



GARDU DISTRIBUSI

1. KONSEP DASAR GARDU DISTRIBUSI

1.1. Gardu listrik pada dasarnya adalah rangkaian dari suatu peralatan hubung bagi :

- PHB tegangan menengah
- PHB tegangan rendah

Masing-masing dilengkapi gawai-gawai kendali dengan komponen proteksinya.

1.2. Jenis-jenis gardu listrik atau gardu distribusi didesain berdasarkan maksud dan tujuan penggunaannya sesuai dengan peraturan-peraturan teknis ekonomis dan peraturan Pemda setempat.

- Gardu distribusi konstruksi beton
- Gardu distribusi konstruksi metal clad (kiosk type).
- Gardu distribusi tipe tiang portal
- Gardu distribusi tipe tiang cantol

1.3. Komponen-komponen gardu :

- PHB sisi tegangan menengah
- Pemisah dan sakelar daya
- Pengaman transformator
- PHB tegangan rendah
- Pengaman tegangan rendah
- Sistem pembumian
- Alat-alat indikator

1.4. Ketentuan teknis komponen gardu beton.

1.4.1. Komponen tegangan menengah (contoh rujukan PHB tegangan menengah)

- Tegangan perencanaan.....24 kV
- Power frekwensi withstand voltage... 50 kV untuk 1 menit
- Impulse withstand voltage.....125 kV

- Arus nominal 400 A
- Arus nominal transformator..... ..
- Arus hubung singkat dalam 1 detik... 12,5 kA
- Short circuit making current..... 31,5 kA

1.4.2. Komponen tegangan rendah (contoh rujukan PHB tegangan rendah).

- Tegangan perencanaan.....414 volt (fasa-fasa).
- Power frekwensi wisthstand.....3 Kv untuk1menit.
test fasa-fasa
- Impulse withstand voltage.....2 kV
- Arus perencanaan rel/busbar800 A, 1200A
1800 A.
- Arus perencanaan sirkit keluar 400 A
- Test ketahanan tegangan rendah.

1.5.

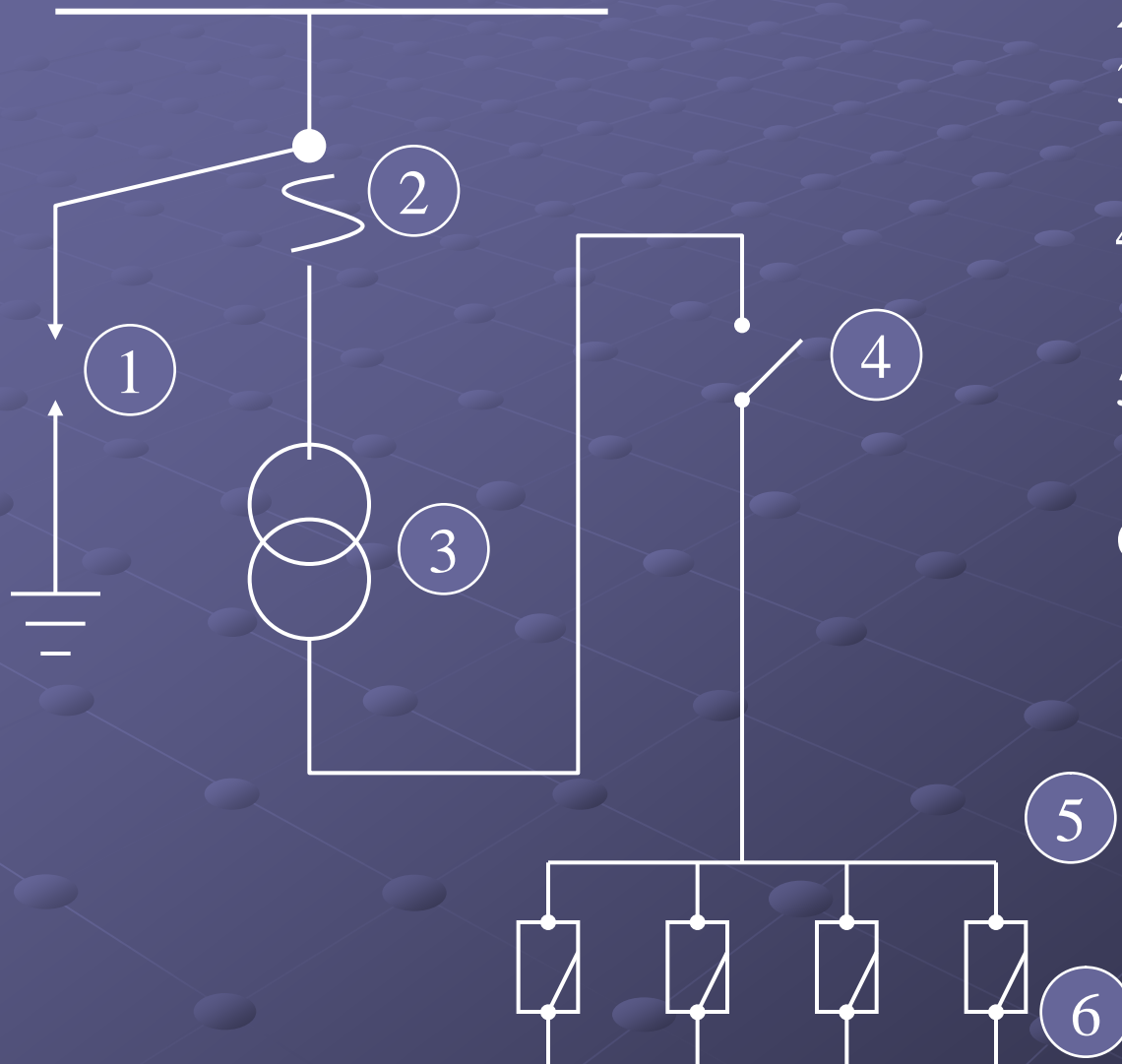
| <u>Rel</u> | <u>Rms Value</u> <u>(waktu 0,5 detik)</u> | <u>peak</u> |
|------------|--|-------------|
| 800 A | 16 kA | 32 kA |
| 1200 A | 25 kA | 52 kA |
| 1800 A | 32 kA | 72 kA |

1.6. Ketentuan teknis gardu tiang

- Untuk transformator dan rak tegangan rendah sama dengan gardu beton.
- PHB sisi tegangan menengah (contoh rujukan)
 - Cut out fused12 A, 16 A, 20 A
 - Arrester5 kA, 10 kA

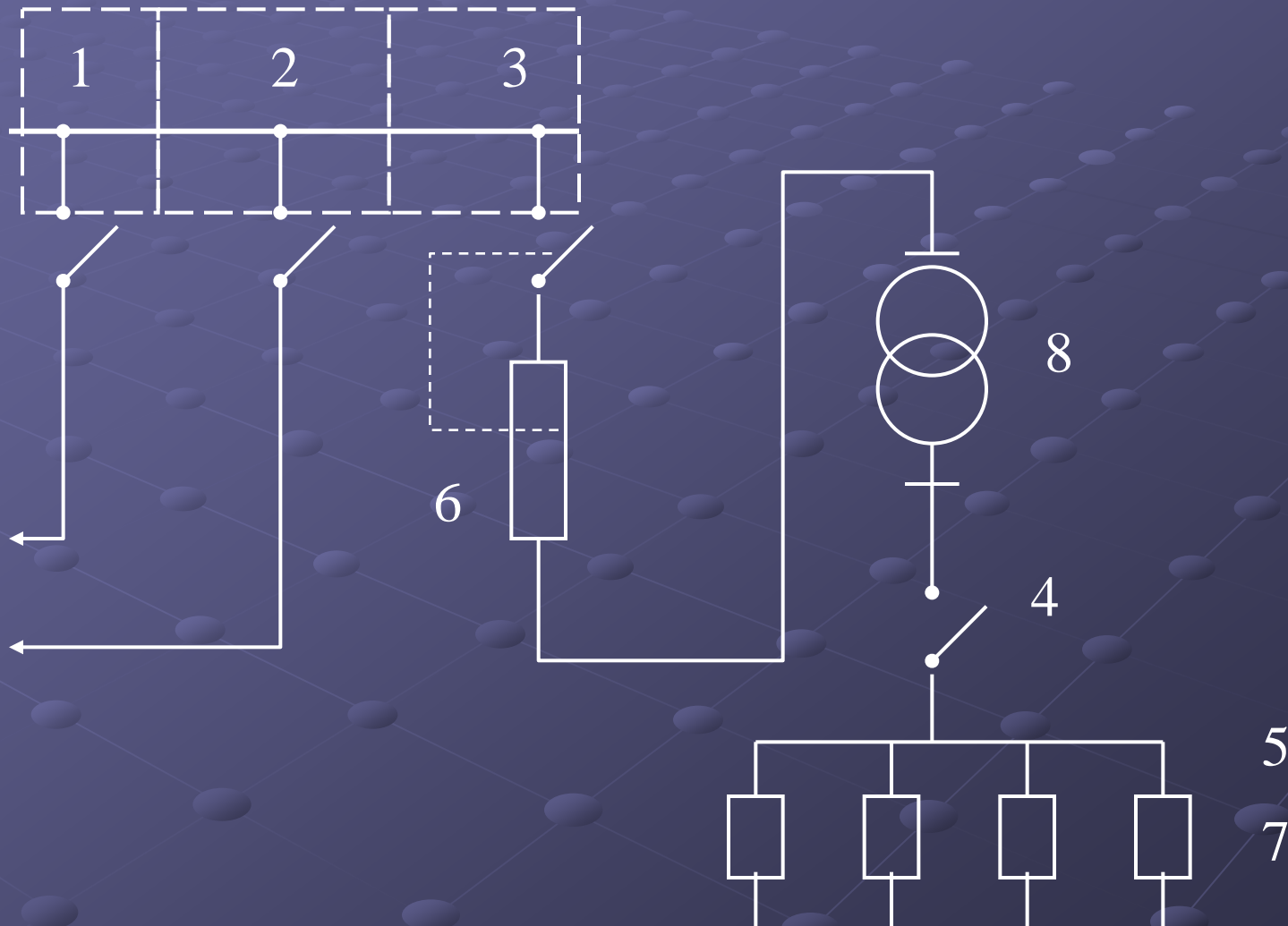
2. BAGAN SATU GARIS GARDU DISTRIBUSI

2.1 Gardu portal



1. Arrester.
2. Proteksi cut out fused
3. Transformator Distribusi
4. Sakelar beban tegangan rendah
5. PHB Tegangan rendah
6. Sirkuit keluar dilengkapi pengaman lebur (N.H. Fuse)

2.2. Gardu Beton.

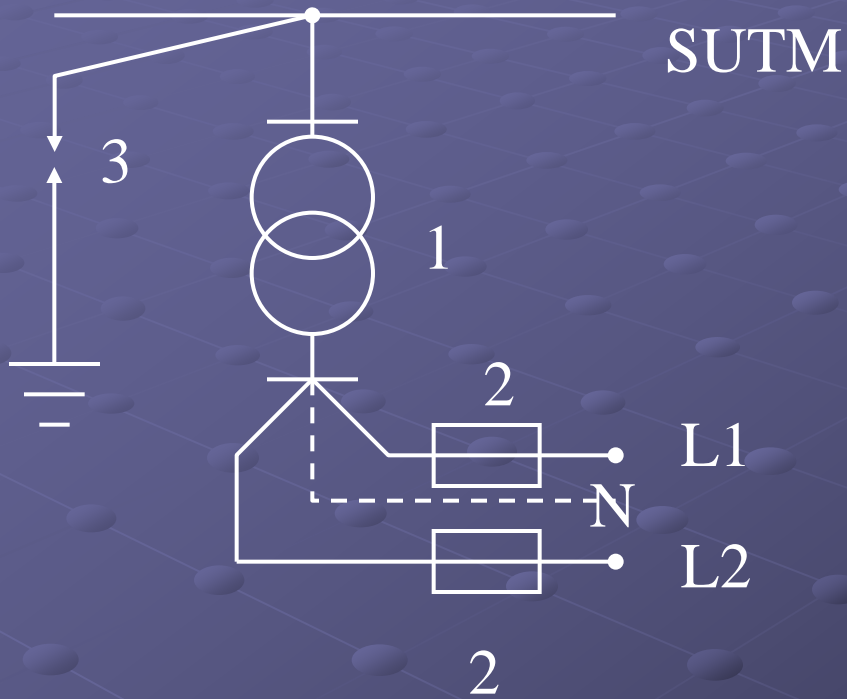


Keterangan :

1. Kabel masuk-pemisah atau saklar beban (load break)
2. Kabel keluar-saklar beban (load break)
3. Pengaman transformator-saklar beban+pengaman lebur
4. Saklar beban sisi TR.
5. Rak TR dengan 4 sirkit tekan.
6. Pengaman lebur TM (HRC-Fuse).
7. Pengaman lebur TR (NH – Fuse).
8. Transformator.

2.3. Gardu Cantol

- 2.3.1. Gardu cantol 1 fasa dengan transformator CSP (completely self protected) untuk pelayanan satu fasa.



Keterangan :

1. Transformator
2. Sirkit akhir 2 fasa
3. Arrester
4. Cut out fused, sakelar beban TR sudah terpasang di dalam transformator.

Catatan :

- EL I – N = 220 Volt
- EL II – N = 220 Vol
- EL I – EL II = 440 Volt

2.3.2. Untuk pelayanan sistem 3 fasa memakai 3 buah trafo 1 fasa dengan titik netral di gabungkan dari tiap-tiap transformator menjadi satu.

2.3.3. Instalasi dalam PHB terbagi atas 6 bagian utama.

- Instalasi switch gear tegangan menengah
- Instalasi switch gear tegangan rendah
- Instalasi transformator
- Instalasi kabel tenaga dan kabel kontrol
- Instalasi pembumian
- Bangunan fisik gardu

3. BANGUNAN FISIK GARDU BETON

3.1. Ukuran dan dimensi

Gardu beton mengikuti ketersediaan lahan yang ada, namun harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut untuk PHB tertutup :

- Tinggi bangunan minimum 3 meter
- Jarak kiri kanan PHB terhadap tembok minimum 1 meter.
- Jarak belakang PHB terhadap dinding minimal 80 cm (0,8 meter).
- Pintu keluar minimal 0,75 meter.
- Bagian depan PHB terhadap dinding minimal 1 meter.
- Jarak antara PHB TM dengan PHB TR minimal 1 meter.
- Jarak antara PHB TM dengan transformator minimal 1 meter.

Catatan :

Pada beberapa kondisi jarak yang diambil terhadap dinding 60 cm dan jarak antar PHB, trafo sebesar 1,2 meter.

- 3.2. Lubang kabel naik ke PHB minimal sedalam 1,2 meter dan harus diberikan lobang kerja (manhole) minimal ukuran 0,8 x 0,6 meter.
- 3.3. Lubang ventilasi diberikan cukup pada dinding dikiri kanan PHB.
(lihat gambar susunan dalam gardu distribusi untuk bermacam-macam ukuran dari PT. PLN (Persero)).
- 3.4. Untuk bangunan kontak gardu distribusi tipe antena (hanya ada kabel masuk), misalnya metal clad kiosk atau gardu darurat (mobile surstation). Jarak luar peralatan dengan bagian konduktif terbuka minimal 20 cm. Jarak bagian konduktif dan bagian konduktif terbuka minimal 60 cm.

4. BANGUNAN FISIK GARDU PORTAL

4.1. Gardu portal adalah gardu listrik tipe terbuka (outdoor) yang memakai konstruksi tiang/menara kedudukan transformator minimal 3 meter diatas platform.

umumnya memakai tiang beton ukuran 2x500 daN

4.2. Perlengkapan peralatan terdiri atas :

- Fuse cut out
- Arrester lighting
- Transformer type 250, 315, 400 kVA
- Satu lemari PHB tegangan rendah maksimal 4 jurusan
- Isolator tumpu atau gantung
- Sistem pentanahan

(contoh lihat gambar konstruksi gardu PT.PLN (Persero))

4.3. Lemari PHB TR dipasang minimal 1,2 meter diatas permukaan tanah atau 1,5 meter pada daerah yang sering terkena banjir. Pada beberapa tempat gardu portal juga dipasang trafo arus untuk pengukuran alat ukur pelanggan-pelanggan tegangan rendah.

5. BANGUNAN FISIK GARDU CANTOL

5.1. Gardu cantol adalah type gardu listrik dengan transformator yang dicantolkan pada tiang listrik besarnya kekuatan tiang minimal 500 daN.

5.2. Instalasi gardu dapat berupa :

- 1 Cut out fused
- 1 lighting arrester
- 1 panel PHB tegangan rendah dengan 2 jurusan.
atau transformator completely self protected (CSP -
Transformer)

Lihat contoh gambar konstruksi gardu cantol PT. PLN
(Persero)

6. INSTALASI SWITCHGEAR TEGANGAN MENENGAH PHB-TM

- 6.1. Switchgear tegangan menengah atau sel TM atau sel kubikel Diletakkan diatas lubang kabel naik.
Terdiri atau minimal 2 kompartemen untuk kabel naik (load break switch) dan pengaman transformator.
- 6.2. Sambungan terminal kabel dengan kubikel /sel TM memakai bimetal connector, mengingat inti kabel memakai alumunium sementara kubikel memakai tembaga.
- 6.3. Jarak minimal dinding belakang kubikel pada gardu beton minimal 0,8 meter (pada beberapa pemakaian hampa 0,3 meter) dan dengan dinding kiri kanan kubikel minimal 1 meter.
- 6.4. Pada daerah-daerah lembab, kompartemen dalam kubikel dilengkapi pemanas 150 watt (misalnya gardu dekat pabrik es, PDAM).

7. INSTALASI PERLENGKAPAN HUBUNG BAGI TEGANGAN RENDAH

7.1. PHB TR atau rak TR terdiri atas 3 bagian :

- Sirkit masuk + sakelar
- Rel pembagi
- Sirkit keluar + pengaman lebur maksimum 8 sirkit

7.2. Spesifikasi mengikuti kapasitas transformator distribusi yang dipakai.

8. INSTALASI KABEL DAYA DAN KABEL KONTROL

8.1. KHA kabel daya antara kubikel ke transformator minimal 125 % arus beban nominal transformator. Pada beberapa konstruksi memakai kabel TM single core Cu : 3 x 1 x 25 mm² atau 3 x 1 x 35 mm².

8.2. Antara transformator dengan Rak TR memakai kabel daya dengan KHA 125 % arus nominal.

Pada beberapa instalasi memakai kabel inti tunggal masing-masing kabel perfasa, Cu 2 x 3 x 1 x 240 mm² + 1 x 240 mm².

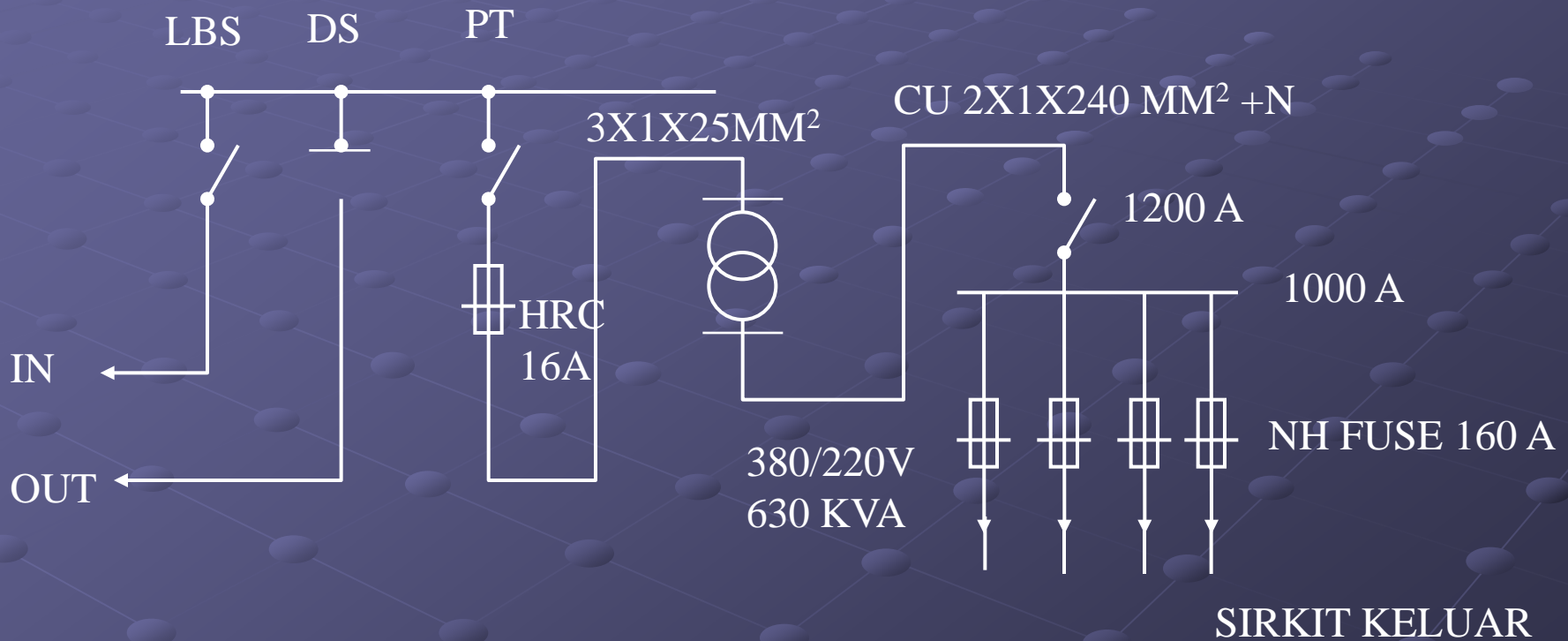
9. INSTALASI KABEL KONTROL

9.1. Instalasi lain yang ada pada gardu distribusi adalah instalasi penerangan.

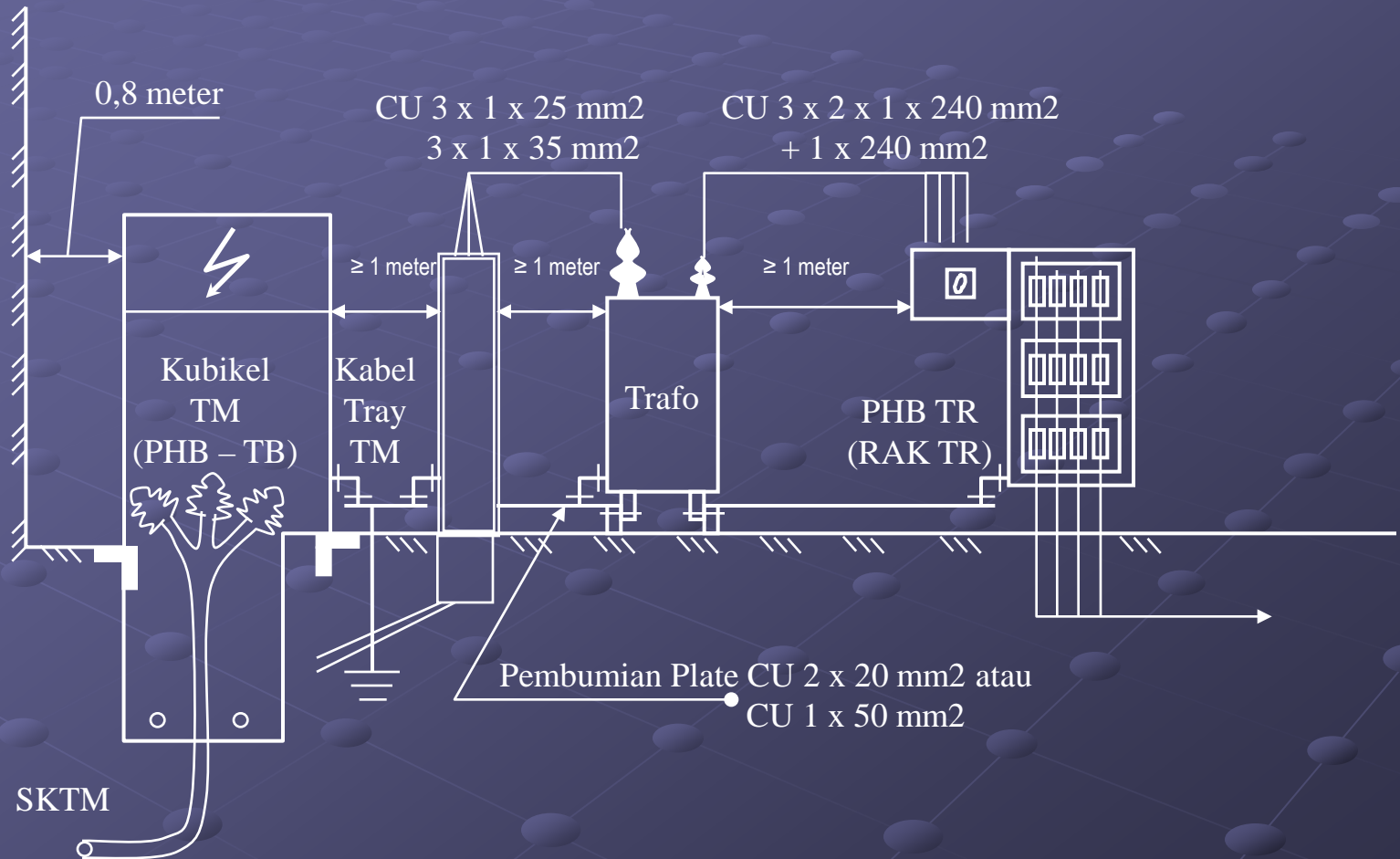
- Instalasi alat pembatas dan pengukur
- Instalasi kabel scada untuk kubikel dengan motor kontrol
- Instalasi pengaman pelanggan untuk APP pelanggan tegangan menengah

10. CONTOH GAMBAR MONOGRAM GARDU DISTRIBUSI

10.1. Bagan 1 garis



10.2. Penampang fisik



11. INSTALASI PEMBUMIAN

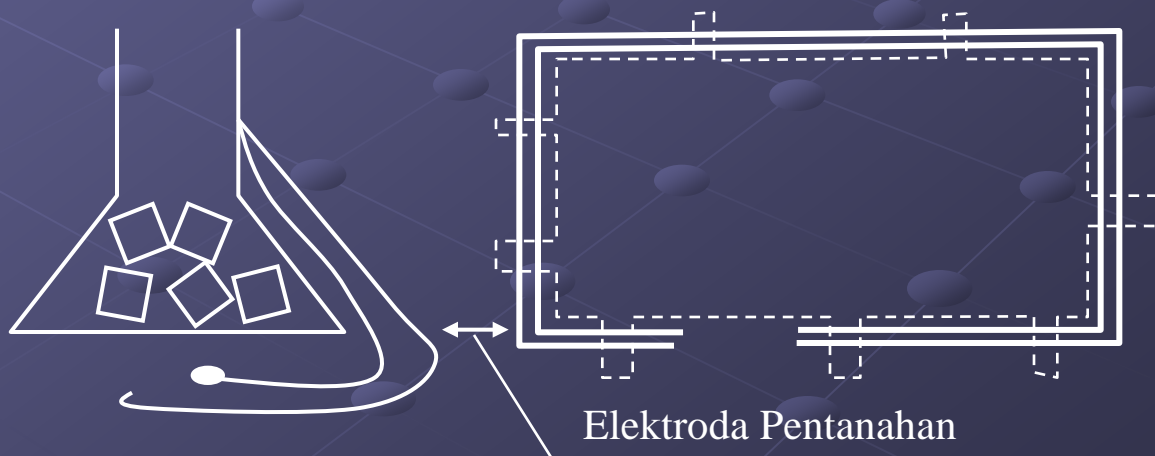
11.1. Instalasi pembumian pada gardu berdasarkan ketentuan yang diberlakukan setempat. Tujuan utamanya adalah mendapatkan nilai pentanahan elektroda maksimum 1 ohm.

11.2. Jenis-jenis Elektroda
(lihat PUIL 2000 Bab III).

Contoh :

Instalasi pembumian di PT. PLN Distribusi Jakarta Raya & Tangerang kabel 1 x 50 mm² Cu digelar dibawah fondasi melingkar tertutup.

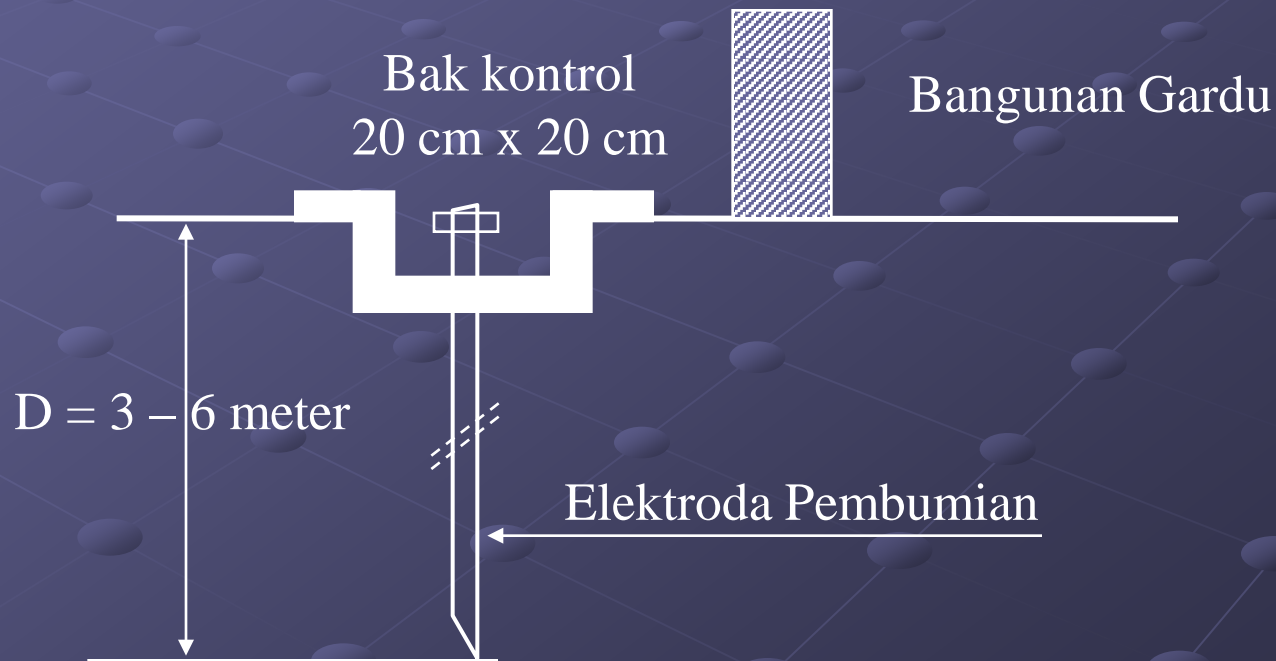
Pada beberapa titik tiap-tiap 1 meter dikeluarkan sebagai terminal pembumian. Kabel ini berfungsi juga sebagai ikatan penyama potensial.



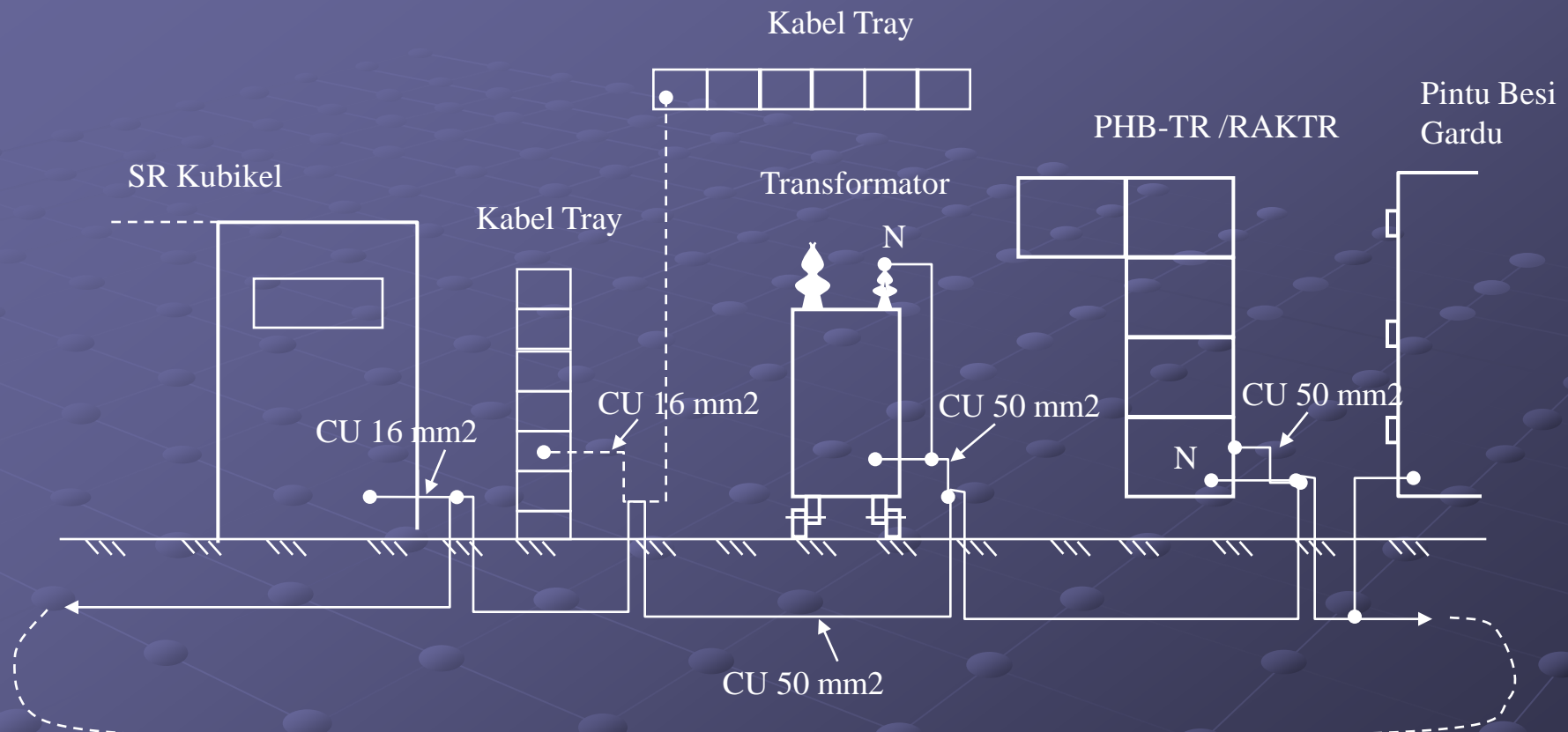
Contoh :

Penggunaan elektroda batang pada gardu distribusi :

- Memakai elektroda dengan kedalaman 3-6 meter.
- Jarak tanam minimal 2 meter atau sejarak 1 x panjang elektroda.
- Pada terminal keluar harus diberi bak kontrol untuk melakukan pengukuran tahanan tanah.



12. CONTOH DIAGRAM INSTALASI PEMBUMIHAN GARDU DISTRIBUSI.



Keterangan :

- Elektroda pembumihan grid CU 1 x 50 mm² digelar di bawah pondasi gardu.
- Pada titik-titik tertentu dikeluarkan setinggi 30 cm untuk terminal pembumihan.
- Penghantar terminal memakai CU 1 x 16 mm² untuk BKT.

CU 1 x 50 mm² untuk Netral Transformator BKT,
Transformator dan Rak TR.

12.1. Ikatan Pembumian

- Semua bagian-bagian konduktif terbuka dan bagian konduktif extra pada gardu dihubungkan dengan penghantar ke ikatan penyama potensial pembumian.
- Titik netral sistem tegangan rendah pada terminal netral transformator, pada Rak PNB-TR dibumikan, dihubungkan pada elektroda pembumian.
- Klem pengikat harus terbuat dari bahan tahan korosi minimal memakai baut ukuran 10 mm².

12.2. Konstruksi penunjang.

- Beberapa konstruksi penunjang terdapat pada kelengkapan konstruksi gardu yang kebutuhannya disesuaikan setempat.
- Kabel Tray harus terbuat dari bahan anti korosif untuk keperluan tiap-tiap 3 meter jalur kabel.
- Klem kabel untuk memperkuat kedudukan kabel pada ikatan dinamis atau kabel tray bisa terbuat dari kayu (Support cable).

- J- bolt clamp
- Spice plate – plate bar
- Collar- penjepit kabel pada Rak TR/TM.
- Fisser ukuran 10 mm² panjang 60 mm², 120 mm²
- Insulating bolt, baut dilapisi nilon, makrolon.
- Insulating slim, bahan bakelit, nilon, makrolon.
- Terminal hubung, plat dibawah sel TM.
- Clampping connector ϕ 9 mm², 13 mm², 17 mm².
- T- connector lunimog-clamp terbuat dari Cu.
- Angle clamp connector (knee-konektor)
- Connecting blok terbuat dari tembaga
- Straight clamp connector

Lihat gambar terlampir.

Untuk konstruksi pemasangan contoh pada standard konstruksi instalasi gardu PT. PLN (Persero).

13. PROSEDUR UJI LAIK INSTALASI GARDU

Sebelum dioperasikan instalasi gardu distribusi harus dilakukan uji laik yang meliputi :

13.1. Uji verifikasi rencana

- 13.1.1. Meneliti kesesuaian hasil pelaksanaan dengan rancangan bahan referensi adalah persyaratan-persyaratan teknis pada rancangan surat perintah kerja.
- 13.1.2. Meneliti kesesuaian spesifikasi teknis dengan material yang terpasang.

13.2. Uji fisik hasil pelaksanaan.

- 13.2.1. Meneliti apakah hasil pelaksanaan telah memenuhi persyaratan fisik hasil pekerjaan (kokoh, tidak goyang) tekukan, belokan kabel dan lain-lain.
- 13.2.2. Meneliti mekanisme kerja peralatan.
- 13.2.3. Meneliti kebenaran pengkabelan, pengawatan instalasi listrik.

13.2.4. Meneliti kekencangan ikatan-ikatan mur, baut, konektor dan lain-lain.

13.2.5. Meneliti kabel-kabel instalasi tidak menahan beban mekanik selain beban sendiri.

13.2.6. Meneliti pengkabelan (wiring) instalasi kontrol.

13.3. Uji Ketahanan Isolasi

13.3.1. Melakukan uji ketahanan isolasi dengan alat megger pada tiap antar fasa dan fasa tanah (referensi PUIL 1 volt = 1 kilo ohm) pada sisi TM dan TR.

13.3.2. Uji dilakukan juga pada transformator.

13.4. Uji ketahanan Impulse

Melakukan uji withstand test 50 kV per 1 menit.

13.5. Uji Power Frekwensi

Melakukan uji tegangan 24 kV selama 15 menit.

13.6. Uji alat proteksi

13.6.1. Uji fisik pengaman lebur dengan multi meter

13.6.2. Uji Rak proteksi (jika ada)

13.7. Uji alat-alat kontrol

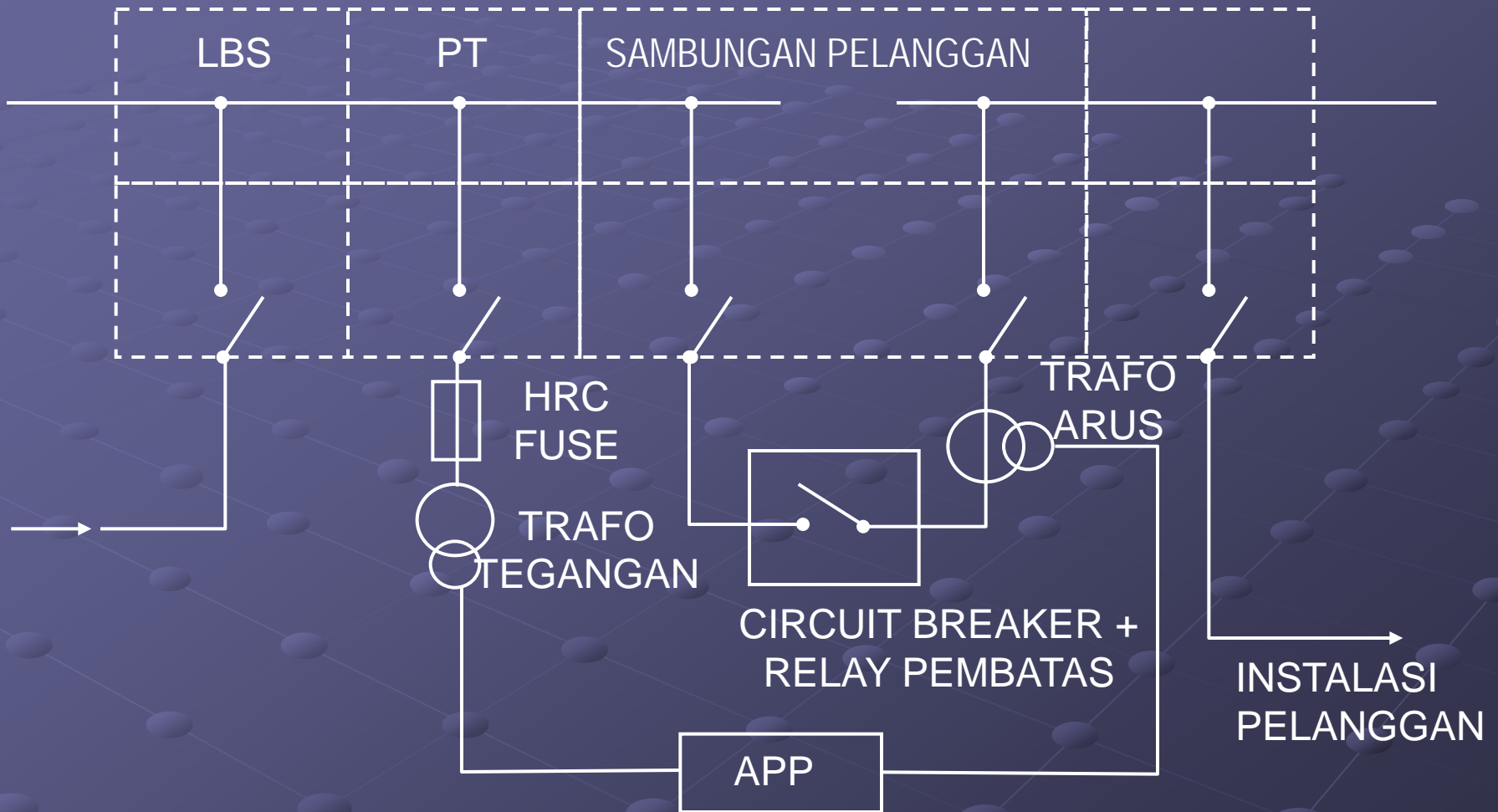
13.7.1. Setelah dioperasikan uji unjuk kerja alat-alat kontrol (lampu, voltmeter, ampere meter).

Hasil uji laik didokumenkan untuk izin operasional.

14. INSTALASI GARDU UNTUK PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH

- 14.1. Instalasi untuk pelanggan tegangan menengah, hanya ditambah:
 - 14.1.1. Satu sel kubikel transformator tegangan
 - 14.1.2. Satu sel kubikel sambungan pelanggan dengan fasilitas :
 - Circuit breaker yang bekerja atas datar batas arus nominal. Daya tersambung pelanggan.
 - Transformator arus.
 - 14.1.3. Satu sel kubikel untuk sambungan kabel milik pelanggan.
 - 14.1.4. Satu set alat ukur (KWH meter, KVARH meter)
 - 14.1.5. Satu set relai pembatas beban.
- 14.2. Spesifikasi teknis dan ketentuan instalasinya sama dengan ketentuan instalasi sel kubikel lain.
- 14.3. Uji operasional dilaksanakan dengan tambahan uji unjuk kerja circuit breaker dan relai pembatas pelanggan.

14.4. Bagan satu garis sambungan listrik pelanggan TM.



Contoh-contoh type-type sel kubikel sambungan pelanggan

Alsthom : PGDb, PGDt

Merlin Gerin : DM12, DM22

TERIMA KASIH
atas perhatiannya