

---

## PEKERJAAN ELEKTRIKAL

### **7.3.0 PEKERJAAN INSTALASI TEGANGAN DAN TRANSFORMATOR**

#### **7.3.1 URAIAN PERSYARATAN PERATURAN UMUM**

1. Uraian persyaratan ini menjelaskan tentang detail spesifikasi bahan dan cara pemasangan transformator daya, peralatan trafo dan pengkabelan tegangan menengah beserta alat bantu sehingga dapat bekerja sempurna sebagai pembangkit, mulai dari penyediaan bahan sampai site upah pemasangan, penyimpanan, transportasi, pengetesan supervisi, pemeliharaan dan memberi jaminan.
2. Dalam melaksanakan instalasi ini, kontraktor harus mengikuti semua persyaratan yang ada seperti :
  - a. Persyaratan umum instalasi listrik 2020
  - b. JIS, VDE, ISO, BS, IEC, LMK, dan lain-lain aturan lainnya.
3. Kontraktor harus mengikuti dan terikat pada semua persyaratan yang tercantum dalam :
  - a. Persyaratan umum .
  - b. Spesifikasi Teknis .
  - c. Gambar rencana.
  - d. Berita Acara Aanwijzing.
4. Persyaratan Kontraktor :
  - a. Harus dikenal oleh Pemberi Tugas / MK .
  - b. Harus mempunyai SIKA-PLN golongan D yang masih berlaku.
  - c. Harus dapat disetujui oleh Pemberi Tugas / MK.
  - d. Harus mempunyai keagenan di Indonesia dengan surat penunjukan dari pabrik.
  - e. Harus disetujui oleh MK atau PLN.
  - f. Transformator daya dan kubikel tegangan menengah serta pintu besi ruang trafo harus diberi pertanahan dengan tahanan tanah tidak boleh lebih besar dari 2 Ohm.
  - g. Semua bahan dan material trafo daya dan perlengkapannya sebelum dibeli, dipesan, masuk site atau dipasang harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari MK.

#### **7.3.2 LINGKUP PEKERJAAN INSTALASI TRANSFORMATOR**

1. Pekerjaan yang termasuk di dalam tugas dan tanggung jawab Kontraktor adalah penyediaan dan memasang peralatan trafo daya lengkap alat bantu, panel tegangan menengah dan instalasi pengkabelan tegangan menengah mulai dari cubicle TM sampai dengan sisi primer trafo daya.

- 
2. Menyediakan dan memasang kubikel tegangan menengah incoming dan outgoing cubicle.
  3. Melaksanakan pentanahan peralatan trafo daya, kubikel tegangan menengah, cable tray, pintu dan jalusi besi.
  4. Menyediakan dan memasang trafo daya lengkap base plate dan alat bantu.
  5. Menyediakan dan memasang cable tray atau cable ladder lengkap.
  6. Melakukan pengetesan LMK atau PLN
  7. Membuat gambar kerja dan menyerahkan gambar revisi.
  8. Menyerahkan sertifikat LMK atau PLN.
  9. Menyerahkan operation and maintenance manual dalam bahasa Indonesia.
  10. Melakukan pemeliharaan dan memberi jaminan.

### **7.3.3 PERSYARATAN UMUM BAHAN DAN PERALATAN**

#### **7.3.3.1 Syarat-syarat Dasar**

1. Semua bahan dan peralatan harus baru dalam arti bukan barang bekas atau hasil perbaikan.
2. Bahan atau material harus mempunyai kapasitas atau rating cukup dan dalam pemilihannya harus efisien / ekonomis serta tidak berlebihan.
3. Harus sesuai dengan persyaratan RKS atau gambar.
4. Dalam hal ukuran fisis harus cukup dan tidak meminta ruangan lebih besar dari pada yang telah disediakan. Kecukupan dalam arti telah termasuk segala peralatan yang perlu untuk operasi sampai jalan sempurna.
5. Kapasitas yang tercantum baik dalam gambar atau spesifikasi merupakan kapasitas minimum. Penyesuaian dalam pemilihan boleh dilakukan kontraktor dengan syarat sebagai berikut :
  - a. Tidak menyebabkan pertambahan peralatan.
  - b. Sistem tidak menjadi lebih sulit.
  - c. Tidak meminta pertambahan ruang.
  - d. Tidak menyebabkan pertambahan biaya operasi dan pemeliharaan.
  - e. Tidak menurunkan mutu.

#### **7.3.3.2 Syarat-syarat Fisik**

1. Bahan atau peralatan dari klasifikasi atau type yang sama, diminta merek atau dibuat oleh pabrik yang sama.

- 
2. Apabila suatu unit peralatan terdiri dari bagian-bagian komponen, maka seluruh bagian-bagiannya sebaiknya dari merek yang sama untuk menghindarkan kesulitan maintenance dan menjaga mutu karakteristiknya.

#### **7.3.4 SPESIFIKASI TEKNIK BAHAN DAN PERALATAN**

Jenis & mutu material serta alat-alat yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

##### **7.3.4.1 Kabel Tegangan Menengah**

1. Jenis multicore atau single core inti tembaga.
2. Produk dalam negeri yang mempunyai sertifikat LMK/ SII.
3. XLPE cable 20 kV type N2XSY dan N2XSEBY untuk ukuran 1 x 120 mm<sup>2</sup> dan 3 x 95 mm<sup>2</sup>.

##### **7.3.4.2 Sealing end sesuai jenis dan kelas tegangan kabel**

##### **7.3.4.3 Switchgear Tegangan Menengah**

Switchgear Tegangan Menengah terdiri dari rumah, panel, busbar high voltage, load break switch, earthing switch, dan lain-lain harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

1. Karakteristik switch gear :

Type	:	Indoor
Tegangan nominal	:	24 KV
Tegangan kerja	:	20 KV
Jumlah fase	:	3
Frekuensi nominal	:	50 Hz.
Tegangan uji isolasi	:	50 KV / menit.
Tegangan impuls (BIL)	:	125 KV.
Arus nominal busbar	:	630 A/400 A
Kapasitas hubung singkat busbar	:	16 KA/detik
Tegangan kontrol	:	24 deg C
Kelembaban relatif maksimum	:	90%

2. Rumah Panel Lengkap.

- a. Produksi lokal dengan ukuran standar yang memenuhi persyaratan VDE, ISO, IEC dan lain-lain.
- b. Jenis metal-enclosed dengan tebal minimal 2,4 mm.
- c. Buka tutup pintu dengan memakai kunci yang dihubungkan interlock ke pemutus arus.
- d. Jenis pemasangan switchgear tetap dengan single busbar.

- 
- e. Peak withstand current 36 KA/20 KV.

Untuk jenis kubikel yang dipilih harus disertakan gambar kerja.

3. Load Break Switch.

Spesifikasi umum adalah sebagai berikut :

- a. Gerak masuk dan keluar dari pisau harus cepat dan tidak tergantung pada kecepatan gerak operator dan dapat trip dengan fuse-link.
- b. Kelas tegangan 20.000 volt.
- c. VDE insulation rating 20 N.
- d. Rated power : - bawah 20 KV
  - atas 24 KV
- e. Arus nominal 400 A.
- f. Rated impulse withstand voltage
- g. To earthed parts across the phases : 125 KV
- h. Across isolating distances : 145 KV
- i. Rated power frequency withstand voltage
  - To earthed parts across the phases : 50 KV
  - Across isolating distances : 75 KV
- j. Making current : 36,5 KV
- k. Peak short circuit current : 36 KA
- l. Short time current : 16 KA

4. Earthing Switch.

- a. Rated voltage : - bawah : 20 KV
  - atas : 24 KV
- b. Short time current : 20 KA
- c. Rated surge current : 50 KV

5. Incoming Cubicle

Incoming cubicle panel Tegangan menengah dilengkapi dengan peralatan-peralatan sebagai berikut :

- a. 630 Ampere Bus bar Chamber
- b. Busbar harus dicat sesuai dengan kode warna dalam PU1L2020
  - Phase : merah, kuning, hitam
  - Ground : hijau, kuning.
- c. LBS 630 A, 16 KA/ 1 sc dilengkapi SF6.

- 
- d. 3 (tiga) busbar 630 A.
  - e. 3 (tiga) phasa lightning Arrester protection (LA).
  - f. 3 (tiga) Ring CT.
  - g. 1 (satu) Heater 50 Watt (220VAC).
  - h. 1 (satu) LV Box.

6. Outgoing Cubicle

Outgoing cubicle Panel Tegangan Menengah dilengkapi dengan peralatan-peralatan sebagai berikut :

- a. 630 Ampere Busbar Chamber
  - Busbar harus dicat sesuai code warna dalam PUUL 2020
  - Phase : merah, kuning, hitam
  - Ground : hijau-kuning
- b. Panel dilengkapi dengan tripping coil dan petunjuk posisi mekanis, pada posisi ON-OFF atau tripped..
- c. Disconnecting Switch 630 A 16 KA
- d. Vacuum Circuit Breaker (VCB) 630 A, 16 KA/ 1 sec
- e. 3 (tiga) Potensial Transformer
- f. 3 (tiga) Current Transformer
- g. 3 (tiga) neon indicator
- h. Heater 50 Watt (220VAC)
- i. Sensor Temperatur
- j. Power Meter Digital (Ampere, Volt, Cos Phi, KW, kWh, Thd dan Thdi dll).

7. Busbar

- a. Jenis single bar.
- b. Rated capacity (lihat gambar).
- c. Bentuk persegi panjang.
- d. Bahan Tembaga.

#### 7.3.4.4 Transformator Daya

Data-data teknis adalah sebagai berikut :

- a. **Transformator** Jumlah : 2 (dua) unit.
- b. Jenis Trafo : Synthetic Oil Ester
- c. Power rating : 630 KVA
- d. Sisi Tegangan Primer : 20 KV.

- 
- e. Sisi Sekunder : 400 Volt – 3 Fase.
  - f. Tapping Sisi tegangan Menengah : 2 x 2 /2% Menengah.
  - g. Group Vektor : Dyn 5, Impedansi 7 % at 75° C.
  - h. Frequensi : 50 Hz.
  - i. Design : Sesuai VDE.
  - j. Temperatur Keliling : 40 derajat C.
  - k. Derajat Pengaman : IP – 10.
  - l. Terminal TM yang dapat dicabut : Ya.
  - m. Lilitan : Tembaga ( CU )

#### **7.3.4.5 Pekerjaan Lain**

- 1. Rangka cable Ladder besi siku 60/60 x 10 mm lengkap balok penggantung atau hanger dari besi beton.
- 2. Besi pelat sebagai pengikat.
- 3. Angkur.
- 4. Base plate untuk kaki trafo profil I.

#### **7.3.4.6 Pentanahan**

- 1. Penghantar kawat BC 70 mm<sup>2</sup> untuk pentanahan peralatan (body).
- 2. Yang diberi pentanahan peralatan adalah transformator daya, kubikel TM, base plate, pintu-pintu besi, cable tray dan jalusi besi.
- 3. Penghantar NY<sub>Y</sub> Ø 1 x 70 mm<sup>2</sup> untuk pertanahan netral pada sisi sekunder trafo (hubungan bintang).
- 4. Rangka cable tray besi siku 50 / 50 x 5 mm lengkap balok penggantung atau hanger dari besi beton.

### **7.3.5 PERSYARATAN PEMASANGAN**

#### **7.3.5.1 Persyaratan Instalasi dan Peralatan**

- 1. Kontraktor harus meneliti semua dimensi-dimensi secepatnya sesudah mendapat Surat Perintah Kerja (SPK).
- 2. Ajukan usul-usul kepada MK, apa yang perlu dirubah atau diatur kembali agar semua instalasi dan peralatan dalam sistem dapat ditempatkan dan bekerja sebaik-baiknya.

- 
3. Kemudian kontraktor harus melakukan dan memberi tanda pada tempat-tempat yang akan dipasang sesuai ukuran sebenarnya dengan mendapat persetujuan dari MK.
  4. Kontraktor harus berkonsultasi dengan kontraktor-kontraktor lain dan MK sebelum memulai pekerjaan pemasangan kabel/konduit, hanger peralatan dan sebagainya :
    - a. Aturlah sedemikian rupa sehingga kabel-kabel listrik dan peralatan tidak bertabrakan dengan pemasangan pekerjaan lain.
    - b. Apabila ada perselisihan paham antara kontraktor, maka keputusan akhir pada MK.
  5. Semua bahan instalasi dan peralatan sebelum dipesan, dibeli, masuk ke site atau dipasang harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari MK.  
Bila diperlukan bahan tersebut dapat diminta untuk ditest ke Laboratorium atas biaya tanggungan Kontraktor.

#### **7.3.5.2 Pemasangan Instalasi dan Peralatan**

1. Semua feeder tegangan menengah terpasang dalam cable tray dan diklem ke cable tray setiap jarak 100 cm.
2. Setiap belokan kabel harus diperhatikan radiusnya yang minimal  $R = 40 D$ , dimana D adalah diameter kabel tersebut.
3. Ujung penyambung kabel dengan trafo primer atau kubikel tegangan menengah memakai sealing end sedang ke terminal trafo sekunder memakai kabel.
4. Kubikel tegangan menengah, terpasang berdiri bebas di atas lantai kerja.
5. Trafo daya terpasang di atas base plate I dengan di angkur ke pelat lantai supaya tidak bergerak.

#### **7.3.5.3 Pentanahan**

1. Transformator daya.
2. Semua kubikel tegangan menengah.
3. Base plate / angkur trasformator daya.
4. Pintu besi.
5. Jalusi besi.
6. Cable tray.

#### **7.3.6 PENGUJIAN (TESTING)**

##### **7.3.6.1 U m u m**

Semua pelaksanaan pengkabelan dan peralatan trafo serta kubikel harus diuji sehingga memenuhi persyaratan PLN/LMK dan RKS serta bekerja sempurna. Bilamana diperlukan bahan-bahan instalasi atau peralatan dapat diminta oleh MK untuk diuji ke Laboratorium atas tanggungan biaya Kontraktor.

---

### **7.3.6.2 Tahap-tahap Pengujian**

1. Pengujian transformator sebelum diberi daya.
  - a. Dalam hal trafo tersimpan cukup lama harus diuji nilai tegangan dan isolasinya apakah masih memenuhi persyaratan.
  - b. Periksa pentahanan trafo, terpasang dengan baik dan ukur tahanan tanahnya.
  - c. Periksa pengaman HV dalam kalibrasi yang betul.
  - d. Periksa sambungan-sambungan dalam keadaan benar dan terpasang kuat.
  - e. Sebelum sisi sekunder dihubungkan periksa tegangan sekunder tanpa beban.
  - f. Periksa keadaan minyak trafo.
2. Energizing Test
  - a. Energizing test dilakukan pada pengaman dengan mengkalibrasi menurut standard pabrik.
  - b. Selama energizing test semua sambungan-sambungan pada sisi sekunder harus terbuka.
3. Pengujian Panel Kubikel Tegangan Menengah
  - a. Sebelum diberi aliran listrik periksa semua peralatan panel dalam keadaan lengkap dan semua sambungan benar dan terpasang secara mantap.
  - b. Bersihkan bagian dalam panel dan periksa agar barang-barang yang tidak diperlukan disingkirkan.
  - c. Periksa dan test semua isolasi.
4. Pengujian Kabel Feeder.

Semua kabel feeder harus ditest tegangan dan tahanan isolasi yang memenuhi persyaratan PLN/LMK.
5. Tahanan tanah harus diuji, sehingga tahanan tanah lebih kecil dari 1 ohm diukur dalam keadaan tanah kering.
6. Semua pengujian harus disaksikan oleh MK dan dibuat laporan tertulis.

### **7.3.7 PENYERAHAN, PEMELIHARAAN DAN JAMINAN**

1. Penyerahan dilakukan dengan Berita Acara Proyek disertai lampiran-lampiran sebagai berikut :
  - a. Gambar revisi sebanyak 4 set.
  - b. Surat pemeriksa dari LMK atau PLN.
  - c. Laporan hasil pengukuran.
  - d. Surat Jaminan.
  - e. Brosur, operation and maintenance manual.

- 
2. Setelah Penyerahan Pertama Kontraktor berkewajiban melakukan masa pemeliharaan secara cuma-cuma sesuai jangka waktu yang ditetapkan dalam persyaratan umum terhadap hasil pekerjaannya tetap dalam keadaan bekerja sempurna.
  3. Setelah Penyerahan Pertama Kontraktor wajib memberikan masa jaminan produk transformator, panel TM dan semua instalasi TM tetap baik selama 15 tahun.

#### **7.3.8 PRODUK BAHAN DAN PERALATAN**

Bahan dan peralatan harus memenuhi spesifikasi. Kontraktor dimungkinkan untuk mengajukan alternatif lain yang setara dengan yang dispesifikasikan ke Pemberi Tugas, apabila produk bahan dan peralatan yang dispesifikasikan tidak ada dipasaran atau sudah tidak diproduksi lagi. Kontraktor baru bisa mengganti setelah ada persetujuan resmi dan tertulis dari Pemberi Tugas/MK.

Adapun produk bahan dari peralatan yang digunakan pada dasarnya adalah sesuai lampiran daftar material.