

**MENERAPKAN PERSYARATAN K3  
PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK DI DISTRIBUSI**

# LINGKUP PEMASANGAN PERALATAN INSTALASI DISTRIBUSI

- **Jaringan distribusi**
  - Jaringan distribusi primer (sistem fase 3,  $E = 20.000$  Volt)
    - **SUTM**
    - SKUTM
    - **SKTM**
  - Jaringan distribusi sekunder (sistem fase 3,  $E = 220/380$  V)
    - SUTR
      - ✓ Bar conductor
      - ✓ Twisted cabel
    - SKTR

# LINGKUP PEMASANGAN PERALATAN INSTALASI DISTRIBUSI

- **Gardu distribusi**
  - Pasangan dalam (indoor)
    - bangunan / beton
    - metal clad / kios
    - gardu tingkat
  - Pasangan luar (outdoor)
    - Portal
    - Cantol
- **Gardu hubung**



## **PEMASANGAN JARINGAN SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM)**

# **1. DESKRIPSI UMUM JTM**

Pada pendistribusian tenaga listrik ke pengguna tenaga listrik di suatu kawasan, penggunaan sistem Tegangan Menengah sebagai jaringan utama adalah upaya utama menghindarkan rugi-rugi penyaluran (losses) dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi.

Dengan ditetapkan standar Tegangan Menengah sebagai tegangan operasi yang digunakan di Indonesia adalah 20 kV, konstruksi JTM wajib memenuhi kriteria enjineriing keamanan ketenagalistrikan, termasuk didalamnya adalah jarak aman minimal antara Fase dengan lingkungan dan antara Fase dengan tanah, bila jaringan tersebut menggunakan Saluran Udara atau ketahanan Isolasi jika menggunakan Kabel Udara Pilin Tegangan Menengah atau Kabel Bawah Tanah Tegangan Menengah.

## **1. DESKRIPSI UMUM JTM** *(lanjutan)*

Juga untuk kemudahan dalam pengoperasian atau pemeliharaan Jaringan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) pada jaringan utama. Hal ini dimaksudkan sebagai usaha menjaga keandalan kontinuitas pelayanan konsumen. Ukuran dimensi konstruksi selain untuk pemenuhan syarat pendistribusian daya, juga wajib memperhatikan syarat ketahanan isolasi penghantar untuk keamanan pada tegangan 20 kV.

Lingkup Jaringan Tegangan Menengah pada sistem distribusi dimulai dari terminal keluar (out-going) pemutus tenaga dari transformator penurun tegangan Gardu Induk atau transformator penaik tegangan pada Pembangkit untuk sistem distribusi skala kecil.

## **Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)**

SUTM adalah sebagai konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang sama. Konstruksi ini terbanyak digunakan untuk konsumen jaringan Tegangan Menengah yg digunakan di Indonesia. Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi/beton.

Penggunaan penghantar telanjang, dengan sendirinya harus diperhatikan faktor yang terkait dngan keselamatan ketenagalistrikan seperti jarak aman minimum yang harus dipenuhi penghantar bertegangan 20 kV tersebut.

## ***Saluran Udara Tegangan Menengah (lanjutan)***

Jarak aman minimum antar Fase atau dengan bangunan atau dengan tanaman atau dengan jangkauan manusia.

Termasuk dalam kelompok yang diklasifikasikan SUTM adalah juga bila penghantar yang digunakan adalah penghantar ber-isolasi setengah AAAC-S (half insulated single core).



**Gambar 1.1 - Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)**

Penggunaan penghantar ini tidak menjamin keamanan terhadap tegangan sentuh yang dipersyaratkan, akan tetapi untuk mengurangi resiko gangguan temporer khususnya akibat sentuhan tanaman



## **2. KOMPONEN UTAMA KONSTRUKSI SUTM**

### **2.1 Penghantar**

#### **2.1.1 *Penghantar Telanjang (BC : Bare Conductor)***

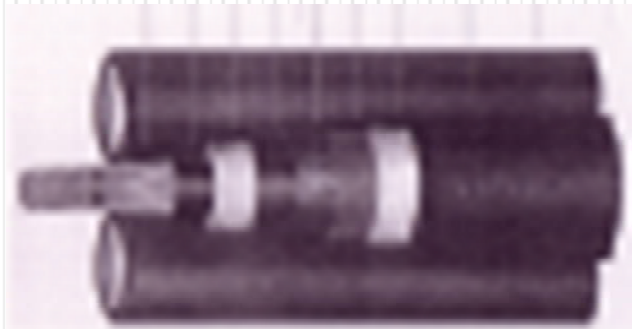
Konduktor dengan bahan utama tembaga (Cu) atau aluminium (Al) yang dipilin bulat padat, sesuai SPLN 42-10 : 1986 dan SPLN 74 : 1987.

Pilihan konduktor penghantar telanjang yng memenuhi pada dekade ini adalah AAC atau AAAC. Sebagai akibat tingginya harga tembaga dunia, saat ini belum memungkinkan penggunaan penghantar berbahan tembaga sebagai pilihan yang baik.

### **2.1.2 Penghantar Berisolasi Setengah AAAC-S (*half insulated single core*)**

Konduktor dengan bahan utama aluminium ini diisolasi dengan material XLPE (cross link poly ethylene langsung), dengan batas tegangan 6 kV dan harus memenuhi SPLN No. 43-5-6 tahun 1995.

### **2.1.3 Penghantar Berisolasi Penuh (*Three single core*).**



**Gambar 2.1 - Penghantar Berisolasi Penuh (Three Single Core)**

XLPE dan berselubung PVC berpengantung penghantar baja dengan tegangan Pengenal 12/20 (24) kV. Penghantar jenis ini khusus digunakan untuk SKUTM dan berisolasi penuh . SPLN 43-52:1995-Kabel

## 2.2 Isolator

Pada jaringan SUTM, Isolator pengaman penghantar bertegangan dengan tiang penopang/travers dibedakan untuk jenis konstruksinya adalah :

### 2.2.1 Isolator Tumpu

Pin- Insulator	Pin-Post Insulator	Line-Post insulator
		

### 2.2.1 Isolator Tarik

Piringan	Long-Rod	Keterangan
		Material dasar isolator Long-Rod dapat berupa keramik atau gelas atau polimer

### 2.2.1 Isolator Tumpu (*lanjutan*)

**Isolator *pin-post*** mempunyai bentuk jarak rambat (*crepage distance*) tidak merata dengan sebagian permukaan terlindung dari siraman hujan dan kontaminasi polutan, mempunyai jarak tembus (*puncture distance*). Penggunaan isolator ini disesuaikan dengan kondisi tingkat intensitas polusi dimana isolator itu dipasang.



### 2.2.1 Isolator Tumpu (*lanjutan*)

**Isolator *line-post*** mempunyai bentuk jarak rambat (*creepage distance*) bergelombang merata. Tidak ada bagian yang terlindungi dari siraman air hujan. Jarak tembus (*puncture distance*) panjang. Penggunaan isolator ini disesuaikan dengan kondisi tingkat intensitas polusi dimana isolator itu dipasang.



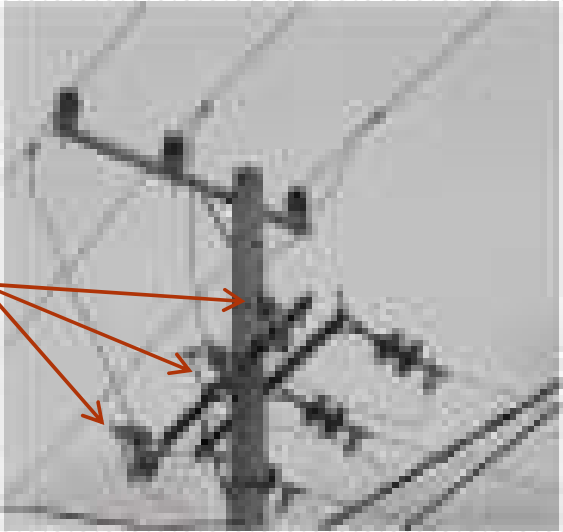

### 2.2.1 Isolator Tumpu (*lanjutan*)

**Isalator payung (*pin insulator*)** mempunyai bentuk jarak rambat (*creepage distance*) merata pada permukaan dan sebagian besar bergelombang dibawah. Permukaan isolator yang terhindar dari siraman air hujan dan kontaminasi polutan. Namun isolator ini mempunyai jarak tembus (*puncture distance*) pendek yang kerap menyulitkan jika terjadi kegagalan isolasi padaudukan penghantar.



## 2.3 Peralatan Hubung (Switching)

Pada percabangan atau pengalokasian seksi pada jaringan SUTM untuk maksud kemudahan operasional harus dipasang Pemutus Beban (Load Break Switch : LBS), dapat juga dipasangkan Fused Cut-Out (FCO).

Fused Cut Out	Load Break Switch
 <p data-bbox="208 1013 302 1061"><b>FCO</b></p> <p data-bbox="224 1340 1008 1468"><b>Gambar 2.4. Contoh Letak Pemasangan Fused Cut Out (FCO)</b></p>	 <p data-bbox="1104 853 1198 901"><b>LBS</b></p> <p data-bbox="1120 1340 2004 1468"><b>Gambar 2.5. Contoh Letak Pemasangan Load Break Switch (LBS)</b></p>

## **2.4 Tiang**

2.4.1 Tiang Kayu SPLN 115 : 1995 berisikan tentang Tiang Kayu untuk jaringan distribusi, kekuatan, ketinggian dan pengawetan kayu sehingga pada beberapa wilayah perusahaan bila suplai kayu memungkinkan, dapat digunakan sebagai tiang penopang penghantar penghantar SUTM.

2.4.2. Tiang Besi Adalah jenis tiang terbuat dari pipa besi yang disambungkan hingga diperoleh kekuatan beban tertentu sesuai kebutuhan. Walaupun lebih mahal, pilihan tiang besi untuk area/wilayah tertentu masih diijinkan karena bobotnya lebih ringan dibandingkan dengan tiang beton.

Pilihan utama juga dimungkinkan bilamana total biaya material dan transportasi lebih murah dibandingkan dengan tiang beton akibat diwilayah tersebut belum ada pabrik tiang beton.



## **2.4 Tiang**

2.4.3 Tiang Beton Untuk kekuatan sama, pilih an tiang jenis ini dianjurkan digunakan karena lebih murah dibandingkan dengan jenis konstruksi tiang lainnya termasuk terhadap kemungkinan penggunaan konstruksi rangkaian besi profil.

### **3. SPESIFIKASI TEKNIK MATERIAL**

#### ***3.1 Spesifikasi Penghantar***

Konstruksi SUTM menggunakan penghantar telanjang AAC dan AAAC. Untuk kawat petir (shield/earth wire) dipakai penghantar dengan luas penampang 16 mm<sup>2</sup>.

Kawat ACSR digunakan untuk kondisi geografis tertentu (antara lain memerlukan bentangan melebihi jarak standar, untuk memperkecil andongan dan memperkuat gaya mekanis).

#### ***3.2. Spesifikasi Konstruksi Tiang***

Spesifikasi tiang kayu yang dapat digunakan pada jaringan distribusi harus memenuhi SPLN 115 :1995 tentang Tiang kayu untuk jaringan distribusi. Spesifikasi Tiang besi yang dapat dipergunakan pada Saluran Udara Tegangan Menengah, sesuai SPLN 54 : 1983 tentang Standar Tiang Besi Baja dapat dilihat pada tabel 3.1.

### Tabel 3.1 - Spesifikasi Tiang Besi Baja untuk SUTM

Beban kerja (daN)		100	200	350	500	800	1200
Diameter bagian-bagian tiang (mm)	C	--	114,3	165,2	190,7	216,3	267,4
	B	--	165,2	190,7	267,4	318,5	355,6
	A	--	190,7	267,4	318,5	355,6	406,4
Tebal pipa (mm)	C	--	5,6	4,5	4,5	6	6
	B	--	6	7	8	8	8
	A	--	7	7	9	8	12
Panjang bagian-bagian tiang (mm) TT	C	--	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
	B	--	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
	A	--	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Lenturan pada beban kerja (mm)		--	196	144	142	108	106
Tebal selongsong (mm)		--	7	7	9	8	12
Panjang selongsong (mm)		--	600	600	600	600	600
Berat tiang (kg)		--	306	446	564	700	973

### **3.2 Spesifikasi Konstruksi Tiang (lanjutan)**

Sedang untuk tiang beton, tipe tubular sesuai SPLN 93 : 1991 tentang Tiang Beton Pratekan untuk jaringan distribusi, spesifikasi konstruksi tiang beton penampang bulat dapat dilihat pada tabel 3.2.

### **3.3 Jenis Isolator**

Isolator tumpu dan isolator tarik yang digunakan dapat dengan material dasar keramik atau gelas ataupun polimer. Dimensi dan kekuatan jenis-jenis isolator tumpu dan tarik dapat dilihat pada gambar konstruksi.

### **3.4 Peralatan Hubung (Switching)**

Pada jaringan SUTM digunakan juga peralatan switching untuk optimasi operasi distribusi. Sesuai karakteristiknya, peralatan hubung dapat dibedakan atas : 1. Pemisah (Disconnecting Switch = DS) 2. Pemutus beban (Load Break Switch = LBS).

### **3.5 Jenis Konektor**

Konektor adalah peralatan yang dipergunakan untuk menyambung kawat penghantar. Jenis konektor yang digunakan ada beberapa macam yaitu :

- a. Joint Sleeve Connector (Sambungan Lurus);
- b. Paralel Groove Connector (Sambungan Percabangan);
- c. Live Line Connector (Sambungan Sementara yang bisa dibuka pasang)

Joint sleeve adalah jenis konektor yang digunakan untuk sambungan penghantar pada posisi lurus. Tap connector adalah jenis konektor yang digunakan untuk sambungan penghantar pada titik percabangan. Live Line Connector adalah jenis konektor yang digunakan untuk pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB).

### **3.6 *Peralatan Proteksi Jaringan SUTM***

1. Pemisah dengan pengaman lebur (Fused Cut-Out );
2. Pemutus Balik Otomatis (Automatic Recloser);
3. Saklar Seksi otomatis (Automatic Sectionalizer);
4. Penghantar tanah (Shield Wire).



**Gambar 3.1 - Life Line Connector (LLC)**

## **4. KONSTRUKSI SUTM**

### ***4.1 Ruang Bebas (Right Of Way) dan Jarak Aman (Safety Distance)***

Jarak aman adalah jarak antara bagian aktif / fase dari jaringan terhadap benda-benda disekelilingnya baik secara mekanis atau elektromagnetis yang tidak memberikan pengaruh membahayakan. Secara rinci Jarak aman jaringan terhadap bangunan lain dapat dilihat pada tabel 4.1

Khusus terhadap jaringan telekomunikasi, jarak aman minimal  $S_d = 1$  m baik vertikal atau horizontal. Bila dibawah JTM terdapat JTR, jarak minimal antara JTM dengan kabel JTR dibawahnya minimal 120 cm.

**Tabel 4.1 Jarak aman SUTM (Safety Distance)**

<b>No.</b>	<b>Jarak Aman</b>	<b>Uraian</b>
1	Thadap permukaan jalan raya	$\geq 6$ meter
2	Balkon rumah	$\geq 2,5$ meter
3	Atap rumah	$\geq 2$ meter
4	Dinding bangunan	$\geq 2,5$ meter
5	Antene TV/Radio, menara	$\geq 2,5$ meter
6	Pohon	$\geq 2,5$ meter
7	Lintas kereta api	$\geq 2$ meter dari atap kereta
8	Underbuilt TM/TM	$\geq 1$ meter
9	Underbuilt TM/TR	$\geq 1$ meter



## **4.2 Spesifikasi konstruksi SUTM**

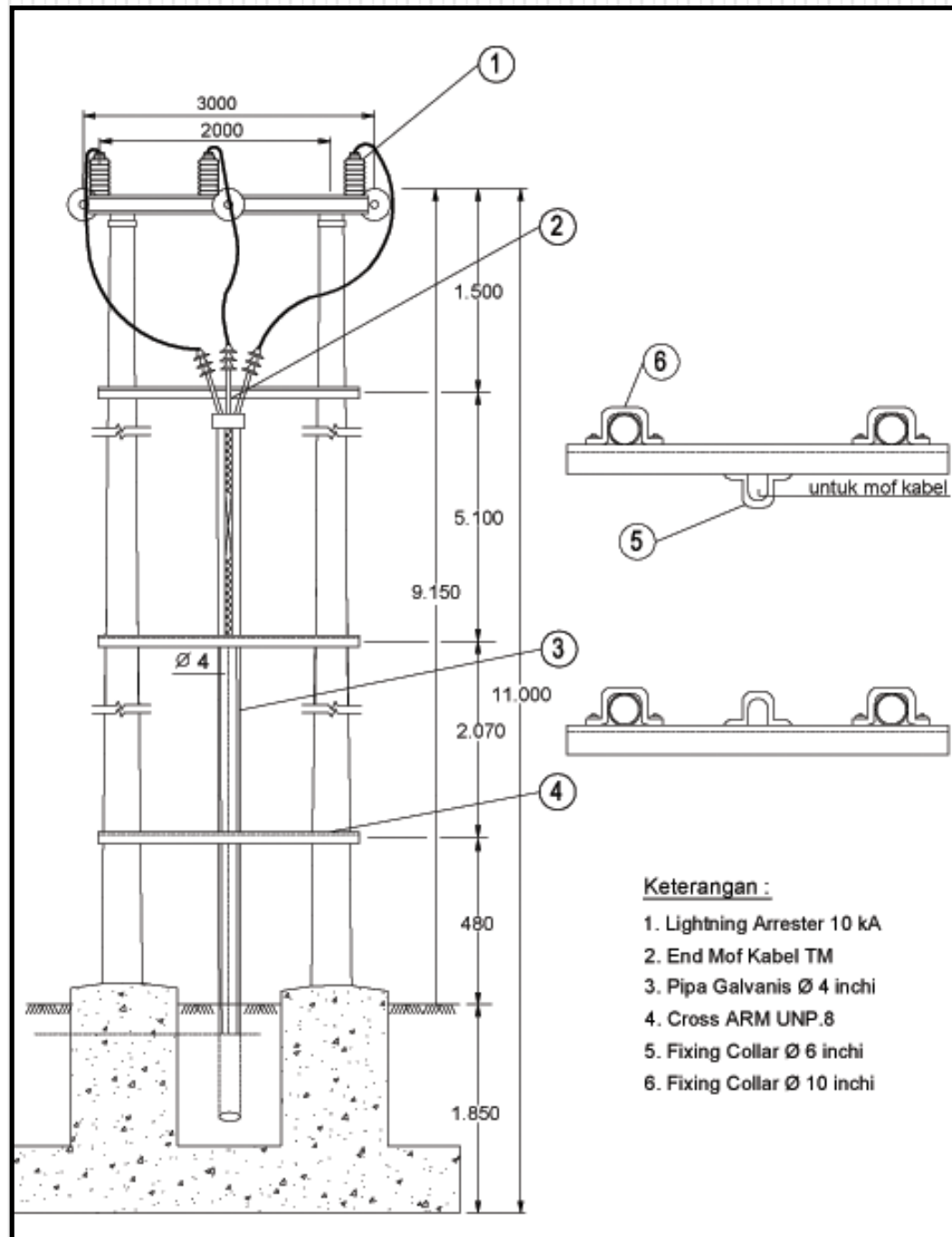
Secara rinci standar konstruksi SUTM, sebagai berikut :

### **4.2.1 Konstruksi SUTM sistem 3 Kawat**

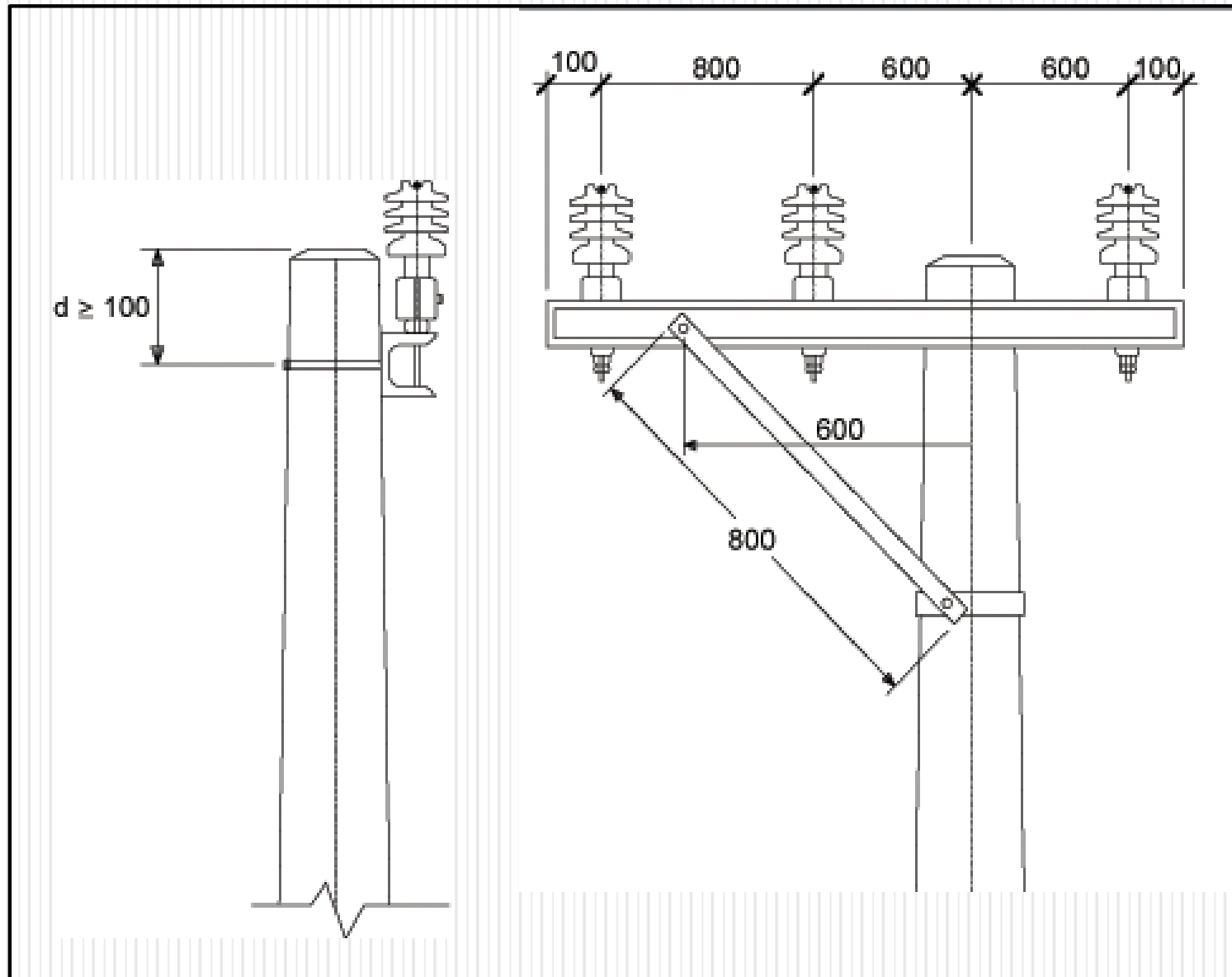
#### **4.2.1.1 Konstruksi SUTM Sirkit Tunggal :**

- a) Konstruksi tiang Penumpu (Line Pole) dan kelengkapannya.  
Konstruksi ini dipasang untuk lintasan jaringan SUTM  $0^{\circ}$  -  $15^{\circ}$  dengan 3 buah isolator tumpu dan 1 buah cross arm UNP 10 x 2000.
- b) Konstruksi tiang Sudut Kecil dengan sudut  $15^{\circ}$  s/d  $30^{\circ}$  dan kelengkapannya.  
Konstruksi ini dipasang untuk jaringan SUTM dengan sudut  $15^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  dengan 6 buah isolator tumpu, 2 buah cross arm UNP 10 x 2200.

# PEMASANGAN KABEL NAIK PADA TIANG GANDA



## PEMASANGAN CROSSARM TUMPU 2000 MM PADA TIANG BETON BULAT



#### **4.2.1.1 Konstruksi SUTM Sirkuit Tunggal (lanjutan) :**

- c) Konstruksi tiang sudut besar dengan sudut lintasan  $30^{\circ}$ -  $60^{\circ}$  dan kelengkapannya.

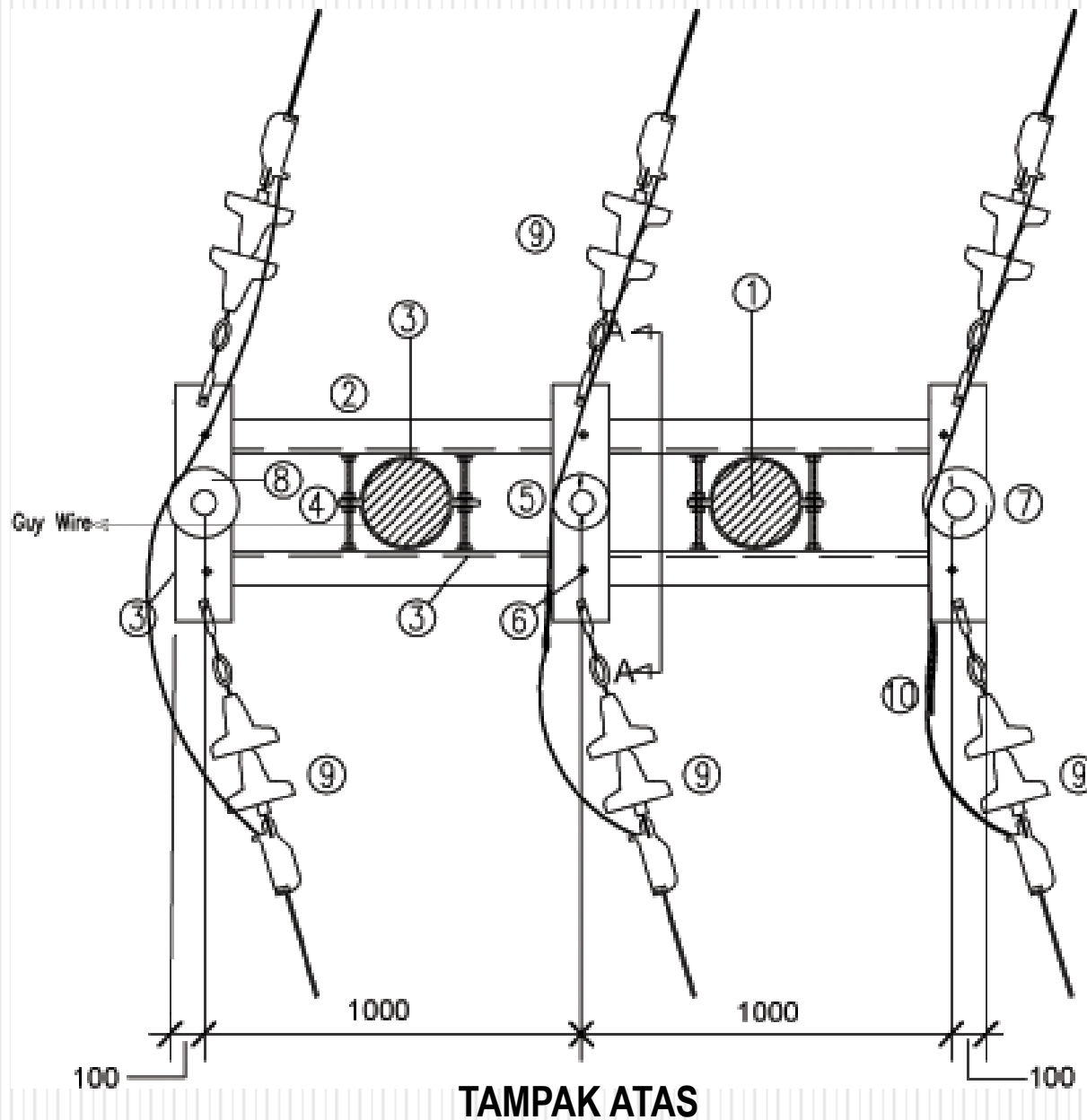
Konstruksi ini memakai 6 set isolator tarik, 3 buah isolator tumpu dan 2 buah cross arm UNP 10 x 2200.

- d) Konstruksi tiang sudut besar dengan sudut lintasan  $60^{\circ}$ -  $90^{\circ}$  dan kelengkapannya Konstruksi ini memakai 6 set isolator tarik, 1 buah isolator tumpu dan 4 buah cross arm UNP 10 x 2000.

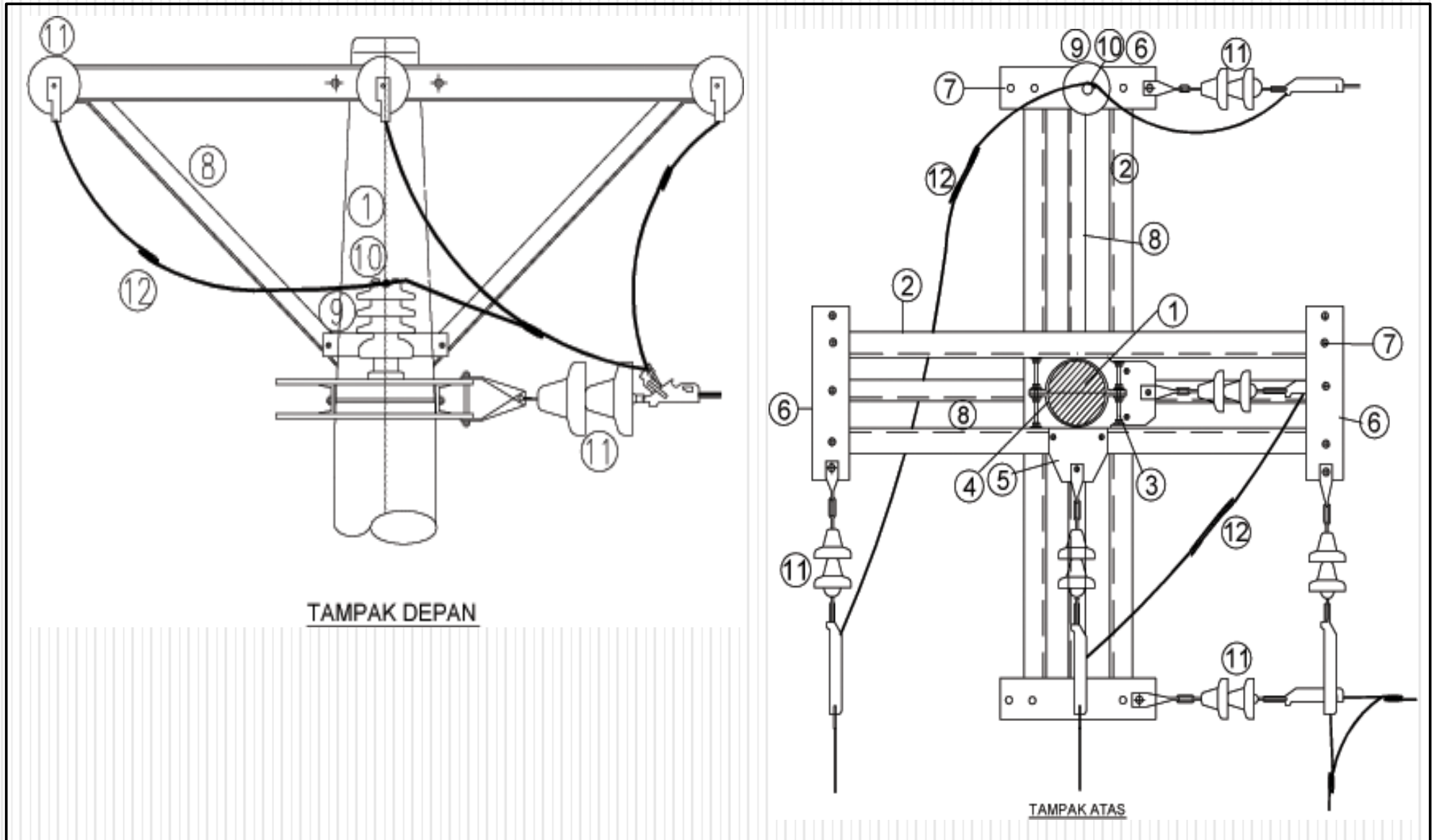
- e) Konstruksi tiang awal (Riser Pole) dan kelengkapannya.

Konstruksi tiang awal ini dipasang pada awal jaringan dimana terdapat kabel naik dari gardu induk/pusat listrik. Pada tiang ini terpasang 3 set isolator tarik, 2 buah cross arm UNP 10 x 2000, lightning arrester, pipa galvanis pelindung kabel diameter 4 inci, dan instalasi pembu mian. Kekuatan tiang disesuaikan dengan besarnya penampang penghantar yang digunakan.

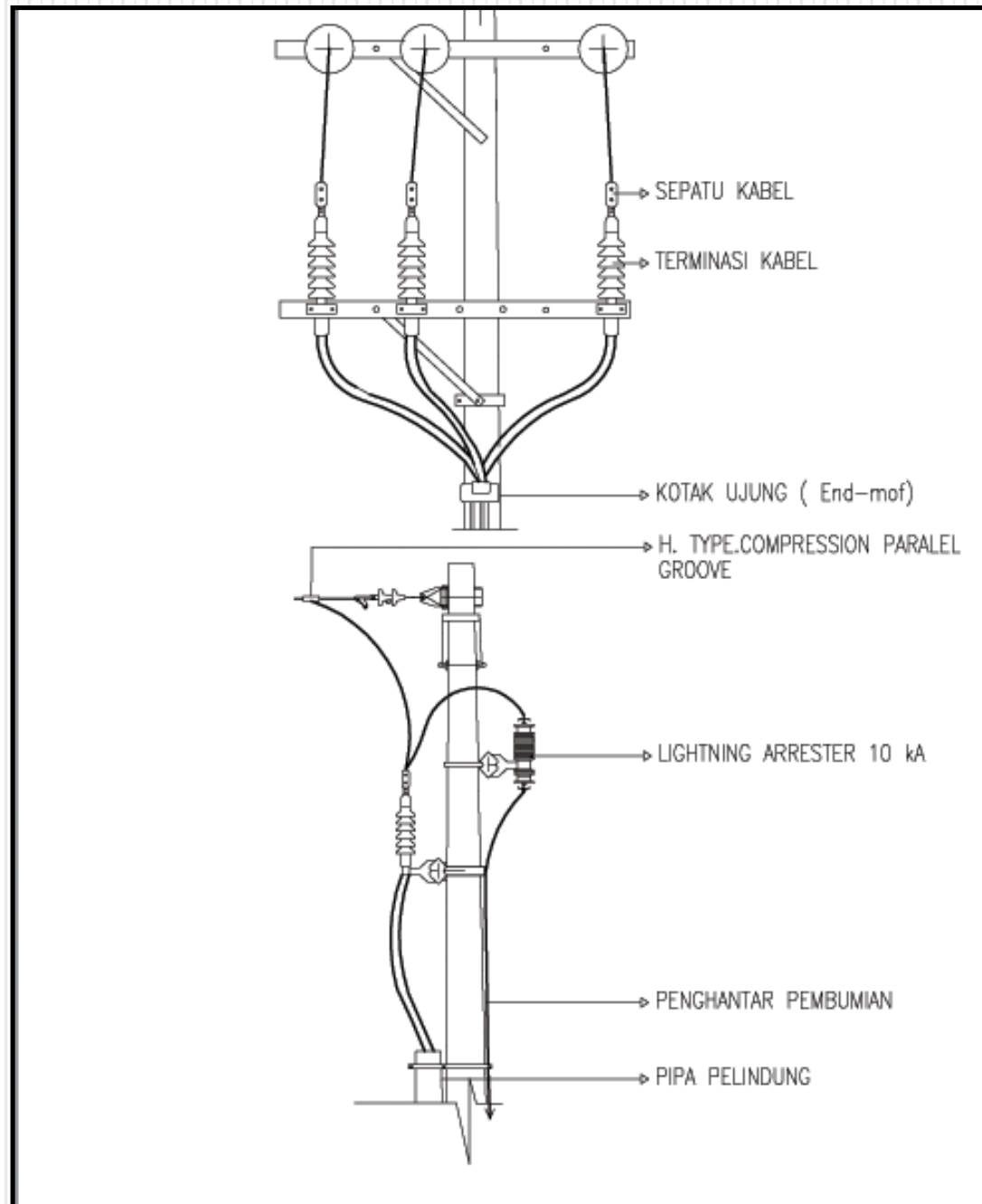
## KONSTRUKSI TIANG SUDUT DENGAN SUDUT LINTASAN 30° – 60°



## KONSTRUKSI TIANG SUDUT DENGAN SUDUT LINTASAN 60° – 90°



## MONOGRAM TIANG AWAL (RISER POLE)



#### **4.2.1.1 Konstruksi SUTM Sirkuit Tunggal (lanjutan) :**

- f) Konstruksi tiang Peregang (Tension Pole) dan kelengkapannya  
Konstruksi tiang peregang ini di pasang pada tiap-tiap 10 gawang jaringan. Kekuatan tiang (Working Load) sama dengan kekuatan tiang awal atau tiang dengan kekuatan tiang lebih kecil namun harus di tambah 2 set konstruksi Topang tarik dengan arah berlawanan. Pada konstruksi ini terpasang 6 set isolator tarik, 3 buah isolator tumpu dan 2 buah cross arm UNP 10 x 2000.
- g) Konstruksi tiang pencabangan (Tee-Off Pole)  
Konstruksi ini adalah gabu ngan antara konstruksi tiang penumpu dan tiang awal tanpa lightning arrester, kabel naik, namun di tambah dengan 1 buah isolator tumpu dan 1 set Topang tarik, jika tidak memungkinkan peng gantian tiang dengan kekuatan tarik yang lebih besar.



#### **4.2.1.1 Konstruksi SUTM Sirkuit Tunggal (lanjutan) :**

##### **h) Konstruksi saklar tiang (Pole Switch).**

Konstruksi ini dipasang untuk maksud manuver jaringan atau pemeliharaan. Terdapat 2 jenis saklar tiang Pole Top Switch yang hanya berfungsi sebagai pemisah. Pole Top Load Break Switch yang berfungsi sebagai pemutus beban. Konstruksi ini memakai tiang dengan kekuatan tarik kurangnya 350 daN. Semua BKT harus dibumikan.

##### **i) Konstruksi Pembumian.**

Bagian yang harus dibumikan adalah Bagian Konduktif Terbuka konstruksi tiang untuk setiap 3 gawang dan instalasi lightning arrester. Konstruksi ini memakai penghantar pembumian jenis tembaga, bimetal joint, penghantar alumunium dan elektroda pembumian.

#### **4.2.1.1 Konstruksi SUTM Sirkuit Tunggal (lanjutan) :**

j) Konstruksi tiang akhir (End Pole).

Konstruksi tiang akhir ini sebagaimana konstruksi tiang awal dengan atau tanpa kabel naik. Tiang yang dipakai dengan kekuatan tarik sesuai penampang penghantar atau dengan kekuatan tarik lebih kecil ditambah konstruksi topang tarik.

k) Konstruksi penopang tiang.

Terdapat 3 macam konstruksi penopang tiang yang dipakai :

- Topang tarik (Down Guy Wire/Trekskur);
- Topang tekan (Strut Pole/Drukskur);
- Kontramast (Span Guy Wire).

## **6. PENYELENGGARAAN KONSTRUKSI SUTM**

### ***6.1 Handling Transportasi***

Pekerjaan pemindahan atau pengangkutan Penghantar atau Kabel harus dilakukan secara hati-hati dan dilaksanakan sesuai ketentuannya. Untuk jarak pemindahan pendek  $< 20$  meter, haspel dapat digelindingkan dan didorong dengan arah berlawanan gulungan kabel.

Lintasan gulungan kabel harus dibersihkan dari batu-batu dan hambatan lain. Untuk kondisi lintasan atau struktur tanah yang lunak supaya digunakan plat besi setebal 6 s/d 10 mm.

Untuk pengangkutan menggunakan kendaraan, kondisi haspel harus dalam keadaan baik. Bila ada kerusakan haspel harus diperbaiki dan bila tidak mungkin untuk diperbaiki kabel harus digulungkan pada haspel yang baru.

## **6.1 Handling Transportasi (lanjutan)**

Menaikkan haspel kabel keatas truk dapat dilakukan dengan tenaga manusia, fork lift, kran ataupun derek bermotor. Didalam truk haspel harus diganjal dan diikat agar tidak tergulir.

Cara lain pengangkutan adalah dengan menggunakan “trailer” kabel yang ditarik oleh mobil. Kemampuan peralatan/ kendaraan yang digunakan harus sesuai dengan berat kabel.

Penurunan kabel tidak boleh dilakukan dengan cara menjatuhkan kabel dari atas truk. Penurunan dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti pada waktu penaikan.

Bila kabel yang akan diangkut panjangnya kurang dari 25 meter, pengangkutan dapat dilakukan tanpa haspel, kabel dapat dibuat dalam bentuk lingkaran dengan jari-jari sekurang-kurangnya dari  $15 \times \text{diameter kabel}$  atau spiral membentuk angka 8.

## ***6.2 Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :***

### **6.2.1 Persiapan Peta Rencana dan Proses Perizinan**

Sebelum melaksanakan pekerjaan penarikan penghantar/penggelaran kabel JTM, perlu dilakukan persiapan teknis dan administratif, berupa :

- 1) Gambar Rencana Pelaksanaan,
- 2) Izin Pelaksanaan,
- 3) Gambar As Built Drawing Utilitas yang terpasang pada jalur rencana pekerjaan,
- 4) Dokumen permintaan material,
- 5) Persiapan Peralatan Kerja dan K2/K3,
- 6) Izin Pelaksanaan Otoritas setempat,
- 7) Pengawas terkait.

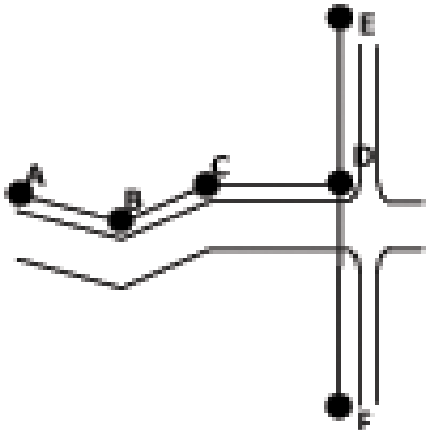
## ***6.2 Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :***

### **6.2.2 Survei dan Penentuan Lokasi Titik Tiang (Pole Staking)**

Fungsi utama survei adalah menentukan rute/lintasan optimal konstruksi jaringan yang akan dipasang. Kriteria utama survei :

- ≈ Lintasan konstruksi jaringan diusahakan merupakan garis lurus
- ≈ Permukaan tanah dipilih antara satu titik ke titik lainnya mempunyai ketinggian yang sama atau walaupun berbeda, dengan selisih sekecil-kecilnya,
- ≈ Lintasan/Titik-titik lokasi tiang dioptimalkan dengan memperhatikan rencana pengembangan jaring distribusi dikemudian hari,
- ≈ Bila jaringan berdekatan dari benda lain (bangunan, pohon), perhatikan jarak aman yang dipersyaratkan.
- ≈ Survei dilakukan kurangnya oleh 2 orang untuk fungsi recheck dan juga dilengkapi peralatan survei kurangnya : Kompas, Rol meter dan Rol Dorong.

## Tabel 6.1 - Kegiatan Survey dan Penentuan Lokasi Titik Tiang

No.	Urutan kegiatan	Uraian aktivitas
1	Penentuan titik-titik arah lintasan 	<p>Tentukan titik -titik awal survey dengan dugaan awal jarak +/- 50 m dan indikasikan dengan patok awal. Antara titik satu dengan lainnya merupakan garis lurus.</p> <p>Perhatikan pula ketinggian tanah dan perkiraan tiang yang akan dipasang. Berikan tanda pada sket , misal antara B dan C permukaan tanah sangat rendah atau titik C lebih rendah dari B. Data ini penting untuk pemilihan panjang tiang yang berbeda.</p> <p>Penggunaan theodolit dapat memudahkan pengukuran selisih ketinggian.</p>
2	Pengukuran jarak lintasan	<p>Ukur jarak antara titik penting dan membaginya menjadi titik antara, dengan jarak untuk jaringan SUTM antara 40 m sampai dengan 50 m. Untuk jarak yang melebihi ketentuan, digunakan tiang dengan kekuatan &gt; 200 daN dan panjang &gt; 11 m.</p>
3	Pengukuran sudut lintasan jaringan	<p>Gunakan Kompas untuk mngukur Sudut Titik Penting. Pengukuran sudut ini penting untuk pemilihan konstruksi tiang yang sesuai</p>
4	Pematokan akhir	<p>Setelah kegiatan pengukuran awal selesai, evaluasi dan sesuaikan jarak antar patok-patok awal sebagai hasil survey yang optimal.</p>

## **6.2 Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :**

### **6.2.2 Survei dan Penentuan Lokasi Titik Tiang *(lanjutan)***

Evaluasi Hasil Survey dan siapkan data akhir survey :

- Gambar lintasan, berupa garis dengan sudut belokan dan jarak yang diskala,
- Gambar dan catatan kondisi geografis lokasi lintasan jaringan,
- Catatan kondisi lingkungan lokasi lintasan jaringan yang harus diperhatikan untuk perencanaan dan pelaksanaan konstruksi.

Dengan perolehan data survey trase jaringan diharapkan dapat direncanakan lebih detail tentang prospek besarnya kapasitas listrik yang akan disalurkan, perkembangan beban dan lingkungan/ lokasi dimasa yang akan datang dan dana yang tersedia untuk pembangunan konstruksi jaringan distribusi, serta pemilihan konstruksi dan komponen jaringannya.

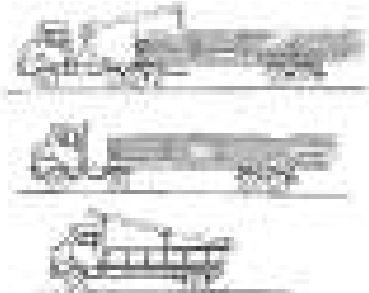


## **6.2 Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :**

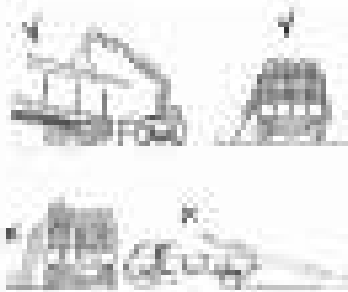

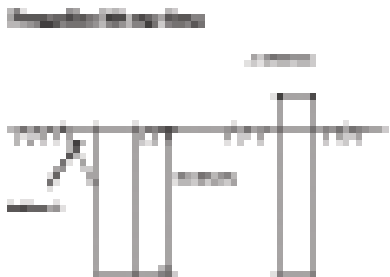
### **6.2.3 Pendirian Tiang dan Kelengkapannya**

Perhatikan ketentuan transportasi dan pendirian tiang, sebagai berikut :



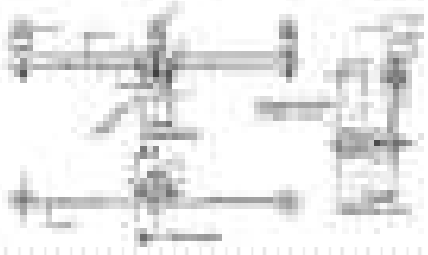
**Tabel 6.2 - Proses Pendirian Tiang dan Kelengkapannya**

No.	Gambar	Uraian
1		Gunakan truck/trailer sesuai beban tiang yang akan dipindahkan ke lokasi pendirian tiang bersangkutan.

## Tabel 6.2 - Proses Pendiran Tiang dan Kelengkapannya

No.	Gambar	Uraian
2		Dilarang menurunkan tiang dengan cara mendorong sehingga berisiko kerusakan pada struktur tiang bersangkutan.
3		Upayakan pemberian bantalan pada tiang.
4		Sebelum tiang didirikan, periksa ulang kedalaman lubang tiang minimal $\frac{1}{6}$ panjang tiang serta persiapan pondasi yang diperlukan.

**Tabel 6.2 - Proses Pendirian Tiang dan Kelengkapannya**

No.	Gambar	Uraian
5		<p>Upayakan pendirian tiang langsung dengan menggunakan lifter tiang beton. Bila menggunakan tenaga manusia, perhatikan persiapan penopang pengaman dan tenaga minimal (3 orang) yang diperlukan. Dilarang mendirikan tiang dengan menggunakan tri pot.</p>
6		<p>Setelah tiang berdiri; segera diperkuat/pasang pondasi sesuai ketentuan konstruksi. Perhatikan bila tiang tersebut merupakan tiang sudut.</p>
7		<p>Instalasi cross arm/isolator yang sesuai dengan rancangan konstruksi SUTM pada tiang bersangkutan. Perhatikan kekencangan baut pengikat cross-arm pada tiang.</p>

## ***6.2 Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :***

### **6.2.4 Pemasangan Guy Wire / treckschoor atau Topang Tarik**

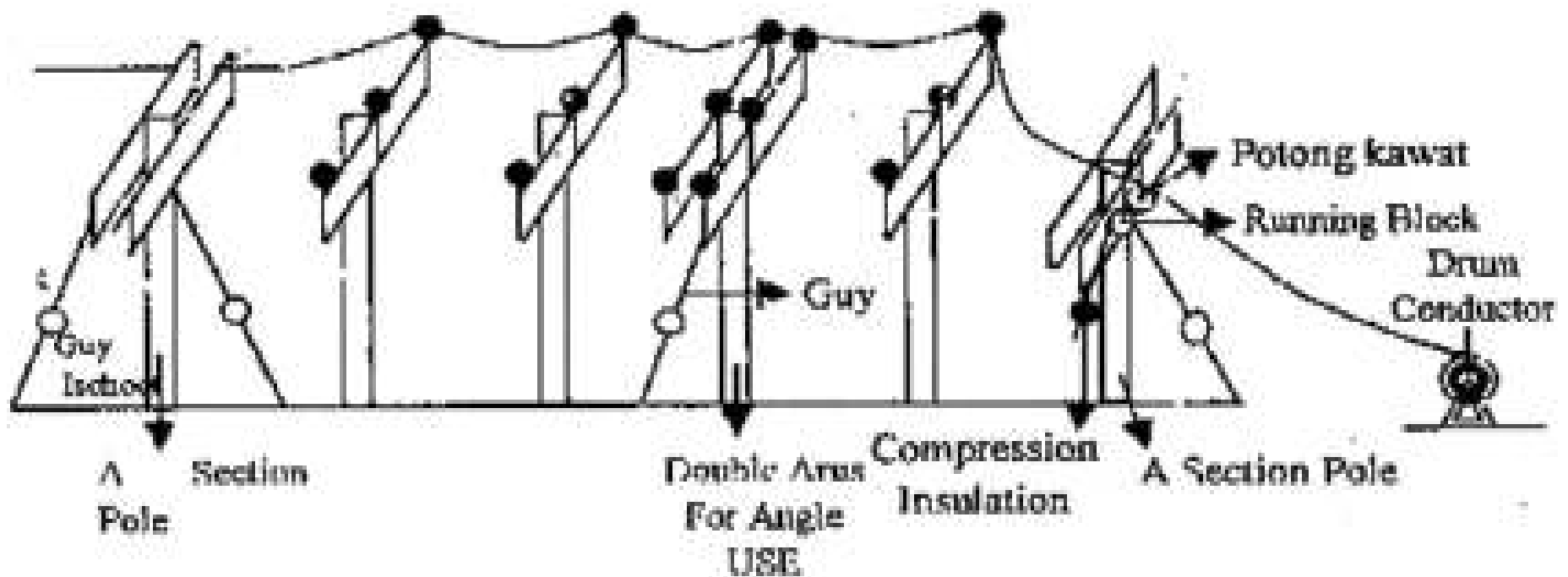
Sebelum penarikan penghantar, pasang guy-wire atau tiang topang tarik (**pole supporter**) pada tiang awal, tiang akhir atau tiang sudut sesuai rancangan konstruksi SUTM pada trase bersangkutan. Periksa ketentuan instalasi guy-wire, topang tarik, penguatan khusus pondasi tiang.

### **6.2.5 Instalasi Cross-Arm dan Isolator**

Sebelum instalasi, perhatikan kesiapan petugas instalasi baik fisik bersangkutan maupun kelengkapan alat kerja dan keselamatan kerja. Pasang cross-arm pembantu pada tiang sebagai pijakan kerja petugas instalasi 1,2 m dari rencana posisi cross-arm. Pasang cross-arm pada tiang sesuai rancangan konstruksi SUTM tersebut dan kencangkan masing-masing baut pengikat minimal 20 Nm dengan menggunakan kunci 19 atau 22.

## 6.2 Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :

Pada pemasangan isolator, naikan isolator dengan katrol dan segera ikatkan pada cross-arm. Perhatikan kesesuaian isolator tumpu atau tarik dengan sudut tiang.



Gambar 6.1 - Pemasangan Cross Arm dan Isolator

## **6.2 *Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :***

### **6.2.6 Penarikan Penghantar (Stringing)**

Sebelum pelaksanaan penarikan penghantar, periksa hal sebagai berikut :

- 1) Tiang beton diberi penguatan sementara guy-wire/treckschor di tiang awal dan tiang ujung.
- 2) Konstruksi instalasi CrossArm serta isolator pada masing tiang
- 3) Kesiapan penghantar dalam drum/haspel pada penopang rol.
- 4) Terpasangnya minimal 2 Stringing Block pada masing tiang.
- 5) Tenaga kerja penarik penghantar.
- 6) Tenaga pengawas lapangan/keselamatan kerja.
- 7) Petugas pengendali kontrol kecepatan putar drum penghantar.
- 8) Perkakas kerja yang diperlukan,
- 9) Peralatan keselamatan kerja pada ketinggian.

## **6.2 Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :**

### **6.2.6 Penarikan Penghantar (*lanjutan*)**

Pada saat penarikan perhatikan :

- 1) Saat menggelar, diharuskan penghantar diawali penghantar tengah, ditarik dari bagian tengah tiang afspan.
- 2) Potong menurut panjang yang diperlukan dan ikatkan sementara pada travers ujung tiang.
- 3) Penarikan kedua penghantar pinggir harus dilaksanakan bersama dan balance running blocks atau rollers selalu dipakai sampai pada waktu penghantar diberi kuat tarik dan lendutan tertentu.
- 4) Periksa dan segera perbaiki penghantar bilamana pada titik tertentu, stranded penghantar tersebut terurai, dengan menggunakan repair sleeve.

## **6.2 Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi :**

### **6.2.6 Penarikan Penghantar (*lanjutan*)**

Instalasi Final :

- 1) Setelah penarikan penghantar selesai, segera ikat penghantar pada strain-clamp isolator, tarik ujung dan awal.
- 2) Ikat penghantar pada masing-masing isolator tumpu sesuai posisi tiang (lurus atau sudut).
- 3) Periksa ulang hasil instalasi, kuat tarik yang dipersyaratkan, lendutan, ikatan penghantar pada isolator dan pengukuran tahanan isolasi, hasil konstruksi penghantar.

### **Penyelesaian akhir (finishing)**

Setelah tahapan konstruksi pemasangan JTM selesai, maka dilanjutkan dengan uji teknis dan komisioning sesuai dengan ketentuan yang berlaku.





## **PEMASANGAN JARINGAN SALURAN KABEL TEGANGAN MENENGAH (SKTM)**

## **7. KOMPONEN UTAMA KONSTRUKSI SKTM**

### ***7.1 Penandaan Kabel SKTM (Nomenklatur)***

Menggunakan kode pengenal dari masing-masing bahan pada kabel dimulai dari bagian paling dalam (inti) sampai dengan bagian paling luar (Selubung Luar).

### ***7.2 Jenis Kabel SKTM***

Spesifikasi konstruksi kabel SKTM harus memenuhi SPLN, sebagai berikut :

1. **SPLN 43-5-1:1995**

Kabel Pilin Tanah Berisolasi XLPE dan Berselubung PE/PVC dengan Tegangan Pengenal 12/20 (24) kV.

2. **SPLN 43-5-2:1995**

Kabel Pilin Udara Berisolasi XLPE dan Berselubung PVC Berpenggantung Penghantar Baja dengan Tegangan Pengenal 12/20 (24) kV.

**Tabel 7.1 - Penandaan Kode Pengenal Kabel  
(NOMENCLATUR)**

Kode Huruf	Arti
N	Inti Terbuat Dari Bahan Tembaga
NF	Kabel udara dengan inti terbuat dari tembaga
NA	Inti terbuat dari bahan alumunium
NFA	Kabel udara dengan inti terbuat dari alumunium
Y	Isolasi Atau Selubung Dari PVC (Poly Vynil Chloride) Tegangan Kerja Maksimal 1000 V Titik Leleh 70 °C
2X	Isolasi atau selubung dari XLPE (Cross Link Poly Etheline) Tegangan Kerja Sampai di Atas 20 kV Titik Leleh 90 °C
S atau SE	Pelindung Elektrik, Terbuat Dari Pita Pelat Tembaga
C atau CE	Pelindung Elektrik Terbuat Dari Penghantar Tembaga yang dipasang Konsentris
F	Pelindung Mekanik Terbuat Dari Kawat Baja Pipih
Gb	Pelindung Mekanik Terbuat Dari Spiral Pita Baja Galvanis.
B	Pelindung Mekanik Terbuat Dari Lapisan Pelat Baja

## **8. KONSTRUKSI SKTM**

### ***8.1 Jarak aman konstruksi SKTM***

Karena menyangkut fasilitas seperti jalan raya, trotoar atau instalasi pengguna lainnya (telekom/PAM), dikawasan perkotaan pekerjaan konstruksi SKTM untuk sistem distribusi harus dilaksanakan dengan ketentuan/seijin setempat.

Sebagaimana ditetapkan dalam SNI 04-0225-2000 tentang Peraturan Umum Instalasi Listrik, Jarak aman antara instalasi bawah tanah lain, Jarak Aman SKTM, ditetapkan sebagai berikut :

#### **1. Persilangan antar SKTM 20 kV.**

Harus berjarak 30 cm dan diberi penyekat lempengan plat beton 6 cm.

## **8.1 Jarak aman konstruksi SKTM (lanjutan)**

2. Persilangan/sejajar dengan kabel tanah telekomunikasi.  
Kabel listrik harus dibawah kabel telekomunikasi dan dilindungi pipa beton belah, atau lempengan minimum tebal 6 cm dan dilebihkan 0,5 meter pada sisi kiri kanan persilangan, Bila kabel telkom sejajar dengan kabel TM sepanjang sejajar harus dimasukkan dalam pipa beton belah/pelat beton atau sejenis.
3. Persilangan dengan pipa air PAM/Gas.  
Kabel listrik harus dibawah saluran pipa PAM/Gas dan dilindungi pipa beton belah, atau lempengan minimum tebal 6 cm dan dilebihkan 0,5 meter pada sisi kiri kanan persilangan, Bila saluran pipa PAM/Gas sejajar dengan kabel TM sepanjang selama sejajar harus dimasukkan dalam pipa beton belah/pelat beton atau sejenis.

## **8.1 Jarak aman konstruksi SKTM (lanjutan)**

### **4. Persilangan/sejajar dengan rel Kereta Api.**

Kabel harus berjarak minimal 2 meter dari rel kereta api. Jika persilangan, kabel harus dimasukkan dalam pipa baja diameter > minimal 4" dan dilebihkan 2 meter dari rel kereta, dengan kedalaman 2 meter dibawah rel kereta api.

### **5. Persilangan dengan jalan raya atau jalan lingkungan.**

Kedalaman minimal kabel adalah 0,80 m, Kabel harus dimasukkan kedalam Pipa baja atau PVC 4", yang dilebihkan minimal 0,5 meter sisi kiri kanan bahu jalan. Untuk jalan lingkungan, bilamana saat konstruksi jalan tersebut dapat digali sementara, pipa baja/ PVC dapat dipasangkan ½ bilah.

## **8.1 Jarak aman konstruksi SKTM (lanjutan)**

### **6. Persilangan dengan saluran/bangunan air irigasi.**

Persilangan dibawah Kabel harus ditanam dengan Jarak minimal kabel tanah dari bangunan air adalah 0,3 meter dan harus dimasukkan kedalam pipa beton/logam dengan diameter  $> 4''$  dan dilebihkan 0,5 meter pada kedua sisi perlintasan. Pada kedua tepi saluran air dimana kabel tanah ditanam harus diberi tanda . Jika harus menyeberangi, harus menggunakan jembatan kabel berpelindung baja.

### **7. Persilangan/sejajar dengan SKTR.**

Kabel SKTM harus diletakan dibawah SKTR dengan jarak minimal 30 cm baik untuk persilangan atau sejajar.

## **8.1 Jarak aman konstruksi SKTM (lanjutan)**

Bila saat instalasi kondisi lapangan tidak memungkinkan untuk pemenuhan jarak aman tersebut diatas, pelaksanaan akhir harus ditambahkan penguatan struktur pelindung.

Jenis Konstruksi SKTM bawah tanah pada garis besarnya dibedakan atas sistem tanam langsung (direct buried cable) menggunakan pipa saluran/ducting atau terowongan (tunneling cable). Dasar pemilihan jenis konstruksi ini secara ringkas dapat dilihat sebagai berikut :



**Tabel 8.2 - Pemilihan Jenis Konstruksi SKTM**

No.	Subjek	Tanam langsung	Saluran pipa	Terowongan
				
1.	Waktu pengerjaan	Singkat	Lama	Lebih lama
2.	Biaya	Mudah	Mahal	Mahal sekali
3.	Kemudahan konstruksi	Murah	Sulit	Lebih sulit
4.	Penggantian kabel	Sulit	Mudah	Sangat mudah
5.	Risiko kerusakan	Tinggi	Rendah	Sangat kecil
6.	Kemampuan penyaluran daya.	Kurang	Baik	Paling baik
7.	Instalasi penyambungan	Agak mudah	Sulit	Mudah

## **8.2 Konstruksi SKTM tanam langsung**

### **8.2.1 Konstruksi Tanam Langsung di halaman rumput/taman/tanah**

Konstruksi lubang galian untuk perletakan kabel harus cukup, kurangnya 0,40 m yang harus disesuaikan dengan banyak kabel yang akan diletakkan didalam galian tersebut seperti dinyatakan dalam tabel berikut ini.

Perletakan kabel pada satu lubang galian ditetapkan maksimum 7 kabel. Lebih dari itu, direkomendasikan menggunakan jalur galian yang berbeda atau membangun terowongan kabel.

Sebelum kabel diletakan pada galian, untuk mengantisipasi disipasi panas dan kelenturan, galian harus dilapisi pasir setebal 10 cm terlebih dulu; demikian juga setelah diletakan, untuk kemudian ditutup dengan batu pengaman dengan tebal 6 cm.

Batu pengaman yang berwujud lempengan beton harus diberi tanda SKTM 20 kV.

### 8.2.1 Konstruksi Tanam Langsung (lanjutan)

Untuk peletakan lebih dari 1 kabel, diantara kabel juga harus disekat dengan batu pengaman setebal 6 cm. Saat konstruksi harus diperhatikan struktur tanah setempat, bilamana diperlukan dindingnya perlu ditopang, agar tepinya terhindar dari longsor.

**Tabel 8.3 - Dimensi Galian Tanam Langsung SKTM pada tanah biasa**

Jumlah kabel	Lebar [cm]	Kedalaman *) [cm]
1	40	80
2	50	80
3	60	80
4	80	80
5	60	90
6	60	90
7	80	100

## **8.2 Konstruksi SKTM tanam langsung**

### **8.2.2 Konstruksi Tanam Langsung dibawah trotoir atau jalan.**

Konstruksi SKTM dibawah trotoir berbeda dengan dibawah tanah biasa atau taman. Sebelum SKTM digelar, harus memperhitungkan konstruksi trotoir, sehingga kedalaman galian disesuaikan menurut Tabel 8.4

**Tabel-8.4 Dimensi Galian Tanam Langsung SKTM pada tanah biasa**

<b>Jumlah kabel</b>	<b>Lebar [cm]</b>	<b>Kedalaman *) [cm]</b>	<b>Jumlah kabel</b>	<b>Lebar [cm]</b>	<b>Kedalaman *) [cm]</b>
1	40	150	6	60	170
2	50	150	7	80	170
3	60	150	8	80	170
4	80	150	9	100	170
5	60	170	10	100	170

### *8.2.2 Konstruksi Tanam Langsung dibawah trotoir (lanjutan)*

Pada konstruksi jalan lingkungan dengan kedalaman galian yang sama, sebagai antisipasi akibat beban untuk mencegah terjadinya deformasi kabel TM yang berpengaruh dan berisiko terhadap kerusakan kabel, maka seluruh galian diisi dengan pasir urug. Struktur jalan lingkungan harus dikembalikan sesuai kondisi semula.

#### **8.2.2.1 Konstruksi SKTM Persilangan (Crossing) Jalan**

Pada situasi memungkinkan dan seijin setempat, persilangan jalan dilaksanakan dengan cara pemotongan aspal, penggalian dan instalasi kabel.

Kabel persilangan harus diletakkan dalam pipa beton atau pipa PVC dengan diameter lebih besar dari 4 inchi. Dalam hal jumlah kabel yang menyeberang jalan lebih dari satu, maka antara pipa kabel TM harus diberi sekat plat beton setebal 6 cm.

### **8.2.2.1 Konstruksi SKTM Persilangan *(lanjutan)***

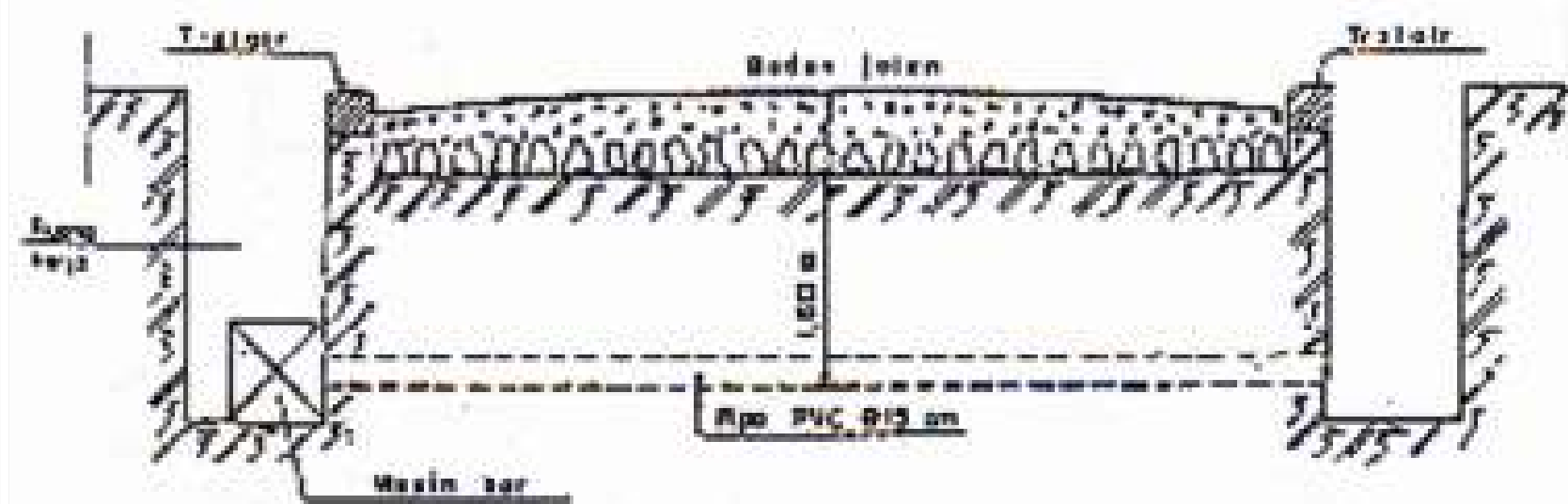
Pengembalian konstruksi jalan setelah instalasi Pipa dan kabel TM harus dilakukan pemadatan jalan dengan stamper agar dikemudian hari tidak terjadi penurunan permukaan jalan akibat crossing SKTM tersebut. Minimal 1 bulan setelah pemulihan konstruksi jalan bekas persilangan jalan SKTM harus diperiksa ulang untuk mengetahui kondisi aspal jalan tersebut.

### **8.2.2.2 Persilangan dengan cara dibor**

Dalam hal pemotongan jalan tidak diijinkan atau tidak memungkinkan, pelaksanaan crossing harus dilakukan dengan membuat bor atau terowongan melintang jalan.

Pembuatan sistem bor atau terowongan dapat dengan cara manual atau mesin. Segera setelah pekerjaan bor selesai segera dilakukan pemasangan pipa besi minimal 6 Inchi untuk pelintasan kabel TM.

### 8.2.2.2 Persilangan dengan cara dibor



Gambar 8.1- Pengeboran Trase Kabel Persilangan Dengan Jalan

## **9. PENYELENGARAAN KONSTRUKSI SKTM**

### ***9.1 Pekerjaan Persiapan Penggelaran Kabel***

Sebelum pekerjaan lapangan dilaksanakan, periksa dan persiapkan gambar rencana rute pelaksanaan peta 1 : 5000. Pastikan terlebih dulu awal dan akhir penggelaran kabel.

Laksanakan Survei rencana trase/jalur kabel dan pastikan keseluruhan proses perijinan sudah diperoleh untuk keseluruhan trase SKTM serta peng galian titik kontrol jalur kabel pada tiap 5 meter (injeksi test galian) untuk meneliti kemungkinan adanya utilitas lain.

Dalam hal terdapat instalasi utilitas lain dibawah tanah, periksa ulang dan laksanakan konsultasi dengan Pemilik lahan.



## **9.1 Pekerjaan Persiapan Penggelaran Kabel (lanjutan)**

Siapkan material penunjang :

- Pasir urug,
- Batu patok/tanda,
- Batu peringatan,
- Pipa beton/PVC/sejenis

Serta Peralatan kerja dan konstruksi prasarana pendahuluan telah siap :

- ≈ Lintasan/Crossing-Boring,
- ≈ Jembatan kabel,
- ≈ Pembersihan rencana jalur kabel,
- ≈ Rambu-rambu K3 ,
- ≈ Alat-alat kerja (rol kabel).

## ***9.2 Pelaksanaan Galian Kabel***

Galian kabel harus dilaksanakan sesuai dimensi tabel 4.1 atau tabel 4.2. Tanah bekas galian harus diletakan sedemikian sehingga tidak turun kembali ke galian atau mengganggu pengguna jalan/ lahan lokasi galian.

Bila ditrase galian sudah terdapat instalasi kabel/utilitas yang lain, sedangkan SKTM yang akan dibangun harus diletakan dibawahnya, pasang peralatan gantung sementara instalasi utilitas tersebut.

Bila tanah lunak, pasangkan dinding pengaman sementara.

## ***9.3 Handling Transportasi Kabel SKTM***

Pekerjaan pemindahan atau pengangkutan kabel harus dilakukan hati-hati dan dilaksanakan sesuai ketentuan.

Untuk jarak pemindahan pendek  $< 20$  meter, haspel dapat digelindingkan dan didorong dengan arah berlawanan gulungan kabel.

### **9.3 Handling Transportasi Kabel SKTM (lanjutan)**

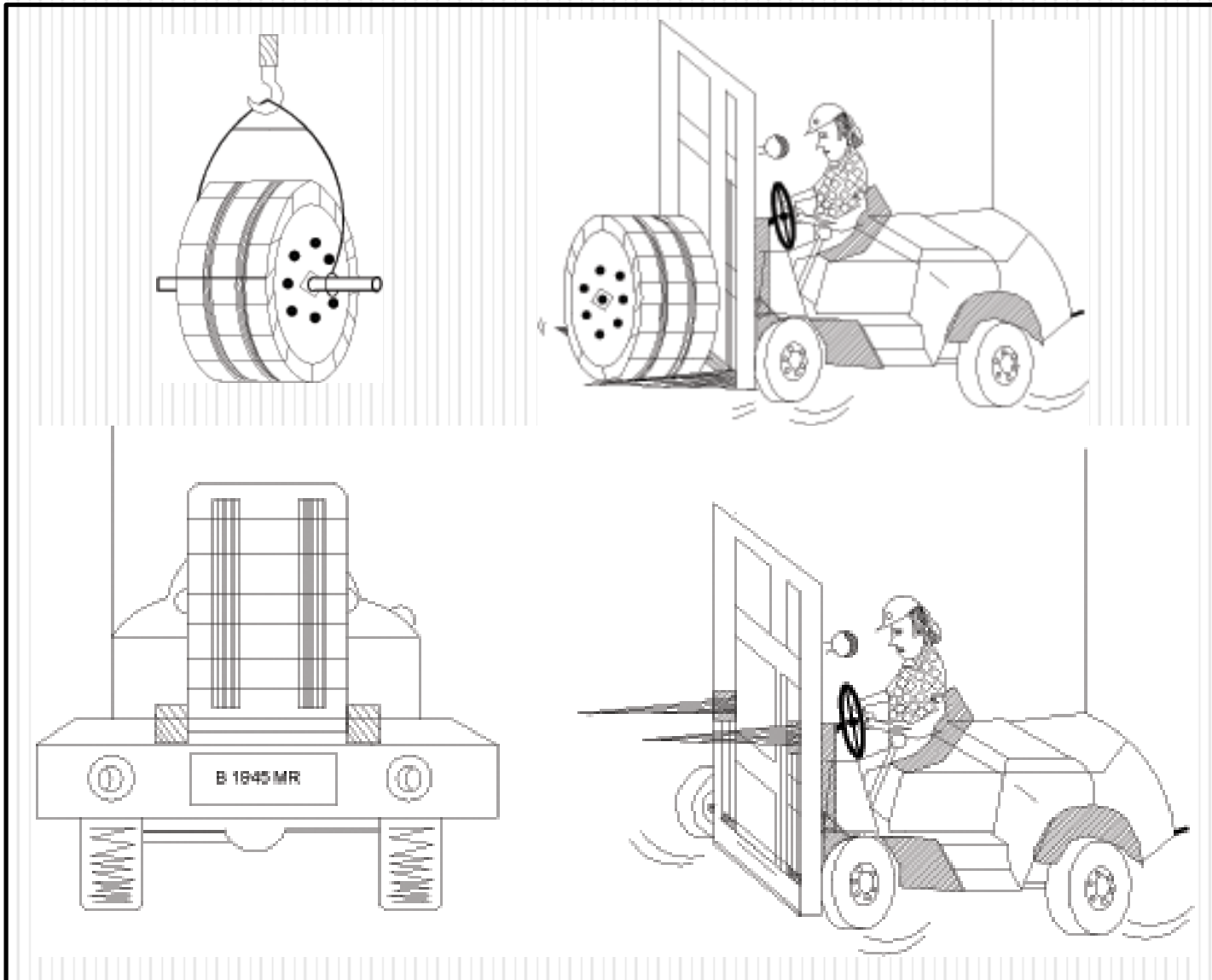
Lintasan gulungan kabel harus dibersihkan dari batu-batu dan hambatan lain. Untuk kondisi lintasan/struktur tanah yang lemah agar digunakan plat besi setebal 6 s/d 10 mm.

Untuk pengangkutan menggunakan kendaraan, kondisi haspel harus dalam keadaan baik. Bila ada kerusakan haspel harus diperbaiki dan bila tidak mungkin untuk diperbaiki kabel harus digulungkan pada haspel yang baru.

Menaikan haspel kabel keatas truk harus dengan fork lift, kran ataupun derek bermotor. Didalam truk haspel harus diganjal dan diikat agar tidak menggelinding.

Cara lain untuk pengangkutan adalah dengan menggunakan "trailer" kabel yang ditarik oleh mobil. Kemampuan peralatan atau kendaraan yang digunakan harus sesuai dengan berat kabel.

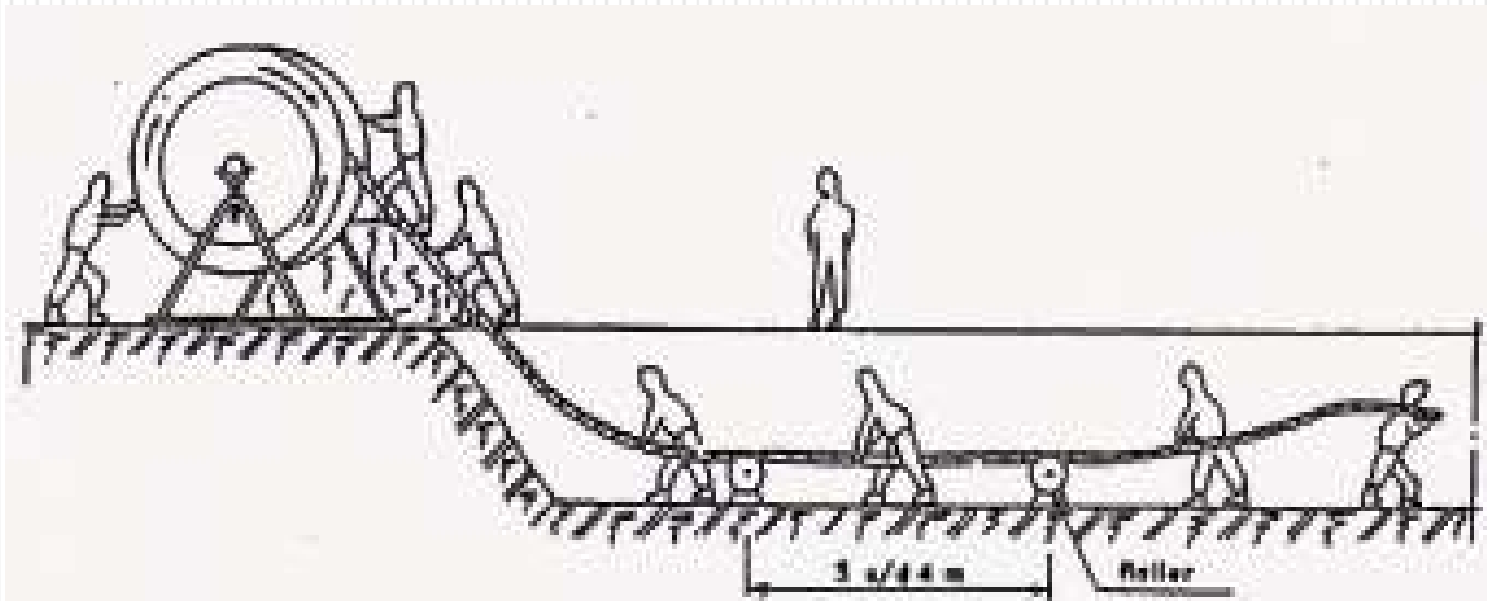
## PENGANGKUTAN KABEL TANAH TEGANGAN MENENGAH DENGAN FORKLIFT



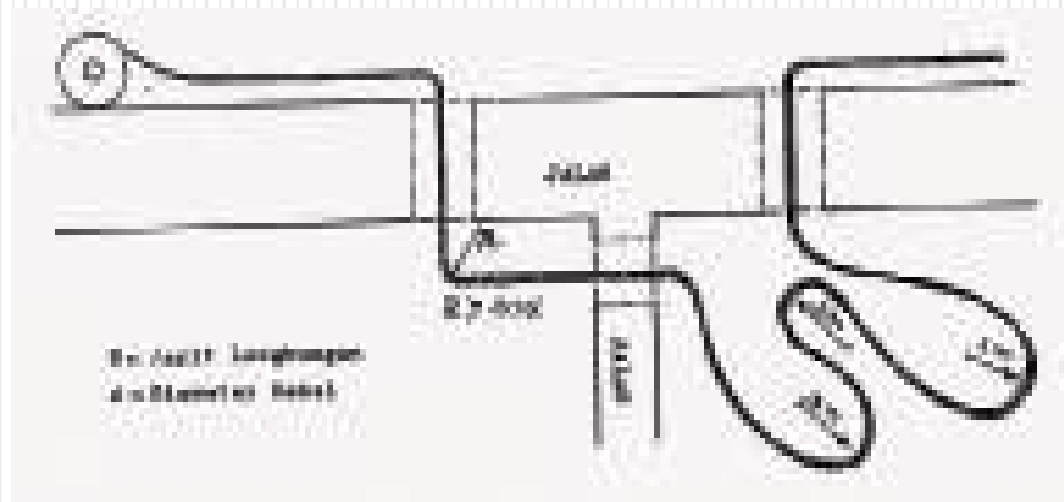
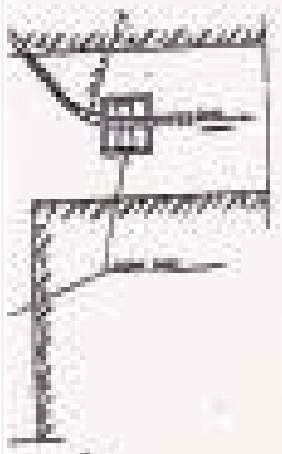
## **9.4 Penggelaran Kabel SKTM**

Hal yang harus diperhatikan dalam penggelaran/penarikan kabel :

1. Jumlah tenaga yang akan melaksanakan penarikan atau penggelaran kabel harus cukup minimal satu orang per 5 meter kabel. Jadi jika akan menggelar 1 rol kabel yang panjangnya  $\pm 300$  m diperlukan tenaga minimal  $300/3 = 100$  orang.
2. Penarikan kabel :
  - a. Sebelum dilakukan penarikan atau penggelaran kabel tanah haspel, harus diletakkan diatas dongkrak untuk memudahkan penarikan.
  - b. Kabel dilepas dari rol haspelnya, ditarik dan digelar secara hati-hati jangan sampai melilit dan menyatu,
  - c. Kabel ditarik dengan tangan oleh pekerja yang berdiri dngan jarak yang teratur sepanjang penggalian (1 orang, 1 roller setiap kurang lebih 5 m),



**Gambar 9.1. Proses Penggelaran Kabel Tanah Tegangan Menengah**



**Gambar 9.2. Radius Lengkungan Kabel Tanah Tegangan Menengah**

### **9.4 *Penggelaran Kabel SKTM (lanjutan)***

3. Dalam melakukan penarikan kabel pada tikungan/belokan radius lengkungan kabel selama penggелaran harus selalu lebih dari 20 kali diameter kabelnya.

Dalam melaksanakan penarikan kabel sedapat mungkin tanpa membuat selingan kabel. Jika selingan kabel tersebut harus dibuat berbentuk huruf S dimana jari-jari lengkungannya minimal 15 x diameter kabel, tidak dibenarkan menyilang kabel seperti membuat angka 8 (delapan).

### **9.5 *Penyambungan Kabel SKTM***

Penyambungan harus dilaksanakan oleh petugas yang memiliki sertifikat kompetensi kotak sambung yang akan dipasangkan. Syarat yang harus diperhatikan pada saat menyambung kabel adalah faktor ketelitian untuk peniadaan resiko mudah rusak.

## **9.5 Penyambungan Kabel SKTM (lanjutan)**

1) Pada posisi penyambungan, kabel diberi cadangan/Spare masing-masing 2 meter kiri-kanan.

### **2) Pemasangan konektor**

- Gunakan konektor sesuai ukuran dan jenis konduktor.
- Kekuatan tekan alat kompresi konektor minimal 12 ton atau sesuai persyaratan pabrikan kotak sambung tersebut dengan bentuk Dies hexa-gonal atau lingkaran penuh. Ukuran Dies harus sesuai penampang penghantar.
- Bila pengepresan menggunakan alat Deep Stepped Indent Controlled Volume Compression (DSICVC), bagian cekuan yang tercipta harus diisi bahan semi konduktor.



## **9.5 *Penyambungan Kabel SKTM (lanjutan)***

### **3) Instalasi Isolasi Kotak Sambung**

Gunakan kotak sambung jenis : ciut panas atau premoulded dan laksanakan instalasi sesuai ketentuan pabrikan kotak sambung tersebut.

## **9.6 *Instalasi Terminal Kabel***

Sama halnya dengan instalasi kotak sambung, dalam pemasangan terminasi harus dilaksanakan dengan teliti dan hati-hati mulai dari pembukaan kabel sampai kepada pemasangan bagian terakhir terminasi. Tujuan instalasi terminasi adalah :

- 1) Mencegah terjadinya konsentrasi stress ada ujung screen kabel.
- 2) Mencegah terjadinya jejak konduktif (track) pada bahan isolasi terminasi, meskipun dalam keadaan polusi yang kurang baik.
- 3) Penyekatan (sealing) yang mempunyai keandalan terhadap air, kelembaban dalam keadaan lingkungan sekitarnya.

## **9.9 Pemeriksaan Akhir dan Komisioning SKTM**

Pada instalasi SKTM, sesungguhnya seluruh tahapan pekerjaan tersebut diatas harus diawasi dengan seksama. Koreksi instalasi SKTM relatif mustahil/sulit diterapkan sehingga kekeliruan saat instalasi dapat beresiko kerusakan kabel SKTM dikemudian hari.

Setelah pekerjaan instalasi SKTM selesai, periksa finising hasil urugan kembali dan rekonstruksi trotoar/jalan bila ada dan laksanakan uji komisioning dengan :

Tahap 1 : Uji isolasi dengan insulator tester 5/10 kV.

Tahap 2 : Uji DC test 57 kV selama 1 menit.

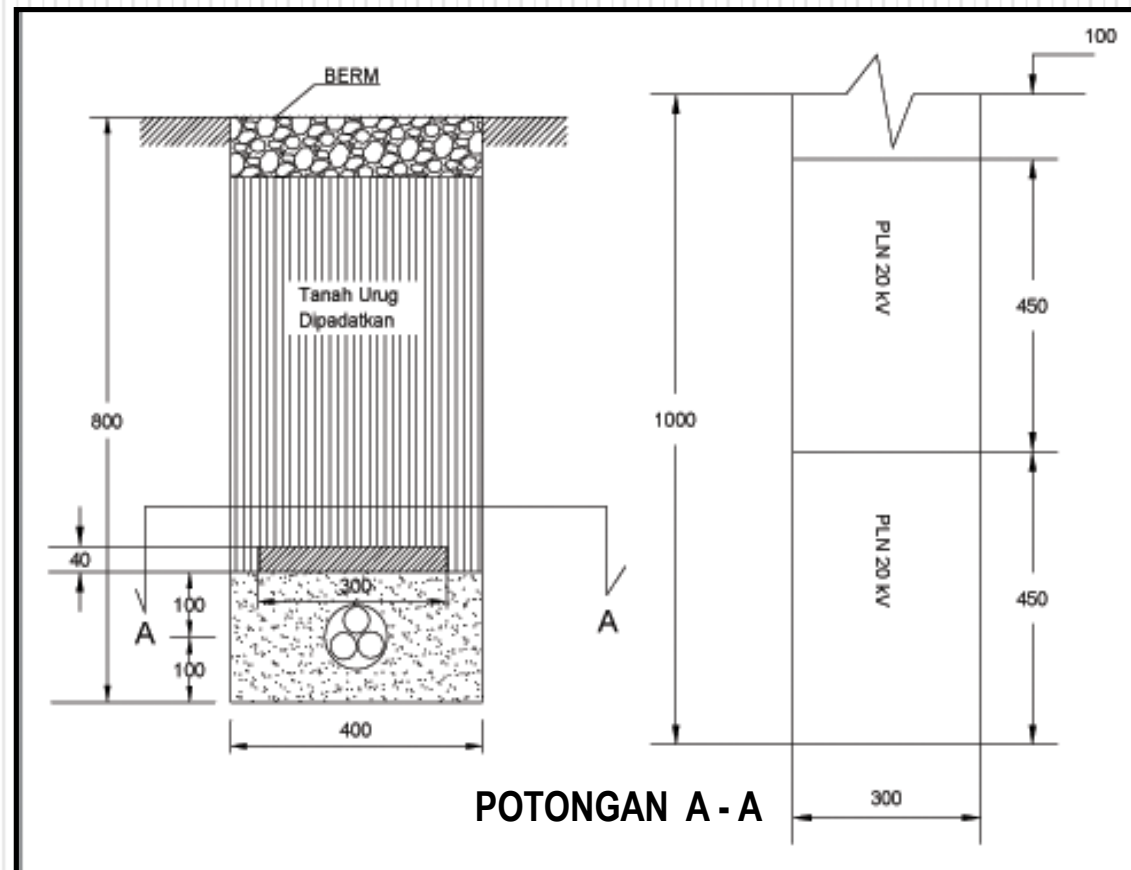
Tahap 3 : Uji isolasi dengan insulator tester 5/10 kV.

Tahap 4 : Uji power frekwensi test 20 kV selama 15 menit.

Tahap 5 : Uji isolasi dengan insulator tester 5/10 kV.

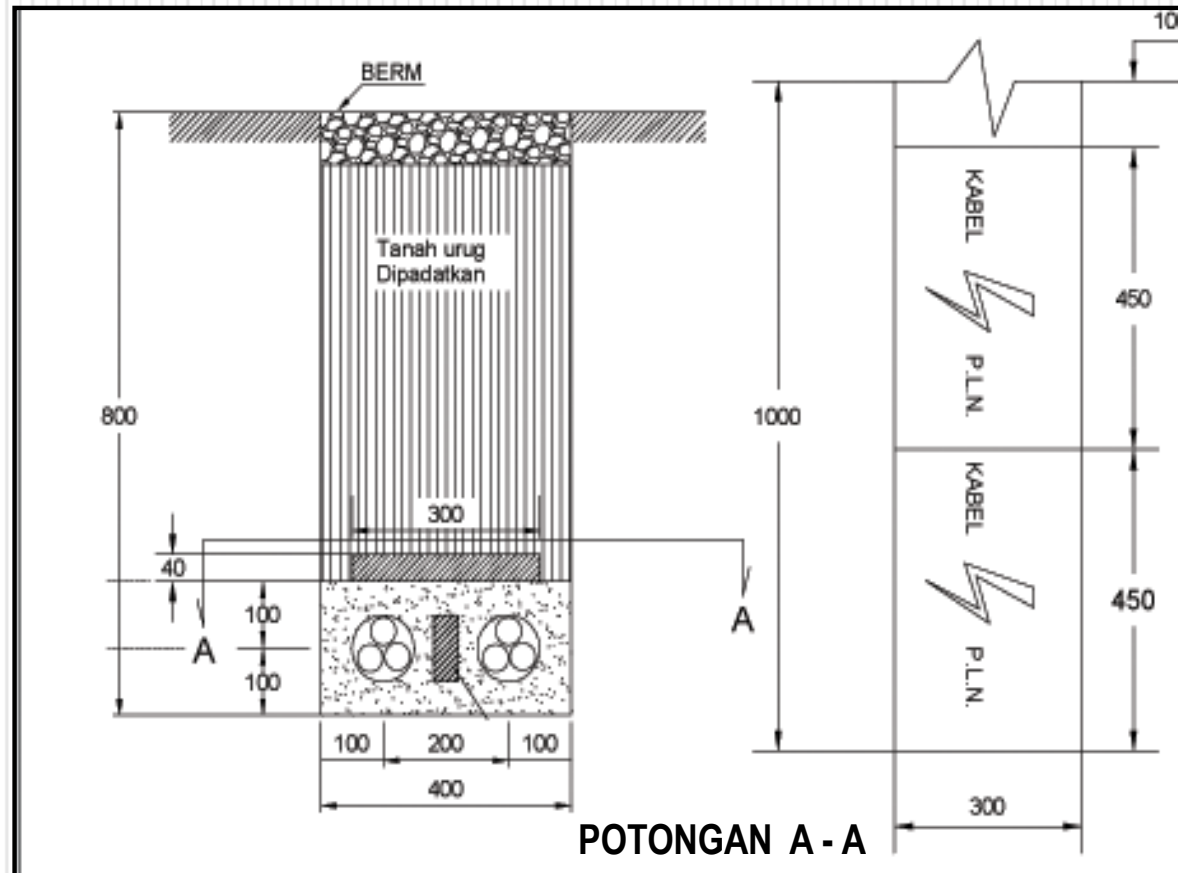
Tahap 6 : Pemasukan tegangan operasional (20 kV).

# PERLETAKAN 1 KABEL TANAH 20 kV TIAP 1 M DI BAWAH BERM



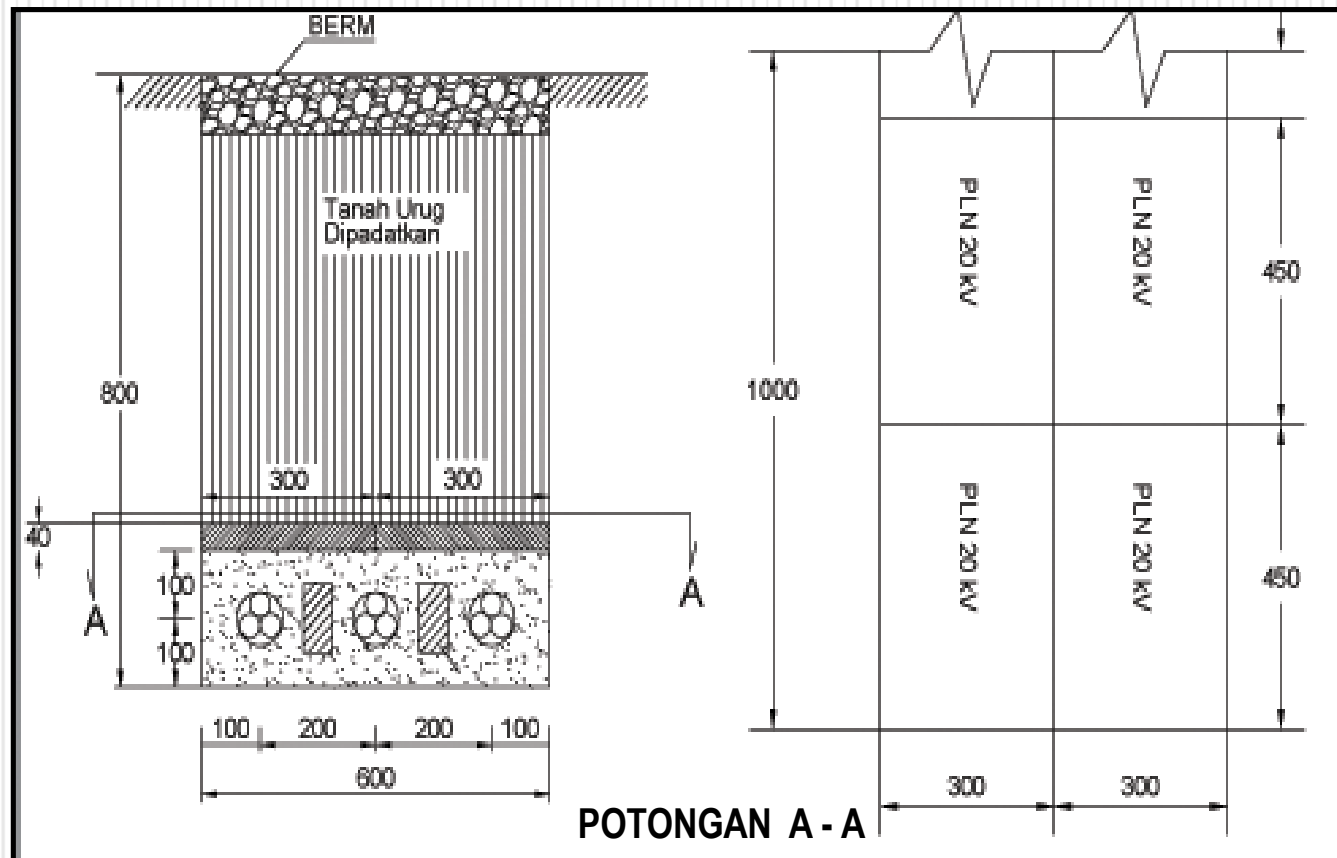
No	NAMA MATERIAL	SATUAN	JUMLAH
1	Batu pengaman (4 x 30 x45) cm	Buah	2.22
2	Pasir Urug	m <sup>3</sup>	0,075
3	Bata merah (5 x 10 x 20) cm	Buah	1

# PERLETAKAN 2 KABEL TANAH 20 kV TIAP 1 M DI BAWAH BERM



No	NAMA MATERIAL	SATUAN	JUMLAH
1	Batu pengaman (4 x 30 x45) cm	Buah	2
2	Pasir Urug	m <sup>3</sup>	0,08
3	Bata merah (5 x 10 x 20) cm	Buah	3
4	Kabel tanah TM 20 kV	m	2 x 1

# PERLETAKAN 3 KABEL TANAH 20 kV TIAP 1 M DI BAWAH BERM



No	NAMA MATERIAL	SATUAN	JUMLAH
1	Batu pengaman (4 x 30 x45) cm	Buah	4.44
2	Pasir Urug	m <sup>3</sup>	0,108
3	Bata merah (5 x 10 x 20) cm	Buah	8
4	Kabel tanah TM 20 kV	m	3 x 1



**PEMASANGAN GARDU DISTRIBUSI  
PASANGAN DALAM**

# **1. Deskripsi Umum**

Pengertian umum Gardu Distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380V).

Konstruksi Gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud dan tujuan penggunaannya yang kadang kala harus disesuaikan dengan peraturan setempat.

## **Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas :**

### **❑ Jenis pemasangannya :**

1. Gardu pasangan dalam : gardu Beton, gardu Kios,
2. Gardu pasangan luar (Gardu Tiang) : gardu Portal, gardu Cantol.

### **❑ Jenis Konstruksinya :**

- a. Gardu Beton (bangunan sipil : batu, beton),
- b. Gardu Tiang : gardu Portal dan gardu Cantol,
- c. Gardu Kios.

### **❑ Jenis Penggunaannya :**

- a. Gardu Pelanggan Umum,
- b. Gardu Pelanggan Khusus.



## **1.1 Gardu Pasangan Dalam (Indoor)**

Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan switching/proteksi, terangkai didalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton (masonrywall building).

Konstruksi ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan.



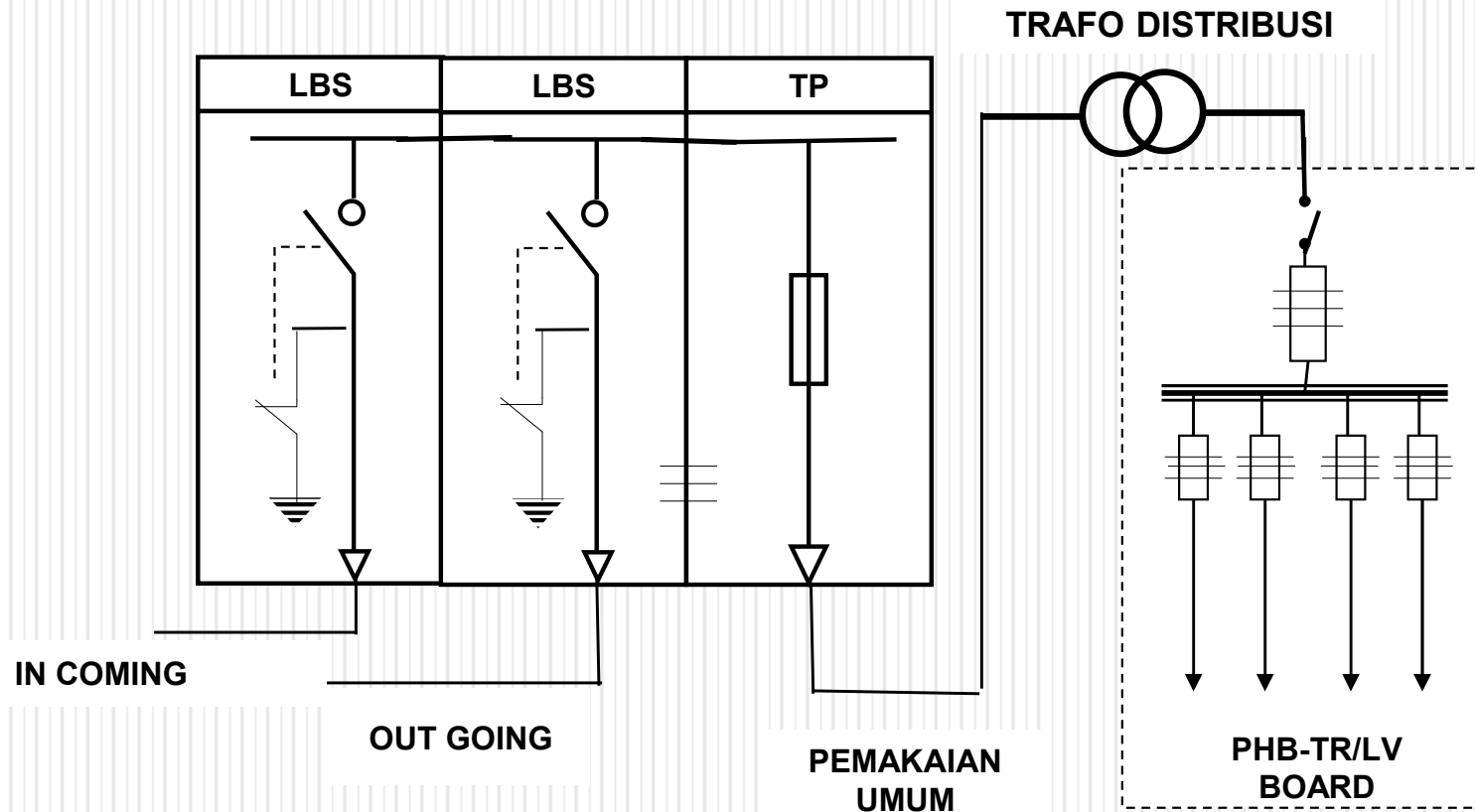
**Gambar 1.4 - Gardu Beton.**

### **1.1.2 Gardu Pelanggan Umum**

Umumnya konfigurasi peralatan Gardu Pelanggan Umum adalah  $\pi$  section, sama halnya seperti dengan Gardu Tiang yang dicatu dari SKTM.

Karena keterbatasan lokasi dan pertimbangan keandalan yang dibutuhkan, dapat saja konfigurasi gardu berupa T section dengan catu daya disuplai PHB-TM gardu terdekat yang sering disebut dengan Gardu Antena. Untuk tingkat keandalan yang dituntut lebih dari Gardu Pelanggan Umum biasa, maka gardu dipasok oleh SKTM lebih dari satu penyulang sehingga jumlah saklar hubung lebih dari satu dan dapat digerakan secara Otomatis (ACOS : *Automatic Change Over Switch*) atau secara remote control.

## 1.1.2 Gardu Pelanggan Umum



**Gambar 1.7 - Bagan satu garis Konfigurasi  $\pi$  section Gardu Pelanggan Umum**

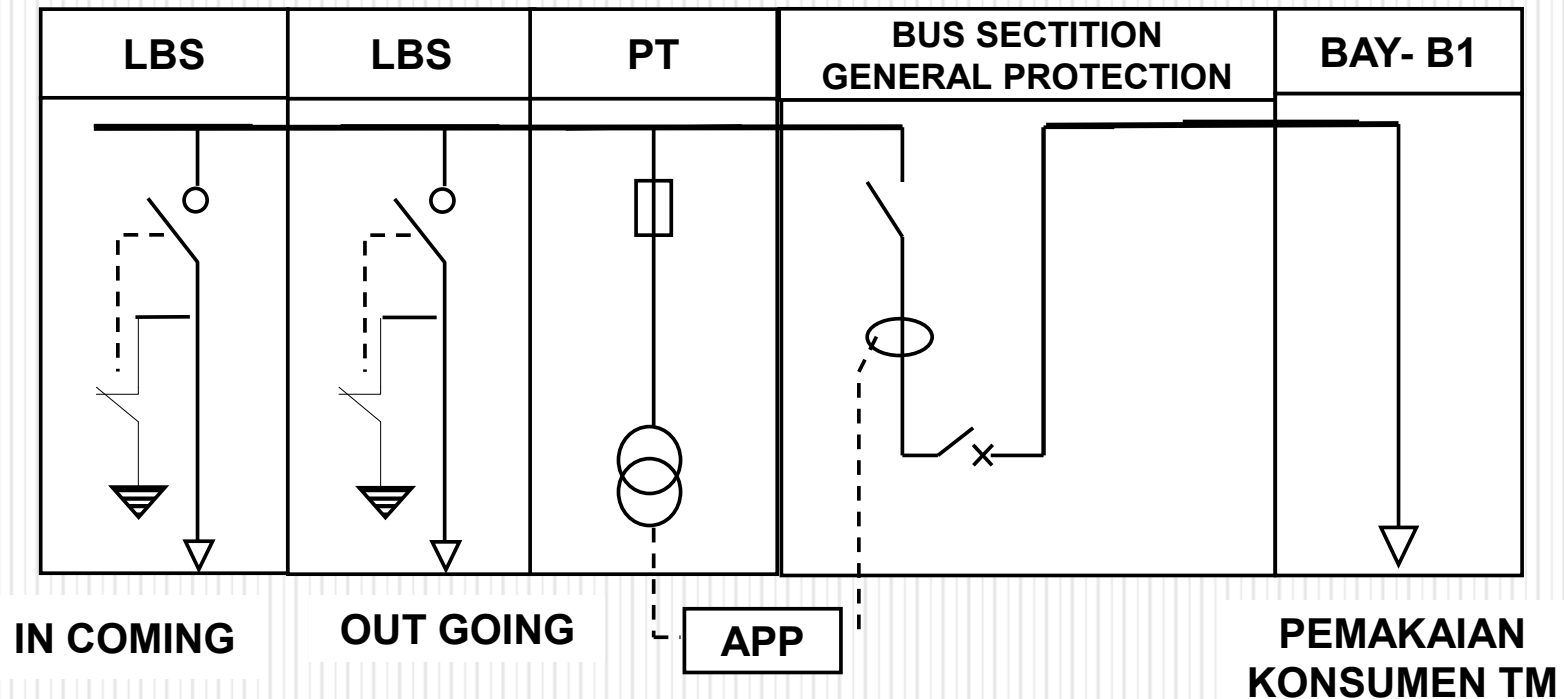
### ***1.1.3 Gardu Pelanggan Khusus***

Gardu ini dirancang dan dibangun untuk sambungan tenaga listrik bagi pelanggan berdaya besar. Selain komponen utama peralatan hubung dan proteksi, gardu ini dilengkapi dengan alat ukur yang dipersyaratkan.

Untuk pelanggan dengan daya lebih dari 197 kVA, komponen utama gardu distribusi adalah peralatan PHB-TM, proteksi dan pengukuran tegangan menengah. Transformator penurun tegangan berada disisi pelanggan.

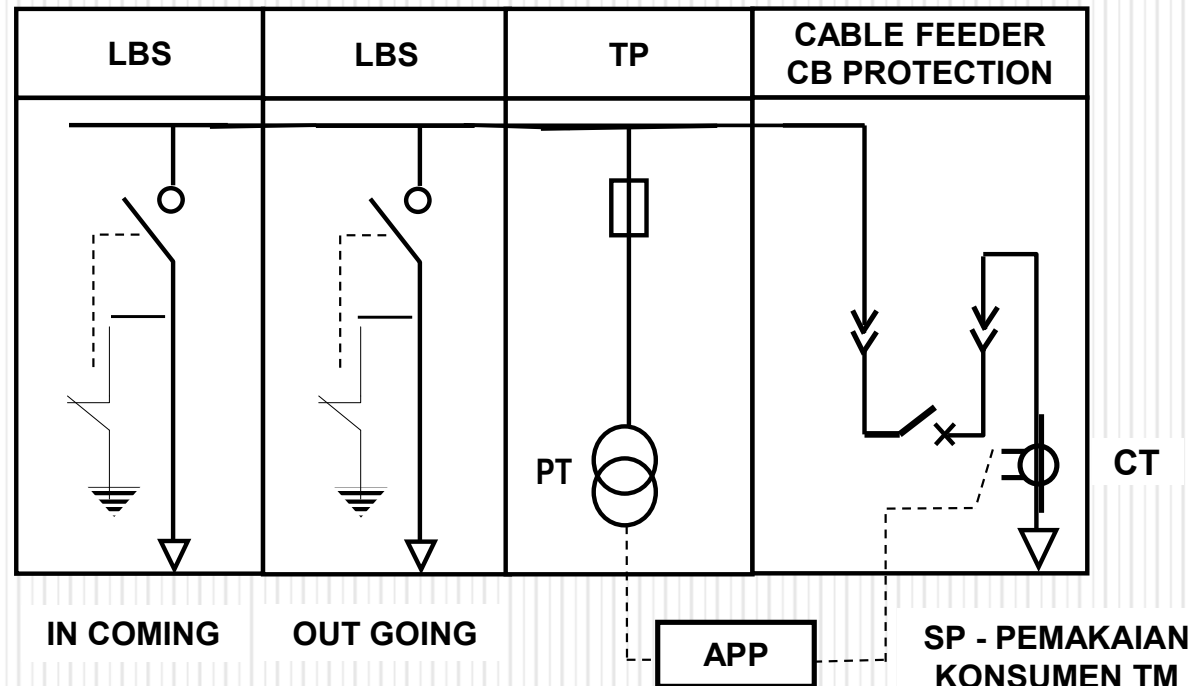
Pada umumnya Gardu Pelanggan Khusus ini dapat juga dilengkapi dengan transformator untuk melayani pelanggan umum.

### 1.1.3 Gardu Pelanggan Khusus



Gambar 1.8 - Bagan satu garis Gardu Pelanggan Khusus

### 1.1.3 Gardu Pelanggan Khusus



**Gambar 1.8a - Bagan satu garis Gardu Pelanggan Khusus**

Keterangan :

TP = Pengaman Transformator

PT = Trafo Tegangan

SP = Sambungan Pelanggan

PMB = Pemutus Beban – LBS

PMT = Pembatas Beban Pelanggan

## **2. Komponen Utama dan Spesifikasi Material**

### ***2.1 Komponen Utama Gardu Distribusi***

#### **2.1.1 Transformator Distribusi fase 3**

Untuk transformator fase tiga, merujuk pada SPLN, ada tiga tipe vektor grup yang digunakan, yaitu Yzn5, Dyn5 dan Ynyn0. Titik netral langsung dihubungkan dengan tanah.

Untuk konstruksi, peralatan transformator distribusi merujuk pada SPLN D3.002-1 : 2007. Transformator gardu pasangan luar dilengkapi bushing tegangan menengah isolator keramik. Sedangkan Transformator gardu pasangan dalam dilengkapi bushing tegangan menengah isolator keramik atau menggunakan isolator *plug-in premoulded (elastimold)*.

### **2.1.3 PHB Tegangan Menengah (PHB-TM)**

Berikut ini adalah Komponen Utama PHB-TM yang sudah terpasang/terangkai secara lengkap yang lazim disebut dengan Kubikel -TM, yaitu :

#### **2.1.3.1 Pemisah - Disconnecting Switch (DS)**

Berfungsi sebagai pemisah atau penghubung instalasi listrik 20 kV. Pemisah hanya dapat dioperasikan dalam keadaan tidak berbeban

#### **2.1.3.2 Pemutus beban - Load Break Switch (LBS)**

Berfungsi sebagai pemutus atau penghubung instalasi listrik 20 kV. Pemutus beban dapat dioperasikan dalam keadaan berbeban dan terpasang pada kabel masuk atau keluar gardu distribusi.

Kubikel LBS dilengkapi dengan sakelar pembumian yang bekerja secara interlock dengan LBS. Untuk pengoperasian jarak jauh (remote control), Remote Terminal Unit (RTU) harus dilengkapi catu daya penggerak.



### **2.1.3 PHB Tegangan Menengah (*lanjutan*)**

#### **2.1.3.3 Pemutus Tenaga - Circuit Breaker (CB)**

Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dengan cepat dalam keadaan normal maupun gangguan hubung singkat. Peralatan Pemutus Tenaga (PMT) ini sudah dilengkapi dengan rele proteksi arus lebih (Over Current Relay) dan dapat difungsikan sebagai alat pembatas beban.

Komponen utama PHB-TM tersebut diatas sudah terakit dalam kompartemen kompak (lengkap), yang sering disebut Kubikel Pembatas Beban Pelanggan.

#### **2.1.3.4 LBS - TP (*Transformer Protection*)**

Transformator distribusi dengan daya = 630 kVA pada sisi primer dilindungi pembatas arus dengan pengaman lebur jenis HRC (High Rupturing Capacity). Peralatan kubikel proteksi transformator, dilengkapi dengan LBS yang dipasang sebelum pengaman lebur.

## **2.1.4 PHB Tegangan Rendah (PHB-TR)**

PHB-TR adalah suatu kombinasi dari satu atau lebih Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah dengan peralatan kontrol, peralatan ukur, pengaman dan kendali yang saling berhubungan. Keseluruhannya dirakit lengkap dengan sistem pengawatan dan mekanis pada bagian penyangganya.

Secara umum PHB-TR sesuai SPLN 118-3-1–1996, untuk pemasangan dalam adalah jenis terbuka. Rak TR pasangan dalam untuk gardu distribusi beton. PHB jenis terbuka adalah suatu rakitan PHB yang terdiri dari susunan penyangga peralatan proteksi dan peralatan Hubung Bagi dengan seluruh bagian yang bertegangan, terpasang tanpa isolasi.

Jumlah jurusan per transformator atau gardu distribusi sebanyak 8 jurusan, disesuaikan dengan besar daya transformator dan Kemampuan Hantar Arus (KHA) penghantar JTR yang digunakan.

## **2.1.4 PHB Tegangan Rendah (*lanjutan*)**

Pada PHB-TR harus dicantumkan diagram satu garis, arus pengenal gawai proteksi dan kendali serta nama jurusan JTR.

Sebagai peralatan sakelar utama saluran masuk PHB-TR, dipasangkan Pemutus Beban (LBS) atau NFB (No Fused Breaker).

Pengaman arus lebih (Over Current) jurusan disisi tegangan rendah pada PHB-TR dibedakan atas :

### **2.1.4.1 Non Fused Breaker (NFB)**

Non Fused Breaker adalah breaker/pemutus dengan sensor arus, apabila ada arus yang melewati peralatan tersebut melebihi kapasitas breaker, makasistem magnetik dan bimetalic pada peralatan tersebut akan bekerja dan memerintahkan breaker melepas beban.

## **2.1.4 PHB Tegangan Rendah (*lanjutan*)**

### **2.1.4.2 Pengaman Lebur (Sekering)**

Pengaman lebur adalah suatu alat pemutus yang dengan meleburnya bagian dari komponennya yang telah dirancang dan disesuaikan ukurannya untuk membuka rangkaian dimana sekering tersebut dipasang dan memutuskan arus bila arus tersebut melebihi suatu nilai tertentu dalam jangka waktu yang cukup (SPLN 64:1985:1).

Fungsi pengaman lebur dalam suatu rangkaian listrik adalah untuk setiap saat menjaga atau mengamankan rangkaian berikut peralatan atau perlengkapan yang tersambung dari kerusakan, dalam batas nilai pengenalnya (SPLN 64 : 1985 : 24).

Berdasarkan konstruksinya Pengaman Lebur untuk Tegangan Rendah dapat digolongkan menjadi :

## **2.1.4.2 Pengaman Lebur (Sekering)**

### **2.1.4.2.1 Pelebur Tabung Semi Terbuka**

Pelebur ini mempunyai harga nominal sampai 1.000 A.

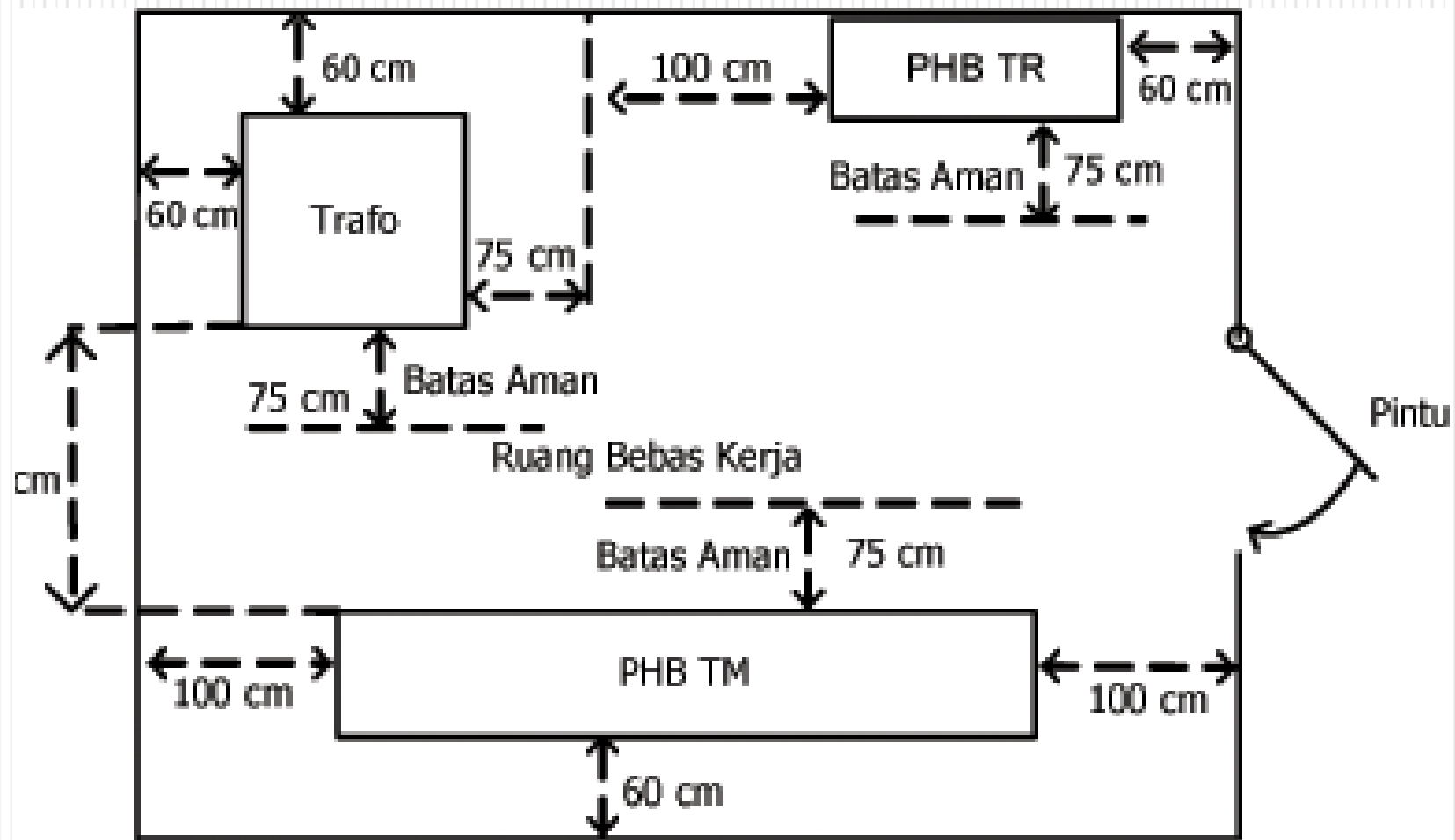
Penggunaannya sebagai pengaman pada saluran induk Jaringan Tegangan Rendah, saluran induk Instalasi Penerangan maupun Instalasi Tenaga. Apabila elemen lebur dari pelebur ini putus dapat dengan mudah diganti.

### **2.1.4.2.2 Pelebur Tabung Tertutup (tipe NH atau NT)**

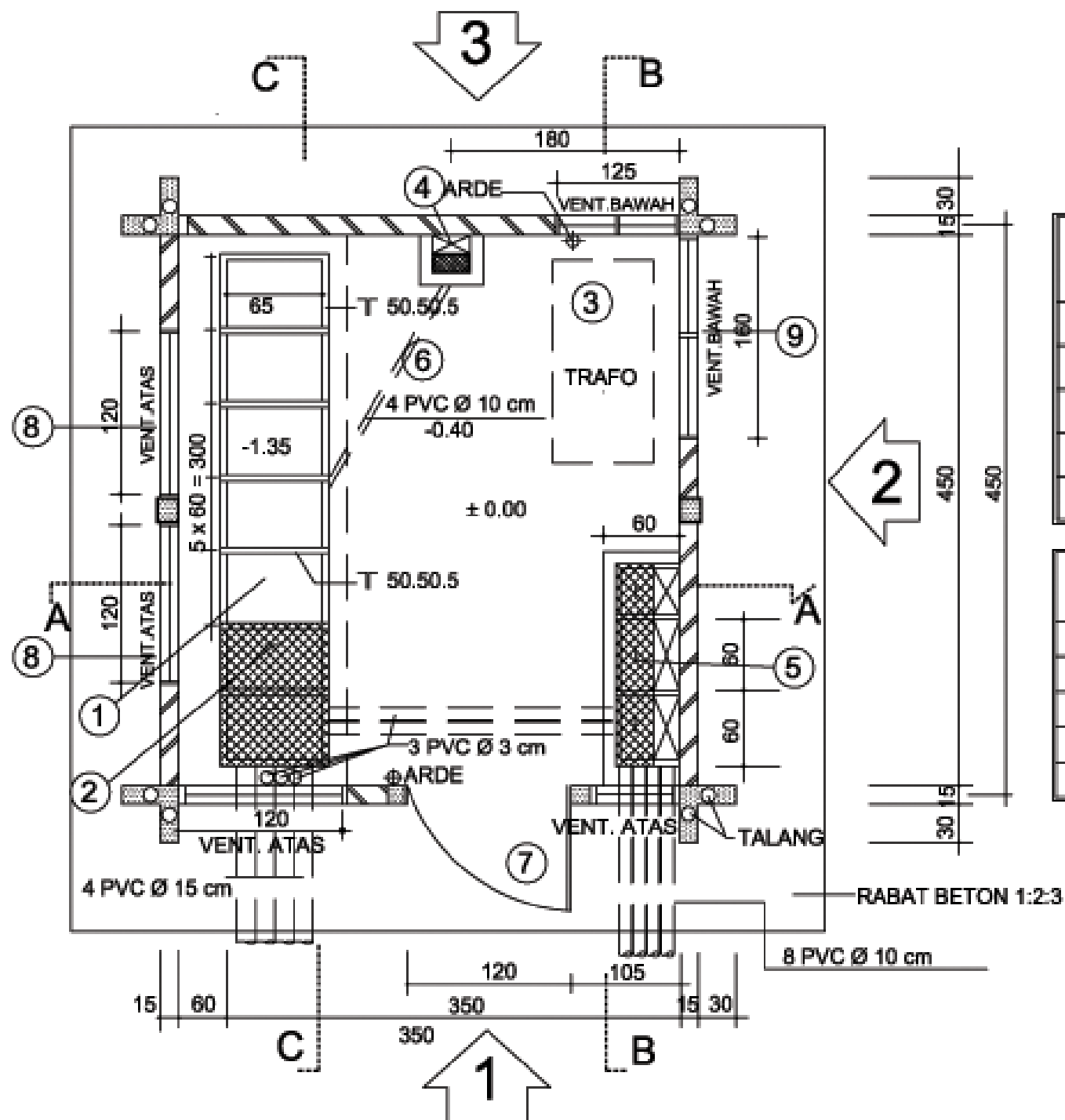
Jenis pengaman lebur ini paling banyak digunakan. Pemilihan besar rating pengaman pelebur sesuai dengan kapasitas transformator dan dapat dilihat pada Tabel : 2-2 dibawah ini :

## Tabel 2.2 - Spesifikasi Teknis PHB-TR

No	Uraian	Spesifikasi
1	Arus pengenalan saklar pemisah	Sekurangnya 115 % $I_N$ transformator distribusi.
2	KHA Rel PHB	Sekurangnya 125 % arus pengenalan saklar pemisah
3	Arus pengenalan pengaman lebur	Tidak melebihi KHA penghantar sirkit keluar
4	Short Breaking Current (RMS)	Fungsi dari kapasitas Transformator dan tegangan Impendasinya.
5	Short Making Current (Peak)	Tidak melebihi 2,5 x <i>short breaking current</i>
6	Impulse Voltage	20 kV
7	Index Proteksi IP - (International Protection) untuk PHB pasangan luar.	Disesuaikan dengan kebutuhan, namun sekurangnya IP-45
$I_N$ = Arus nominal sisi sekunder transformator		



**Gambar 3.1 - Peletakan (lay-out) Perlengkapan Gardu Distribusi Beton.**

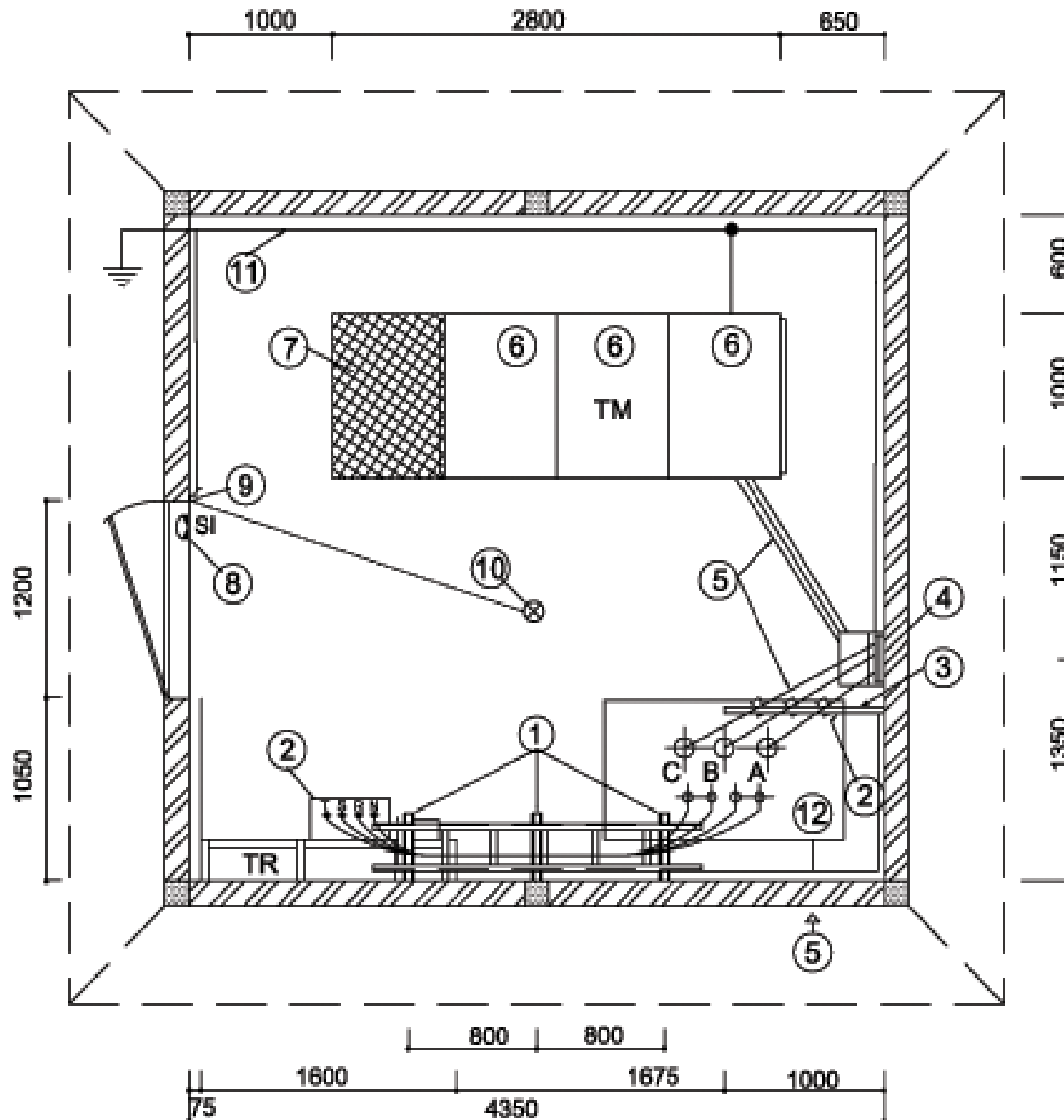


NO	URAIAN
1	Dudukan kubikel TM
2	Manhole
3	Dudukan Transformator
4	Kabel Trunk TM
5	Dudukan PHB-TR

NO	URAIAN
6	Jalur kabel TM arah Transformator
7	Pintu Gardu
8	Ventilasi Atas
9	Ventilasi Bawah
10	lampu indikator gangguan

DENAH

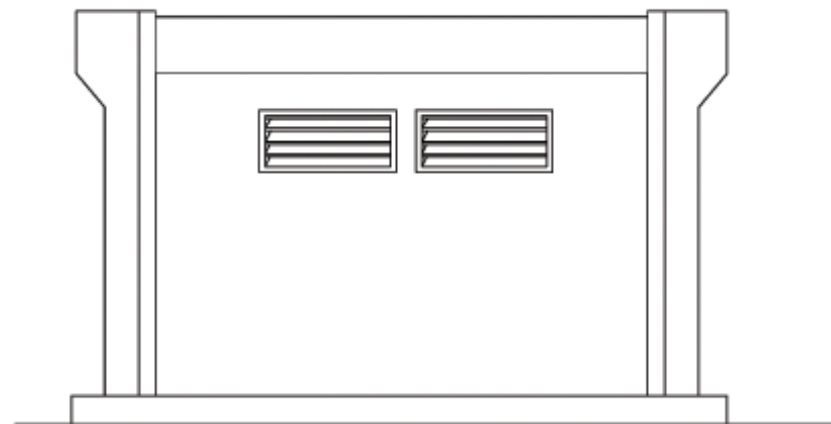
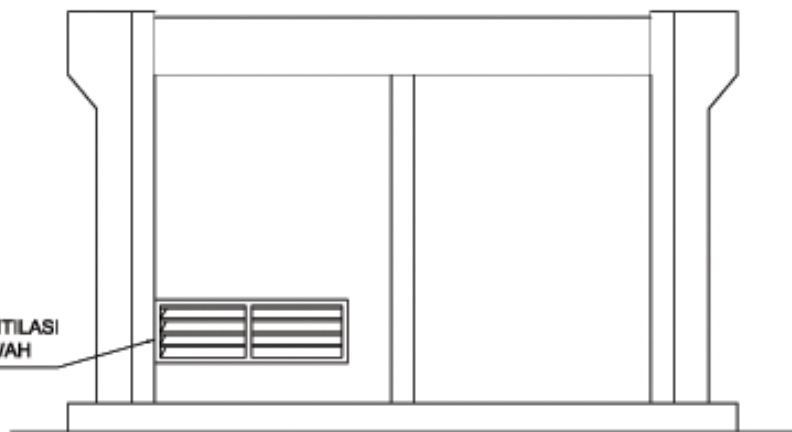




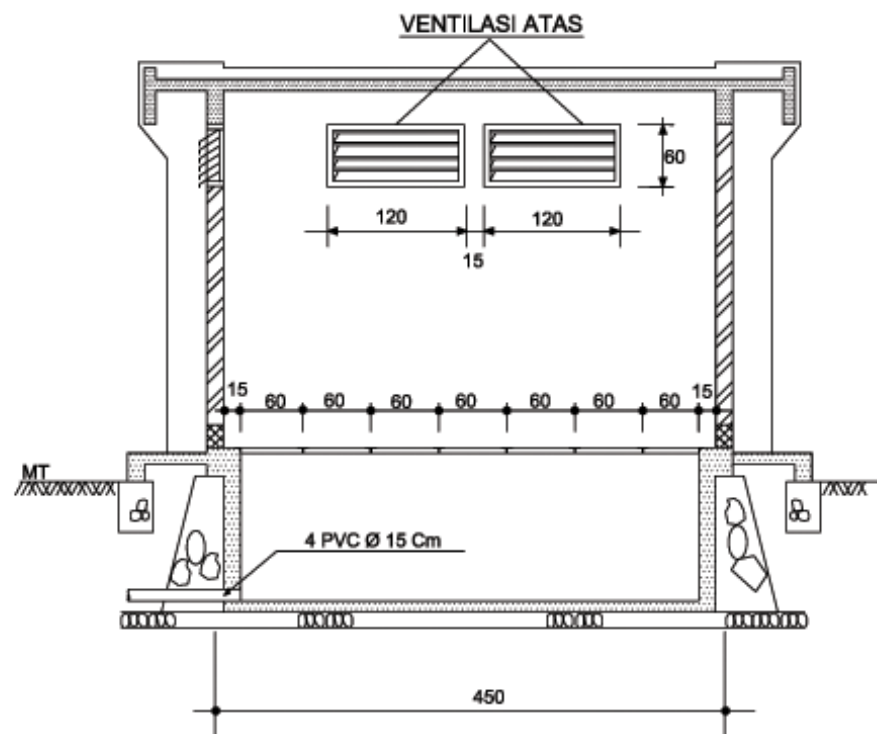
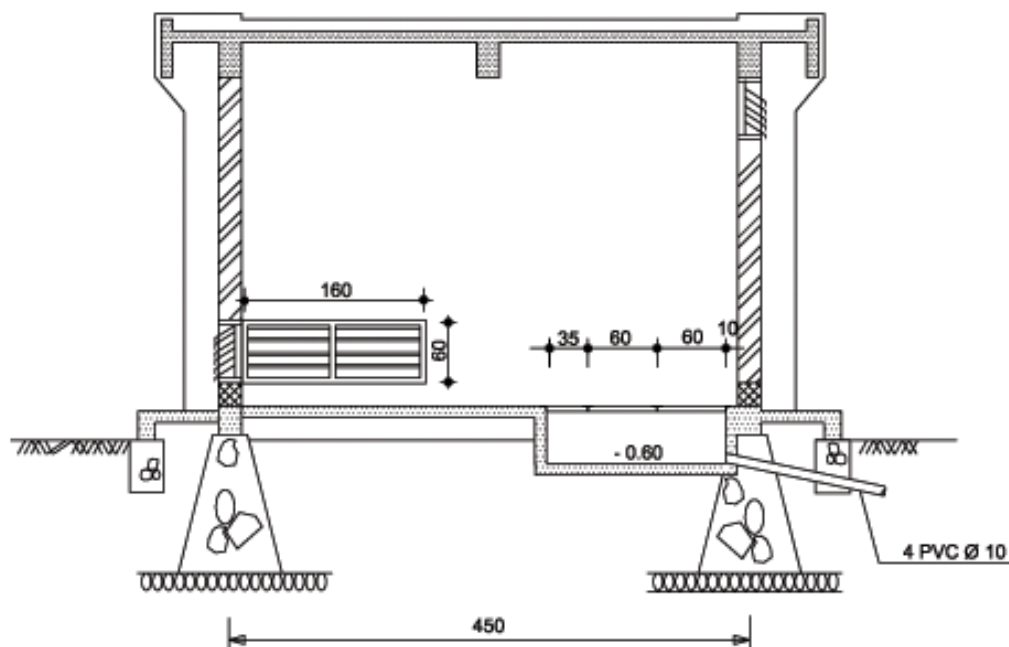
1. KABEL TRAY - TR
2. PHB - TR
3. ANKER KABEL - TM
4. KABEL TRUNK - TM
5. KABEL - TM SINGEL CORE
6. KUBIKEL - TM ( 2 LSB + 1TP )

7. MANHOLE
8. LAMPU INDIKATOR GANGGUAN
9. SAKLAR INSTALASI LISTRIK
10. LAMPU PENERANGAN
11. INSTALASI PEMBUNIAN PLAT TEMBAGA 30 x 2 mm
12. TRANSFORMATOR

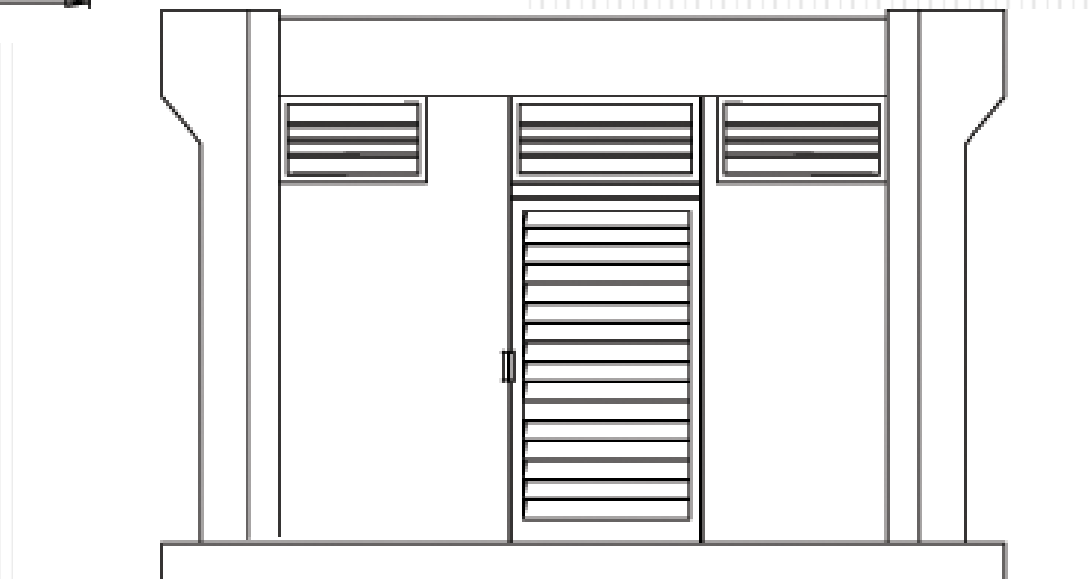
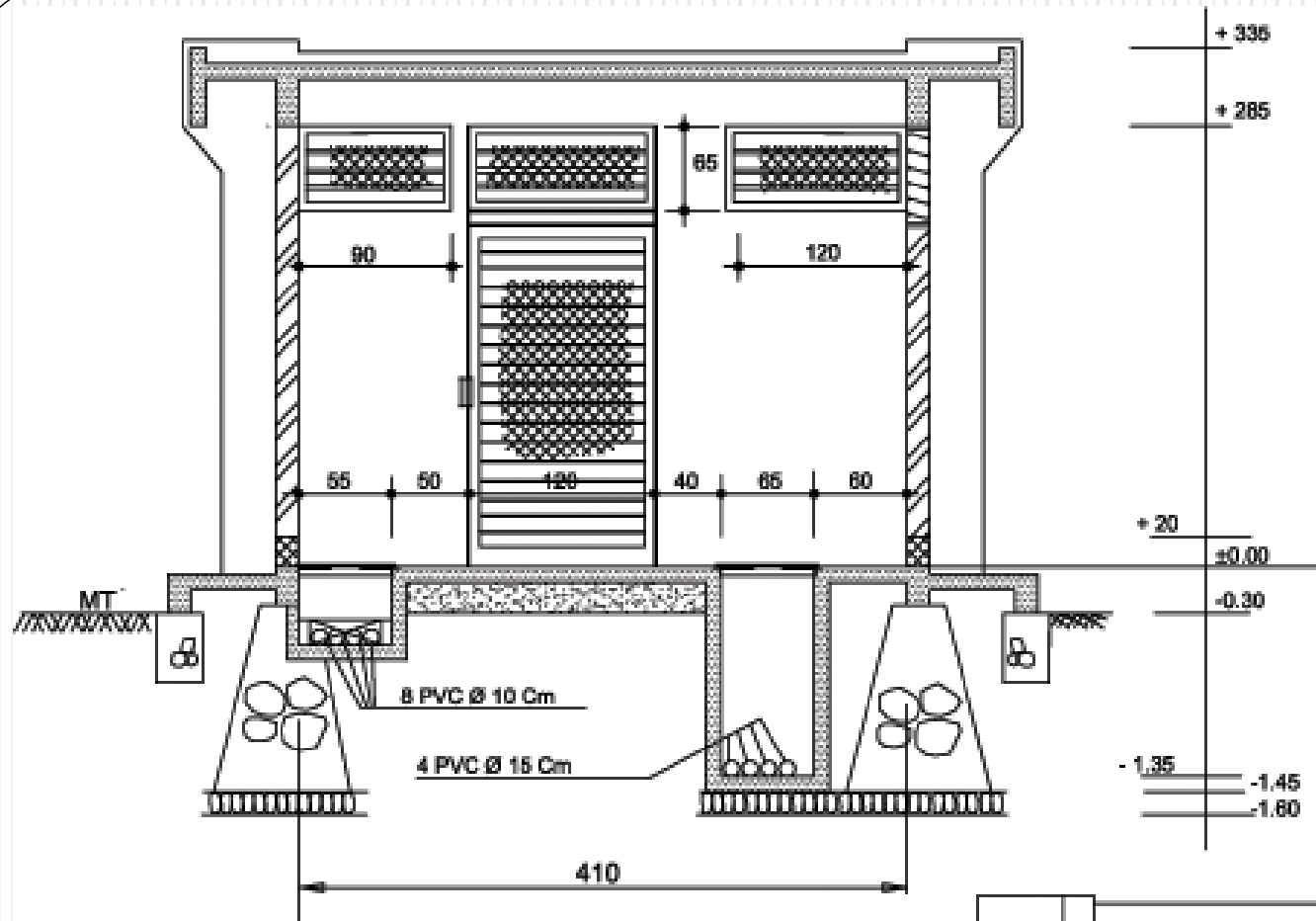
VENTILASI  
BAWAH



TAMPAK - 3



POTONGAN C - C



### **3.1.1 Ketentuan Ventilasi**

Lubang ventilasi diberikan cukup pada dinding dikiri kanan PHB TR/TM dengan luas ventilasi (jumlah) adalah  $\frac{1}{5}$  dari luas muka dinding. Karena luasnya, maka perlu diperhatikan konstruksi ventilasi harus bersirip miring tiap 10 cm (mencegah masuknya percikan hujan).

Pada keadaan khusus (untuk pencegahan masuknya binatang) dapat saja dilengkapi kasa kawat baja. Pada gardu konsumen khusus yang dibangun sebagai bagian konstruksi bangunan konsumen tersebut, harus diperhatikan ruang bebas dan aliran angin yang diperlukan.

Untuk kondisi tertentu dapat digunakan exhaust-fan atau baling-baling ventilasi yang diletakkan di atap gardu.

### **3.2.1 Konstruksi Penunjang (Konstruksi Mekanis)**

Beberapa peralatan konstruksi penunjang diperlukan dengan jumlah disesuaikan dengan kebutuhan setempat, yaitu berupa :

- Kabel Tray harus terbuat dari bahan anti korosif galvanis untuk keperluan tiap-tiap 3 meter jalur kabel.
- Klem kabel untuk memperkuat kedudukan kabel pada ikatan statis atau kabel tray, terbuat dari kayu (Support cable).
- U- bolt clamp,
- Spice plate (plate bar),
- Collar (penjepit kabel) pada Rak TR/TM yang terbuat dari kayu.
- Dyna Bolt ukuran 10 mm<sup>2</sup> panjang 60 mm, 120 mm,
- Insulating bolt, baut dilapisi nilon, makrolon.
- Insulating slim, bahan bakelit, nilon, makrolon.

### ***3.2.1 Konstruksi Penunjang (Konstruksi Mekanis)***

- Terminal hubung, plat dibawah sel TM.
- Clampping connector f 9 mm, 13 mm, 17 mm.
- T-Connector (kuku macan), unimog-clamp terbuat dri tembaga.
- Angle clamp connector (knee-konektor)
- Connecting blok terbuat dari tembaga,
- Straight clamp connector.

### **3.3.2 Pemasangan kubikel diatas saluran kabel gardu**

Setelah komposisi kubikel sesuai, masing-masing kubikel dipasang satu dengan lainnya dengan mur-baut yang telah ter-pasang dengan erat, momen Torsi 25 Nm atau sesuai spesifikasi pabrik bersangkutan.

Untuk ini hindarkan penggabungan kubikel lain merk. Ikatkan erat kubikel dengan menggunakan mur-baut, pada besi siku LNP.8 melintang diatas saluran kabel yang telah tersedia.

Dalam hal lubang pada kubikel dan besi siku tidak sesuai, harus lubang baru yang tepat pada besi siku. Besi siku harus dibaut pada lantai dengan Dyna Bolt.



Gambar 5.15 - Kubikel type LBS



## **Contoh :**

- Spesifikasi teknis kubikel :
  - Rated voltage : 24 kV
  - Nominal voltage : 20 kV
  - Impulse withstand Voltage (BIL) : 150 kV
  - Short making current : 31,5 kA
  - Short with stand current : 12,5 kA/detik
  - Impulse DC test : 57 kV/menit
  - Power frekwensi test : 20 kV/ 15 menit
  - Rated current : 400 A / 630 A.

### **3.3.3 Pemasangan Penghantar Pembumian**

Seluruh badan kubikel harus dibumikan dengan konduktor tembaga berpenampang minimal 16 mm<sup>2</sup>.

Nilai tahanan pembumian tidak boleh melebihi 1 Ohm. Bila gardu terpadu (integrated) dengan bangunan, elektroda bumi gedung agar dipisah dengan pembumian gardu.

### **3.3.4 Instalasi Listrik**

Seluruh rangkaian semua peralatan listrik kubikel harus dipasang /dirangkai dengan baik dan benar sesuai petunjuk yang diberikan pabrikan kubikel dengan torsi yang dipersyaratkan.

Sebagai contoh umumnya rangkaian busbar, transformator pengukuran dan kabel kontrol peralatan switchgear yang disuplai terlepas atau belum terakit (jadi perlu dirangkai).

### **3.3.5 Heater dan Instalasi Penerangan Gardu**

Catu daya listrik untuk heater kubikel dan catu fault indicator yang diperlukan harus diperoleh dan terpasang. Bila perlu catu daya tersebut didapatkan dari Jaringan Tegangan Rendah diluar lokasi. Bila semua telah terpasang pastikan ulang bahwa heater dan fault indicator tersebut telah berfungsi dengan baik.

### **3.3.6 Ground Fault Detector (GFD)**

GFD dipasang diatas pintu Gardu Distribusi guna mempercepat pencarian dan pengisolasian bagian saluran kabel yng mengalami gangguan, sehingga lama padam bagian yang tidak mengalami gangguan dapat dipersingkat.

### **3.3.7 Penggabungan Instalasi SKTM dengan Kubikel**

#### **3.3.7.1 Tahanan Isolasi dan Urutan Fase**

Sebelum kabel tegangan menengah dipasang pada kubikel, harus diperhatikan urutan fase kabel tersebut dengan terminal kubikel. Periksa pula tahanan isolasi kabel tersebut minimal dengan menggunakan megger 5.000 V.

#### **3.3.7.2 Instalasi Terminal Kabel.**

Terminasi kabel pada kubikel memakai 2 tehnik konstruksi :

- a. Konstruksi Precasting Full Insulated Heatshrink atau Coldshrink
- b. Konstruksi Plug-In baik Straight through terminating atau Elbow terminating.

Pelaksanaan pekerjaan terminasi hanya boleh dilakukan oleh teknisi bersertifikat kompetensi teknik terminasi kabel.

### **3.3.7.2 Instalasi Terminal Kabel *(lanjutan)***

Secara keseluruhan instalasi terminal harus memenuhi urutan kerja instalasi sesuai yang dipersyaratkan oleh pabrikan terminal kabel tersebut. Khusus pemasangan dan penggabungan sepatu kabel pada bushing-terminal kubikel harap diperhatikan :

- 1) Metode pengepresan sepatu kabel.
- 2) Pengikatan baut sepatu kabel pada bushing gunakan torsi meter dengan perolehan nilai 15 -25 Nm.
- 3) Umumnya konduktor pada bushing/terminal kubikel adalah dengan bahan tembaga; sebaliknya konduktor pada kabel tegangan menengah adalah dengan bahan Aluminium.

Untuk keadaan ini gunakan jenis sepatu kabel-bimettalic connector atau setidaknya dengan tambahan ring bimettalic connector.

### 3.3.7.3 Instalasi Transformator Distribusi

Transformator adalah bagian/komponen yang paling mahal dari instalasi gardu dan ditempatkan pada posisi yang paling jauh dari pintu gardu. Pada gardu kontruksi dalam, transformator dilindungi dengan HRC Fuse (*current limiting type*) pada kubikel transformer protection. Tabel 7.3 memberikan data spesifikasi teknis HRC fuse -TM jenis NF.

Transformator didudukkan pada tempat khusus. Roda transformator diletakkan pada besi UNP 15. Dinding pada bagian bawah transformator harus diberikan jendela. Jendela ini harus diberi kisi-kisi baja tahan karat untuk mencegah masuknya binatang kecil atau melata.

Jarak antara badan transformator (bagian luar dari sirip pendingin) minimal 60 cm dari dinding bangunan. Transformator berfungsi optimal pada suhu maksimum 65 °C dan pada suhu ambient rata-rata 40 °C.

### **3.3.7.3 Instalasi Transformator Distribusi *(lanjutan)***

Spesifikasi transformator distribusi :

Transformator pasangan dalam (indoor) 20 kV/ 230-400 V dengan daya :

≈ 250 kVA,

≈ 400 kVA,

≈ 630 kVA.

- a) Penempatan transformator dalam gardu harus sesuai rencana tata ruang disain sipil, gardu bersangkutan; dengan sisi tegangan rendah menghadap/pada dinding gardu.
- b) Pada saat penempatan transformator dalam gardu; harus menggunakan alas besi kanal U, atau plat bordes 5 mm, untuk menjamin tidak rusaknya lantai kerja gardu.

### **3.3.7.3 Instalasi Transformator Distribusi *(lanjutan)***

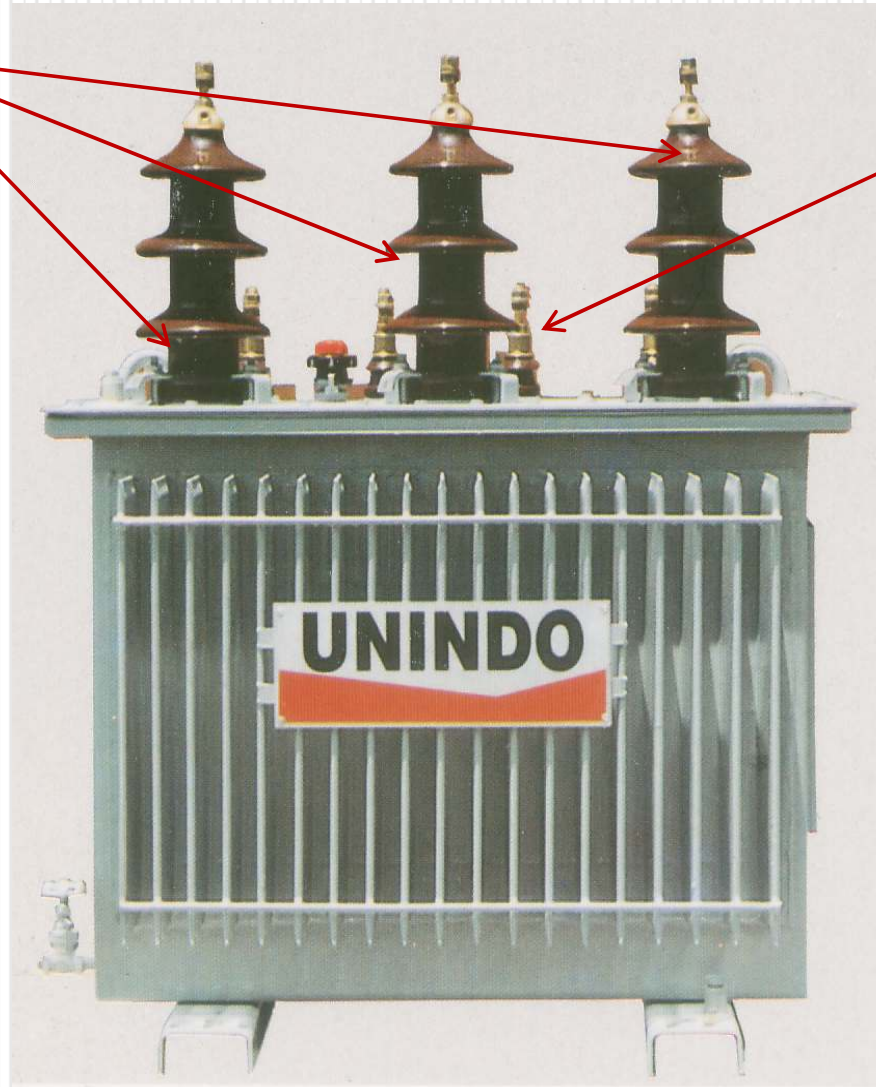
- c) Seluruh rangkaian listrik harus terhubung dengan terminal transformator melalui sepatu kabel yang memenuhi syarat. Bilamana konduktor kabel yang dipergunakan berbeda dengan terminal transformator, harus menggunakan sepatu kabel bimetal.
- d) Sama halnya dengan persyaratan instalasi switchgear, badan transformator harus terhubung dengan elektroda pembumian. Elektroda pembumian badan transformator ini harus berbeda dengan elektroda pembuminan netral sisi Tegangan Rendah transformator..



# Jenis Transformator

**BUSHING TM  
TYPE  
KERAMIK**

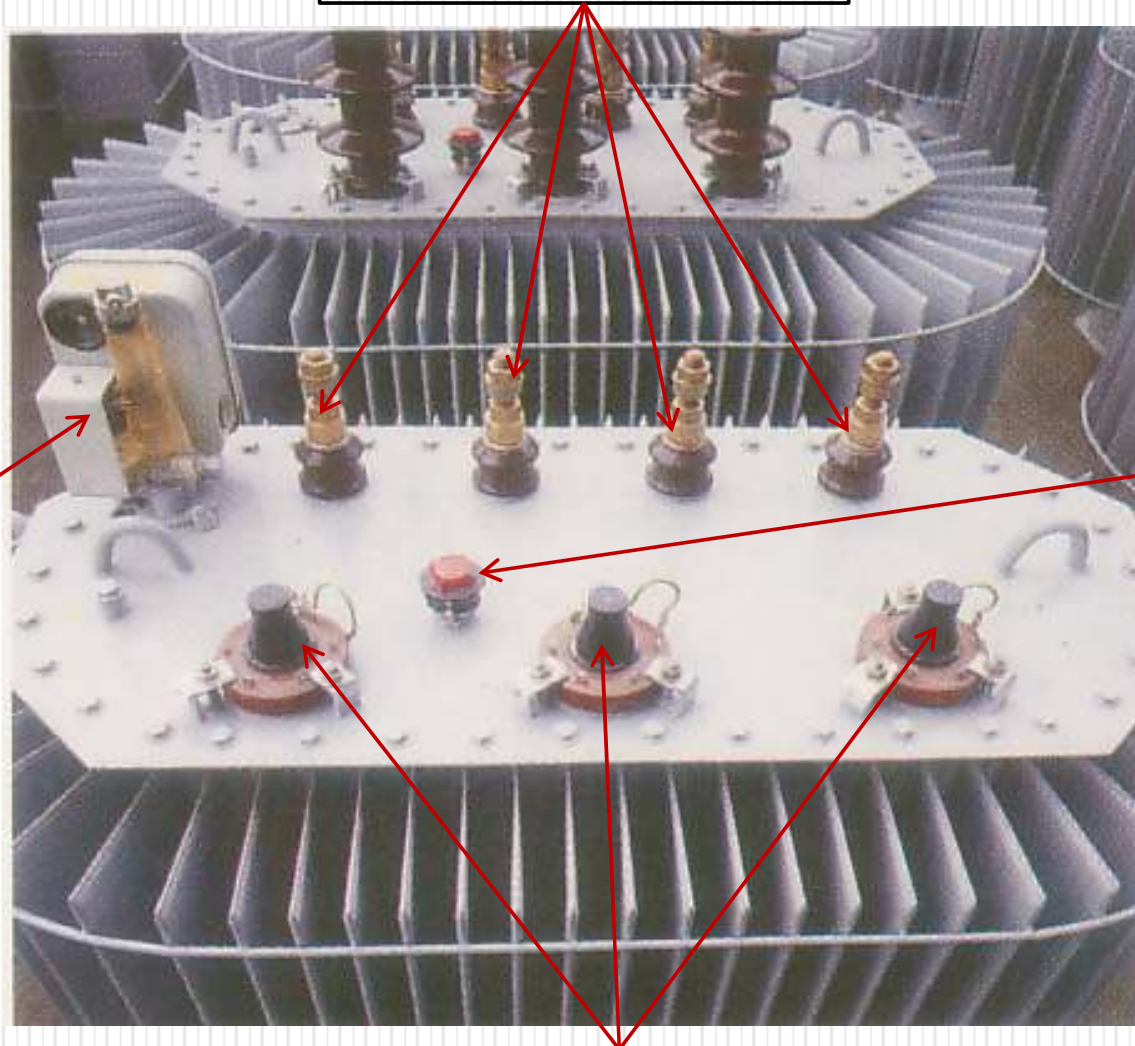
**BUSHING TR  
TYPE  
KERAMIK**



**TRAFO OUTDOOR 250 kVA**

# TRAFO INDOOR 630 kVA

**BUSHING TR TYPE  
KERAMIK**

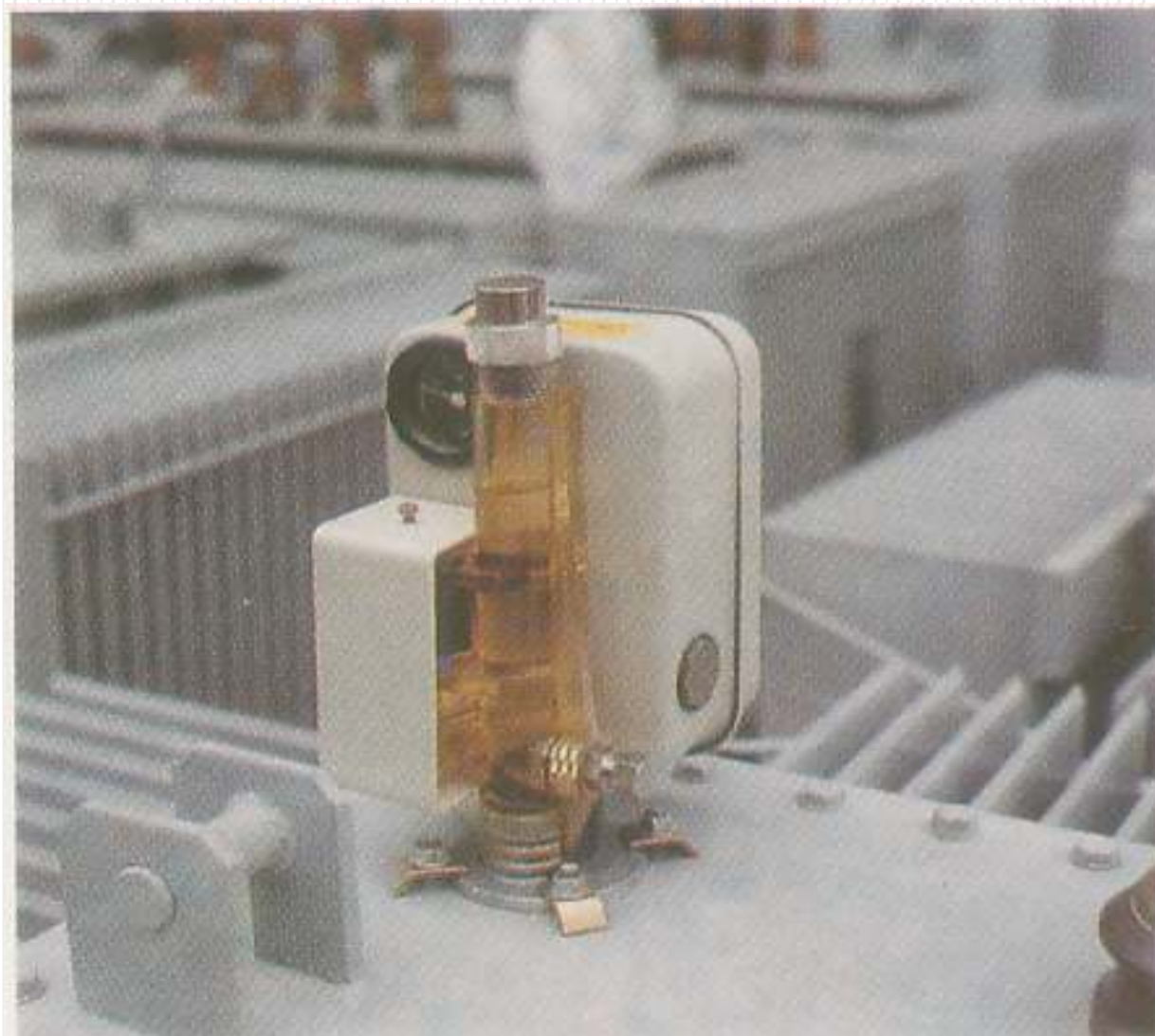


**TAP CHANGER**

**PRESSURE  
PROTECTION**

**BUSHING TM TYPE  
ELASTIMOLD**

# **PRESSURE PROTECTION BLOCK TRAFO INDOOR 630 kVA**



# Parameter yang Umum



Pada Name Plate

- Daya (MVA)
- Level Tegangan (HV/LV)
- Frekuensi
- Efisiensi
- Impedansi (%)
- Vektor Group

Pada Katalog

- Impedansi urutan (positif dan zero)
- Basic Insulation Level
- Temperatur
- dll

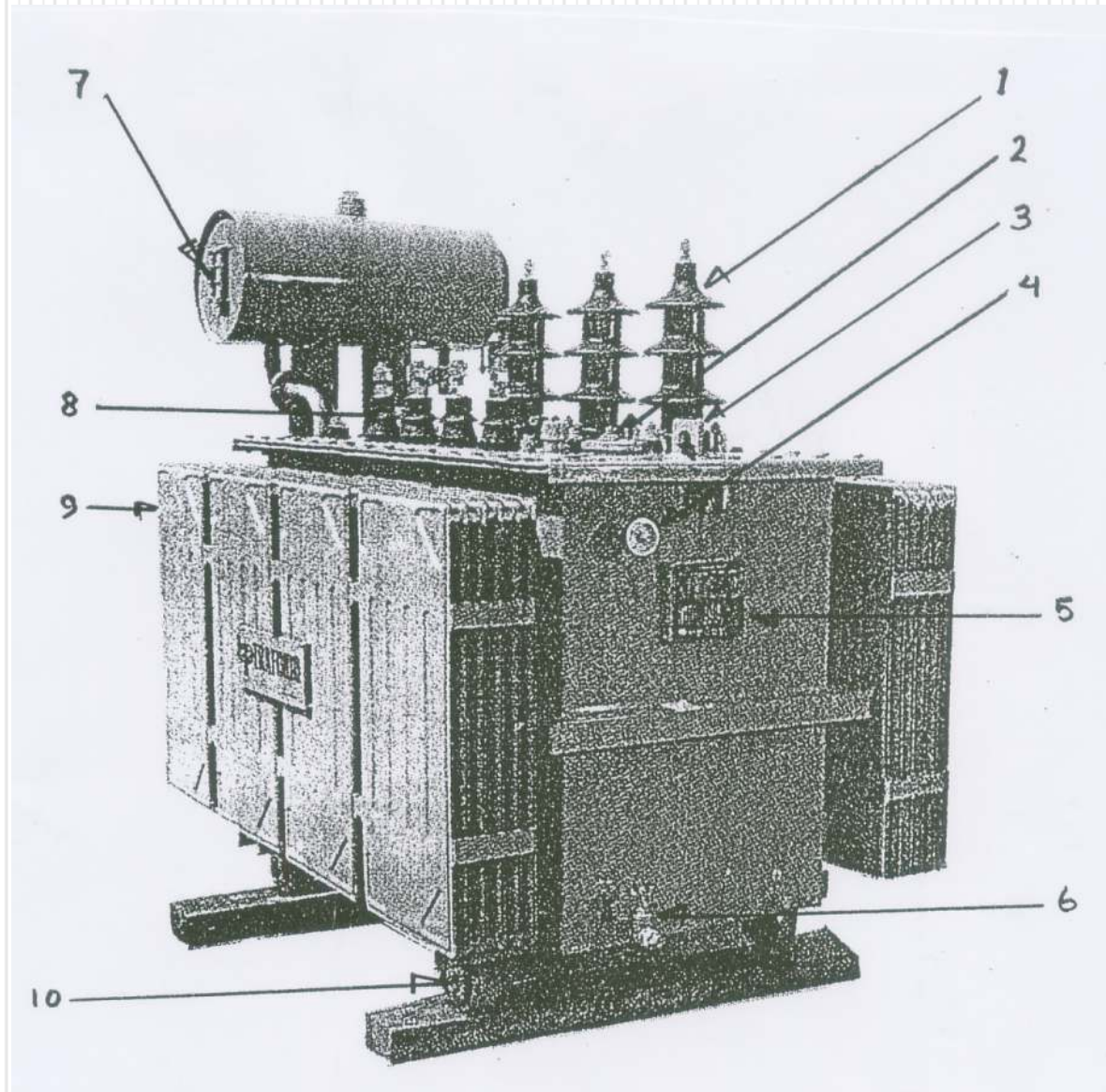


# Konstruksi Transformator Distribusi



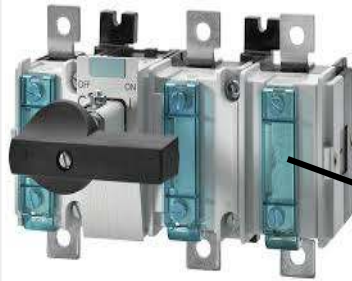
- Kumputan dan intinya direndam dalam minyak transformator yang selain berfungsi sebagai pemindah panas, juga bersifat sebagai isolasi.
- Untuk menghubungkan kumputan transformator dengan jaringan luar digunakan bushing, yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator yang berfungsi sebagai penyekat antara konduktor dengan tangki transformator.

# Konstruksi Transformator Distribusi

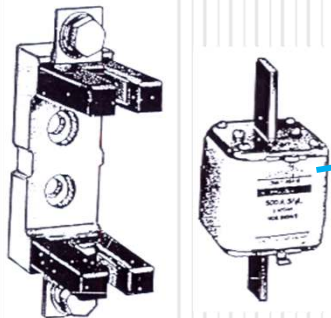


**Tabel 7.4 - Spesifikasi Pengaman Lebur  
(NH-Fuse) Tegangan Rendah**

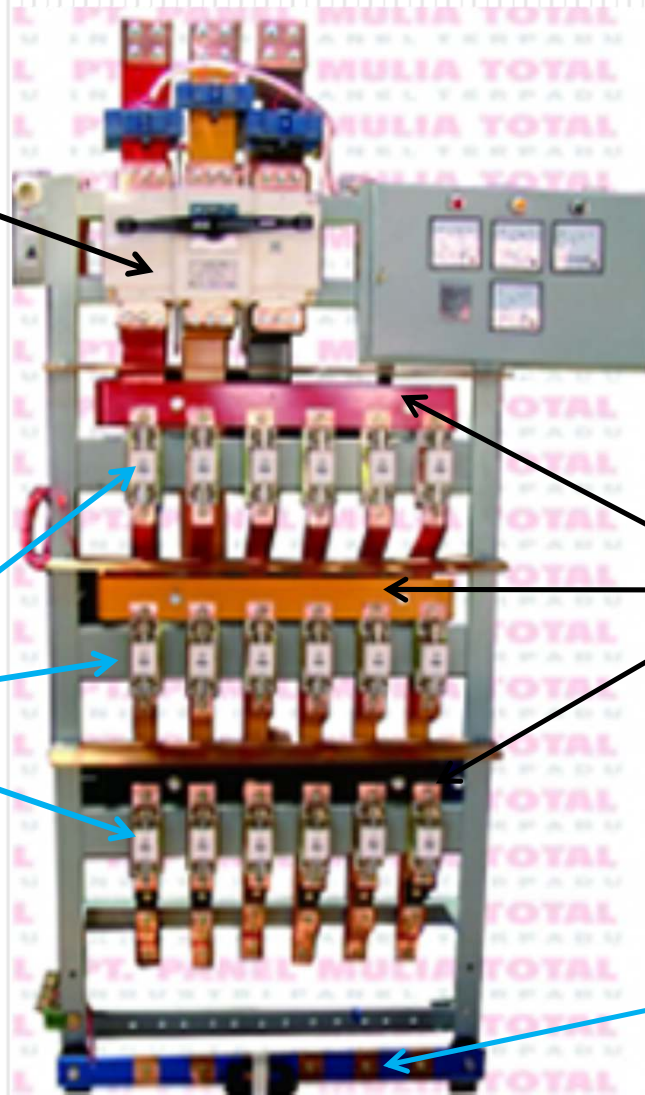
<b>Jenis penghantar</b>	<b>Ukuran Penampang Penghantar (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>KHA Penghantar (A)</b>	<b>Arus Pengenal Maksimum NH Fuse (A)</b>
Kabel pilin udara	35 (Al)	125	125
	50 (Al)	154	150
	70 (Al)	196	200
Penghantar Telanjang	25 (Cu)	175	160
	35 (Cu)	200	200
	50 (Cu)	250	250
	70 (Cu)	310	315
	35 (Al)	180	160
	50 (Al)	225	200
	70 (Al)	270	250



NFB 1.200 A



NH Fuse/HRC



Rel  
Pembagi

Rel Netral/  
Pembumian

Gambar 2.4 – PHB-TR 6 Jurusan  
Instalasi Pasangan Dalam





**Gambar - Panel LV-MDP**

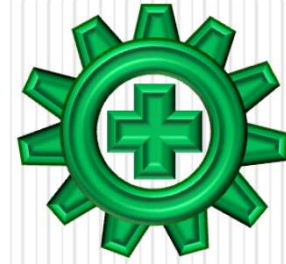
## Tabel 7.1 - Spesifikasi Teknis PHB-TR.

$I_N = I$  nominal sisi sekunder transformator

No.	Uraian	Spesifikasi
1	Arus pengenalan saklar pemisah	Sekurang-kurangnya 115 % $I_N$ transformator distribusi
2	KHA rel PHB	Sekurang-kurangnya 125 % arus pengenalan saklar pemisah
3	Arus pengenalan pengaman lebur	Tidak melebihi KHA penghantar sirkit keluar
4	Short with stand current (Rms)	Fungsi dari kapasitas Transformator dan tegangan impendasinya
5	Short making current (peak)	Tidak melebihi 2,5 x <i>short breaking current</i>
6	Impulse voltage	20 kV
7	Indeks proteksi – IP (International Protection) untuk PHB pasangan luar	Disesuaikan dengan kebutuhan, namun sekurang-kurangnya IP-45

**Tabel 3.2 - Besarnya Torsi Pengencangan Mur-Baut**

<b>DIAMETER ULIR (mm)</b>	<b>TORSI (Nm)</b>
2.5	0,37
3	0,65
4	1,53
5	3
6	5,2
7	12
10	24
12	42
14	66
16	98
20	190
24	330
30	650



**UTAMAKAN  
KESELAMATAN  
DAN KESEHATAN KERJA**

**TERIMA KASIH**