

Acuan: PUIL 2020 Bab 5, Bab 9, SNI 04-0225-2000,  
SPLN, Permenaker 12/2015, Permen ESDM 20/2018

# Persyaratan K3

## Perencanaan Instalasi Listrik di Jaringan Transmisi

The background illustration shows a power transmission system. On the left, a wind turbine is mounted on a tall pole. A red line representing a cable or wire runs from the turbine down to a transformer on the ground. From the transformer, power lines extend to two high-voltage pylons (transmission towers) in the distance. The scene is set against a light blue sky with a few clouds and a green landscape with bushes.

Oleh: Faukal Hasan



# Definisi Pengertian

---

- KHA adalah kemampuan sebuah penghantar untuk menghantarkan arus listrik.
- SUTT berfungsi menyalurkan daya listrik dengan klasifikasi tegangan 150 kV.
- SUTET berfungsi menyalurkan daya listrik dengan klasifikasi tegangan 500 kV.
- HV apparatus adalah perlengkapan yang digunakan pada sistem tegangan tinggi.
- CB yaitu peralatan pemutus yang berfungsi sebagai pengaman rangkaian instalasi ketenagalistrikan.
- DS yaitu peralatan pemisah yang berfungsi untuk memisahkan peralatan/perlengkapan dari rangkaian instalasi ketenagalistrikan.
- CT merupakan peralatan yang berfungsi sebagai alat bantu untuk pengukuran arus listrik yang besar.

- Transformator adalah perlengkapan instalasi listrik yang berfungsi sebagai pengubah nilai besarnya tegangan pada sistem ketenagalistrikan.
- LA merupakan sebuah perlengkapan/peralatan yang berfungsi sebagai proteksi untuk instalasi sistem penyalur petir.
- ASMET adalah singkatan disiplin ilmu Arsitektur, Sipil, Mekanikal, Elektrikal dan Tata lingkungan, merupakan aspek yang terkait untuk pekerjaan perencanaan instalasi peralatan dan perlengkapan ketenagalistrikan.
- Laporan hasil akhir terdiri dari gambar perencanaan, bill of quantity, Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS), Harga Perhitungan Sendiri (HPS).

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Mempersiapkan penerapan K3 pada perencanaan instalasi di jaringan transmisi	<p>1.1 Dokumen teknik, <i>bill of quantity</i>, sertifikasi peralatan, <i>checklist</i> dan rekomendasi diidentifikasi untuk perencanaan jaringan transmisi.</p> <p>1.2 <b>Kapasitas Hantaran Arus (KHA)</b> disesuaikan dengan kapasitas arus listrik yang ditransmisikan.</p> <p>1.3 Peralatan dan perlengkapan listrik diidentifikasi sesuai <i>checklist</i> yang tersedia.</p> <p>1.4 Jalur <b>Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)</b> dan <b>Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)</b> ditentukan berdasarkan kriteria ASMET.</p> <p>1.5 Kontruksi dan ukuran tiang ditetapkan berdasarkan besar tegangan transmisi.</p> <p>1.6 Peralatan gardu induk diinventarisasi sesuai dengan kebutuhan dan ketentuan K3.</p>
2. Melaksanakan penerapan K3 pada pekerjaan perencanaan	<p>2.1 Perencanaan instalasi peralatan dan perlengkapan listrik pada jaringan transmisi dan gardu induk digambar sesuai dengan simbol-simbol standar, diagram garis tunggal, diagram garis jamak dan <i>layout</i> situasi.</p> <p>2.2 Simbol-simbol standar dicantumkan pada peralatan <b>High Voltage (HV) apparatus: Circuit Breaker (CB), Disconnecting Switch (DS), Current Transformer (CT), Transformator, Lightning Arrester (LA)</b>, dan peralatan relay proteksi.</p> <p>2.3 Daerah aman pada lingkungan kerja jaringan transmisi ditetapkan berdasarkan gambar perencanaan.</p> <p>2.4 Rambu K3 dicantumkan didalam gambar pada tempat-tempat yang berpotensi bahaya.</p> <p>2.5 Tata letak peralatan dan perlengkapan dipastikan aman dari aspek lingkungan yang berbahaya. Aspek ASMET, data teknis peralatan dan perlengkapan listrik pada jaringan transmisi listrik diterapkan pada gambar perencanaan.</p>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
3. Memeriksa penerapan K3 pada perencanaan gambar instalasi listrik pada jaringan transmisi	<p>3.1 Kelengkapan dan spesifikasi pada gambar perencanaan instalasi listrik di jaringan transmisi dipastikan sesuai ketentuan K3 menggunakan <i>Checklist</i>.</p> <p>3.2 Kelengkapan dan spesifikasi pada gambar perencanaan instalasi listrik yang tidak sesuai ketentuan K3 diperbaiki sebagai revisi gambar.</p>
4. Mengevaluasi penerapan K3 pada perencanaan gambar instalasi listrik pada jaringan transmisi	<p>4.1 Gambar perencanaan instalasi, peralatan dan perlengkapan listrik pada jaringan transmisi diverifikasi sesuai ketentuan K3.</p> <p>4.2 Hasil penerapan K3 pada gambar perencanaan instalasi, peralatan dan perlengkapan listrik pada jaringan transmisi disusun sesuai format yang berlaku.</p> <p>4.3 Hasil evaluasi ditetapkan sebagai laporan untuk memonitor kondisi progres perencanaan.</p> <p>4.4 Laporan hasil penerapan K3 pada gambar perencanaan instalasi, peralatan dan perlengkapan listrik pada jaringan transmisi didokumentasikan sesuai prosedur.</p>

# PRINSIP K3 DALAM PERENCANAAN TRANSMISI – PUIL 1.2.1.1

Tujuan: Mencegah bahaya kejut listrik, busur api, tegangan langkah, dan kebakaran bagi manusia, ternak, dan harta benda.

Prinsip	Implementasi di Gambar Perencanaan	Verifikasi
<b>1. Isolasi Bahaya</b>	Tower & konduktor jauh dari pemukiman. ROW bebas bangunan	Peta tata ruang + survei
<b>2. Proteksi Otomatis</b>	Relay + CB waktu trip <100ms. Recloser setting koordinasi	Studi proteksi ETAP/Digsilent
<b>3. Pengamanan Sentuh</b>	Pagar GI, pentanahan mesh $\leq 1\Omega$ , grading tanah	Simulasi tegangan langkah
<b>4. Akses Terbatas</b>	Kunci gerbang GI, anti panjat tower, rambu 500kV	Gambar detail pagar & rambu
<b>5. Fail Safe</b>	Double circuit, N-1 contingency, ATS	Single line diagram N-1

# SYARAT RUANG BEBAS / ROW – PUIL 9.2 & Permen ESDM 13/2021

Tegangan	Lebar ROW Total	Jarak Bebas Vertikal dari Tanah	Jarak Bebas Horizontal ke Bangunan	Catatan K3
<b>SUTT 70 kV</b>	15 m	6,5 m	3 m	Tidak boleh ada pohon >4m
<b>SUTT 150 kV</b>	20 m	7,5 m	4 m	Dilarang bangunan permanen
<b>SUTT 275 kV</b>	28 m	9,0 m	5 m	Medan magnet diukur <100 $\mu$ T
<b>SUTET 500 kV</b>	34 m	12,0 m	8 m	Tidak boleh lintasi sekolah/RS

Wajib di gambar: Gambar profil andongan tiap gawang. Titik andongan terendah harus > jarak bebas saat suhu konduktor 80°C + angin. Jika melanggar = gagal SLO.

# SYARAT PERENCANAAN GARDU INDUK / SWITCHYARD

PUIL Bab 8 & 9

Aspek	Syarat PUIL/SPLN	Alasan K3	Wajib Ada di Gambar
<b>1. Pentanahan</b>	Grid 4x4m, rod 3m. R tanah $\leq 1\Omega$ . Mesh voltage <50V, Step voltage <50V	Cegah tegangan langkah saat gangguan 1 fasa tanah 40kA	Layout grid + hasil simulasi CDEGS
<b>2. Jarak Bebas</b>	Fasa-fasa 500kV = 4m. Fasa-tanah = 3,5m. Lorong operasi 2,5m	Cegah flashover saat manuver & induksi	Denah peralatan + potongan
<b>3. Proteksi Petir</b>	Kawat tanah 30°, mast 45°. SPD kelas I di trafo & arrester	Sambaran 200kA tidak masuk kontrol	Zona proteksi di layout
<b>4. Pagar &amp; Akses</b>	Tinggi 2,5m + kawat duri. Pintu 2 arah buka luar. Interlock	Awam tidak masuk. Evakuasi cepat	Detail pagar + rambu "500kV"
<b>5. Pemadam</b>	Hydrant + APAR CO2 50kg di tiap trafo. Bak penampung oli 110%	Trafo 60MVA = 20rb liter oli mudah terbakar	Layout hydrant + kapasitas
<b>6. Drainase</b>	Lantai GI miring 1%, tidak genang. Parit oli terpisah	Air + 150kV = konduktif. Oli tidak ke sungai	Potongan drainase
<b>7. Penerangan</b>	Operasi 200 lux. Emergency 20 lux 2 jam. Sorot 10 lux	Manuver malam aman, hindari sentuh	Titik lampu di layout

# SYARAT PERENCANAAN KONDUKTOR & TOWER

PUIL 9.3

1. **KHA Konduktor:** Arus beban 125% + pertumbuhan 10 tahun. Suhu kerja max 80°C ACSR. Di gambar: tulis jenis & penampang
2. **Andongan/Sag:** Hitung pada 80°C tanpa angin. Gambar profil wajib cantumkan suhu, span, sag. Clearance > tabel ROW
3. **Isolator:** Jumlah piring 500kV = 25 keping. Rantai V untuk anti swing. **Creepage distance** 31mm/kV untuk polusi berat
4. **Tower:** Gaya angin 40m/s, gempa zona. Anti panjat 3m dari tanah. Step bolt dilepas. Rambu tegangan & tengkorak
5. **Kawat Tanah:** 2 kawat GSW 70mm<sup>2</sup> sudut lindung 30°. Tahanan kaki tower  $\leq 10\Omega$ , jika  $> 10\Omega$  tambah counterpoise

**DOKUMEN K3  
WAJIB SAAT  
PERENCANAAN  
– SYARAT SLO**

Dokumen	Isi K3	Yang TTD
<b>1. SLD &amp; Proteksi</b>	Setting OCR, GFR, Distance. Waktu trip <100ms. Koordinasi hulu-hilir	Ahli Proteksi bersertifikat
<b>2. Studi Hubung Singkat</b>	Arus 3fasa & 1fasa tanah. Kekuatan CB > Isc. Arc flash <40cal/cm <sup>2</sup>	Perekayasa Madya
<b>3. Studi Pentanahan</b>	Gambar grid, hasil hitung R, Vmesh, Vstep <50V	Ahli Pentanahan
<b>4. Studi Andongan</b>	Profil tiap gawang, suhu 80°C, clearance > ROW	Ahli SUTT
<b>5. AMDAL + EMF</b>	Medan listrik <5kV/m, medan magnet <100µT di batas ROW	Lembaga terakreditasi
<b>6. HIRARC</b>	Identifikasi bahaya tahap operasi: putus kawat, tower roboh, mitigasi	Ahli K3 Listrik
<b>7. SOP LOTO &amp; Manuver</b>	Urutan lepas-pasang grounding, izin kerja, APD	P2K3 Perusahaan

# KESALAHAN FATAL FASE PERENCANAAN

## PUIL 9.1.1

Perencanaan transmisi harus menjamin keamanan umum. Jika gambar tidak memenuhi ROW & jarak bebas = gambar cacat hukum, tidak boleh dibangun.

Salah Gambar	Akibat Operasi	Contoh Nyata
<b>ROW kurang lebar</b>	Warga bangun rumah di bawah SUTET 500kV	Induksi 2kV ke seng, 3 orang tewas kesetrum saat betulkan antena
<b>R tanah GI 5Ω</b>	Gangguan 1 fasa → V langkah 300V	Petugas PLN tewas di switchyard saat hujan
<b>Jarak fasa-tanah 2,5m di 500kV</b>	Flashover saat kabut	Trafo 500MVA meledak, padam 4 provinsi
<b>Tidak ada kawat tanah</b>	Sambaran petir langsung ke konduktor	CB gagal trip, kawat putus nimpa jalan tol
<b>Lupa studi andongan</b>	Kabel senggol pohon saat siang panas	Kebakaran hutan dari busur api



CHECKLIST  
PERENCANA K3  
TRANSMISI

8 POIN

1. Lebar ROW & clearance vertikal sesuai tegangan?
2. R pentanahan  $GI \leq 1\Omega$  hasil simulasi, bukan asumsi?
3. Waktu trip proteksi  $< 100\text{ms}$ , koordinasi OK?
4. V langkah & V sentuh  $< 50\text{V}$  saat gangguan  $40\text{kA}$ ?
5. Profil andongan  $80^\circ\text{C}$  tidak langgar ROW?
6. Tower anti panjat + rambu lengkap?
7. Bak oli trafo 110% + hydrant?
8. HIRARC & SOP LOTO sudah dibuat?



# PERSYARATAN K3

## PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK DI JARINGAN TRANSMISI

---

- Acuan: PUIL 2020 Bab 9, Permenaker 12/2015, Permen ESDM 20/2018, SNI 04-0225, SPLN
- Jaringan Transmisi = SUTT/SUTET 70kV-500kV + GI
- Risiko mati 1 detik: tegangan langkah, jatuh dari tower 40m, putus sling, induksi.
- K3 wajib dari JSA sampai commissioning.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Mempersiapkan penerapan K3 pada pemasangan instalasi listrik di jaringan transmisi	<p>1.1 Gambar perencanaan instalasi listrik di jaringan transmisi diidentifikasi untuk pekerjaan pemasangan.</p> <p>1.2 Jadwal pekerjaan pemasangan dibuat berdasarkan kontrak kerja.</p> <p>1.3 Pekerjaan diatur sesuai kebutuhan untuk penerapan persyaratan K3 pada pemasangan instalasi listrik di jaringan transmisi.</p> <p>1.4 Posisi kedudukan tiang ditandai sesuai gambar kontruksi.</p> <p>1.5 Posisi kedudukan tiang dan jalur transmisi dibebaskan dari rintangan</p> <p>1.6 Peralatan dan perlengkapan listrik untuk pemasangan instalasi listrik di jaringan transmisi diinventarisir berdasarkan gambar perencanaan.</p> <p>1.7 Prosedur dan metode pemasangan peralatan dan perlengkapan listrik disusun berdasarkan standar dan pedoman K3, prosedur pemasangan, buku manual, dan plat nama.</p> <p>1.8 Alat Pelindung Diri (APD) diidentifikasi berdasarkan potensi bahaya.</p>
2. Melaksanakan penerapan K3 pada pemasangan instalasi listrik di jaringan transmisi	<p>2.1 APD dipakai sesuai persyaratan K3.</p> <p>2.2 Rambu-rambu K3 dipasang sebelum kegiatan pemasangan instalasi peralatan dan perlengkapan listrik pada jaringan transmisi dimulai.</p> <p>2.3 Pelaksanaan pemasangan instalasi peralatan dan perlengkapan listrik</p>

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
	<p>pada jaringan transmisi dikerjakan berdasarkan gambar perencanaan dan prosedur.</p> <p>2.4 Setiap pemasangan unit kontruksi tiang dipastikan instalasi pembumian sudah terpasang dengan ketentuan besar tahanan pembumian maksimal 5 Ohm.</p> <p>2.5 Sistem penyalur petir dipasang sesuai gambar perencanaan.</p>
3. Memeriksa penerapan K3 pada pemasangan instalasi listrik di jaringan transmisi	<p>3.1 Daftar periksa dibuat berdasarkan gambar perencanaan dan persyaratan K3.</p> <p>3.2 Hasil pemasangan diperiksa menggunakan daftar periksa.</p> <p>3.3 <i>As Built Drawing</i> (ABD) dibuat berdasarkan hasil pemeriksaan pemasangan instalasi.</p>
4. Mengevaluasi penerapan K3 pada pemasangan instalasi listrik di jaringan transmisi	<p>4.1 Penerapan K3 diverifikasi pada pemasangan instalasi di jaringan transmisi sesuai dengan ketentuan K3.</p> <p>4.2 Hasil penerapan K3 pada pemasangan instalasi di jaringan transmisi disusun sesuai dengan format yang berlaku.</p> <p>4.3 Hasil penerapan K3 pada pemasangan instalasi di jaringan transmisi dilaporkan untuk memonitor progres pemasangan.</p> <p>4.4 Laporan hasil penerapan K3 pada pemasangan instalasi di jaringan transmisi didokumentasikan sesuai dengan prosedur.</p>

# PERSYARATAN UMUM K3 SEBELUM KERJA

WAJIB

Syarat	Dasar Hukum	Bentuk di Lapangan	Sanksi Jika Dilanggar
<b>1. SLO &amp; Izin Kerja</b>	PUIL 1.1.14 + ESDM 20/2018	Tidak boleh gelar kabel sebelum SLO konstruksi terbit	Stop proyek + pidana KUHP 359
<b>2. SIO K3 Listrik</b>	Permenaker 12/2015 Psl 3	Semua pengawas & pelaksana TM punya SIO aktif	Denda 100jt per orang
<b>3. JSA + HIRARC</b>	Permenaker 12/2015 Psl 6	Dokumen khusus: stringing, erection tower, ujicoba tegangan	Kecelakaan = pidana
<b>4. LOTO</b>	Permenaker 12/2015 Psl 10	Gembok & tag di PMT & DS. Tidak boleh hanya "pasti aman"	Nyetrum = tanggung renteng
<b>5. APD Tegangan Tinggi</b>	PUIL 9.4.2	Sarung tangan 20kV/500kV, coverall FR 40 cal, face shield, sepatu ESD	Cacat permanen
<b>6. Pengawas K3</b>	Permenaker 12/2015	Min 1 pengawas K3 bersertifikat : 20 pekerja	Temuan disnaker

# K3 PEMASANGAN TOWER SUTT/SUTET (PUIL 9.3)

Tahap	Bahaya Utama	Syarat K3 PUIL/SPLN	APD Wajib	Titik Inspeksi
1. Pondasi	Tertimbun galian, tower miring	Galian >1,5m pakai turap. Kuat tekan beton K-300 umur 28 hari	Helm, sepatu, body harness	Uji kuat tekan, verticality $\leq 0,1\%$
2. Erection Tower	Jatuh dari 40m, kejatuhan besi	Crane SWL 2x beban. Sling bersertifikat. Area 1,5x tinggi tower steril	Full body harness 2 lanyard, helm	Sertifikat crane, rigger, wind speed <20knot
3. Anti Panjat	Masyarakat manjat tower	Step bolt dilepas s.d 3m. Pasang rambu "500kV" + tengkorak tiap kaki		Cek fisik, foto
4. Pentanahan Kaki	Tegangan langkah saat petir	Tiap kaki $R \leq 10\Omega$ . Jika >10 $\Omega$ tambah counterpoise 4 arah	Sepatu isolasi	Ukur earth tester, BA
5. Kawat Tanah GSW	Putus saat stringing	Sudut lindung 30°. Sag tidak boleh > konduktor	Sarung tangan kulit	Uji tarik, sag template

# K3 STRINGING KONDUKTOR & ISOLATOR

(PUIL 9.2)

Aturan Emas Stringing: Anggap kawat selalu bertegangan meskipun sudah grounding. Tes tegangan sebelum sentuh.

Tahap	Syarat K3	Alat Wajib	Aturan PUIL	Kesalahan Fatal
1. Perizinan	PBO + pemadaman + grounding lokal 2 sisi area kerja	Surat pemadaman PLN UP3	9.2.2.1	Kerja tanpa padam = bunuh diri
2. Grounding	Pasang grounding set ACSR tiap 3 gawang + di mobil tensioner	Stick ground, kabel BC 70mm <sup>2</sup>	9.2.2.3	Induksi 3kV → pingsan di tower
3. Tarikan Awal	Pilot wire tidak boleh putus. Komunikasi HT wajib	Tensioner, puller, dynamometer	9.2.3.1	Putus → sling nyabet rumah
4. Andongan/Sag	Ukur sag sesuai tabel suhu 80°C. Clearance > ROW	Theodolite, termometer konduktor	9.2.1.2	Sag kendor → senggol pohon → kebakaran
5. Clamping	Suspension & tension clamp momen sesuai pabrik	Kunci momen, tinta pengunci	9.2.3.4	Kendor → konduktor lepas saat angin
6. Isolator	Jumlah piring 150kV=9, 500kV=25. Tidak retak	Teropong, megohm 5kV	9.3.2.1	Piring pecah → flashover

# K3 PEMASANGAN GARDU INDUK 150kV/500kV

PUIL Bab 8 & 9

Peralatan	Syarat K3 Pasang	Bahaya	APD Khusus	Uji Terima
1. Trafo Daya	Bak oli 110% volume. Batu pecah 20cm. APAR CO2 50kg	Ledakan oli 20rb liter	Face shield, apron tahan api	Tes ratio, tahanan, DGA
2. PMT 150kV	Interlock mekanik+elektrik. Lorong 2,5m bebas	Arc flash 40 cal/cm <sup>2</sup>	Coverall FR 40 cal, sarung tangan 20kV	Uji waktu buka <60ms
3. CT & CVT	Terminal sekunder wajib short/ground sebelum lepas beban	Tegangan naik 5kV di sekunder, meledak	Tang isolasi	Uji polaritas, ratio
4. Busbar	Jarak fasa-fasa 500kV = 4m. Kencang momen, tidak boleh gaya	Busur api saat manuver	Helm + face shield	Uji tahanan kontak $\mu\Omega$
5. Grid Pentanahan	Kedalaman 80cm, las exothermic. R $\leq 1\Omega$ . Vmesh <50V	Tegangan langkah tewaskan saat gangguan	Sepatu ESD	Uji injeksi 20A
6. Panel Kontrol	Pisah fisik TM & TR. UPS 2 jam. Anti tikus	Salah trip, blackout luas	Sepatu ESD	Tes fungsi proteksi

## PENGUJIAN & COMMISSIONING (SYARAT PUIL 9.5)

1. **Uji Tahanan Isolasi:** Konduktor-fasa  $>1000\text{M}\Omega$  pakai 5kV. Isolator  $>5000\text{M}\Omega$
2. **Uji Tegangan Tinggi:** SUTT 150kV dites 230kV DC 15 menit. Tidak boleh flashover
3. **Uji Pentanahan:** Injeksi 20A, ukur Vmesh & Vstep  $<50\text{V}$  di seluruh switchyard
4. **Uji Proteksi:** Injeksi sekunder, PMT trip  $<100\text{ms}$ . Koordinasi dengan GI hulu-hilir OK
5. **Uji Clearance:** Drone/laser scan pastikan tidak ada benda  $<$  jarak ROW  $80^\circ\text{C}$
6. **Energize Bertahap:** 1x24 jam tanpa beban, cek corona, panas. Baru sinkron

# KASUS KECELAKAAN KARENA LANGGAR K3 PASANG

1. **Induksi:** Stringing 150kV padam tapi lupa grounding. Tukang di tower kena induksi 4kV, jatuh 25m meninggal. **Akar:** Langkahi SOP grounding.
2. **Jatuh:** Erection tower angin 25knot tetap lanjut. Sling putus, tower rubuh timpa 2 orang. **Akar:** Langkahi JSA batas angin.
3. **Langkah:** Hujan, gangguan 1 fasa, R tanah GI 8 $\Omega$ . Petugas lari di switchyard kena Vlangkah 200V, jantung berhenti. **Akar:** Desain R tanah tidak  $\leq 1\Omega$ .



# Terimakasih atas perhatiaannya

---

Selamat Belajar dan Sukses Selalu

Anda butuh Pelatihan Ahli K3 Ketenagalistrikan bersertifikat BNSP?

[Info Lengkap](#)