku sebagai berikut:

$$Mi = (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah})$$

$$= (80 + 20)$$

$$= 50$$

$$Sbi = (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah})$$

$$= (80 - 20)$$

$$= 10$$

Berdasarkan kriteria penafsiran pada kegiatan belajar 1, kriteria penafsiran yang sesuai adalah sebagai berikut.

Tabel 3.8. Kriteria Penafsiran

Interval Nilai	Interpretasi
$X \geq 60$	Baik
$40 \leq X < 60$	Sedang
$X < 40$	Kurang

Sebelum butir-butir pernyataan di atas disusun menjadi angket yang utuh, lakukan telaah terlebih dahulu atas butir-butir itu agar butir pernyataan yang dimasukkan dalam angket nanti sudah tepat. Sekarang cobalah Anda mencermati lagi butir-butir pernyataan di atas! Adakah butir pernyataan yang perlu diperbaiki?

Kalau Anda cermati butir pernyataan pada indikator “Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah”, yaitu “*Saya merasa tidak yakin kebenaran pemahaman saya tentang materi yang diajarkan Anda*”. Pernyataan ini kurang operasional untuk mengukur aspek berpikir kreatif. Sebaiknya Anda ganti yang lebih operasional, misalkan “*Saya merasa tidak yakin terhadap penyelesaian tugas/soal yang saya kerjakan sendiri*”. Masih adakah butir lain yang perlu diperbaiki? Jika tidak ada lagi, sekarang saatnya Anda menyusun instrumen utuh.

1. Angket

ANGKET SISWA

Nama :

Kelas :

Sekolah :

PETUNJUK PENGISIAN

a. Mulailah dengan berdoa terlebih dahulu

No	Pernyataan	SL	SR	K	TP
1	Saya merasa senang mengikuti pelajaran teknik jaringan listrik dari Anda				
2	Saya merasa senang membaca buku-buku pelajaran teknik jaringan listrik				

3	Saya merasa senang mengerjakan soal-soal latihan dan tugas				
4	Saya merasa sedih jika memperoleh nilai jelek pada pelajaran teknik jaringan listrik				
5	Saya berusaha tidak terlambat dalam mengikuti pelajaran teknik jaringan listrik				
6	Saya merasa kecewa jika pelajaran teknik jaringan listrik kosong/ditiadakan				
7	Selama pembelajaran teknik jaringan listrik berlangsung, saya memperhatikan setiap penjelasan yang diberikan Anda				
8	Saya memperhatikan dengan seksama tanggapan Anda terhadap pertanyaan siswa				
9	Selama pembelajaran teknik jaringan listrik berlangsung, saya melakukan aktivitas lain yang tidak berhubungan dengan pelajaran matematika				
10	10. Saya berusaha mencatat penjelasan materi pelajaran teknik jaringan listrik dari Anda				
11	. Saya berusaha memahami setiap materi pelajaran teknik jaringan listrik yang diajarkan Anda				
12	Saya menanyakan materi pelajaran teknik jaringan listrik yang belum jelas kepada Anda selama pembelajaran di kelas				
13	Saya berusaha memahami materi pelajaran teknik jaringan listrik selain dari yang diajarkan Anda dosen di kelas				
14	Saya berusaha menjawab ketika Anda teknik jaringan listrik mengajukan pertanyaan selama pembelajaran				

15	Saya berkonsultasi dengan Anda di luar jam pelajaran jika mengalami hambatan dalam pelajaran teknik jaringan listrik				
16	Saya tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan soal karena saya memiliki keyakinan dapat menyelesaikan soal tersebut				
17	Setelah pembelajaran teknik jaringan listrik, saya berusaha mempelajari kembali materi yang baru saja diberikan dosen				
18	Saya berusaha menambah latihan soal teknik jaringan listrik di luar tugas yang diberikan Anda				
19	Saya melengkapi sumber bacaan tentang teknik jaringan listrik di luar buku catatan				
20	Saya merasa tidak yakin terhadap penyelesaian tugas/soal yang saya kerjakan sendiri				

2. Pedoman observasi

Selain angket, telah ditetapkan bahwa untuk mengumpulkan data tentang sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam pemecahan masalah juga akan dilakukan dengan observasi. Untuk menyusun pedoman observasi, Anda perlu memperhatikan indikator-indikator aspek yang akan diamati. Indikator-indikator tersebut akan menjadi fokus amatan. Pada kasus ini, ada 4 indikator aspek sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam pemecahan masalah yang akan diamati, yaitu: rasa ingin tahu, perhatian, minat, serta sikap. Selain fokus amatan, Anda juga perlu memilih format pedoman observasi yang akan digunakan. Format dipilih dengan mempertimbangkan kemudahan pengamatan dan mengakomodasi seluruh focus amatan. Berikut contoh pedoman observasi yang dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang sikap menghargai kegunaan matematika dalam pemecahan masalah.

LEMBAR OBSERVASI

No	Nama	Aspek diamati				Penilaian Akhir		
1								
2								
3								
4								

Pada kolom aspek yang diamati diisi dengan skor yang diisi dengan ketentuan:

0 jika tidak pernah, 1 jika jarang, 2 jika kadang-kadang terjadi, 3 jika sering terjadi, dan 4 jika selalu terjadi.

Nilai akhir dituliskan dalam kategori dengan ketentuan:

0 % - 20 % : Sangat Kurang

21 % - 40 % : Kurang

41 % - 60 % : Sedang

61 % - 80 % : Baik

81 % - 100% : Sangat Baik

Setelah instrumen penilaian disusun dengan utuh, perlu dilakukan ujicoba untuk memperoleh informasi empirik mengenai kualitas dan aplikabilitas instrumen. Setelah dilakukan ujicoba ini langkah selanjutnya adalah menganalisis kemudian melakukan perbaikan berdasarkan hasil analisis tersebut. Instrumen setelah perbaikan inilah yang menjadi instrumen yang siap digunakan dalam penilaian

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat adalah :

- a. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan.
- b. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
- c. Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
- d. Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
- e. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
- f. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
- a. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- b. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- c. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan
- d. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktivitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh

- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.
- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Latihan

Kembangkan angket dan pedoman observasi yang dapat digunakan mengumpulkan data tentang kemampuan afektif siswa dalam pembelajaran teknik jaringan listrik

F. Ringkasan

Ada sembilan langkah mengembangkan instrumen non tes, :menentukan spesifikasi instrumen, menulis instrumen, menentukan skala instrumen, menentukan pedoman penskoran, menelaah instrumen, menyusun instrumen, melakukan ujicoba, menganalisis hasil ujicoba, dan memperbaiki instrumen.

G. Umpan Balik

Untuk menilai hasil penyelesaian latihan di atas, gunakanlah pedoman penilaian berikut untuk menentukan skor perolehan Anda:

No. Aspek Kriteria Skor

No	Aspek	Kriteria	Skor
1	Definisi teoritik	Tidak ada	0
		Ada, kurang memadai untuk merumuskan definisi operasional	1
		Ada dan memadai, cukup memadai untuk mendukung merumuskan definisi operasional	2
2		Tidak ada	0
		Ada tetapi tidak cukup untuk merumuskan indikator	1

		Ada dan cukup untuk merumuskan indikator	2
3	Kisi-kisi	Tidak ada	0
		Ada, tetapi indikator tidak sesuai dengan definisi operasional	1
		Ada dan indikator sesuai dengan definisi operasional	2
4	Pernyataan	75 % pernyataan sesuai indikator	3
		50% □ pernyataan sesuai indikator <75	2
		Pernyataan sesuai indikator < 50%	1
		Ada pernyataan negatif	1
5	Bahasa	75 % kalimat komunikatif	3
		50% Kalimat komunikatif < 75%	2
		kalimat tidak bias makna 50%	1
		komunikatif < 75 %	3
		50% Kalimat tidak bias makna < 75	2
		Kalimat tidak bias makna < 50%	1

Petunjuk penyekoran: Skor akhir Anda = (Skor capaian: 28) x 100 %

Untuk mengetahui pencapaian pemahaman Anda, Anda dapat mencocokkan jawaban Anda dengan petunjuk jawaban yang sudah disediakan. Bila kebenaran jawaban latihan Anda mencapai 75% atau lebih berarti Anda telah memahaminya. Sebaiknya Anda melanjutkan belajar ke modul berikutnya setelah pemahaman Anda mencapai minimal 75%. Bila Anda menemui kesulitan dalam memahami modul ini, Anda dapat menghubungi penulis untuk dibicarakan lebih lanjut.

H. Kunci Jawaban

Ada sembilan langkah mengembangkan instrumen non tes, :menentukan mspesifikasi instrumen, menulis instrumen, menentukan skala instrumen, menentukan pedoman penskoran, menelaah instrumen, menyusun instrumen, mekukan ujicoba, menganalisis hasil ujicoba, dan memperbaiki instrumen.

Daftar Pustaka

- . Permendiknas No 22 tahun 2006 tentang *Standar Isi Andaan*. Jakarta: Depdiknas
- . Permendiknas No 20 tahun 2007 tentang *Standar Penilaian Andaan*. Jakarta: Depdiknas.
- Djemari Mardapi. 2008. *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Offset
- Djemari Mardapi. 2008. *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Offset
- Ismul Fariks. 2007. *Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X MA Wahid Hasyim Sleman Dalam Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Open Ended*. Yogyakarta: Skripsi pada Prodi Andaan Matematika Fakultas Sainteks UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Hamzah B. Uno, dkk. 2001. *Pengembangan Instrumen untuk Penelitian*. Jakarta: Delima Press
- Utari Sumarmo. 2010. *Berpikir Logis, Kritis, Kreatif dan Budi Pekerti: Apa, Mengapa dan Bagaimana Dikembangkan pada Siswa*. Yogyakarta: Makalah disajikan pada Seminar Nasional di Universitas Negeri Yogyakarta, 17 April 2010
- Thorndike, R.L. & Hagen E.P. 1977. *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. New York: John Willey & Sons

Kegiatan Pembelajaran 4

EVALUASI PROSES BELAJAR DILAKUKAN DENGAN MENGGUNAKAN INSTRUMEN YANG TELAH DITETAPKAN

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi SMK bidang Teknik Listrik dalam meningkatkan kompetensinya menggunakan instrumen teknik jaringan listrik yang telah ditetapkan (tes dan non tes).

B. Indikator Pencapaian kompetensi

Mampu melakukan evaluasi proses belajar dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan.

C. Uraian Materi

1. Instrumen tes

Ditinjau dari tujuannya, ada empat macam tes, yaitu:

- a. Tes penempatan adalah tes yang diperlukan untuk menempatkan siswa dalam kelompok siswa sesuai dengan kemampuannya
- b. Tes diagnostik adalah tes hasil belajar yang digunakan untuk mengetahui kelemahan dan kekurangan, sebagai dasar perbaikan.
- c. Tes formatif dimaksudkan sebagai tes yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana siswa telah terbentuk setelah mengikuti proses belajar mengajar.
- d. Tes sumatif adalah tes yang digunakan untuk mengetahui penguasaan kompetensi siswa dalam satuan waktu tertentu seperti catur wulan atau semester. Sedangkan berdasarkan bentuk pertanyaannya, tes dapat berbentuk objektif dan esay (Hamzah B. Uno, dkk., 2001).

2. Tes objektif

Tes objektif adalah tes dimana keseluruhan informasi yang diperlukan untuk menjawab tes telah tersedia dan peserta harus memilih salah satu alternatif yang disediakan tersebut. Terdapat beberapa bentuk tes objektif, yaitu:

h. Tes benar salah

Tes benar salah adalah tes yang memuat pernyataan benar atau salah. Peserta bertugas menandai masing-masing pernyataan itu dengan melingkari huruf “B” jika pernyataan benar, dan “S” jika pernyataan salah.

Contoh:

B-S 1. Pemeliharaan generator harus dalam keadaan generator tidak bekerja.

B-S 2. Excitasi generator bisa diambil dari sumber diluar generator.

Bentuk tes benar salah saat ini jarang digunakan Anda teknik jaringan listrik. Padahal melalui tes benar salah ini banyak domain belajar teknik jaringan listrik yang bisa di gali, misal: pemahaman konsep, kemampuan bernalar, analisis dan lain-lain. Dua butir pertanyaan benar salah di atas dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman konsep.

i. Tes pilihan ganda

Tes pilihan ganda adalah tes yang memuat serangkaian informasi yang belum lengkap, dan untuk melengkapinya dilakukan dengan memilih berbagai alternative pilihan yang disediakan. Ada empat variasi tes pilihan ganda, yaitu: tes pilihan ganda biasa, asosiasi, hubungan antar hal, dan menjodohkan.

1). Tes pilihan ganda, adalah soal yang disertai beberapa alternatif jawaban dimana hanya tersedia 1 pilihan benar, dan siswa

tugasnya adalah memilih mana dari alternatif-alternatif tersebut yang benar.

- 2) Tes asosiasi, merupakan modifikasi dari tes pilihan ganda biasa. Bentuk asosiasi juga terdiri dari satu pernyataan dan beberapa alternatif jawaban, hanya saja terdapat lebih dari satu jawaban yang benar. Salah satu bentuknya adalah dengan mengikuti petunjuk sebagai berikut: Petunjuk mengerjakan soal:

Pilihan a bila jawaban 1, 2, dan 3 benar

Pilihan b bila jawaban 1 dan 3 benar

Pilihan c bila jawaban 2 dan 4 benar

Pilihan d bila jawaban 4 saja yang benar

Saat ini bentuk tes ini jarang digunakan. Padahal bentuk tes ini tidak kalah potensialitasnya dibanding tes pilihan ganda biasa. Dibanding tes pilihan ganda biasa, tes bentuk ini lebih menuntut siswa bernalar, melihat semua kemungkinan jawaban, dan juga melihat hubungan antar bagian.

- d Tes hubungan antar hal, adalah soal yang memuat pernyataan dan alasan, dengan pola memuat pernyataan dan memuat alasan. Petunjuk pilihan:

- 1). Jika pernyataan benar, alasan benar, dan ada hubungan sebab akibat
- 2) .Jika pernyataan benar, alasan benar, dan tidak ada hubungan sebab akibat
- 3) Jika pernyataan benar, alasan salah
- 4) Jika pernyataan salah, dan alasan salah
- 5). Baik pernyataan maupun alasan salah

Tes ini jarang digunakan, padahal tes hubungan antar hal ini sangat baik digunakan untuk mengukur banyak dimensi belajar teknik jaringan listrik, antara lain: kemampuan bernalar siswa, pemahaman konsep, hubungan antar konsep, kemampuan berpikir, dan lain-lain.

- e Tes menjodohkan, dalam bentuk tradisional item tes menjodohkan terdiri dari dua kolom yang paralel. Tiap kata, bilangan, atau simbol dijodohkan dengan kalimat, frase, atau kata dalam kolom yang lain. Item pada kolom di mana penjodohan dicari disebut premis, sedangkan kolom di mana pilihan dicari disebut respon.

Tugas siswa adalah memasangkan antara premis dan respon berdasarkan aturan yang ditentukan. Tes menjodohkan ini juga relatif jarang digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik. Padahal seperti halnya tes hubungan antar hal, tes bentuk ini juga dapat digunakan untuk mengukur banyak dimensi belajar teknik jaringan listrik, antara lain: mengukur kemampuan bernalar siswa, pemahaman konsep, hubungan antarkonsep, kemampuan berpikir matematis, dan lain-lain.

f. Tes esay

Tes esay adalah suatu bentuk tes yang terdiri dari pertanyaan atau perintah yang menghendaki jawaban yang berupa uraian-uraian yang relatif panjang. Tes ini dirancang untuk mengukur hasil belajar di mana unsur yang diperlukan untuk menjawab soal dicari, diciptakan dan disusun sendiri siswa. Siswa harus menyusun sendiri kata dan kalimat untuk menjawabannya.

Tes esay diklasifikasikan menjadi beberapa bentuk, yaitu: uraian bebas (non objektif), uraian terstruktur (objektif), jawaban singkat, dan isian (melengkapi).

1). Uraian non objektif

Bentuk uraian bebas memberikan kebebasan untuk memberikan opini serta alasan yang diperlukan. Jawaban siswa tidak dibatasi oleh persyaratan tertentu.

2). Uraian objektif

Bentuk uraian terstruktur atau uraian terbatas meminta siswa untuk memberikan jawaban terhadap soal dengan persyaratan tertentu

3) .Jawaban singkat

Tes jawaban singkat merupakan tipe item tes yang dapat dijawab dengan kata, frasa, bilangan, atau simbol. Tes jawaban singkat menggunakan pertanyaan langsung, dan siswa diminta memberi jawaban singkat, tepat dan jelas.

4). Bentuk melengkapi (isian)

Item tes melengkapi hampir sama dengan jawaban singkat, yaitu merupakan tipe item tes yang dapat dijawab dengan kata, frasa, bilangan atau simbol. Bedanya, item tes melengkapi merupakan pernyataan yang tidak lengkap, dan siswa diminta untuk melengkapi pernyataan tersebut.

Tes esay perlu lebih dikembangkan penggunaannya dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik. Penggunaan tes esay selama ini agak kurang karena lebih dominan digunakan tes objektif. Padahal tes esay ini sangat baik untuk penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik karena memberi kesempatan pada siswa untuk menyusun jawaban sesuai dengan jalan pikirannya sendiri. Saat ini memang telah muncul kecenderungan kesadaran kembali menggunakan tes uraian, karena kesadaran bahwa:

- 1). Menurunnya hasil belajar matematika disinyalir karena dominannya tes objektif

- 2). Tes pilihan ganda tidak memberi kesempatan siswa mengkomunikasikan ide dengan tulisan karena terbiasa hanya memilih dari alternatif yang sudah ada.
- 3). Terlalu dominannya tes objektif dapat menyebabkan kurangnya daya analisis dan kemampuan berpikir karena terbiasa tes objektif yang bisa tebak jawaban
- 4). Kekuatan tes esay adalah dalam mengukur hasil belajar yang kompleks dan melibatkan level kognitif yang tinggi.
- 5) Melalui tes esay Anda dapat mencermati proses berpikir siswa

g. Instrumen non tes

Ada beberapa macam instrumen non tes yang dapat digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik jaringan listrik, antara lain:

1) Angket/kuesioner

Angket adalah alat penilaian berupa daftar pertanyaan/ Pernyataan tertulis untuk menjangkau informasi tentang sesuatu. Angket dapat digunakan untuk memperoleh informasi kognitif maupun afektif. Untuk penilaian aspek kognitif, angket digunakan untuk melengkapi data yang diperoleh dari tes sehingga data yang diperoleh lebih komprehensif.

2) Lembar observasi

Lembar observasi adalah pedoman yang digunakan Anda dalam melakukan observasi pembelajaran. Observasi bisa dilakukan secara langsung tanpa menggunakan lembar observasi, tetapi jika Anda menginginkan observasi yang terfokus maka sebaiknya Anda menggunakan pedoman observasi ini.

3) Pedoman wawancara

Pedoman wawancara adalah pedoman yang digunakan Anda dalam melakukan wawancara dengan siswa. Anda bisa wawancara langsung tanpa menggunakan pedoman wawancara, tetapi jika Anda

menginginkan wawancara yang lebih terfokus sebaiknya Anda menggunakan pedoman wawancara ini.

4) Anda sebagai instrumen

Penggunaan berbagai teknik penilaian di atas menempatkan posisi Anda sangat vital.

Anda merupakan pusat kegiatan penilaian sekaligus bertindak sebagai instrument penilaian (*human instrument*). Anda bertindak sebagai perancang penilaian, penentu sumber data, pengumpul data, pengolah data, menganalisis data, menafsirkan data dan mengambil kesimpulan. Peran besar Anda ini mungkin dianggap sebagai ancaman terhadap objektivitas. Namun, sesungguhnya subjektivitas bukanlah kelemahan, melainkan potensi yang jika dapat dimanfaatkan secara optimal memungkinkan pemerolehan data lebih komprehensif dan bermakna. Peran langsung Anda dalam penilaian diharapkan dapat menutup lubang data yang tidak dapat dihasilkanm instrumen ukur penilaian. Tentu saja, Anda harus terus meningkatkan kemampuan dan ketajaman dalam melakukan penilaian.

3. Menentukan skala penilaian

Skala yang sering digunakan dalam instrumen penilaian antara lain adalah: Skala Thurstone, Skala Likert, dan Skala Beda Semantik.

Contoh:

Tabel 4.1 Skala Thurstone Minat terhadap Pelajaran teknik jaringan listrik

No	Pernyataan	7	6	5	4	3	2	1
1	Saya senang belajar teknik jaringan listrik							
2	Pelajaran teknik jaringan listrik bermanfaat							
3	Pelajaran teknik jaringan listrik membosankan							
4	Dst							

Tabel 4.2 Skala Likert Sikap terhadap Pelajaran Matematika

1	Pelajaran teknik jaringan listrik bermanfaat	SL	SR	K	TP
2	Pelajaran teknik jaringan listrik sulit	SL	SR	K	TP
3	Tidak semua harus belajar teknik jaringan listrik	SL	SR	K	TP
	dsb				

Keterangan :

SL : Selalu; **SR**: Sering; **K** : Kadang-kadang; **TP**: Tidak Pernah

Tabel 4.3 Skala Beda Semantik Pelajaran teknik jaringan listrik

	7	6	5	4	3	2	1	
Menyenangkan								Membosankan
Sulit								Mudah
Bermanfaat								Sia-sia
Menantang								Menjemukan
Banyak								Sedikit

3. Menulis butir instrumen

Pada tahap ini Anda merumuskan butir-butir instrumen berdasarkan kisi-kisi. Pernyataan dapat berupa pernyataan positif dan negatif. Pernyataan positif merupakan pernyataan yang mengandung makna selaras dengan indikator, sedangkan pernyataan negatif adalah pernyataan yang berisi kontra kondisi dengan indikator.

4. Menentukan penyekoran

Sistem penyekoran yang digunakan tergantung pada skala pengukuran yang digunakan. Pada skala Thurstone, skor tertinggi tiap butir 7 dan skor terendah 1. Pada skala Likert, awal skor tertinggi tiap butir 5 dan terendah 1, karena sering terjadi kecenderungan responden memilih jawaban kategori tengah, maka dimodifikasi hanya menggunakan empat pilihan. Skor siswa dapat ditafsirkan dengan kriteria berikut:

Tabel 4.4 Kriteria Penafsiran

Interval Nilai	Interpretasi
$X \geq Mi + Sbi$	Baik
$Mi - Sbi \leq X \leq Mi + Sbi$	Sedang
$X \leq Mi - Sb$	Kurang

Keterangan:

X : Skor responden

Mi : Mean ideal

Sbi : Simpangan baku ideal

Mi = (skor tertinggi + skor terendah)

Sbi = (skor tertinggi $\square$ skor terendah)

5. Menelaah instrumen

Kegiatan pada telaah instrumen adalah menelaah apakah: a) butir pertanyaan/ pernyataan sesuai dengan indikator, b) bahasa yang digunakan komunikatif dan menggunakan tata bahasa yang benar, c) butir pertanyaan/ pernyataan tidak bias, d) format instrumen menarik untuk dibaca, e) pedoman menjawab atau mengisi instrumen jelas, dan f) jumlah butir dan/atau panjang kalimat pertanyaan/ pernyataan sudah tepat sehingga tidak menjemukan

untuk dibaca/dijawab. Hasil telaah instrumen digunakan untuk memperbaiki instrumen.

6. Menyusun instrumen

Langkah ini merupakan tahap menyusun butir-butir instrumen setelah dilakukan penelaahan menjadi seperangkat instrumen yang siap untuk diujicobakan. Format instrumen harus dibuat menarik dan tidak terlalu panjang, sehingga responden tertarik untuk membaca dan mengisinya.

7. Melakukan ujicoba instrumen

Setelah instrumen tersusun dengan utuh, kemudian melakukan ujicoba instrumen. Untuk itu dipilih sampel yang karakteristiknya mewakili populasi. Ujicoba dilakukan untuk memperoleh informasi empirik tentang kualitas instrumen yang dikembangkan.

8. Menganalisis hasil ujicoba

Analisis hasil ujicoba dilakukan untuk menganalisis kualitas instrumen berdasarkan data ujicoba. Dari analisis ini diharapkan diketahui mana yang sudah baik, mana yang kurang baik dan perlu diperbaiki, dan mana yang tidak bisa digunakan. Selain itu, analisis hasil ujicoba ini juga dapat digunakan untuk memperoleh informasi tentang validitas dan reliabilitas instrumen.

9. Memperbaiki instrumen

Perbaikan dilakukan berdasarkan analisis hasil ujicoba. Bisa saja hasil telaah instrumen baik, namun hasil ujicoba empirik tidak baik. Perbaikan termasuk mengakomodasi saran-saran dari responden ujicoba.

10. Mengembangkan Instrumen

Bu Ruminah adalah seorang Anda teknik jaringan listrik yang ingin mengetahui lebih detail tentang sikap menghargai siswa tentang kegunaan teknik jaringan listrik dalam kehidupan. Ia ingin mengetahui memiliki rasa ingin tahu siswa terhadap teknik jaringan listrik, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik jaringan listrik,

serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah. Dengan mempunyai data tentang hal itu ia berharap dapat memberikan layanan yang lebih tepat untuk mendorong peningkatan hasil belajar teknik jaringan listrik siswa. Namun ia agak kebingungan memilih instrumen penilaian yang tepat untuk digunakan. Bu Ruminah menyadari bahwa tes bukanlah instrumen yang tepat untuk itu. Apakah ia harus menggali informasi tersebut dengan menggunakan angket? Apakah ia perlu mengamati perilaku siswa pada saat siswa belajar teknik jaringan listrik? Apakah perlu juga dilakukan wawancara? Bagaimana pendapat Anda?

Kegiatan belajar ini akan membantu Anda mempraktekkan pengembangan instrument non tes. Untuk memudahkan Anda, paparan berikut memberikan contoh langsung pengembangan instrumen non tes seperti yang diperlukan Bu Ruminah di atas.

1. Menentukan spesifikasi tes

Tujuan instrumen ini adalah untuk menggali informasi tentang sikap menghargai kegunaan matematika dalam pemecahan masalah. Sebelum menyusun kisi-kisi, Anda perlu mengkaji berbagai literatur sehingga Anda mengerti dengan benar apakah yang dimaksud dengan sikap menghargai kegunaan matematika dalam pemecahan masalah.

Sebagai ilustrasi, berikut contoh kajian literatur tentang sikap menghargai kegunaan matematika dalam pemecahan masalah:

Berdasarkan definisi teoritik di atas, Anda dapat merumuskan definisi operasional sikap menghargai siswa terhadap kegunaan matematika dalam pemecahan masalah. Misalnya, siswa dikatakan memiliki sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam pemecahan masalah jika: memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik jaringan listrik, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Setelah Anda merumuskan definisi operasional seperti di atas, Anda dapat membuat kisi-kisi instrumen. Misalkan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Kisi-kisi Instrumen

Aspek	Indikator
Sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik	Memiliki rasa ingin tahu
	Memiliki perhatian dalam belajar
	Memiliki minat mempelajari
	Memiliki sikap ulet
	Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah

Setelah Anda menentukan indikator sikap menghargai kegunaan matematika seperti pada tabel di atas, selanjutnya Anda menentukan bentuk instrumen yang digunakan. Sikap menurut Fishbein dan Ajzen (1975, dalam Depdiknas, 2004) adalah suatu predisposisi yang dipelajari untuk merespon secara positif atau negatif terhadap suatu objek, situasi, konsep, atau orang. Sikap merupakan kecenderungan merespons secara konsisten baik menyukai atau tidak menyukai suatu objek. Sikap peserta didik setelah mengikuti pelajaran harus lebih positif dibanding sebelum mengikuti pelajaran. Perubahan ini merupakan salah satu indikator keberhasilan Anda dalam melaksanakan proses belajar mengajar. Pada Permendiknas No 22 Tahun 2006 disebutkan bahwa salah satu tujuan diajarkan mata pelajaran teknik jaringan listrik disekolah adalah agar siswa memiliki sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik jaringan listrik, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Tabel 4.6 Bentuk Instrumen

Aspek	Indikator	Bentuk Instrumen
Sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik	Memiliki rasa ingin tahu	Angket/Observasi
	Memiliki perhatian dalam belajar	Angket/Observasi
	Memiliki minat mempelajari	Angket/Observasi
	Memiliki sikap ulet	Observasi
	Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah	Angket

Langkah berikutnya adalah menentukan panjang instrumen. Misalkan pada angket ini akan disusun 20 butir pernyataan. Setelah Anda menyelesaikan spesifikasi instrumen, langkah selanjutnya adalah menentukan skala pengukuran dan dilanjutkan menyusun butir-butir instrumennya. Misalnya angket ini akan menggunakan skala likert. Pada skala likert, alternatif jawaban adalah dapat menggunakan alternatif:

SL: Selalu; **SR:** Sering; **K** : Kadang-kadang; **TP:** Tidak Pernah.

Setelah skala pengukuran sudah ditetapkan, berikutnya Anda dapat menyusun butirbutir instrumennya.

Tabel 4.7 Butir-butir Pernyataan Angket

Indikator	Pernyataan	Jenis Pernyataan No.Butir		
		Positif	Negatif	
Memiliki rasa ingin Tahu	Saya merasa kecewa jika pelajaran teknik jaringan listrik kosong/ditiadakan	v		6
	Saya berusaha memahami setiap materi pelajaran teknik jaringan listrik yang diajarkan Anda	v		11
	Saya menanyakan materi pelajaran teknik jaringan listrik yang belum jelas kepada Anda selama pembelajaran di kelas	v		12
	Saya berusaha memahami materi pelajaran teknik jaringan listrik selain dari yang diajarkan Anda dosen di kelas	v		13

	Saya berkonsultasi idengan Anda di luar jam pelajaran jika mengalami hambatan dalam pelajaran	v		15
	Setelah pembelajaran matematika, saya berusaha mempelajari kembali materi yang baru saja diberikan dosen	v		17
	Saya berusaha menambah latihan soal teknik jaringan listrik di luar tugas yang diberikan Anda	v		18
	Saya melengkapi sumber bacaan tentang teknik jaringan listrik diluar buku catatan	v		19
Memiliki perhatian dalam belajar	Selama pembelajaran pembangkit tenaga listrik berlangsung, saya memperhatikan setiap penjelasan yang diberikan Anda	v		7
	Saya memperhatikan dengan seksama tanggapan Anda terhadap pertanyaan siswa	v		8
Memiliki minat mempelajari	Saya berusaha mencatat penjelasan materi pelajar- an teknik jaringan listrik dari Anda	v		9
Memiliki rasa percaya diri	Saya merasa senang mengikuti pelajaran	v		1

dalam pemecahan masalah	pembangkit tenaga listrik dari Anda			
	Saya merasa senang membaca buku buku pelajaran pembangkit tenaga listrik dari Anda	v		2
	Saya merasa senang mengerjakan soal soal latihan dan tugas pelajaran pembangkit tenaga listrik dari Anda	v		3
	Saya merasa sedih jika memperoleh nilai jelek pada pelajaran pembangkit tenaga listrik dari Anda	v		4
	Saya berusaha tidak terlambat dalam mengikuti pelajaran teknik jaringan listrik	v		5
	Saya berusaha menjawab ketika Anda matematika mengajukan pertanyaan selama pembelajaran	v		14
	Saya tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan soal karena saya memiliki keyakinan dapat menyelesaikan soal tersebut	v		16

	Saya merasa tidak yakin kebenaran pemahaman saya tentang materi yang diajarkan Anda		v	20
--	---	--	---	----

Untuk penyekoran Anda menggunakan ketentuan berikut:

Untuk pernyataan positif: SL = 4, SR = 3, K = 2, TP = 1

Untuk pernyataan negatif: SL = 1, SR = 2, K = 3, TP = 4

Karena terdapat 20 butir, maka skor tertinggi adalah 80 dan skor terendah 20.

Untuk menentukan kriteria penafsiran Anda perlu menghitung terlebih dahulu *meanideal* (M_i) dan simpangan baku sebagai berikut:

$$M_i = (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah})$$

$$= (80 + 20)$$

$$= 50$$

$$S_{bi} = (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah})$$

$$= (80 - 20)$$

$$= 10$$

Berdasarkan kriteria penafsiran pada kegiatan belajar 1, kriteria penafsiran yang sesuai adalah sebagai berikut.

Tabel 4.8 Kriteria Penafsiran

Interval Nilai	Interpretasi
$X \geq 60$	Baik
$40 \leq X < 60$	Sedang
$X < 40$	Kurang

Sebelum butir-butir pernyataan di atas disusun menjadi angket yang utuh, lakukan telaah terlebih dahulu atas butir-butir itu agar butir pernyataan yang dimasukkan dalam angket nanti sudah tepat. Sekarang cobalah Anda mencermati lagi butir-butir pernyataan di atas! Adakah butir pernyataan yang perlu diperbaiki?

Kalau Anda cermati butir pernyataan pada indikator “Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah”, yaitu “*Saya merasa tidak yakin kebenaran pemahaman saya tentang materi yang diajarkan Anda*”. Pernyataan ini kurang operasional untuk mengukur aspek berpikir kreatif. Sebaiknya Anda ganti yang lebih operasional, misalkan “*Saya merasa tidak yakin terhadap penyelesaian tugas/soal yang saya kerjakan sendiri*”. Masih adakah butir lain yang perlu diperbaiki? Jika tidak ada lagi, sekarang saatnya Anda menyusun instrumen utuh.

4. Angket

ANGKET SISWA

Nama :

Kelas :

Sekolah :

PETUNJUK PENGISIAN

Mulailah dengan berdoa terlebih dahulu

No	Pernyataan	SL	SR	K	TP
1	Saya merasa senang mengikuti pelajaran teknik jaringan listrik dari Anda				
2	Saya merasa senang membaca buku-buku pelajaran teknik jaringan listrik				
3	Saya merasa senang mengerjakan soal-soal latihan dan tugas				
4	Saya merasa sedih jika memperoleh nilai jelek pada pelajaran teknik jaringan listrik				
5	Saya berusaha tidak terlambat dalam mengikuti pelajaran teknik jaringan listrik				
6	Saya merasa kecewa jika pelajaran teknik				

	jaringan listrik kosong/ditiadakan				
7	Selama pembelajaran teknik jaringan listrik berlangsung, saya memperhatikan setiap penjelasan yang diberikan Anda				
8	Saya memperhatikan dengan seksama tanggapan Anda terhadap pertanyaan siswa				
9	Selama pembelajaran teknik jaringan listrik berlangsung, saya melakukan aktivitas lain yang tidak berhubungan dengan pelajaran matematika				
10	10. Saya berusaha mencatat penjelasan materi pelajaran teknik jaringan listrik dari Anda				
11	. Saya berusaha memahami setiap materi pelajaran teknik jaringan listrik yang diajarkan Anda				
12	Saya menanyakan materi pelajaran teknik jaringan listrik yang belum jelas kepada Anda selama pembelajaran di kelas				
13	Saya berusaha memahami materi pelajaran teknik jaringan listrik selain dari yang diajarkan Anda dosen di kelas				
14	Saya berusaha menjawab ketika Anda teknik jaringan listrik mengajukan pertanyaan selama pembelajaran				
15	Saya berkonsultasi dengan Anda di luar jam pelajaran jika mengalami hambatan dalam pelajaran teknik jaringan listrik				
16	Saya tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan soal karena saya memiliki keyakinan dapat menyelesaikan soal tersebut				
17	Setelah pembelajaran teknik jaringan listrik, saya berusaha mempelajari kembali materi				

	yang baru saja diberikan dosen				
18	Saya berusaha menambah latihan soal teknik jaringan listrik di luar tugas yang diberikan Anda				
19	Saya melengkapi sumber bacaan tentang teknik jaringan listrik di luar buku catatan				
20	Saya merasa tidak yakin terhadap penyelesaian tugas/soal yang saya kerjakan sendiri				

2. Pedoman observasi

Selain angket, telah ditetapkan bahwa untuk mengumpulkan data tentang sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam pemecahan masalah juga akan dilakukan dengan observasi. Untuk menyusun pedoman observasi, Anda perlu memperhatikan indikator-indikator aspek yang akan diamati. Indikator-indikator tersebut akan menjadi fokus amatan. Pada kasus ini, ada 4 indikator aspek sikap menghargai kegunaan teknik jaringan listrik dalam pemecahan masalah yang akan diamati, yaitu: rasa ingin tahu, perhatian, minat, serta sikap. Selain fokus amatan, Anda juga perlu memilih format pedoman observasi yang akan digunakan. Format dipilih dengan mempertimbangkan kemudahan pengamatan dan mengakomodasi seluruh focus amatan. Berikut contoh pedoman observasi yang dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang sikap menghargai kegunaan matematika dalam pemecahan masalah.

LEMBAR OBSERVASI

No	Nama	Aspek diamati				Penilaian Akhir		
1								
2								
3								
4								

Pada kolom aspek yang diamati diisi dengan skor yang diisi dengan ketentuan:
0 jika tidak pernah, 1 jika jarang, 2 jika kadang-kadang terjadi, 3 jika sering terjadi, dan 4 jika selalu terjadi.

Nilai akhir dituliskan dalam kategori dengan ketentuan:

0 % - 20 % : Sangat Kurang

21 % - 40 % : Kurang

41 % - 60 % : Sedang

61 % - 80 % : Baik

81 % - 100% : Sangat Baik

Setelah instrumen penilaian disusun dengan utuh, perlu dilakukan ujicoba untuk memperoleh informasi empirik mengenai kualitas dan aplikabilitas instrumen. Setelah dilakukan ujicoba ini langkah selanjutnya adalah menganalisis kemudian melakukan perbaikan berdasarkan hasil analisis tersebut. Instrumen setelah perbaikan inilah yang menjadi instrumen yang siap digunakan dalam penilaian

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat adalah :

- a. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan.
- b. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
- c. Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
- d. Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
- e. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
- f. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
- b. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- b. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- c. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan
- d. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktivitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.
- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Kembangkan angket dan pedoman observasi yang dapat digunakan mengumpulkan data tentang kemampuan afektif siswa dalam pembelajaran teknik jaringan listrik

F. Rangkuman

Ada sembilan langkah mengembangkan instrumen non tes, :menentukan spesifikasi instrumen, menulis instrumen, menentukan skala instrumen, menentukan pedoman penskoran, menelaah instrumen, menyusun instrumen, melakukan ujicoba, menganalisis hasil ujicoba, dan memperbaiki instrumen.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk menilai hasil penyelesaian latihan di atas, gunakanlah pedoman penilaian berikut untuk menentukan skor perolehan Anda:

No. Aspek Kriteria Skor

No	Aspek	Kriteria	Skor
1	Definisi teoritik	Tidak ada	0
		Ada, kurang memadai untuk merumuskan definisi operasional	1
		Ada dan memadai, cukup memadai untuk mendukung merumuskan definisi operasional	2
2		Tidak ada	0
		Ada tetapi tidak cukup untuk merumuskan indikator	1
		Ada dan cukup untuk merumuskan indikator	2
3	Kisi-kisi	Tidak ada	0
		Ada, tetapi indikator tidak sesuai dengan definisi operasional	1
		Ada dan indikator sesuai dengan definisi operasional	2
4	Pernyataan	75 % pernyataan sesuai indikator	3
		50% □ pernyataan sesuai indikator <75	2
		Pernyataan sesuai indikator < 50%	1
		Ada pernyataan negatif	1
5	Bahasa	75 % kalimat komunikatif	3
		50% Kalimat komunikatif < 75%	2
		kalimat tidak bias makna 50%	1
		komunikatif < 75 %	3
		50% Kalimat tidak bias makna < 75	2
		Kalimat tidak bias makna < 50%	1

Petunjuk penyekoran: Skor akhir Anda = (Skor capaian: 28) x 100 %

Untuk mengetahui pencapaian pemahaman Anda, Anda dapat mencocokkan jawaban Anda dengan petunjuk jawaban yang sudah disediakan. Bila kebenaran jawaban latihan Anda mencapai 75% atau lebih berarti Anda telah memahaminya. Sebaiknya Anda melanjutkan belajar ke modul berikutnya setelah pemahaman Anda mencapai minimal 75%. Bila Anda menemui kesulitan dalam memahami modul ini, Anda dapat menghubungi penulis untuk dibicarakan lebih lanjut.

H. Kunci Jawaban

Ada sembilan langkah mengembangkan instrumen non tes, :menentukan spesifikasi instrumen, menulis instrumen, menentukan skala instrumen, menentukan pedoman penskoran, menelaah instrumen, menyusun instrumen, melakukan ujicoba, menganalisis hasil ujicoba, dan memperbaiki instrumen.

Daftar Pustaka

- Djemari Mardapi. 2008. *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Offset
- Ismul Fariks. 2007. *Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X MA Wahid Hasyim Sleman Dalam Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Open Ended*. Yogyakarta: Skripsi pada Prodi Pendidikan Matematika Fakultas Sainteks UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Kegiatan Pembelajaran 5

EVALUASI HASIL BELAJAR DILAKUKAN DENGAN MENGUNAKAN INSTRUMEN YANG TELAH DITETAPKAN (PEDOMAN PENYEKORAN)

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi SMK bidang Teknik Listrik dalam meningkatkan kompetensinya pedoman penyekoran hasil belajar teknik jaringan listrik

B. Indikator pencapaian kompetensi

Mampu melakukan evaluasi hasil belajar dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan sesuai pedoman penyekoran.

C. Uraian Materi

Kompetensi yang diharapkan dalam mempelajari modul ini adalah

1. Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu.
2. Menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.
3. Mengadministrasikan penilaian proses dan hasil belajar secara berkesinambungan dengan menggunakan berbagai instrumen .
4. Bangga menjadi Anda dan percaya pada diri sendiri
5. Belajar mandiri secara profesional
6. Memahami tujuan pembelajaran yang diampu

Instrumen penilaian yang baik harus dilengkapi ketentuan-ketentuan yang diperlukan untuk menentukan skor perolehan siswa. Ketentuan-ketentuan inilah yang dikenal dengan pedoman penyekoran. Pedoman penyekoran diperlukan sebagai pedoman menentukan skor hasil kerja siswa sehingga diperoleh skor seobjektif mungkin. Oleh karena itu, Anda perlu mempelajari dengan baik pengertian pedoman penyekoran serta langkah mengembangkannya.

Modul ini akan membantu Anda meningkatkan kompetensi dalam mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, khususnya pengembangan pedoman penyekoran. Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat memahami pengertian pedoman penyekoran dan dapat mengembangkan pedoman penyekoran dengan teknik penyekoran analitik dan teknik penyekoran holistik.

Untuk mencapai tujuan tersebut, modul ini akan memfasilitasi Anda melalui dua kegiatan belajar, yaitu:

- a. Memahami pengertian pedoman penyekoran
- b. Mengembangkan pedoman penyekoran dengan penyekoran analitik dan penyekoran holistik

Kegiatan Memahami Pengertian Pedoman Penyekoran

Pak Usmar adalah seorang Anda SMK yang baru saja melakukan tes untuk mengetahui penguasaan siswa tentang KD “Melaksanakan pemeliharaan generator”. Untuk menentukan skor siswa, Pak Usmar membuat kunci jawaban langkah demi langkah penyelesaian soal yang telah dibuatnya dengan diuraikan menurut urutan tertentu. Jawaban siswa dianggap benar jika jawabannya sesuai dengan kunci jawaban yang telah disiapkan tersebut.

Menurut Anda, apakah teknik penyekoran Pak Usmar tersebut benar?

Hasil pengukuran, baik melalui tes maupun non tes, menghasilkan data kuantitatif yang berupa skor. Skor ini kemudian ditafsirkan sehingga menjadi nilai. Kesulitan yang dihadapi adalah menetapkan skor dengan tepat. Disinilah pentingnya pedoman penyekoran. Pedoman penyekoran adalah pedoman yang digunakan untuk menentukan skor hasil penyelesaian pekerjaan siswa. Dengan pedoman penyekoran, Anda akan lebih mudah menentukan skor siswa. Oleh karena itu, selain menyusun butir-butir instrumen, Anda juga perlu mengembangkan pedoman penyekoran. Pedoman penyekoran diperlukan baik untuk tes bentuk pilihan maupun uraian.

1. Penyelesaian tes bentuk pilihan.

Cara penyelesaian tes bentuk pilihan ada dua, yaitu tanpa koreksi terhadap jawaban tebakan dan dengan koreksi terhadap jawaban tebakan.

a.. Penyelesaian tanpa koreksi terhadap jawaban tebakan

Untuk memperoleh skor siswa dengan teknik penyelesaian ini digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Skor} = \frac{B}{N} \times 100$$

Keterangan:

B : banyaknya butir yang dijawab benar

N : banyaknya butir soal

Penyelesaian tanpa koreksi saat ini banyak digunakan dalam penilaian pembelajaran matematika. Namun teknik penyelesaian ini sesungguhnya mengandung kelemahan karena kurang mampu mencegah peserta tes berspekulasi dalam menjawab tes. Hal ini disebabkan tidak adanya resiko bagi siswa ketika memberikan tebakan apapun dalam memilih jawaban sehingga jika mereka tidak mengetahui jawaban mana yang paling tepat maka mereka leluasa memilih salah satu pilihan secara sembarang. Benar atau salahnya jawaban sembarang ini sesungguhnya tidak menunjukkan tingkat kemampuan/ penguasaan siswa. Semakin banyak jawaban tebakan siswa akan semakin besar penyimpangan skor yang diperoleh dengan kemampuan penguasaan kompetensi siswa yang sesungguhnya.

b. Penyelesaian dengan koreksi terhadap jawaban tebakan

Untuk memperoleh skor siswa dengan teknik penyelesaian ini digunakan rumus sebagai berikut:

$$\left(\frac{B-s/p-1}{n} \right)$$

$$\text{Skor} = \frac{\left(\frac{B-s/p-1}{n} \right)}{n} \times 100\%.$$

n

Keterangan

B : banyaknya butir soal yang dijawab benar

S : banyaknya butir yang dijawab salah

P : banyaknya pilihan jawaban tiap butir.

N : banyaknya butir soal

Butir soal yang tidak dijawab diberi skor 0.

Keunggulan teknik penyekoran ini dibanding penyekoran tanpa koreksi adalah teknik ini lebih mampu meminimalisir spekulasi jawaban siswa. Jika siswa mengetahui jawaban salah akan berdampak berkurangnya skor yang akan mereka dapatkan maka siswa akan lebih hati-hati memilih jawaban. Jika siswa tidak memiliki keyakinan yang cukup tentang kebenaran jawabannya, maka siswa akan memilih mengosongkan jawaban untuk menghindari pengurangan.

Contoh 1.

Diandaikan Rizki mengerjakan soal bentuk pilihan ganda sebanyak 30 butir dengan 4 alternatif jawaban. Pekerjaan yang benar sebanyak 16 butir. Skor yang diperoleh Rizki dihitung sebagai berikut

$$(B - s/p - 1)$$

$$\text{Skor} = \frac{\quad}{n} \quad 100\%.$$

$$n$$

$$(16 - 14/4 - 1)$$

$$\text{Skor} = \frac{\quad}{30} \quad 100\%.$$

$$30$$

$$= 37,777778$$

$$= 38$$

2. Penyelesaian bentuk uraian

Pada tes bentuk uraian cara pemberian skor adalah sebagai berikut (Ebel, 1979, dalam Mardapi, 2007).

a. Menggunakan penyelesaian analitik

Penyelesaian analitik digunakan untuk permasalahan yang batas jawabannya sudah jelas dan terbatas. Biasanya teknik penyelesaian ini digunakan pada tes uraian objektif yang mana jawaban siswa diuraikan dengan urutan tertentu. Jika siswa telah menulis rumus yang benar diberi skor, memasukkan angka ke dalam formula dengan benar diberi skor, menghasilkan perhitungan yang benar diberi skor, dan kesimpulan yang benar juga diberi skor. Jadi, skor suatu butir merupakan penjumlahan dari sejumlah skor dari setiap respon pada soal tersebut.

b. Menggunakan penyelesaian dengan skala global (holistik)

Teknik ini cocok untuk penilaian tes uraian non objektif. Caranya adalah dengan membaca jawaban secara keseluruhan tiap butir kemudian meletakkan dalam kategori-kategori mulai dari yang baik sampai kurang baik, bisa tiga sampai lima. Jadi tiap jawaban siswa dimasukkan dalam salah satu kategori, dan selanjutnya tiap jawaban tiap kategori diberi skor sesuai dengan kualitas jawabannya. Kualitas jawaban ditentukan oleh penilai secara terbuka, misalnya harus ada data atau fakta, ada unsur analisis, dan ada kesimpulan.

Penyelesaian pada soal uraian kadang menggunakan pembobotan. Pembobotan soal adalah pemberian bobot pada suatu soal dengan membandingkan terhadap soal lain dalam suatu perangkat tes yang sama. Dengan demikian, pembobotan soal uraian hanya dapat dilakukan dalam penyusunan perangkat tes. Apabila suatu soal uraian berdiri sendiri maka tidak dapat dihitung atau ditetapkan bobotnya. Bobot setiap soal ditentukan mempertimbangkan faktor-faktor yang berkaitan dengan materi dan karakteristik soal itu sendiri, seperti luas lingkup materi yang hendak dibuatkan soalnya, esensialitas dan tingkat kedalaman materi yang

ditanyakan serta tingkat kesukaran soal. Hal yang juga perlu dipertimbangkan adalah skala penyekoran yang hendak digunakan, misalnya skala 10 atau skala 100. Apabila digunakan skala 100, maka semua butir soal dijawab benar, skornya 100; demikian pula bila skala yang digunakan 10. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan perhitungan skor. Skor akhir siswa ditetapkan dengan jalan membagi skor mentah yang diperoleh dengan skor mentah maksimumnya kemudian dikalikan dengan bobot soal tersebut. Rumus yang dipakai untuk penghitungan skor butir soal (SBS) adalah :

$$SBS = a/b \times c$$

Keterangan SBS : skor butir soal

a : skor mentah yang diperoleh siswa untuk butir soal

b : skor mentah maksimum soal

c : bobot soal

Setelah diperoleh SBS, maka dapat dihitung total skor butir soal berbagai skor total siswa (STP) untuk serangkaian soal dalam tes yang bersangkutan, dengan menggunakan rumus :

Keterangan *STP* : skor total peserta

SBS : skor butir soal

Contoh 2. Bobot soal sama, dengan skala 0 sampai dengan 100

No. Soal	Skor Mentah Perolehan	Skor Mentah Maksimum	Bobot Soal	Skor Bobot Soal
	(a)	(b)	(c)	(SBS)
1	30	60	20	10
2	20	40	30	15
3	10	20	15	15
4	20	20	20	20
Jumlah	80	140	100	60,00 (STP)

Contoh 3. Bila STP tidak sama dengan Total Bobot Soal dan Skala 100

No. Soal	Skor Mentah Perolehan	Skor Mentah Maksimum	Bobot Soal	Skor Bobot Soal
	(a)	(b)		(SBS)
1	30	60	20	10
2	40	40	30	30
3	20	20	30	30
4	10	20	20	10
Jumlah	100	140	100	10,00 (STP)

Pada dasarnya STP merupakan penjumlahan SBS, bobot tiap soal sama semuanya. Contoh ini berlaku untuk soal uraian objektif dan uraian non-objektif, asalkan bobot semua butir soal sama. Pembobotan juga digunakan dalam soal bentuk campuran, yaitu bentuk pilihan dan bentuk uraian. Pembobotan soal bagian soal bentuk pilihan ganda dan bentuk uraian ditentukan oleh cakupan materi dan kompleksitas jawaban atau tingkat berpikir yang terlibat dalam mengerjakan soal. Pada umumnya cakupan materi soal bentuk pilihan ganda lebih banyak, sedang tingkat berpikir yang terlibat dalam mengerjakan soal bentuk uraian biasanya lebih banyak dan lebih tinggi. Suatu ulangan terdiri dari **N1** soal pilihan ganda dan **N2** soal uraian. Bobot untuk soal pilihan ganda adalah w_1 dan bobot untuk soal uraian adalah w_2 . Jika seorang siswa menjawab benar n_1 pilihan ganda dan n_2 soal uraian, maka siswa itu mendapat skor:

$$w_1 \times \left(\frac{n_1}{N_1} \times 100\% \right) + w_2 \times \left(\frac{n_2}{N_2} \times 100 \right)$$

Misalkan, suatu ulangan terdiri dari 20 bentuk pilihan ganda dengan 4 pilihan dan 4 buah soal bentuk uraian. Soal pilihan ganda dijawab benar 16 dan dijawab salah 4, sedang bentuk uraian dijawab benar 20 dari skor maksimum 40. Apabila bobot pilihan ganda adalah 0,40 dan bentuk uraian 0,60, skor dapat dihitung:

a). Skor pilihan ganda tanpa koreksi jawaban dugaan $0,8 \times 100 = 80$

b). Skor bentuk uraian adalah: $0,5 \times 100 = 50$.

c). Skor akhir adalah: $0,4 \times (80) + 0,6 \times (50) = 62$.

Ada tujuh langkah untuk mengembangkan pedoman penyekoran, yaitu: menentukan tujuan, mengidentifikasi atribut, menjabarkan karakteristik atribut, menentukan teknik penyekoran, menyusun pedoman penyekoran, melakukan *piloting*/ujicoba terbatas, dan memperbaiki pedoman penyekoran menjadi pedoman siap pakai.

2. Menentukan tujuan

Ujian akan mengarahkan Anda pada langkah selanjutnya. Tes dikembangkan sesuai kebutuhan pengumpulan data aspek-aspek yang memang menjadi tujuan pengukuran. Misalkan, Anda akan mengembangkan pedoman penyekoran tes uraian non objektif untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa, akan berbeda jika akan pedoman penyekoran tes untuk mengukur kreativitas berpikir. Tes untuk pengukuran kemampuan pemecahan masalah harus mampu menggali informasi terkait kompetensi pemecahan masalah, antara memahami masalah, merumuskan penyelesaian masalah, melaksanakan rencana penyelesaian masalah, dan menarik kesimpulan. Begitu juga tes untuk mengukur pemahaman konsep, harus mampu mengukur domain-domain tentang kreativitas berpikir, misal: berpikir lancar, luwes, orisinal, terperinci, dan keterampilan menilai.

3. Identifikasi atribut secara spesifik yang ingin dinilai

Pada tahap ini Anda harus mengidentifikasi aspek-aspek apa saja yang akan menjadi fokus penilaian Anda. Jika Anda akan mengukur

kemampuan pemecahan masalah maka Anda harus menetapkan indikator-indikator kunci kemampuan pemecahan masalah. Contoh lain, jika Anda akan mengukur kemampuan kreativitas berpikir siswa, maka Anda harus tetapkan apa saja indikator kunci kreativitas berpikir.

4. Menjabarkan karakteristik yang menggambarkan setiap atribut

Setelah atribut yang akan Anda ukur secara jelas telah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menjabarkan karakteristik atribut tersebut. Karakteristik ini inilah yang selanjutnya akan menjadi poin pencermatan utama dalam penetapan skor. Misalkan pada pedoman penyekoran tes untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah, karakteristiknya antara lain: kemampuan memahami masalah, kemampuan merumuskan penyelesaian, kemampuan melaksanakan penyelesaian, kemampuan menyimpulkan/menafsirkan penyelesaian

5. Menentukan teknik penyekoran

Agar skor yang diperoleh dapat menggambarkan atribut yang diukur dengan baik, Anda harus menentukan teknik penyekoran yang tepat. Anda dapat memilih salah satu disesuaikan kebutuhan, analitik atau holistik. Untuk penyekoran tes uraianobjektif menggunakan pedoman penyekoran analitik, sedang tes uraian non objektif menggunakan pedoman penyekoran holistik. Jika pada tes tersebut terdapat soal uraian objektif sekaligus non objektif, maka dapat digunakan kedua teknik penyekoran tersebut sesuai dengan masing-masing soal.

6. Menyusun pedoman penyekoran

Penyusunan pedoman penyekoran disesuaikan dengan teknik penyekoran yang digunakan. Jika teknik penyekoran menggunakan teknik penyekoran analitik, langkah awalnya adalah membuat kunci jawaban seluruh butir soal. Selanjutnya menentukan skor setiap soal. Skor setiap soal ditetapkan dengan menetapkan skor setiap unit. Skor tiap butir diperoleh dengan menjumlah skor semua unit. Penetapan skor juga perlu memperhatikan bobot masing-masing butir, sehingga skor akhir mewakili secara proporsional keseluruhan dimensi yang diukur.

Jika Anda menggunakan teknik penyekoran holistik, penyusunan penyekoran dapat diawali dengan menyusun atribut dan indikator kunci dari aspek yang diukur. Atribut dan indikator kunci tersebut kemudian dirumuskan menjadi kategori-kategori untuk menentukan skor jawaban.

7. *Piloting*/ujicoba terbatas penggunaan pedoman penyekoran

Piloting/ujicoba terbatas penggunaan pedoman penyekoran dilakukan dengan menggunakannya pada beberapa lembar jawaban siswa.

a. Dilakukan sendiri

Cermatilah aplikabilitas penyekoran Anda, apakah bisa diterapkan atau tidak, menyulitkan atau tidak, jelas atau tidak, konsisten atau tidak, dan hal-hal lain yang berhubungan dengan keterbacaannya. Jika masih terdapat yang belum tepat, informasi dari penggunaan terbatas ini digunakan untuk perbaikan.

b. Melibatkan orang lain

Ujicoba terbatas dapat dilakukan melibatkan teman Anda lain. Mintalah teman Anda mengoreksi lembar jawaban siswa yang Anda koreksi tadi dengan penyekoran yang Anda buat, sehingga diperoleh dua skor hasil koreksian. Hasil penyekoran Anda dan teman Anda kemudian dibandingkan. Jika ternyata terdapat perbedaan yang signifikan antara skor hasil koreksi Anda dan teman Anda, dan perbedaan tersebut karena pedoman penyekoran yang kurang tepat, maka langkah perbaikan harus dilakukan berdasarkan data temuan tersebut.

8. Memperbaiki pedoman penyekoran

Perbaikan dilakukan berdasarkan informasi yang ditemukan pada *piloting*/ujicoba terbatas. Perbaikan ini dapat meliputi penetapan skornya, redaksi, pembobotan, atau temuan lain yang dipandang perlu untuk kebaikan dan kemudahan penggunaan pedoman penyekoran tersebut.

Mengembangkan Pedoman penyekoran.

Pak Ardiantoro adalah Anda SMK kelas XI ingin mengetahui kreativitas berpikir siswanya. Pak Ardiantoro telah mengembangkan tes yang sesuai untuk mengukur hal tersebut menggunakan tes uraian non objektif. Namun Pak Ardiantoro bingung bagaimana menyusun pedoman penyekoran yang tepat. Pak Ardiantoro tahu bahwa pedoman penyekoran tes untuk mengukur kreativitas berpikir tidak sama dengan tes untuk mengukur ketercapaian KD seperti yang biasa dilakukannya. Menurut Anda, pedoman penyekoran

seperti apa yang tepat digunakan Pak Ardiantoro tersebut!

Ada dua pedoman penyekoran yang akan Anda praktekan pada kegiatan belajar ini, yaitu pedoman penyekoran analitik dan pedoman penyekoran holistik.

1. Pedoman penyekoran analitik

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa pedoman ini digunakan untuk tes bentuk uraian objektif. Berikut salah satu contoh pengembangan pedoman penyekoran analitik yang akan digunakan sebagai pedoman penentuan skor tes untuk mengukur penguasaan kompetensi peserta didik dalam menghitung volume benda berbentuk balok dan mengubah satuan ukurannya. Misalkan indikator dan butir soalnya adalah sebagai berikut:

Indikator : Siswa dapat menghitung volum bak mandi berbentuk balok jika diketahui panjang, sisi, dan tingginya serta mengubah satuan ukuran.

Butir Soal : Sebuah bak diganti minyak pendinginnya , tangki trafo berbentuk balok berukuran panjang 150 cm, lebar 80 cm, dan tinggi 75 cm. Berapa literkah isi volum tangki trafo tersebut?

Setelah ditetapkan tujuannya, Anda harus menentukan atribut yang akan diukur, yaitu penguasaan kompetensi menghitung volum benda berbentuk balok dan mengubah satuan ukurnya. Atribut ini kemudian dijabarkan

karakteristiknya menjadi aspek-aspek yang diukur, misal: menentukan rumus yang akan digunakan, menghitung volum berdasar rumus yang ditetapkan, dan mengubah satuan. Mencermati atribut dan karakteristiknya, teknik penyekoran yang tepat pada pedoman penyekoran soal di atas adalah penyekoran analitik karena batas jawaban sudah jelas dan terbatas. Langkah selanjutnya Anda membuat kunci jawaban secara lengkap diuraikan dengan menurut urutan tertentu. Bila siswa telah menulis rumus yang benar diberi skor, memasukkan angka ke dalam formula dengan benar diberi skor, menghasilkan perhitungan yang benar diberi skor, dan kesimpulan yang benar juga diberi skor. Skor akhir diperoleh dengan menjumlahkan skor setiap respon pada soal tersebut. Berikut contoh pedoman penyekorrannya:

Langkah	Kunci Jawaban	Skor
1		1
2		1
3		1
4		1
5		1
	Skor maksimum	5

Sebelum Anda gunakan, ujicobakan pedoman penyekoran di atas pada beberapa lembar pekerjaan siswa untuk mengetahui aplikabilitasnya. Jika ada beberapa bagian yang menyulitkan penggunaannya, perbaikilah sebelum digunakan untuk mengoreksi seluruh lembar jawaban siswa. Tetapi jika sudah dapat digunakan dengan baik, Anda dapat langsung menggunakan pedoman penyekoran di atas sebagai pedoman mengoreksi seluruh lembar jawaban siswa.

Misalkan Anda akan mengembangkan pedoman penyekoran tes untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa pada kompetensi dasar. Soalnya adalah sebagai berikut:

Kompetensi Dasar: Melakukan dan menggunakan sifat-sifat operasi hitung bilangan dalam pemecahan masalah

Soal: Eruk, Endah, dan Sunarto masing-masing membeli sebuah buku di koperasi sekolah. Eruk membeli buku seharga Rp. 750,00, Endah membeli buku seharga Rp. 800,00, dan Sunarto membeli buku seharga Rp. 850,00. Jika uang mereka masing-masing Rp. 1.000,00, berapakah keseluruhan sisa uang mereka bertiga?

Tujuan pengembangan penyekoran ini jelas, yaitu sebagai pedoman penilaian pada pengukuran kecakapan pemecahan masalah siswa. Setelah Anda menetapkan tujuan penggunaan pedoman penyekoran Anda, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi atribut kemampuan pemecahan masalah. Lakukan kajian teoritik berbagai literature sehingga diperoleh gambaran jelas karakteristik kemampuan pemecahan masalah. Dari hasil kajian tersebut, jabarkan karakteristik kemampuan pemecahan masalah sehingga bisa digunakan sebagai poin pencermatan utama dalam penetapan skor. Secara umum ada empat langkah memecahkan masalah, yaitu: memahami masalah, membuat rencana pemecahan masalah, melaksanakan rencana pemecahan masalah, dan membuat kesimpulan. Pedoman penyekoran yang dapat digunakan:

Kriteria	0	1	2
Memahami masalah	Tidak memahami masalah	Kurang memahami masalah	Mampumemahami masalah
Merumuskan pemecahan masalah	Tidak mampu merumuskan pemecahan	Mampu merumuskan pemecahan, tetapi tidak tepat	Mampu merumuskan pemecahan dengan tepat
Melaksanakan pemecahan masalah	Tidak mampu melaksanakan pemecahan masalah	Mampu melaksanakan pemecahan masalah, tetapi tidak tepat	Mampu melaksanakan pemecahan masalah
Membuat kesimpulan	Tidak mampu membuat kesimpulan	Mampu membuat kesimpulan, tetapi tidak tepat	Mampu membuat kesimpulan

Skor yang Anda peroleh kemudian ditabulasikan sebagai berikut:

No	Nama	Kemampuan memecahkan masalah				Skor siswa
		Memahami masalah	Merumuskan pemecahan	Melaksanakan pemecahan	Membuat kesimpulan	
1						
2						
3						

Untuk lebih menguatkan pemahaman Anda, berikut contoh lain pengembangan pedoman penyekoran, yaitu untuk tes pengukuran kreativitas berpikir siswa.

Tujuan pengembangan penyekoran ini jelas, yaitu akan digunakan sebagai pedoman penilaian pada pengukuran kreativitas berpikir siswa. Setelah Anda menetapkan tujuan pedoman penyekoran Anda, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi atribut kreativitas berpikir siswa. Lakukanlah kajian teoritik tentang kreativitas berpikir dari berbagai literatur sehingga diperoleh gambaran jelas tentang berbagai karakteristik kreativitas berpikir. Dari hasil kajian tersebut, jabarkan karakteristik kreativitas berpikir tersebut, sehingga bisa digunakan sebagai poin pencermatan utama dalam penetapan skor.

Misalkan, karakteristik kreativitas berpikir adalah:

1). Keterampilan Berpikir Lancar

- a). Mencetuskan banyak gagasan, jawaban dan penyelesaian masalah.
- b). Memberikan banyak cara untuk melakukan berbagai hal

2). Keterampilan Berpikir Luwes (Fleksibel)

- a). Menghasilkan banyak gagasan dan jawaban yang bervariasi.

b). Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda.

3). Keterampilan Berpikir Orisinil

a). Mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik

b). Memikirkan cara yang tidak lazim untuk mengungkapkan diri

4) Keterampilan Merinci (Mengelaborasi)

a). Mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan

b). Merinci secara detail dari suatu gagasan sehingga menjadi lebih menarik

5) Keterampilan Menilai (Mengevaluasi)

Menentukan penilaian diri

Sumber: Utami Munandar (1999, dalam Eko Haryono, 2011)

Teknik penyekoran yang tepat untuk penilaian kreativitas berpikir adalah teknik penyekoran holistik. Selanjutnya Anda bisa segera menyusun pedoman penyekoran. Berikut ini contoh pedoman penyekoran dengan penyekoran holistik untuk pengukuran kreativitas berpikir yang dikembangkan Eko Haryono (2011).

2. Ketentuan pedoman penyekoran:

Perbandingan skor dari keterampilan, Berpikir Lancar : Berpikir Luwes : Berpikir

Orisinil : Memperinci : Mengevaluasi = 2 : 2 : 2 : 2 : 1. Tidak ada referensi baku yang secara verbal mengatakan perbandingan tersebut. Sri Utami Munandar menggunakan 5 aspek secara utuh, namun penelitian dan jurnal lain hanya menggunakan 4 aspek, yaitu tidak mengikut sertakan aspek mengevaluasi. Berdasarkan hal tersebut, disini ditetapkan penyekoran masing-masing aspek menggunakan perbandingan di atas. Penentuan skor dilakukan dengan langkah:

- a. Membaca setiap jawaban siswa secara menyeluruh dan dibandingkan pedoman penyekoran.
- b. Membubuhkan skor disebelah kiri setiap jawaban. Ini dilakukan per nomor soal
- c. Menjumlahkan skor-skor yang telah dituliskan pada setiap jawaban
- d. Menjumlahkan skor tiap-tiap bagian sehingga diperoleh skor akhir

Skor yang Anda peroleh kemudian ditabulasikan sebagai berikut:

No	Nama	Berpikir yang Dinilai					Skor
		Lancar	Luwes	Orisinil	Memerinci	Mengevaluasi	Siswa
1							
2							
dst							

Untuk klasifikasi kriteria dari kreativitas berpikir yang di ukur sebagai mana berikut:

Kriteria	Kategori
0 < skor < 21	Tidak kreatif
0 < skor < 21	Tidak kreatif
0 < skor < 21	Tidak kreatif
22 < skor < 43	Kurang kreatif
44 < skor < 65	Cukup kreatif
66 < skor < 87	Kreatif
88 < skor < 108	Sangat kreatif

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktivitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat adalah :

- a. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan.
- b. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
- c. Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
- d. Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
- I. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
- J. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
- K. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- b. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- c. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan
- d. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktivitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.
- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.

- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Latihan

Buatlah pedoman penyekoran yang dapat digunakan sebagai pedoman penyekoran soal tes esay (uraian) untuk mengukur pemahaman konsep siswa pada suatu KD tertentu!

F. Rangkuman

Pedoman penyekoran merupakan pedoman menentukan skor pekerjaan siswa. Langkah mengembangkan pedoman penyekoran adalah menentukan tujuan, mengidentifikasi atribut, menjabarkan karakteristik atribut, menentukan teknik penyekoran, menyusun pedoman penyekoran, melakukan *piloting/ujicoba* terbatas, dan memperbaiki pedoman penyekoran menjadi pedoman siap pakai.

H. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda, silahkan baca kembali penjelasan yang ada pada modul ini, atau berdiskusi dengan teman sejawat Anda. Bila Anda menemui kesulitan menyelesaikan soal latihan di atas, Anda dapat menghubungi penulis. Untuk menilai hasil penyelesaian latihan di atas, gunakanlah pedoman penilaian berikut untuk menentukan skor perolehan

No	Aspek	Kriteria	Skor
1	Atribut	Memuat seluruh atribut berpikir kreatif	2
		Memuat sebagian atribut berpikir kreatif	1
		Tidak memuat atribut berpikir kreatif	0
2	Indikator	Semua atribut dirinci menjadi sejumlah indikator	2
		Ada atribut yang tidak dirinci indikatornya	1
		Semua indikator sesuai dengan karakteristik atribut	3
		Sebagian indikator tidak sesuai dengan karakteristik atribut	2
		Semua indikator tidak sesuai dengan karakteristik atribut	1

3	Kriteria penyekor an	75% ketentuan pada masing-masing skor jelas	3
		50% < ketentuan pada masing-masing skor jelas <75%	2
		Ketentuan pada masing-masing skor jelas < 50%	1

Petunjuk penyekoran: Skor akhir Anda = (Skor capaian: 18) × 100 %

Untuk mengetahui pencapaian pemahaman, Anda dapat mencocokkan jawaban Anda dengan petunjuk jawaban yang sudah disediakan. Bila kebenaran jawaban Anda mencapai 75% atau lebih berarti Anda telah memahaminya. Sebaiknya Anda melanjutkan belajar ke modul berikutnya setelah pemahaman Anda mencapai minimal 75%. Bila Anda menemui kesulitan dalam memahami modul ini, Anda dapat menghubungi penulis untuk dibicarakan lebih lanjut.

I. Kunci Jawaban

Pedoman penyekoran merupakan pedoman menentukan skor pekerjaan siswa. Langkah mengembangkan pedoman penyekoran adalah menentukan tujuan, mengidentifikasi atribut, menjabarkan karakteristik atribut, menentukan teknik penyekoran, menyusun pedoman penyekoran, melakukan *piloting*/ujicoba terbatas, dan memperbaiki pedoman penyekoran menjadi pedoman siap pakai.

Daftar Pustaka

Djemari Mardapi. 2008. *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*.

Jogyakarta: Mitra Cendikia Offset

Eko Haryono. 2011. *Efektivitas Pembelajaran Matematika Berbasis Mind Map Methode dengan Menggunakan Media Grafis Komik dalam Meningkatkan Kreativitas Berpikir Siswa Kelas VII SMP Muhammadiyah 3 Depok Sleman*. Skripsi Prodi Pendidikan Matematika Fakultas Sainteks UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Kegiatan Pembelajaran 6

MEMPERJELAS KONSEP PEMELIHARAAN JARINGAN SISTEM TENAGA LISTRIK (TRANSMISI, DISTRIBUSI DAN GARDU INDUK)

A. Tujuan

Setelah mengikuti diklat konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) Anda mampu:

1. Menjelaskan konsep manajemen pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
2. Menjelaskan konsep pengorganisasian rencana pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk)
3. Menjelaskan konsep pemeliharaan rutin jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk)
4. Menjelaskan konsep pemeliharaan korektif jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk)
5. Menjelaskan konsep pemeliharaan khusus jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mampu memperjelas konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

C. Uraian Materi

1. Manajemen Pemeliharaan

Pada umumnya lokasi sumber energi primer konvensional tidak selalu dekat dengan pusat beban sehingga pusat pembangkit listrik dibangun pada lokasi yang terpisah jauh dari pusat beban maka penyaluran daya diselenggarakan melalui instalasi penyaluran (saluran transmisi dan gardu Induk). Instalasi penyaluran ini melalui daerah perkotaan atau melalui laut. Untuk itu instalasi penyaluran di daerah ini terpaksa menggunakan Kabel Tenaga yang berupa Kabel tanah maupun kabel

laut. Perkembangan selanjutnya, beberapa sistem tenaga listrik (sebagai contoh : Jawa barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan bali) diinterkoneksi membentuk satu grup operasi. Peranan instalasi penyaluran semakin penting, konfigurasi jaringan semakin kompleks dan peralatan semakin banyak, baik dari segi jumlah maupun ragamnya. Peralatan utama yang terpasang di gardu induk dan saluran transmisi adalah :

Sebagaimana peralatan pada umumnya, peralatan yang dioperasikan dalam instalasi penyaluran tenaga listrik perlu dipelihara agar unjuk kerjanya dapat dipertahankan. Pemeliharaan peralatan penyaluran tenaga listrik diperlukan untuk mempertahankan unjuk kerjanya namun di lain pihak sebagian besar pemeliharaan itu memerlukan pembebasan tegangan yang berarti bahwa peralatan yang dipelihara harus dikeluarkan dari operasi. Keluarnya beberapa peralatan dari operasi selama pemeliharaan dapat menyebabkan berkurangnya keandalan penyaluran, berkurangnya kemampuan penyaluran bahkan padamnya daerah yang dipasok oleh peralatan tersebut.

Permasalahan tersebut juga dialami oleh pemeliharaan Kabel Tenaga dengan memelihara Kabel Tenaga menyebabkan pemadaman Kabel Tenaga tersebut. Untuk mempercepat pekerjaan tersebut maka diperlukan manajemen pemeliharaan.

a. Manajemen Pemeliharaan

Peralatan Penyaluran Suatu sistem tenaga listrik mempunyai jumlah dan jenis peralatan instalasi penyaluran yang sangat banyak yang dihubungkan satu dengan lainnya membentuk suatu sistem penyaluran. Peralatan dengan jumlah dan jenis yang banyak itu harus dipelihara untuk mempertahankan unjuk kerjanya.

Sehubungan dengan pemeliharaan peralatan system tenaga listrik pada umumnya membutuhkan dikeluarkannya peralatan tersebut dari operasi serta menyangkut jumlah yang sangat banyak, maka penanganannya perlu didasari pemikiran manajemen yang baik. Dalam hal ini perlu perencanaan (*planning*), pengorganisasian

(*organizing*), pergerakan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) dengan baik.

b. Perencanaan

Perencanaan pemeliharaan peralatan penyaluran tenaga listrik meliputi koordinasi antara kebutuhan akan pemeliharaan dan kondisi (keandalan) sistem. Dalam hal ini diupayakan agar kedua kebutuhan itu terpenuhi sebaik mungkin. Hasil dari perencanaan ini adalah jadwal dan jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan untuk setiap peralatan antara lain:

- 1) Setiap Peralatan Memerlukan Pemeliharaan.
- 2) Petunjuk pabrik pembuat peralatan pada umumnya memberikan periode dan jenis pemeliharaan untuk peralatan tersebut.
- 3) Dalam hal tidak ada petunjuk dari pabrik maka pengalaman masa lalu (Statistik kerusakan) dapat dipakai sebagai dasar perencanaan jadwal dan jenis pemeliharaan.
- 4) Kondisi lokal dimana Peralatan Tersebut Terpasang Perlu dipertimbangkan, apakah ada alternatif pemasokan menghindari pemadaman selama peralatan yang dipelihara dikeluarkan dari operasi.
- 5) Jenis penggunaan listrik yang dipasok. Ada penggunaan listrik sebagai penggerak suatu proses yang tidak boleh terganggu. Prosesnya hanya berhenti pada jadwal yang telah ditentukan. Apabila tidak ada alternatif pasokan daya listrik selama pelaksanaan pemeliharaan, maka diperlukan kompromi yang dapat diperoleh dari hasil koordinasi.
- 6) - Hal Khusus. Ada keadaan-keadaan khusus yang menyangkut acara-acara kenegaraan yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan pemeliharaan. Dalam hal ini diupayakan untuk menghindari segala sesuatu yang kemungkinan dapat menyebabkan menurunnya keandalan atau terjadinya pemadaman, termasuk pemeliharaan. Hasil perencanaan pemeliharaan peralatan instalasi penyaluran ini adalah Rencana Pemeliharaan yang mencakup; (a) Jenis

Pemeliharaan, (b) Jadwal Pelaksanaan, (c) Keterangan lain berupa perlu/tidaknya peralatan dikeluarkan dari operasi, dan (d) Efisiensi Pemeliharaan.

Selama ini pedoman dasar untuk melakukan pemeliharaan peralatan instalasi listrik adalah SE Direksi No.032/PST/1984 tanggal 23 Mei 1984 tentang Himpunan Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik dimana yang menjadi dasar utama untuk melakukan pemeliharaan adalah rekomendasi pabrik serta instruction manual dari masing-masing peralatan instalasi listrik. Dengan pengurangan siklus pemeliharaan ini dapat dipastikan akan memberikan efisiensi dalam bidang pemeliharaan, antara lain; (a) Mengurangi biaya pemeliharaan, (b) Mengurangi kebutuhan manhours peralatan, (c) Mengurangi waktu pemadaman, (d) Meningkatkan mutu pelayanan dengan tingkat keandalan dan kesiapan peralatan yang lebih tinggi.

c. Pengorganisasian

Rencana pemeliharaan sebagai hasil perencanaan diatas merupakan dasar dalam pengaturan orang, alat, tugas, tanggungjawab dan wewenang untuk terlaksananya pekerjaan pemeliharaan. Pengorganisasian ini perlu dalam mengalokasikan sumber daya yang ada atas pekerjaan-pekerjaan yang diperlukan agar dapat dimanfaatkan seefisien dan seefektif mungkin.

Rincian Pekerjaan Yang Harus Dilaksanakan Rincian ini perlu dibuat untuk membantu kelancaran pelaksanaan sekaligus menghindari kesalahan. Dalam hal ini tingkat rincian yang diperlukan tergantung kesiapan yang akan melaksanakan pekerjaan itu.

- 1) Pembagian Pekerjaan Kegiatan-kegiatan spesifik yang sejenis dikelompokkan dengan memperhatikan kesamaan pelaksanaan. Diupayakan agar dalam pelaksanaan pekerjaan, tidak ada seseorang yang berbeban terlalu berat atau terlalu

ringan serta tidak ada yang dibebani pekerjaan diluar kemampuannya.

- 2) Mengalokasikan sumber Daya disusun agar seluruh tahapan pekerjaan terlaksana dengan baik atau tidak terjadi saling mengelak diantara personil untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Pengalokasian personil ini harus mempertimbangkan ; (a) Kemampuan masing-masing personil, (b) nBeban kerja yang menjadi tanggung jawab masing-masing personil, dan (c) Urutan tahapan pekerjaan.

Peralatan yang diperlukan untuk tiap tahapan pekerjaan diinventarisir dengan jumlah yang memadai. Tidak lengkapnya peralatan, selain mengakibatkan waktu pelaksanaan lebih panjang juga mutu pekerjaan yang lebih rencah. Demikian juga halnya dengan isolasi.

Dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi kita membedakan antara pemeriksaan/monitoring (melihat, mencatat, meraba serta mendengar) dalam keadaan operasi dan memelihara (kalibrasi/pengujian, koreksi/*resetting* serta memperbaiki/membersihkan) dalam keadaan padam. Pemeriksaan atau *monitoring* dapat dilaksanakan oleh operator atau petugas patroli setiap hari dengan sistem *check list* atau catatan saja. Sedangkan pemeliharaan harus dilaksanakan oleh regu pemeliharaan.

2. Jenis jenis Pemeliharaan

Oleh karena luas dan kompleknya keadaan jaringan distribusi dan tidak sedikitnya system jaringan dan peralatan distribusi yang perlu dipelihara, pemeliharaan jaringan distribusi dapat dikelompokkan dalam tiga macam pemeliharaan yaitu; a) Pemeliharaan rutin (*preventif maintenance*), b) Pemeliharaan korektif (*korektif maintenance*), c) Pemeliharaan darurat (*emergency maintenance*).

a. Pemeliharaan rutin (*preventif maintenance*).

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan tiba-tiba dan mempertahankan unjuk kerja

jaringan agar selalu beroperasi dengan keadaan dan efisiensi yang tinggi. Kegiatan pokok pemeliharaan rutin ini ditentukan berdasarkan periode/waktu pemeliharaan: triwulan, semesteran atau tahunan. Berdasarkan tingkat kegiatannya pemeliharaan preventif dapat dibedakan atas : pemeriksaan rutin dan pemeriksaan sistematis.

Kegiatan pemeliharaan rutin meliputi kegiatan:

- 1) Pemeriksaan/inspeksi rutin
- 2) Pemeliharaan rutin
- 3) Pemeriksaan prediktif
- 4) Perbaikan/penggantian peralatan
- 5) Perubahan/penyempurnaan jaringan

Pemeriksaan rutin adalah pekerjaan pemeriksaan jaringan secara visual (inspeksi) untuk kemudian diikuti dengan pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan sesuai dengan saran-saran (rekomendasi) dari hasil inspeksi, antara lain penggantian, pembersihan, peneraan dan pengetesan .

Hasil pekerjaan diharapkan dari pekerjaan pemeriksaan rutin ini adalah dapat ditemukannya kelainan-kelainan atau hal-hal yang dikawatirkan bisa menyebabkan terjadinya gangguan sebelum periode pemeliharaan rutin berikutnya terselenggara.

Suatu system jaringan dapat dinyatakan sudah mengalami pemeliharaan rutin, system jaringan sudah diperiksa secara visual dan saran-saran sudah dilaksanakan, kecuali saran pekerjaan yang bersifat perubahan/rehabilitasi jaringan.

Pemeriksaan rutin sistematis adalah pekerjaan pemeliharaan yang dimaksudkan untuk menemukan kerusakan atau gejala kerusakan yang tidak ditemukan/diketahui pada saat pelaksanaan inspeksi yang kemudian disusun saran-saran untuk perbaikan.

Pekerjaan dalam kegiatan pemeriksaan rutin sistematis akan lebih luas jangkauanya dan akan lebih teliti, bisa sampai tahap bongkar pasang (over houl).

Suatu system jaringan dapat dikatakan sudah dilaksanakan pemeliharaan rutin sistematis apabila system jaringan system tsb

sudah dipelihara secara sistematis termasuk pekerjaan-pekerjaan yang sifatnya penyempurnaan/ perubahan.

b. Pemeliharaan Korektif (korektif maintenance).

Pemeliharaan korektif dapat dibedakan dalam 2 kegiatan yaitu: terencana dan tidak terencana. Kegiatan yang terencana diantaranya adalah pekerjaan perubahan /penyempurnaan yang dilakukan pada jaringan untuk memperoleh keandalan yang lebih baik (dalam batas pengertian operasi) tanpa mengubah kapasitas semula. Kegiatan yang tidak terencana misalnya mengatasi/ perbaikan kerusakan peralatan/gangguan.

Perbaikan kerusakan dalam hal ini dimaksudkan suatu usaha/pekerjaan untuk mempertahankan atau mengembalikan kondisi system atau peralatan yang mengalami gangguan/kerusakan sampai kembali pada keadaan semula dengan kepastian yang sama.

Perubahan/penyempurnaan dalam hal ini dimaksudkan suatu usaha/ pekerjaan untuk penyempurnaan system atau peralatan transmisi dengan cara mengganti/merubah system peralatan dengan harapan agar daya guna dan keandalan system peralatan yang lebih tinggi dapat dicapai tanpa merubah kapasitas system peralatan semula.

c. Pemeliharaan Khusus (emergency maintenance).

Pemeliharaan Khusus atau disebut juga pemeliharaan darurat adalah pekerjaan pemeliharaan yang dimaksud untuk memperbaiki jaringan yang rusak yang disebabkan oleh force majeure atau bencana alam seperti gempa bumi, angin rebut, kebakaran dsb yang biasanya waktunya mendadak. Dengan demikian sifat pekerjaan pemeliharaan untuk keadaan ini adalah sifatnya mendadak dan perlu segera dilaksanakan, dan pekerjaannya tidak direncanakan.

3. Memelihara Jaringan Transmisi Tenaga Listrik.

Salah satu aset yang membutuhkan pemeliharaan dalam pengoperasiannya adalah saluran transmisi, mulai dari tower beserta aksesorisnya, konduktor dan isolator. Khusus konduktor telanjang yaitu

saluran udara sangat rentan dengan gangguan, sehingga memerlukan pengawasan senantiasa saat beroperasi. Pemeliharaan saluran transmisi memegang peranan sangat penting dalam menunjang kualitas dan keandalan penyediaan tenaga listrik kepada konsumen. Pemeliharaan ini bertujuan untuk mempertahankan atau menjaga kondisi transmisi sehingga dalam pengoperasiannya dapat selalu berfungsi sesuai dengan karakteristik desainnya dan mencegah terjadinya gangguan yang merusak.

Tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkit disalurkan ke gardu-gardu induk dengan menggunakan konduktor tegangan tinggi guna mengurangi rugi-rugi daya sepanjang saluran. Saluran tegangan tinggi ini bisa melalui konduktor telanjang di udara atau melalui konduktor yang dibungkus isolasi (kabel tegangan tinggi). Saluran udara tegangan tinggi yang telanjang dan terbentang melewati pegunungan, hutan, pemukiman, sawah, ladang, sungai, jalan raya dan lainnya. Melihat daerah-daerah yang dilaluinya, saluran udara ini sangat beresiko terganggu oleh berbagai jenis pepohonan. Baik ranting pohon yang mengenai konduktor maupun batang pohon yang roboh mengenai jaringan. Dimana hal tersebut dapat mengakibatkan gangguan temporer bahkan gangguan permanen pada jaringan transmisi, padahal PLN selaku pemilik aset wajib menjaga kontinuitas pasokan listrik.

Oleh karena itu telah dibuat peraturan tentang jalur bebas dan aman dibawah jaringan yang memberikan garansi kepada PLN dalam mengoperasikan jaringan transmisi. Dimana saat pembangunan jaringan transmisi sudah melihat aspek-aspek resiko yang mungkin terjadi bila jaringan akan melewati suatu daerah. Pohon-pohon yang dipandang membahayakan jaringan dibebaskan dengan ganti rugi. Komponen-komponen utama saluran transmisi adalah struktur pendukung, konduktor sebagai penghantar tenaga listrik dan isolator. Struktur pendukung terdiri atas tiang atau menara listrik yang harus memikul konduktor dan isolator pada ketinggian tertentu dari permukaan tanah. Kendala utama saat melaksanakan pemeliharaan transmisi adalah panjang jaringan dan letak tower yang dilalui jaringan transmisi tersebut. Oleh karena itu manajemen

pemeliharaan transmisi menjadi pokok penting dalam system ketenagalistrikan.

Adapun manajemen pemeliharaannya dilakukan. Pertama, pemeliharaan preventif ini bertujuan selain untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan transmisi juga untuk mencegah terjadinya kerusakan secara tiba-tiba. Hal ini bisa dilakukan dengan cara melakukan inspeksi secara periodik dan pengujian pengukuran untuk menganalisa kondisi peralatan. Kegiatan ini harus dilaksanakan dengan berpedoman kepada aturan standart dari PT PLN Persero atau berdasarkan dari buku manual pabrikan.

Dalam pemeliharaan preventif ini dapat dibagi menjadi dua, yaitu; 1) Pemeliharaan Rutin. Kegiatan pemeliharaan dengan melaksanakan inspeksi dan pengujian fungsi secara periodik untuk mendeteksi adanya potensi kelainan atau kegagalan pada peralatan dan untuk mempertahankan unjuk kerjanya. Diantara kegiatan yang dilakukan adalah; 1) pemeliharaan mingguan : Mandor line atau biasa juga disebut dengan istilah ground patrol yaitu jenis pekerjaan pemantauan/pemeriksaan secara berkala/periodik terhadap jalur transmisi tanpa memanjat tower. Hasil pemeriksaan ini merupakan input yang dijadikan acuan tindak lanjut untuk pemeliharaan korektif, 2) pemeliharaan lima tahunan yaitu climb up inspection dimana kita melakukan pemeriksaan secara berkala terhadap tower berikut aksesorisnya dengan cara memanjat tower yang dalam keadaan bertegangan. Hasil pemeriksaan ini merupakan input yang dijadikan acuan tindak lanjut untuk pemeliharaan korektif.

Kedua, pemeliharaan prediktif, yaitu pemeliharaan yang dilakukan dengan cara melakukan monitor dan membuat analisa trend terhadap hasil pemeliharaan untuk memprediksi kondisi dan gejala kerusakan secara dini. Hasil monitor dan analisa trend dari pemeliharaan ini dijadikan masukan untuk ditindaklanjuti pada pemeliharaan korektif. Kegiatan yang dilakukan pada pemeliharaan ini adalah; 1) pengukuran/pengujian peralatan pada saat bertegangan, diantaranya pengujian thermovisi, korona, resistansi pentanahan tower, 2) pengukuran/pengujian yang dilakukan pada saat tidak beroperasi /padam

untuk dapat memperdiksi kondisi dan gejala kerusakan peralatan secara dini. Khususnya pada transmisi yang sudah habis masa manfaatnya.

Ketiga, pemeliharaan pasca gangguan, yaitu pemeliharaan yang dilaksanakan setelah peralatan mengalami gangguan dengan kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan meliputi in service visual inspection, yaitu melakukan pengecekan jalur setelah transmisi trip akibat gangguan eksternal, dilanjutkan climb up inspection untuk memastikan sumber gangguan. Bila diketahui kondisi peralatan masih baik, maka peralatan dapat diooperasikan kembali. Namun bila diketahui telah terjadi kerusakan yang memerlukan perbaikan, maka perlu ditindaklanjuti dengan pemeliharaan korektif.

Keempat adalah pemeliharaan korektif, yaitu pemeliharaan yang dilakukan ketika peralatan mengalami kelainan / unjuk kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya atau kerusakan dengan tujuan untuk mengembalikan pada kondisi semula melalui perbaikan ataupun penggantian peralatan tersebut.

Di dalam pelaksanaannya, pemeliharaan korektif ini dapat dipecah menjadi dua bagian yaitu; 1) perencanaan pemeliharaan yang dilakukan ketika peralatan mengalami kelainan/unjuk kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya, dengan tujuan untuk mengembalikan pada kondisi semula melalui perbaikan ataupun penggantian secara terencana. Acuan tindak lanjut yang digunakan pada planned corrective maintenance berdasarkan hasil pemeriksaan dan pengujian pada pemeliharaan prediktif, 2) Unplanned (tanpa perencanaan), biasa disebut juga dengan pemeliharaan breakdown. Yaitu pemeliharaan yang dilakukan ketika peralatan mengalami kerusakan secara tiba-tiba sehingga menyebabkan pemadaman. Untuk mengembalikan pada kondisi semula perlu dilakukan perbaikan besar atau penggantian.

Sesuai dengan Peraturan Menteri Nergi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 08 Tahun 2010, tentang penetapan dan pemberlakuan standar kompetensi tenaga teknik ketenagalistrikan bidang transmisi tenaga listrik subbidang perancangan, konstruksi, operasi, pemeliharaan dan

inspeksi ketenagalistrikan. Pekerjaan pemeliharaan jaringan transmisi tenaga listrik terdiri dari:

- a. Memelihara Saluran Udara Tegangan Tinggi Dan Ekstra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan.
- b. Memelihara Saluran Udara / Penghantar Tegangan Tinggi Dan Extra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan Untuk Pekerjaan Penggantian Isolator Suspensi Type I.
- c. Memelihara Saluran Udara / Penghantar Tegangan Tinggi Dan Extra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan Untuk Pekerjaan Penggantian Insulator Type V.
- d. Memelihara Saluran Udara / Penghantar Tegangan Tinggi Dan Extra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan Untuk Pekerjaan Penggantian Isolator Tension Type I.
- e. Memelihara Alat Kerja Untuk Pekerjaan Pada Saluran Udara/Penghantar Tegangan Tinggi Dan Extra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan.
- f. Memelihara Rele *Tegangan Lebih/Kurang (Under dan Over Voltage)*.
- g. Memelihara Rele *Frekuensi (Under/Over Frekuensi)*.
- h. Memelihara Rele *Synchrocheck*.
- i. Memelihara Proteksi Tekanan Minyak Kabel Tegangan Tinggi.
- j. Memelihara Rele Directional OC/GF.
- k. Memelihara Kabel Fiber Optik.
- l. Memelihara Terminal Multiplexer Fiber Optik.
- m. Memasang dan Membongkar Tiang Emergensi.
- n. Memelihara Neutral Grounding Resistor (NGR) dari Transformator.
- o. Memelihara Jalur Babas pada Saluran Udara, Kabel Tanah dan Kabel Laut Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi.
- p. Memelihara Sistem Distribusi AC dan DC pada Gardu Induk
- q. Memelihara Suar Kabel Laut sebagai Jalur Bebas pada Saluran Kabel Laut Tegangan Tinggi.
- r. Mengukur Gaya Permukaan Minyak Isolasi (Interfacial Test).
- s. Mengukur Frekuensi Respon dengan FR Analyser.

- t. Memelihara Sistem Fiber Optik.
- u. Memelihara Sistem SCADA dan TELKOM.

4. Memelihara Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Dari tahun ke tahun bidang pemeliharaan jaringan distribusi diperkirakan menempati kedudukan yang cukup tinggi, baik dilihat dari fungsinya maupun dilihat dari anggaran biaya yang diperlukan. Keadaan ini dapat terjadi karena system distribusi terus semakin padat dan berkembang. Pada hakekatnya pemeliharaan merupakan suatu pekerjaan yang dimaksudkan untuk mendapatkan jaminan bahwa suatu system/peralatan akan berfungsi secara optimal, umur teknisnya meningkat dan aman baik bagi personil maupun bagi masyarakat umum.

Dengan dasar Surat Edaran Direksi PT.PLN (Persero) Nomor: 040.E/152/DIR/1999 maksud diadakannya kegiatan pemeliharaan jaringan distribusi, tujuan utama dari pelaksanaan pemeliharaan distribusi adalah untuk:

- a. Menjaga agar peralatan/komponen dapat dioperasikan secara optimal berdasarkan spesifikasinya sehingga sesuai dengan umur ekonomisnya.
- b. Menjamin bahwa jaringan tetap berfungsi dengan baik untuk menyalurkan energi listrik dari pusat listrik sampai ke sisi pelanggan.
- c. Menjamin bahwa energi listrik yang diterima pelanggan selalu berada dalam tingkat keandalan dan mutu yang baik.
- d. Mendapatkan jaminan bahwa system/peralatan distribusi aman baik bagi personil maupun bagi masyarakat umum.
- e. Untuk mendapatkan efektivitas yang maksimum dengan memperkecil waktu tak jalan peralatan sehingga ongkos operasi yang menyertai diperkecil.
- f. Menjaga kondisi peralatan atau sistem dengan baik, sehingga kualitas produksi atau kualitas kerja dapat dipertahankan.
- g. Mempertahankan nilai atau harga diri peralatan atau system, dengan mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan.

- h. Untuk menjamin keselamatan bagi karyawan yang sedang bekerja dan seluruh peralatan dari kemungkinan adanya bahaya akibat kerusakan dan kegagalan suatu alat.
- i. Untuk mempertahankan seluruh peralatan dengan efisiensi yang maximum.
- j. Dan tujuan akhirnya yaitu untuk mendapatkan suatu kombinasi yang ekonomis antar berbagai factor biaya dengan hasil kerja yang optimum.

Oleh karena luas dan kompleknya keadaan jaringan distribusi dan tidak sedikitnya system jaringan dan peralatan distribusi yang perlu dipelihara, pemeliharaan jaringan distribusi dapat dikelompokkan dalam tiga macam pemeliharaan yaitu:

- a. Pemeliharaan rutin (preventif maintenance).
- b. Pemeliharaan korektif (korektif maintenance).
- c. Pemeliharaan darurat (emergency maintenance).
- d. Pemeliharaan rutin (preventif maintenance).

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan tiba-tiba dan mempertahankan unjuk kerja jaringan agar selalu beroperasi dengan keadaan dan efisiensi yang tinggi. Kegiatan pokok pemeliharaan rutin ini ditentukan berdasarkan periode/waktu pemeliharaan: triwulan, semesteran atau tahunan. Berdasarkan tingkat kegiatannya pemeliharaan preventif dapat dibedakan atas pemeriksaan rutin dan pemeriksaan sistematis.

Pemeliharaan rutin sistematis adalah kegiatan pemeliharaan rutin meliputi kegiatan:

- a. Pemeriksaan/inspeksi rutin
- b. Pemeliharaan rutin
- c. Pemeriksaan prediktif
- d. Perbaikan/penggantian peralatan
- e. Perubahan/penyempurnaan jaringan

Pemeriksaan rutin adalah pekerjaan pemeriksaan jaringan secara visual (inspeksi) untuk kemudian diikuti dengan pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan sesuai dengan saran-saran (rekomendasi) dari

hasil inspeksi, antara lain penggantian, pembersihan, peneraan dan pengetesan. Hasil pekerjaan diharapkan dari pekerjaan pemeriksaan rutin ini adalah dapat ditemukannya kelainan-kelainan atau hal-hal yang dikawatirkan bisa menyebabkan terjadinya gangguan sebelum periode pemeliharaan rutin berikutnya terselenggara. Suatu system jaringan dapat dinyatakan sudah mengalami pemeliharaan rutin, system jaringan sudah diperiksa secara visual dan saran-saran sudah dilaksanakan, kecuali saran pekerjaan yang bersifat perubahan/rehabilitasi jaringan.

Pemeliharaan sistematis adalah pekerjaan pemeliharaan yang dimaksudkan untuk menemukan kerusakan atau gejala kerusakan yang tidak ditemukan/diketahui pada saat pelaksanaan inspeksi yang kemudian disusun saran-saran untuk perbaikan. Pekerjaan dalam kegiatan pemeriksaan rutin sistematis akan lebih luas jangkauannya dan akan lebih teliti, bisa sampai tahap bongkar pasang (over haul). Suatu system jaringan dapat dikatakan sudah dilaksanakan pemeliharaan rutin sistematis apabila system jaringan system tsb sudah dipelihara secara sistematis termasuk pekerjaan-pekerjaan yang sifatnya penyempurnaan/ perubahan. Contoh pemeriksaan rutin antara lain:

- a. Inspeksi jaringan SUTM, memeriksa dan melaporkan keadaan tiang, Bracket, Cross Arm, Pentanahan, Penghantar, Isolator, Cut Out, Arrester, PT-LBS / PTS dll.
- b. Inspeksi gardu Distribusi, memeriksa dan melaporkan keadaan inspeksi gardu distribusi ; Sipil, Ruang gardu, kubikel, Trfao, Panel TR, Terminal, Sepatu Kabel dll.
- c. nspeksi jaringan SUTR, memeriksa dan melaporkan keadaan tiang, Hantaran, Terminal Out Door, Konektor hantaran dll
- d. Pemeriksaan instalasi dengan Infrared / Thermo Vision.
- e. Pemeriksaan Partial Discharge pada terminal indoor penyulang 20 KV di gadu induk / gardu hubung.
- f. Pengukuran beban pada trafo Distribusi.
- g. Pengukuran beban jurusan pada PHB TR gardu Distribusi.
- h. Pengukuran Tegangan ujung pada JTR.
- i. Test Trip pada PMT Penyulang 20 KV di gardu induk.

Contoh pemeliharaan rutin antara lain:

- a. Pengecatan tiang pd SUTM dan SUTR.
- b. Pemeotongan ranting / dahan pada pohon yang dapat mengganggu SUTM.
- c. Pengecatan gardu sipil.
- d. Revisi instalasi gardu distribusi dan gardu hubung.
- e. Revisi Instalasi gardu induk disisi 20 KV.

Pemeliharaan korektif dapat dibedakan dalam 2 kegiatan yaitu: terencana dan tidak terencana. Kegiatan yang terencana diantaranya adalah pekerjaan perubahan /penyempurnaan yang dilakukan pada jaringan untuk memperoleh keandalan yang lebih baik (dalam batas pengertian operasi) tanpa mengubah kapasitas semula. Kegiatan yang tidak terencana misalnya mengatasi/ perbaikan kerusakan peralatan/gangguan.

Perbaikan kerusakan dalam hal ini dimaksudkan suatu usaha/pekerjaan untuk mempertahankan atau mengembalikan kondisi system atau peralatan yang mengalami gangguan/kerusakan sampai kembali pada keadaan semula dengan kepastian yang sama. Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk pemeliharaan korektif diantaranya adalah:

- a. Pekerjaan penggantian mof kabel yang rusak.
- b. Pekerjaan JTM yang putus.
- c. Penggantian bushing trafo yang pecah.
- d. Penggantian tiang yang patah.

Perubahan/ penyempurnaan dalam hal ini dimaksudkan suatu usaha/ pekerjaan untuk penyempurnaan system atau peralatan distribusi dengan cara mengganti/ merubah system peralatan dengan harapan agar daya guna dan keandalan system peralatan yang lebih tinggi dapat dicapai tanpa merubah kapasitas system peralatan semula. Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk perubahan/ penyempurnaan yang dimaksudkan diantaranya adalah:

- a. Pekerjaan rehabilitasi gardu.
- b. Pekerjaan rehabilitasi JTM

c. Pekerjaan rehabilitasi JTR.

Pemeliharaan Khusus atau disebut juga pemeliharaan darurat adalah pekerjaan pemeliharaan yang dimaksud untuk memperbaiki jaringan yang rusak yang disebabkan oleh force majeure atau bencana alam seperti gempa bumi, angin rebut, kebakaran dsb yang biasanya waktunya mendadak. Dengan demikian sifat pekerjaan pemeliharaan untuk keadaan ini adalah sifatnya mendadak dan perlu segera dilaksanakan, dan pekerjaannya tidak direncanakan. Contoh pemeliharaan darurat:

- a. Perbaikan / penggantian JTR yg rusak akibat kebakaran.
- b. Perbaikan / penggantian instalasi gardu yang rusak akibat banjir.
- c. Perbaikan / penggantian gardu dan jaringan yang rusak akibat huru-hara.

Salah satu usaha untuk meningkatkan mutu, daya guna, dan keandalan tenaga listrik yang telah tercantum dalam tujuan pemeliharaan adalah menyusun program pemeliharaan periodik dengan jadwal tertentu. Menurut siklusnya kegiatan pelaksanaan pemeliharaan distribusi dapat dikelompokkan dalam empat kelompok yaitu:

- a. Pemeliharaan Bulanan.
- b. Pemeliharaan tri wulan.
- c. Pemeliharaan semesteran.
- d. Pemeliharaan tahunan.
- e. Pemeliharaan 3 tahunan.

Karena volume fisik sistem jaringan distribusi ini cukup banyak, maka dalam pelaksanaannya perlu diatur waktunya disesuaikan dengan kemampuan yang ada.

Misal, untuk pemeliharaan gardu diatur sesuai dengan jumlah gardu distribusi yang ada seperti contoh berikut.

Pemeliharaan tri wulan atau 3 bulanan adalah suatu kegiatan lapangan yang dilaksanakan dalam tiga bulan dengan maksud untuk mengadakan pemeriksaan kondisi system. Dengan harapan langkah-langkah yang perlu dilaksanakan perbaikan system peralatan yang terganggu dapat ditentukan lebih awal. Bila ada keterbatasan dalam

masalah data pemeliharaan, program pemeliharaan triwulan dapat dibagi untuk memelihara bagian-bagian jaringan distribusi yang rawan gangguan, diantaranya adalah saluran telanjang atau tidak berisolasi. Dimana saluran udara semacam ini diperkirakan paling rawan terhadap gangguan external misalnya pohon-pohon, benang layang-layang.

Kegiatan yang perlu dilakukan dalam program triwulanan adalah:

- a. Mengadakan inspeksi terhadap saluran udara harus mempunyai jarak aman yang sesuai dengan yang di iijinkan (2 m).
- b. Mengadakan evaluasi terhadap hasil inspeksi yang telah dilaksanakan dan segera mengadakan tindak lanjut.

Pemeliharaan semesteran atau enam bulanan adalah suatu kegiatan yang dilakukan dilapangan dengan maksud untuk mengetahui sendiri kemungkin keadaan beban jaringan dan tegangan pada ujung jaringan suatu penyulang TR (tegangan rendah). Dimana besarnya regulasi tegangan yang diijinkan oleh PLN pada saat ini adalah + 5% untuk sisi pengirim dan – 10% untuk sisi penerima. Perbandingan beban untuk setiap fasanya pada setiap penyulang TR tidak kurang dari 90%; 100% dan 110%. Hal ini untuk menjaga adanya kemencengan tegangan yang terlalu besar pada saat terjadi gangguan putus nya kawat netral (NoI) di jaringan TR. Kegiatan yang perlu dilakukan dalam pemeliharaan ini adalah:

- a. Melakukan pengukuran (timbang) beban.
 - b. Melaksanakan pengukuran tegangan ujung jaringan.
 - c. Mengadakan evaluasi hasil pengukuran dan menindak lanjuti.
 - d. Memeriksa keadaan penghantar/kawat.
 - e. Membersihkan isolator.
 - f. Memeriksa kondisi tiang.
5. Memelihara Gardu Induk Sistem Tenaga Listrik

Gardu Induk (GI) merupakan bagian yang tak terpisahkan dari saluran transmisi distribusi listrik. Dimana suatu system tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat berisi saluran transmisi dan distribusi, perlengkapan hubung bagi, transformator, dan peralatan pengaman serta peralatan

control. Besar tegangan Gardu Induk tegangan Ekstra Tinggi (GITET) 500 kV, 310 GI 150 kV, 101 GI 70 kV.

Fungsi utama dari gardu induk adalah untuk mengatur aliran daya listrik dari saluran transmisi ke saluran transmisi lainnya yang kemudian didistribusikan ke konsumen, sebagai tempat control, sebagai pengaman operasi system dan sebagai tempat untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi.

Oleh karena itu, jika dilihat dari segi manfaat dan kegunaan dari gardu induk itu sendiri, maka peralatan dan komponen dari gardu induk harus memiliki keandalan yang tinggi serta kualitas yang tidak diragukan lagi, atau dapat dikatakan harus Optimal dalam kinerjanya sehingga masyarakat sebagai konsumen tidak merasa dirugikan oleh kinerjanya. Oleh karena itu, sesuatu yang berhubungan dengan rekonstruksi pembangunan gardu induk harus memiliki syarat-syarat yang berlaku dan pembangunan gardu induk harus diperhatikan besarnya beban. Maka perencanaan suatu gardu induk harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

- a. Persyaratan operasi yaitu dalam segi perawatan dan perbaikan mudah.
- b. Flexsibel.
- c. Konstruksi sederhana dan Kuat.
- d. Memiliki tingkat keandalan dan daya guna yang tinggi.
- e. Memiliki tingkat keamanan yang tinggi.



Gambar 6.1 Transpormator Gardu Induk

Perlengkapan Gardu Induk terdiri dari:

- a. Lightning Arrester/LA.
- b. Transformator instrument atau Transformator ukur.
- c. Transformator Tegangan Transformator Arus.
- d. Transformator Bantu (Auxilliary Transformator).
- e. Sakelar Pemisah (PMS) atau Disconnecting Switch (DS).
- f. Sakelar Pemutus Tenaga (PMT) atau Circuit Breaker (CB).
- g. Sakelar Pentanahan atau Earthing Switch.
- h. Peralatan SCADA dan Telekomunikasi.
- i. Rele Proteksi dan Papan Alarm (Annunciator).
- j. Kompensator.

Berdasarkan rekonstruksi letak pemasangan gardu induk, maka gardu induk dapat dibedakan atas:

- a. Gardu Induk jenis pasang luar.
- b. Gardu Induk jenis pasang dalam.
- c. Gardu Induk jenis setengah pasang luar.
- d. Gardu Induk jenis pasang bawah Tanah.
- e. Gardu Induk jenis Mobil.

Gardu Induk jenis pasang luar adalah Gardu Induk yang terdiri dari peralatan tinggi pasang luar, misalnya Transformator, peralatan penghubung (switch gear) yang mempunyai peralatan kontrol pasang dalam seperti meja penghubung (switch board). Pada umumnya, gardu induk untuk transmisi yang mempunyai kondensator pasangan dalam dan sisi tersier trafo utama dan trafo pasangan dalam disebut juga sebagai pasangan luar. Jenis gardu ini memerlukan tanah yang luas akan tetapi biaya konstruksinya murah dan pendinginnya mudah. Oleh karena itu biasanya gardu induk jenis ini dipasang dipinggiran kota.

Gardu Induk jenis pasang dalam adalah semua komponen yang berada pada gardu induk terpasang didalam, meskipun ada beberapa sejumlah kecil peralatan terpasang diluar. Gardu induk ini dipakai dipusat kota, dimana harga suatu lokasi sangat tidak relevan (mahal) dan biasa digunakan untuk menghindari kebakaran dan gangguan suara.

Gardu Induk jenis pasang setengah pasang luar adalah gardu induk yang sebagian dari peralatan tegangan tingginya terpasang didalam gedung. Gardu ini juga dapat dikatakan sebagai jenis setengah pasang dalam. Biasanya jenis gardu ini bermacam-macam bentuknya dengan berbagai pertimbangan yang sangat ekonomis serta pencegahan kontaminasi garam

Gardu Induk jenis pasang bawah tanah dimana hampir semua peralatan terpasang dalam bangunan bawah tanah. Biasanya alat pendinginnya terletak diatas tanah terletak dipusat kota seperti di jalan-jalan kota yang ramai dimana kebanyakan gardu induk ini dibangun dibawah jalan raya.

Gardu induk jenis mobil yaitu dimana gardu jenis ini dilengkapi dengan peralatan diatas kereta hela (trailer). Gardu ini biasa digunakan jika ada gangguan disuatu gardu lain maka digunakan gardu jenis ini guna pencegahan beban lebih berkala dan juga biasa digunakan pada pemakaian sementara dilokasi pembangunan tenaga listrik. Maka dapat dikatakan bahwa gardu ini tidak dijadikan sebagai gardu utama melainkan sebagai gardu induk cadangan (sebagai penghubung yang dapat berpindah-pindah).

Tabel 6.1 Daftar Inventaris Pemeliharaan Gardu Induk

LEMBARAN INVENTARIS Lembar ke:.....					
No. Identitas	Keterangan Fasilitas	Lokasi	Kelompok	Tingkat Prioritas	Keterangan
01	Lightning Arrester (LA)	Workshop	Pengaman	5	
02	Transformator instrument atau Transformator ukur	Workshop	Alat Ukur	5	
03	Transformator Tegangan Dan Transformator Arus	Workshop	Alat Ukur	5	
04	Transformator Bantu (Auxilliary Transformator)	Workshop	Alat Ukur	5	

05	Sakelar Pemisah (PMS)	Workshop	Pengaman	5	
06	Sakelar Pemutus Tenaga (PMT)	Workshop	Pengaman	5	
07	Sakelar Pentanahan	Workshop	Pengaman	5	
08	Peralatan SCADA dan Telekomunikasi	Workshop	Alat Ukur	5	
09	Rele Proteksi Dan Papan Alarm (Annunciator)	Workshop	Pengaman	5	
10	Kompensator	Workshop		5	

Dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi kita membedakan antara pemeriksaan/monitoring (melihat, mencatat, meraba serta mendengar) dalam keadaan operasi dan memelihara (kalibrasi/pengujian, koreksi/resetting serta memperbaiki / membersihkan) dalam keadaan padam. Pemeriksaan atau monitoring dapat dilaksanakan oleh operator atau petugas patrol setiap hari dengan sistem check list atau catatan saja. Sedangkan pemeliharaan harus dilaksanakan oleh regu pemeliharaan.

Jenis-jenis pemeliharaan peralatan adalah sebagai berikut:

- a. Predictive Maintenance (Conditional Maintenance) adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan listrik, apakah dan kapan kemungkinannya peralatan listrik tersebut menuju kegagalan. Dengan memprediksi kondisi tersebut dapat diketahui gejala kerusakan secara dini. Cara yang biasa dipakai adalah memonitor kondisi secara online baik pada saat peralatan beroperasi atau tidak beroperasi. Untuk ini diperlukan peralatan dan personil khusus untuk analisa. Pemeliharaan ini disebut juga pemeliharaan berdasarkan kondisi (Condition Base Maintenance).
- b. Preventive Maintenance (Time Base Maintenance) adalah kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba dan untuk mempertahankan

unjuk kerja peralatan yang optimum sesuai umur teknisnya. Kegiatan ini dilaksanakan secara berkala dengan berpedoman kepada : Instruction Manual dari pabrik, standar-standar yang ada (IEC, CIGRE, dll) dan pengalaman operasi di lapangan. Pemeliharaan ini disebut juga dengan pemeliharaan berdasarkan waktu (Time Base Maintenance).

- c. Corrective Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan berencana pada waktu-waktu tertentu ketika peralatan listrik mengalami kelainan atau unjuk kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya dengan tujuan untuk mengembalikan pada kondisi semula disertai perbaikan dan penyempurnaan instalasi. Pemeliharaan ini disebut juga Curative Maintenance, yang bisa berupa Trouble Shooting atau penggantian part/bagian yang rusak atau kurang berfungsi yang dilaksanakan dengan terencana.
- d. Breakdown Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak yang waktunya tidak tertentu dan sifatnya darurat. Pelaksanaan pemeliharaan peralatan dapat dibagi 2 macam; 1) Pemeliharaan yang berupa monitoring dan dilakukan oleh petugas operator atau petugas patroli bagi Gardu Induk yang tidak dijaga (GITO – Gardu Induk Tanpa Operator) dan 2) Pemeliharaan yang berupa pembersihan dan pengukuran yang dilakukan oleh petugas pemeliharaan.

D. Aktivitas Pembelajaran

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

1. Kegiatan Pendahuluan

- a. Menyiapkan Anda 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 Anda untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis Anda.

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

a. Eksplorasi

- 1) melibatkan Anda 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 antarAnda serta antara Anda dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) melibatkan Anda secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) memfasilitasi Anda melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

- 1) membiasakan Anda membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) memfasilitasi Anda 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 Anda dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
- 5) memfasilitasi Anda berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
- 6) memfasilitasi Anda membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
- 7) memfasilitasi Anda untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja

individual maupun kelompok;

- 8) memfasilitasi Anda melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
- 9) memfasilitasi Anda 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 Anda didik;
- 2) memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi Anda didik melalui berbagai sumber;
- 3) memfasilitasi Anda melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) memfasilitasi Anda untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
 - a) berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan Anda yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
 - b) membantu menyelesaikan masalah;
 - c) memberi acuan agar Anda didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
 - d) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
 - e) memberikan motivasi kepada Anda yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan Penutup

- a. Bersama-sama dengan Anda 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 Anda; dan menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

E. Latihan/ Kasus /Tugas

Jelaskan maksud konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

F. Rangkuman

Dengan mengikuti manajemen pemeliharaan transmisi ini maka diharapkan adanya peningkatan realibility, availibility dan efficiency transmisi, juga dapat memperpanjang umur dan interval waktu overhoul transmisi. Konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) terdiri dari:

1. Konsep manajemen pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
2. Konsep pengorganisasian rencana pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
3. Konsep pemeliharaan rutin jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk)
4. Konsep pemeliharaan korektif jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
5. Konsep pemeliharaan khusus jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

Meperjelas konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) dengan tepat dan benar.

Tindak Lanjut :

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

H. Kunci Jawaban

Konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) adalah:

1. Konsep manajemen pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
2. Konsep pengorganisasian rencana pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
3. Konsep pemeliharaan rutin jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
4. Konsep pemeliharaan korektif jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
5. Konsep pemeliharaan khusus jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

Kegiatan Pembelajaran 7

MENGANALISIS TEKNIS PEMELIHARAAN JARINGAN SISTEM TENAGA LISTRIK (TRANSMISI, DISTRIBUSI DAN GARDU INDUK)

A. Tujuan

Setelah mengikuti diklat menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk), maka peserta mampu.

1. Menganalisis teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik dengan tahapan analisis, perencanaan dan monitoring terhadap menyebabkan terjadinya kerusakan peralatan/terputusnya aliran listrik.
2. Menganalisis tujuan teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik dengan penerapan pola pemeliharaan yang terstruktur.
3. Menggunakan metode analisis SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities, dan threats*) dalam pencapaian strategi optimalisasi pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik.
4. Menganalisis teknis menghilangkan pemadaman system ketenagalistrikan dengan cara sempurna material, sempurna konstruksi, sempurna row jaringan, sempurna pemeliharaan tuntas, dan sempurna proteksi.
5. Mengaplikasikan metode pemeliharaan suatu sistem ketenagalistrikan yang memenuhi aspek keandalan, mutu dan efisiensi terhadap biaya.
6. Mengaplikasikan struktur pemeliharaan Sistem Ketenagalistrikan berdasarkan kondisi/*Condition Based Maintenance* (CBM) dan berdasarkan waktu/*Time Based Maintenance* (TBM).
7. Mengaplikasikan teknis pemeliharaan masing-masing jaringan sistem tenaga listrik sesuai dengan Peraturan Menteri Nergi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 08 Tahun 2010 tentang penetapan dan pemberlakuan standar kompetensi tenaga teknik ketenagalistrikan bidang taransmisi tenaga listrik subbidang perancangan, konstruksi, operasi, pemeliharaan dan inspeksi ketenagalistrikan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mampu menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

C. Uraian Materi

1. Menganalisis teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik.

Pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik yang tidak baik adalah tanpa analisis, perencanaan dan tanpa adanya monitoring terhadap hal-hal apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan peralatan/terputusnya aliran listrik. Selain itu kelemahan yang sering terjadi adalah kurangnya konsistensi terhadap tools/tata cara pemeliharaan yang telah ditentukan. Hal lain mengakibatkan pemadaman listrik yakni belum adanya keseragaman pola pemeliharaan antara area/unit sehingga area/unit yang melakukan pola yang tepat akan memperoleh hasil yang maksimal. Sedangkan pola pemeliharaan area/unit belum maksimal, maka hasilnya pun tidak maksimal.

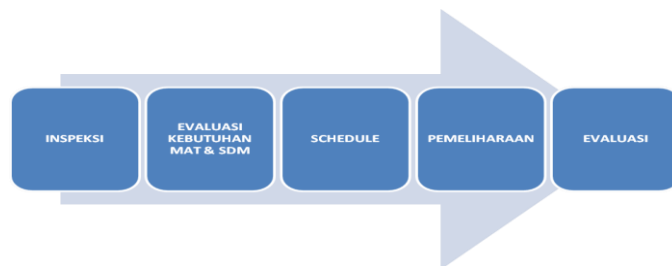
Kondisi pemeliharaan jaringan system tenaga listrik masih belum dapat diselesaikan dengan konsisten sehingga potensi-potensi terjadinya gangguan masih dapat terjadi. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan akibat pola monitoring terhadap hasil temuan belum maksimal atau juga dikarenakan keterbatasan anggaran operasional/investasi terkait temuan inspeksi peralatan-peralatan yang sudah tua atau penambahan peralatan baru.

Kondisi jaringan system tenaga listrik yang telah terbangun dan melayani pelanggan di seluruh daerah dalam jangka waktu puluhan tahun, hal tersebut memerlukan perhatian khusus dalam mengamati dan mendata kondisi jaringan dengan pelaksanaan inspeksi secara detail atau dengan melakukan pendataan/indexing terhadap usia seluruh material yang ada di jaringan dan selalu di update data-data tersebut.

2. Tujuan analisis teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik.

Tujuan yang diharapkan dengan penerapan pola pemeliharaan yang terstruktur adalah:

- a. Penurunan gangguan penyulang sehingga dapat mencapai target kinerja.
- b. Tingkat kepuasan masyarakat terhadap frekuensi padam semakin membaik.
- c. Terdapat pola pemeliharaan yang terstruktur dan seragam.
- d. Terciptanya efisiensi biaya operasional pemeliharaan .
- e. Terciptanya tertib administrasi teknik dan manajemen data asset teknis.
- f. Kondisi Jaringan Tegangan Tinggi, Tegangan Menengah (Distribusi), dan Gardu Induk yang tahan terhadap kondisi cuaca hujan, angin, dan petir.



Gambar 7.1. Alur Kegiatan Inspeksi sampai dengan Pemeliharaan

3. Metode Analisis teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik.

Analisis SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities, dan threats*) yang dapat dilakukan dalam pencapaian strategi Optimalisasi Pemeliharaan di dalam teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik adalah sebagai berikut:

- a. Analisis kekuatan (*strengths*) adalah; a) meningkatkan keandalan jaringan sistem tenaga listrik, proses pemeliharaan terstruktur dan tepat sasaran, c) keandalan penyulang dapat ditingkatkan/dipertahankan sehingga tercipta kepuasan

- pelanggan, d) efisiensi anggaran investasi dan operasional dengan pemeliharaan berdasarkan prioritas/*healthy index*, e) meningkatkan kepedulian lembaga pengelola ketenagalistrikan terhadap asset perusahaan yang telah ada, f) SDM pegawai lembaga pengelola ketenagalistrikan dan mitra kerja yang mencukupi di sisi kuantitas.
- b. Analisis kelemahan (*weaknesses*) adalah; a) membutuhkan SDM di sisi lembaga pengelola ketenagalistrikan dan mitra kerja yang kompeten untuk dapat menjalankan aplikasi sistem pemeliharaan yang terstruktur sehingga dapat sesuai dengan harapan, b) proses penyatuan visi dan persepsi mengenai struktur pemeliharaan yang ideal masih sulit dilaksanakan, c) *job description* yang ada tidak mengikat petugas untuk menjalankan tugas yang seharusnya menjadi tanggung jawabnya terutama evaluasi kegiatan inspeksi sampai dengan tindak lanjut pemeliharaan.
- c. Analisis peluang (*opportunities*) adalah; a) mulai mampu mengembalikan alur proses bisnis yang awalnya tidak sesuai dengan cara manual dan dikelola dalam bentuk database yang mudah untuk dievaluasi, b) melakukan perbaikan-perbaikan secara bertahap sehingga dapat diterima seluruh *user*, dan c) menumbuhkan rasa kepedulian akan aset teknik yang terdapat dilapangan.
- d. Analisis tantangan (*threats*) adalah; a) pelaksanaan program pemeliharaan dengan sasaran target kinerja gangguan penyulang yang semakin meningkat dan dimulai pada kinerja gangguan TT, GI, JTR, SR, APP, b) kondisi cuaca ekstrem yang sulit ditebak dapat menjadi tantangan dalam proses mencari solusi penyelesaiannya, dan c) tuntutan dari masyarakat untuk kinerja keandalan khususnya mengenai pemadaman ketenagalistrikan agar lebih baik lagi dan telah mengarah pada tingkat mutu tenaga listrik.
4. Menganalisis Teknis menghilangkan pemadaman system ketenagalistrikan.

Untuk mendukung hilangnya tingkat pemadaman maka lembaga pengelola ketenagalistrikan mengembangkan suatu konsep pemeliharaan dengan berfokus kepada kesempurnaan di setiap bidang antara lain sempurna material, sempurna konstruksi, sempurna row jaringan, sempurna pemeliharaan tuntas, dan sempurna proteksi.

a. Sempurna Material.

- 1) Perencanaan Investasi dan Operasional yang berkualitas.
- 2) Memperketat pengujian material teknik sesuai dengan standar pengujian dan pengukuran.
- 3) Pengadaan barang langsung dari pabrikan yang terjamin kualitasnya.
- 4) Spesialisasi kontraktor, dan pemberlakuan vendor manajemen untuk mengukur hasil kinerja vendor.
- 5) Kompetensi pengawasan ditingkatkan.
- 6) Pengawas dibekali dengan RAB pekerjaan untuk cross check kesesuaian material.

b. Sempurna Konstruksi.

- 1) Selalu mengacu pada Buku Standar Konstruksi dalam setiap kegiatan teknik.
- 2) Pengawasan setiap pekerjaan AI dan AO Pemasaran maupun Konfigurasi Jaringan (Vendor Management).
- 3) Melakukan pengecekan ulang material yang akan dipasang/dioperasikan.
- 4) Penyampaian SOP kegiatan operasional gangguan dan pemeliharaan kepada Yantek.

c. Sempurna ROW Jaringan:

- 1) Regu rabas + 2 regu mobil gangguan konsisten setiap hari (selalu ingat diatas jaringan hanya ada langit/standar >2.5 meter).
- 2) Patroli layang-layang dan kawat ngelokor.
- 3) Patroli bangunan mendekati jaringan.
- 4) Kordinasi dengan terkait untuk pohon-pohon besar rawan tumbang.

- d. Sempurna Pemeliharaan Tuntas:
 - 1) Berdasarkan Prioritas Penyulang gangguan tertinggi.
 - 2) Mengacu pada prioritas temuan inspeksi yang di entry.
 - 3) Penggantian material yang sudah tua >15 tahun dengan melihat kondisi saat pemeliharaan.
 - 4) Dengan jumlah SDM Har mencukupi dalam setiap pemadaman dan hasil tuntas semua.
 - 5) Setiap minggu telah dilakukan penjadwalan pemeliharaan per section dengan melihat kondisi pelanggan.
- e. Sempurna Proteksi:
 - 1)Optimalisasi LBS Motorise dengan penambahan open delta transformer untuk mengaktifkan relay dgr (relay mendukung).
 - 2)Pendalaman mengenai recloser dan bedah kasus setting proteksi bila terjadi kegagalan peralatan.
 - 3)Sisir dan tindak lanjut ketidaksesuaian pembatas Fuselink, NH fuse pada gardu distribusi.
 - 4)Diklat dan usulan sertifikasi pegawai dan outsorsing dibidang proteksi.
 - 5)Pelanggan TM harus sudah dilengkapi dengan standar proteksi lengkap sehingga tidak sampai mentriapkan penyulang bila terganggu.
 - 6)Pelanggan TM harus memiliki sumber DC terpisah sehingga saat PT tidak bekerja, tripping coil tetap dapat bekerja.
- f. Perintah kerja adalah suatu alat dasar yang utama dalam proses pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan. Dalam perintah kerja tersebut berisi, antara lain:
 - 1) Rincian pekerjaan yang akan dilakukan.
 - 2) Waktu yang dipergunakan.
 - 3) Personel pelaksana kegiatan.
 - 4) Tujuan / lokasi pelaksanaan kegiatan.
 - 5) Daftar material/alat kerja yang digunakan selama kegiatan.
- g. Untuk mencapai tujuan berupa penurunan gangguan dengan sistematis pola, pemeliharaan yang perlu

diperhatikan adalah proses perencanaan awalnya. Jadwal pemeliharaan disusun bulan n-1 sehingga kesiapan material dan personel dapat direncanakan dengan baik. Dalam perencanaan kegiatan pemeliharaan, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan sehingga setiap kegiatan yang dilakukan telah mengacu pada prioritas dan tercipta suatu kegiatan yang efektif dan efisien, antara lain:

- 1) Berdasarkan data statistic gangguan penyulang beberapa periode waktu.
- 2) Pareto penyebab gangguan yang sering terjadi.
- 3) Kondisi medan/wilayah kerja yang terpengaruh terhadap cuaca.
- 4) Jumlah SDM dan kompetensi.
- 5) Ketersediaan material dan alat kerja.

5. Metode pemeliharaan suatu sistem kelistrikan dapat dikatakan baik apabila telah memenuhi aspek keandalan, mutu serta efisiensi terhadap biaya. Dalam pemenuhan di sisi aspek keandalan yang merupakan *point* penting adalah adanya struktur pemeliharaan. Pemeliharaan adalah semua aktivitas yang berkaitan untuk mempertahankan peralatan system dalam kondisi layak bekerja. Pemeliharaan preventif adalah pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan yang lebih parah atau untuk mempertahankan unjuk kerja jaringan agar tetap beroperasi dengan keandalan dan efisiensi yang tinggi, kegiatan pokok pemeliharaan preventif ditentukan berdasarkan periode/waktu dan kondisi peralatan. Pemeliharaan korektif adalah pemeliharaan dengan maksud untuk memperbaiki kerusakan hingga kembali pada kondisi/kapasitas semula. Sedangkan terdapat pula pemeliharaan darurat yakni pemeliharaan yang sifatnya mendadak, tidak terencana akibat gangguan atau kerusakan diluar kemampuan kita sehingga perlu dilakukan pemeriksaan, serta perbaikan berupa penggantian peralatan.

Sasaran utama dalam manajemen pemeliharaan antara lain:

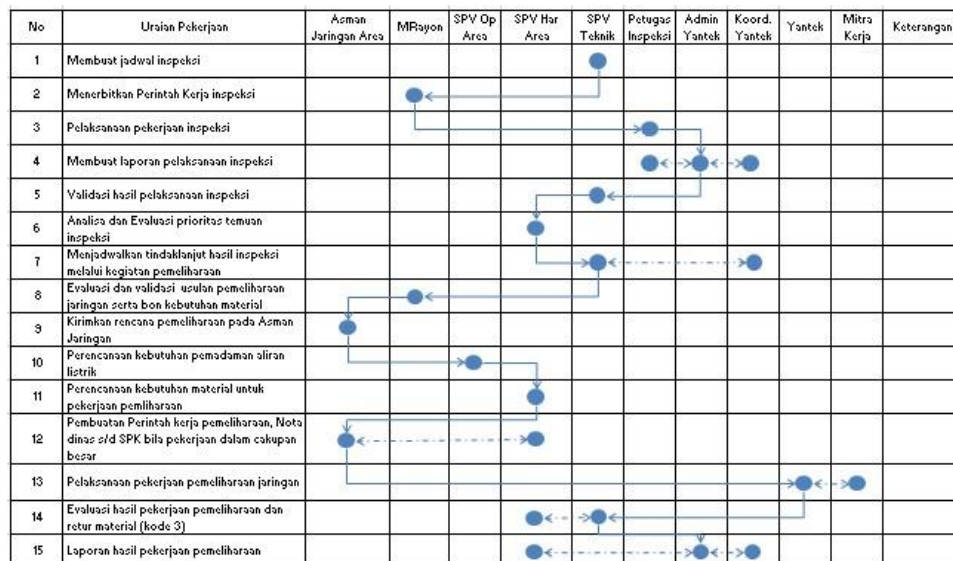
- 1) Tercapainya suatu tingkat kesiapan operasi peralatan yang tinggi.
- 2) SOP dan prosedur pemeliharaan yang telah ada dapat terlaksana dengan baik.
- 3) Tersusunnya standar pemeliharaan untuk menghindari kerusakan yang berulang dan dapat memperkirakan waktu perbaikan yang diperlukan.
- 4) Pengendalian biaya pemeliharaan.

6. Struktur Pemeliharaan Sistem Ketenagalistrikan

Dalam membuat suatu struktur pemeliharaan dapat dibagi berdasarkan 2 kategori, yakni; 1) pemeliharaan berdasarkan kondisi / *Condition Based Maintenance* (CBM), dan 2) pemeliharaan berdasarkan waktu / *Time Based Maintenance* (TBM). Dengan kedua pola/struktur pemeliharaan tersebut dapat menjadi acuan penentuan tindakan pemeliharaan.

Tujuan dari CBM adalah melaksanakan pemeliharaan peralatan yang benar di saat/waktu yang tepat. Evaluasi CBM digunakan dengan menggabungkan tools yang terdapat di OPI yakni RCPS (Root Cause Problem Solving) untuk memprioritaskan dan mengoptimalkan sumber-sumber daya pemeliharaan yang diperoleh dari pelaksanaan kegiatan inspeksi. Disamping penekanan struktur pemeliharaan terhadap kondisi/CBM juga terdapat pemeliharaan berdasarkan waktu/usia peralatan. Item peralatan yang rencana akan dilakukan menggunakan struktur pemeliharaan berdasarkan waktu antara lain transformator dan peralatan switching (LBS, PGS, AVS, PMCB). Dengan mengumpulkan data waktu pembuatan suatu peralatan dapat di buat jadwal pemeliharaan secara berkala untuk tiap peralatan. Hasil dari evaluasi pemeliharaan berdasarkan waktu (TBM) dapat menjadi ukuran bila suatu peralatan telah difungsikan dengan sesuai/optimal atau sebaliknya bila suatu peralatan

dengan masa usia standar tidak tercapai maka harus dievaluasi ulang penggunaan peralatan tersebut.



Gambar 7.2 Alur proses pemeliharaan

Tabel 7.1 Metode Pemeliharaan

No.	Bidang Har	Metode	Alat Kerja Min.	SDM/Rayon	Periode/tahun
1	TT	CBM, TBM	PDKB/Area/unit	1 Timsus	Conditional
2	JTM	CBM, TBM	PDKB/Area/unit	1 Timsus	Conditional
3	GI	CBM, TBM	-	1 Timsus	Min. 2x
4	Kubikel	CBM, TBM	-	1 Timsus	Min. 2x

Pemeliharaan adalah suatu proses kegiatan yang sangat penting dilaksanakan untuk menjaga kondisi aset dalam keadaan yang selalu prima sehingga kerusakan dapat diminimalkan. Tahapan-tahapan proses pemeliharaan mulai dari perencanaan inspeksi sampai dengan tindak lanjut pemeliharaan harus dapat ditaati sesuai dengan alur yang telah dibuat. Dengan konsistensi untuk tetap sesuai dengan SOP yang telah dibuat maka administrasi

teknik yang tertib akan dapat tercipta sehingga memudahkan dalam proses analisa dan evaluasi setiap kegiatan pemeliharaan.

7. Secara teknis pemeliharaan masing-masing jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) dapat dirincikan sebagai berikut. Sesuai dengan Peraturan Menteri Nergi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 08 Tahun 2010, tentang penetapan dan pemberlakuan standar kompetensi tenaga teknik ketenagalistrikan bidang taransmisi tenaga listrik subbidang perancangan, konstruksi, operasi, pemeliharaan dan inspeksi ketenagalistrikan.

a. Teknis pemeliharaan jaringan transmisi tenaga listrik terdiri dari:

- 1) Memelihara Saluran Udara Tegangan Tinggi Dan Ekstra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan.
- 2) Memelihara Saluran Udara / Penghantar Tegangan Tinggi Dan Extra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan Untuk Pekerjaan Penggantian Isolator Suspensi Type I.
- 3) Memelihara Saluran Udara / Penghantar Tegangan Tinggi Dan Extra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan Untuk Pekerjaan Penggantian Insulator Type V.
- 4) Memelihara Saluran Udara / Penghantar Tegangan Tinggi Dan Extra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan Untuk Pekerjaan Penggantian Isolator Tension Type I.
- 5) Memelihara Alat Kerja Untuk Pekerjaan Pada Saluran Udara/Penghantar Tegangan Tinggi Dan Extra Tinggi Dalam Keadaan Bertegangan.
- 6) Memelihara Rele *Tegangan Lebih/Kurang (Under dan Over Voltage)*.
- 7) Memelihara Rele *Frekuensi (Under/Over Frekuensi)*.
- 8) Memelihara Rele *Synchrocheck*.
- 9) Memelihara Proteksi Tekanan Minyak Kabel Tegangan Tinggi.
- 10) Memelihara Rele Directional OC/GF.

- 11) Memelihara Kabel Fiber Optik.
- 12) Memelihara Terminal Multiplexer Fiber Optik.
- 13) Memasang dan Membongkar Tiang Emergensi.
- 14) Memelihara Neutral Grounding Resistor (NGR) dari Transformator.
- 15) Memelihara Jalur Babas pada Saluran Udara, Kabel Tanah dan Kabel Laut Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi.
- 16) Memelihara Sistem Distribusi AC dan DC pada Gardu Induk
- 17) Memelihara Suar Kabel Laut sebagai Jalur Bebas pada Saluran Kabel Laut Tegangan Tinggi.
- 18) Mengukur Gaya Permukaan Minyak Isolasi (Interfacial Test).
- 19) Mengukur Frekuensi Respon dengan FR Analyser.
- 20) Memelihara Sistem Fiber Optik.
- 21) Memelihara Sistem SCADA dan TELKOM.

b. Teknis pemeliharaan jaringan distribusi tenaga listrik terdiri dari:

- 1) Memelihara saluran udara tegangan rendah (SUTR).
- 2) Memelihara kotak dan peralatan hubung bagi tegangan
- 3) Memelihara tiang saluran udara tegangan rendah (SUTR).
- 4) Memelihara hantaran saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 5) Memelihara isolator saluran udara tegangan menengah.
- 6) Memelihara peralatan hubung bagi tegangan rendah (PHB-TR).
- 7) Memeriksa beban dan tegangan jaringan tegangan rendah.
- 8) Memelihara terminal dan konektor tegangan rendah.
- 9) Memelihara jaringan kabel kontrol sistem SCADA.
- 10) Memelihara instalasi Ground Fault Detector (GFD).
- 11) Memelihara instalasi APP Elektromekanik Fase Satu dan Fase Tiga pengukuran langsung.
- 12) Memelihara instalasi APP Elektromekanik pengukuran tidak langsung.
- 13) Memelihara instalasi APP Elektronik pengukuran langsung dan pengukuran tidak langsung.

- 14) Mengganti instalasi APP pengukuran langsung.
- 15) Mengganti instalasi APP pengukuran tidak langsung.
- 16) Memperbaiki saluran kabel tegangan rendah (SKTR).
- 17) Menyeimbangkan beban saluran udara tegangan rendah.
- 18) Memelihara sistem pembumian (arde).
- 19) Memperbaiki tiang dan travers hantaran SUTM.
- 20) Memelihara arrester saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 21) Memelihara penutup balik otomatis (PBO) atau saklar seksi otomatis (SSO) saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 22) Memelihara automatic voltage regulator (AVR) atau kapasitor voltage regulator (CVR) saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 23) Menyambung kabel tegangan menengah (SKTM).
- 24) Mengganti terminasi kabel tegangan menengah (SKTM)
- 25) Melacak kabel SKTM rusak.
- 26) Memelihara instalasi kubikel tegangan menengah (non motorized)
- 27) Memelihara instalasi kubikel tegangan menengah Semi Automatic Change Over (SACO) atau Automatic Change Over (ACO).
- 28) Menyisipkan/menambah kubikel tegangan menengah.
- 29) Memelihara instalasi gardu tiang.
- 30) Memelihara transformator distribusi gardu tiang.
- 31) Memelihara transformator distribusi gardu beton/kios (gardu bangunan).
- 32) Mengkondisikan kembali (treatment) minyak transformator distribusi.
- 33) Memelihara instalasi penyulang tegangan menengah gardu induk dan peralatan lainnya.
- 34) Mengganti kubikel penyulang tegangan menengah gardu induk.
- 35) Mengganti pemutus tenaga (PMT) dan pemisah (PMS) tegangan menengah gardu induk.

- 36) Memelihara Remote terminal Unit (RTU) sistem SCADA.
- 37) Memelihara sistem transmisi data SCADA.
- 38) Memelihara sistem komunikasi suara.
- 39) Memelihara sistem komputer SCADA dan peripheralnya.
- 40) Memelihara sistem UPS rectifier – inverter.
- 41) Mengganti jumper saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 42) Mengganti isolator gantung saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 43) Mengganti isolator penegang saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 44) Mengganti isolator tumpu saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 45) Mengganti travers/cross-arm saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 46) Mengganti pole top switch (PTS) atau pole top load break switch (PT-LBS) saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 47) Memelihara bank-trafo distribusi gardu tiang.
- 48) Menyambung jaringan baru pada jaringan beroperasi saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 49) Merubah konstruksi tiang tangent menjadi tiang penegang saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 50) Mengganti isolator gantung pada tiang sudut saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 51) Mengganti atau menggeser tiang saluran udara tegangan menengah (SUTM).
- 52) Mengganti kWh meter.
- 53) Mengganti saluran pelanggan (SP) tegangan rendah.
- 54) Mengganti isolator saluran udara tegangan rendah (SUTR).
- 55) Mengganti tiang saluran udara tegangan rendah (SUTR).
- 56) Mengganti travers/cross-arm saluran udara tegangan rendah (SUTR).

- 57) Memperbaiki card electronic peripheral Acquisition Logic (AL) microprocessor remote terminal unit sistem SCADA.
- 58) Memperbaiki card electronic peripheral Restitution Logic (RL) microprocessor remote terminal unit sistem SCADA.
- 59) Memperbaiki card electronic catu daya 5, 12, dan 15 Volt
- 60) DC (AI) microprocessor remote terminal unit sistem SCADA.
- 61) Memperbaiki card electronic Central Processing Unit (CPU) microprocessor remote terminal unit sistem SCADA.
- 62) Memperbaiki card electronic Memory (ME) microprocessor remote terminal unit sistem SCADA.
- 63) Memperbaiki card electronic Supervisory (CS) microprocessor remote terminal unit sistem SCADA.
- 64) Memperbaiki card electronic transmisi data modulasi/demodulasi (MODEM) remote terminal unit sistem SCADA.
- 65) Memperbaiki card electronic peripheral Acquisition Analogic (AA) microprocessor remote terminal unit sistem SCADA.
- 66) Memelihara relai proteksi dan alat bantu proteksi instalasi penyulang gardu induk sisi tegangan menengah.
- 67) Memelihara instalasi APP Elektromekanik Fase Tiga untuk pengukuran tidak langsung tegangan menengah.
- 68) Memelihara instalasi APP Elektronik Fase satu dan Fase Tiga pengukuran pengukuran tidak langsung.
- 69) Memelihara instalasi APP Elektromekanik Fase Tiga pengukuran tidak langsung tegangan menengah.

c. Teknis pemeliharaan Gardu Induk tenaga listrik terdiri dari:

- 1) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Media Pemutus dengan Gas SF₆.
- 2) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Media Pemutus menggunakan Udara.
- 3) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Hampa Udara (*Vacuum Circuit Breaker*).
- 4) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Media Pemutus menggunakan Minyak.

- 5) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Mekanis: pegas (spring).
- 6) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Pneumatic.
- 7) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Hidrolis.
- 8) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Mekanis Penggerak PMT Jenis Air Blast Sistem Udara Tekan.
- 9) Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) dengan Mekanis Penggerak PMT Jenis Air Blast Kompresor Central.
- 10) Pemeliharaan PMS Ground/Tanah.
- 11) Pemeliharaan PMS Peralatan listrik.
- 12) Pemeliharaan PMS Line.
- 13) Pemeliharaan PMS Bus/rel.
- 14) Pemeliharaan PMS Ground/tanah.
- 15) Pemeliharaan PMS yang terpasang pada suatu rel.
- 16) Pemeliharaan PMS Pemisah engsel.
- 17) Pemeliharaan PMS Pemisah putar.
- 18) Pemeliharaan PMS Pemisah siku.
- 19) Pemeliharaan Lighthing Arrester (LA) type Expulsion.
- 20) Pemeliharaan Lighthing Arrester (LA) Type Valve.
- 21) Pemeliharaan Minyak Transformator Tenaga.
- 22) Pemeliharaan Bushing Transformator Tenaga.
- 23) Pemeliharaan Tangki Konservator Transformator Tenaga.
- 24) Pemeliharaan Peralatan/Bagian Bantu Sistem Pendingin Transformator Tenag.
- 25) Pemeliharaan Tap Changer (*On Load Tap Changer*).
- 26) Pemeliharaan Alat pernapasan (Dehydrating Breather).
- 27) Pemeliharaan Peralatan Proteksi Internal Relai Bucholz.
- 28) Pemeliharaan Peralatan Proteksi Internal Pengaman tekanan lebih (Explosive Membrane)/Bursting Plate.
- 29) Pemeliharaan Peralatan Proteksi Internal Relai tekanan lebih (*Sudden Pressure Relay*).
- 30) Pemeliharaan Peralatan Proteksi Internal Relai pengaman tangki.
- 31) Pemeliharaan Sistem Pentanahan peralata.

- 32) Pemeliharaan Sistem Pentanahan sistem tenaga listrik.
- 33) Pemeliharaan Proteksi Eksternal Transformator.
- 34) Pemeliharaan Catu Daya Batere.
- 35) Pemeliharaan Dasar SCADATel di Gardu Induk.
- 36) Pemeliharaan Remote Terminal Unit (RTU) Gardu Induk.
- 37) Pemeliharaan Teleproteksi sebagai sarana komunikasi dalam sistem proteksi.
- 38) Pemeliharaan Private Automatic Exchange (PAX).
- 39) Pemeliharaan Radio pada Gardu Induk.

D. Aktivitas Pembelajaran

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

1. Kegiatan Pendahuluan

- a. Menyiapkan Anda 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 Anda untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis Anda.

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

a. Eksplorasi

- 1) melibatkan Anda 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 antarAnda serta antara Anda dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) melibatkan Anda secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) memfasilitasi Anda melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

- 1) membiasakan Anda membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) memfasilitasi Anda 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 Anda dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
- 5) memfasilitasi Anda berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
- 6) memfasilitasi Anda membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
- 7) memfasilitasi Anda untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
- 8) memfasilitasi Anda melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
- 9) memfasilitasi Anda 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 Anda didik;
- 2) memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi Anda didik melalui berbagai sumber;

- 3) memfasilitasi Anda melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) memfasilitasi Anda untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
 - a) berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan Anda yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
 - b) membantu menyelesaikan masalah;
 - c) memberi acuan agar Anda didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
 - d) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
 - e) memberikan motivasi kepada Anda yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan Penutup

- a Bersama-sama dengan Anda 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 Anda; dan menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Jelaskan maksud dan menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

F. Rangkuman

Menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) terdiri dari:

1. Menganalisis teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik dengan tahapan analisis, perencanaan dan monitoring terhadap menyebabkan terjadinya kerusakan peralatan/terputusnya aliran listrik.
2. Menganalisis tujuan teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik dengan penerapan pola pemeliharaan yang terstruktur.
3. Menggunakan metode analisis SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities, dan threats*) dalam pencapaian strategi optimalisasi pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik.
4. Menganalisis teknis menghilangkan pemadaman system ketenagalistrikan dengan cara sempurna material, sempurna konstruksi, sempurna row jaringan, sempurna pemeliharaan tuntas, dan sempurna proteksi.
5. Mengaplikasikan metode pemeliharaan suatu sistem ketenagalistrikan yang memenuhi aspek keandalan, mutu dan efisiensi terhadap biaya.
6. Mengaplikasikan struktur pemeliharaan Sistem Ketenagalistrikan berdasarkan kondisi/*Condition Based Maintenance* (CBM) dan berdasarkan waktu/*Time Based Maintenance* (TBM).
7. Mengaplikasikan teknis pemeliharaan masing-masing jaringan sistem tenaga listrik sesuai dengan Peraturan Menteri Nergi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 08 Tahun 2010 tentang penetapan dan pemberlakuan standar kompetensi tenaga teknik ketenagalistrikan bidang taransmisi tenaga listrik subbidang perancangan, konstruksi, operasi, pemeliharaan dan inspeksi ketenagalistrikan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

Menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) dengan tepat dan benar.

Tindak Lanjut :

1. Penguatan dan penghargaan diberikan kepada Anda yang telah memenuhi standar.
2. Teguran yang bersifat mendidik dan memotivasi diberikan kepada Anda yang belum memenuhi standar.

3. Anda diberi kesempatan untuk mengikuti diklat lebih lanjut.

H. Kunci Jawaban

Maksud dan menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) adalah:

1. Menganalisis teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik dengan tahapan analisis, perencanaan dan monitoring terhadap menyebabkan terjadinya kerusakan peralatan/terputusnya aliran listrik.
2. Menganalisis tujuan teknis pola pemeliharaan jaringan system tenaga listrik dengan penerapan pola pemeliharaan yang terstruktur.
3. Menggunakan metode analisis SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities, dan threats*) dalam pencapaian strategi optimalisasi pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik.
4. Menganalisis teknis menghilangkan pemadaman system ketenagalistrikan dengan cara sempurna material, sempurna konstruksi, sempurna row jaringan, sempurna pemeliharaan tuntas, dan sempurna proteksi.
5. Mengaplikasikan metode pemeliharaan suatu sistem ketenagalistrikan yang memenuhi aspek keandalan, mutu dan efisiensi terhadap biaya.
6. Mengaplikasikan struktur pemeliharaan Sistem Ketenagalistrikan berdasarkan kondisi/*Condition Based Maintenance* (CBM) dan berdasarkan waktu/*Time Based Maintenance* (TBM).
7. Mengaplikasikan teknis pemeliharaan masing-masing jaringan sistem tenaga listrik sesuai dengan Peraturan Menteri Nergi dan Sumber Daya Mineral Nomor: 08 Tahun 2010 tentang penetapan dan pemberlakuan standar kompetensi tenaga teknik ketenagalistrikan bidang transmisi tenaga listrik subbidang perancangan, konstruksi, operasi, pemeliharaan dan inspeksi ketenagalistrikan.

Kegiatan Pembelajaran 8

MENGANALISIS PERALATAN/PERLENGKAPAN YANG DIPERLUKAN PADA PEMELIHARAAN JARINGAN SISTEM TENAGA LISTRIK (TRANSMISI, DISTRIBUSI DAN GARDU INDUK)

A. Tujuan

Setelah mengikuti diklat menganalisis peralatan/perengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) Anda mampu menganalisis:

1. Peralatan transportasi pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
2. Lever hoist (perangkat yang digunakan untuk mengangkat atau menurunkan beban melekat) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
3. Sling (alat bantu angkat khususnya barang yang besar dan berat) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
4. *Conductor Lifter* (alat angkat rol konduktor tunggal dan ganda) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
5. Alat Ukur yang digunakan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
6. Theodolite (instrument/alat yang dirancang untuk pengukuran sudut) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
7. Peralatan K3 pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
8. Peralatan APD pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mampu menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

C. Uraian Materi

Adapun peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) terdiri dari peralatan kerja dan peralatan K3 (keselamatan dan kesehatan kerja). Uraian semua peralatan tersebut dapat diperlihatkan seperti di bawah ini.

1. Transportasi Peralatan

Peralatan transportasi yang digunakan untuk alat akut material pekerjaan jaringan listrik, seperti mobil, transportasi angkut alat berat dan lain-lain.



Gambar 8.1. Alat Transportasi Pemeliharaan Jaringan Listrik

2. Lever hoist

Lever hoist adalah perangkat yang digunakan untuk mengangkat atau menurunkan beban melekat padanya dengan sarana roda mengangkat atau gendang. Pencabutan beban dilakukan dengan

tali atau kawat yang mengitari roda atau drum. Roda atau drum dapat menggunakan listrik untuk operasi atau dalam beberapa kasus mungkin juga dapat dioperasikan secara manual. Seiring dengan drum dan kawat, yang lain bagian integral dari hoist adalah media lifting yang digunakan. Para media mengangkat berbeda yang digunakan adalah rantai, serat atau tali kawat. Kail juga tersedia di mana beban terpasang.

Salah satu jenis yang paling umum digunakan di seluruh dunia adalah hoist Chain Hoist. Jenis yang umum digunakan adalah dioperasikan secara elektrik. Dalam hal ini jenis hoist, rantai yang digunakan sebagai media angkat. Berikut ada rantai tertutup yang membentuk lingkaran yang akhirnya mengangkat beban. Katrol juga dilampirkan dengan hoist untuk mengangkat beban. Sejumlah katrol kecil dan besar ditemukan dalam rantai kerekan.



Gambar 8.2 Lever Hoist

Untuk meningkatkan beban, rantai harus ditarik. Ketika ditarik, katrol besar menarik lebih rantai dari apa yang dibutuhkan oleh sisi yang lebih kecil memfasilitasi awal prosedur mengangkat. Berbagai bidang aplikasi rantai hoist terdiri dari industri besar yang manufaktur dan konstruksi.

Pekerjaan mekanik yang dilakukan oleh operator adalah sama dengan kerja yang dilakukan oleh rantai angkat berat. Prosedur yang ditetapkan juga dapat diotomatisasi dengan menggunakan Rantai dioperasikan secara elektrik Hoist. Jadi menyederhanakan banyak beban kerja angkat.

Kerja dari rantai hoist dapat dipahami dari hal-hal berikut:

- a. Menggunakan gigi untuk melipatgandakan kekuatan.
- b. Sebuah rantai hoist ketika dioperasikan dengan tangan membutuhkan operator untuk menarik rantai lingkaran cahaya di samping.
- c. Ini ternyata mekanisme gigi dalam untuk mengubah rantai katrol.
- d. Ketika katrol ini berubah, itu menimbulkan rantai berat yang biasanya memiliki pengait di ujungnya.
- e. Dengan menarik rantai lingkaran cahaya, manual hoist sebenarnya mampu meningkatkan kekuatan yang sedang diterapkan oleh rantai berat. Hal ini disebabkan oleh rasio gigi dalam manual chain hoist.

3. Sling

Sling adalah alat bantu angkat khususnya barang yang besar dan berat diberbagai industri. Karakteristik dari sling ini adalah salah satu dan atau kedua ujungnya diterminasi atau dibuat mata sebagai sarana untuk mengaitkan aksesoris untuk membantu aplikasi pengangkatan seperti Hook, Masterlink, dan lain-lain. Jenis sling yang digunakan diberbagai industry khususnya industri berat macam-macamnya adalah; 1) wire rope sling, 2) chain sling, 3) webbing sling, dan 4) round sling. Keempat jenis sling tersebut digunakan sesuai dengan kondisi lapangan, kebutuhan *customer* pada saat aplikasinya nanti dan fungsinya sendiri.

- a. Wire rope adalah Tali baja yang terbuat dari beberapa wire yang dipilin membentuk strand, lalu beberapa strand tersebut dipilin mengelilingi core untuk membentuk sebuah wire rope. Wire Rope

Sling adalah Wire rope yang salah satu atau kedua ujungnya sudah diterminasi atau dibuat mata. Wire rope sling ini banyak digunakan di lapangan untuk aplikasi mengangkat barang (lifting), menarik (towing), menambat kapal (mooring), mengikat (lashing/choker) dan masih banyak lagi.



Gambar 8.3 Sling Wire rope

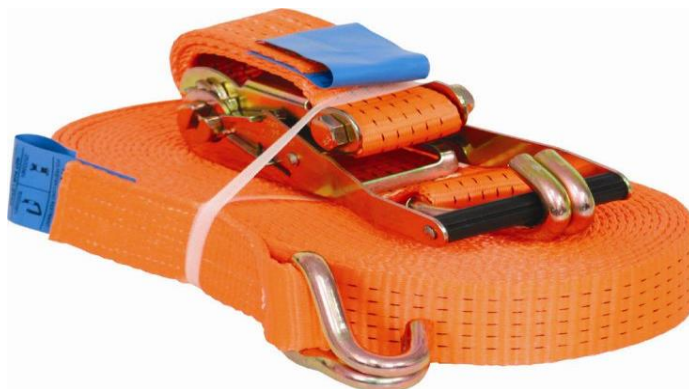
b. Chain sling dalam bahasa indonesia disebut juga rantai sling adalah serangkaian link yang terhubung biasanya terbuat dari logam. Sebuah rantai bisa terdiri dari 2 atau bahkan lebih dari 2 link yang berangkaian. Rantai dirancang untuk mengangkat, menarik, mengikat (Choker) dan mengamankan sesuatu. Rantai dirancang untuk membantu menggerakkan mesin (biasa digunakan pada roller mesin). Sedangkan Chain Sling adalah rantai yang ujungnya diberikan aksesoris sebagai alat bantu angkat (Masterlink, Hammerlock dan Hook). Kegunaan dari Chain sling yaitu untuk aplikasi mengangkat dan menarik.





Gambar 8.4 Chain sling

c. Webbing sling adalah jenis alat angkat yang sering disebut juga dengan sling belt adalah alat pengganti wire rope sling atau chain sling dalam aplikasi angkat (lifting) dan mengikat (choker). Webbing sling mempunyai kelebihan, karena dapat menggantikan wire rope sling dan chain sling. Kelebihan atau keuntungan dari webbing sling adalah lebih ringan sehingga mudah dan aman digunakan, lebih flexible, tidak berkarat, tidak merusak atau membuat kotor barang yang diangkat, mudah dilakukan inspeksi.



Gambar 8.5 Webbing Sling

- d. Round Sling adalah synthetic sling yang dibungkus lagi dengan pembungkus dari synthetic dan dibentuk melingkar. Keuntungan dari round sling ini adalah lebih tahan lama. Jika mengangkat dengan posisi choker, posisi angkat lebih sempurna. Untuk kapasitas angkat yang besar, round sling lebih tipis dan ringan dibandingkan dengan synthetic sling yang lain.



Gambar 8.6 Round Sling

4. Pengait Pin Isolator (Winch Isolator)



Gambar 8.6. Alat Pengait Pin Isolator (Winch Isolator)

5. Palu Plastik



Gambar 8.7 Palu Plastik

6. Kunci-kunci (Inggris dan Pas/Ring)



Gambar 8.8 Kunci-kunci (Inggris dan Pas/Ring)

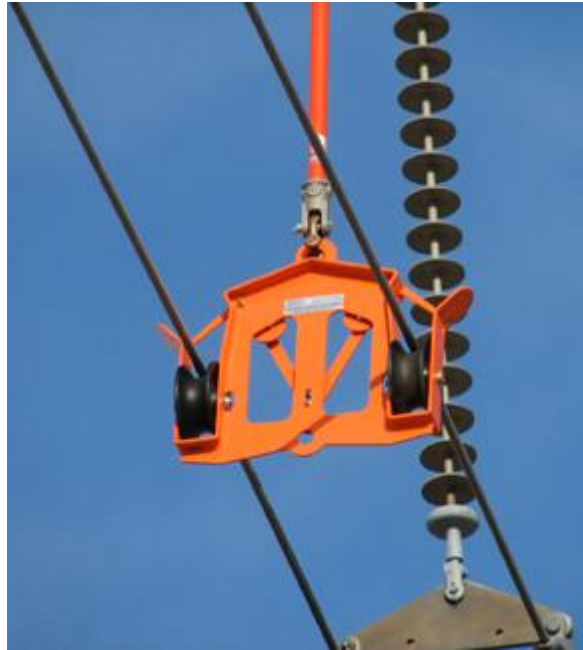
7. Came Along (tiang tension tower)



Gambar 8.9 Came Along (tiang tension tower)

8. Conductor Lifter

Conductor Lifter adalah alat angkat rol konduktor tunggal dan ganda dengan diameter kabel maksimum 1,5 cm². Informasi nilai kapasitas ditandai pada setiap unit. Alat pengangkat dengan berat 15 lbs dengan kapasitas angkat 2.000 lbs. Dual pengangkat berat 40 lbs dan memiliki beban kerja 4.000 lbs. Terbuat dari baja ringan berkekuatan tinggi untuk digunakan dengan link terisolasi didukung oleh derek atau kerekan yang digunakan untuk menahan konduktor lain. Dukungan bergulir memungkinkan kebebasan bergerak dan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh memegang garis dengan kait abrasif. Sebuah gerbang berputar atas setiap rol mempertahankan konduktor dalam pengangkat, dan titik tumpu untuk tongkat panas yang memungkinkan *linemen* untuk mengiringi pengangkat.



Gambar 8.10 Roller Conductor Lifter

9. Shackle

Shackle adalah alat bantu pengait antara mata Sling dengan pengait Obyek tertentu dan terbuat dari bahan steel, Shackle berfungsi untuk menghubungkan Sling dengan pengait obyek sehingga apabila pengait Obyek berbentuk lingkaran maka untuk menghubungkan sling harus menggunakan Shackle. Keuntungan lain dari penggunaan Shackle adalah kita bisa menggunakan 1 sling untuk beberapa obyek yang akan diangkat atau dipindahkan sebab shackle sangat mudah dibuka dan dipasang kembali, namun demikian beberapa perusahaan akan menerapkan 1 unit mesin dengan 1 unit sling jadi sling tidak bisa dipindah-pindah.



Gambar 8.11 Shackle

10. Tali Tambang



Gambar 8.12 Tali Tambang

11. Angle level



Gambar 8.13 Angle Level

12. Parang



Gambar 8.14 Parang

13. Tang Kombinasi



Gambar 8.15 Tang kombinasi

14. Ranging meter



Gambar 8.16 Ranging meter

15. Obeng Minus



Gambar 8.17 Obeng Minus

16. Stop Meter (5 meter)



Gambar 8.18 Stop Meter (5 meter)

17. Clinometer

Clinometer atau klinometer merupakan alat sederhana yang digunakan untuk mengukur sudut elevasi yang dibentuk antara garis datar dengan sebuah garis yang menghubungkan sebuah titik pada garis datar tersebut dengan titik puncak (ujung) suatu obyek. Pada terapanannya, alat ini dapat digunakan pada pekerjaan pengukuran tinggi (atau panjang) suatu obyek dengan memanfaatkan sudut elevasi.



Gambar 8.19 Clinometer

18. Palu godam 5 kilogram



Gambar 8.20 Palu godam 5 kilogram

19. Theodolit

Theodolite adalah instrument/alat yang dirancang untuk pengukuran sudut yaitu sudut mendatar yang dinamakan dengan sudut horizontal dan sudut tegak yang dinamakan dengan sudut vertical. Dimana sudut – sudut tersebut berperan dalam penentuan jarak mendatar dan jarak tegak diantara dua buah titik lapangan.



Gambar 8.21 Theodolit

Bagian Bawah, terdiri dari pelat dasar dengan tiga sekrup penyetel yang menyanggah suatu tabung sumbu dan pelat mendatar berbentuk lingkaran. Pada tepi lingkaran ini dibuat pengunci limbus.

Bagian Tengah, terdiri dari suatu sumbu yang dimasukkan ke dalam tabung dan diletakkan pada bagian bawah. Sumbu ini adalah sumbu tegak lurus kesatu. Diatas sumbu kesatu diletakkan lagi suatu plat yang berbentuk lingkaran yang mempunyai jari – jari plat pada bagian bawah. Pada dua tempat di tepi lingkaran dibuat alat pembaca nonius. Di atas plat nonius ini ditempatkan 2 kaki yang menjadi penyanggah sumbu mendatar atau sumbu kedua dan satu nivo tabung diletakkan untuk membuat sumbu kesatu tegak lurus. Lingkaran dibuat dari kaca dengan garis – garis pembagian skala dan angka digoreskan di permukaannya. Garis – garis tersebut sangat tipis dan lebih jelas tajam bila dibandingkan hasil goresan pada logam. Lingkaran dibagi dalam derajat sexagesimal yaitu suatu lingkaran penuh

dibagi dalam 360° atau dalam grades senticimal yaitu satu lingkaran penuh dibagi dalam 400 g.

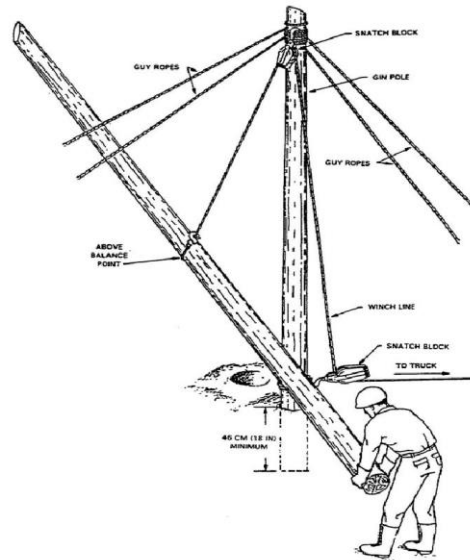
Bagian Atas, terdiri dari sumbu kedua yang diletakkan diatas kaki penyanggah sumbu kedua. Pada sumbu kedua diletakkan suatu teropong yang mempunyai diafragma dan dengan demikian mempunyai garis bidik. Pada sumbu ini pula diletakkan plat yang berbentuk lingkaran tegak sama seperti plat lingkaran mendatar.

20. Water Pas



Gambar 8.22 Water Pas

21. Gin Pole/Tiang Pengangkat



Gambar 8.23 Gin Pole/Tiang Pengangkat

22. Sling Mata Itik



Gambar 8.24 Sling Mata Itik

23. Alat Ukur Pentanahan (Tahanan Kaki Tiang)



Gambar 8.25. Alat Ukur Pentanahan (Tahanan Kaki Tiang)

24. Gergaji Besi



Gambar 8.26 Gergaji Besi

25. Corona detector



http://www.directindustry.com/prod/ofil-ltd/product-65565-689789.html#product-item_689709

Gambar 8.27 Corona Detector

26. Mesin Press Hydraulic



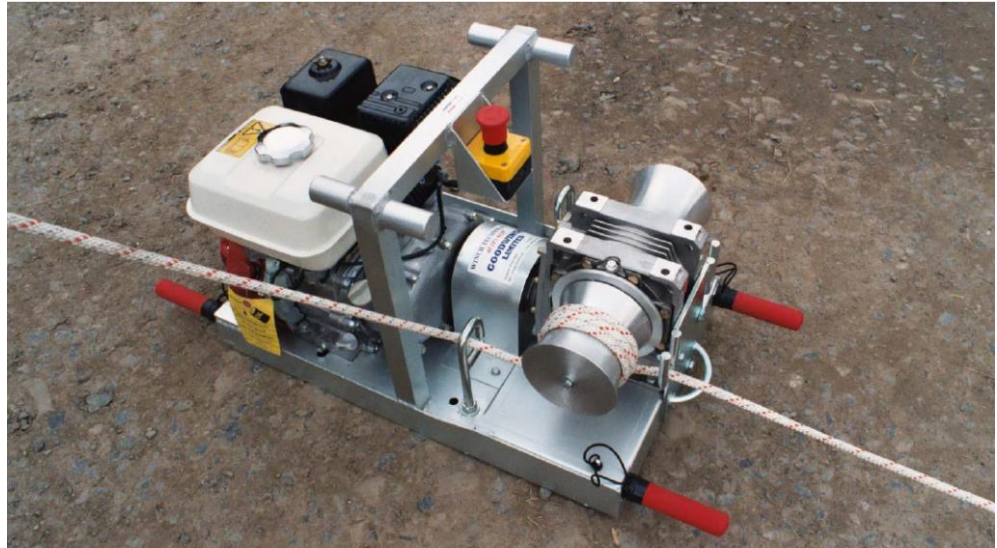
Gambar 8.28 Mesin Press Hydraulic

27. Infrared Thermovision



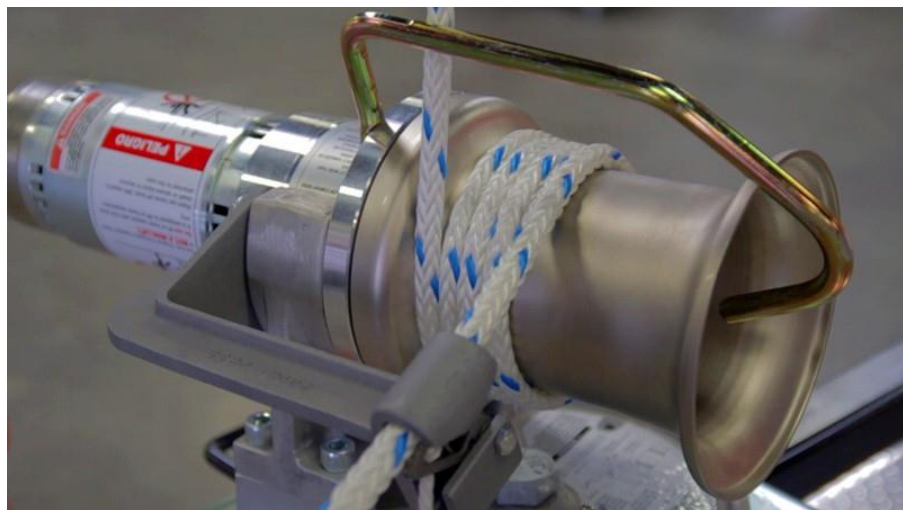
Gambar 8.29 Flir T250 T335 T425 Infrared Thermovision Camera

28. Capstan Winch



Gambar 8.30 Portable Petrol Twin Capstan Winch

29. Capstan Hoist



Gambar 8.31 AB Chance 1000 lb Capacity Capstan Hoist

30. Grounding Aparatus (Grounding Stick)



Gambar 8.32 Grounding Aparatus (Grounding Stick)

31. Voltage Detector



Gambar 8.33 Mitchell Instrument High Voltage Detector
MITHD3 Non-Contact AC up to 275kV

32. High Voltage Insulation Tester



Gambar 8.34 Simpson 505 High Voltage Insulation Tester

33. Oil Breakdown Voltage (Bdv) Test



Gambar 8.35 Motorised Oil Breakdown Voltage (Bdv) Test Set

34. Tandu Kerja



Gambar 8.36 Tandu Lipat Gulung YDC-1A7

35. Jas Hujan



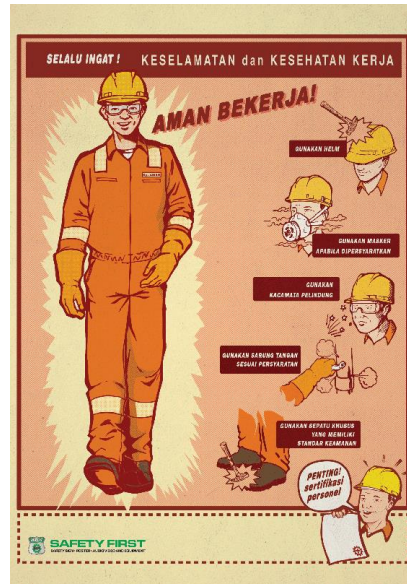
Gambar 8.37 Jas Hujan Penguin Pvc

36. Kotak P3K



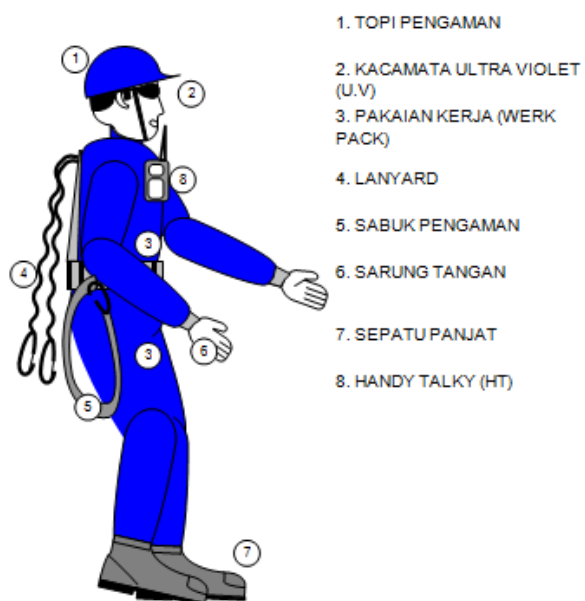
Gambar 8.38 Kotak P3K

37. Rambu K3



Gambar 8.39 Rambu K3

38. Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD)



Gambar 8.40 Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD)

Selengkapnya Peralatan kerja pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) dapat diuraikan sebagai berikut.

- 1) Transportasi peralatan ke atas/bawah tali, katrol dll
- 2) Lever hoist
- 3) Sling
- 4) Karpet
- 5) Pengait pin isolator
- 6) Palu plastic
- 7) Kunci-kunci (Inggris dan pas/ring)
- 8) Came along (tiang tension)
- 9) Conductor lifter (tiang suspension)
- 10) Shackle
- 11) Peralatan bantu
- 12) BV lier
- 13) Sling panjang
- 14) Tambang
- 15) Kunci ring-pas
- 16) Angle level
- 17) Parang
- 18) Tang kombinasi
- 19) Ranging meter
- 20) Obeng minus besar
- 21) Stop meter (5 meter)
- 22) Clinometer
- 23) Palu godam 5 kilogram
- 24) Theodolit
- 25) Water pas
- 26) Gimpole/ tiang pengangkat
- 27) Sling mata itik
- 28) Shackle 5/8"
- 29) Alat ukur pentanahan (tahanan kaki tiang)
- 30) Gergaji besi

- 31) Corona detector
- 32) Mesin press hydraulic
- 33) Infra red thermovision
- 34) Kikir plat besar
- 35) Rol meter
- 36) Chain saw
- 37) Teropong
- 38) Pakaian kerja
- 39) HT bagi koordinator dan pengendali mutu Pekerjaan
- 40) Mesin potong
- 41) Mesin bor
- 42) Mesin las
- 43) Tir for
- 44) Capstan winch
- 45) Capstan hoist
- 46) Kunci ring
- 47) Kunci sok
- 48) Peralatan K3
 - a) Grounding + stick
 - b) Voltage detector
 - c) Alat komunikasi / HT
 - d) Buku working permit
 - e) APD:
 - (1) Topi pengaman
 - (2) Kacamata UV
 - (3) Pakaian kerja
 - (4) Sabuk pengaman
 - (5) Lanyard
 - (6) Sepatu pengaman
 - (7) Sarung tangan
 - f) Rambu-rambu peringatan
 - g) Rambu K3
 - h) Kotak P3K
 - i) Tandu

- j) Jas hujan
- k) Lampu penerangan

D. Aktivitas Pembelajaran

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

1. Kegiatan Pendahuluan

- a. Menyiapkan Anda 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 Anda untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis Anda.

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

a. Eksplorasi

- 1) melibatkan Anda 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 antarAnda serta antara Anda dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) melibatkan Anda secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan

- 5) memfasilitasi Anda melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

- 1) membiasakan Anda membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) memfasilitasi Anda 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 Anda dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
- 5) memfasilitasi Anda berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
- 6) memfasilitasi Anda membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
- 7) memfasilitasi Anda untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
- 8) memfasilitasi Anda melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
- 9) memfasilitasi Anda 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 Anda didik;
- 2) memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi Anda didik melalui berbagai sumber;
- 3) memfasilitasi Anda melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) memfasilitasi Anda untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
 - a) berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan Anda yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
 - b) membantu menyelesaikan masalah;

- c) memberi acuan agar Anda didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
- d) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
- e) memberikan motivasi kepada Anda yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan Penutup

- a. Bersama-sama dengan Anda 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 Anda; dan menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Jelaskan maksud menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

F. Rangkuman

Menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) terdiri dari:

1. Peralatan transportasi pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
2. Lever hoist (perangkat yang digunakan untuk mengangkat atau menurunkan beban melekat) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

3. Sling (alat bantu angkat khususnya barang yang besar dan berat) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
4. *Conductor Lifter* (alat angkat rol konduktor tunggal dan ganda) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
5. Alat Ukur yang digunakan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
6. Theodolite (instrument/alat yang dirancang untuk pengukuran sudut) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
7. Peralatan K3 pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
8. Peralatan APD pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

Menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) dengan tepat dan benar.

Tindak Lanjut :

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

H. Kunci Jawaban

Peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk) adalah:

1. Peralatan transportasi pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
2. Lever hoist (perangkat yang digunakan untuk mengangkat atau menurunkan beban melekat) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
3. Sling (alat bantu angkat khususnya barang yang besar dan berat) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
4. *Conductor Lifter* (alat angkat rol konduktor tunggal dan ganda) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
5. Alat Ukur yang digunakan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
6. Theodolite (instrument/alat yang dirancang untuk pengukuran sudut) pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
7. Peralatan K3 pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
8. Peralatan APD pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).

Kegiatan Pembelajaran 9

MEMELIHARA JARINGAN TRANSMISI SISTEM TENAGA LISTRIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti diklat pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik Anda mampu:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
5. Melaksanakan pemeliharaan khusus jaringan transmisi sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mampu memelihara jaringan transmisi sistem tenaga listrik.

C. Uraian Materi

Pada umumnya lokasi sumber energi primer konvensional tidak selalu dekat dengan pusat beban sehingga pusat pembangkit listrik dibangun pada lokasi yang terpisah jauh dari pusat beban maka penyaluran daya diselenggarakan Melalui instalasi penyaluran (saluran transmisi dan gardu Induk). Instalasi penyaluran ini melalui daerah perkotaan atau melalui laut. Untuk itu instalasi penyaluran di daerah ini terpaksa menggunakan Kabel Tenaga yang berupa Kabel tanah maupun kabel laut. Perkembangan selanjutnya, beberapa sistem tenaga listrik diinterkoneksi membentuk satu grup operasi.

Peranan instalasi penyaluran semakin penting, konfigurasi jaringan semakin kompleks dan peralatan semakin banyak, baik dari segi jumlah

maupun ragamnya. Peralatan utama yang terpasang di gardu induk dan saluran transmisi adalah Sebagaimana peralatan pada umumnya, peralatan yang dioperasikan dalam instalasi penyaluran tenaga listrik perlu dipelihara agar unjuk kerjanya dapat dipertahankan. Pemeliharaan peralatan penyaluran tenaga listrik diperlukan untuk mempertahankan unjuk kerjanya namun di lain pihak sebagian besar pemeliharaan itu memerlukan pembebasan tegangan yang berarti bahwa peralatan yang dipelihara harus dikeluarkan dari operasi.

Keluarnya beberapa peralatan dari operasi selama pemeliharaan dapat menyebabkan berkurangnya keandalan penyaluran, berkurangnya kemampuan penyaluran bahkan padamnya daerah yang dipasok oleh peralatan tersebut. Permasalahan tersebut juga dialami oleh pemeliharaan Kabel Tenaga dengan memelihara Kabel Tenaga menyebabkan pemadaman Kabel Tenaga tersebut. Untuk mempercepat pekerjaan tersebut maka diperlukan manajemen pemeliharaan.

1. Manajemen Pemeliharaan Peralatan Penyaluran

Suatu sistem tenaga listrik mempunyai jumlah dan jenis peralatan instalasi penyaluran yang sangat banyak yang dihubungkan satu dengan lainnya membentuk suatu sistem penyaluran. Peralatan dengan jumlah dan jenis yang banyak itu harus dipelihara untuk mempertahankan unjuk kerjanya. Sehubungan dengan pemeliharaan peralatan sistem tenaga listrik pada umumnya membutuhkan dikeluarkannya peralatan tersebut dari operasi serta menyangkut jumlah yang sangat banyak, makapenanganannya perlu didasari pemikiran manajemen yang baik. Dalam hal ini perlu perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), penggerakan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) dengan baik.

2. Perencanaan

Perencanaan pemeliharaan peralatan penyaluran tenaga listrik meliputi koordinasi antara kebutuhan akan pemeliharaan dan kondisi

(keandalan) sistem. Dalam hal ini diupayakan agar kedua kebutuhan itu terpenuhi sebaik mungkin. Hasil dari perencanaan ini adalah jadwal dan jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan untuk setiap peralatan antara lain:

- a Setiap Peralatan Memerlukan Pemeliharaan
- b Petunjuk pabrik pembuat peralatan pada umumnya memberikan periode dan jenis pemeliharaan untuk peralatan tersebut.
- c Dalam hal tidak ada petunjuk dari pabrik maka pengalaman masa lalu (Statistik kerusakan) dapat dipakai sebagai dasar perencanaan jadwal dan jenis pemeliharaan.
- d Kondisi lokal dimana Peralatan Tersebut Terpasang Perlu dipertimbangkan, apakah ada alternative pemasokan menghindari pemadaman selama peralatan yang dipelihara dikeluarkan dari operasi.
- e Jenis penggunaan listrik yang dipasok Ada penggunaan listrik sebagai penggerak suatu proses yang tidak boleh terganggu. Prosesnya hanya berhenti pada jadwal yang telah ditentukan Apabila tidak ada alternative pasokan daya listrik selama pelaksanaan pemeliharaan, maka diperlukan kompromi yang dapat diperoleh dari hasil koordinasi.
- f Hal Khusus. Ada keadaan-keadaan khusus yang menyangkut acara-acara kenegaraan yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan pemeliharaan. Dalam hal ini diupayakan untuk menghindari segala sesuatu yang kemungkinan dapat menyebabkan menurunnya keandalan atau terjadinya pemadaman, termasuk pemeliharaan.

Hasil perencanaan pemeliharaan peralatan instalasi penyaluran ini adalah Rencana Pemeliharaan yang mencakup Jenis Pemeliharaan, Jadwal Pelaksanaan, Keterangan lain berupa perlu/tidaknya peralatan dikeluarkan dari operasi.

3. Efisiensi Pemeliharaan

Selama ini pedoman dasar untuk melakukan pemeliharaan peralatan instalasi listrik adalah SE Direksi No.032/PST/1984 tanggal 23 Mei 1984 tentang Himpunan Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik dimana yang menjadi dasar utama untuk melakukan pemeliharaan adalah rekomendasi pabrik serta instruction manual dari masing-masing peralatan instalasi listrik. Dengan pengurangan siklus pemeliharaan ini dapat dipastikan akan memberikan efisiensi dalam bidang pemeliharaan (hal yang sama diberlakukan juga terhadap PMT), antara lain:

- a. Mengurangi biaya pemeliharaan.
- b. Mengurangi kebutuhan man-hours per peralatan.
- c. Mengurangi waktu pemadaman.
- d. Meningkatkan mutu pelayanan dengan tingkat keandalan dan kesiapan peralatan yang lebih tinggi.
- e. Berikut ini merupakan langkah efisiensi yang dilakukan berupa perubahan siklus pemeliharaan peralatan.

4. Pengorganisasian

Rencana pemeliharaan sebagai hasil perencanaan diatas merupakan dasar dalam pengaturan orang, alat, tugas, tanggungjawab dan wewenang untuk terlaksananya pekerjaan pemeliharaan. Pengorganisasian ini perlu dalam mengalokasikan sumber daya yang ada atas pekerjaan-pekerjaan yang diperlukan agar dapat dimanfaatkan seefisien dan seefektif mungkin.

- a. Rincian pekerjaan yang harus dilaksanakan. Rincian ini perlu dibuat untuk membantu kelancaran pelaksanaan sekaligus menghindari kesalahan. Dalam hal ini tingkat rincian yang diperlukan tergantung kesiapan yang akan melaksanakan pekerjaan itu.
- b. Pembagian Pekerjaan Kegiatan-kegiatan spesifik yang sejenis

dikelompokkan dengan memperhatikan kesamaan pelaksanaan. Diupayakan agar dalam pelaksanaan pekerjaan, tidak ada seseroang yang berbeban terlalu berat atau terlalu ringan serta tidak ada yang dibebani pekerjaan diluar kemampuannya.

c. Mengalokasikan sumber Daya yang disusun agar seluruh tahapan pekerjaan terlaksana dengan baik atau tidak terjadi saling mengelak diantara personil untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Pengalokasian personil ini harus mempertimbangkan:

- 1) Kemampuan masing-masing personil.
- 2) Beban kerja yang menjadi tanggung jawab masing-masing personil.
- 3) Urutan tahapan pekerjaan. Peralatan yang diperlukan untuk tiap tahapan pekerjaan diinventarisir dengan jumlah yang memadai.

Tidak lengkapnya peralatan, selain mengakibatkan waktu pelaksanaan lebih panjang juga mutu pekerjaan yang lebih rencah. Demikian juga halnya dengan material. Dasar penyusunan yang utama adalah pengalaman dalam pelaksanaan yang lalu. Koordinasi Pekerjaan Mekanisme koordinasi harus jelas, mengingat:

- 1) Tuntutan waktu pelaksanaan semimum mungkin
- 2) Menghindari kecelakaan tegangan listrik
- 3) Menghindari gangguan Kesalahan koordinasi dapat berakibat fatal pada instalasi bahkan jiwa personil yang melaksanakan pekerjaan.

5. Penggerakan

Setelah ada rencana kerja, kemudian pengalokasian sumber daya, tibalah saatnya pada pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan. Untuk mencapai sasaran dengan baik seorang atasan/pimpinan melakukan proses mempengaruhi kegiatan

seseorang atau suatu kelompok kerja dalam usaha melaksanakan rencana kerja yang telah disusun.

Proses ini disebut penggerakan. Pada tahap ini sumber daya manusia merupakan salah satu penentu bagi keberhasilan pencapaian sasaran sehingga kepemimpinan, motivasi dan komunikasi.

a. Persiapan Personil

- 1) Kondisi personil harus dalam keadaan baik, mental dan jasmani. Kesiapan ini harus dinyatakan saat sebelum memulai pekerjaan dan masing-masing personil menyatakan kesiapannya secara tertulis dalam blanko-blanku yang sudah disiapkan.
- 2) Kondisi yang tidak baik (pusing, kurang tidur, letih dan lain-lain) dapat membahayakan dirinya serta orang lain. Selanjutnya diskusi mengenai apa yang akan dikerjakan akan sangat membantu melaksanakan pekerjaan.

b. Persiapan Peralatan

Kondisi dan kesiapan peralatan perlu diperiksa sebelum saat pelaksanaan, terutama yang menyangkut keselamatan jiwa seperti sabuk pengaman, pelindung tubuh, tangga, alat uji tegangan, Gas checker, Blower, Baju tahan api dan lain-lain. Kepemimpinan dan Motivasi Dalam rangka pelaksanaan pemeliharaan mulai dari persiapan sampai akhir pekerjaan diperlukan proses mempengaruhi dan mengarahkan orang menuju ke pencapaian tujuan yaitu terlaksananya pekerjaan pemeliharaan dengan baik.

Ada berbagai gaya kepemimpinan yang secara umum dikenal namun sulit untuk menyatakan satu gaya yang terbaik. Pemimpin yang efektif menyesuaikan tingkah laku kepemimpinannya pada kebutuhan yang dipimpin dan lingkungannya. Dalam hal ini perlu diperhatikan tingkat kedewasaan serta perilaku manusia yang dipimpin. Ciptakanlah situasi yang memungkinkan timbulnya

motivasi pada setiap personil untuk berperilaku sesuai dengan tujuan. Salah satu faktor penting disini adalah unsur kewibawaan.

6. Pengendalian

Dalam upaya tercapainya sasaran seperti yang direncanakan, seorang atasan/pimpinan perlu melakukan pengendalian karena pada umumnya terjadi perubahan situasi dan lingkungan serta kesalahan pada saat pelaksanaan. Melalui pengendalian ini penyimpangan yang terjadi dapat dideteksi sedini mungkin sehingga tindakan koreksi dapat memperbaiki pelaksanaan. Dalam mencapai tujuan sesuai dengan yang direncanakan, diperlukan pengendalian agar penyimpangan dapat dideteksi sedini mungkin. Penyimpangan dalam pelaksanaan dapat saja terjadi oleh kemungkinan-kemungkinan:

- a. Adanya perubahan karena lingkungan,
- b. Terjadinya kesalahan karena informasi kurang jelas,
- c. Terjadi kesalahan karena kemampuan personil yang tidak memadai,
- d. Ditemukan masalah lain diluar yang sudah direncanakan.

Untuk dapat melaksanakan pengendalian diperlukan sasaran pengendalian, indikator - indikator dan standar yang jelas. Pelaksanaan pekerjaan dievaluasi, hasil yang dicapai dibandingkan terhadap standar dan melaksanakan tindakan koreksi bila diperlukan. Unsur manusia adalah hal yang paling utama dalam pengendalian yang menyangkut:

- a. Kelemahan (kesalahan, kemalasan, ketidaktahuan).
- b. Kecurangan.
- c. Perbedaan pemahaman/ penafsiran atas sesuatu.
- d. Keengganan merubah sesuatu yang sudah dianggap mapan (kebiasaan cara kerja).

Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah serangkaian tindakan atau proses kegiatan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan. Tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah

untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalannya.

Faktor yang paling dominan dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah pada sistem isolasi. Isolasi disini meliputi isolasi minyak, udara dan gas atau vacuum. Suatu peralatan akan sangat mahal bila isolasinya sangat bagus, dari isolasi inilah dapat ditentukan sebagai dasar pengoperasian peralatan dengan demikian isolasi merupakan bagian yang terpenting dan sangat menentukan umur dari peralatan. Untuk itu kita harus memperhatikan /memelihara sistem isolasi sebaik mungkin, baik terhadap isolasinya maupun penyebab kerusakan isolasi.

Dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi kita membedakan antara pemeriksaan/monitoring (melihat, mencatat, meraba serta mendengar) dalam keadaan operasi dan memelihara (kalibrasi/pengujian, koreksi/*resetting* serta memperbaiki / membersihkan) dalam keadaan padam. Pemeriksaan atau *monitoring* dapat dilaksanakan oleh operator atau petugas patroli setiap hari dengan sistem *check list* atau catatan saja Sedangkan pemeliharaan harus dilaksanakan oleh regu pemeliharaan.

7. Jenis jenis Pemeliharaan

a. Pemeliharaan harian

Pemeliharaan harian seperti tabel 9.1

Tabel 9.1. Pemeliharaan harian

Jadwal : Harian

Dilaksanakan dalam Keadaan : Operasi

NO.	PERALATAN/KOMPONEN YANG DIPERIKSA	URAIAN PELAKSANAAN
01	02	03
1 .	Manometer tekanan Minyak Kabel	Periksa secara visual dan cata tekanan minyak pada <i>sealing end</i> pada manomernya.
2 .	ROW	Periksa secara visual : rambu (patok-patok), jembatan kabel, tutup crosbonding dan box culvert serta kegiatan pembangunan atau kegiatan diatas/sekitar jalur sktt.
3 .	Terminasi Kabel head (sealing end)	Periksa secara visual klem terminasi kabel head dan bagian yang bertegangan dari benda asing. Periksa sistem pentanahan sealing end (kabel head).

b. Pemeliharaan Mingguan

Pemeliharaan berupa monitoring saluran Kabel Tanah Tegangan Tinggi yang dilakukan oleh petugas patroli setiap Mingguan serta dilaksanakan dalam keadaan operasi, seperti tabel 9.2.

Tabel 9.2.Pemeliharaan Mingguan

Jadwal : Mingguan

Dilaksanakan Dalam Keadaan : Operasi

NO.	PERALATAN/KOMPONEN YANG DIPERIKSA	URAIAN PELAKSANAAN
1	Manometer tekanan Minyak Kabel	Periksa tekanan minyak pada sealing end secara visual pada manomernya.
2	ROW	Periksa secara visual: rambu (patok-patok), jembatan kabel, tutup crosbonding dan box culvert serta kegiatan pembangunan atau kegiatan diatas/sekitar jalur sktt.
3	Terminasi Kabel head (sealing end)	a. Periksa secara visual klem terminasi kabel head dan bagian yang bertegangan dari benda asing. b. Periksa sistem pentanahan sealing end (kabel head).
4	Manometer tekanan Minyak Kabel	Periksa secara visual dan catat tekanan minyak pada manometer di setiap stop Joint yang dapat diperiksa.

c. Pemeliharaan Semesteran

Pemeliharaan berupa monitoring saluran Kabel Tanah Tegangan Tinggi yang dilakukan oleh petugas patroli setiap Semester serta dilaksanakan dalam keadaan operasi. seperti tabel 9.3.

Tabel 9.3. Pemeliharaan Semester

Jadwal : Semester

Dilaksanakan dalam Keadaan : Operasi

NO.	PERALATAN/KOMPONEN YANG DIPERIKSA	URAIAN PELAKSANAAN
1	Minyak Kabel	Periksa secara visual dan catat tekanan minyak pada Stop Joint dan Sealing end (kabel head) .
2	Terminasi Sealing End (Kabel head) dan bagian yang bertegangan	a. Pengukuran noktah panas pada klem sealing end (kabel head) dan bagian bertegangan dengan infrared thermovision. b. Pengukuran Partial Discharge pada Sealing end (kabel head) dengan alat uji Partial Discharge

d. Pemeliharaan Tahunan

Pemeliharaan yang berupa Pengukuran dan pengujian untuk Kabel Tanah Tegangan Tinggi dan dilakukan oleh petugas Pemeliharaan setiap tahun dan dilaksanakan dalam keadaan Padam, seperti tabel 9.4.

Tabel 9.4. Pemeliharaan Tahunan

Jadwal : Tahunan

Dilaksanakan Dalam Keadaan : Padam

No	PERALATAN/KOMPONEN YANG DIPERIKSA	URAIAN PELAKSANAAN
1	Tahanan Isolasi Kabel	Pengukuran tahanan isolasi kabel dengan Megger dan dengan metoda polarisasi indeks (PI).
2	Cable Covering Protection Unit (Non Linier Resistor)	Pengukuran arus bocor pada CCPU dan mengukur tahanan isolasinya
3	Lead Sheath. (timah pelindung)	Pengukuran arus bocor pada lead sheath dan mengukur tahanan isolasinya
4	Mano Meter	Pengetesan fungsi penunjukan tekanan minyak dan sistem pengaman tekanan minyak kabel (alarm dan tripping).
5	Boks Cross bonding dan Stop Join serta Oil Tank Chamber maupun Oil Tank Sunseal	Pemeriksaan dan pembersihan terhadap Manometer, Tangki minyak, instalasi pipa minyak, kandungan Gas berbahaya maupun kelembaban .
6	Kabel pilot.	Pengukuran tahanan isolasi kabel pilot.
7	Pressure Control Cabinet (Panel	Pemberihan kabinet, seal pintu
8	Box kontrol tekanan)	panel, pengukuran tahanan variabel untuk mengatur tegangan sistem pengaman (proteksi tekanan minyak/supervisi).

8. Termination.

Sealing end atau terminasi merupakan peralatan yang digunakan untuk mengeluarkan konduktor (inti kabel) dari kabel yang tertanam di bawah tanah, atau mengeluarkan konduktor yang terpasang di dalam kompartemen GIS. Ada dua jenis sealing end pada instalasi kabel yaitu indoorsealing end dan outdoor sealing end. Perbedaan fisik yang nyata

antara kedua terminasi tersebut adalah pada bagian luar terminasi menggunakan porselen.

Pemeliharaan terminasi adalah terdiri dari; 1) kondisi bertegangan yaitu pemeliharaan yang dilakukan adalah memeriksa secara fisik bushing tersebut apakah kondisinya normal atau ada gangguan, dan 2) kondisi tidak bertegangan yaitu pada waktu pemeliharaan preventive bersamaan dengan pemeliharaan peralatan yang lain, maka yang dilakukan terhadap terminasi atau sealing end adalah membersihkan porselin isolator.

a. Peralatan dan material yang digunakan untuk pemeliharaan terdiri dari:

- 1) Tool kit
- 2) Lap kain yang tidak berserat
- 3) Sakapen
- 4) Alkohol 90 %
- 5) Semen remover
- 6) Sabun rumah tangga

b. Cara Pelaksanaan pemeliharaan.

Pemeliharaan bushing pada waktu beroperasi yaitu pengecekan secara fisik apakah kondisinya baik, dan pada kondisi tidak bertegangan ialah dengan cara membersihkan permukaan bushing menggunakan sabun rumah tangga atau sakapen.

c. Hasil Pemeliharaan out door termination.

SKTT 70/150 kV :
 Pelaksana :
 UPT :
 LOKASI GI :

No	Tanggal	Terminasi Bushing Fasa						Keterangan
		Kabel I			Kabel II			
		R	S	T	R	S	T	

d. Hasil Pemeliharaan indoor termination

SKTT 70/150 kV :

Pelaksana :

UPT :

LOKASI GI :

No	Tanggal	Terminasi Bushing Fasa						Keterangan
		Tekanan minyak Kabel I			Tekanan Minyak Kabel II			
		R	S	T	R	S	T	

8. Tank Chamber Umum

Instalasi kabel tanah tegangan tinggi jenis menggunakan minyak dilengkapi dengan instalasi pemasok minyak yang berfungsi menjaga kondisi tekanan didalam kabel selalu positif. Pemasok minyak menggunakan tangki-tangki yang bertekanan, yang akan memberikan tekanan pada kondisi kabel bebannya rendah dan tangki juga berfungsi untuk menampung kelebihan tekanan pada waktu kabel tersebut dibebani. Fungsi tangki minyak pada instalasi kabel tegangan tinggi terisi minyak sangat penting . Umumnya pemasangan tangki berada ruangan dibawah tanah,sehingga seacara fisik tangki minyak berada pada tempat yang lembab dan kemungkinan terendam air.Tangki minyak ini tertentu jumlahnya,bergantung pada profile kabel,makin rendah kabel tersebut ditanam,maka tangki minyak yang harus disediakan bertambah dan karakteristi- nyapun berbeda.Untuk menjaga peralatan ini bekerja dengan baik dan andal serta terjaga kondisinya maka perlu dilakukan pemeliharaannya.

Baik yang dipasang diatas maupun dibawah tanah harus selalu dilakukan pemeliharaannya, namun untuk tangki yang dipasang dibawah tanah lebih sering diperiksa khususnya pada musim hujan. Untuk melakukan pemeliharaan tangki-tangki tersebut dapat dilakukan dengan kondisi ionstalai dalam keadaan bertegangan yaitu dapat dipakai tangki cadangan,untuk mengganti tangki yang dilakukan pemeliharaan.

a. Peralatan kerja

Untuk melaksanakan pekerjaan pemeliharaan tangki minyak perlu disediakan peralatan- peralatan sebagai berikut:

- 1) Kaki tiga 3 ton
- 2) Blower dan slang
- 3) Tangga aluminium panjang 3 m
- 4) Generator 5 kw
- 5) Takel rantai
- 6) Tool set
- 7) Pompa lumpur

b. Peralatan K3

- 1) Baju tahan api b.Helm
- 2) Oksigen
- 3) Sepatu kerja e.Obat-obatan f. Senter

c. Prosedur pemeliharaan

- 1) tangki diatas tanah
- 2) lakukan pembersihan fisik tangki dan karat
- 3) Lakukan pengecatan(jika perlu)

d. Di bawah tanah

- 1) Buka tutup ruangan tangkiPasang pompa air
- 2) Sedot air dalam ruangan tangki
- 3) Pasang blower dan kelengkapannya
- 4) Lakukan evakuasi ruangan
- 5) Petugas masuk ke ruangan tangki menggunakan peralatan k3 lengkap
- 6) Membersihkan ruang dan tangki
- 7) Mengecat tangki (jika perlu).
- 8) Mengganti tangki minyak (jika perlu)
- 9) Membersihkan pipa-pipa minyak dari lumpur dan karat.

e. Hasil pemeliharaan

SKTT 70/150 kV :

UPT :

UJT :

Pelaksana :

NO.	Tanggal	TANK Type		
		A.	B	H

10. Anti crossbonding, Converting

Anti corrosion covering merupakan perangkat struktural kabel yang penting fungsinya, yaitu sebagai pelindung karat susunan kabel dan sebagai jalan balik arus gangguan ke tanah apabila terjadi kebocoran arus konduktor utama ke tanah. Logam yang digunakan untuk kebutuhan struktur susunan kabel tersebut adalah logam yang sesuai, karena material tersebut akan terkena medan magnet dan medan listrik jika kabel bertegangan.

Penampangnya disesuaikan dengan besarnya arus gangguan satu fasa ke tanah sistem dimana kabel tersebut dipasang. Pemasangan instalasi kabel tanah 150 kV single core menggunakan sistem transposisi dan crossbonding, yaitu sistem pemasangan instalasi kabel yang diharapkan dapat menghilangkan atau mengurangi rugi-rugi transmisi menggunakan kabel. Pada kondisi kabel bertegangan, maka akan timbul tegangan induksi pada anti corrosion covering. Besarnya tegangan induksi pada ketiga kabel dengan susunan flat formation tidak sama, yaitu kabel yang berada ditengah akan lebih tinggi dibandingkan dua kabel sebelahnya, maka pemasangannya dilakukan transposisi.

Anticorrosion covering perlu dilakukan pengujiannya, karena material ini sesuai fungsinya dalam sistem crossbonding harus dalam kondisi

selalu mengambang yaitu tidak terkena tanah dalam satu major section. Untuk mengetahui apakah material ini kondisinya baik ,maka pengujian menggunakan HV test dilakukan setiap 6 bulan,yaitu untuk mengetahui apakah sistem crossbonding yang digunakan masih memenuhi syarat serta instalasi dilakukan pengujian dalam keadaan tidak bertegangan.

a. Peralatan yang digunakan

Untuk melaksanakan pekerjaan pengujian anticorrosion covering diperlukan peralatan peralatan sebagai berikut:

- 1) Kaki tiga 3 ton
- 2) Blower dan slang
- 3) Tangga aluminium panjang 3 m
- 4) Generator 5 kw
- 5) Takel rantai
- 6) Tool set
- 7) Pompa lumpur
- 8) Meger 5000 vOlt
- 9) Alat uji Hv test 0-30 kV,10 A
- 10) Alat uji tahanan tanah

b. Peralatan K3

- 1) Baju tahan api
- 2) Helm
- 3) Oksigen
- 4) Sepatu kerja
- 5) Obat-obatan
- 6) Senter
- 7) Tenda
- 8) tandu
- 9) Masker
- 10) Alat Pemadam Api

c. Material

- 1) kain Majun
- 2) Nitrogen
- 3) Anti karat
- 4) paking karet
- 5) kompon
- 6) gas LPG + blender
- 7) Amplas

Untuk melaksanakan pekerjaan pengujian peralatan ini, dapat dilakukan satu sistem (major section, Joint 0 sampai joint 3 dan jika tidak dapat dilakukan maka diuji seksi yang pendek (minor section, joint 0 sampai joint 1. Instalasi kondisi off (ditanahkan sesuai kebutuhan). Pasang pagar pengaman antara lokasi yang diuji. Buka tutup crossbonding (kedua boks yang diuji). untuk boks pentanahan buka link dan pentanahan, untuk boks tahanan crossbonding, buka link dan CCPU. Pompa air keluar (jika ada). Periksa tekanan N_2 , buka tutupnya boks crossbonding pada dua sisi yang diuji pasang pentanahan lokal jika perlu buka pisau-pisau crossbonding (R,S,T).

Lakukan uji per fasa (misal fasa R) pasang Hv test. kabel tegangan tinggi pada konduktor acc dan kabel yang lain ke tanah atur tegangan sampai 5 kV catat arus bocornya .lakukan selama satu menit (jika tidak dapat dilakukan pengujian berarti ada kebocoran ke tanah). Setelah selesai pasang link bar (sebelum memasang tutupnya uji dahulu CCPU seperti par 7).

12. Pemeliharaan CCPU

Cable covering protection unit (CCPU) adalah peralatan instalasi kabel menggunakan sistem crossbonding yang berfungsi mengamankan selubung logam(acc) dari tegangan lebih akibat tegangan surja. Pemasangannya di dalam boks crossbonding bersamaan dengan link bar crossbonding. Masing –masing fasa sebelum selubung logam dihubungkan ke tanah pada boks crossbonding terlebih dahulu dihubungkan dengan CCPU. Karakteristik CCPU adalah sejenis arrester yaitu menggunakan prinsip tahanan tak linier, pada kondisi tegangan

normal maka berfungsi sebagai isolator dan pada kondisi ada tegangan lebih surja atau sejenis maka bersifat sebagai konduktor.

Pemeliharaan CCPU dilakukan bersamaan dengan pengujian acc karena keduanya perlu memadamkan instalasi. Kondisi CCPU yang baik akan berfungsi mengamankan kabel dari tekanan tegangan lebih yang dapat merusak sistem crossbonding. Pemeliharaan CCPU tidak hanya dilakukan pada waktu pemeliharaan kabel dilaksanakan namun perlu dilakukan pemeriksaan apabila instalasi kabel mengalami gangguan yang berat.

a. Peralatan yang digunakan

Untuk melaksanakan pekerjaan pengujian anticorrosion covering diperlukan peralatan sebagai berikut:

- 1) Kaki tiga 3 ton
- 2) Blower dan slang
- 3) tangga aluminium panjang 3 m
- 4) Generator 5 kw
- 5) takel rantai
- 6) tool set
- 7) pompa lumpur
- 8) Megeer 5000 volt
- 9) Alat uji Hv test 0-30 kV, 10 A
- 10) Alat uji tahanan tanah

b. Peralatan K3

- 1) Baju tahan api
- 2) Helm

c. Material yang digunakan

- 1) kain Majun
- 2) Nitrogen c. Anti karat
- 3) paking karet
- 4) kompon f. senter g. Tenda 8. tandu
- 5) oksigen
- 6) sepatu kerja e. Obat-obatan

- 7) gas LPG + blender
- 8) Amplas

d. Cara pemeliharaan

Bersamaan dengan pekerjaan pemeliharaan dan pengujian anticorrosion covering (ACC) sebagai berikut:

- 1) buka ccpu dari dudukannya
- 2) Lakukan pengujian per buah (satu fasa)
- 3) lakukan pengukuran tahanan isolasi dengan megger 1000 volt antara koonduktor dengan tanah
- 4) pasangkan HV test antara konduktor dengan tanah (ujung-ujungnya)
- 5) atur tegangan dari 0 sampai 2 kV*f. Catat arus bocornya.
- 6) Jika selesai pasang kembali.

Voltage Test

Oncorrosion Covering And CCPU

SKTT (LINK) :

Tanggal/Bln /Th :/...../.....

Pelaksana/P.Jawab :

UPT :

1) Anti Corossion Covering

a) Tahanan Isolasi

Peralatan	Merah ((0 :)	Kuning ((0 :)	Biru ((0 :)
MEGGER			
Merk :			

b) Tegangan tinggi (5 kV DC)

Peralatan	Merah (mA)	Kuning (mA)	Biru (mA)	Keterangan
BICCO Test 103				

2) Uji CCPU

a) Uji Tegangan Tinggi

Tegangan uji dan arus (mA)	Fasa	3,5 kV*	6 kV*	Keterangan
	R			*)
	S			
	T			
Harga yang diharapkan (mA)		$I < 0,1$	$I > 1$	

*) Periksa manual book Kabel

b) MEGGER CCP

Isolasi CCPU harus lebih besar 10 M:

Peralatan Megger	FASA R	FASA S (M)	FASA T
1000Volt			

Ref.kabel STK

12. Cara Memeriksa Tekanan Minyak Dengan Manometer

a. Manometer biasa

Manometer biasa adalah tabung yang dipasangkan pada suatu bejana, pipa atau kanal untuk mengukur tekanan. Persamaan hydrostatic digunakan untuk menentukan tekanannya. Sehingga dari manometer ini dapat diketahui besarnya tekanan bahkan dapat digunakan untuk mengetahui tekanan dari benda cair yang mengalir.

Untuk menjamin terhadap pembacaan tekanan karena akselerasi/percepatan pada manometer diperlukan suatu tabung yang pada dindingnya diberi skala dan angka yang terpasang secara parallel dengan garis aliran dan tidak terganggu pada saat pembukaan. Jika manometer berisi cairan pada suatu bejana berhubungan seperti pada gambar 10.1(d). sehingga diperlukan bejana yang cukup panjang(tinggi) jika tekanannya tinggi maka dibuat suatu manometer dengan bentuk khusus dilengkapi jarum penunjuk yang bebas bergerak sesuai dengan tekanan dari benda cair yang diukur.

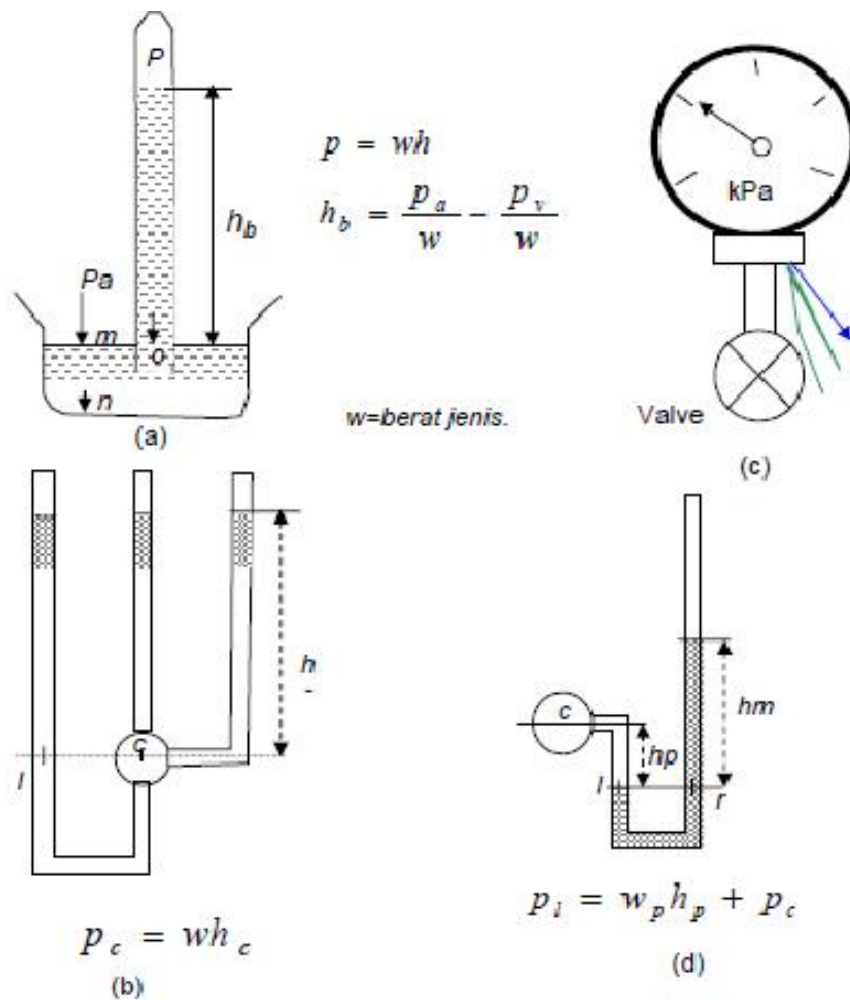
Tekanan minyak ditunjukkan nilainya oleh jarum pada manometer yang mempunyai prinsip kerja berdasarkan tekanan minyak dan pegas yang porosnya dipasangkan jarum penunjuk, dimana pada kondisi seimbang angka yang ditunjukkan sebagai tekanan yang sebenarnya dari minyak kabel. Gambar 10.1(c). dengan teknologi maka manometer ini dilengkapi dengan saklar yang difungsikan sebagai alat pemutus atau penyambung arus dan dihubungkan dengan indicator atau rele proteksi sehingga manometer akan berbunyi sebagai alat Bantu untuk mengindikasikan tekanan alarm dan trip atau tekanan berlebih.

Nilai absolute adalah penunjukan atau nilai tekanan yang berbasis pada tekanan nol bar, pada umumnya manometer menunjukan nilainya berdasarkan tekanan udara 1 bar sebagai tekanan atmosfer.

b. Manometer

Manometer Vacuun adalah manometer yang dapat menunjukan kevacuuman suatu ruangan yang secara absolute (referensinya 0 bars) berarti vakum disini adalah nilai tekanan ruang dibawah nilai 1 bar dari tekanan atmosfer. Satuan nya seperseribu bar atau millibars. Walaupun tidak ada ruang hampa yang mutlak kosong/hampa atau vacuum.

Tujuan mevacuum suatu peralatan seperti kabel TT, trafo dan alat-alat lain adalah untuk mengupayakan setelah kondisi vacuum atau kondisi tidak ada benda asing berada didalam ruang tsb sehingga pada saat diisi dengan minyak atau gas isolasi (sf6) akan dapat mengisi ruang-ruang hingga terkecil maka didapat pengisian yang baik tanpa ada ruang yang berisi udara atau terdapat udara terjebak yang sering berakibat panas dan terjadi flash over/gangguan yang cukup fatal serta kerusakan breakdown isolasi peralatan.



Gambar 9.1. Dasar Manometer Tekanan Minyak

12. Pemeliharaan SUTT/SUTETI Bebas Tegangan

Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTETI) adalah sarana instalasi tenaga listrik diatas tanah untuk menyalurkan tenaga listrik dari Pusat Pembangkit ke Gardu Induk (GI) atau dari GI ke GI lainnya (antar GI). SUTT/SUTETI merupakan

peralatan buatan manusia. Peralatan ini pada dasarnya bisa rusak baik karena salah pengoperasian, kesalahan saat konstruksi maupun telah melampaui masa kerjanya (life time). Pengertian Pemeliharaan adalah kegiatan yang meliputi; 1) Perawatan/pemeriksaan, 2) Perbaikan, 3) Penggantian, dan 4) Pengujian.

a. Tujuan Pemeliharaan

- 1) Mempertahankan kemampuan kerja peralatan
- 2) Memperpanjang live time peralatan
- 3) Menghilangkan, mengurangi resiko kerusakan
- 4) Mengembalikan kemampuan kerja peralatan
- 5) Mengurangi kerugian secara ekonomis
- 6) Memberi keyakinan keandalan operasinya

b. Jenis-jensi pemeliharaan

Banyak metoda pemeliharaan yang dilakukan mulai dari yang paling sederhana hingga yang rumit. Beberapa jenis pemeliharaan antara lain:

- 1) Pemeliharaan rutin (Preventive Maintenance)
- 2) Pemeliharaan Korektif (Corrective Maintenance)
- 3) Pemeliharaan darurat (Emergency Maintenance)
- 4) Pemeliharaan yang berdasar kondisi / karakter peralatan (Condition Base Maintenance / CBM)

Pemeliharaan rutin merupakan kegiatan/usaha yang secara periodik dilakukan untuk mempertahankan kondisi jaringan agar selalu dalam keadaan baik dengan keandalan dan daya guna yang optimal. Dalam pelaksanaannya pemeliharaan rutin terdiri dari pemeliharaan tahunan dan pemeliharaan lima tahunan.

Pemeriksaan rutin merupakan pemeriksaan secara visual (inspeksi) terhadap ground patrol dan climb up inspection. Hasil pemeriksaan merupakan data yang dapat dipakai sebagai evaluasi/perencanaan/pengembangan, penanggulangan dan pencegahan, perbaikan/perubahan/ modifikasi, dan penggantian.

Ground patrol adalah jenis pekerjaan pemantauan/pemeriksaan harian terhadap jalur transmisi tanpa memanjat tower dilakukan oleh Line walker secara terjadwal. Obyek yang diperiksa adalah kawat penghantar, ground wire, ruang bebas (Right of Way/ROW), tower dan halamannya, dan lingkungan dan Aktivitas masyarakat sekitarnya. Sedangkan *Climb up inspection* adalah pemeriksaan sistematis terhadap pekerjaan pengujian dengan maksud untuk menemukan kerusakan atau gejala kerusakan yang tidak dapat ditemukan atau diketahui pada saat inspeksi untuk kemudian disusun saran-saran perbaikannya.

Pelaksanaan pemeriksaan sistematis ini lebih luas dan lebih teliti dari pada pemeriksaan rutin. Untuk memperoleh tingkat ketelitian yang tinggi dipergunakan peralatan bantu. *Climb up inspection* adalah jenis pekerjaan pemeriksaan terhadap tower berikut perlengkapannya dilakukan oleh Climber dengan cara memanjat tower pada SUTT/SUTETI yang dalam keadaan bertegangan. Obyek yang diperiksa adalah; 1) Besi Tower dan kelengkapannya, 2) Kawat penghantar sekitar tower, 3) Ground wire sekitar tower, 4) Klem pemegang kawat dan asesorisnya (isolator dan asesorisnya, benda asing yang terdapat pada tower, dan isolator dan kawat).

Melalui pemeriksaan ini diharapkan secara dini dapat ditemukan abnormaly atau kelainan-kelainan yang dapat menimbulkan gangguan. Sehingga contoh dari pemeriksaan ini misalnya adalah pengujian kemampuan isolator di laboratorium, pemeriksaan kondisi sambungan dengan menggunakan Infra red thermovision, pemeriksaan tegangan tembus isolator dengan corona detector.

Beberapa hal yang mempengaruhi pola pemeliharaan rutin antara lain; 1) kondisi alam setempat polutif alami, polutif industri, gempa, kondisi normal, pertumbuhan tanaman sepanjang jalur dan disekitar jalur, petir, longsor dan lain sebagainya, 2) karakteristik kerja peralatan biasanya berdasarkan buku petunjuk pabrik atau pengalaman yang terjadi selama ini: isolator gelas yang sering pecah, dan 3) sosial kemasyarakatan penggalan liar, pencurian: grounding member tower dan lain sebagainya.

Pemeliharaan Korektif (*corrective maintenance*) adalah pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan karena peralatan mengalami kerusakan atau memerlukan penyempurnaan. Pemeliharaan korektif kebanyakan terjadi karena jarang atau tidak pernah dilakukan pemeriksaan.

Pemeliharaan darurat dilakukan karena telah terjadi kerusakan pada SUTT/SUTET yang disebabkan oleh hal-hal diluar rencana seperti: banjir, gempa bumi, longsor, gunung meletus, kebakaran, tertabrak kendaraan dan lain sebagainya. Pemeliharaan jenis ini sifatnya darurat dan memerlukan penanganan ekstra serta segera untuk mengatasinya. Biayanya tentu saja tidak bisa direncanakan dan mungkin bisa dimasukkan dalam katagori biaya tak terduga karena memang kejadiannya diluar kendali manusia. Salah satu solusinya ialah memasang tower emergency.

Pemeliharaan berdasarkan kondisi/karakter peralatan (CBM). Pemeliharaan ini tidak lagi berdasar waktu, namun berdasar kondisi/karakter peralatan. Dalam satu tahun bisa saja dilakukan beberapa kali kunjungan atau pemeriksaan tergantung tingkat potensi gangguan. Kerusakan yang terjadi menjadi statistik dan dapat disimpulkan sebagai trend peralatan. Namun adakalanya kerusakan akibat fenomena alam yang tidak terlihat sewaktu patroli. Contoh yang dapat dilakukan CBM adalah; 1) pemeriksaan isolator dan asesoris isolator maupun clamppada daerah yang polusinya tinggi, 2) pemeriksaan jarak tower dan lendutan kawat pada kawasan luas yang mengalami longsor secara perlahan, 3) pemeriksaan kondisi pondasi pada daerah longsor, 4) pemeriksaan isolator pada daerah yang sering tersambar petir, dan 5) pengukuran nilai pentanahan tower pada daerah pegunungan atau musim kemarau.

Contoh Pemeliharaan SUTT / SUTET. Berbagai macam pemeliharaan yang pernah terjadi di jaringan SUTT/ SUTET antara lain:

- 1) Penggantian isolator pecah atau rusak lapisan permukaannya.
- 2) Pembersihan isolator karena polusi.
- 3) Perbaikan kawat rantas.

- 4) Perbaikan kawat putus.
- 5) Pengencangan klem-klem jumper
- 6) Pembersihan kawat dari layang layang
- 7) Ground patrol
- 8) Climb up inspection
- 9) Pemeriksaan stabilitas pondasi tower (leveling, retak)
- 10) Pemeriksaan kelengkapan tapak tower (patok tanda batas tanah PLN, urugan tanah tapak tower)
- 11) Pengecekan Tahanan Pembumian
- 12) Pemeriksaan jarak bebas konduktor dengan benda di sekitarnya
- 1) Perbaikan tower yang mengalami deformasi/bengkok-bengkok akibat tanah sekeliling pondasi longsor
- 13) Pondasi turun/amblas karena tanah dasar pondasi mengalami sliding/gelincir oleh arus air bawah tanah
- 14) Pengelasan baut-baut tower untuk mencegah pencurian
- 15) Perbaikan spacer yang lepas dari konduktor
- 16) Penggantian pentanahan tower /grounding
- 17) Penebangan pohon atau antena komunikasi yang tumbang ke arah konduktor (diluar row)
- 18) Penggantian besi tower karena pencurian
- 19) Penggantian Tension clamp konduktor
- 20) Pemasangan kembali / reposisi damper yang melorot ke tengah gawang
- 21) Penggantian lampu aviasi yang mati/rusak
- 22) Penyambungan kembali kawat yang putus atau rusak berat
- 23) Penggantian asesoris / clamp yang karatan
- 24) Perbaikan klem kawat jumper yang putus
- 25) Pemasangan pengaman halaman tower

Prosedur Pemeliharaan SUTT/SUTET. Langkah kerja pemeliharaan SUTT/SUTETI adalah:

- 1) Adanya laporan dari petugas lapangan maupun masyarakat atau hasil evaluasi data laporan yang masuk.
- 2) Melakukan Analisa Keselamatan Pekerjaan dengan meninjau

lapangan

- 3) Membahas hasil AKP dan rencana tindak lanjut yang diperlukan.
- 4) Mempersiapkan: SDM; peralatan; metoda pengerjaan; material pengganti maupun pendukung lainnya dan organisasi kerja.
- 5) Menjadwalkan pekerjaan dan persetujuannya.
- 6) Melakukan persiapan pekerjaan setelah adanya persetujuan
- 7) Melaksanakan pekerjaan
- 8) Melakukan evaluasi
- 9) Membuat laporan kerja

Peralatan yang dipelihara pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran udara tegangan ekstra tinggi seperti tabel 9.5.

Tabel 9.5. Peralatan yang dipelihara pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran udara tegangan ekstra tinggi

A	Ruang Bebas / Lingkungan
1	Jarak pepohonan thd kawat fasa
2	Jarak bangunan thd kawat fasa
3	Jarak pohon terhadap kawat fasa bila tumbang ke arah kawat
4	Jarak bangunan thd kawat fasa bila roboh ke arah kawat
5	Jarak jaring pengaman thd kawat
6	Jarak kawat ke tanah
7	Jarak kawat ke tiang perahu/kapal bila air pasang
8	Kegiatan layang-layang
9	Struktur tanah dekat tiang
B	Tiang / Menara / Tower
1	Konstruksi tiang
2	Batang rangka besi
3	Tangga / baut panjat
4	Penghalang panjat (ACD)
5	Plat rambu bahaya
6	Plat nomor / pht / tanda fasa
7	Baut sambungan rangka
8	Indicator lamp (air traffict light)
9	Cat / galvanis badan tiang
10	Klem kawat grounding
11	Kawat grounding
12	Batang penangkal petir
13	Alat penangkal petir lainnya

C	Isolator
1	Piringan isolator
2	Arcing horn sisi tiang
3	Arcing horn sisi kawat pht.
4	Assesories isolator (pin, dll)
5	Suspension clamp
6	Tension clamp
7	Ikatan isolator
8	Armour rod
9	Posisi rencengan isolator
D	Pondasi & Halaman Tiang
1	Pondasi / chimney
2	Kaki tiang / stub
3	Tumbuhan di halaman tiang
4	Pagar pengaman halaman tiang
5	Patok batas halaman tiang
6	Stabilitas tanah sekitar hal. tiang
7	Talud pengaman
8	Kegiatan pihak lain di halaman tiang
E	kawat penghantar
1	Kawat fasa
2	Peredam getaran (Vibr. damper)
3	Spacer
4	Midspan compression joint
5	Repair sleeve
6	Jumper wire
7	Sagging
8	Armour rod
9	Jarak antar kawat fasa
10	Indicator lamp (induction)
F	Kawat Petir & Kawat Optik
1	Kawat petir
2	Peredam getaran (Vibr. damper)
3	Midspan compression joint
4	Repair sleeve
5	Tension clamp
6	Suspension clamp
7	Jumper wire
8	Sagging
9	Armour rod
10	Sign ball (bola pengaman)

11	Klem sambungan ke grounding
12	Kotak sambungan kawat optik
13	Kawat yang turun ke kotak kwt optik

Jenis-jenis kelainan pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran daya tegangan ekstra tinggi seperti tabel 9.6

Tabel 9.6 Jenis-jenis kelainan pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran udara tegangan ekstra tinggi

No.	Jenis Kelainan
1	Amblas
2	Andongan rendah
3	Bahaya I
4	Bahaya II
5	Bahaya III
6	Bengkok
7	Benda asing
8	Cat pudar
9	Dekat jalan
10	Erosi
11	Hilang
12	Karatan
13	Kendor
14	Kotor
15	Kritis
16	Longsor
17	Mekar / rantas
18	Melorod
19	Miring
20	Pecah / retak
21	Putus
22	Rusak
23	Semak belukar
24	Tertimbun
25	Tergenang
26	Tidak seimbang

Jenis-jenis penanggulangan pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran udara tegangan ekstra tinggi, seperti tabel 10.7

Tabel 9.7 Jenis-jenis penanggulangan pada saluran udara tegangan tinggi dan saluran udara tegangan ekstra tinggi

No.	Jenis Penanggulangan
1	Ditinggikan chimneynya
2	Dinaikkan kawatnya
3	Dibongkar
4	Ditebang / dipangkas
5	Diluruskan
6	Dibersihkan
7	Digalvanis / dicat ulang
8	Ditanggul
9	Diganti
10	Dikencangkan
11	Dibabat
12	Dipasang patok
13	Dinormalkan
14	Diarmor rod / dipress
15	Disambung
16	Diposisikan kembali seperti semula
17	Diperbaiki
18	Diperiksa
19	Diseimbangkan



Gambar 9.2 Kerusakan (abnormality peralatan).pada Isolator



Gambar 9. 3 Kerusakan (abnormality peralatan) pada menara



Gambar 9. 4 Kerusakan pada isolator gantung



Gambar 9. 5 Kerusakan pada kawat pentanahan

- 1) Peralatan kerja Pemeliharaan
 - a) Transportasi peralatan ke-atas/bawah : tali, katrol dll
 - b) Lever hoist
 - c) Sling
 - d) Karpas
 - e) Pengait pin isolator

- f) Palu plastic
- g) Kunci-kunci (Inggris dan pas/ring)
- h) Came along (tiang tension)
- i) Conductor lifter (tiang suspension)
- j) Shackle
- k) Peralatan bantu
- l) BV lier
- m) Sling panjang
- n) Tambang
- o) Kunci ring-pas
- p) Angle level
- q) Parang
- r) Tang kombinasi
- s) Ranging meter
- t) Obeng minus besar
- u) Stop meter (5 meter)
- v) Clinometer
- w) Palu godam 5 kilogram
- x) Theodolit
- y) Water pas
- z) Gimpole/ tiang pengangkat
- aa) Sling mata itik
- bb) Shackle 5/8"
- cc) Alat ukur pentanahan (tahanan kaki tiang)
- dd) Gergaji besi
- ee) Corona detector
- ff) Mesin press hydraulic
- gg) Infra red thermovision
- hh) Kikir plat besar
- ii) Rol meter
- jj) Chain saw
- kk) Teropong
- ll) Pakaian kerja
- mm) HT bagi koordinator dan pengendali mutu Pekerjaan

- nn) Mesin potong
- oo) Mesin bor
- pp) Mesin las
- qq) Tir for
- rr) Capstan winch
- ss) Capstan hoist
- tt) Kunci ring
- uu) Kunci sok

2) Peralatan K3

- a) Grounding + stick
- b) Voltage detector
- c) Alat komunikasi / HT
- d) Buku working permit
- e) APD:
 - (1) Topi pengaman
 - (2) Kacamata UV
 - (3) Pakaian kerja
 - (4) Sabuk pengaman
 - (5) Lanyard
 - (6) Sepatu pengaman
 - (7) Sarung tangan
- f) Rambu-rambu peringatan
- g) Rambu K3
- h) Kotak P3K
- i) Tandu
- j) Jas hujan
- k) Lampu penerangan

3) Meterial Pemeliharaan

- a) Material pengganti existing: isolator; besi diagonal, kawat penghantar, ground wire, dan lain sebagainya
- b) Repair sleeve
- c) Mid span joint

- d) Armor rod
- e) BBM mesin
- f) Minyak hydraulic
- g) Sakapen
- h) Majun
- i) Minyak WD4

c. Petunjuk Pemeliharaan Peralatan

1) Pemeliharaan alat kerja.

- a) Setiap peralatan kerja yang berupa mesin maupun alat ukur wajib mengikuti buku instruksi yang dikeluarkan oleh pabrikan
- b) Setiap alat kerja wajib diketahui Safe Working Loadnya (SWL)
- c) Setiap beban yang akan ditanggung oleh alat kerja wajib diketahui besarannya.
- d) Setiap petugas wajib mengetahui Safety faktor (SF).
- e) Setiap petugas wajib mengetahui tanda-tanda kerusakan pada alat kerja.
- f) Setiap alat kerja tidak boleh digunakan kecuali sebagai fungsinya

2) Pemeliharaan Peralatan Transmisi

Pemeliharaan peralatan transmisi wajib mengikuti prosedur kerjanya atau Instruksi Kerja, agar tercapai satu kesepakatan untuk menyelesaikan pekerjaan secara runtut/bertahap; tertib; lancar dan aman. Instruksi Kerja Peralatan transmisi antara lain:

- a) Pemeliharaan isolator
- b) Pemeliharaan kawat penghantar
- c) Pemeliharaan ground wire
- d) Pemeliharaan rangka tower
- e) Pemeliharaan halaman tower
- f) Pemeliharaan ruang bebas

c. Pelaporan Pekerjaan Pemeliharaan

Pekerjaan pemeliharaan yang telah diselesaikan harus dilaporkan ke pemberi tugas, karena manfaat laporan pekerjaan adalah sebagai data,

bahan analisa untuk perbaikan dan pengembangan, penilaian unjuk kerja, dan lain-lain. Adapun laporan pekerjaan memuat:

- 1) Proses persiapan
- 2) Tanggal, hari, jam pelaksanaan
- 3) Personel yang terlibat
- 4) Organisasi kerjanya
- 5) Peralatan yang dipakai
- 6) Material yang digunakan
- 7) Tata laksana kerja
- 8) Kendala yang dihadapi
- 9) Solusi yang telah diterapkan
- 10) Pelaksanaan/penerapan K3
- 11) Masalah lingkungan
- 12) Biaya yang telah dikeluarkan
- 13) Saran dan usulan untuk perbaikan
- 14) Kesimpulan

DAFTAR PUSTAKA

- Bernad Grad (2002) *Basic Electronic* Mc Graw Hill Colage New- York
- David E Johnson (2006) *Basic Electric Circuit Analisis* John Wiley & Sons.Inc New- York
- Diklat PLN Padang . (2007) *Transmisi Tenaga Listrik* Padang
- Diklat PLN Pusat . (2005) *Transmisi Tenaga Listrik* Jakarta
- Fabio Saccomanno (2003) *Electric Power System and Control* John Wiley & Sons.Inc New- York
- John D. McDonald (2003) *Electric Power Substation Engginering* CRC Press London
- Jemes A.Momoh (2003) *Electric Power System* CRC Press London
- Luces. M . (1996) *Electric Power Distribution and Transmission* Prantice Hall New- York
- Oswald (2000) *Electric Cables for Pewer Transmission* John Wiley & Sons.Inc New- York

Paul M Anderson (2000) *Analisis of Faulted Power System* John Wiley & Sons.Inc New- York

Panagin.R.P (2002) *Basic Electronic* Mc Graw Hill Colage New- York

Stan Stawart (2004) *Distributet Swichgear* John Wiley & Sons.Inc New- York

Stepen L. Herman (2005) *Electrical Transformer* John Wiley & Sons.Inc New- York

Hutauruk (2000) *Tranmisi Daya listrik* Erlangga Jakarta.

D. Aktivitas Pembelajaran

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

1. Kegiatan Pendahuluan

- e. Menyiapkan Anda secara psikis dan fisik untuk mengikuti proses pembelajaran;
- f. Mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang mengaitkan pengetahuan sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari;
- g. Menjelaskan tujuan pembelajaran atau indikator kompetensi yang akan dicapai; dan
- h. 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 Anda untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis Anda.

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

a. Eksplorasi

- 1) melibatkan Anda 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 antarAnda serta antara Anda dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) melibatkan Anda secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) memfasilitasi Anda melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

- 1) membiasakan Anda membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) memfasilitasi Anda 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 Anda dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
- 5) memfasilitasi Anda berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
- 6) memfasilitasi Anda membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
- 7) memfasilitasi Anda untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
- 8) memfasilitasi Anda melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
- 9) memfasilitasi Anda 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 Anda didik;
- 2) memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi Anda didik melalui berbagai sumber;
- 3) memfasilitasi Anda melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;

- 4) memfasilitasi Anda untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
 - a) berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan Anda yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
 - b) membantu menyelesaikan masalah;
 - c) memberi acuan agar Anda didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
 - d) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
 - e) memberikan motivasi kepada Anda yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan Penutup

- a Bersama-sama dengan Anda 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 Anda; dan menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Jelaskan maksud pelaksanaan pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik.

F. Rangkuman

Pelaksanaan pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik terdiri dari:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik.

2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
5. Melaksanakan pemeliharaan khusus jaringan transmisi sistem tenaga listrik.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

Pelaksanaan pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik dengan tepat dan benar.

Tindak Lanjut :

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

H. Kunci Jawaban

Pelaksanaan pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik adalah:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
5. Melaksanakan pemeliharaan khusus jaringan transmisi sistem tenaga listrik.

Kegiatan Pembelajaran 10

MEMELIHARA JARINGAN DISTRIBUSI SISTEM TENAGA LISTRIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti diklat pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik Anda mampu:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
5. Melaksanakan pemeliharaan khusus jaringan distribusi sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mampu memelihara jaringan distribusi sistem tenaga listrik.

C. Uraian Materi

Dari tahun ke tahun bidang pemeliharaan jaringan distribusi diperkirakan menempati kedudukan yang cukup tinggi, baik dilihat dari fungsinya maupun dilihat dari anggaran biaya yang diperlukan. Keadaan ini dapat terjadi karena system distribusi terus semakin padat dan berkembang. Pada hakekatnya pemeliharaan merupakan suatu pekerjaan yang dimaksudkan untuk mendapatkan jaminan bahwa suatu system/peralatan akan berfungsi secara optimal, umur teknisnya meningkat dan aman baik bagi personil maupun bagi masyarakat umum.

1. Tujuan Pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik.

Dengan dasar Surat Edaran Direksi PT. PLN (Persero) Nomor: 040.E/152/DIR/1999 tujuan utama pelaksanaan pemeliharaan distribusi adalah untuk:

- a. Menjaga agar peralatan/komponen dapat dioperasikan secara optimal berdasarkan spesifikasinya sehingga sesuai dengan umur ekonomisnya.
- b. Menjamin bahwa jaringan tetap berfungsi dengan baik untuk menyalurkan energi listrik dari pusat listrik sampai ke sisi pelanggan.
- c. Menjamin bahwa energi listrik yang diterima pelanggan selalu berada dalam tingkat keandalan dan mutu yang baik.
- d. Mendapatkan jaminan bahwa system/peralatan distribusi aman baik bagi personil maupun bagi masyarakat umum.
- e. Untuk mendapatkan efektivitas yang maksimum dengan memperkecil waktu tak jalan peralatan sehingga ongkos operasi yang menyertai diperkecil.
- f. Menjaga kondisi peralatan atau sistem dengan baik, sehingga kualitas produksi atau kualitas kerja dapat dipertahankan.
- g. Mempertahankan nilai atau harga diri peralatan atau system, dengan mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan.
- h. Untuk menjamin keselamatan bagi karyawan yang sedang bekerja dan seluruh peralatan dari kemungkinan adanya bahaya akibat kerusakan dan kegagalan suatu alat.
- i. Untuk mempertahankan seluruh peralatan dengan efisiensi yang maximum.
- j. Dan tujuan akhirnya yaitu untuk mendapatkan suatu kombinasi yang ekonomis antar berbagai factor biaya dengan hasil kerja yang optimum.

2. Jenis Pemeliharaan.

Oleh karena luas dan kompleknya keadaan jaringan distribusi dan tidak sedikitnya system jaringan dan peralatan distribusi yang perlu dipelihara, pemeliharaan jaringan distribusi dapat dikelompokkan dalam tiga macam pemeliharaan yaitu; a) Pemeliharaan rutin (preventif

maintenance), b) Pemeliharaan korektif (korektif maintenance), dan c) Pemeliharaan darurat (emergency maintenance).

b. Pemeliharaan rutin (preventif maintenance).

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan tiba-tiba dan mempertahankan unjuk kerja jaringan agar selalu beroperasi dengan keadaan dan efisiensi yang tinggi. Kegiatan pokok pemeliharaan rutin ini ditentukan berdasarkan periode/waktu pemeliharaan adalah triwulan, semesteran atau tahunan. Berdasarkan tingkat kegiatannya pemeliharaan preventif dapat dibedakan atas pemeriksaan rutin dan pemeriksaan sistematis.

Pemeliharaan rutin sistematis adalah kegiatan pemeliharaan rutin meliputi kegiatan; 1) pemeriksaan/inspeksi rutin, 2) pemeliharaan rutin, 3) pemeriksaan prediktif, 4) perbaikan/penggantian peralatan, dan 5) perubahan/penyempurnaan jaringan.

Pemeriksaan rutin adalah pekerjaan pemeriksaan jaringan secara visual (inspeksi) untuk kemudian diikuti dengan pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan sesuai dengan saran-saran (rekomendasi) dari hasil inspeksi, antara lain penggantian, pembersihan, peneraan dan pengetesan.

Hasil pekerjaan diharapkan dari pekerjaan pemeriksaan rutin ini adalah dapat ditemukannya kelainan-kelainan atau hal-hal yang dikawatirkan bisa menyebabkan terjadinya gangguan sebelum periode pemeliharaan rutin berikutnya terselenggara. Suatu system jaringan dapat dinyatakan sudah mengalami pemeliharaan rutin, system jaringan sudah diperiksa secara visual dan saran-saran sudah dilaksanakan, kecuali saran pekerjaan yang bersifat perubahan/rehabilitasi jaringan.

Pemeliharaan sistematis adalah pekerjaan pemeliharaan yang dimaksudkan untuk menemukan kerusakan atau gejala kerusakan yang tidak ditemukan/diketahui pada saat pelaksanaan inspeksi yang kemudian disusun saran-saran untuk perbaikan. Pekerjaan

dalam kegiatan pemeriksaan rutin sistematis akan lebih luas jangkauannya dan akan lebih teliti, bisa sampai tahap bongkar pasang (*over haul*). Suatu system jaringan dapat dikatakan sudah dilaksanakan pemeliharaan rutin sistematis apabila system jaringan system tsb sudah dipelihara secara sistematis termasuk pekerjaan-pekerjaan yang sifatnya penyempurnaan/ perubahan.

Contoh pemeriksaan rutin antara lain:

- 1) Inspeksi jaringan SUTM : Memeriksa dan melaporkan keadaan tiang, Bracket, Cross Arm, Pentanahan, Penghantar ,Isolator, Cut Out, Arrester, PT-LBS / PTS dll.
- 2) Inspeksi gardu Distribusi : Memeriksa dan melaporkan keadaan inspeksi gardu distribusi ; Sipil, Ruang gardu, kubikel, Trfao, Panel TR, Terminal, Sepatu Kabel dll.
- 3) nspeksi jaringan SUTR : Memeriksa dan melaporkan keadaan tiang, Hantaran, Terminal Out Door, Konektor hantaran dll
- 4) Pemeriksaan instalasi dengan Infrared /Thermo Vision.
- 5) Pemeriksaan Partial Discharge pada terminal indoor penyulang 20 KV di gadu induk / gardu hubung.
- 6) Pengukuran beban pada trafo Distribusi.
- 7) Pengukuran beban jurusan pada PHB TR gardu Distribusi.
- 8) Pengukuran Tegangan ujung pada JTR.
- 9) Test Trip pada PMT Penyulang 20 KV di gardu induk DI.

Contoh pemeliharaan rutin antara lain:

- 1) Pengecatan tiang pd SUTM dan SUTR.
- 2) Pemeotongan ranting / dahan pada pohon yang dapat mengganggu SUTM.
- 3) Pengecatan gardu sipil.
- 4) Revisi instalasi gardu distribusi dan gardu hubung.
- 5) Revisi Instalasi gardu induk disisi 20 KV.

c. Pemeliharaan Korektif (korektif maintenance).

Pemeliharaan korektif dapat dibedakan dalam 2 kegiatan yaitu, terencana dan tidak terencana. Kegiatan yang terencana

diantaranya adalah pekerjaan perubahan /penyempurnaan yang dilakukan pada jaringan untuk memperoleh keandalan yang lebih baik (dalam batas pengertian operasi) tanpa mengubah kapasitas semula. Kegiatan yang tidak terencana misalnya mengatasi/ perbaikan kerusakan peralatan/gangguan. Perbaikan kerusakan dalam hal ini dimaksudkan suatu usaha/pekerjaan untuk mempertahankan atau mengembalikan kondisi system atau peralatan yang mengalami gangguan/kerusakan sampai kembali pada keadaan semula dengan kepastian yang sama.

Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk pemeliharaan korektif diantaranya adalah:

- 1) Pekerjaan penggantian mof kabel yang rusak.
- 2) Pekerjaan JTM yang putus.
- 3) Penggantian bushing trafo yang pecah.
- 4) Penggantian tiang yang patah.

Perubahan/penyempurnaan dalam hal ini dimaksudkan suatu usaha/pekerjaan untuk penyempurnaan system atau peralatan distribusi dengan cara mengganti/ merubah system peralatan dengan harapan agar daya guna dan keandalan system peralatan yang lebih tinggi dapat dicapai tanpa merubah kapasitas system peralatan semula.

Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk perubahan/ penyempurnaan yang dimaksudkan diantaranya adalah:

- 1) Pekerjaan rehabilitasi gardu.
- 2) Pekerjaan rehabilitasi JTM
- 3) Pekerjaan rehabilitasi JTR.

d. Pemeliharaan Khusus (emergency maintenance).

Pemeliharaan Khusus atau disebut juga pemeliharaan darurat adalah pekerjaan pemeliharaan yang dimaksud untuk memperbaiki jaringan yang rusak yang disebabkan oleh force majeure atau bencana alam seperti gempa bumi, angin rebut, kebakaran dsb yang biasanya waktunya mendadak. Dengan demikian sifat

pekerjaan pemeliharaan untuk keadaan ini adalah sifatnya mendadak dan perlu segera dilaksanakan, dan pekerjaannya tidak direncanakan.

Contoh pemeliharaan darurat:

- 1) Perbaikan/penggantian JTR yg rusak akibat kebakaran.
- 2) Perbaikan/penggantian instalasi gardu yang rusak akibat banjir.
- 3) Perbaikan/penggantian gardu dan jaringan yang rusak akibat huru-hara.

3. Jadwal Pemeliharaan Distribusi.

Salah satu usaha untuk meningkatkan mutu, daya guna, dan keandalan tenaga listrik yang telah tercantum dalam tujuan pemeliharaan adalah menyusun program pemeliharaan periodik dengan jadwal tertentu. Menurut siklusnya kegiatan pelaksanaan pemeliharaan distribusi dapat dikelompokkan dalam empat kelompok yaitu:

- a. Pemeliharaan Bulanan.
- b. Pemeliharaan tri wulanan.
- c. Pemeliharaan semesteran.
- d. Pemeliharaan tahunan.
- e. Pemeliharaan 3 tahunan.

Karena volume fisik sistem jaringan distribusi ini cukup banyak, maka dalam pelaksanaannya perlu diatur waktunya disesuaikan dengan kemampuan yang ada. Misal, untuk pemeliharaan gardu diatur sesuai dengan jumlah gardu distribusi yang ada seperti contoh berikut.

a. Jadwal Pemeliharaan Bulanan

Jadwal ini dilaksanakan dalam keadaan beroperasi/bertegangan:

Tabel 10.1 Pemeliharaan Transformator Distribusi.

No	Komponen / Perawatan	Cara Pelaksanaan
1	Tinggi permukaan minyak	Periksa tinggi permukaan minyak
2	Bushing	Periksaadanya yang keretakan/ pecah

3	Tangki radiator	Periksa adanya suara-suara tidak normal, karena kebocoran minyak
4	Pemadam kebakaran	Periksa alat pemadam kebakaran seperti apakah masih berfungsi baik/ atau tidak
5	Pengukuran beban	Ukuran arus dan tegangan sekunder, ukur arus primer dengan tang amper meter

b. Pemeliharaan Tri wulanan (3 bln).

Pemeliharaan 3 bulanan adalah suatu kegiatan dilapangan yang dilaksanakan dalam tiga bulan dengan maksud untuk mengadakan pemeriksaan kondisi system. Dengan harapan langkah-langkah yang perlu dilaksanakan perbaikan system peralatan yang terganggu dapat ditentukan lebih awal.

Bila ada keterbatasan dalam masalah data pemeliharaan, program pemeliharaan triwulan dapat dibagi untuk memelihara bagian-bagian jaringan distribusi yang rawan gangguan, diantaranya adalah saluran telanjang atau tidak berisolasi. Dimana saluran udara semacam ini diperkirakan paling rawan terhadap gangguan external misalnya pohon-pohon, benang layang-layang dsb. Kegiatan yang perlu dilakukan dalam program triwulanan adalah:

- 1) Mengadakan inspeksi terhadap saluran udara harus mempunyai jarak aman yang sesuai dengan yang di ijinan (2 m).
- 2) Mengadakan evaluasi terhadap hasil inspeksi yang telah dilaksanakan dan segera mengadakan tindak lanjut.

c. Pemeliharaan Semesteran (6 bln).

Pemeliharaan semesteran atau enam bulanan adalah suatu kegiatan yang dilakukan dilapangan dengan maksud untuk mengetahui sendiri kemungkin keadaan beban jaringan dan tegangan pada ujung jaringan suatu penyulang TR (tegangan rendah). Dimana besarnya regulasi tegangan yang diijinkan oleh PLN pada saat ini adalah + 5% untuk sisi

pengirim dan – 10% untuk sisi penerima. Perbandingan beban untuk setiap fasanya pada setiap penyulang TR tidak kurang dari 90%; 100% dan 110%.

Hal ini untuk menjaga adanya kemencengan tegangan yang terlalu besar pada saat terjadi gangguan putus nya kawat netral (Nol) di jaringan TR. Kegiatan yang perlu dilakukan dalam pemeliharaan ini adalah:

- 1) Melakukan pengukuran (timbang) beban.
- 2) Melaksanakan pengukuran tegangan ujung jaringan.
- 3) Mengadakan evaluasi hasil pengukuran dan menindak lanjuti.
- 4) Memeriksa keadaan penghantar/kawat.
- 5) Membersihkan isolator.
- 6) Memeriksa kondisi tiang.

Contoh jadwal pemeliharaan Semesteran, dilaksanakan dalam keadaan beroperasi, bebas tegangan terlihat pada tabel 10.2.

Tabel 10.2. Jadwal Pemeliharaan Semesteran yang dilaksanakan dalam keadaan beroperasi bebas tegangan.

No	Komponen / Perawatan	Cara Pelaksanaan
1	Kawat Penghantar	1. Bebaskan kawat penghantar dari tegangan 2. Pasang peralatan grounding pada kawat tersebut 3. Periksa kondisi kawat 4. Bersihkan kawat dari benda asing 5. Pasang repair slove atau armorgrif apabila ada kawat yang rusak 6. Periksa andongan kawat 7. Periksa ikatan kawat pada isolator 8. Periksa klem sambungan baut bautnya 9. Periksa jarak aman dari penghantar sesuai aturan / ketentuan
2	Bocoran	1. Bersihkan dari debu dan kotoran yang menempel pada isolator 2. Periksa apakah ada yang cacat atau pecah 3. Lakukan penggantian untuk isolator yang rusak 4. Kencangkan baut baut penguatnya dsb

3	Tiang	1. Periksa posisi tiang 2. Untuk tiang besi bila catnya rusak di cat kembali 3. Ganti apabila tiang mulai keropos 4. Pasang schoor apabila posisi tiang miring akibat tarikan kawat dan sebagainya
---	-------	---

d. Pemeliharaan Tahunan.

Pemeliharaan tahunan merupakan suatu kegiatan yang dilaksanakan untuk mengadakan pemeriksaan dan perbaikan system peralatan. Kegiatan pemeliharaan tahunan biasanya dilaksanakan menurut tingkat prioritas tertentu. Pekerjaan perbaikan system peralatan yang sifatnya dapat menunjang operasi secara langsung atau pekerjaan-pekerjaan yang dapat mengurangi adanya gangguan operasi system perlu mendapat prioritas yang lebih tinggi. Pada prakteknya pemeliharaan tahunan dapat dilaksanakan dalam dua keadaan dibagi menjadi pemeliharaan tahunan keadaan bertegangan dan pemeliharaan tahunan keadaan bebas tegangan.

1) Pemeliharaan tahunan keadaan bertegangan.

Pekerjaan-pekerjaan yang perlu dilakukan untuk pemeliharaan tahunan keadaan bertegangan adalah mengadakan pemeriksaan secara visual (inspeksi) dengan maksud untuk menemukan hal-hal atau kelainan-kelainan yang dikawatirkan/dicurigai dapat menyebabkan gangguan pada operasi system, sebelum periode pemeliharaan tahunan berikutnya terselenggara. Pemeliharaan semacam ini pada pelaksanaannya menggunakan chek list untuk memudahkan para petugas memeriksa dan mendata hal-hal perlu diperhatikan dan dinilai.

Pemeliharaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) adalah peralatan/perlengkapan jaringan distribusi (TR/TM) yang dilaksanakan dimana obyeknya dalam keadaan aktif bekerja atau bertegangan. Contohnya, pemeriksaan rutin kondisi gardu yang sedang beroperasi dan pengukuran beban dan tegangan gardu. Ketentuan bekerja pada keadaan bertegangan:

- a) Petugas/pelaksana pekerjaan mempunyai kompetensi yang dibutuhkan.
- b) Memiliki surat ijin kerja dari yang berwenang.
- c) Dalam keadaan sehat, sadar, tidak mengantuk atau tidak dalam keadaan mabuk.
- d) Saat bekerja harus berdiri pada tempat atau mempergunakan perkakas yang berisolasi dan andal.
- e) Menggunakan perlengkapan badan yang sesuai dan diperiksa setiap dipakai sesuai petunjuk yang berlaku.
- f) Dilarang menyentuh perlengkapan listrik yang bertegangan dengan tangan telanjang.
- g) Keadaan cuaca tidak mendung/hujan.
- h) Dilarang bekerja di ruang dengan bahaya kebakaran/ledakan, lembab dan sangat panas.

Ketentuan bekerja di dekat instalasi bertegangan adalah sebagai berikut.

- a) Bila bekerja di dekat instalasi yang lebih tinggi dari pada tegangan perlengkapan yang dikerjakan, harus dipastikan bahwa perlengkapan tersebut bebas dari kebocoran isolasi atau imbas yang membahayakan dan sebaiknya dibumikan
- b) Dilarang menggunakan pengukur panjang, tali logam atau tali dengan anyaman benang logam
- c) Di dekat bagian bertegangan, dilarang menggunakan tangga kayu atau bambu yang diperkuat dengan batang logam yang memanjang searah dengan arus listrik
- d) Jika jarak aman tidak dapat dipenuhi, petugas harus menggunakan pengaman dari bahan isolasi

Tabel 10. 3 Saat Bekerja Pada Jarak Minimum Aman Kerja

Tegangan (Antara Fasa dan Bumi) (KV)	Jarak Minimum Aman Kerja (Cm)
1	50
12	60
20	75
70	100
150	125
220	160
500	300

2) Pemeliharaan Tahunan Keadaan Bebas Tegangan

Pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan tahunan pada keadaan bebas tegangan adalah pekerjaan-pekerjaan yang meliputi pemeriksaan, pembersihan, pengetesan, dan penggantian material bantu (*fuse link* dan sekring). Adapun bagian-bagian system yang perlu dilakukan pemeliharaan tahunan secara periodik diantaranya adalah:

- a) JTM dan peralatanya.
- b) Gardu distribusi dan PHB-TR.
- c) JTR dan peralatanya (bila ada).
- d) Sambungan rumah dan APP.

Pemeliharaan peralatan/perlengkapan jaring distribusi TM/TR yang dilaksanakan dimana obyeknya dalam keadaan tanpa tegangan atau pemadaman. Hal ini bukan berarti disekitar obyek pemeliharaan benar-benar sama sekali tidak bertegangan. Contohnya, pada waktu pemeliharaan PHB – TR pada gardu distribusi, maka pada sisi TM FCO atau kubikel dan trafo harus dipadamkan, tetapi pada keadaan tertentu tetap dioperasikan. Dengan demikian segi keamanan terhadap tegangan sentuh harus tetap diperhatikan.

Alasan dilaksanakan pemeliharaan dalam keadaan tanpa tegangan adalah; (1) Pemeliharaan dengan metoda PDKB memang belum dimungkinkan, (2) Instalasi dilengkapi dengan sistem cadangan

sehingga tidak mengganggu suplai tenaga listrik, (3) Jaringan yg akan dipelihara secara ekonomis tdk terlalu menguntungkan dan secara sosial tidak berdampak negatif, dan (4) SDM dan sarana yg diperlukan untuk pemeliharaan dg PDKB belum tersedia.

Keuntungan dan kerugian pemeliharaan tanpa tegangan adalah; (1) Terjadinya kecelakaan terhadap sentuhan tegangan listrik dapat dihindarkan, (2) Pekerjaan dimungkinkan dapat dilaksanakan dengan kondisi cuaca hujan, (3) Peralatan kerja, alat bantu kerja dan peralatan K3 harganya lebih murah, (4) Biaya pekerjaan pemeliharaan lebih murah. Kerugiannya adalah akibat pemadaman berarti energi tidak tersalurkan/terjual menjadi lebih besar sebanding dengan lamanya pekerjaan.

Ketentuan bekerja pada keadaan tidak bertegangan adalah; (1) pelaksanaan pekerjaan harus mempunyai kompetensi yang dibutuhkan, (2) perlengkapan listrik yang dipekerjakan harus bebas dari tegangan, (3) sarana pemutusan sirkit dipasang rambu peringatan, (4) melaksanakan pemeriksaan tegangan untuk memastikan keadaan bebas tegangan, (5) perlengkapan yang dikerjakan harus dibumikan secara baik, (6) petugas untuk pembebasan tegangan harus mempunyai surat tugas dari atasan yang berwenang, dan (7) mengunci peralatan yang mungkin dapat dimasukkan/dikeluarkan. bagian perlengkapan yang telah dibebaskan dari tegangan dan akan dibuang sisa muatan listriknya, harus diperiksa secara teliti.

e. Pemeliharaan Tiga Tahunan.

Pemeliharaan tiga tahunan merupakan program pemeliharaan sebagai tindak lanjut dari kegiatan pemeliharaan tahunan yang telah diselenggarakan. Kegiatan pemeliharaan tiga tahunan dilaksanakan dalam keadaan bebas tegangan dimana sifat pemeliharaannya baik teliti dan penyaluran, biasa sampai tahap bongkar pasang (over houl). Dengan keadaan ini, pelaksanaan pemeliharaan tiga tahunan

merupakan kegiatan pemeliharaan rutin yang termasuk pekerjaan pemeriksaan rutin sistematis.

4. Pemeliharaan Jaringan Tegangan Menengah (JTM).

Pemeliharaan JTM merupakan salah satu hal yang terpenting, karena JTM yang tidak memakai isolasi (selubung konduktor) atau yang sering disebut SUTM, sering mengalami pemadaman yang disebabkan oleh gangguan dari luar (external). Didalam operasi JTM bila sering terjadi pemadaman maka dapat mempengaruhi keandalan system jaringan TM atau disebut SAIDI dan SAIFI. Untuk meningkatkan keandalan tersebut maka diperlukan pemeliharaan yang baik dan benar.

Baik dalam perencanaan maupun dalam pelaksanaannya pemeliharaan jaringan tegangan menengah (JTM), pembagian jaringannya dilakukan per penyulang, hal ini dapat menguntungkan baik dalam perencanaannya maupun dalam pelaksanaannya. Untuk menentukan jumlah volume fisik JTM yang harus dipelihara dapat dilakukan sesuai tabel berikut. Apabila dalam suatu periode misalnya triwulan I dilaksanakan pemeriksaan rutin sejumlah 4 (empat) penyulang yaitu A, B, C dan D, secara menyeluruh jumlah volume fisiknya adalah 85 kMs, apabila periode berikutnya tri wulan III dilakukan pemeriksaan kembali (inspeksi) atau dilakukan pemeriksaan sistematis, jumlah volume fisiknya tidak diisikan kembali, sehingga tetap 85 kMs, karena pada tri wulan I sudah dicantumkan seluruhnya seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 10.5 Pemeliharaan Rutin Tahunan JTM

Periode Feeder	TRI- I	TRI- II	TRI-III	TRI-IV	TOTAL TAHUN ANGGARAN
A(35)	X	-	0	-	35
B(10)	0	-	0	-	10
C(15)	0	-	0	-	15
D(25)	0	-	X	-	25
K(30)	-	X	-	0	30
L(20)	-	0	-	0	20
M(10)	-	0	-	0	10
N(30)	-	0	-	X	30
Jumlah volume fisik	85	90	0	0	175
Jumlah biaya material /jasa (Rp)	A + B C + D = R	K + L M + N = S	A + B C + D = T	K + L M + N = U	R + S + T + U

Keterangan

0 = Dilakukan pemeriksaan rutin.

X = Dilakukan pemeriksaan sistematis.

Tabel 10.5 Hubungan Antara Jumlah, Volume Fisik
Beserta Biaya Pemeliharaan Rutin JTM

Periode Gardu (BH)	TRI-I	TRI-II	TRI-III	TRI-IV	Total 1tahun anggaran (BH)
A1	0	-	-	-	35
A2	-	0	-	-	10
B1	-	-	0	-	15
B2	-	-	-	0	25
B3	X	-	-	-	30
C1	-	X	-	-	20
C2	-	-	X	-	10
D1	-	-	-	X	30
Jumlah Volume, fisik (bh)	2	2	2	2	8
Jumlah bi aya & atau Jasa (Rp)	$A1 + B3 = R$	$A2 + C1 = S$	$B1 + C2 = T$	$B2 + D1 = U$	$R + S + T + U$
Jumlah Biaya (Mat & Jasa)Rp	$A1 + B3 = R$	$A2 + C1 = S$	$B1 + C2 = T$	$B2 + D1 = U$	$R + S + T + U$

Keterangan

0 = Dilakukan pemeriksaan rutin.

X = Dilakukan pemeriksaan sistematis.

5. Pemeliharaan Saluran Udara

Secara umum gangguan distribusi banyak disebabkan oleh terjadinya gangguan pada saluran udara dengan penghantar tanpa isolasi. baik gangguan yang sifatnya temporer maupun permanen. Gangguan oleh faktor luar instalasi listriknya antara lain; a) Karena adanya pohon yang jarak amannya sudah tidak memenuhi yang dipersyaratkan, sehingga adanya angin menyebabkan hubung singkat antar penghantar dan b) Gangguan petir baik sambaran langsung maupun tak langsung.

Gangguan oleh faktor instalasi listriknya atau konstruksinya antara lain:

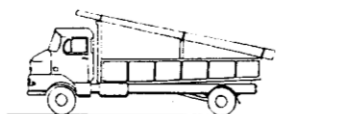
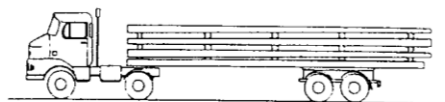
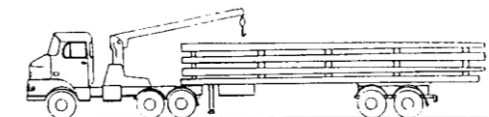
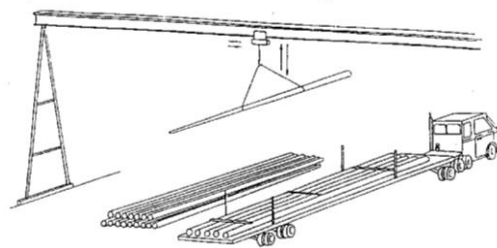
- Tiang listrik miring, bengkok atau patah.
- Isolator retak, pecah.
- Klem isolator tarik lepas, rusak.

- d. Pengikat kawat pada isolator lepas, rusak.
- e. Kawat putus, andongan rendah.
- f. Travers miring.
- g. Pole bracket lepas.

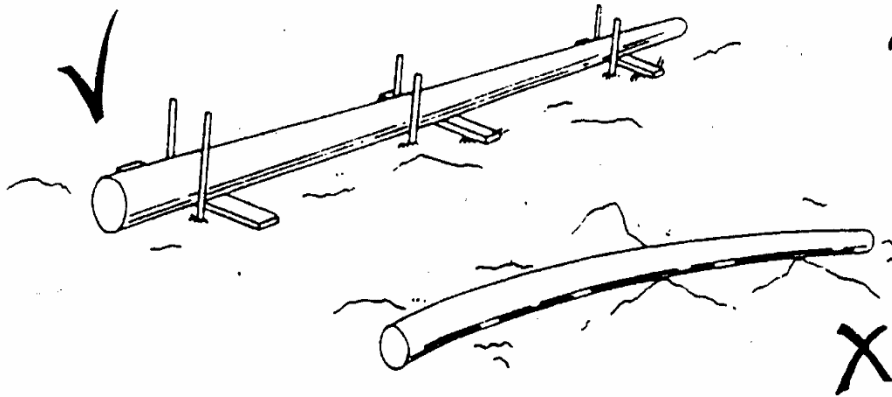
6. Pemeliharaan Tiang

a. Alasan pemeliharaan:

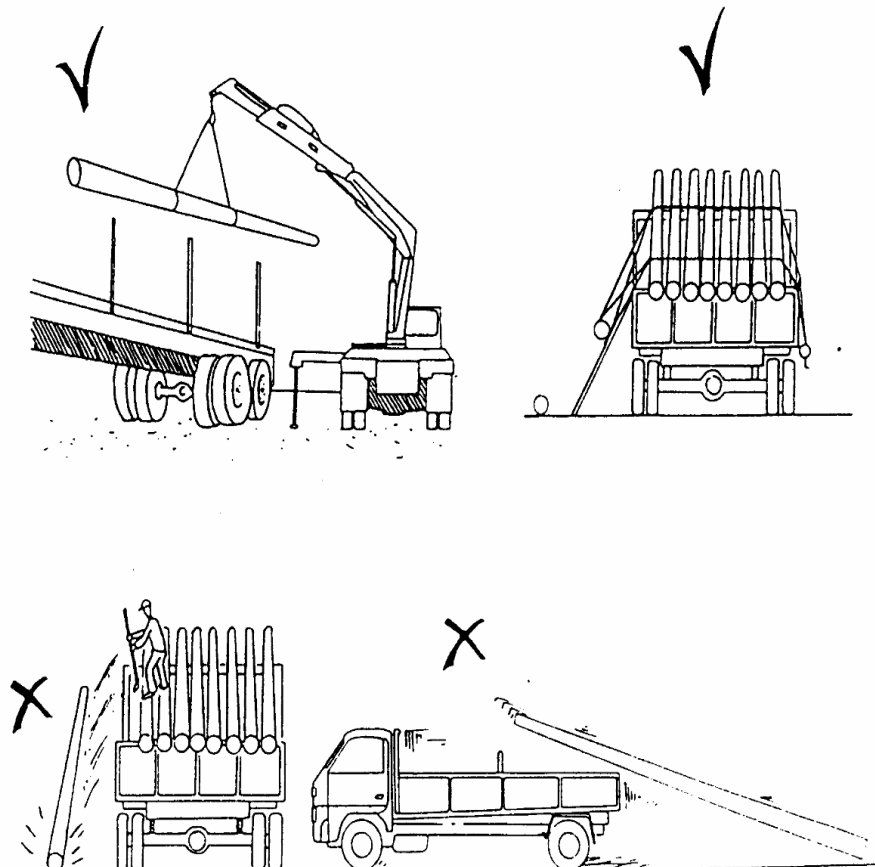
- 1) Pemeliharaan rutin / preventif
- 2) Keropos (tiang besi) dan perlu diganti
- 3) Berkarat, perlu dicat ulang
- 4) Pecah (tiang beton) dan harus diganti
- 5) Bengkok, perlu diganti
- 6) Roboh, perlu diganti
- 7) Digeser / dipindahkan



Gambar 10.1 Cara pengangkatan dan pengangkutan tiang



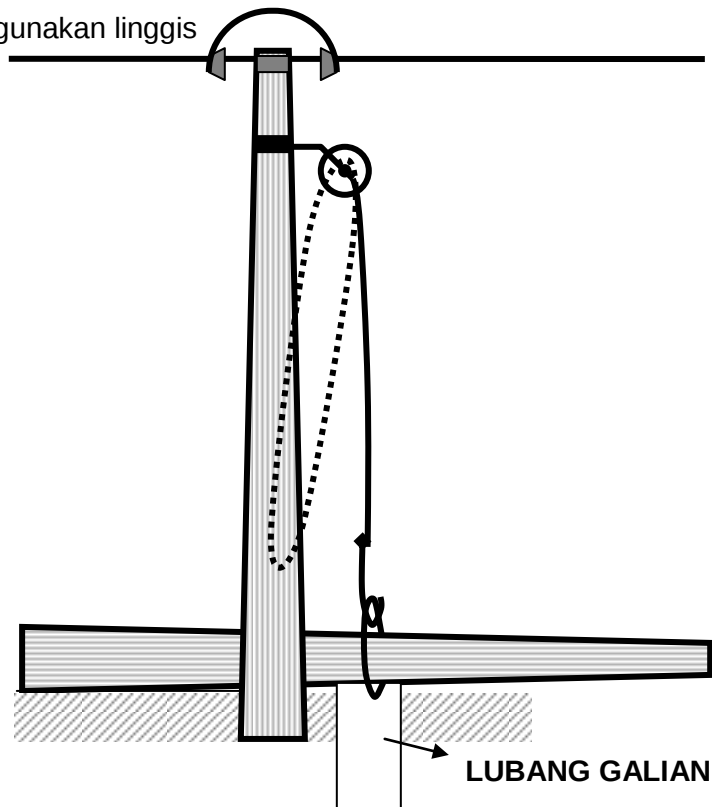
Gambar 10.2 Cara Peletakan Tiang



Gambar 10.3 Cara Peletakan dan Pemindahan Tiang

7. Cara penggantian tiang.

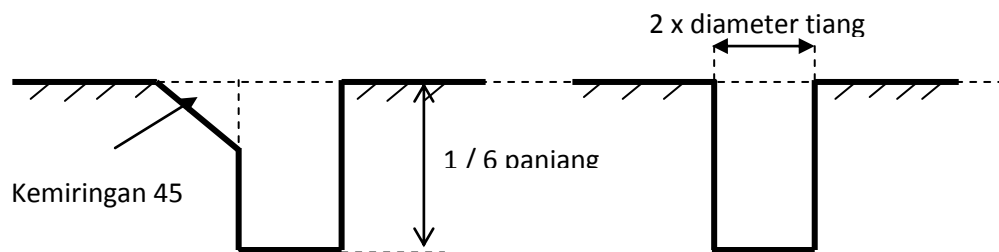
- a. Gunakan perkakas kerja dan peralatan K3 sesuai kebutuhan.
- b. Bila kondisi di tempat kerja aman, listrik jangan dipadamkan.
- c. Kerjakan dulu penggalian lubang tiang sebelum pemadaman 1/ 6 dari panjang tiang
- d. Bila kondisi tiang yang lama masih kuat dapat digunakan sebagai tempat roll / pully untuk mengangkat tiang
- e. Ikat tiang pada titik beratnya
- f. Angkat tiang dengan menggunakan pully
- g. Bila posisi bagian bawah tiang sudah menggantung di atas lubang galian, masukkan tiang kedalam lubang tersebut
- h. Kuatkan posisi tiang pada keadaan tegak lurus, gunakan batu-batu kecil dan tanah untuk menguatkannya serta dipadatkan dengan menggunakan linggis



Gambar 10.4 Cara Penggantian Tiang

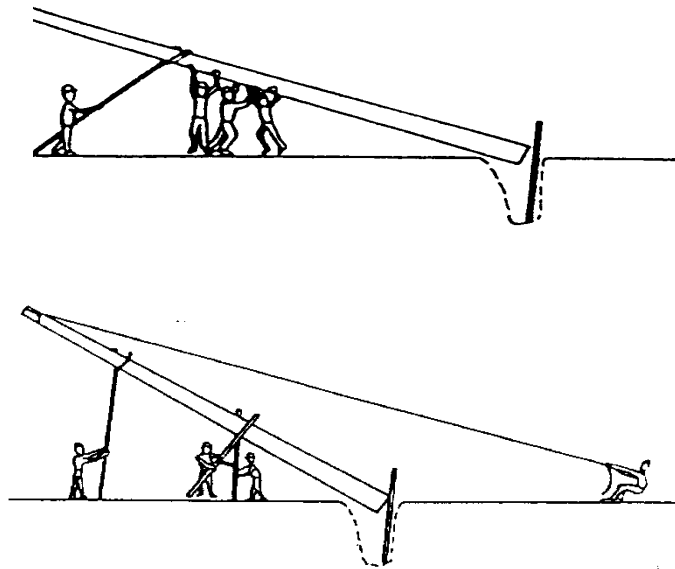
8. Cara mendirikan tiang baru

- a. Gunakan perkakas kerja dan peralatan K3 sesuai kebutuhan.
- b. Bila kondisi di tempat kerja aman, listrik jangan dipadamkan.
- c. Gali lubang sedalam $1/6$ panjang tiang dengan diameter 2 kali diameter bagian bawah tiang.

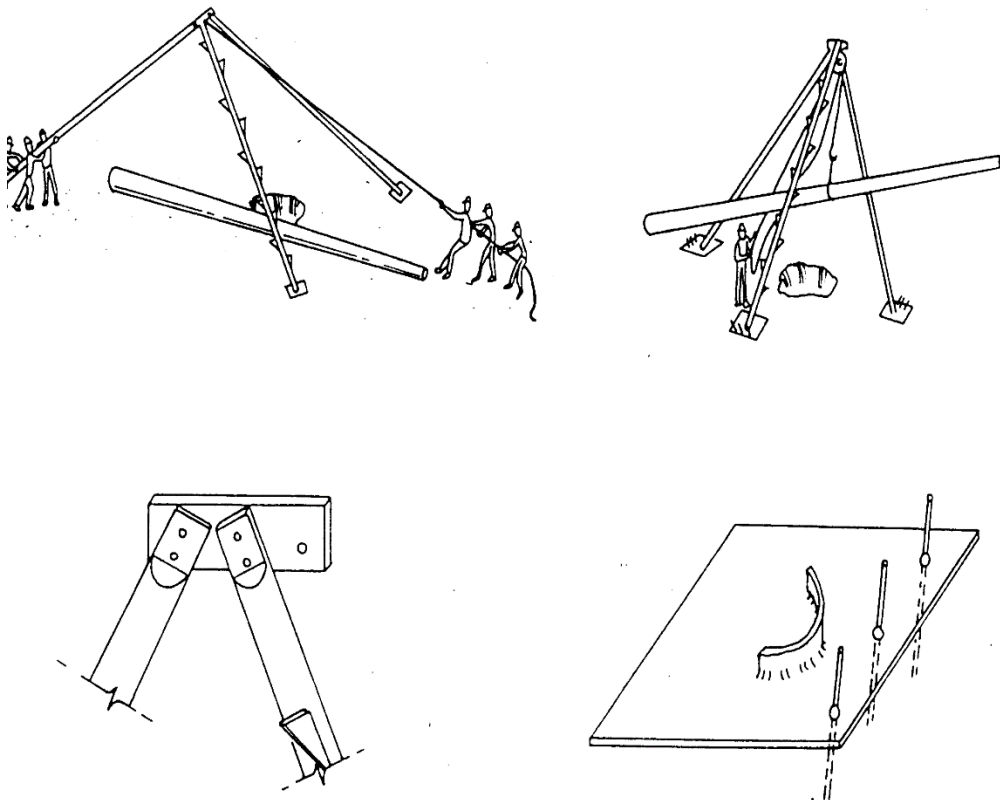


Gambar 10.5 Cara Mendirikan Tiang

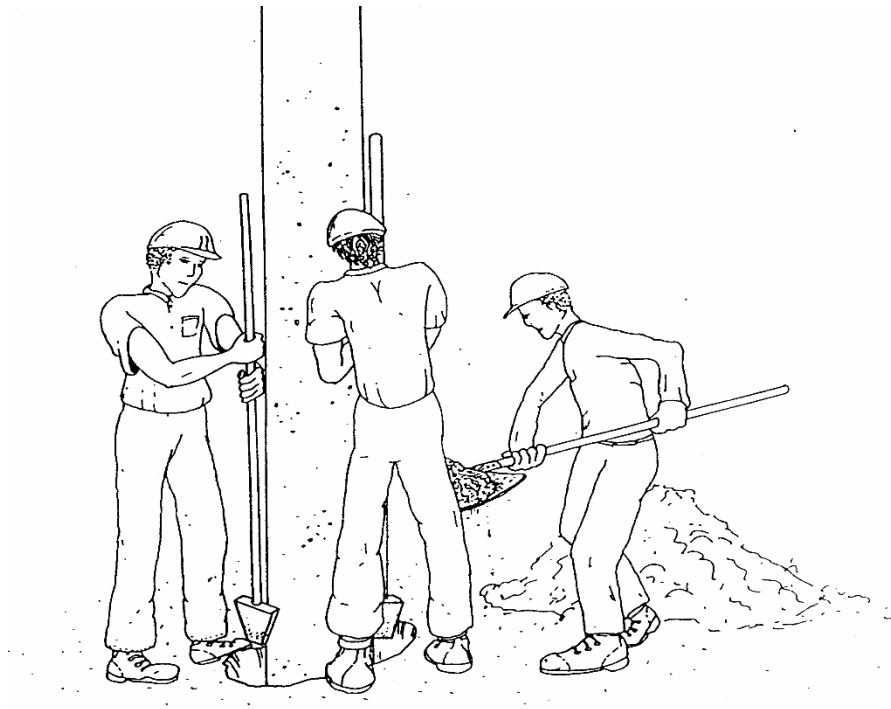
- d. Letakkan tiang dekat lubang; 1) Tiang besi : bagian bawah tiang didekatkan di dekat lubang / mulut lubang yang dipotong miring 45° , dan 2) Tiang beton : posisi titik berat tiang didekat lubang.
- e. Ikat ujung tiang dengan tambang.
- f. Angkat tiang dan tanam pada lubangnya Tiang besi: mengangkatnya mulai dari ujung tiang oleh beberapa orang dan dibantu dengan alat penyangga dari kayu / besi, pangkal tiang langsung dimasukkan ke dalam lubang. Dorong terus dengan tenaga orang menggunakan alat penyangga dan tambang hingga posisi tiang berdiri tegak-lurus.
- g. Tiang beton : mengangkatnya menggunakan pully yang diikatkatkan pada Tripod atau sebatang bambu yang diatahn oleh beberapa tambang Masukkan pangkal tiang bila posisinya sudah menggantung di atas lubang, Perlahan-lahan turunkan sampai posisi tiang berdiri tegak-lurus dengan pengaturan menggunakan tambang.
- h. Kuatkan posisi tiang dengan memasukkan batu-batu kecil dan tanah kemudian padatkan dengan menggunakan linggis.



Gambar 10.6 Cara Mendirikan Tiang Dengan Tenaga Orang



Gambar 10.7 Mendirikan tiang dengan menggunakan tiang kaki tiga (Tripod)



Gambar 10.8 Memadatkan pondasi tiang

9. Pemeliharaan isolator (pin maupun strain / suspension)

Alasan pemeliharaan adalah Isolator kotor oleh debu, Isolator retak/pecah, dan Isolator tembus (isolasinya rusak). Cara pemeliharaan isolator strain/suspension.

- a. Gunakan perkakas kerja sesuai kebutuhan.
- b. Gunakan peralatan K3 sesuai kebutuhan
- c. Padamkan listrik, yakinkan bahwa tegangan sudah tidak ada
- d. Pasang ground lokal pada ketiga kawat fasa.
- e. Tahan kawat dengan menggunakan tarikan takel dan camlong , sampai posisi isolator kendur
- f. Lepas isolator dari travers dan turunkan.
- g. Angkat isolator pengganti dan pasang pada travers.
- h. Pasang kembali kawat pada isolator
- i. Kendorkan tarikan takel sampai takel bebas untuk dilepas lagi
- j. Lepaskan kembali ground lokal

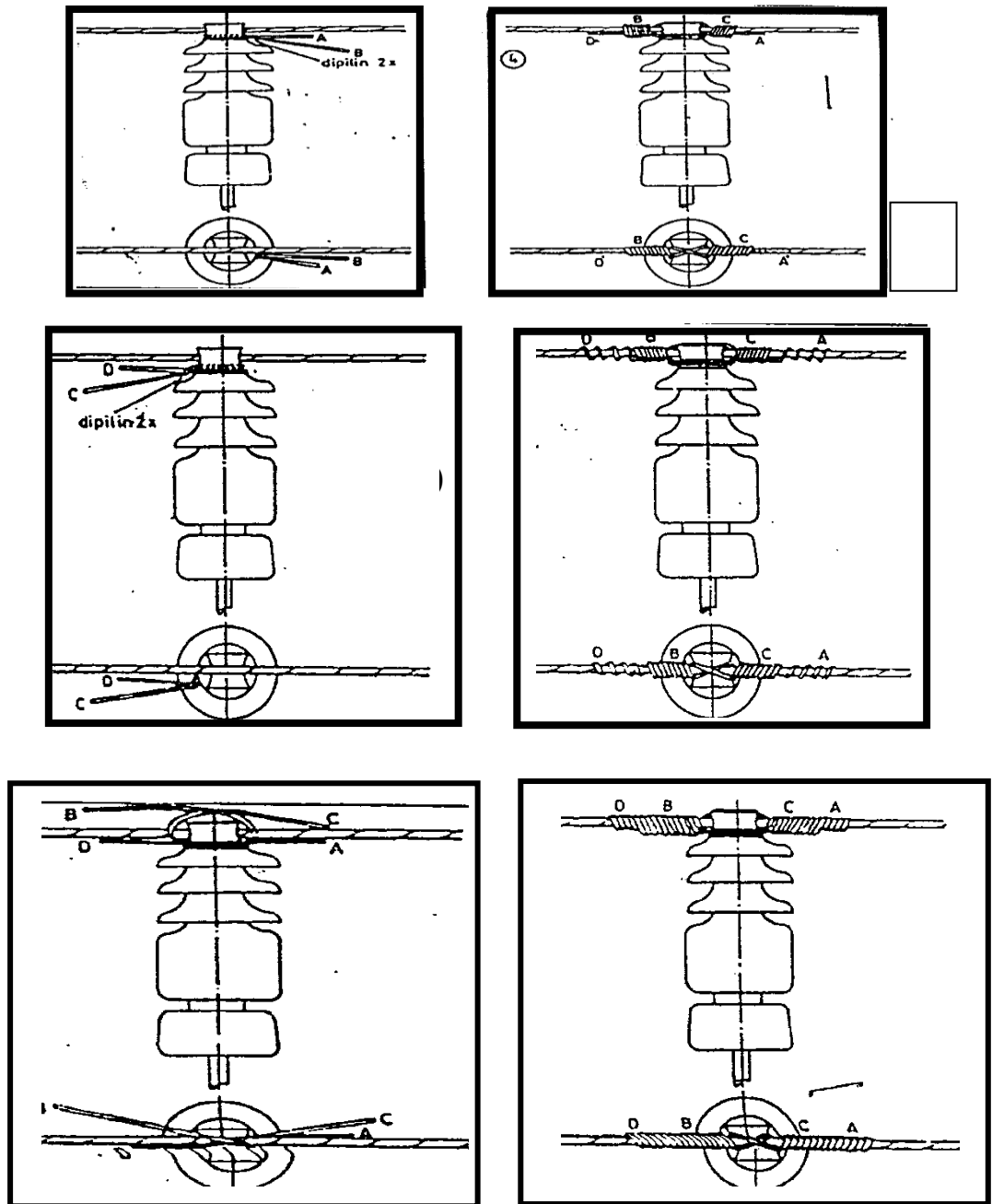
Cara pemeliharaan isolator pin.

- a. Gunakan perkakas kerja sesuai kebutuhan.
- b. Gunakan peralatan K3 sesuai kebutuhan
- c. Padamkan listrik, yakinkan bahwa tegangan sudah tidak ada
- d. Pasang ground lokal pada ketiga kawat fasa.
- e. Buka pengikat kawat pada isolator
- f. Lepaskan kawat dari isolator dan taruh pada travers
- g. Lepas isolator dari travers dan turunkan.
- h. Angkat isolator pengganti dan pasang pada travers.
- i. Pasang kembali kawat pada isolator pasang pengikatnya
- j. Lepaskan kembali ground lokal

10. Pemeliharaan kawat pengikat pada isolator tumpu.

Alasan pemeliharaan adalah Pengikat diganti / diperbaiki, Ikatan ke isolator (top / side ties) lepas, dan Kawat pengikatnya putus. Cara penggantian kawat pengikat menggunakan binding wire.

- a. Gunakan perkakas kerja sesuai kebutuhan.
- b. Gunakan peralatan K3 sesuai kebutuhan .
- c. Padamkan listrik, yakinkan bahwa tegangan sudah tidak ada.
- d. Pasang ground lokal pada ketiga kawat fasa..
- e. Buka binding wire.
- f. Letakkan kawat pada isolator.
- g. Pasang binding wire
- h. Lepaskan kembali ground lokal



Gambar 10. 9 a.b.c Cara Penggantian Kawat Pengikat

11. Pemeliharaan/penggantian kawat .

Alasan pemeliharaan adalah Lendutan/ andongan/saging kawat melebihi batas maksimalnya, Kawat diganti, dan Kawat putus.

- a. Andongan. Jarak antara posisi terendah dari kawat yang terbentang dengan posisi dimana kawat tersebut ditopang/disangga, digantungkan oleh tiang. Dipengaruhi oleh bahan kawat, ukuran kawat, suhu sekitar., lebar gawang.
- b. Kuat tarik kawat. Tarikan pada kawat yang diijinkan antara 10 s/d 60% dari ultimate tensile strength. Kuat tarik pada kawat jangan melebihi beban kerja tiang. Kuat tarik pada saat penarikan kawat dipengaruhi oleh : bahan kawat, ukuran kawat, suhu sekitardan lebar gawang. Kuat tarik pada kawat dapat diukur dengan menggunakan dinamometer.
- c. Lebar gawang. Jarak antara tiang ke tiang untuk lebar gawang yang tidak sama pada satu seksi, maka nilai lebar gawang ekivalennya adalah:

$$L.EKV = \sqrt{\frac{L1^3 + L2^3 + L3^3 + L4^3 +LN^3}{L1 + L2 + L3 + L4 +LN}}$$

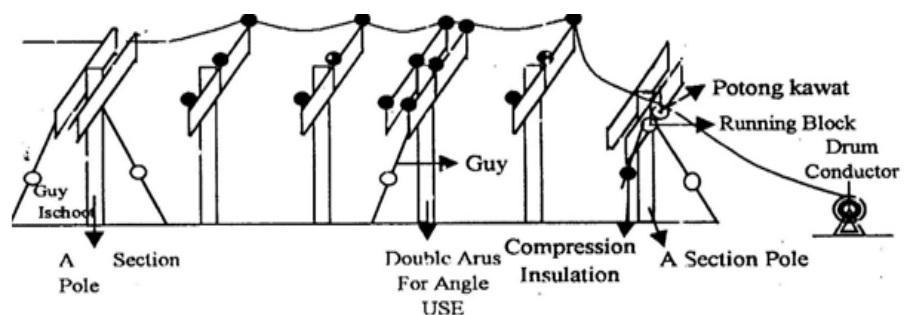
- d. Jarak aman. Jarak minimum yang diperbolehkan antara jaring bertegangan dengan jaring lain atau benda lain sesuai Tabel 10.6.

Tabel 10.6 Jarak Aman Untuk Saluran Udara Tegangan Menengah Dan Tegangan Rendah Minimum Dalam Satuan Meter

NO	RUANG BEBAS UDARA	400 V	20 K V
1	Hantaran udara menyeberang jalan ka	8,23	8,54
2	Hantaran udara menyeberang jalan raya	5,48	6,09
3	Hantaran udara ketanah (lapangan)	4,56	6,09
4	Hantaran udara ujung pohon	1	2,5
5	Hantaran udara sepanjang jalan raya	4,56	6,09
6	Hantaran udara sepanjang jalan kota	5,48	6,09
7	Hantaran udara ke kawat telepon	1,20	1,80
8	Hantaran ke kabel	0,60	1,20
9	Hantaran ke jtr (sutr)	0,60	1,20
10	Hantaran ke sekur	0,60	1,20

e. Cara penggelaran dan penarikan kawat (stringing)

- 1) Gunakan perkakas kerja dan peralatan K3 sesuai kebutuhan.
- 2) Tiang sudah terpasang kuat.
- 3) Traverse sudah terpasang kuat.
- 4) Isolator terpasang pada travers.
- 5) Semua tiang (tiang terminal, sudut dan afspannya) harus memakai schoor sebelum menggela
- 6) Minimal 2 arm rollers pada tiang-tiang pada waktu penggelaran penarikan.
- 7) Pada waktu menggela diharuskan agar kawat ditarik dari bagian tengah tiang afspan.
- 8) Agar posisi traverse tidak mudah berubah sehingga kawat hanya dipotong menurut panjang yang diperlukan.
- 9) Penarikan kedua kawat pinggir harus dilaksanakan bersama dan balance running blocks atau rollers selalu dipakai sampai pada waktu kawat-kawat diberi tensi dan lendutan tertent
- 10) Harus menyediakan tenaga yang cukup untuk kontrol kecepatan putar dari drum kabel



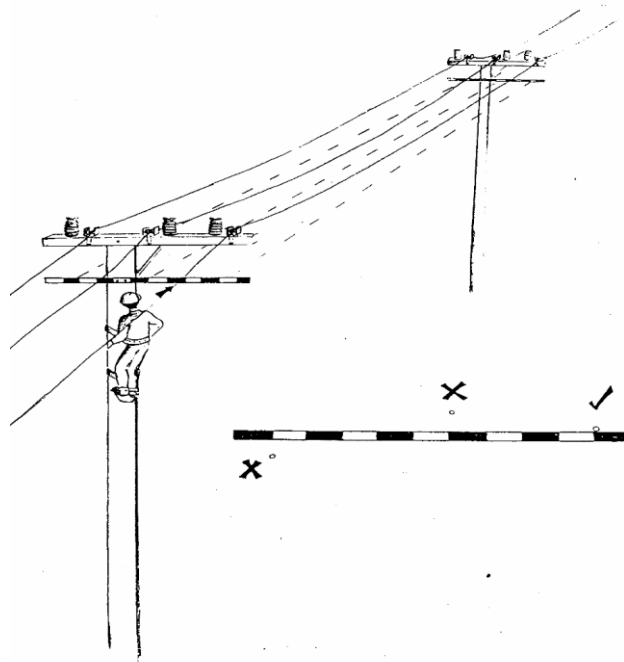
Gambar 10. 10 Cara Penggelaran dan Penarikan Kawat (Stringing)

f. Penegangan kawat (Saging)

Pada pekerjaan penegangan kawat sampai dengan pengaturan lendutan dan jarak aman yang ditentukan harus didasarkan pada; 1) Kawat yang digunakan: bahannya, penampangnya, modulus kenyalnya, kuat tariknya dan koefisien muai panjangnya, 2) Jarak rentangan, 3) Suhu keliling saat penegangan, 4) Tekanan angin saat penegangan.

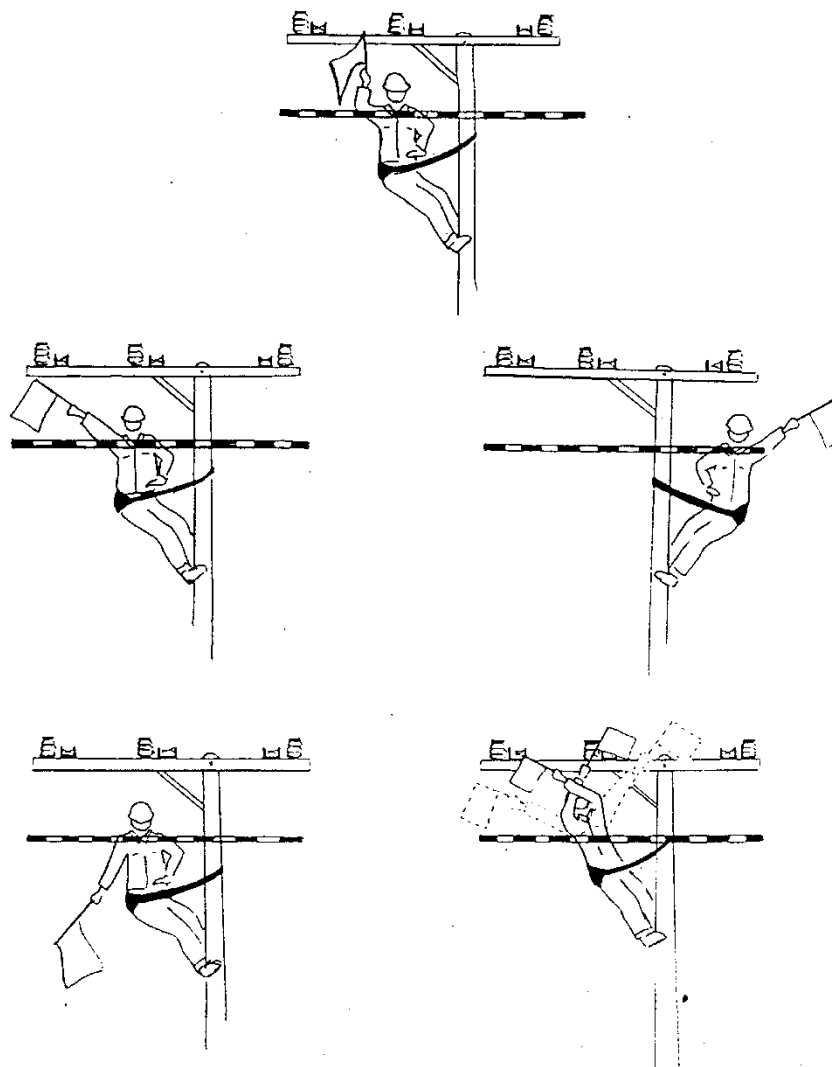
g. Cara penegangan.

- 1) Mula-mula 2 (dua) penghantar bagian luar atau bila memungkinkan semua penghantar ditarik bersama-sama supaya seimbang dengan menggunakan takel oleh seorang petugas yang berada pada salah satu ujung kawat.
- 2) Seorang petugas memeriksa lendutan dengan menggunakan papan bidik.



Gambar 10. 11 Pemeriksa Lendutan Dengan Menggunakan Papan Bidik

- 3) Petugas pemeriksa lendutan memberikan kode kepada petugas penegangan dengan menggunakan bendera.



Gambar 10.12 Pemberian Kode Kepada Petugas Penegangan Dengan Menggunakan Bendera

- 4) Cara lain untuk mengukur besarnya lendutan dapat dilakukan dengan cara mengukur besarnya gaya tarik pada waktu penegangan dengan menggunakan Dinamo-meter yang dilakukan oleh petugas pengangan.

h. Pemeliharaan/Penggantian Kabel Saluran Udara

Konstruksi SKUTR pada umumnya dapat berupa konstruksi yang tersendiri (khusus) atau konstruksi di bawah SUTM yang disebut dengan under-built. Pemeliharaannya dapat disebabkan kerusakan konstruksi ataupun pemeliharaan secara rutin. Alasan Pemeliharaan/perbaikan; 1) Kabel rusak / putus, 2) Kabel diganti, 3) Andongan rendah karena tiang miring, 4) Bracket patah, 5) Bracket lepas, dan 6) Klem penjepit kabel rusak. Penggantian kabel mengikuti langkah.

- 1) Kabel bekas harus dilepaskan.
- 2) Bracket sudah terpasang kuat pada tiang.
- 3) Penjepit kabel digantungkan pada bracket.
- 4) Setiap bracket dipasang roll (pully).
- 5) Kabel digelar dari haspel ke tiang-tiang dengan menggunakan kabel pilot atau tambang sutra.
- 6) Ujung kabel diikatkan pada penjepit kabel konstruksi tarik (train-clamp).
- 7) Pangkal kabel pada awal tarikan kabel dipotong kurang-lebih 1 (satu) meter lebih dari rol tiang awal tarikan.
- 8) Kabel netral ditegangkan dengan menggunakan takel pada tiang awal tarikan.
- 9) Lendutan diukur berdasarkan Tabel lendutan (saging), Tabel gaya tarik (horizontal pull), dan setelah lendutan terpenuhi, ikat kabel pada strain-clamp tiang awal tarikan.
- 10) Ikat kabel pada setiap tiang dengan penjepitnya (klem jepi jenis gantung = suspension clamp)
- 11) Ikat kabel dengan pengikatnya bila pilinan mekar.

i. Perbaikan Pada Travers Yang Miring

1) Cara pemeliharaan.

- a) Gunakan perkakas kerja sesuai kebutuhan.
- b) Gunakan peralatan K3 sesuai kebutuhan
- c) Padamkan listrik, yakinkan bahwa tegangan sudah tidak ada
- d) Pasang ground lokal pada ketiga kawat fasa..
- e) Bebaskan bebanisolator dari kawat dengan cara membuka kawat dari isolator
- f) Ikat ketiga kawat dengan tambang dan tarik kawat dan ikatkatkan tambang pada tiang
- g) Kendorkan baut pengikat klem travers
- h) Luruskan posisi travers dan kencangkan baut pengikatnya
- i) Pasang kembali kawat pada isolator.
- j) Pasang binding wire
- k) Lepaskan kembali ground lokal

2) Pelaporan Pada Pekerjaan Pemeliharaan.

Setiap kegiatan dan kejadian dalam pemeliharaan jaringan harus selalu dibuatkan laporannya. Fungsi laporan diharapkan dapat membantu manajemen dalam:

- a) Menilai unjuk kerja jaringan, ranting / rayon dst.
- b) Mengetahui kondisi jaringan / gardu.
- c) Menentukan tindakan untuk memperbaiki kualitas dan keandalan jaringan.
- d) Memperkirakan kebutuhan material dan biaya pemeliharaan.

Kejadian yang perlu dilaporkan dalam pemeliharaan jaringan terdiri dari:

- a) Pemadaman karena gangguan atau direncanakan, jumlah pelanggan yang padam, sebab pemadaman, Kwh yang tak tersalurkan, pemakaian material untuk mengatasi gangguan.
- b) Prosedur pengamanan dalam pekerjaan pada instalasi tegangan tinggi.

- c) Pelaksanaan dan penyelesaian pekerjaan pemeliharaan.
- d) Pengoperasian kembali.

D. Aktivitas Pembelajaran

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

1. Kegiatan Pendahuluan

- a. Menyiapkan Anda 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 Anda untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis Anda.

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

a. Eksplorasi

- 1) melibatkan Anda 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 antarAnda serta antara Anda dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) melibatkan Anda secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan

- 5) memfasilitasi Anda melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

- 1) membiasakan Anda membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) memfasilitasi Anda 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 Anda dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
- 5) memfasilitasi Anda berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
- 6) memfasilitasi Anda membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
- 7) memfasilitasi Anda untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
- 8) memfasilitasi Anda melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
- 9) memfasilitasi Anda 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 Anda didik;
- 2) memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi Anda didik melalui berbagai sumber;
- 3) memfasilitasi Anda melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) memfasilitasi Anda untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
 - a) berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan Anda yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
 - b) membantu menyelesaikan masalah;

- c) memberi acuan agar Anda didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;
- d) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
- e) memberikan motivasi kepada Anda yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

3. Kegiatan Penutup

- a Bersama-sama dengan Anda 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 Anda; dan menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Jelaskan maksud pelaksanaan pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik

F. Rangkuman

Pelaksanaan pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik terdiri dari:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif jaringan distribusi sistem tenaga listrik.

5. Melaksanakan pemeliharaan khusus jaringan distribusi sistem tenaga listrik.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

Pelaksanaan pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik dengan tepat dan benar.

Tindak Lanjut :

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

H. Kunci Jawaban

Pelaksanaan pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik adalah:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
5. Melaksanakan pemeliharaan khusus jaringan distribusi sistem tenaga listrik.

Kegiatan Pembelajaran 11

MEMELIHARA GARDU INDUK SISTEM TENAGA LISTRIK

A. Tujuan

Setelah mengikuti diklat pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik Anda mampu:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik.
2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin Gardu Induk sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif Gardu Induk sistem tenaga listrik.
5. Melaksanakan pemeliharaan khusus Gardu Induk sistem tenaga listrik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mampu memelihara gardu induk sistem tenaga listrik.

C. Uraian Materi

Gardu Induk merupakan simpul didalam sistem tenaga listrik, yang terdiri dari susunan dan rangkaian sejumlah perlengkapan yang dipasang menempati suatu lokasi tertentu untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik, menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai dengan tingkat tegangan kerjanya, tempat melakukan kerja switching rangkaian suatu sistem tenaga listrik dan untuk menunjang keandalan sistem tenaga listrik terkait.

Gardu Induk adalah suatu instalasi listrik mulai dari TET (Tegangan Ekstra Tinggi), TT (Tegangan Tinggi) dan TM (Tegangan Menengah) yang terdiri dari bangunan dan peralatan listrik. Fungsi Gardu Induk adalah untuk menyalurkan tenaga listrik (kVA, MVA) sesuai dengan kebutuhan pada tegangan tertentu. Daya listrik dapat berasal dari Pembangkit atau dari gardu induk lain.

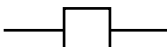
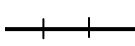
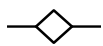
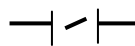
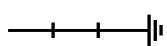
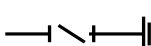
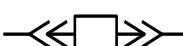
1. Jenis Gardu Induk

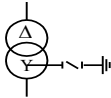
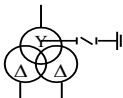
- a. Menurut pelayanannya. Gardu induk menurut layanannya dapat diklasifikasikan menjadi.
 - 1) Gardu Transmisi, yaitu gardu induk yang melayani untuk TET dan TT.
 - 2) Gardu Distribusi, yaitu gardu induk yang melayani untuk TM.
- b. Menurut Penempatannya.
 - 1) Gardu induk pasangan dalam (Indoor Substation)
 - 2) Gardu induk pasangan luar (Outdoor Substation)
 - 3) Gardu induk sebagian pasangan luar (Combine Outdoor Substation)
 - 4) Gardu induk pasangan bawah tanah (Underground Substation)
 - 5) Gardu induk pasangan sebagian bawah tanah (Semi Underground Substation)
 - 6) Gardu induk mobi (Mobile Substation)
- c. Menurut isolasinya
 - 1) Gardu induk yang menggunakan udara guna mengisolir bagian-bagian yang bertegangan dan bagian bertegangan lainnya dan dengan bagian yang tidak bertegangan/tanah.
 - 2) Gardu induk yang menggunakan gas guna mengisolir bagian-bagian yang bertegangan dan bagian bertegangan lainnya dan dengan bagian yang tidak bertegangan/tanah. Isolasi gas yang digunakan adalah gas SF₆ pada tekanan tertentu.
- d. Menurut rel
 - 1) Gardu induk dengan satu rel (single busbar)
 - 2) Gardu induk dengan dua rel (double busbar)
 - 3) Gardu induk dengan dua rel sistem 1,5 PMT (one and half circuit breaker)

Diagram satu garis adalah suatu diagram listrik pada gardu induk yang berisi penjelasan secara umum tentang letak, jenis peralatan gardu induk seperti rel (busbar), pemisah (PMS), pemutus (PMT), PMS tanah, Trafo arus (CT), trafo tegangan (PT), Lightning Arrester (LA), trafo tenaga dan lain-lain. Warna garis pada single line diagram menunjukkan level

tegangan yang digunakan, dan untuk keseragaman penggunaan warna maka dibuat suatu aturan yang dimuat dalam aturan jaringan (*grid code*). Begitu juga dengan simbol dan status dari peralatan untuk keseragaman penggunaan dibuat dalam suatu aturan seperti pada Tabel 11.1 sebagai berikut:

Tabel 11.1. Simbol dan Status Peralatan mengacu pada Grid Code P3B

Item	Simbol	Keterangan
PMT tertutup		Berwarna penuh sesuai warna Rel
PMT terbuka		Kosong, tidak berwarna
PMS tertutup	 	Berwarna penuh sesuai warna Rel Dalam <i>single line diagram</i>
PMS terbuka	 	Blank, tidak berwarna Dalam <i>single line diagram</i>
PMS-tanah tertutup		Berwarna sesuai warna rel
PMS-tanah terbuka		Berwarna sesuai warna rel
PMT racked in		Berwarna penuh sesuai warna rel
PMT racked out		<i>Blank</i> , tidak berwarna
Generator		

Trafo 2 belitan		Berwarna sesuai warna rel
Trafo 3 belitan		Berwarna sesuai warna rel
Reaktor		Berwarna sesuai warna rel
Kapasitor		Berwarna sesuai warna rel
Status tegangan "on"		Putih
Status tegangan "off"		Tidak berwarna, <i>blank</i>

2. Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus Tenaga (PMT) atau CB (*Circuit Breaker*) adalah salah satu peralatan yang terpasang di Gardu Induk, berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan arus beban dan arus gangguan sesuai dengan ratingnya. Kecepatan untuk melepas maupun menghubungkan beban dengan sumber tergantung dari kecepatan PMT tersebut. Waktu antara tripping coil mulai dienergized sampai kontak CB bergerak disebut waktu buka (*Opening time*). Waktu antara kontak CB bergerak sampai busur api padam disebut waktu busur api (*Arcing time*). Jumlah waktu dari *tripping coil* mulai *dienergized* sampai sampai busur api padam disebut total waktu buka (*Total break time*).

Pada waktu menghubungkan atau pemutusan arus beban dan arus gangguan akan terjadi 'Tegangan *Recovery*' yaitu suatu fenomena tegangan lebih dan busur api yang terjadi saat pemutusan arus beban atau arus gangguan yang disebabkan oleh nilai *Power Factor* dari arus beban atau gangguan tersebut. Hal ini sangat mempengaruhi kemampuan meng "*clear*" kan dengan baik dari *Circuit Breaker*.

Tabel 11.2. Uraian Kegiatan Pemeliharaan PMT

9	Pemeriksaan indikator On / Off PMT dan posisi poros transmisi penggerak.	○				○								ON	TRAGI	Visual.
10	Pemeriksaan grounding.	○				○								ON	TRAGI	Visual.
11	Monitor penunjukkan counter PMT.	○				○								ON	TRAGI	Visual.
12	Pemeriksaan box kontrol terhadap kotoran atau binatang serta kemungkinan air hujan masuk.	○				○								ON	TRAGI	Visual.
13	Pemeriksaan debu pada bushing dan bodi PMT.	○					○							ON	TRAGI	Visual.
14	Pengukuran hot spot dengan Thermovision.	○						○						ON	UPT	Infrared Thermovision
15	Pengukuran tahanan pentanahan.	○							○					Off	UPT	Megger Pentanahan.
16	Pemeriksaan alat pernafasan dan ventilasi.	○							○					Off	UPT	Visual, Kunci-Kunci.
17	Pemeriksaan Box Kontrol dan pengencangan baut terminal wiring.	○							○					Off	UPT	Visual, Kunci-Kunci.
18	Pemeriksaan dielektrik minyak.	○							○					Off	UPT	Alat Uji Tegangan Tembus
19	Pembersihan isolator bushing, bodi dan mekanis penggerak.	○							○					Off	UPT	Kain Majun.
20	Pemeriksaan kekencangan baut terminal utama, bodi dan pentanahan serta baut-baut wiring pada boks kontrol.	○							○					Off	UPT	Obeng-Obeng, Kunci.
21	Pemeriksaan mekanis penggerak dan pemberian vet pada roda gigi, pegas transmisi gerak dan pengencangan baut-baut.	○							○					Off	UPT	Kunci-Kunci, Spesial Tools.
22	Pengukuran Partial Discharge.	○							○					ON	UPT	Partial Discharge.
23	Pengukuran tahanan kontak utama PMT.	○	●						○				●	Off	UPT	Micro Ohm meter.
24	Pemeriksaan keserempakan waktu (ON dan OFF) PMT.	○	●						○				●	Off	UPT	Breaker Analyzer.
25	Pemeriksaan keretakan dan kemiringan pondasi.	○	●						○				●	ON	UPT	Water pass, Theodolite,

No.	Kegiatan	Jenis pemeliharaan			Periode pemeliharaan							Dilaksanakan		Peralatan Kerja		
		Preventive	Corrective	Detective	Harian	Mingguan	Bulanan	Triwulan	Semester	Tahunan	5 tahunan	10 tahunan	Bila diperlukan		Kondisi Peralatan	Pelaksana
15	Pengukuran tahanan pentanahan.	○								○				Off	UPT	Megger Penta-nahan.
16	Pemeriksaan alat perna-fasan dan ventilasi.	○								○				Off	UPT	Visual, Kunci-Kunci.
17	Pemeriksaan Box Kontrol dan pengencangan baut terminal wiring.	○								○				Off	UPT	Visual, Kunci-Kunci.
18	Pemeriksaan dielektrik minyak.	○								○				Off	UPT	Alat Uji Tegangan Tembus
19	Pembersihan isolator bushing, bodi dan mekanis penggerak.	○								○				Off	UPT	Kain Majun.
20	Pemeriksaan kekencangan baut terminal utama, bodi dan pentanahan serta baut-baut wiring pada boks kontrol.	○								○				Off	UPT	Obeng-Obeng, Kunci.
21	Pemeriksaan mekanik penggerak dan pemberian vet pada roda gigi, pegas transmisi gerak dan pengencangan baut-baut.	○								○				Off	UPT	Kunci-Kunci, Spesial Tools.
22	Pengukuran Partial Discharge.	○								○				ON	UPT	Partial Discharge.
23	Pengukuran tahanan kontak utama PMT.	○	●							○			●	Off	UPT	Micro Ohm meter.
24	Pemeriksaan keserempakan waktu (ON dan OFF) PMT.	○	●							○			●	Off	UPT	Breaker Analyzer.
25	Pemeriksaan keretakan dan kemiringan pondasi.	○	●							○			●	ON	UPT	Water pass, Theodolite,
26	Pengukuran tahanan isolasi.	○	●							○			●	Off	UPT	Megger
27	Uji tegangan tinggi DC (khusus vaccum tube).	○	●							○			●	Off	UPT	HV test DC = 1,5 teg. nominal.

No.	Kegiatan	Jenis pemeliharaan			Periode pemeliharaan								Dilaksanakan		Peralatan Kerja	
		Preventive	Corrective	Detective	Harian	Mingguan	Bulanan	Trnwulan	Semester	Tahunan	5 tahunan	10 tahunan	Bila diperlukan	Kondisi Peralatan		Pelaksana
28	Pengujian sistim hydrolik / pneumatik.	○	●							○			●	Off	UPT	Alat uji, tool set
29	Over Haul PMT.	○	●							○			●	Off	UPT	Kunci-Kunci, Special Tool, spare part
30	Percobaan On / Off PMT.	○		●						○			●	Off	UPT	Visual, Multi Meter.
31	Pengukuran dew point, moisture, decomposition gas SF 6.		●										●	Off	UPT	Alat uji, tool set
32	Pengukuran DGA (khusus PMT Bulk Oil Content).		●										●	ON	UPT	DGA Test
33	Perbaikan kebocoran mi-nyak, SF6, pipa udara pneumatic, kelainan pada mekanik, kompresor, sistim hidrolik & pneumatic.		●	●									●	ON / Off	UPT	Kunci-Kunci, Spesial Tool.
34	Penggantian atau filter minyak PMT.		●	●									●	Off	UPT	Minyak PMT, mesin filter minyak.

a. Periode Pemeliharaan PMT

Periode pelaksanaan pemeliharaan PMT mengaju kepada SE.DIR. 032/PST/1984 dan suplemennya tahun 2000 serta buku petunjuk pemeliharaan dari masing-masing pabrikan. Tabel 12.2, merupakan uraian kegiatan pemeliharaan dan periode yang diatur didalam Suplemen tersebut serta yang berwenang dalam pelaksanaanya sesuai dengan Probis UPT dan TRAGI dilingkungan kerja PT PLN (persero).

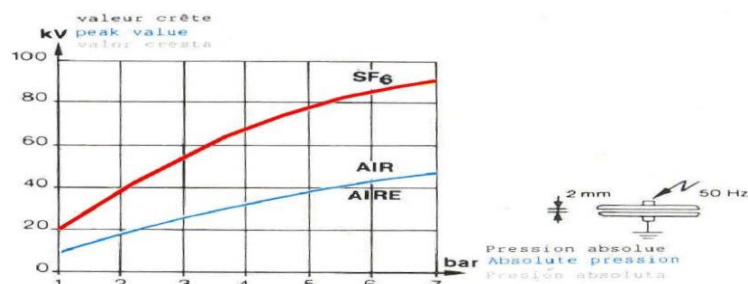
Jenis PMT berdasarkan pemadaman busur api listrik saat pemutusan atau penghubungan arus beban atau arus gangguan antara lain:

1) PMT dengan Media Pemutus dengan Gas SF₆

Media gas yang digunakan pada tipe PMT ini adalah Gas SF₆ (*Sulphur Hexafluoride*). Sifat-sifat gas SF₆ murni ialah tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun dan tidak mudah terbakar. Pada temperatur diatas 150 °C gas SF₆ mempunyai sifat tidak merusak metal, plastik dan bermacam-macam bahan yang umumnya digunakan dalam pemutus tenaga tegangan tinggi. Sebagai isolasi listrik, gas SF₆ mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi (2,35 kali udara) dan kekuatan dielektrik ini bertambah dengan pertambahan tekanan. Sifat lain dari gas SF₆ ialah mampu mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat, setelah arus bunga api listrik melalui titik nol.

Sifat-sifat dari gas SF₆ sebagai pemadam busur api sebagai berikut:

- Cepat untuk membentuk kembali kekuatan dielektrik (*dielectric strength*);
- Tidak terjadi karbon selama terjadi busur api (*arching*);
- Tidak mudah terbakar;
- Thermal conductivity* yang baik;
- Tidak menimbulkan bunyi yang besar pada saat pemutus tenaga menutup atau membuka.



Gambar 11.1 Tekanan Absolute Gas SF₆

3) Dampak Gas SF₆.

Gas SF₆ murni tidak membahayakan, tetapi apabila sudah digunakan dalam jangka waktu lama dan jumlah kali pemutusan arus gangguan banyak, maka gas SF₆ selain mengalami penguraian dan kembali menyatu setelah dingin ada sebagian yang mengalami pencemaran berupa gas (*sulfur fluoride*) dan serbuk padat (*metallic fluoride*). Akibat dari tercemarnya gas SF₆ tersebut dapat membahayakan lingkungan dan peralatan.

4) Dampak terhadap lingkungan.

Untuk mengetahui gas SF₆ yang sudah tercemar berupa gas sulfur fluoride dapat diketahui dari bau busuk yang ditimbulkannya seperti telur busuk dengan ketajaman dan aroma yang tidak sedap dan selanjutnya gas ini akan menimbulkan gangguan yang cukup tinggi bila menguap dan bila terhisap dapat mengganggu pernapasan dan mata. Selain itu gas SF₆ yang tercemar berupa metallic fluoride/padat yang menyerupai serbuk keputih-putihan dan berbau dengan udara lembab/ menguap dapat mengakibatkan iritasi kulit.

5) Dampak terhadap peralatan

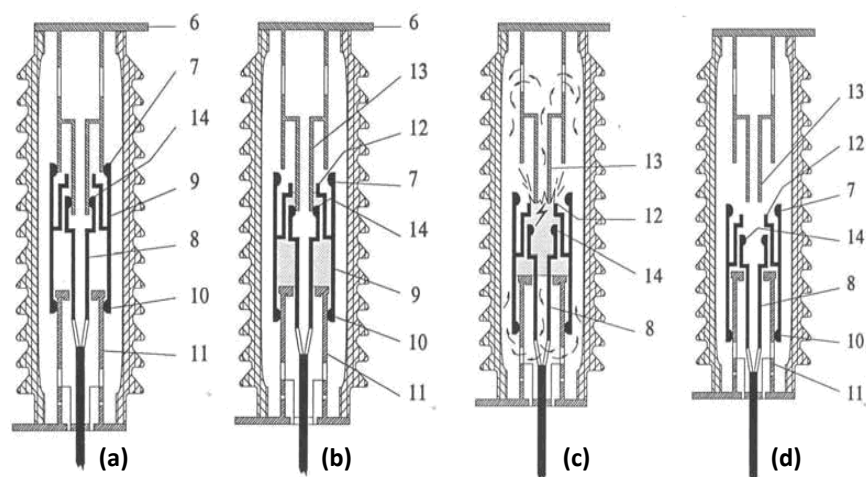
Selain berdampak terhadap lingkungan gas SF₆ yang sudah tercemar juga berdampak terhadap peralatan/PMT, yaitu berubahnya nilai tahanan kontak PMT akibat adanya serbuk yang keputih-putihan tersebut diatas menempel pada ujungujung kontak PMT.

6) Proses Pembukaan PMT Media Gas SF₆

Pada Gambar 11.2 (a) terlihat posisi PMT dalam keadaan masuk (close), dimana arus mengalir dari terminal atas ke *fixed contact* (6), *main fingers* (7) ke *arcing fingers* (14), *cylinder* (9), *arcuordion contact* (10), *moving contact support* (11) dan ke terminal bawah.

Pada proses membuka (open) dimana *main finger* (7) terlepas dari kontak tetap (*fixed contact*) (6) maka arus mengalir melalui *arcing-rod* (13), *arcing finger* (14), *cylinder* (9), *accordeon contact* dan

kontak diam (11). Bersamaan dengan pergerakan *cylinder* (9) kebawah maka ruang antara kontak diam (11) dan *cylinder* (9) akan mengecil dan gas SF₆ didalamnya akan ditiupkan melalui *arcing rod* (13) dan *blocking the opening of nozzle* (12) lihat Gambar 11.2 (b) Saat *arcing finger* (14) terlepas dari *arcing rod* (13) bersamaan terjadi busur api antara dua bagian itu, namun bersamaan dengan itu terjadi hembusan gas melalui *nozzle* (12) akibat mengecilnya ruang antara kontak diam (11) dan *cylinder* (9) dan busur api akan padam dan PMT terbuka (Open) lihat Gambar 11.2 (c) dan Gambar 11.2 (d).

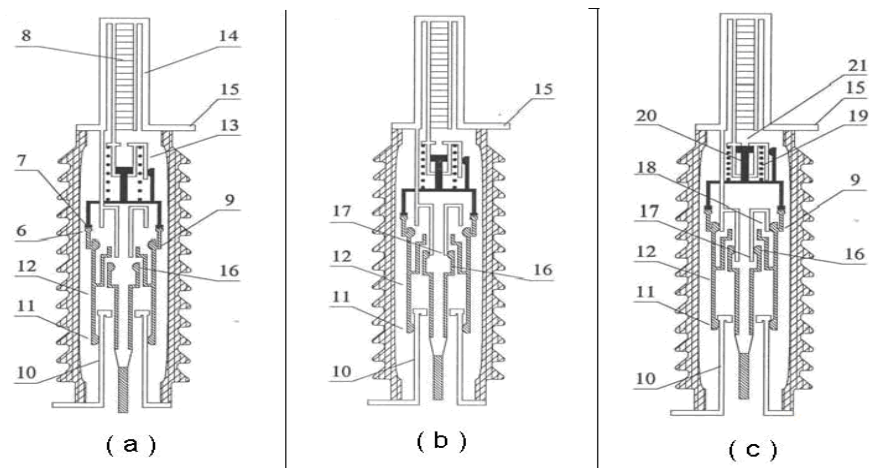


Gambar 11.2 Proses pembukaan PMT media Gas SF₆

7) Proses Pemasukan (Closing) Pada PMT Media Gas SF₆ yang Mempunyai Closing Resistor

Pada proses pemasukan (closing) pertama ujung moving contact (6) terhubung dengan ujung kontak dari closing resistor (7) maka closing resistor (8) terhubung, namun Arcing contact (16) dan main contact (9) belum terhubung. Arus mengalir dari dari moving contact (10), arcurdion contact (11) cylinder (12) ujung closing resistor (7), ujung moving contact (6), closing resistor (8), tutup atas PMT (14) dan terminal atas (15). Lihat Gambar 11.3 (a) Selanjutnya terjadi proses penghubungan antara arcing finger (16) dengan arcing rod (17) maka arus sekarang mengalir dari tangkai moving contact (10),

arcurdion contact (11), cylinder (12), arcing rod (17), terminal atas (15). Lihat Gambar 11.3 (b). Selanjutnya main finger (9) terhubung dengan fixed contact tip (18), maka arus sekarang mengalir melalui dari tangkai *moving contact* (10), *arcurdion contact* (11), *cylinder* (12), *arcing finger* (16), *arcing rod* (17), *main finger* (9), *fixed contact tip* (18) dan terminal atas (15). Maka PMT posisi masuk (close) Lihat gambar 12.2 (c). Selama ini pegas (19) menekan piston (20) keatas maka ruang basting SF6 tertutup (21).

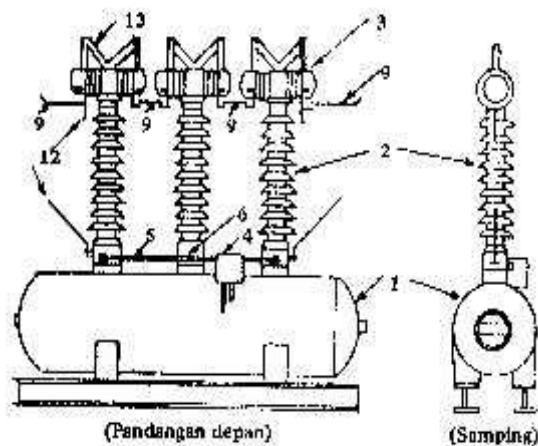


Gambar 11.3 Proses Pemasukan (Closing) pada PMT media Gas SF6

- 8) Proses Pengeluaran (Opening) Pada PMT Media Gas SF6 yang Mempunyai Closing Resistor
- 9) PMT dengan Media Pemutus menggunakan Udara

PMT ini menggunakan udara sebagai pemutus busur api dengan menghembuskan udara ke ruang pemutus. PMT ini disebut PMT udara hembus (*air blast circuit breaker*). Pada PMT udara hembus (juga disebut *compressed air circuit breaker*) udara tekanan tinggi dihembuskan ke busur api melalui *nozzle* pada kontak pemisah ionisasi media antara kontak dipadamkan oleh hembusan udara. Setelah pemadaman busur api dengan udara tekanan tinggi, udara ini juga berfungsi mencegah *restriking voltage* (tegangan pukul). Kontak PMT ditempatkan di dalam isolator dan juga katup hembusan udara.

Udara hembus yang diperlukan untuk pemutusan selalu tersedia pada tangki persediaan dengan tekanan 20 – 30 kgf/cm². Jika tekanan udara pada tangki persediaan berkurang dibawah harga tertentu (misalnya 20 kgf/cm²), maka katub pengatur secara otomatis terbuka dan udara dari tangki persediaan utama dengan tekanan lebih tinggi (30 – 40 kgf/cm²) akan masuk ke dalam tangki persediaan. Bila terjadi penurunan tekanan udara pada tangki persediaan atau tangki persediaan utama basah, maka katub penutup cepat setempat akan menutup. Sebaliknya bila terjadi kebocoran pada pipa, maka katub searah akan bekerja. Tekanan udara pada tangki persediaan dapat dipertahankan pada harga yang diinginkan, sedangkan tekanan udara pada tangki persediaan utama diatur pada tekanan 35 kgf/cm² yaitu lebih tinggi dari tekanan udara pada tangki persediaan. Jika tekanan udara pada tangki persediaan utama berkurang dibawah harga yang telah ditentukan maka kompresor akan bekerja secara otomatis.



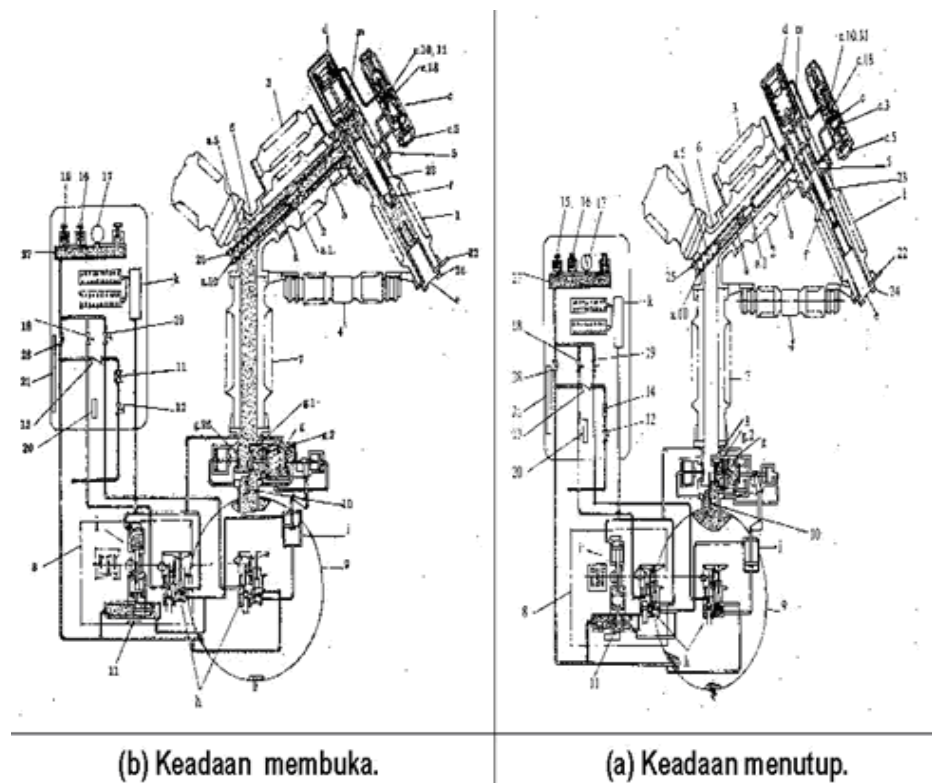
Gambar 11.4 PMT Udara Hembus

Keterangan:

- a) Tangki persediaan udara dari plat baja h) Kontak bergerak dari tembaga
- b) Isolator berongga steatite/porselin i) Terminal dari tembaga atau perak

- c) Ruang pemadam busur api ganda j) Pegas penekan dari campuran baja
- d) Mekanis penggerak pneumatik k) Pelepas udara keluar
- e) Batang penggerak dari baja l) Tanduk busur api
- f) Katup pneumatik o) Unit tahanan
- g) Kontak tetap dari tembaga

Pada saat proses pembukaan PMT Udara bertekanan tinggi dari tangki udara yang disupply ke ruangan pemadaman busur api melalui bagian penyangga yang berongga (Hollow Insulator), menyebabkan udara bertekanan tinggi tersebut menekan kepala kontak bergerak (movable contact head) sehingga akan memisahkan kontak bergerak dengan kontak tetap di dalam unit pemutus utama (interrupting unit). Busur api yang terjadi antara kontak bergerak dan kontak tetap akan terhembus ke dalam/mulut pipa kontak tetap, sehingga busur api akan padam oleh aliran udara bertekanan tersebut. Gas pembuangan mengalir keluar melalui saluran pembuangan ke udara luar. Udara bertekanan di dalam unit pemutus mengalir ke ruang pelambatan melalui katub kelambatan dan setelah pemadaman busur api dalam unit pemutus, katub pelambatan terbuka dan udara bertekanan tinggi mengalir ke dalam unit pemutus pembantu sehingga kontak bergerak akan terpisah dengan kontak tetap. Arus yang melalui tahanan



Gambar 11.15 Skema suatu PMT dengan udara hembus tekanan tinggi

Keterangan :

- a) Unit Pemutus Pembantu
- b) Unit Pemutus Utama
- c) Tahanan (Resistor)
- d) Kapasitor (Capasitor)
- e) Rumah Pemutus Pembantu
- f) Penyangga Pemutus Utama (Supporting Casting)
- g) Isolator Penyangga (Supporting Insulator)
- h) Rumah Untuk Unit Kontrol (Housing for Control Unit)
- i) Tangki Udara (Air Tank)
- j) Penukaran Udara (Ventilasi Cartridge)
- k) Pemanas (Heater)
- l) Katup Penutup Stop valve)
- m) Katup Searah (Check Valve)
- n) Saringan Udara (Air Filter)

- o) Saklar Pembatas Tekanan Tinggi
- p) Saklar Pembatas Tekanan Rendah
- q) Pengukur Tekanan (Pressure gauge)
- r) Katup Pembuka dengan Tangan (Hand Operating Valve / Opening)
- s) Katup Penutup dengan Tangan (Hand Operating Valve / Closing)
- t) Pemanas (Heater)
- u) Terminal Kontrol (Terminal Connection)
- v) Terminal Utama
- w) Jari – jari Kontak Pemutus Pembantu
- x) Baut
- y) Sumbat (Plug)
- z) Ruang Pengumpul Udara (Air Chamber)
- aa) Katup Penutup (Stop Valve)
- bb) Lampu Isyarat (Signal Lamp)
- cc) Saklar Pisau untuk Sumber Tenaga (Knife Switch for Power Supply)
- dd) Saklar Pisau untuk Pemanas (Knife Switch for Heater)
- ee) Saluran Keluar (Exhaust Port)

10) PMT dengan Hampa Udara (*Vacuum Circuit Breaker*)

Kontak-kontak pemutus dari PMT ini terdiri dari kontak tetap dan kontak bergerak yang ditempatkan dalam ruang hampa udara. Ruang hampa udara ini mempunyai kekuatan dielektrik (*dielectric strength*) yang tinggi dan sebagai media pemadam busur api yang baik. PMT jenis *vacuum* kebanyakan digunakan untuk tegangan menengah dan hingga saat ini masih dalam pengembangan sampai tegangan 36 kV. Jarak (*gap*) antara kedua katoda adalah 1 cm untuk 15 kV dan bertambah 0.2 cm setiap kenaikan tegangan 3 kV. Untuk pemutus *vacuum* tegangan tinggi digunakan PMT jenis ini dengan dihubungkan secara seri.

Ruang kontak utama (*breaking chambers*) dibuat dari bahan antara lain porcelain, kaca atau plat baja yang kedap udara. Ruang kontak utamanya tidak dapat dipelihara dan umur kontak utama sekitar 20 tahun. Karena kemampuan ketegangan dielektrikum yang tinggi maka bentuk fisik PMT jenis ini relatif kecil.



Gambar 11.7 PMT Hampa Udara

11) PMT dengan Media Pemutus menggunakan Minyak

Pemutus tenaga (*circuit breaker*) jenis minyak adalah suatu pemutus tenaga atau pemutus arus menggunakan minyak sebagai pemadam busur api listrik yang timbul pada waktu memutus arus listrik. Jenis pemutus minyak dapat dibedakan menurut banyak dan sedikit minyak yang digunakan pada ruang pemutusan yaitu: pemutusan menggunakan banyak minyak (*bulk oil*) dan menggunakan sedikit minyak (*low oil*).

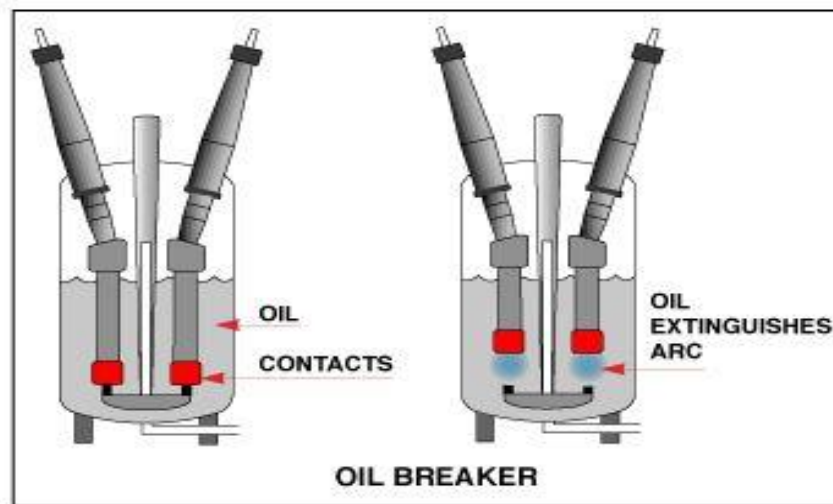
Pemutus minyak digunakan mulai dari tegangan menengah 20 kV sampai tegangan ekstra tinggi 425 kV dengan arus nominal 400 A sampai 1250 A dengan arus pemutusan simetris 12 kA sampai 50 kA.

Pada PMT menggunakan banyak minyak (*bulk oil*), minyak berfungsi sebagai peredam loncatan bunga api listrik selama

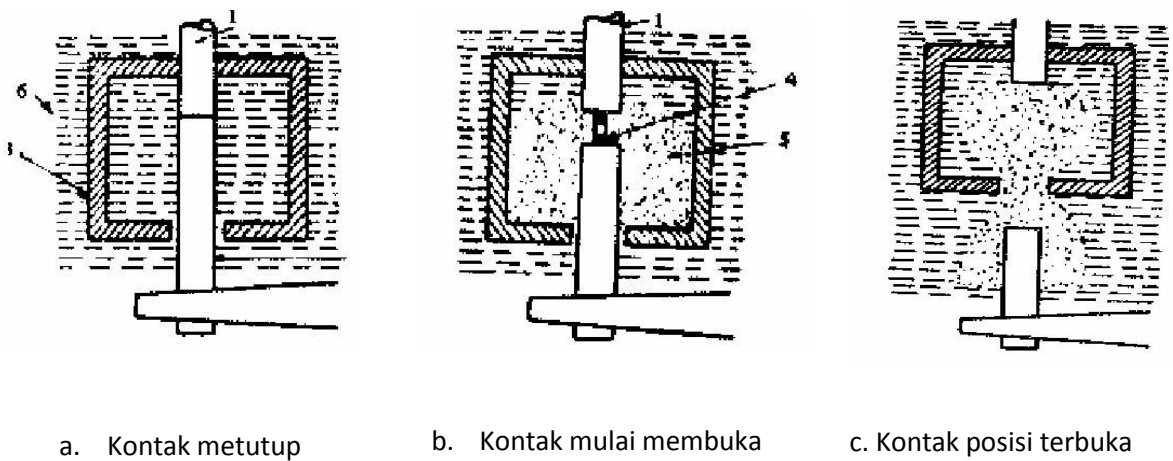
pemutusan kontak-kontak dan bahan isolasi antara bagian-bagian yang bertegangan dengan badan sedangkan pada PMT dengan menggunakan sedikit minyak (*low oil*), minyak hanya berfungsi sebagai peredam busur api dan sebagai bahan isolasi dari bagian-bagian bertegangan digunakan porselin atau material keramik.

Ketika kontak yang menyalurkan arus terpisah di dalam kompartemen yang berisi minyak, panas menyebabkan penguraian minyak. Gas-gas yang terbentuk karena penguraian (*decomposition*), menyebabkan tahanan bertambah. Tekanan yang dibangkitkan oleh gas dipengaruhi oleh desain pengendali busur api (*arc control device*), kecepatan kontak bergerak dan energi oleh busur api tersebut. Gas yang mengalir pada daerah kontak akan didinginkan dan dipecah. Kontak akan diisi minyak yang dingin pada waktu arus melalui titik nol.

Pengendali busur api didasarkan pada prinsip *axial flow/cross flow*. *Axial flow* untuk arus sampai 15 KA dan *cross flow* untuk arus >25 KA. Panas dari busur api menyebabkan penguraian minyak dan hasil dari penguraian adalah gas hydrogen dan gas lain misalnya *Acytilene*. Gas yang dihasilkan di dalam ruang control menaikkan tahanan. Gas yang dihasilkan pada ruang penahanan busur adalah fungsi dari panas busur api, waktu busur sebagai fungsi dari langkah kontak. Pada waktu gelombang arus menuju nol, diameter busur api adalah kecil, dan gas yang mengalir akan dapat memadamkan busur, pemutusan busur api berhenti, membangkitkan gas dan aliran minyak.



Gambar 11.8 PMT Bulk Oil



Gambar 11.9 Proses Pemadaman Busur Api

Keterangan:

- a) Kontak tetap
- b) Kontak bergerak
- c) Pengatur busur api
- d) Busur api
- e) Gas bertekanan
- f) Minyak
- g) Gas bertekanan

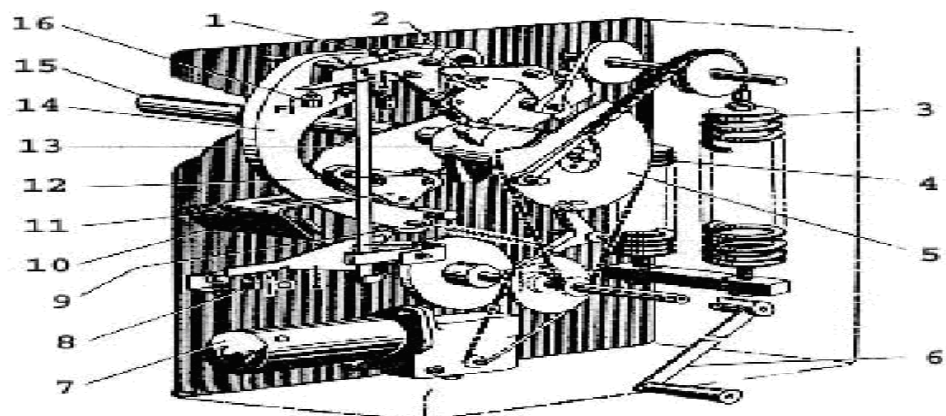
Mekanis penggerak berfungsi untuk meggerakkan kontak bergerak untuk pemutusan dan penutupan dari PMT. Macam mekanis penggerak seperti:

- a) Mekanis: pegas (spring)
- b) Pneumatic
- c) Hidrolis

Pemilihan mekanis penggerak ini adalah tergantung dari perencanaan PMT dan letak pengoperasiannya. Prinsip Kerja dari Jenis – Jenis Mekanisme Penggerak PMT Pegas (Spring). Mekanis penggerak PMT dengan menggunakan pegas (spring) terdiri dari 2 (dua) macam:

- a) Proses Pengisian Pegas (Spring Charger) sistem dengan Pegas Pilin Helical Spring)

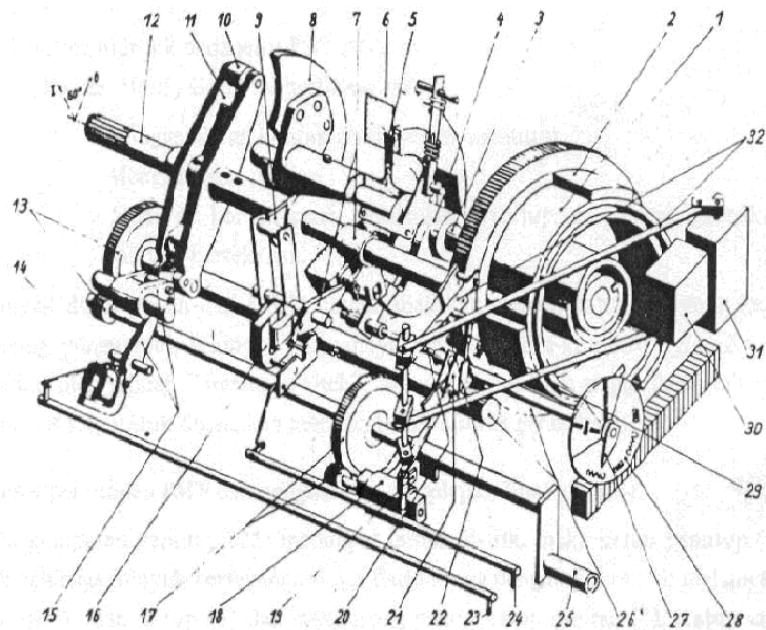
Biasanya untuk penggerak pengisian pegas PMT dilengkapi motor penggerak Motor akan menggerakkan roda pengisi pada batang pegas, melalui roda perantara yang dihubungkan dengan dua buah ranta. Berputarnya roda pengisi, mengakibatkan pegas penutup menjadi terisi (meregang). Pada saat pegas penutup terisi (meregang) pada batas maximumnya, maka motor akan berhenti. Untuk meregangkan pegas penutup ini juga dapat dilakukan dengan cara manual dengan cara manual dengan menggunakan engkol.



Gambar 11.10 Mekanik PMT dengan Sistem Pegas Pilin

b) Proses Pengisian Pegas (Spring Charger) sistem dengan Pegas Gulung (Scroll Spring)

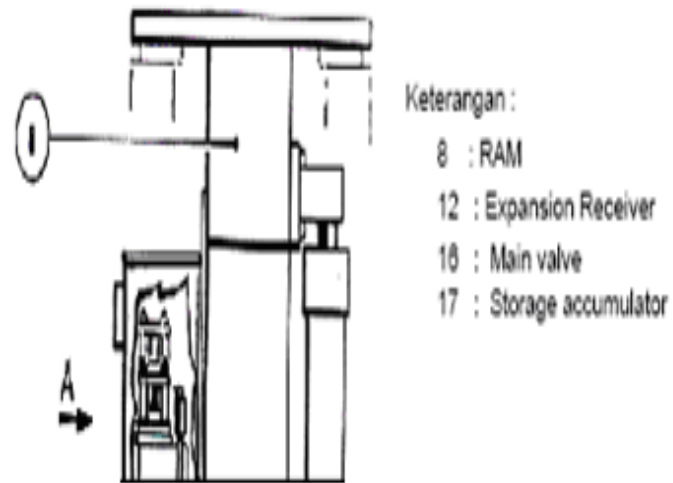
Biasanya untuk penggerak pengisian pegas PMT dilengkapi motor penggerak Motor akan menggerakkan pegas penutup melalui roda gigi reduksi. Ujung luar dari pegas penutup terpasang pada rumah pegas penutup yang berlubang tengahnya untuk berputarnya batang pegas penutup. Bagian penahan dipasang pada batang pegas penutup yang ditahan oleh gigi jantera penutup. Gigi jantera penutup akan tetap terkunci selama pegas penutup berputar. Jika rumah pegas penutup berputar 360° , maka pegas penutup akan berputar penuh, dan selanjutnya sakelar pembatas putaran motor secara otomatis akan memutuskan aliran listrik ke motor. Sakelar pembatas putaran motor ini dikerjakan oleh tuas pemindah dan sistem gabungan dari bingkai penggulung pemindah yang terpasang pada rumah pegas penutup. Pegas penutup dapat juga digerakkan secara manual dengan menggunakan engkol searah jarum jam. Penghubung interlock mencegah putaran lebih lanjut dari engkol jika pegas penutup telah berputar penuh. Penunjuk posisi pegas penutupan akan memungkinkan kita untuk mengetahui apakah penutup berputar atau tidak, dimana digerakkan oleh batang yang dihubungkan ke tuas pemindah.



Gambar 11.11 Mekanik PMT dengan sistem pegas gulung

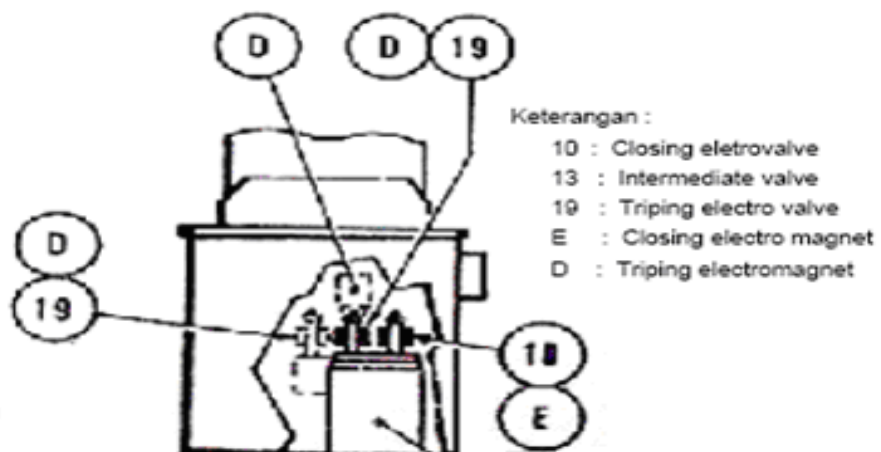
Penggerak mekanik PMT hydraulic adalah rangkaian gabungan dari beberapa komponen mekanik, elektrik dan hydraulic oil yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai penggerak untuk membuka dan menutup PMT. Energi yang dihasilkan dengan bantuan media minyak hydraulic bertekanan dan berstabilitas tinggi. Sebuah pompa akan memompa minyak hydraulic dan dimasukkan kedalam akumulator (1), dimana di dalam tabung akumulator terdapat gas N₂ yang berfungsi sebagai stabilisasi. Pilot valve solenoid meneruskan minyak menuju valve utama dan dari sini akan menuju tabung actuator (hydraulic RAM (3)) dan mendorong piston (2) kearah atas, maka moving kontak (5) akan masuk.

Peralatan/komponen terpasang pada bagian ini adalah RAM, Akumulator, Valve utama dan lain-lain, yang terpasang dibagian bawah interrupting chamber pada masing-masing fasa.



Gambar 11.12 Bagian Utama Penggerak PMT

Peralatan/komponen terpasang pada bagian ini adalah closing elektrovalve, tripping elektrovalva, intermediate valve dan lain – lain, yang terpasang dibagian bawah iterupting chamber tiap fasa pada PMT single pole dan PMT Three pole terpasang pada fasa tengah (S).



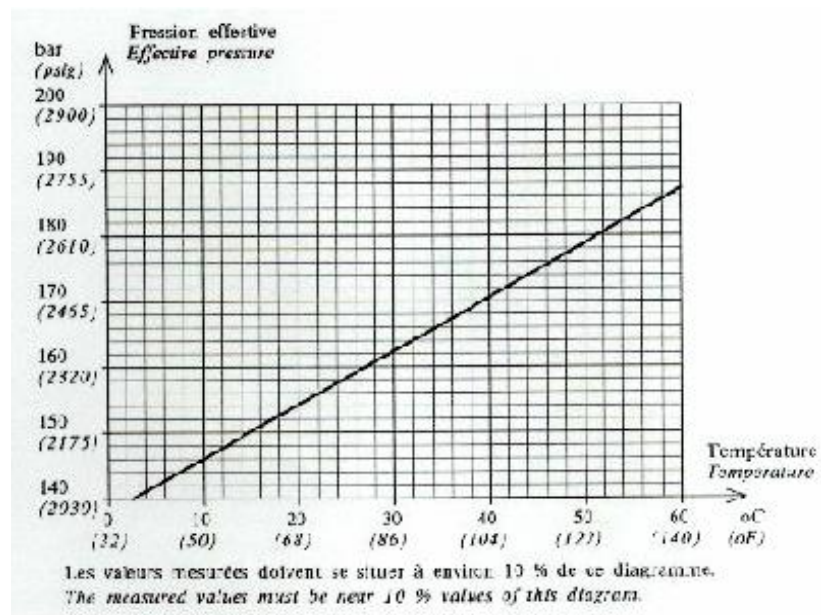
Gambar 11.13 Bagian Pemicu (Pilot Part)

Peralatan/komponen terpasang pada bagian ini adalah pompa, indicator RAM. pressure switch, main oil reccive (tangki utama) dan lain–lain, yang terpasang pada box control tiap–tiap fasa untuk PMT single pole dan untuk Three pole terpasang pada fasa tengah (S).

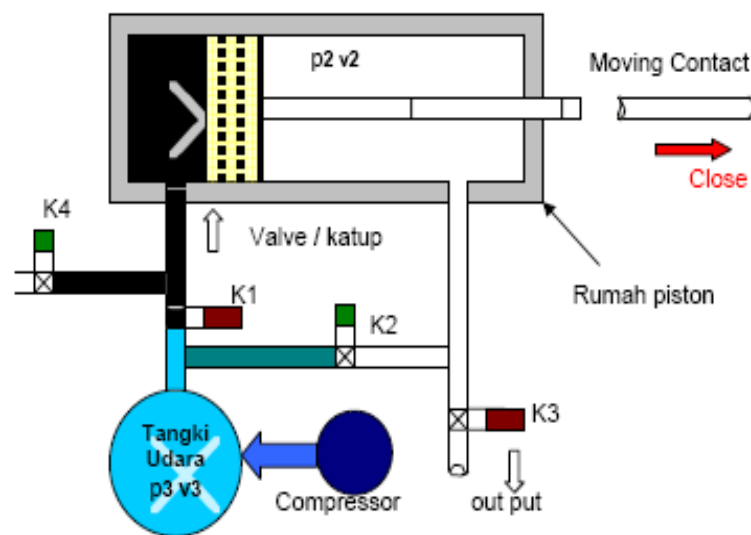
Ketiga bagian seperti tersebut pada butir 1 s.d. 3 diatas, saling berkaitan satu sama lainnya dan saling mendukung. Jika salah satu komponen/bagian tertentu mengalami kerusakan, maka system hydraulic secara keseluruhan tidak dapat berfungsi dengan baik.

Sistem Pnuematic pada pemutus tenaga (PMT) adalah merupakan salah satu sistem penggerak kontak (Moving Contact) dari PMT yang menggunakan media udara kempa sebagai energi penggerakannya. Pada beberapa PMT tekanan sistem udara ini mencapai 30 bar, akan tetapi tekanan udara nominal bisa lebih besar atau lebih kecil dari 30 bar bervariasi tergantung type dan merk PMT tersebut.

Sistem pneumatic bekerja berdasarkan perpindahan besarnya massa udara dari tangki atau tabung udara kedalam ruangan yang dilengkapi piston, selanjutnya piston ini dihubungkan dengan rod atau batang (biasanya terbuat dari fiber atau material sejenis yang kuat dan non konduktif). Rod ini selanjutnya dihubungkan dengan sistem yang menggerakkan kontak gerak (moving contact) PMT. Prinsip dasar Kerja sistem pneumatic dapat dilihat pada gambar 12.14 sebagai berikut:



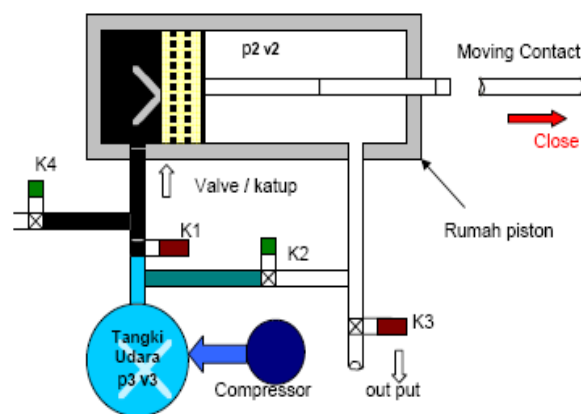
Gambar 11.14. Grafik Tekanan Minyak fungsi Suhu



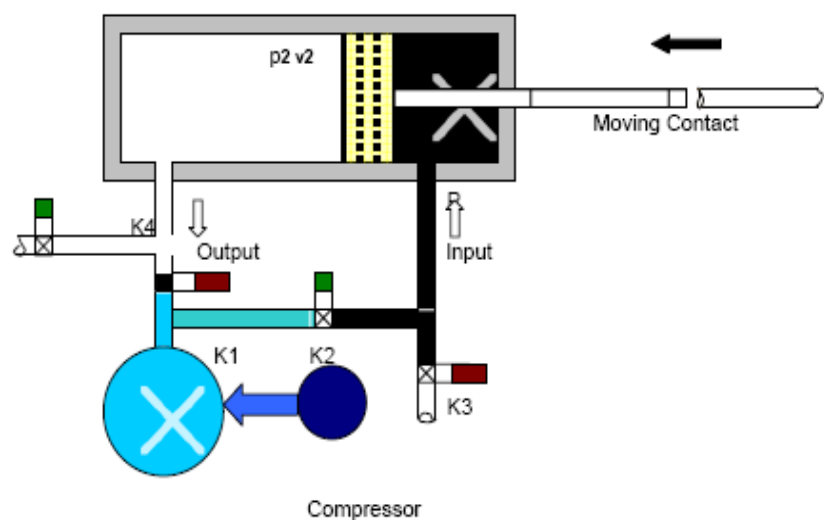
Gambar 11.15 Prinsip dasar Kerja sistem pneumatic

Sistem Pnuematic pada pemutus tenaga (PMT) adalah merupakan salah satu sistem penggerak kontak (Moving Contact) dari PMT yang menggunakan media udara kempa sebagai energi penggerakannya. Pada beberapa PMT tekanan sistem udara ini mencapai 30 bar, akan tetapi tekanan udara nominal bisa lebih besar atau lebih kecil dari 30 bar bervariasi tergantung type dan merk PMT tersebut.

Sistem pneumatic bekerja berdasarkan perpindahan besarnya massa udara dari tangki atau tabung udara kedalam ruangan yang dilengkapi piston, selanjutnya piston ini dihubungkan dengan rod atau batang (biasanya terbuat dari fiber atau material sejenis yang kuat dan non konduktif). Rod ini selanjutnya dihubungkan dengan sistem yang menggerakkan kontak gerak (moving contact) PMT. Prinsip dasar Kerja sistem pneumatic dapat dilihat pada gambar 12.16 sebagai berikut:



Gambar 11.16 Proses pada saat PMT dalam posisi buka menjadi menutup (open to close)



Gambar 11.17 Proses pada saat PMT dalam posisi tutup menjadi membuka (close to open)

K1 dan K3 saling mengunci (interlock) dengan K2 dan K4, sedangkan K1 dan K3 serta K2 dan K4 tidak saling mengunci atau dipicu bersamaan.

1. Pemeliharaan Peralatan Pemisah (PMS)

Pemisah merupakan peralatan yang dirancang untuk memutus atau menyambung sirkit listrik tanpa arus atau dengan arus yang relatif kecil dibandingkan dengan arus nominal beban. Fungsi atau tujuan penggunaan PMS adalah.

- a. Memisahkan bagian sirkit dari jaringan sehingga dapat dilakukan pekerjaan pemeliharaan atau perbaikan pada bagian tersebut tanpa ada tegangan.
- b. Menghilangkan tegangan dari bagian sirkit yang diputus sehingga menjamin keselamatan teknisi yang akan melakukan pekerjaan dibagian tersebut dari bahaya tegangan sentuh. Contoh PMS untuk pembumian pada instalasi tegangan tinggi.

PMS merupakan saklar pemisah yang digunakan untuk membebaskan bagian-bagian suatu instalasi dari tegangan, atau untuk menukar hubungan. Saklar-saklar ini memiliki kontak-kontak berpegas. Pisau-pisau saklar dijepit antara kontak-kontak itu. Konstruksi kontak-kontak ini harus sedemikian hingga tidak mungkin membuka karena pengaruh gaya-gaya yang timbul kalau terjadi hubungan singkat. Penggerak PMS dapat berupa mekanik yang dilakukan secara manual, atau energi listrik dengan motor-motor listrik ataupun dengan pneumatic. Bagian-bagian utama dari PMS:

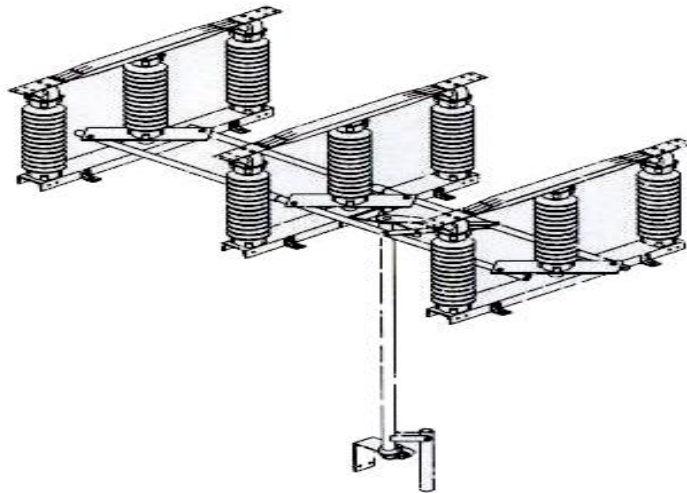
- a. Kontak diam
- b. Kontak gerak atau pisau
- c. Isolator penunjang
- d. Kerangka
- e. Mekanik penggerak
- f. Pembumian PMS

Menurut Fungsinya PMS terdiri dari:

- a. PMS Ground/Tanah. Berfungsi untuk mengamankan peralatan dari sisa tegangan yang timbul sesudah SUTT diputuskan atau induksi tegangan dari penghantar atau kabel lainnya.
- b. PMS Peralatan. Berfungsi untuk mengisolasi peralatan listrik dari peralatan lain atau instalasi yang bertegangan.

Menurut Lokasi pemasangannya PMS terdiri dari:

- a. PMS Line; pemisah yang terpasang pada sisi penghantar.
- b. PMS Bus/rel; pemisah yang terpasang pada sisi bus/rel.
- c. PMS Ground/tanah; pemisah yang terpasang pada sisi penghantar atau kabel untuk menghubungkan ke tanah dan dalam pengoperasiannya interlock dengan PMS line.
- d. Pemisah seksi; Pemisah yang terpasang pada suatu rel sehingga rel tersebut dapat terpisah menjadi 2 (dua) seksi.



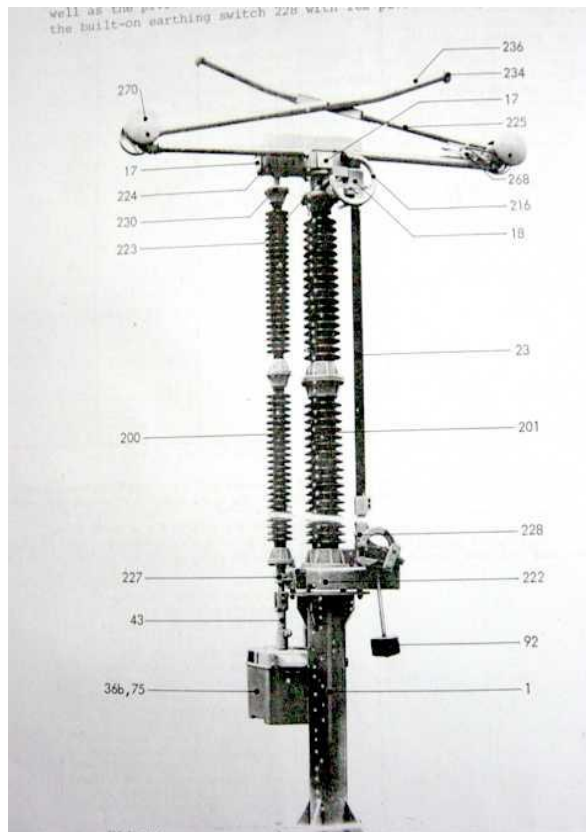
Gambar 11.18 Pemisah Putar



Gambar 11.19 Pemisah Siku

Menurut gerakan lengannya PMS terdiri dari:

- a. Pemisah engsel, dimana pemisah tersebut gerakannya seperti engsel. Pemisah jenis ini biasanya dipakai untuk tegangan menengah (6kV, 20kV).
- b. Pemisah putar, dimana terdapat dua kontak diam dan dua kontak gerak yang dapat berputar pada sumbunya.
- c. Pemisah siku, pemisah ini mempunyai dua kontak gerak dan tidak mempunyai kontak diam dimana gerakannya mempunyai sudut 90° .
- d. Pemisah luncur: Pemisah ini gerakan kontaknya keatas kebawah secara vertical atau kesamping, banyak dioperasikan pada instalasi tegangan menengah 20kV.
- e. PMS Pantograph: PMS jenis ini banyak dioperasikan pada sistem tegangan 500kV, dimana PMS ini mempunyai kontak diam pada rel dan kontak gerak yang terletak pada ujung lengan Pantograph.



Gambar 11.20 Pemisah Pantograph

a. Jenis pemeliharaan PMS

1) Pemeliharaan peralatan

Pemeliharaan peralatan adalah proses kegiatan yang dilakukan terhadap peralatan instalasi Tenaga Listrik sehingga didalam operasinya setiap peralatan dapat memenuhi fungsi yang di kehendaki secara terus menerus sesuai karakteristiknya. Dengan kata lain Pemeliharaan itu merupakan upaya untuk mempertahankan atau mengembalikan pada tingkat prestasi awal dan dapat beroperasi dengan keandalan yang tinggi sehingga kontinuitas pelayanan listrik dapat tercapai.

2) Periode Pemeliharaan PMS

Periode pemeliharaan PMS mengacu pada SE.032/DIR/1984 dan suplemen tahun 2000 seperti terlihat pada

Peralatan dan material kerja pemeliharaan:

- a) Kunci-kunci (Inggris dan pas/ring)
- b) Tang kombinasi
- c) Obeng minus besar
- d) Alat ukur pentanahan (tahanan kaki tiang)
- e) Pakaian kerja
- f) HT bagi koordinator dan pengendali mutu Pekerjaan
- g) Kunci ring
- h) Kunci sok
- i) Sakapen
- j) Majun
- k) Minyak WD4

Batasan-batasan operasi PMS terdiri dari:

- a) Mampu dilalui arus nominalnya secara kontinyu yang tertera pada spesifikasi peralatan;
- b) Mampu dilalui arus beban lebih dan arus hubung singkat dalam waktu yang singkat sesuai spesifikasi peralatan;
- c) Jarak udara antara pisau dan kontak tetap dari kutub yang sama saat pemisah dalam kondisi terbuka haruslah 10 – 15% lebih besar daripada jarak antar bagian penghantar tersebut serta jarak penghantar dengan pembumian.
- d) Ketahanan mekanis pemisah tergantung dari ketahanan mekanis pemisah tersebut yang diwujudkan dalam jumlah operasi penutupan-pembukaan yang bisa dilakukan pemisah tanpa kerusakan sehingga menjamin kerja normal. Standar mensyaratkan jumlah minimal operasi untuk PMS tegangan menengah sampai 35kV adalah 2000 kali operasi. Untuk PMS tegangan tinggi 110kV keatas adalah 1000 kali operasi.

Hasil pengukuran tahanan isolasi PMS juga dipengaruhi oleh kebersihan permukaan isolator bushing, suhu, faktor usia dan kelembaban udara disekitarnya. Batasan dari tahanan isolasi sesuai Buku Pemeliharaan Peralatan SE.032/PST/1984 adalah: menurut standard VDE (catalogue 228/4) minimum besarnya tahanan isolasi pada suhu operasi dihitung “1 kilo Volt = 1 MΩ (Mega Ohm) “. Dengan catatan 1 kV = besarnya tegangan fasa terhadap tanah, kebocoran arus yang diijinkan setiap kV = 1 mA.

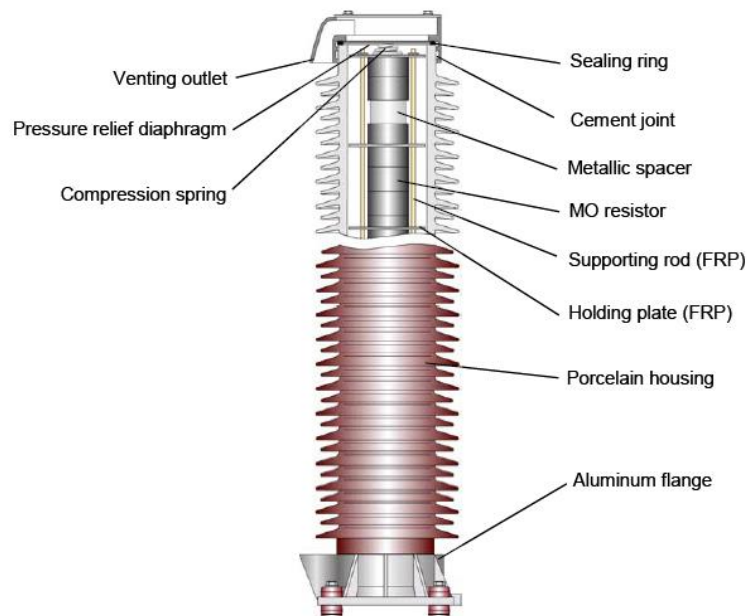
Peralatan ataupun titik netral sistem tenaga listrik yang dihubungkan ke tanah dengan suatu pentanahan yang ada di Gardu Induk di mana sistem penatanahan tersebut dibuat di dalam tanah dengan struktur bentuk mesh. Nilai tahanan Pentanahan di Gardu Induk bervariasi besarnya nilai tahanan tanah dapat ditentukan oleh kondisi tanah itu sendiri, misalnya tanah kering tanah cadas, kapur, dsb tahanan tanah cukup tinggi nilainya jika dibanding dengan kondisi tanah yang basah. Semakin kecil nilai pentanahannya maka akan semakin baik. Menurut IEEE std 80-2000 tentang guide for safety in ac substation grounding besarnya nilai tahanan pentanahan untuk switchgear adalah $\leq 1 \text{ ohm}$.

c. Pemeliharaan Lighthing Arrester (LA)

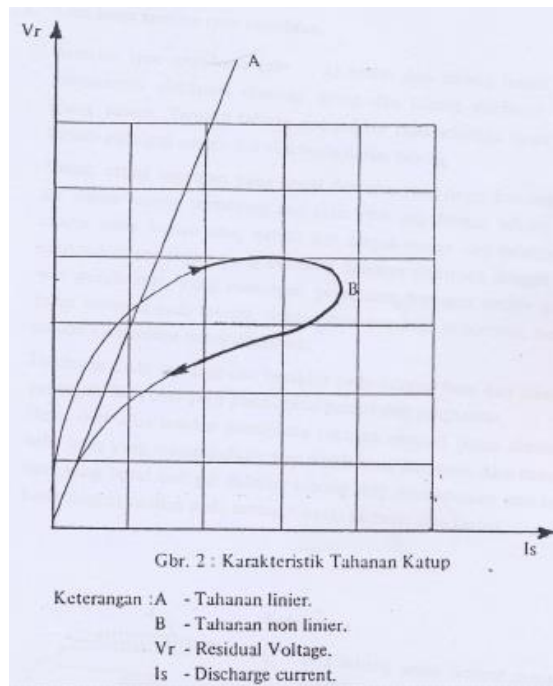
Arrester merupakan alat proteksi bagi peralatan listrik terhadap tegangan lebih, yang disebabkan oleh petir atau surja hubung (*switching surge*). Alat ini bersifat sebagai by-pass di sekitar isolasi yang membentuk jalan dan mudah dilalui arus petir ke sistem pentanahan sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang tinggi yang merusak isolasi peralatan listrik. Pada keadaan normal arrester berlaku sebagai isolator, bila timbul tegangan surja alat ini bersifat sebagai konduktor yang tahananannya relative rendah, sehingga dapat mengalirkan arus yang tinggi ke tanah. Setelah surja hilang, arrester harus dapat dengan cepat kembali jadi isolasi.

Fungsi dan Tujuan Pengamanan adalah melindungi peralatan listrik pada sistem jaringan atau trafo terhadap tegangan lebih yang disebabkan oleh sambaran petir atau surja hubung.

1. Arrestor type expulsion terdiri dari tabung isolasi yang mempunyai elektroda disetiap ujung dan lubang discharge pada ujung bawah. Panjang tabung sedemikian rupa sehingga spark over terjadi pada gap antara dua elektroda dalam tabung. Untuk rating tegangan yang tinggi dan arus yang tinggi kemungkinan dalam tabung tergabung dua atau lebih gap dengan lubang discharge pada bagian atas, bawah dan tengah-tengah dari tabung ini merupakan series gap yang dipasang diantara elektroda dengan kawat penghantar, yang mencegah pemakaian tegangan sistem yang terus menerus pada tabung, sehingga kebocoran, korona dan karbonisasi dapat dihindari.



Gambar 11.21 Arrestor Type Valve



Gambar 11.22 Karakteristik Tahanan Katup

- 2) Arrester type valve terdiri dari 2 (dua) elemen yaitu series ap dan valve elemen. Valve elemen merupakan sebuah tahanan yang tidak linier, tahanan ini mempunyai sifat khusus yaitu tahanan berubah dengan berubahnya arus dan proses perubahan ini berlangsung dengan cepat. Bila sebuah surja sampai pada kawat transmisi dan dilewatkan pada series gap, tahanan valve elemen berubah turun dengan cepat, sehingga tegangan turun dibatasi meskipun arusnya besar, dan apabila tegangan tersebut telah habis dan tinggal tegangan normal (frekuensi 50 Hz), tahanannya naik kembali sehingga arus susulan (follow current) dibatasi dan akhirnya dimatikan pada saat tegangan mencapai nol.

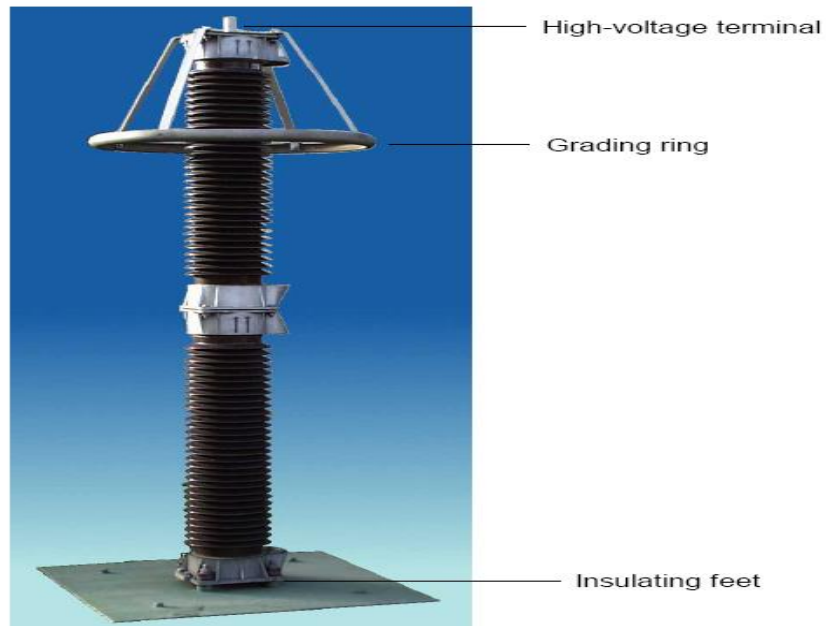
Hasil test yang diperoleh dibandingkan dengan data-data test dari pabrikan. Untuk kegiatan pemantauan kondisi harian dari LA dilingkungan PT. PLN (Persero), checklist oleh operator yang didampingi oleh supervisor Gardu Induk. Adapun item checklist untuk LA adalah seperti pada Tabel 11.3 berikut ini:

Tabel 11.3 Item Checklist Untuk LA

No	Komponen yang diperiksa	Referensi pencatatan	Bay...	Keterangan
1	Mencatat angka counter setiap fasa	kali		
2	Mencatat arus bocor pada setiap fasa	mA		
3	Mencatat kondisi kebersihan isolator antara body dan support	√ = bersih, X = kotor		
4	Mencatat kondisi terminal pentanahan	√ = Tersambung X = tidak		

Komponen-komponen LA terdiri dari:

- a) Elektroda-elektroda ini adalah terminal dari arrester yang dihubungkan dengan bagian yang bertegangan di bagian atas, dan elektroda bawah dihubungkan dengan tanah.
- 2) Sela Percikan (Spark Gap), apabila terjadi tegangan lebih oleh sambaran petir atau surja hubung pada arrester yang terpasang, maka pada sela percikan (Spark Gap) akan terjadi loncatan busur api. Pada beberapa type arrester busur api yang terjadi tersebut ditiup keluar oleh tekanan gas yang ditimbulkan oleh tabung fiber yang terbakar.
- 3) Tahanan Katup (Valve Resistor), tahanan yang dipergunakan dalam arrester adalah suatu jenis material yang sifat tahanannya dapat berubah bila mendapatkan perubahan tegangan.
- 4) Isolator dudukan/insulating feet berfungsi untuk mencegah terjadinya arus bocor yang mengalir ke support LA sehingga dapat membahayakan manusia yang menyentuhnya.
- 5) Grading ring digunakan agar gradient tegangan terdistribusi secara merata pada permukaan isolator.
- 6) Pengaman Tekanan Lebih Internal, Counter yaitu Meter arus bocor; Untuk mengukur atau memonitor arus bocor dari LA. Counter jumlah kerja; Untuk memonitor berapakah LA bekerja baik oleh sambaran petir maupun karena surja.



Gambar 11.23 Bagian-bagian dari Arrester

Tegangan dasar (rated voltage) dari arrester harus lebih tinggi dari batas tegangan sistem dan arus dinamik yang akan diputus. Tegangan ini dipilih berdasarkan kenaikan tegangan dari fasa-fasa yang sehat pada waktu ada gangguan 1 fasa ke tanah.

$$E_r = \alpha \cdot \beta \cdot U_m$$

Dimana : E_r = Tegangan dasar arrester

α = Koefisien pembumian

β = Toleransi, guna memperhitungkan fluktuasi tegangan,

efek firanti dan lain-lain.

U_m = Tegangan sistem maksimum

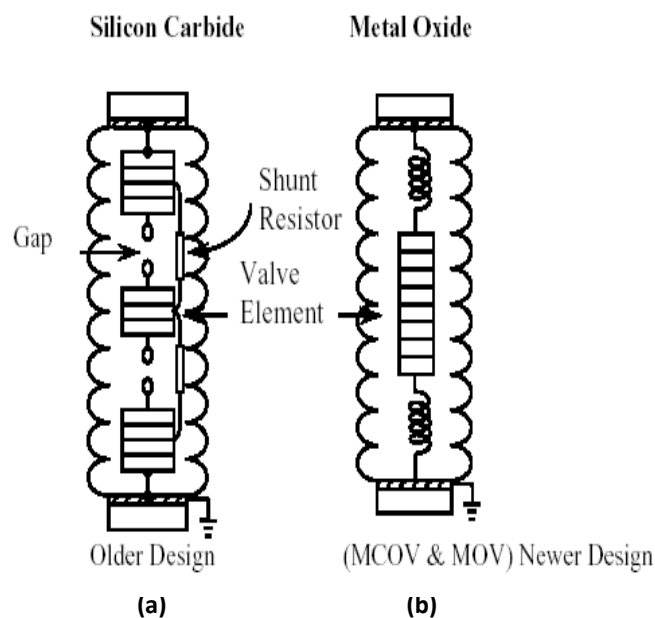
Nilai $\alpha < 0,8$ bila $R_o/X_1 < 1$, $X_o/X_1 \leq 3$ pada sistem dengan pembumian efektif. Pada sistem pembumian dengan tahanan harga $\alpha = 1,0$.

Biasanya tegangan dasar arrester dipilih antara $0,7 - 0,85 U_m$ (termasuk toleransi) untuk sistem dengan pembumian efektif, dan kira-kira $1,2 U_m$ untuk sistem dengan tahanan pentanahan.

Tegangan percikan (sparkover voltage) dan tegangan pelepasannya (discharge voltage) yaitu tegangan pada terminalnya waktu pelepasan

harus cukup rendah sehingga dapat mengamankan peralatan. Toleransi 20-30% antara tingkat isolasi (BIL) dari alat yang dilindungi dan tegangan pelepasan dari arrester. Jarak antara arrester dan alat yang dilindungi harus dibuat sedekat mungkin. Jangkauan perlindungan oleh arrester kurang dari 50 meter.

Hasil pengukuran tahanan isolasi LA juga dipengaruhi oleh kebersihan permukaan isolator bushing, suhu, faktor usia dan kelembaban udara disekitarnya. Batasan dari tahanan isolasi sesuai Buku Pemeliharaan Peralatan SE.032/PST/1984 adalah: menurut standard VDE (catalogue 228/4) minimum besarnya tahanan isolasi pada suhu operasi dihitung “ 1 kilo Volt = 1 MΩ (Mega Ohm) “. Dengan catatan 1 kV = besarnya tegangan fasa terhadap tanah, kebocoran arus yang diijinkan setiap kV = 1 mA.



Gambar 11.24 (a) Silicon Carbide, (b) Metal Oxide

Peralatan ataupun titik netral sistem tenaga listrik yang dihubungkan ke tanah dengan suatu pentanahan yang ada di Gardu Induk di mana sistem pentanahan tersebut dibuat di dalam tanah dengan struktur bentuk mesh. Nilai tahanan Pentanahan di Gardu Induk bervariasi besarnya nilai tahanan tanah dapat ditentukan oleh kondisi tanah itu

sendiri, misalnya tanah kering tanah cadas, kapur, dsb tahananannya cukup tinggi nilainya jika dibanding dengan kondisi tanah yang basah. Semakin kecil nilai pentanahannya maka akan semakin baik. Menurut IEEE std 80-2000 tentang guide for safety in ac substation grounding besarnya nilai tahanan pentanahan untuk switchgear adalah $\leq 1 \text{ ohm}$.

Untuk Arrester dengan series spark gap/silicon carbide pengukuran arus bocor dilakukan pada kondisi off line sedangkan untuk arrester dengan metal oxide pengukuran arus bocor dapat dilakukan secara continue dengan kondisi online dan biasanyas udah dilengkapi dengan alat ukur sehingga dapat dipantau oleh operator melalui pencatatan pada checklist. Tabel 11.4. berikut ini merupakan referensi untuk nilai arus bocor dan justifikasinya:

Tabel 11.4 Referensi dan Justifikasi untuk Nilai Arus Bocor

Manufacture	Type	$I_{res \text{ max}} (\mu A)$
ABB	XAR/EXLIM-R	91
	XAQ/XMQ	130
	XAP-A/XAP-C/EXLIM-Q	167
	EXLIM P-A/EXLIM P-B/EXLIM P-D	167
	EXLIM T	251
	XAP-B/EXLIM P-C	331
Bowthorpe	2VACM	91
Ohio Brass	MPR	91
	VN	130
Westinghouse	W1	91

Metode ini ditawarkan oleh pabrikan Alat Ukur LCM (Leakage Current Monitoring) Transinor II adalah dengan melakukan justifikasi kondisi sebagai berikut:

Tabel 11.5 Justifikasi Pabrikasi Alat Ukur LCM Transinor II

Nilai arus bocor terhadap standart	Justifikasi	Rekomendasi
0 – 50 %	Baik	Pengukuran 2 tahun kemudian
50 – 80 %	Weakened	Pengukuran 1 tahun kemudian
80 – 100 %	Monitor	Pengukuran 1 tahun kemudian
> 100 %	Rusak (Damage)	Pengukuran ulang/ segera ganti LA

Daftar Pustaka

- Bernad Grad (2002) *Basic Electronic* Mc Graw Hill Colage New- York
- David E Johnson (2006) *Basic Electric Circuit Analisis* John Wiley & Sons.Inc New- York
- Diklat PLN Padang . (2007) *Transmisi Tenaga Listrik* Padang
- Diklat PLN Pusat . (2005) *Transmisi Tenaga Listrik* Jakarta
- Fabio Saccomanno (2003) *Electric Power System and Control* John Wiley & Sons.Inc New- York
- John D. McDonald (2003) *Electric Power Substation Enggining* CRC Press London
- Jemes A.Momoh (2003) *Electric Power System* CRC Press London
- Luces. M . (1996) *Electric Power Distribution and Transmission* Prantice Hall New- York
- Oswald (2000) *Electric Cables for Pewer Transmission* John Wiley & Sons.Inc New- York
- Paul M Anderson (2000) *Analisis of Faulted Power System* John Wiley & Sons.Inc New- York
- Panagin.R.P (2002) *Basic Electronic* Mc Graw Hill Colage New- York
- Stan Stawart (2004) *Distributet Swichgear* John Wiley & Sons.Inc New- York
- Stepen L. Herman (2005) *Electrical Transformer* John Wiley & Sons.Inc New- York
- Hutauruk (2000) *Tranmisi Daya listrik* Erlangga Jakarta.

D. Aktivitas Pembelajaran

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

1. Kegiatan Pendahuluan

- a. Menyiapkan Anda 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 Anda untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis Anda.

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

a. Eksplorasi

- 1) melibatkan Anda 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 antarAnda serta antara Anda dengan instruktur, lingkungan, dan sumber belajar lainnya;
- 4) melibatkan Anda secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran; dan
- 5) memfasilitasi Anda melakukan percobaan di laboratorium, studio, atau lapangan.

b. Elaborasi

- 1) membiasakan Anda membaca dan menulis yang beragam melalui tugas-tugas tertentu yang bermakna;
- 2) memfasilitasi Anda 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 Anda dalam pembelajaran kooperatif dan kolaboratif;
- 5) memfasilitasi Anda berkompetisi secara sehat untuk meningkatkan prestasi belajar;
- 6) memfasilitasi Anda membuat laporan eksplorasi yang dilakukan baik lisan maupun tertulis, secara individual maupun kelompok;
- 7) memfasilitasi Anda untuk menyajikan laporan eksplorasi; kerja individual maupun kelompok;
- 8) memfasilitasi Anda melakukan pameran, turnamen, festival, serta produk yang dihasilkan; dan
- 9) memfasilitasi Anda 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 Anda didik;
- 2) memberikan konfirmasi terhadap hasil eksplorasi dan elaborasi Anda didik melalui berbagai sumber;
- 3) memfasilitasi Anda melakukan refleksi untuk memperoleh pengalaman belajar yang telah dilakukan;
- 4) memfasilitasi Anda untuk memperoleh pengalaman yang bermakna dalam mencapai kompetensi dasar:
- 5) berfungsi sebagai nara sumber dan fasilitator dalam menjawab pertanyaan Anda yang menghadapi kesulitan, dengan menggunakan bahasa yang baku dan benar;
- 6) membantu menyelesaikan masalah;
- 7) memberi acuan agar Anda didik dapat melakukan pengecekan hasil eksplorasi;

- 8) memberi informasi untuk bereksplorasi lebih jauh; dan
- 9) memberikan motivasi kepada Anda yang kurang atau belum berpartisipasi aktif.

2. Kegiatan Penutup

- a Bersama-sama dengan Anda 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 Anda; dan menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Jelaskan maksud pelaksanaan pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik.

F. Rangkuman

Pelaksanaan pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik terdiri dari:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik.
2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin Gardu Induk sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif Gardu Induk sistem tenaga listrik.
5. Melaksanakan pemeliharaan khusus Gardu Induk sistem tenaga listrik.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik :

Pelaksanaan pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik dengan tepat dan benar.

Tindak Lanjut :

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

H. Kunci Jawaban

Pelaksanaan pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik adalah:

1. Mengelola manajemen pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik.
2. Mengorganisasikan rencana pemeliharaan Gardu Induk sistem tenaga listrik.
3. Melaksanakan pemeliharaan rutin Gardu Induk sistem tenaga listrik.
4. Melaksanakan pemeliharaan korektif Gardu Induk sistem tenaga listrik.
5. Melaksanakan pemeliharaan khusus Gardu Induk sistem tenaga listrik.

Evaluasi

3. Jelaskan bagaimana memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu.
4. Jelaskan maksud menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu.

5. Jelaskan bagaimana menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.
6. Jelaskan bagaimana mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.
7. Jelaskan bagaimana mengadministrasikan penilaian proses dan hasil belajar secara berkesinambungan dengan menggunakan berbagai instrumen.
8. Jelaskan bagaimana menganalisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan.
9. Jelaskan konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
10. Jelaskan bagaimana menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
11. Jelaskan bagaimana menganalisis peralatan/perengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk).
12. Jelaskan maksud memelihara jaringan transmisi sistem tenaga listrik.
13. Jelaskan maksud memelihara jaringan distribusi sistem tenaga listrik.
14. Jelaskan maksud memelihara gardu induk sistem tenaga listrik.

Penutup

Sesuai dengan Permendiknas No 16 Tahun 2007 tentang Kualifikasi Akademik dan Standar Kompetensi bahwa salah satu kompetensi inti pedagogiknya adalah menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. Untuk Kompetensi level 9 Kompetensi inti tersebut dijabarkan dalam enam kompetensi, yaitu: 1) memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu, 2) menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu, 3) menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, 4) mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, 5) mengadministrasikan penilaian proses dan hasil belajar secara

berkesinambungan dengan menggunakan berbagai instrumen, 6) menganalisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan.

Untuk kompetensi professional level 9, kompetensi intinya merencanakan pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik dan melaksanakan pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik. Kompetensi inti tersebut dijabarkan dalam enam kompetensi, yaitu: 1) memperjelas konsep pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk), 2) menganalisis teknis pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk), 3) menganalisis peralatan/perlengkapan yang diperlukan pada pemeliharaan jaringan sistem tenaga listrik (transmisi, distribusi dan gardu induk), 4) memelihara jaringan transmisi sistem tenaga listrik, 5) memelihara jaringan distribusi sistem tenaga listrik, dan 6) memelihara gardu induk sistem tenaga listrik.