



KEMENTERIAN
KETENAGAKERJAAN
REPUBLIK
INDONESIA



MODUL

PELATIHAN BERBASIS KOMPETENSI

**MENGANALISIS HASIL PEMELIHARAAN
KOMPONEN DAN SIRKIT SALURAN
KABEL TEGANGAN RENDAH (SKTR)
UNTUK INSTALASI PEMANFAATAN
TENAGA LISTRIK
(D.35.145.03.041.1)**

KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN R.I.

DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PELATIHAN VOKASI DAN PRODUKTIVITAS

DIREKTORAT BINA STANDARDISASI KOMPETENSI DAN PROGRAM PELATIHAN

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
KATA PENGANTAR	2
A. PENDAHULUAN	4
B. PANDUAN PENGGUNAAN MODUL	4
C. SILABUS	6
D. PENGETAHUAN	11
1. Menyiapkan analisis	13
2. Analisis hasil perencanaan pelaksanaan	19
3. Melaksanakan analisis hasil pemeliharaan instalasi	30
4. Membuat rekomendasi perbaikan	37
5. Mengisi laporan analisis	38
6. Evaluasi Pengetahuan	40
E. KETERAMPILAN DAN SIKAP KERJA	40
1. Lembar Instruksi Kerja_1	40
a. Informasi Umum	40
b. Soal Praktik	41
c. Penilaian Praktik	43
d. Evaluasi Praktik	46
F. EVALUASI PERSONAL	47
G. LAMPIRAN	56
1. Kamus Istilah	56
2. Referensi	56
3. Unit Kompetensi	56
4. Daftar Nama Penyusun	62

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, Modul Pelatihan Berbasis Kompetensi dengan judul “*Menganalisis Hasil Pemeliharaan Komponen Dan Sirkuit Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) Untuk Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik (D.35.145.03.041.1)*” dapat tersusun dengan baik. Modul ini disusun berdasarkan Kepmenaker Nomor 304 Tahun 2019 tentang SKKNI Bidang Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik.

Sesuai PP No. 31 tahun 2006 tentang Sistem Pelatihan Kerja Nasional dan Perpres No. 68 tahun 2022 tentang Revitalisasi Pendidikan Vokasi dan Pelatihan Vokasi, program pelatihan harus mengacu kepada standar kompetensi kerja. Untuk mencapai kompetensi yang diharapkan, peserta harus menguasai pengetahuan, keterampilan dan sikap yang dipersyaratkan.

Modul pelatihan ini dibuat sebagai sumber materi bagi peserta pelatihan untuk menguasai satu unit kompetensi tertentu. Modul mengandung pengetahuan, teori, informasi serta lembar instruksi kerja atau praktik kerja yang harus dipahami dan dikuasai agar peserta memiliki kompetensi yang dibutuhkan dunia usaha maupun dunia industri.

Semoga modul ini bermanfaat guna menghasilkan tenaga kerja yang kompeten dan berdaya saing tinggi.

Jakarta, Desember 2023

Direktur
Bina Standardisasi Kompetensi
dan Program Pelatihan



Moh. Amir Syarifuddin, S.T, M.M
NIP. 19690725 199703 1 001

A. PENDAHULUAN

Tuntutan pembelajaran berbasis kompetensi menjadi sangat penting dalam meningkatkan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang kompeten, sesuai dengan tuntutan kebutuhan pasar kerja. Selaras dengan tuntutan tersebut, maka dibutuhkan mekanisme pelatihan yang lebih praktis, aplikatif, serta dapat menarik dilaksanakan sehingga memotivasi para peserta dalam melaksanakan pelatihan yang diberikan. Seiring dengan mudahnya teknologi digunakan, maka materi pelatihan dapat disajikan dengan berbagai media pembelajaran sehingga dapat diakses secara offline dan online.

Modul pelatihan merupakan buku panduan dalam menyampaikan Materi Pelatihan yang berisi pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan untuk mencapai kompetensi di unit ini.

B. PANDUAN PENGGUNAAN MODUL

Beberapa ketentuan panduan penggunaan materi yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Modul ini dapat dijadikan rujukan untuk pelaksanaan PBK dengan penggunaannya dapat dikembangkan dan dikontekstualisasikan sesuai dengan kebutuhan, materi ini terdiri dari:
 - a. Pengetahuan
 - b. Keterampilan dan Sikap Kerja
 - c. Evaluasi
 - d. Lampiran:
 - 1) Kamus istilah
 - 2) Daftar referensi
 - 3) Unit kompetensi
 - 4) Daftar penyusun
2. Slide *powerpoint* dan video merupakan kelengkapan yang dapat dijadikan referensi bagi para instruktur.
3. Peran instruktur terkait dengan penggunaan modul, antara lain:
 - a. Instruktur dapat menggunakan modul ini yang dilengkapi dengan referensi sumber lainnya seperti buku, video, file presentasi dan

lain-lain sehingga diharapkan modul ini dapat diimplementasikan sesuaikan dengan kebutuhan masing-masing Lembaga pelatihan.

- b. Proses pembelajaran dapat disampaikan dengan menggunakan berbagai sumber yang menguatkan peserta pelatihan, baik melalui tahapan persiapan, pelaksanaan di kelas, praktek, melakukan investigasi, menganalisa, mendiskusikan, tugas kelompok, presentasi, serta menonton video.
 - c. Keseluruhan materi yang tersedia sebagai referensi dalam buku ini dapat menjadi bahan dan gagasan untuk dikembangkan oleh instruktur dalam memperkaya materi pelatihan yang akan dilaksanakan.
4. Evaluasi pencapaian kompetensi peserta dapat dilaksanakan sesuai dengan proses penilaian berupa soal tertulis, wawancara, instruksi demonstrasi dan/atau standard produk yang dipersiapkan oleh instruktur
 5. Referensi merupakan referensi yang menjadi acuan dalam penyusunan buku panduan pelatihan ini.
 6. Lampiran merupakan bagian yang berisikan lembar kerja serta bahan yang dapat digunakan sebagai berkas kelengkapan pelatihan.

C. SILABUS

Unit Kompetensi	: Menganalisis Hasil Pemeliharaan Komponen Dan Sirkuit Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) Untuk Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik
Kode Unit	: D.35.145.03.041.1
Perkiraan Waktu	: 20 JP @ 45 menit
Bentuk	: Luring/Daring/ <i>Blended</i> (*)
Capaian Unit Kompetensi	: Terlaksananya analisis hasil pemeliharaan komponen dan sirkuit Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) sesuai dengan SOP dan standar perusahaan.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	INDIKATOR UNJUK KERJA	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN DAN SIKAP	DURASI
1. Menyiapkan analisis	1.1 Perintah kerja dipahami. 1.2 Prosedur/SOP pelaksanaan analisis sesuai perintah kerja dipahami. 1.3 Gambar pengawatan /pengkabelan, gambar instalasi, denah bangunan dan dokumen terkait instalasi dipahami. 1.4 Dokumen form hasil pemeliharaan instalasi dipahami. 1.5 Form checklist analisis hasil pemeliharaan instalasi disiapkan sesuai Prosedur/SOP 1.6 Komunikasi dan	Dihasilkannya daftar kebutuhan persiapan pelaksanaan analisis hasil pemeliharaan komponen dan sirkuit SKTR sesuai standar	Penjelasan tentang: 1. SOP analisis 2. Form Pemeliharaan 3. Jenis-Jenis pemeliharaan	1. Memahami perintah kerja dengan teliti. 2. Memahami Prosedur/SOP pelaksanaan analisis sesuai perintah kerja 3. Memahami gambar pengawatan pengkabelan, gambar instalasi, denah bangunan dan dokumen terkait instalasi sesuai desain dengan teliti 4. Memahami dokumen form hasil pemeliharaan instalasi sesuai SOP dengan teliti 5. Menyiapkan Form checklist analisis hasil pemeliharaan instalasi sesuai SOP dengan teliti 6. Melaksanakan Komunikasi dan	2 JP

	koordinasi proses pelaksanaan kerja dengan pihak lain yang terlibat dilaksanakan sesuai dengan Prosedur/SOP			koordinasi proses pelaksanaan kerja dengan pihak lain yang terlibat sesuai SOP dengan teliti	
2. Analisis hasil perencanaan pelaksanaan	<p>2.1 Analisis hasil Identifikasi panjang saluran kabel sesuai desain dilakukan.</p> <p>2.2 Analisis hasil identifikasi dalam galian dan perlindungan mekanik kabel sesuai standar dilakukan</p> <p>2.3 Analisis hasil Identifikasi kondisi lokasi dan jarak aman saluran dilakukan.</p> <p>2.4 Analisis hasil Identifikasi jenis saluran 3 fasa atau 1 fasa sesuai desain dilakukan.</p> <p>2.5 Analisis hasil Identifikasi percabangan saluran sesuai desain dilakukan</p> <p>2.6 Analisis hasil Identifikasi material</p>	Dihasilkannya Analisa hasil identifikasi Panjang saluran, dalam galian, jarak aman, jenis penghantar, percabangan, komponen SKTR, sistem proteksi dan pembedaan sesuai desain dan standar perusahaan.	<p>Penjelasan tentang standar :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jarak aman saluran 2. Dalam galian dan perlindungan mekanis kabel 3. Jenis penghantar 1 fasa dan 3 fasa 4. Percabangan SKTR 5. Sistem proteksi 6. Sistem pembedaan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan analisis hasil Identifikasi panjang saluran udara sesuai desain dengan teliti 2. Melakukan analisis hasil Identifikasi dalam galian dan perlindungan mekanik kabel sesuai standar dengan teliti 3. Melakukan analisis hasil Identifikasi kondisi lokasi dan jarak aman saluran sesuai desain dengan teliti 4. Melakukan analisis hasil Identifikasi jenis saluran 3 fasa atau 1 fasa sesuai desain dengan teliti 5. Melakukan analisis Identifikasi percabangan saluran sesuai desain dengan teliti 6. Melakukan analisis Identifikasi material konduktor sesuai desain dengan teliti 7. Melakukan analisis 	2 JP

	<p>kabel sesuai desain dilakukan</p> <p>2.7 Analisis hasil Identifikasi sistem proteksi dan pembatas arus saluran sesuai desain dilakukan</p> <p>2.8 Analisis hasil Identifikasi sistem pbumian sesuai desain dilakukan</p>			<p>Identifikasi sistem proteksi dan pembatas arus saluran sesuai desain dengan teliti</p> <p>8. Melakukan analisis Identifikasi sistem pbumian sesuai desain dengan teliti</p>	
3. Melaksanakan analisis pemeliharaan instalasi	<p>3.1 Keberadaan tanda tangan petugas Pemelihara pada form hasil pemeliharaan instalasi diperiksa.</p> <p>3.2 Analisis kesesuaian Pemeliharaan SKTR dilakukan sesuai dengan desain dan standar pemeliharaan.</p> <p>3.3 Analisis kesesuaian Pemeliharaan/penggelaran kabel SKTR dilakukan sesuai dengan standar pemeliharaan.</p> <p>3.4 Analisis kesesuaian penyambungan kabel SKTR dilakukan sesuai dengan standar</p>	<p>Dihasilkannya form analisis kesesuaian pemeliharaan tiang, andongan, system pbumian, proteksi, tahanan isolasi dan tegangan ujung terhadap standar perusahaan</p>	<p>Penjelasan tentang :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumen hasil pemeliharaan 2. Analisa pemeliharaan SKTR putus 3. Analisa pemeliharaan sistem proteksi 4. Analisa pemeliharaan sistem pbumian 5. Jatuh tegangan dan analisa penyebabnya 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memeriksa Keberadaan tanda tangan petugas Pemelihara pada form hasil pemeliharaan dengan teliti 2. Melakukan Analisis kesesuaian Pemeliharaan SKTR sesuai desain dan standar pemeliharaan dengan teliti. 3. Melakukan Analisis kesesuaian Pemeliharaan /penggelaran kabel SKTR sesuai standar pemeliharaan dengan teliti. 4. Melakukan Analisis kesesuaian Penyambungan kabel SKTR sesuai standar pemeliharaan dengan teliti. 5. Melakukan Analisis 	2 JP

	<p>pemeliharaan</p> <p>3.5 Analisis kesesuaian Pemeliharaan sistem pembedaan dan peralatan proteksi dilakukan sesuai dengan standar</p> <p>3.6 Analisis kesesuaian hasil Pengukuran tahanan isolasi antara tiang dengan konduktor/kabel setiap fasa, pengukuran tahanan isolasi antar fasa dengan standar dilakukan</p> <p>3.7 Analisis kesesuaian Hasil pengukuran tegangan ujung saluran distribusi dengan standar dilakukan</p>			<p>kesesuaian Pemeliharaan sistem pembedaan dan peralatan proteksi sesuai standar dengan teliti.</p> <p>6. Melakukan Analisis kesesuaian hasil Pengukuran tahanan isolasi antara tiang dengan konduktor/kabel setiap fasa, pengukuran tahanan isolasi antar fasa sesuai standar dengan teliti.</p> <p>7. Melakukan Analisis kesesuaian Hasil pengukuran tegangan ujung saluran sesuai standar dengan teliti.</p>	
4. Membuat rekomendasi perbaikan	<p>4.1 Hasil pemeliharaan instalasi yang tidak sesuai dengan Standar operasi yang berlaku dan dokumen desain instalasi dikumpulkan dan dibuat daftar</p> <p>4.2 Analisis rekomendasi cara perbaikan /</p>	Dihasilkannya rekomendasi perbaikan sesuai desain dan standar perusahaan dalam bentuk tulisan.	<p>Penjelasan tentang :</p> <p>1. Rekomendasi perbaikan komponen dan konstruksi SKTR sesuai SOP dan standar desain</p>	<p>1. Mengumpulkan dan membuat daftar Hasil pemeliharaan instalasi yang tidak sesuai dengan Standar operasi yang berlaku dan dokumen desain instalasi</p> <p>2. Menuliskan Analisis rekomendasi cara</p>	2 JP

		penggantian instalasi agar sesuai dengan standar operasi yang berlaku dituliskan untuk setiap intalasi			perbaikan / penggantian instalasi agar sesuai dengan standar operasi yang berlaku	
5. Mengisi laporan analisis	5.1 Hasil analisis dicatat pada Form analisis laporan hasil pemeliharaan 5.2 Form analisis laporan hasil pemeliharaan ditandatangani	Dihasilkannya form analisis laporan hasil pemeliharaan yang ditandatangani sesuai format yang berlaku.	Penjelasan tentang : 1. Laporan hasil pemeliharaan SKTR	1. Mencatat hasil analisis pada form analisis laporan hasil pemeliharaan 2. Menandatangani Form analisis laporan hasil pemeliharaan	2 JP	
Asesmen						

D. PENGETAHUAN

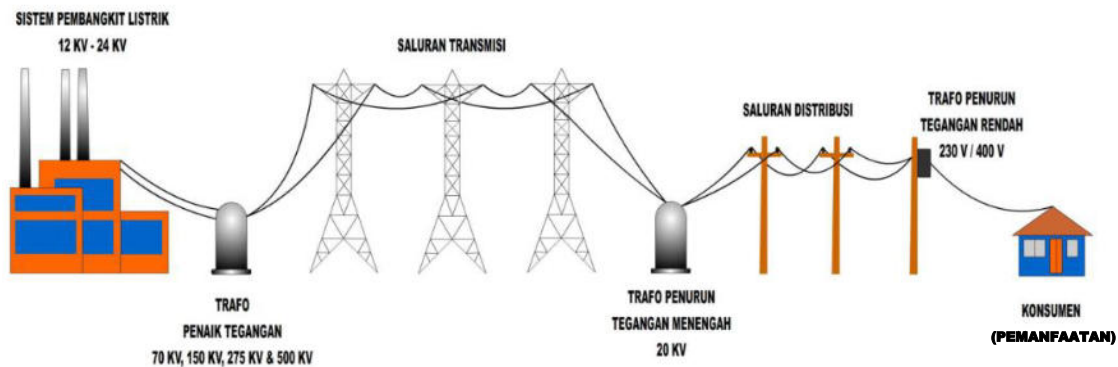
Setiap tenaga teknik perlu memahami bidang dan sub bidang pekerjaan ketenagalistrikan dikarenakan setiap instalasi memiliki beberapa perbedaan diantaranya material, tingkat bahaya resiko, peralatan keselamatan, alat kerja, serta standar yang berbeda.

Instalasi penyediaan tenaga listrik, dibagi menjadi empat bidang, yaitu :

- Pembangkitan tenaga listrik
- Transmisi tenaga listrik
- Distribusi tenaga listrik
- Instalasi pemanfaatan tenaga listrik (IPTL)

Bidang tersebut terbagi dalam lima sub bidang yaitu:

- Pembangunan dan Pemasangan
- Pemeriksaan dan Pengujian
- Pengoperasian
- Pemeliharaan
- Niaga



Gambar 1 Instalasi penyaluran tenaga listrik

Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Tegangan Rendah atau disingkat IPTL TR, adalah instalasi tenaga listrik yang digunakan untuk pemanfaatan tenaga listrik oleh konsumen akhir yang mengoperasikan peralatan kelistrikan pada tegangan 220 Volt untuk Fasa 1, dan 380 Volt untuk Fasa 3.



Gambar 2 Area batas tanggung jawab instalasi listrik

Batas kewenangan PLN adalah sampai dengan kWh meter. Sedangkan instalasi yang berada setelah kWh meter adalah kewenangan pelanggan (baik pemasangan/perbaikan/penggantian material). Mengingat bahwa kWh meter menjadi batas area kewenangan PLN, dimana kWh tersebut adalah aset PLN yang dititipkan kepada pelanggan, sehingga harus dijaga keamanannya dan dilarang keras untuk mengutak – atik. Mengubah instalasi kWh meter dan sebelumnya, sangat berpotensi menimbulkan:

- Ketidakstabilan tegangan listrik di suatu daerah
- Padamnya aliran listrik
- Kebakaran

Untuk menjamin keselamatan ketenagalistrikan (K2), sesuai dengan Undang -Undang Ketenagalistrikan no. 30 Thn 2009 pasal 44 ayat 4, yang mengatakan bahwa “Setiap instalasi tenaga listrik yang beroperasi wajib memiliki sertifikat laik operasi” atau SLO. Maka pemasangan / perbaikan instalasi pelanggan harus dilakukan oleh instalatur listrik resmi. Untuk memastikan instalasi tersebut sudah laik operasi, instalasi tersebut harus lulus saat diperiksa dan diuji oleh Lembaga Inspeksi Teknik / Badan Penguji Instalasi sehingga memperoleh SLO. Kemudian instalasi tersebut bisa dioperasikan serta disambung ke instalasi PLN.

Mengingat ruang lingkup Pemanfaatan Tenaga Listrik ini langsung berhubungan dan berada pada lingkungan daerah berpenghuni, maka

selain harus memenuhi persyaratan kualitas teknis pelayanan juga harus memenuhi persyaratan aman terhadap pengguna dan akrab terhadap lingkungan. Hal tersebut tercantum dalam Undang – Undang tentang Ketenagalistrikan No. 30 Tahun 2009 Pasal 44 ayat 2, bahwa ketentuan keselamatan Ketenagalistrikan bertujuan untuk mewujudkan kondisi:

- Andal dan aman bagi instalasi:
- Aman dari bahaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya,
- Ramah lingkungan

Disinilah pemeliharaan berperan penting untuk menjamin keselamatan ketenagalistrikan, terutama untuk menjaga kehandalan dan keamanan instalasi listrik yang telah beroperasi.

1. Menyiapkan analisis

1.1 SOP analisis

Dalam persiapan analisis hasil pemeliharaan, ada beberapa hal yang harus dipahami, yaitu :

- a. Perintah kerja adalah lembar penugasan dengan format sesuai dengan kebijakan masing-masing perusahaan yang berisi deskripsi penugasan bagi petugas pelaksana.
- b. Prosedur/SOP adalah tata cara/prosedur yang dimiliki oleh perusahaan/lembaga dalam pelaksanaan pemeliharaan rangkaian instalasi tenaga listrik.
- c. Gambar pengawatan/pengkabelan adalah gambar teknik dalam bentuk simbol-simbol peralatan listrik dan garis-garis yang menggambarkan hubungan satu rangkaian listrik dengan rangkaian listrik yang lain pada seluruh rangkaian instalasi tenaga listrik.
- d. Denah lokasi adalah gambar teknik yang memuat informasi terkait lokasi titik kabel saluran tegangan rendah.
- e. Tujuan Pemeliharaan.

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 :

- 1) Menjaga agar peralatan/komponen dapat dioperasikan secara optimal berdasarkan spesifikasinya sehingga sesuai dengan umur ekonomisnya.
- 2) Menjamin bahwa jaringan tetap berfungsi dengan baik dan dalam tingkat keandalan tinggi untuk menyalurkan energi listrik dari pusat listrik sampai ke sisi pelanggan.
- 3) Mendapatkan jaminan bahwa sistem/peralatan distribusi aman baik bagi personil maupun bagi masyarakat umum.
- 4) Mempertahankan nilai atau harga dari peralatan atau sistem, dengan mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan.
- 5) Untuk menjamin keselamatan bagi karyawan yang sedang bekerja dan seluruh peralatan dari kemungkinan adanya bahaya akibat kerusakan dan kegagalan suatu alat.

f. Jenis Pemeliharaan.

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

- 1) Pemeliharaan rutin (*preventif maintenance*).
- 2) Pemeliharaan korektif (*korektif maintenance*).
- 3) Pemeliharaan darurat (*emergency maintenance*).

1.2 Form Pemeliharaan

Selain dokumen di atas, dibutuhkan juga ceklist pemeriksaan kondisi komponen dan konstruksi, barulah mengisi form jika ada temuan kondisi yang mengharuskan pemeliharaan.

STANDING OPERATION PROCEDURE (SOP) **INSPEKSI SALURAN KABEL TEGANGAN RENDAH (SKTR)**

- 1. PETUGAS YANG TERLIBAT**
 - User Pemberi Work Order / Pelaksana Instalasi
 - Witnessing dari Direktorat Ketenagalistrikan / ESDM
 - Petugas Inspeksi : 1 (satu) Orang Lead Inspektur, 2 (dua) Orang Inspektur
- 2. PERALATAN KERJA**
 - Tool Kit
 - Teropong dan GPS
 - Linggis
 - Form Inspeksi
 - Laptop+ Printer
 - Camera Digital
 - Stik Arde
- 3. PERLENGKAPAN K3**
 - Wear Pack (BajuKerja)
 - Helm
 - Masker dan Kelengkapan (PengamanKepala)
 - SarungTanganKulit
 - Kacamata Safety
 - Masker dan Kelengkapan
- 4. PERALATAN UKUR**
 - Multi Meter/AVO
 - Insulation Tester (500 – 5000 V)
 - Earthing Tester
 - Tang Ampere Meter
- 5. PROSEDUR KERJA**
 - 5.1. PERSIAPAN**
 - a. Siapkan Peralatan Kerja, Perlengkapan K3 dan Peralatan Alat Ukur;
 - b. Periksa dan Pastikan Peralatan Kerja, Perlengkapan K3 dan Peralatan Ukur dalam kondisi dapat berfungsi dengan baik dan aman untuk digunakan;
 - c. Siapkan Dokumen Inspeksi dan Form kerja inspeksi;
 - d. Lakukan Koordinasi dengan Petugas yang terlibat dalam pelaksanaan inspeksi;
 - e. Berikan pengarahan dan penjelasan urutan pelaksanaan inspeksi kepada Anggota inspeksi dan pastikan Inspektur memakai/menggunakan perlengkapan K3 dilanjutkan dengan berdoa bersama untuk keselamatan bekerja;
 - f. Memasang papan/rambu peringatan "Instalasi Sedang Diperiksa";
 - g. Periksa dan Pelajari Review dokumen dan desain yang meliputi perencanaan :
 - Spesifikasi Teknik Peralatan Utama (SKTR)
 - Gambar Diagram Satu Garis (Single Line Diagram)
 - Gambar Rute Jaringan SKTR
 - Gambar Sistem Pentanahan
 - Gambar Sistem Switching
 - Gambar Tata Letak Peralatan Ukur
 - Gambar Tata Letak Gardu Distribusi

- FAT & Sertifikat Produk Peralatan Utama
- h. Pastikan bahwa Instalasi yang akan diinspeksi aman, bebas tegangan dengan memperhatikan dikedua ujung instalasi SKTR;(tercantum dalam berita acara yang di ttd bersama pemberi tugas)
 - i. Buang/Discharge muatan induksi untuk seluruh instalasi SKTR yang terpasang dengan stik arde ke grounding.

- 5.2. PELAKSANAAN PEKERJAAN INSPEKSI**
 - a. MENGINSPEKSI INSTALASI SALURAN KABEL TEGANGAN RENDAH (SKTR)**
 1. Pemeriksaan Desain:
 - Konstruksi SKTR
 - Sistem Pembumian
 - Pengaman Elektrik
 - Pengaman Mekanik
 - Koordinasi Proteksi dengan Sistem Distribusi
 2. Pemeriksaan Visual :
 - Penanaman Kabel Tanah (SKTR)
 - Jointing Kabel tanah
 - Terminasi Kabel
 - Perlengkapan K3
 - Pembumian Peralatan
 - Tanda Jalur Kabel
 - Tanda Jointing Kabel
 - Clearance dan Creepage distance (jarak aman) masing masing konstruksi SKTR
 3. Pemeriksaan Individual dan Sistem :
 1. Pengukuran Tahanan Isolasi SKTR
 2. Pengukuran Tahanan Pembumian
 3. Pengujian Fungsi Peralatan Switching, Proteksi dan Kontrol
 4. Pengujian HVDC Test SKTR
 5. Pengujian Tegangan AC dan Percobaan Uji Pembebanan
 6. Pengukuran Beban SKTR
 4. Catat semua data inspeksi dan hasil pengujian pada form inspeksi yang telah di sediakan
 - b. PEMBUATAN LAPORAN, BERITA ACARA DAN REKOMENDASI**
 1. Buat Foto dokumentasi pada pelaksanaan pemeriksaan dan pengujian;
 2. Pastikan bahwa inspeksi secara keseluruhan telah dilakukan;
 3. Laporkan ke Pengawas/Witnessing dari DJK/ESDM bahwa pelaksanaan inspeksi telah selesai dilakukan;

Gambar 3 Contoh dokumen SOP pemeliharaan SKTR

Dilakukannya pemeliharaan bisa dimulai dengan pemeriksaan rutin pada konstruksi SKTR dan komponen nya yang kemudian dicantumkan dalam form ceklis pemeriksaan.

Tabel 1 Ceklis pemeriksaan kondisi komponen SKTR

No	Komponen	Jumlah	Kondisi			Keterangan
			Baik	Kurang	Buruk	
1	Penghantar					
2	PHB beserta kelengkapannya					
3						
4						
5						

Tabel 2 Ceklis pemeriksaan konstruksi SKTR

No	Komponen	Hasil	Kondisi			Keterangan
			Baik	Kurang	Buruk	
1	Kedalaman penghantar					
2	Kondisi gelaran kabel					
3	Sambungan					
4	Tahanan isolasi					
5	Tahanan pbumian					
6	Jatuh tegangan					

Tabel 3 Contoh form pemeliharaan tindak lanjut dari temuan pemeriksaan kondisi komponen dan konstruksi SKTR

Form pemeliharaan SKTR	
Nama pekerjaan	:
No. pekerjaan	:
Lokasi	:
Tanggal mulai	:
Tanggal selesai	:
Catatan :	
<div style="text-align: right;"> tanggal : Disetujui, </div>	

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.

1.3 Jenis-Jenis Pemeliharaan

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.

b. Pemeliharaan Korektif (*corrective 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 sistem atau peralatan yang mengalami gangguan/kerusakan sampai kembali pada keadaan semula dengan kepastian yang sama.

Pekerjaan-pekerjaan yang termasuk pemeliharaan korektif diantaranya adalah:

- 1) Penggantian saluran yang tersambar petir.
- 2) Pekerjaan saluran udara yang putus.
- 3) Penggantian tiang yang patah.

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.

d. Jadwal Pemeliharaan.

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:

1) Pemeliharaan Triwulanan (3 bln).

Pemeliharaan triwulan atau 3 bulanan adalah suatu kegiatan dilapangan yang dilaksanakan dalam tiga bulan dengan harapan langkah-langkah yang perlu dilaksanakan perbaikan sistem peralatan yang terganggu dapat ditentukan lebih awal.

Program pemeliharaan triwulan dapat dibagi untuk memelihara bagian-bagian saluran udara yang rawan gangguan external misalnya pohon-pohon, benang layang-layang dan sebagainya.

Kegiatan yang perlu dilakukan dalam program triwulanan adalah:

- a) Mengadakan inspeksi terhadap saluran udara harus mempunyai jarak aman yang sesuai dengan yang di ijin.

- b) Mengadakan evaluasi terhadap hasil inspeksi yang telah dilaksanakan dan segera mengadakan tindak lanjut.

2) Pemeliharaan Semesteran (6 bln).

Pemeliharaan semesteran atau enam bulanan adalah suatu kegiatan yang dilakukan dilapangan dengan maksud untuk mengetahui sendiri kemungkinan keadaan saluran dan tegangan pada ujung saluran suatu instalasi).

Dimana besarnya regulasi tegangan yang diijinkan oleh PLN pada saat ini adalah + 5% untuk sisi pengirim dan - 10% untuk sisi penerima.

Untuk sistem tiga fasa, perbandingan beban untuk setiap fasanya tidak kurang dari 90%; 100% dan 110%.

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

- a) Melakukan pengukuran arus beban.
- b) Melaksanakan pengukuran tegangan ujung saluran.
- c) Mengadakan evaluasi hasil pengukuran dan menindak lanjuti.

3) Pemeliharaan Tahunan (1 thn).

Pemeliharaan tahunan merupakan suatu kegiatan yang dilaksanakan untuk perbaikan sistem peralatan yang sifatnya dapat menunjang operasi secara langsung atau pekerjaan-pekerjaan yang dapat mengurangi adanya gangguan operasi sistem. Pada prakteknya pemeliharaan tahunan dapat dilaksanakan dalam dua keadaan yaitu:

- a) Pemeliharaan tahunan keadaan bertegangan.
- b) Pemeliharaan tahunan keadaan bebas tegangan.

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 dikhawatirkan/dicurigai dapat menyebabkan gangguan pada operasi sistem, sebelum periode pemeliharaan tahunan berikutnya terselenggara. Adapun bagian-bagian sistem yang perlu dilakukan pemeliharaan tahunan secara periodik diantaranya adalah:

- SKTR dan peralatanya.
- PHB utama dan cabang

4) Pemeliharaan Tiga Tahunan.

Pemeliharaan tiga tahunan merupakan program pemeliharaan sebagai tindak lanjut dari kegiatan pemeliharaan tahunan yang dilaksanakan dalam keadaan bebas tegangan dimana sifat pemeliharanya baik teliti dan penyaluran, biasa sampai tahap bongkar pasang (overhaul).

Dengan keadaan ini, pelaksanaan pemeliharaan tiga tahunan merupakan kegiatan pemeliharaan rutin yang termasuk pekerjaan pemeriksaan rutin sistematis.

2. Analisis hasil perencanaan pelaksanaan

2.1 Standar konstruksi Saluran Kabel Tegangan Rendah

Data – data di atas dapat diperoleh dari laporan pelaksanaan pemeliharaan yang telah dikerjakan oleh pengawas lapangan dengan kelengkapan berupa dokumentasi, hasil pengukuran, diagram / gambar garis tunggal dan lokasi pekerjaan di dalam laporan.

Dalam melaksanakan analisa hasil pemeliharaan, diperlukan acuan / standar konstruksi teknis sebagai tolak ukur dan pembanding seberapa jauh pencapaian sebuah pekerjaan pemeliharaan. Di bawah ini adalah rangkuman standar konstruksi Saluran Kabel Tegangan Rendah.

a. Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Rendah (SLTR)

Sambungan tenaga listrik tegangan rendah (SLTR) adalah sambungan listrik dengan tegangan pelayanan sebesar 220/380 Volt dan dengan Daya sebesar-besarnya 197 kVA. Berdasarkan peletakan saluran, terdapat 2 jenis konstruksi sambungan listrik tegangan rendah, baik untuk fasa 1 ataupun fasa 3 sebagai berikut :

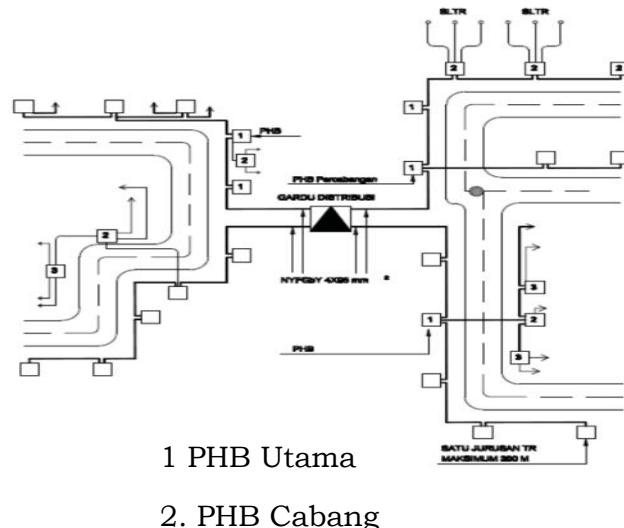
- Konstruksi melalui saluran udara
- Konstruksi melalui kabel bawah tanah

Sambungan antar penghantar harus dilakukan dengan hydraulic press joint sleeve. Sambungan tidak boleh menahan beban mekanis. Sadapan atau pencabangan memakai Konektor jenis hydraulic press yang kokoh atau jenis piercing. Sambungan langsung penghantar harus dilakukan dengan hydraulic press joint sleeve berisolasi.

Semua pembungkus sedotan dan sambungan dilapisi grease (gemuk) dan kedap air. Pemilihan konstruksi disesuaikan dengan kebijakan manajemen, masalah kontinuitas pelayanan, jenis pelanggan, pada beban atas permintaan khusus dan masalah biaya investasi.

Saluran Kabel tanah Tegangan Rendah (SKTR) secara umum tidak banyak dipakai sebagai saluran pemanfaatan tenaga listrik tegangan rendah, kecuali hanya dipakai dalam hal:

- 1) Pada lintasan yang tidak dapat memakai Saluran Udara
Pada daerah-daerah eksklusif atas permintaan, seperti:
 - Perumahan real estate
 - Daerah komersil khusus



Gambar 4 Monogram SKTR

b. Penggelaran Kabel

Kabel digelar minimal sedalam 60 cm, dilindungi terhadap tekanan mekanis dengan :

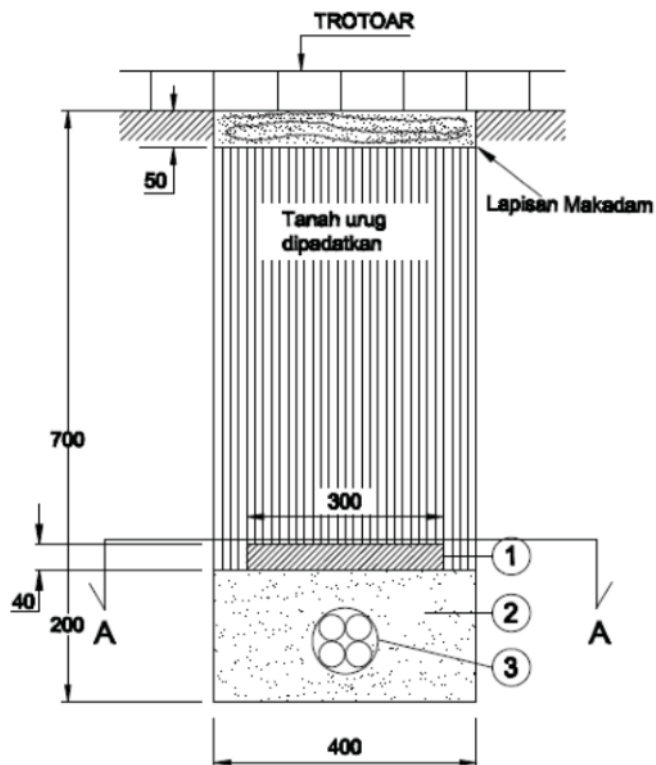
- Pasir halus selebar 20 cm (5 cm di sekeliling kabel)
- Dimasukkan dalam pipa beton atau PVC, jika melintasi jalan raya atau dekat pondasi bangunan.

Sebagai tanda, di atas kabel dilapisi/ditutup dengan plat beton. Selanjutnya jalur kabel diberi tanda patok pilot kabel sepanjang jalur galian dan titik belok. Pencabangan kabel dilakukan pada PHB. Tidak diperbolehkan pencabangan pada kabel dengan menggunakan sambungan T (T-joint).

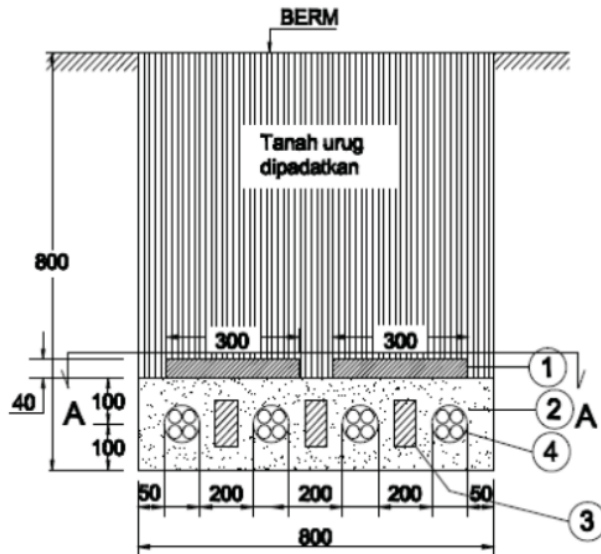
Apabila terdapat lebih dari 1 kabel dalam 1 parit galian, maka jarak antar kabel adalah 2 D, dimana D adalah diameter kabel. Radius belokan kabel minimal adalah $15 \times D$.

Untuk mendapatkan kemampuan hantar arus sesuai spesifikasi pada SNI 04-0225-2000. Kabel ditanam sedalam 70 cm, di selimuti pasir urug setebal 5 cm pada permukaan kabel atau total 20 cm. Selanjutnya bagian atas pasir di pasang batu pengaman yang berfungsi sebagai batu peringatan dengan tebal sekurang-kurangnya 6 cm dan di

Gambar 5 Peletakan 1 kabel tanah tiap 1 meter di bawah permukaan tanah



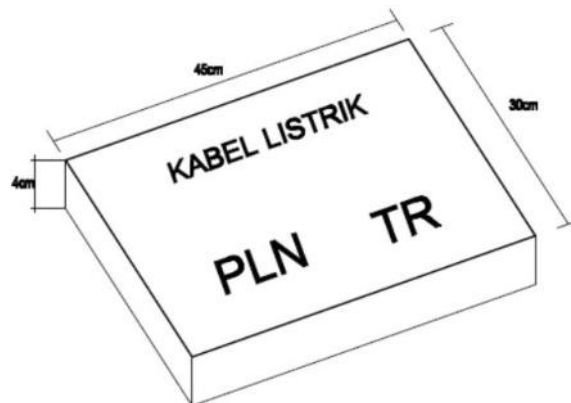
Gambar 6 Peletakan 1 kabel tanah tiap 1 meter di bawah trotoar



Keterangan :

Batu pengaman (4x30x45)cm
 Pasir urug
 Bata merah (5x10x20)cm,
 sebagai penyangga agar kabel
 tidak bersinggungan SKTR
 Setiap 30cm tanah
 dipadatkan/stamper

Gambar 7 Peletakan 4 kabel tanah tiap 1 meter di bawah permukaan



Gambar 8 Batu Pengaman

c. Pemberian Tanda Pengenal Kabel

Kabel diberi tanda pengenal dengan timah label yang diberi identifikasi:

- 1) Nama kabel
- 2) Jenis/ukuran
- 3) Tanggal penggelaran
- 4) Nama pelaksana

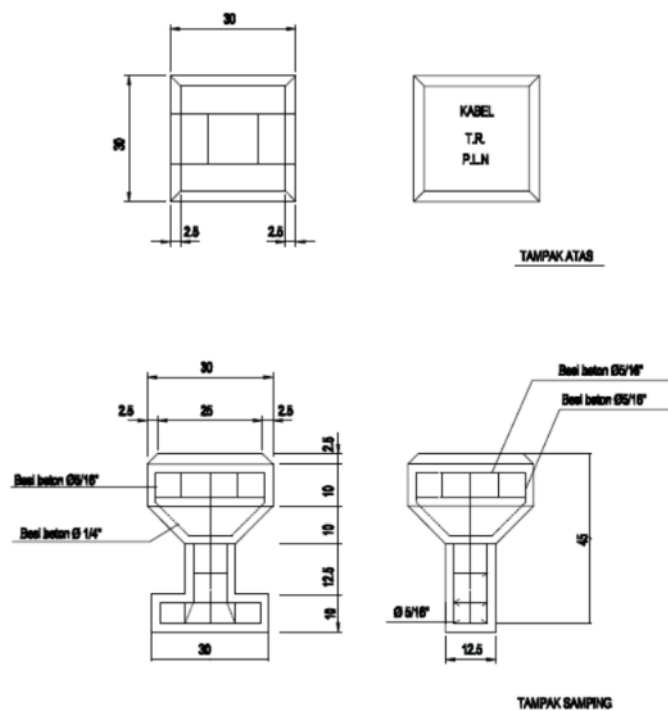
Tanda pengenal ini dipasang tiap 6 meter panjang kabel, dimulai dari terminal PHB dan di terminal PHB sisi hilir.

d. Pemberian Tanda Jalur Kabel

Penandaan jalur kabel dengan patok jalur kabel setiap 30 meter panjang kabel. Pemakaian patok dapat dibedakan menjadi:

- a) Patok di jalur di luar trotoar
- b) Patok pada trotoar jalan

Patok juga dipasang berdekatan pada belokan kabel dan titik penyeberangan jalan utama.



Gambar 9 Patok tanda jalur kabel TR

e. Penyambungan Kabel

Mengingat jangkauan distribusi tegangan rendah ± 300 (tiga ratus) meter, kabel tanah tegangan rendah tidak direkomendasi menggunakan sambungan. Terminasi dilakukan pada Perlengkapan Hubung Bagi (PHB). Sebelum masuk PHB, kabel diberi *spare*/cadangan dahulu sepanjang 2 (dua) meter untuk cadangan akibat kemungkinan kesalahan terminasi.

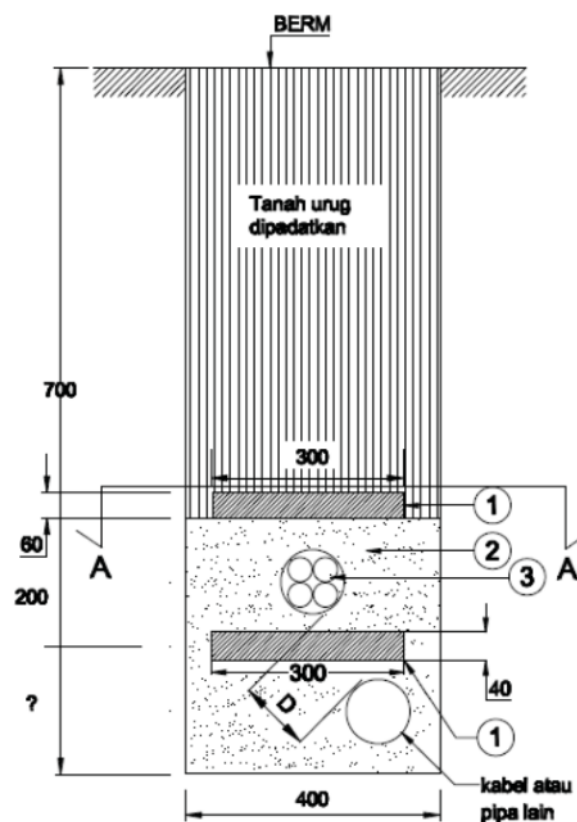
f. Persilangan kabel dengan utilitas lain (non PLN)

Persilangan kabel dengan utilitas lain diatur sebagai berikut :

Tabel 4 Persilangan kabel dengan utilitas lain

Utilitas	Jarak - d (m)	Perlindungan Kabel
Kabel telekom	$0,8 \geq d \geq$	Dilindungi dengan pipa beton atau plat beton tebal 6 cm
Kabel PLN lain	$0,3 d \geq 0,20$	
Pipa gas	$d \geq 1$	
Fondasi bangunan	$0,8 \geq d \geq 0,50$	
Menara TT	$0,8 \geq d \geq 0,30$	

Perlindungan kabel dengan pipa atau plat beton sekurang-kurangnya dilaksanakan sepanjang 1 meter.



Keterangan :
 Batu pengaman
 Pasir urug
 SKTR
 Setiap 30cm tanah dipadatkan/stamper
 Jika $D < 20\text{cm}$, diberi batas plat beton,
 $D > 50\text{ cm}$ untuk pipa gas

Gambar 10 Peletakan 1 kabel tanah tiap 1 meter di bawah tanah paralel dengan utilitas lain

g. Penyelenggaraan Konstruksi Khusus

Yang dimaksudkan dengan Konstruksi khusus disini adalah perlintasan atau persilangan (*crossing*) penggelaran SKTR dengan sarana lain seperti : jaringan non elektrik (non PLN), jalan raya, jalan kereta api saluran air, sungai.

1) Persilangan (*Crossing*) dengan Jalan Raya

Kedalaman penanaman kabel yang melintas di raya sekurang-kurangnya 1 meter di bawah permukaan jalan.

Persilangan dilakukan dengan cara :

a) Crossing:

membuka permukaan jalan

b) Boring:

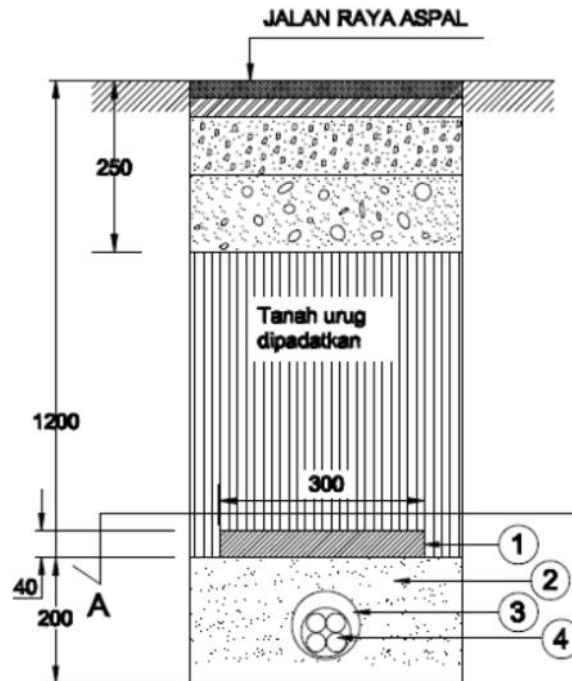
dengan membor / melubangi di bawah badan jalan, dilakukan bila tidak di ijin melakukan crossing dengan galian terbuka.

Untuk jalur kabel dipakai pipa beton Ø 10 cm atau pipa PVC tebal 6 mm. Ujung pipa dialihkan 0.5 meter ke kiri dan ke kanan dari sisi badan jalan. Tidak perlu memasang batu pelindung di atas pipa beton. Wajib memasukkan kawat seng untuk memudahkan menarik kabel serta lubang pipa harus ditutup untuk mencegah masuknya binatang atau lainnya.

Lebih jauh perlintasan jalur kabel dengan jalan raya atau sarana lainnya perlu dibedakan fungsi jalan tersebut, yaitu :

- a) Garasi mobil, jalan lingkungan dengan perlintasan tipe 1, jalur kabel diberi pipa beton 4 inci panjang pipa beton ditambah 0,5 meter kiri kanan jalan.
- b) Jalan kelas 2, garasi mobil kelas berat, perlintasan cross tipe 2, jalur dilengkapi buis beton 4 inci dengan pengerasan di atas buis beton. Panjang buis beton ditambah 0,5 meter kiri kanan jalan.

- c) Jalan kelas 1, jalan utama, konstruksi perlintasan tipe 3 dengan pipa buis beton 4 inci sekurang-kurangnya sedalam 1 meter. Pelaksanaan dilakukan sistem Bor.



Keterangan :
Batu pengaman
Pasir urug
Pipa PVC 4" jenis AW
tebal 5mm
SKTR

Gambar 11 Konstruksi SKTR melintas jalan

- h. Persilangan (*Crossing*) dengan Jalan Kereta Api

Pengelaran paralel dengan jalan kereta api, maka kabel tanah digelar sekurang – kurangnya 2 meter dari bahu jalan kereta api. Jika harus melintasi (*crossing*) jalan kereta api, maka sepanjang jalur kabel harus dilindungi dengan pipa gas 4 inci sedalam 2 (dua) meter dari jalur rel kereta api. Pipa gas harus menjorok ke kiri kanan sekurang- kurangnya 2 (dua) meter (atau merujuk kepada ketentuan teknis PT Kereta Api).

- i. Persilangan (*Crossing*) dengan Saluran Air

Pada persilangan dengan saluran air, kabel digelar di bawah saluran air (parit), maka harus dilindungi dengan pipa beton di bawah dasar parit sekurang-kurangnya sepanjang 2 meter. Perlintasan dengan saluran air kurang dari 6 (enam) meter dapat memakai pelindung besi kanal UNP 15, yang ditangkupkan. Jika lebih dari 6 (enam) meter, maka kabel

diletakkan pada jembatan kabel. Perlintasan dengan saluran air kurang dari 1 (satu) meter dapat langsung ditanam sekurang – kurangnya 1 meter di bawah dasar saluran air, namun harus dilindungi pasir dan batu pengaman.

j. Persilangan (*Crossing*) dengan Sungai

Konstruksi persilangan dengan saluran air/drainase harus memperhatikan ketentuan PEMDA setempat. Untuk persilangan atau perlintasan dengan sungai yang lebarnya sekurang-kurangnya 20 meter, maka sebaiknya memakai saluran udara.

k. Konstruksi cable duct

Pada beberapa tempat di kehendaki konstruksi cable duct dengan campuran beton 1:2:3 diameter pipa untuk kabel sekurang-kurangnya 4 inci (± 10 cm) di dalam pipa dipersiapkan kawat penarik kabel dengan luas penampang sekurang-kurangnya 10 mm². Pada tiap-tiap 30 meter dipersiapkan lubang kontrol / manhole. Konstruksi kabel duct dapat dipakai pada lintasan jalur transportasi utama baik bawah jalan atau pada jembatan umum.



Gambar 12 SKTR dengan *duct* / parit

1. Jarak Aman (*Safety Distance*) dengan instalasi lain

Kabel yang digelar di bawah tanah harus memenuhi persyaratan jarak dengan utilitas lain yang ada di bawah tanah. Jarak antara kabel dengan kabel listrik lain yang bersilangan tidak boleh kurang dari 20 cm. Jika jaraknya kurang dari 20 cm, bagian persilangan dilindungi dengan pipa beton belah atau pelat beton dengan tebal 6 cm, sekurang-kurangnya sejauh 50 cm dari titik silang.

Persilangan dengan kabel telekomunikasi diperbolehkan apabila jarak minimal di antaranya tidak kurang dari 30 cm. Sepanjang persilangan sekurang-kurangnya satu meter ditutup dengan buis beton belah atau dengan pelat beton tebal 6 x 100 x 100 cm.

2.2 Index Protection (IP)

IP atau *Index Protection* adalah sistem Kode yang menunjukkan tingkat proteksi yang diberikan oleh selungkup dari sentuh langsung ke bagian yang berbahaya/bertegangan, dari masuknya benda asing (angka pertama) dan dari masuknya air (angka kedua). Dalam PUIL 2000 di cantumkan istilah IP sebagai International Protection.

Tabel 5 *Index Protection*

Angka Pertama	Benda Padat	Angka Kedua	Benda Cair
0	Tanpa Pengaman	0	Tanpa Pengaman
1	Aman dari benda padat berukuran 50 mm	1	Aman dari tetesan air vertikal (tegak lurus)
2	Aman dari benda padat berukuran 12,5 mm	2	Aman dari tetesan air dengan kemiringan 15°
3	Aman dari benda padat berukuran 2,5 mm	3	Aman dari semprotan air hingga sudut 60°

Angka Pertama	Benda Padat	Angka Kedua	Benda Cair
4	Aman dari benda padat berukuran 1,0 mm	4	Aman terhadap semprotan air dari semua arah selama 10 Menit
5	Aman dari debu berbahaya	5	Aman dari Semprotan Air dengan tekanan rendah (12,5 l/min) selama 3 Menit
6	Benar benar aman dari debu	6	Aman dari semprotan air dengan tekanan tinggi (100 l/min) selama 3 menit
		7	Aman dari rendaman air dengan kedalaman 1 Meter selama 30 menit
		8	Aman dari rendaman air dengan kedalaman lebih dari 1 Meter dan lebih dari 1 Menit

Misalkan PHB dengan kode IP 44, IP 45

Angka pertama :

4 = tidak di masuki benda padat yang lebih besar dari 1 mm.

Angka kedua :

4 = terlindung dari air dari segala arah

5 = terlindung dari air yang disemprotkan dari segala arah.

3. Melaksanakan analisis hasil pemeliharaan instalasi

Beberapa faktor yang menjadi bahan analisis pemeliharaan saluran kabel tegangan rendah adalah sebagai berikut:

a. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan atau jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan

panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam % atau dalam besaran Volt.

Definisi simbol dan Satuan

P : beban dalam [Watt]

V : tegangan antara 2 saluran [Volt]

q : penampang saluran [mm²]

Δv : jatuh tegangan [volt]

Δu : jatuh tegangan [%]

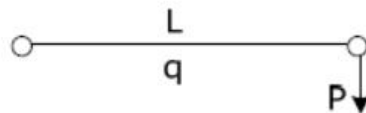
L : panjang saluran (bukan panjang penghantar) [meter sirkuit]

I : arus beban [A]

σ : konduktivitas bahan penghantar Cu = 56; Alumunium 32,7

Untuk Sistem Fasa Tunggal, $\cos \phi \approx 1$ Jatuh Tegangan (dalam %) Untuk beban P, panjang L ; Δu [%]

Besarnya penampang saluran, q [mm²]



$$q = \frac{2L \times I \times 100}{V \times \Delta u \times \sigma} \quad \text{atau} \quad q = \frac{2L \times P \times 100}{V^2 \times \Delta u \times \sigma} [mm^2]$$

Jatuh Tegangan (dalam Volt)

$$q = \frac{L \times P \times 2}{V \times \Delta v \times \sigma} \quad \text{atau} \quad q = \frac{L \times I \times 2}{\Delta v \times \sigma} [mm^2]$$

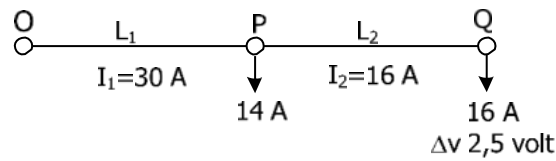
Misal:

1. Beban P = 900 watt; Δu = 2%; V = 115 volt ; L = 400 meter.

Maka:

$$q = \frac{2L \times P \times 100}{V^2 \times \Delta u \times \sigma} = \frac{2 \times 400 \times 900 \times 100}{115^2 \times 2 \times 56} = 48,6 \text{ mm}^2$$

Beban pada titik P = 14 A, pada titik Q = 16 A, Δv pada Q = 2,5 Volt, $L_1 = 20$ meter, $L_2 = 16$ meter (penghantar tembaga).



$$\Delta v = \Delta v_1 + \Delta v_2$$

$$2,5 = \frac{20 \times 30 \times 2}{56q} + \frac{16 \times 16 \times 2}{56q}$$

$$q = 12,2 \text{ mm}^2$$

$$\text{diambil } q = 16 \text{ mm}^2$$

Untuk Sistem Tiga Fasa dengan $\cos \phi$ selain 1

Bila diketahui besarnya arus I , Δv [volt], maka:

$$q = \frac{1,73 \times L \times I \times \cos \phi}{\Delta v \times \lambda} [\text{mm}^2]$$

$$\Delta v = \frac{1,73 \times L \times I \times \cos \phi}{q \times \lambda} [\text{volt}]$$

Bila diketahui besarnya beban P dalam Watt, maka:

$$q = \frac{L \times P}{V \times \Delta v \times \lambda} [\text{mm}^2]$$

Misal :

1. Saluran arus bolak balik fasa – 3 $L = 80$ meter, $P = 2000$ watt;

$V = 190$ Volt; $\Delta v = 3,8$ volt; arus penghantar netral = 0 A

$$q = \frac{L \times P}{V \times \Delta v \times \lambda} = \frac{80 \times 2000}{190 \times 3,8 \times 56} = 3,96 \text{ mm}^2$$

2. Berapa jatuh tegangan pada satu saluran $L : 150$ meter, $I : 190$

Ampere; $q = 95 \text{ mm}^2$, sistem fasa -2. $\cos \phi = 0,88$

$$\Delta v = \frac{1,73 \times L \times I \times \cos \varphi}{q \times \lambda} = \frac{1,73 \times 150 \times 190 \times 0,88}{95 \times 56} = 8,15 \text{ Volt}$$

Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Di Indonesia, PLN memberikan aturan besarnya regulasi tegangan yang diijinkan pada saat ini adalah + 5% untuk sisi pengirim dan - 10% untuk sisi penerima, dimana nilai tersebut didasarkan pada tegangan kerja 220/380 Volt. Sehingga untuk pengukuran tegangan Fasa ke Netral, rentang tegangannya 198 volt hingga 231 Volt. Sedangkan Fasa ke Fasa memiliki rentang tegangan 342 Volt hingga 399 Volt atau biasa dibulatkan 400 Volt.

Kondisi, ukuran serta panjang penghantar adalah faktor yang paling mempengaruhi besarnya tegangan jatuh. Ada pula faktor sambungan yang mulai usang dan loncatnya arus listrik ke material di sekitarnya yaitu penghantar lain yang dililitkan dan pohon yang menyentuh penghantar.

Tindakan pemeliharaan untuk menghindari jatuh tegangan yang terlalu besar adalah melakukan pemangkasan dan pemeriksaan bila ditemukan suara lompatan listrik di sepanjang penghantar.

b. Tahanan Isolasi

Mengetahui besarnya tahanan isolasi dari suatu peralatan listrik merupakan hal yang penting untuk menentukan apakah peralatan tersebut dapat dioperasikan dengan aman.

Secara umum jika akan mengoperasikan peralatan tenaga listrik seperti generator, transformator dan motor, sebaiknya terlebih dahulu memeriksa tahanan isolasinya, tidak peduli apakah alat tsb baru atau lama tidak dipakai.

Untuk mengukur tahanan isolasi digunakan Mega Ohm Meter / Insulation tester. Isolasi yg dimaksud adalah isolasi antara bagian yang bertegangan dengan bertegangan maupun dengan bagian yang tidak bertegangan seperti body / ground.



Gambar 13 Insulation Tester untuk mengukur tahanan isolasi

Untuk instalasi tegangan rendah digunakan insulation tester dengan batas ukur sampai Mega Ohm dan tegangan alat ukur antara 500 sampai 1.000 Volt arus searah.

Menurut PUIL, standar minimal besarnya tahanan isolasi adalah 1000 kali tegangan nominal yang melewati peralatan kelistrikan. Sebagai contoh, jika saluran kabel udara tegangan rendah dilewati tegangan 380 Volt, maka tahanan isolasi minimal 380×1000 , yaitu 380000 Ohm atau 0,38 MegaOhm.

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum melaksanakan pengukuran adalah alat yang diukur harus bebas tegangan AC / DC atau tegangan induksi, karena tegangan tersebut akan mempengaruhi hasil pengukuran. Berikut adalah prosedur penggunaan insulation tester digital.

- 1) Check baterai apakah dalam kondisi baik.
- 2) Pasang kabel test ke peralatan yang diukur .
- 3) Pilih tegangan ukur melalui saklar (8) sesuai tegangan kerja alat yang diukur.
- 4) On-kan insulation tester, baca tampilan pada skalanya
- 5) Jika hasilnya berubah – ubah, tunggu beberapa saat (0,5 – 1 menit) lalu baca hasil pengukurannya.

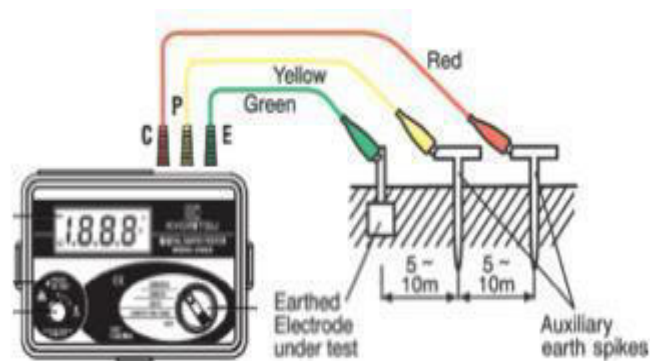
Catat hasil ukur dan kalikan dengan faktor kali alat ukur, bandingkan hasil ukur dengan standar tahanan isolasi. Harga terendah $1 \text{ M}\Omega / \text{kV}$.

Pada SKTR, pengukuran tahanan isolasi dilakukan pada fasa-fasa atau fasa-netral. Jika tidak memenuhi nilai minimum yang diijinkan, maka harus dilakukan penggantian pada komponen SKTR tersebut.

c. Tahanan Pembumian

Pentanahan atau pembumian adalah hubungan listrik yang sengaja dilakukan dari beberapa bagian instalasi listrik ke sistem pentanahan. Kawat pentanahan digunakan untuk menghubungkan bagian yang ditanahkan dari suatu instalasi dengan elektroda pentanahan.

Tahanan pentanahan dari suatu sistem pentanahan ditentukan oleh jumlah tahanan dari elektroda pentanahan ke bumi dan kawat penghantar. Tahanan tanah dari sebuah elektroda pentanahan ditentukan oleh rasio potensial elektroda terhadap arus yang lewat melalui elektroda tersebut ke bumi. Alat ukur tahanan pentanahan adalah *Earth Tester* jenis digital.



Gambar 14 Pengukuran tahanan pentanahan menggunakan earth tester digital dengan 2 elektroda bantu

Nilai tahanan isolasi sebenarnya bisa lebih tinggi atau lebih rendah tergantung ada faktor suhu dan kelembaban. Penurunan isolasi biasanya turun secara bertahap jika diperiksa berkala, yang dikenal dengan *preventive maintenance*. Pemeriksaan semacam itu memungkinkan rekondisi yang direncanakan sebelum terjadinya kegagalan atau kerusakan. Apabila tidak dilakukan pemeriksaan secara berkala, peralatan listrik dapat berbahaya jika disentuh

saat adanya tegangan, karena isolasi itu tersendiri telah menjadi konduktor parsial

Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan tahanan isolasi menurun atau isolasi yang memburuk, seperti kerusakan mekanis peralatan, suhu yang berlebihan, kotoran, uap korosif, kelembaban, dan lain sebagainya. Faktor penyebab tadi, dapat dikombinasikan dengan tekanan listrik yang ada yang kita kenal dengan electrical stresses. Saat faktor-faktor yang menyebabkan isolasi memburuk muncul, seperti adanya retakan, kelembaban, dan adanya benda asing pada permukaan isolator, dapat menyebabkan tahanan (resistansi) rendah.

Pada SKTR, pengukuran dilakukan pada elektroda pembumian yang terdapat pada PHB. Nilai tahanan pembumian tiang dan PHB maksimal adalah 5 Ohm. Jika ditemukan nilai tahanan pembumian melebihi seharusnya, maka perlakuannya :

- Pengecekan sistem pembumian terutama pada sambungan antara penghantar pembumian dan elektroda, dengan mengencangkan klem pembumian
- Menggali ulang elektroda pembumian kemudian memperdalam lubang penanaman elektroda.
- Menambah elektroda pembumian yang kemudian diparalelkan

d. Penghantar SKTR rusak

SKTR rusak bisa disebabkan penggalian yang tidak memperhatikan jalur kabel atau karena tidak adanya patok penanda jalur kabel. Faktor alam seperti banjir, gempa bumi, tanah longsor juga bisa menyebabkan rusaknya SKTR. Kerusakan tersebut bisa berupa terbakar karena konslet, atau putusnya Sebagian atau seluruh penampang kabel.



Gambar 15 Kabel SKTR terbakar



Gambar 16 Kabel SKTR terkelupas

Dari semua temuan selama pemeliharaan yang telah dilakukan, petugas lapangan akan mengisi form ceklis pemeliharaan yang ada dalam form SOP Pemeliharaan seperti pada Lampiran. Form tersebut kemudian disampaikan pada penyelia /supervisor pemeliharaan. Kemudian dari form tersebut dianalisis untuk membuat rekomendasi perbaikan sesuai standar yang berlaku. Analisa hasil pemeliharaan disampaikan dalam bentuk laporan yang juga berisi rekomendasi perbaikan kemudian diserahkan kepada pimpinan untuk ditindaklanjuti.

Kemudian dari form hasil pemeliharaan, dilakukan analisis kesesuaian desain terhadap:

- Panjang saluran
- Kedalaman galian dan perlindungan mekanik kabel
- Kondisi lokasi dan jarak aman
- Jenis saluran 3 fasa atau 1 fasa
- Percabangan saluran
- Jenis konduktor penghantar saluran
- Jenis Sistem pembumian

4. Membuat rekomendasi perbaikan

Hasil pemeliharaan instalasi yang tidak sesuai dengan Standar operasi yang berlaku dan dokumen desain instalasi dikumpulkan dan dibuat daftar. Selanjutnya dibuat rekomendasi perbaikan untuk setiap instalasi.

Tabel 6 Contoh form analisis rekomendasi penggantian instalasi

Form analisa hasil pemeliharaan SKTR

Nama pekerjaan :
No. pekerjaan :
Lokasi :
Tanggal mulai :
Tanggal selesai :

Dalam membuat rekomendasi perbaikan, diperlukan standar acuan berupa SOP, SPLN, standar konstruksi PLN, PUIL dan atau standar lain yang telah disepakati. Terdapat beberapa faktor yang diperiksa kesesuaiannya terhadap standar yang berlaku, diantaranya:

- Penggelaran kabel SKTR
- Penyambungan

- Sistem pembumian dan peralatan proteksi
- Tahanan Isolasi tiang-konduktor, dan fasa-fasa
- Tegangan ujung saluran

5. Mengisi laporan analisis

Form analisis hasil pemeliharaan adalah formulir yang digunakan untuk mencatat hasil analisa pemeliharaan komponen dan sirkit SKTR. Formulir ini biasanya berisi informasi tentang jenis komponen, sirkit instalasi, tanggal analisis, dan hasil analisis pemeliharaan.

Formulir ini sangat penting untuk menjaga keamanan dan keandalan instalasi, karena dapat membantu dalam memantau pelaksanaan pemeliharaan dan menjadi masukan dalam pengembangan metode pemeliharaan kedepannya. Beberapa informasi yang biasanya dicantumkan dalam form supervisi pemeriksaan komponen dan sirkit instalasi meliputi:

- Identitas instalasi: Nama dan alamat komponen dan sirkit instalasi, tipe komponen dan sirkit instalasi (misalnya, instalasi tenaga, instalasi daya), dan informasi kontak pemilik atau pengguna instalasi.
- Tanggal supervisi pemeriksaan
- Hasil supervisi pemeriksaan
- Rekomendasi: Rekomendasi atau saran untuk perbaikan atau tindakan yang perlu diambil berdasarkan hasil pemeriksaan.
- Tindak lanjut: Langkah apa yang diambil setelah supervisi pemeriksaan, termasuk jadwal supervisi pemeliharaan atau perbaikan yang direkomendasikan.

Laporan Analisis Hasil Pemeliharaan SKTR

Nama pekerjaan :
No. pekerjaan :
Lokasi :
Tanggal mulai :
Tanggal selesai :

anggal :

Mengetahui,

Instruksi Evaluasi Pengetahuan :

- 38

- e. Bobot maksimal penilaian untuk evaluasi pengetahuan adalah 30% dari dari keseluruhan penilaian di unit ini
- f. Plagiarisme adalah mengkopi pekerjaan seseorang dan mengakui tugas itu adalah tugas anda. Setiap kegiatan plagiarisme akan mendapatkan hasil dengan nilai nol.
- g. Materi evaluasi yang akan diujikan merujuk kepada pengetahuan yang dibutuhkan dan tertulis pada unit kompetensi di standar kompetensi, yaitu
 - 1) Menyiapkan analisis
 - 2) Analisis hasil perencanaan pelaksanaan
 - 3) Melaksanakan analisis hasil pemeliharaan instalasi
 - 4) Membuat rekomendasi perbaikan
 - 5) Mengisi laporan analisis

A. KETERAMPILAN DAN SIKAP KERJA

1. Lembar Instruksi Kerja (LIK)

a. Informasi Umum

Unit Kompetensi	: Menganalisis Hasil Pemeliharaan Komponen Dan Sirkuit Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) Untuk Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik
Kode Unit	: D.35.145.03.041.1
Nama LIK	: Menganalisis Hasil Pemeliharaan Komponen Dan Sirkuit Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) Untuk Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik
No. LIK	: 01
Waktu	: 90 menit

Petunjuk:

- 1) Baca dan pelajari setiap langkah/instruksi kerja dibawah ini dengan cermat sebelum melaksanakan praktek.
- 2) Laksanakan pekerjaan sesuai dengan urutan proses yang sudah ditetapkan.

- 40

- 2) Analisis hasil perencanaan pelaksanaan
- 3) Melaksanakan analisis hasil pemeliharaan instalasi
- 4) Membuat rekomendasi perbaikan
- 5) Mengisi laporan analisis

4) Bahan Praktik

No.	Nama Barang	Spesifikasi	Jumlah
1	Joint sleeve	Standar	1 set
2	Heat Shrink	Standar	1 set
3	Silikon gel	Standar	1 set
4	Selotip kedap air 3M	standar	1 set

5) Peralatan Praktik

- 1) Peralatan K2 (Helm, sarung tangan, kaca mata)
- 2) Tang
- 3) Palu
- 4) Alat penggalian
- 5) Hidrolik Press

c. Penilaian Praktik

1) Lembar Cek Observasi

PROSEDUR/LANGKAH KERJA	ACUAN PEMBANDING	PENILAIAN	
		K	BK
A. Menyiapkan pelaksanaan analisis			
1. Perintah kerja dipahami.	SOP Perusahaan		
2. Prosedur/SOP pelaksanaan analisis sesuai perintah kerja dipahami.	SOP Perusahaan		
3. Gambar pengawatan /pengkabelan, gambar instalasi, denah bangunan dan dokumen terkait instalasi dipahami	Single Line Diagram		

4. Dokumen form hasil pemeliharaan instalasi dipahami	SOP Perusahaan		
5. Form <i>checklist</i> analisis hasil pemeliharaan instalasi disiapkan sesuai Prosedur/SOP.	SOP Perusahaan		
6. Komunikasi dan koordinasi proses pelaksanaan kerja dengan pihak lain yang terlibat dilaksanakan sesuai dengan Prosedur/SOP.	SOP Perusahaan		
B. Analisis hasil perencanaan pelaksanaan			
1. Analisis hasil Identifikasi panjang saluran kabel sesuai desain dilakukan	Standar perusahaan		
2. Analisis hasil Identifikasi dalam galian dan perlindungan mekanik kabel sesuai standar dilakukan.	Standar perusahaan		
3. Analisis hasil Identifikasi kondisi lokasi dan jarak aman saluran dilakukan.	Standar perusahaan		
4. Analisis hasil Identifikasi jenis saluran 3 fasa atau 1 fasa sesuai desain dilakukan.	Single Line Diagram		
5. Analisis hasil Identifikasi percabangan saluran sesuai desain dilakukan	Single Line Diagram		
6. Analisis hasil Identifikasi material kabel sesuai desain dilakukan	Single Line Diagram		
7. Analisis hasil Identifikasi sistem proteksi dan pembatas arus saluran sesuai desain dilakukan	Single Line Diagram		
8. Analisis hasil Identifikasi sistem pembumian sesuai desain dilakukan	Single Line Diagram		

C. Melaksanakan analisis hasil pemeliharaan instalasi			
1. Keberadaan tanda tangan petugas Pemelihara pada form hasil pemeliharaan instalasi diperiksa	SOP Perusahaan		
2. Analisis kesesuaian Pemeliharaan SKTR dilakukan sesuai dengan desain dan standar pemeliharaan	Standar perusahaan		
3. Analisis kesesuaian Pemeliharaan/penggelaran kabel SKTR dilakukan sesuai dengan standar pemeliharaan	Standar perusahaan		
4. Analisis kesesuaian Penyambungan kabel SKTR dilakukan sesuai dengan standar pemeliharaan	Standar perusahaan		
5. Analisis kesesuaian Pemeliharaan sistem pbumian dan peralatan proteksi dilakukan sesuai dengan standar	Standar perusahaan		
6. Analisis kesesuaian hasil Pengukuran tahanan isolasi antara tiang dengan konduktor/kabel setiap fasa, pengukuran tahanan isolasi antar fasa dengan standar dilakukan	Standar perusahaan		
7. Analisis kesesuaian Hasil pengukuran tegangan ujung saluran distribusi dengan standar dilakukan	Standar perusahaan		
D. Membuat rekomendasi perbaikan			
1. Hasil pemeliharaan instalasi yang tidak	SOP Perusahaan		

sesuai dengan Standar operasi yang berlaku dan dokumen desain instalasi dikumpulkan dan dibuat daftar			
2. Analisis rekomendasi cara perbaikan / penggantian instalasi agar sesuai dengan standar operasi yang berlaku dituliskan untuk setiap instalasi	SOP & Standar Perusahaan		
E. Mengisi laporan analisis			
1. Hasil analisis dicatat pada Form analisis laporan hasil pemeliharaan	SOP Perusahaan		
2. Form analisis laporan hasil pemeliharaan ditandatangani	SOP Perusahaan		

2) Lembar Cek Hasil *(merujuk ke indikator unit kompetensi)*

No	ASPEK YANG DINILAI	STANDAR KEBERTERIMAAN	CEKLIS	
			K	BK
1.	Identifikasi Panjang saluran, kedalaman galian, dan perlindungan, jarak aman, jenis saluran, percabangan, material, sistem proteksi, dan pbumian	Standar Perusahaan, Single Line Diagram		
2.	Kesesuaian laporan penyambungan ulang SKTR	Standar Perusahaan		
3.	Kesesuaian laporan pemeliharaan SKTR	1 meter		
4.	Kesesuaian laporan pemeliharaan pbumian	5 ohm		
5.	Kesesuaian laporan pemeliharaan tahanan isolasi	1000 Ohm/Volt		
6.	Kesesuaian laporan tegangan ujung SKTR	+5% - 10%		
7.	Analisis rekomendasi perbaikan instalasi SKTR	Standar desain perusahaan		
8.	Laporan analisis hasil pemeliharaan	SOP Perusahaan		

2. Evaluasi Praktik

Instruksi Evaluasi Praktik:

- a. Soal evaluasi praktik disusun oleh instruktur.
- b. Metode evaluasi ditentukan oleh instruktur
- c. Jawaban evaluasi praktik harus di serahkan sesuai dengan batas waktu yang dicantumkan.
- d. Evaluasi praktik dibuat secara tertulis dalam file word-processed sesuai dengan elemen unit kompetensi yang diuji.
- e. Plagiarisme adalah mengkopi pekerjaan seseorang dan mengakui tugas itu adalah tugas anda. Setiap kegiatan plagiarisme akan mendapatkan hasil dengan nilai nol.
- f. Bobot maksimal penilaian untuk evaluasi praktik adalah 70% dari dari keseluruhan penilaian di unit ini.
- g. Materi evaluasi yang akan diujikan merujuk kepada keterampilan dan sikap yang dibutuhkan dan tertulis pada elemen kompetensi di standar kompetensi, yaitu:
 - 1) Menyiapkan pelaksanaan analisis
 - 2) Analisis hasil perencanaan pelaksanaan
 - 3) Melaksanakan analisis hasil pemeliharaan instalasi
 - 4) Membuat rekomendasi perbaikan
 - 5) Mengisi laporan analisis

B. EVALUASI PERSONAL

FORM MONITORING PERSONAL

INSTRUKSI PENGISIAN:

Berikanlah penilaian Anda pada tingkat pemenuhan tingkat perilaku peserta pelatihan dengan membubuhkan tanda X (silang) atau V (centang) pada salah satu indikator perilaku yang ada.

Pemahaman indikator perilaku adalah:

- Jenjang yang lebih tinggi telah mencakup jenjang yang lebih rendah
- Contoh Jenjang 3 merupakan jenjang perilaku yang telah memenuhi jenjang 2 dan 1

Keterangan :

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
				Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
		1						
		2						
		3						
		4						
		5						

Nama Kompetensi Perilaku

Level indikator Perilaku

Pilih 1 Level indikator Perilaku sesuai hasil observasi

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Usaha untuk menunjukkan hasil kerja dengan sasaran hasil terbaik atau di atas standar yang ditetapkan		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
1	MOTIVASI DIRI	1	Bekerja untuk memenuhi standar yang ditetapkan oleh manajemen					
		2	Menetapkan dan bertindak dalam meraih sasaran diri sendiri dan orang lain					
		3	Berusaha menyelesaikan tugas dan fokus pada perbaikan agar dapat menyelesaikan pekerjaan yang terbaik					
		4	Berusaha untuk dapat mengoptimalan penggunaan sumber daya yang ada untuk hasil kerja yang terbaik					
		5	Berusaha melakukan penyelesaian pekerjaan secara maksimal dengan selalu melakukan perhitungan terhadap potensi resiko sehingga menunjukkan usaha perbaikan dan pengembangan semaksimal yang dapat dilakukan.					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Kemampuan untuk memahami komunikasi lisan, dan tulisan yang disampaikan serta mampu menyampaikan pendapatnya secara terbuka dalam interaksi komunikasi dua arah		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
2	KOMUNIKASI	1	Dapat memahami informasi yang disampaikan secara lisan dan tulisan					
		2	Dapat menyampaikan kembali pendapatnya dalam menanggapi gagasan yang disampaikan kepadanya					
		3	Dapat memahami informasi yang diterima, menganalisa informasi serta menyampaikan gagasan pikirnya baik dalam mengajukan pandangannya juga memberikan alasan atas pendapatnya					
		4	Dapat menuangkan pemahaman dan pendapatnya secara lisan dan tulisan serta memaparkan gagasannya dalam forum diskusi dan paparan ketika diminta					
		5	Dapat menuangkan pemahaman dan pendapatnya secara lisan dan tulisan serta memaparkan gagasannya dalam forum diskusi dan paparan ketika diminta secara jelas, dan menunjukkan kualitas yang baik					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Kesediaan untuk melakukan dan melaksanakan tugas sesuai dengan prosedur/ ketentuan yang telah ditetapkan		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
3	KESEDIAAN MENGIKUTI ATURAN	1	Bersedia diarahkan dan mengikuti prosedur dan bila diingatkan dapat memahami dan mengikuti ketentuan yang ditetapkan					
		2	Memahami tahapan tugas dan proses kerja serta bersedia menjalankan setiap tahapan pekerjaan yang disampaikan kepadanya					
		3	Memahami tugas dan melakukan setiap tahapan proses dengan konsisten					
		4	Secara berkelanjutan mengikuti setiap ketentuan/ aturan yang berlaku, dengan pemahaman dan berusaha bertanya untuk memperbaiki setiap kekurangan yang diketahuinya					
		5	Dapat mengikuti aturan/ prosedur dan membantu memberikan pemahaman kepada tim kerja/ grupnya					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Dorongan atau kemampuan untuk bekerja sama dengan orang lain; dorongan atau kemampuan untuk menjadi bagian dari suatu kelompok dalam melaksanakan suatu tugas		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
4	KERJASAMA TIM	1	Meminta gagasan dan pendapat dalam mengambil keputusan atau merencanakan sesuatu.					
		2	Menjaga orang lain tetap memiliki informasi dan hal-hal baru tentang proses dalam kelompok, dan membagi informasi yang relevan.					
		3	Memperlihatkan harapan positif kepada orang lain dan menindaklanjuti untuk pencapaian hasil bersama					
		4	Berusaha memahami, menghargai orang lain yang berhasil					
		5	Mendorong orang lain dan membuat mereka merasa terlibat dan memberikan kontribusi untuk pencapaian hasil terbaik bersama					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Dorongan dalam diri seseorang untuk memastikan / mengurangi ketidakpastian khususnya berkaitan dengan penugasan, kualitas dan ketepatan / ketelitian data dan informasi di tempat kerja		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
5	TELITI	1	Menunjukkan kecermatan namun membutuhkan pengawasan					
		2	Dapat menunjukkan hasil kerja dengan detail proses pekerjaan secara konsisten					
		3	Menyelesaikan setiap pekerjaan dan memeriksa ketepatan informasi/data untuk dapat secara tepat diselesaikan					
		4	Menunjukkan perhatian terhadap kejelasan, kepastian detail pekerjaan dan memeriksa setiap tahapan agar sesuai dengan standard yang ditetapkan					
		5	Memastikan seluruh proses pelaksanaan pekerjaan memiliki standard dan melakukan pemeriksaan pada setiap tahapan, dan memastikan perbaikan pada setiap tahapan agar dicapai proses/hasil kerja yang memiliki kualitas terbaik					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Kemampuan untuk memahami situasi dengan menggunakan dasar pemikiran dalam memecahkan masalah menjadi bagian-bagian yang lebih rinci (faktor-faktor), atau mengamati keadaan tahap demi tahap berdasarkan pengalaman untuk digunakan dalam pertimbangan yang dilakukan.		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
6	ANALISA & ANTISIPASI	1	Dapat memahami permasalahan pada tugas/pekerjaan dan mengelompokkan pada skala prioritas					
		2	Dapat memahami permasalahan pada tugas/ pekerjaan dan memecah proses kedalam tahapan tugas dan hubungan satu dengan lainnya					
		3	Dapat memahami permasalahan pada tugas/ pekerjaan dan mengolah setiap informasi yang diperoleh dengan melihat hubungan satu informasi dengan informasi lainnya berdasarkan tahapan penyelesaian masalah yang menjadi prioritas yang ada					
		4	Dapat mengolah setiap informasi dan hubungan setiap informasi serta dapat melihat kemungkinan yang ditimbulkan					
		5	Dapat mengolah setiap informasi dan hubungan setiap informasi serta dapat melihat potensi masalah dan mengolah informasi secara terintegrasi dengan mempertimbangkan prioritas serta mengantisipasi agar kualitas tindakan yang matang					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Besarnya usaha tambahan yang dikeluarkan untuk mengumpulkan informasi lebih banyak sehubungan dengan pelaksanaan pekerjaan dan pengambilan keputusan		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
7	MENCARI INFORMASI	1	Menerima dan mencari informasi tambahan bila diarahkan					
		2	Mencari informasi yang tepat untuk hal yang sesuai dengan materi/pekerjaan					
		3	Mencari informasi dari berbagai sumber yang dibutuhkan dalam penyelesaian pekerjaan					
		4	Memilih peluang-peluang potensial yang mungkin berguna dimasa yang akan datang, dan selalu melihat situasi kerja sebagai dasar menentukan informasi yang dibutuhkan					
		5	Mencari informasi dari berbagai sumber dan melihat hubungan informasi yang dicari untuk melengkapi setiap tahapan kerja serta mencocokkan pada setiap hubungan sebab baterai bar untuk setiap informasi yang dikumpulkan					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

No	KOMPETENSI PERILAKU	INDIKATOR PERILAKU		PENILAIAN				
		Dorongan bertindak untuk melebihi yang dibutuhkan atau yang dituntut oleh pekerjaan / lingkungan melakukan sesuatu tanpa menunggu perintah lebih dahulu, tindakan ini dilakukan untuk memperbaiki atau meningkatkan hasil pekerjaan atau menghindari timbulnya masalah atau menciptakan peluang baru.		Berikan tanda X untuk level pencapaian Pembelajaran ini				
		LEVEL	URAIAN	1	2	3	4	5
8	PROAKTIF	1	Menunjukkan inisiatif dalam tugas/ pekerjaan yang menjadi tuntutan/tanggung jawabnya					
		2	Menunjukkan kesungguhan dalam memberikan kontribusi dalam kegiatan yang diikuti untuk sasaran pencapaian hasil kerjanya					
		3	Mengenali & memanfaatkan setiap peluang dan menggunakannya agar dapat memberikan kontribusi pada hasil kerja yang ditetapkan					
		4	Memiliki usaha dalam setiap kegiatan untuk performansi lebih dari yang diharapkan pekerjaan					
		5	Mengantisipasi dan menganalisa peluang & masalah dalam menyelesaikan tugas dan memanfaatkan setiap sumber daya agar dapat secara positif dimanfaatkan dalam memberikan kontribusi guna pencapaian hasil kerja yang maksimal					

Ket : 1 : Sangat Kurang; 2 : Kurang; 3 : Cukup; 4 : Baik; 5 : Sangat Baik

C. LAMPIRAN

1. Kamus Istilah

a.	Bagian Konduktif	Bagian yang mampu menghantarkan arus listrik walaupun tidak harus digunakan untuk mengalirkan arus pelayanan (conductive parts).
b.	Bagian Konduktif Terbuka	Bagian dari instalasi listrik tidak bertegangan namun dapat bertegangan jika terjadi kegagalan isolasi
c.	Safety distance	Jarak aman adalah jarak antara jaringan sambungan tenaga listrik dengan lingkungan hidup khususnya pemanfaat tenaga listrik yang dianggap aman
d.	Jatuh Tegangan	Jatuh tegangan atau voltage drop adalah perkalian antara arus beban dengan impedansi antara jaringan tegangan rendah sampai dengan APP
e.	TN-C	Sistem proteksi pembumian dimana penghantar netral juga berfungsi sebagai penghantar pembumian (PE-Protective Earthing)

2. Referensi

a.	Buku 1, 2, dan 3 standar konstruksi PLN
b.	SOP Pemeliharaan SKTR

3. Unit Kompetensi

KODE UNIT : D.35.145.03.041.1

JUDUL UNIT : Menganalisis Hasil Pemeliharaan Komponen Dan Sirkuit Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) Untuk Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik

DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berkaitan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap dalam pelaksanaan kegiatan Menganalisis Hasil Pemeliharaan Komponen dan sirkuit Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR) untuk instalasi pemanfaatan tenaga listrik.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1 Menyiapkan pelaksanaan analisis	<p>1.1 Perintah kerja dipahami.</p> <p>1.2 Prosedur/SOP pelaksanaan analisis sesuai perintah kerja dipahami.</p> <p>1.3 Gambar pengawatan /pengkabelan, gambar instalasi, denah bangunan dan dokumen terkait instalasi dipahami</p> <p>1.4 Dokumen form hasil pemeliharaan instalasi dipahami</p> <p>1.5 Form <i>checklist</i> analisis hasil pemeliharaan instalasi disiapkan sesuai Prosedur/SOP.</p> <p>1.6 Komunikasi dan koordinasi proses pelaksanaan kerja dengan pihak lain yang terlibat dilaksanakan sesuai dengan Prosedur/SOP.</p>
2 Analisis hasil perencanaan pelaksanaan	<p>2.1 Analisis hasil Identifikasi panjang saluran kabel sesuai desain dilakukan</p> <p>2.2 Analisis hasil Identifikasi dalam galian dan perlindungan mekanis kabel sesuai standar dilakukan.</p> <p>2.3 Analisis hasil Identifikasi kondisi lokasi dan jarak aman saluran dilakukan.</p> <p>2.4 Analisis hasil Identifikasi jenis saluran 3 fasa atau 1 fasa sesuai desain dilakukan.</p> <p>2.5 Analisis hasil Identifikasi percabangan saluran sesuai desain dilakukan</p> <p>2.6 Analisis hasil Identifikasi material kabel sesuai desain dilakukan</p> <p>2.7 Analisis hasil Identifikasi sistem proteksi dan pembatas arus saluran sesuai desain dilakukan</p>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
	2.8 Analisis hasil Identifikasi sistem pembedaan sesuai desain dilakukan
3 Melaksanakan analisis hasil pemeliharaan instalasi	<p>3.1 Keberadaan tanda tangan petugas Pemelihara pada form hasil pemeliharaan instalasi diperiksa</p> <p>3.2 Analisis kesesuaian Pemeliharaan tiang SKTR dilakukan sesuai dengan desain dan standar pemeliharaan</p> <p>3.3 Analisis kesesuaian Pemeliharaan/penggelasan kabel SKTR dilakukan sesuai standar pemeliharaan</p> <p>3.4 Analisis kesesuaian Penyambungan kabel SKTR dilakukan sesuai dengan standar pemeliharaan</p> <p>3.5 Analisis kesesuaian Pemeliharaan sistem pembedaan dan peralatan proteksi dilakukan sesuai dengan standar</p> <p>3.6 Analisis kesesuaian hasil Pengukuran tahanan isolasi antara tiang dengan konduktor/kabel setiap fasa, pengukuran tahanan isolasi antar fasa dengan standar dilakukan</p> <p>3.7 Analisis kesesuaian Hasil pengukuran tegangan ujung saluran distribusi dengan standar dilakukan</p>
4 Membuat rekomendasi perbaikan	4.1 Hasil pemeliharaan instalasi yang tidak sesuai dengan Standar operasi yang berlaku dan dokumen desain instalasi dikumpulkan dan dibuat daftar

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
	4.2 Analisis rekomendasi cara perbaikan / penggantian instalasi agar sesuai dengan standar operasi yang berlaku dituliskan untuk setiap instalasi
5 Mengisi laporan analisis	5.1 Hasil analisis dicatat pada Form analisis laporan hasil pemeliharaan
	5.2 Form analisis laporan hasil pemeliharaan ditandatangani.

BATASAN VARIABEL

1. Konteks Variabel

- 1.1 Perintah kerja adalah lembar penugasan dengan format sesuai dengan kebijakan masing-masing perusahaan yang berisi deskripsi penugasan bagi petugas pelaksana.
- 1.2 Prosedur/SOP adalah tata cara/prosedur yang dimiliki oleh perusahaan/lembaga dalam pelaksanaan pemeliharaan rangkaian instalasi tenaga listrik.
- 1.3 Gambar pengawatan/pengkabelan adalah gambar teknik dalam bentuk simbol-simbol peralatan listrik dan garis-garis yang menggambarkan hubungan satu rangkaian listrik dengan rangkaian listrik yang lain pada seluruh rangkaian instalasi tenaga listrik.
- 1.4 Denah lokasi adalah gambar teknik yang memuat informasi terkait lokasi titik dari tiang dan saluran tegangan menengah.

2. Peraturan Yang Diperlukan

- 2.1 Undang-Undang 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan
- 2.2 Peraturan Menteri ESDM Nomor 46 tahun 2017
- 2.3 Peraturan Menteri ESDM Nomor 38 tahun 2018
- 2.4 Peraturan Perundangan yang berlaku lainnya

3. Norma dan Standar

- 3.1 Norma
 - 3.1.1 Kode Etik Pegawai

- 3.2 Standar
 - 3.2.1 Penjelasan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)
 - 3.2.2 Standing Operation Procedure (SOP) sesuai dengan perusahaan/Lembaga
 - 3.2.3 Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik PT PLN (Persero)
 - 3.2.4 Material sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI)

4. Peralatan dan Perlengkapan

- 4.1 Peralatan
 - 4.1.1 Alat tulis kantor (ATK)
 - 4.1.2 Alat komunikasi
 - 4.1.3 Alat Pelindung Diri (APD)
- 4.2 Perlengkapan
 - 4.2.1 Form hasil pemeliharaan rangkaian instalasi
 - 4.2.2 Form analisis hasil pemeliharaan rangkaian instalasi
 - 4.2.3 Dokumen standar pemeliharaan instalasi yang berlaku
 - 4.2.4 Dokumen Standing Operation Procedure (SOP) dilokasi uji kompetensi
 - 4.2.5 Tempat uji kompetensi

Panduan Penilaian

1. Konteks Penilaian
 - 1.1 Penilaian terkait dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja dalam menjalankan setiap kriteria unjuk kerja diujikan di tempat kerja atau ditempat lain secara simulasi dengan kondisi kerja sesuai dengan keadaan normal
 - 1.2 Penilaian secara umum dilakukan dengan cara uji tertulis, uji lisan dan uji praktek/observasi lapangan
2. Persyaratan Kompetensi

Secara portofolio dapat menunjukkan bahwa pernah bekerja di bidang teknis ketenagalistrikan atau memiliki sertifikat pelatihan terkait dengan bidang teknis ketenagalistrikan atau memiliki ijazah pendidikan yang terkait dengan bidang teknis ketenagalistrikan.
3. Pengetahuan dan Keterampilan Yang Diperlukan
 - 3.1 Pengetahuan
 - 3.1.1 Memahami SOP
 - 3.1.2 Memahami Bahan Listrik
 - 2.1.2.1 Konduktor
 - 2.1.2.2 Isolator
 - 3.1.3 Alat ukur dan pengukuran besaran listrik
 - 2.1.3.1 Macam alat ukur listrik
 - 2.1.3.2 Fungsi dan prinsip kerja alat ukur listrik

- 2.1.3.3 Penggunaan alat ukur listrik
 - 3.1.4 Teori Dasar Listrik
 - 2.1.4.1 Arus bolak balik fasa satu
 - 2.1.4.2 Arus bolak balik fasa tiga
 - 2.1.4.3 Hukum Ohm
 - 2.1.4.4 Hukum Kirchoff I
 - 3.1.5 Memahami cara kerja material listrik antara lain : Kabel, , MCB, Sekring, Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS), Gawai Proteksi Surja (GPS)/Aresster, Pembumian.
 - 3.1.6 Memahami Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Persyaratan Umum instalasi Listrik (PUIL) dan standar lain terkait dengan motor listrik
- 3.2 Keterampilan
 - 3.2.1 Mampu menganalisis kesesuaian pemeliharaan dengan standar pemeliharaan yang berlaku
 - 3.2.2 Mampu memberikan informasi terkait dengan perbaikan instalasi agar sesuai dengan standar pemeliharaan yang berlaku
 - 3.2.3 Mampu membuat laporan analisis hasil pemeliharaan rangkaian instalasi
- 4. Sikap Kerja Yang Diperlukan
 - 4.1 Teliti
 - 4.2 Disiplin
 - 4.3 Melaksanakan tugas sesuai Prosedur/SOP dan perintah kerja
 - 4.4 Berintegritas
- 5. Aspek Penting
 - 5.1 Mampu melaksanakan pekerjaan dengan konsisten di tiap elemen kompetensi
 - 5.2 Mampu memenuhi kriteria yang tercakup pada setiap elemen kompetensi dengan menggunakan teknik teknik dan standar yang berlaku.

Daftar Nama Penyusun

No.	Nama	Profesi
1.	Firli Rizki Nuradha , S.T	Engineer PT. Klik Hiro Optima
2.	Faranta Wahyu Ekasetya, S.T	Instruktur Kejuruan Listrik BBPVP Serang