

**PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV / 380 V / 220 V
PADA PT.JAPFA COMFEED**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

ALFAN EKA ARDANA

05.52.014



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-3
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

MARET 2009

**PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV / 380 V /
220 V PADA PT JAPFA COMFEED**

TUGAS AKHIR

*Disusun Guna Melengkapi dan Memenuhi Syarat-Syarat
Untuk Mencapai Gelar Ahli Madya Teknik Energi Listrik*

Disusun Oleh :

**ALFAN EKA ARDANA
05.52.014**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro (D-3)**

**(Ir. H. Taufik Hidayat, MT.)
NIP.P.1018700151**

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**

**(Ir. H. Taufik Hidayat, MT.)
NIP.P.1018700151**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-3
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

LEMBAR PERSETUJUAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-3
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK



**PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV / 380 V / 220 V PADA
PT.JAPFA COMFEED**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

ALFAN EKA ARDANA

05.52.014

Malang, Maret 2009

Diperiksa dan Disetujui :

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro (D-3)**

**(Ir. H. Taufik Hidayat, MT.)
NIP.P.1018700151**

Dosen Pembimbing

**(Ir. H. Taufik Hidayat, MT.)
NIP.P.1018700151**

LEMBAR PENGESAHAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-3

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

**“PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV / 380 V / 220 V PADA
PT.JAPFA COMFEED”**

Disusun Oleh :

ALFAN EKA ARDANA

05.52.014

Telah Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Tugas akhir

Program Sarjana Jenjang Diploma tiga (D-3)

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 24 maret 2009

Dinyatakan LULUS

Dengan Nilai A

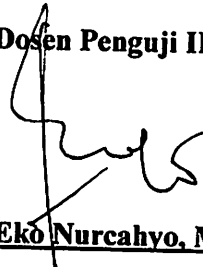
Dosen Penguji I



(Ir. M. Abdul Hamid, MT)

NIP.Y. 1018800188

Dosen Penguji II



(Ir. Eko Nurcahyo, MT)

NIP.Y.1028700172



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-3
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : ALFAN EKA ARDANA
2. NIM : 05.52.014
3. Jurusan : Teknik Elektro D-3
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV \ 380 V \ 220 V PADA PT. JAPFA COMFEED

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Tugas Akhir Jenjang Diploma tiga (D-3) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 24 Maret 2009
Dengan Nilai : 81,25 (A)

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua Majelis Penguji

Ir. Sidik Noertjahjono, MT.
NIP. Y. 102 87 00163

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y.1018700151

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 1018800188

Penguji Kedua

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y. 1028700172

KATA PENGANTAR

Dengan panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, kami dapat menyelesaikan tugas akhir penyusunan laporan ini. Dalam rangka melengkapi kurikulum pada jurusan teknik elektro DIII Program studi Teknik yang mana tujuan dibuatnya tugas akhir ini adalah sebagai syarat untuk memperoleh gelar ahli madya teknik. Laporan ini disusun berdasarkan hasil dari perencanaan yang telah diperoleh ketika melakukan studi analisa perencanaan system distribusi pada PT.Japfa Comfeed. Pada kesempatan kali ini perkenankan kami mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof.Dr.Ir.Abraham Lomi,MSEE selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir.H.Sidik Noertjahjono,MT selaku Dekan FTI ITN Malang
3. Bapak Ir. H.Taufik Hidayat,MT selaku dosen pembimbing Pelaksanaan tugas akhir.
4. Bapak Ir. H.Taufik Hidayat,MT selaku ketua Jurusan Teknik elektro D- 3
5. Bapak Bambang Priyo .H,ST,MT selaku Sekjur Teknik Elektro D-3 ITN Malang.
6. Dan rekan – rekan yang Turut membantu Dan member Support demi terselesainya Laporan Tugas Akhir ini

Dengan penuh kesadaran bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna ,maka penyusun mengharapkan kritik dan saran. semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan pembaca.

Pasuruan ,7 April 2009

Pennyusun

ABSTRAKSI

PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV / 380 V / 220 V PADA PT . JAPFA COMFEED

Alfan Eka Ardana

Dosen Pembimbing : Ir.H.Taufik Hidayat, MT.

Jurusan Teknik Elektro D- III, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Jl. Raya Karangploso KM.2 Malang
alfan_ekaardana@yahoo.com

Abstrak

Salah satu perkembangan teknologi dewasa ini adalah dalam bidang peternakan ,semakin banyaknya kebutuhan dan tuntutan masyarakat akan peternakan sebagai salah satu suplai kebutuhan pangan bagi kehidupan masyarakat sehingga menimbulkan pemikiran bagi banyak kalangan peternak dalam mengembangkan produksi peternakannya menjadi peternakan modern.

Peternakan modern adalah peternakan yang telah menggunakan berbagai macam peralatan berteknologi tinggi yang mana fungsi dari peralatan – peralatan tersebut adalah untuk membantu kelancaran proses produksinya. Untuk itu peternakan modern membutuhkan kelancaran dan keberhasilan didalam pelaksanaan proses produksinya untuk menghasilkan produk berkualitas dan memiliki efisiensi yang tinggi.Salah satu penunjang kelancaran proses produksi tersebut adalah dengan tersedianya kebutuhan energi listrik secara kontinyu.Dalam hal ini diperlukan suatu cara untuk mempermudah dan memperkecil resiko akibat penggunaan energi listrik itu sendiri.Salah satu cara yang biasa dilakukan adalah dengan membuat suatu rancangan sistem distribusi listrik yang handal dan aman dalam pemakaiannya.

Oleh karena itu semua peralatan listrik baik penerangan maupun tenaga pada peternakan PT.JAPFA COMFEED Pasuruan ,diperlukan sistem kelistrikan yang sesuai dengan perkembangan saat ini .dan harus sesuai dengan system distribusi yang handal dan berdasarkan pada ketentuan yang berlaku, sehingga bisa dicapai hasil yang maksimal.

Kemudian dalam sistem penyaluran listrik tegangan rendah tentu membutuhkan perlindungan – perlindungan untuk mengamankan peralatan – peralatan yang ada dalam sistem tersebut. Sistem tersebut dapat diatur dalam suatu panel yang mana panel tersebut selain berfungsi sebagai tempat penyaluran tenaga listrik yang disertai instrumen – instrumen pengontrol dan pengukur juga berfungsi sebagai pelindung dan pengaman bagi peralatan yang ada dalam panel maupun diluar panel itu sendiri.

Kata Kunci : Gardu Induk,Tiang Beton,Transformator,Fuse Cut Out,Arrester.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
BERITA ACARA	
KATA PENGANTAR	
ABSTRAK	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penulisan	4
1.5. Metode penulisan.....	4
1.6. Sistematika penulisan	5
1.7. Penjelasan istilah.....	6
BAB II. LANDASAN TEORI	7
2.1. Gardu Distribusi Secara Umum	7
2.1.1. Syarat Gardu Distribusi	8
2.2. Sistem Pentanahan Gardu Distribusi	41
BAB III. DATA – DATA INSTALASI	
DAN TEKNIK PERHITUNGAN	46
3.1. Tinjauan Umum Rencana Lokasi Pabrik	46
3.2. Data – Data Instalasi Listrik	46

BAB IV. ANALISA PERENCANAAN GARDU DISTRIBUSI	49
4.1. Tinjauan Sistem Instalasi Pada PT.Japfa Comfeed	49
4.2. Menentuka Transformator	49
4.2.1. Menentukan Trafo Untuk GTT Rumah Dinas	49
4.2.2. Menentukan Trafo Untuk Gardu Distribusi Pabrik	51
4.3. Menentukan Pengaman Trafo	52
4.3.1. Pemilihan Cut Out	52
4.3.2. Pemilihan Arrester	53
4.4. Penentuan Penghantar JTM	58
4.4.1.Sisi Primer Trafo.....	58
4.4.2. Sisi Sekunder Trafo	59
4.5. LV Panel	60
4.6. Perhitungan Arus Hubung Singkat	65
4.7. Pemilihan ATS.....	66
4.8. Pentanahan	67
4.8.1.Pentanahan Gardu Distribusi	67
4.8.2. Pentanahan Titik Netral Trafo Untuk GTT	70
4.9. Perencanaan Dan Desain Sangkar Faraday	70
4.10.Perhitungan Ventilasi GI	71
4.11.Konstruksi Jaringan	73
BAB V. PENUTUP	74
5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2. Single Line Diagram Gardu Trafo Tiang.....	10
Gambar 2.3. Single Line Diagram Gardu Tembok TR Umum	11
Gambar 2.4. Bentuk – bentuk Konduktor.....	18
Gambar 2.5. Penampang HV Konduktor Beserta Konektor GI 20 Kv .	19
Gambar 2.6. Penampang Tegangan Tinggi	20
Gambar 2.7. Disconnecting Switch	24
Gambar 2.8. Gambar Fuse Cut Out	27
Gambar 2.9. Gambar Arrester.....	30
Gambar 2.11. Gambar Pemasangan Schun Tarik dan Drok Schoor.....	37
Gambar 2.12. Stopping Bucklet.....	38
Gambar 2.13. aplikasi stopping bucklet untuk penahan tiang	39
Gambar 2.14. Penampang Isolator Piring	40
Gambar 2.15. Konsruksi Isolator Pendukung.....	41
Gambar 2.16. Sistem Pentanahan Cros Selection.....	44
Gambar 2.17. Konfigurasi Penanaman Elektroda	44
Gambar 3.1. Denah Lokasi PT. Japfa Comfeed	47
Gambar 4.1. Gambar Hasi Perencanaan	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.0. Macam – Macam system pendingin Trafo Daya.....	15
Tabel 2.1. Cordination Rated Values for Rated Voltage	22
Tabel 3.1. Batas aman Arrester.....	34
Tabel 2.1. Cordination Rated Values for Rated Voltage	22
Gambar 2.7. Disconnecting Switch	24
Gambar 2.8. Gambar Fuse Cut Out	27
Gambar 2.9. Gambar Arrester.....	30
Gambar 2.11. Gambar Pemasangan Schun Tarik dan Drok Schoor.....	37
Gambar 2.12. Stopping Bucklet.....	38
Gambar 2.13. aplikasi stopping bucklet untuk penahan tiang	39
Gambar 2.14. Penampang Isolator Piring	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.latar Belakang

Salah satu perkembangan teknologi dewasa ini adalah dalam bidang peternakan ,semakin banyaknya kebutuhan dan tuntutan masyarakat akan peternakan sebagai salah satu suplai kebutuhan pangan bagi kehidupan masyarakat sehingga menimbulkan pemikiran bagi banyak kalangan peternak dalam mengembangkan produksi peternakannya menjadi peternakan modern.

Peternakan modern adalah peternakan yang telah menggunakan berbagai macam peralatan berteknologi tinggi yang mana fungsi dari peralatan – peralatan tersebut adalah untuk membantu kelancaran proses produksinya. Untuk itu peternakan modern membutuhkan kelancaran dan keberhasilan didalam pelaksanaan proses produksinya untuk menghasilkan produk berkualitas dan memiliki efisiensi yang tinggi.Salah satu penunjang kelancaran proses produksi tersebut adalah dengan tersedianya kebutuhan energi listrik secara kontinyu.Dalam hal ini diperlukan suatu cara untuk mempermudah dan memperkecil resiko akibat penggunaan energi listrik itu sendiri.Salah satu cara yang biasa dilakukan adalah dengan membuat suatu rancangan sistem distribusi listrik yang handal dan aman dalam pemakaiannya.

Oleh karena itu semua peralatan listrik baik penerangan maupun tenaga pada peternakan PT.JAPFA COMFEED Pasuruan ,diperlukan sistem kelistrikan yang sesuai dengan perkembangan saat ini .dan harus sesuai dengan sistem distribusi yang

handal dan berdasarkan pada ketentuan yang berlaku, sehingga bisa dicapai hasil yang maksimal.

Kemudian dalam sistem penyaluran listrik tegangan rendah tentu membutuhkan perlindungan – perlindungan untuk mengamankan peralatan – peralatan yang ada dalam sistem tersebut. Sistem tersebut dapat diatur dalam suatu panel yang mana panel tersebut selain berfungsi sebagai tempat penyaluran tenaga listrik yang disertai instrumen – instrumen pengontrol dan pengukur juga berfungsi sebagai pelindung dan pengaman bagi peralatan yang ada dalam panel maupun diluar panel itu sendiri.

Pemasangan sistem distribusi listrik memerlukan perencanaan dengan analisa teori yang tepat dan praktis, sehingga memberikan jaminan keamanan baik untuk peralatan listrik maupun keamanan bagi yang mengoprasikannya ^[1]. Ada beberapa faktor yang harus dijadikan pedoman bagi suatu perencanaan sistem distribusi yakni :

1. Keamanan ,yaitu keamanan bagi manusia,harta benda maupun pada lingkungan sekitar.
2. Keandalan, yaitu handal didalam kontrol untuk mengatasi adanya gangguan atau kerusakan pada batas – batas yang normal termasuk kesederhanaan instalasi.
3. Kemudahan , yaitu mudah dicapai oleh semua peralatan pengawatan, pengerjaan , pemeliharaan,dan perbaikan jika terjadi suatu kerusakan .
4. Ketersediaan ,yaitu pemberian daya yang kontinyu dengan adanya sumber cadangan yang mana dapat digunakan bila sumber utama mengalami pemadaman.
5. Keindahan, yaitu kerapian pemasangan peralatan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

6. Ekonomis , yaitu mulai dari perencanaan,pemasangan sampai dengan pengoprasiannya harus diperhitungkan biaya dan daya yang sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis membahas tentang perencanaan sistem distribusi 20 kv / 380 v / 220 v pada PT.JAPFA COMFEED baik untuk pabrik maupun rumah dinas.Dimana sistem instalasi listriknya harus memenuhi peraturan yang dituangkan dalam persyaratan umum instalasi listrik (PUIL),dan peraturan dari *International Elektrotechnical Commision* (IEC).Meskipun peraturan – peraturan telah dikeluarkan dan diedarkan tidak menutup kemungkinan bahwa peraturan – peraturan tersebut sepenuhnya dilaksanakan .

1.2.Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas masalah yang akan dibahas pada penulisan laporan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana perencanaan gardu distribusi sebagai power suplai untuk sistem kelistrikan pabrik dan rumah dinas secara keseluruhan ?
2. Bagaimana perencanaan jaringan untuk SUTR dan SUTM pabrik ?
3. Bagaimana perencanaan sistem proteksi pada sistem ?

1.3. Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan, perlu adanya batasan – batasan masalah guna memudahkan dalam pemahaman dan pengerjaan laporan tugas akhir ini .

Batasan – batasan masalah ditekankan pada hal – hal sebagai berikut :

1. Perencanaan dan penentuan jenis pemakaian tiang beton beserta aksesorisnya.
2. Perhitungan pengaman trafo untuk GTT dan Gardu tembok.
3. Penentuan kapasitas daya transformator untuk GTT dan Gardu Tembok.
4. Perhitungan pentanahan Arrester, Bodi

Selain pada batasan masalah diatas makapenulis tidak membahasnya.

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan laporan tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan kapasitas gardu distribusi .
2. Menentukan dimensi peralatan distribusi untuk TM .
3. Menentukan dimensi peralatan distribusi untuk TR .

1.5. Metode Penulisan

Dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini penulis menggunakan metode penulisan antara lain :

a) Studi literatur

- 1) Menggunakan fasilitas perpustakaan
- 2) Mempelajari literature serta tulisan yang memuat teori – teori yang berhubungan dengan masalah yang dibahas ,dalam hal ini untuk memperoleh dasar yang diperlukan sebagai landasan dalam memecahkan dan mengkombinasikan perencanaan suatu peralatan dapat bekerja secara optimal.

b) Metode lapangan

- 1) pengambilan data dan denah lokasi serta kondisi lokasi yang dibangun pabrik.
- 2) Wawancara dengan narasumber

1.6.Sistematika penulisan

Pada pembahasan laporan tugas akhir ini untuk mempermudah penyusunan ,maka dibuat sistematika pembahasan yang terdiri dari :

Bab I Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang ,masalah,batasan masalah,tujuan penulisan,dan sistematika penulisan .

Bab II Teori dasar

Landasan teori yang relevan dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan dan permasalahan yang akan dibahas.

Bab III Data – Data Instalasi dan Teknik Perhitungan

Berisi tentang data – data yang diperoleh dari perusahaan dan teknik perhitungan yang digunakan dalam penyelesaian laporan.

Bab IV Analisa Masalah

Berisi tentang pembahasan masalah yang berisi perencanaan instalasi listrik ,perhitungan ,dan analisa data yang diperoleh.

Bab V Penutup

Berisi tentang kesimpulan dan saran

1.7.Penjelasan istilah

Penjelasan istilah pada laporan tugas akhir ini dengan judul “**Perencanaan Sistem Distribusi 20 KV / 380 V / 220 V pada PT.Japfa Comfeed** “adalah sebagai berikut :

Perencanaan : Proses,cara merencanakan atau merancang.

Sistem : Perangkat unsur yang secara teratur saling berkaitan

Distribusi : adalah pembagian jaringan sesuai dengan kebutuhan pasokan energi listrik.

Dari penjelasan diatas maka arti dari judul “ **Perencanaan Sistem Distribusi 20KV/380V/220Vpada PT.Japfa Comfeed** “ yaitu mempelajari ,menyelidiki , menguji , serta menelaah kembali cara merencanakan atau merancang sistem distribusi pada PT.Japfa Comfeed di pasuruan – jatim.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Gardu Distribusi Secara Umum

Gardu distribusi ialah bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat tertentu, berisikan sebagian besar ujung-ujung saluran distribusi, perlengkapan hubung bagi beserta bangunannya, transformator, dan berisikan peralatan pengaman serta peralatan kontrol. ^[2]

Gardu distribusi merupakan salah satu komponen utama dalam suatu proses penyaluran tenaga listrik Dari Gardu Induk ke konsumen. Fungsi utama Dari gardu distribusi adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengatur aliran tenaga listrik dari saluran TM yang satu ke saluran TM yang lain serta mendistribusikannya ke konsumen.
2. Sebagai tempat untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah.
3. Sebagai tempat kontrol dan pengaman operasi sistem.

Dari fungsi – fungsi tersebut terlihat bahwa peralatan didalam gardu induk distribusi harus memiliki keandalan yang tinggi sehingga kualitas tenaga listrik yang sampai ke konsumen menjadi optimal dan konsumen tidak merasa dirugikan.

Kontinuitas pelayanan yang baik dan keandalan yang tinggi dari peralatan ditetapkan dengan memperhatikan segi ekonomis dan standar yang berlaku, sehingga keandalan dari peralatan tersebut dapat optimal, sedangkan untuk penempatan peralatan direncanakan sedemikian rupa sehingga dalam pengoperasian dan perawatan dapat dilakukan dengan mudah, aman dan efektif.

peralatan direncanakan sedemikian rupa sehingga dalam pengoperasian dan perawatan dapat dilakukan dengan mudah, aman dan efektif.

2.1.1. Syarat syarat Gardu Distribusi

1. Persyaratan Pembangunan Gardu Distribusi

Gardu distribusi merupakan salah satu komponen yang penting dalam menunjang kebutuhan listrik kekonsumen maupun yang mengatur pelayanan listrik yang didapat dari pusat pembangkit untuk disalurkan kepusat – pusat beban. Oleh karena itu dalam pembangunan gardu distribusi harus diperhatikan besarnya beban.

Dalam perencanaan pembangunan suatu gardu induk harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Konstruksi sederhana dan kuat
- b. Operasi, perawatan dan perbaikan mudah
- c. Mempunyai tingkat keandalan yang tinggi
- d. Fleksibel
- e. Mempunyai tingkat keamanan yang tinggi

2. Penentuan Lokasi Gardu Distribusi

Dalam menentukan lokasi tempat pembangunan suatu gardu induk harus memperhatikan hal – hal berikut ini :

- a. Letaknya dekat dengan beban dan dekat dengan jalan raya.
- b. Tanahnya cukup baik dan bebas dari bahaya banjir
- c. Tidak dekat dengan pantai sehingga tingkat kontaminasi garamnya relatif kecil

- d. Lokasi gardu tidak terlalu dekat dengan perumahan penduduk dan pada saat pengoperasiannya tidak mempengaruhi lingkungan sekitar

3. Klasifikasi Gardu distribusi

Berdasarkan jenis konstruksi letak pemasangannya, Gardu distribusi dibedakan atas:

- Pasangan:
 - Pasanga luar
 - Pasangan dalam

- Fungsi/Pemakaian
 - Transformator mesin
 - Transformator Gardu Induk
 - Transformator Distribusi

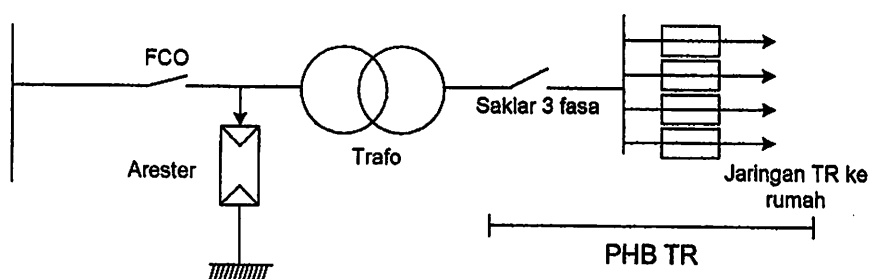
- Kapasitas dan tegangan

Untuk mempermudah pengawasan dalam operasi trafo dapat dibagi menjadi: Trafo besar, Trafo sedang, Trafo kecil.

1. Gardu Trafo Tiang Portal

Gardu Induk Distribusi ini semua peralatannya terpasang diluar (out door) sehingga semua peralatan harus kedap air. Trafo dipasang diantara dua tiang yang

dipasang dengan konstruksi pemasangan yang kuat. PHB TR terpasang dibawahnya. Jenis gardu ini dibangun pada daerah – daerah yang sering terkena bencana banjir atau daerah pedesaan, mengingat biaya pembangunannya relatif murah dengan kapasitas daya maksimum trafo antara 160 kVA sampai dengan 200 kVA.

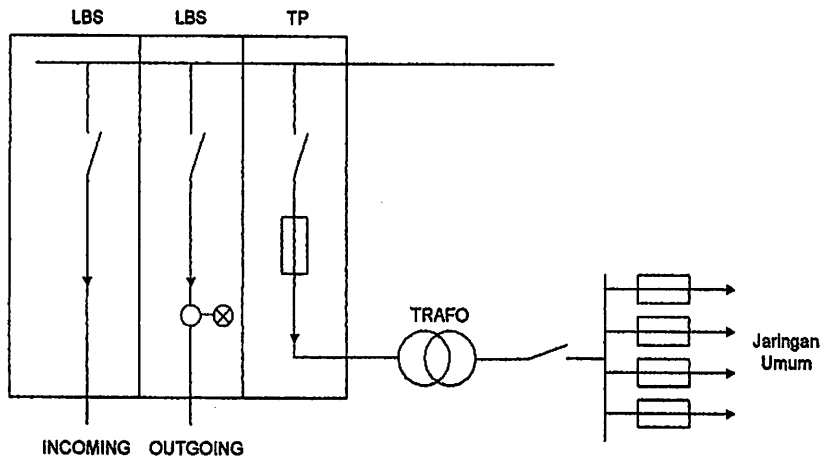


Gambar 2.2

Single Line Diagram Gardu Tiang

2. Gardu Distribusi Trafo pada Bangunan (Pasangan Luar)

Pada gardu distribusi ini, trafo tenaga dan PHB TR nya dipasang pada bangunan beton bertulang. Sistem pendinginnya secara alami melalui lubang angin yang ada dibagian atas atau bawah dari bangunan. Bangunan ini diberi pintu yang selalu dikunci. peralatan berada didalam bangunan. Jadi peralatan yang digunakan adalah jenis peralatan indoor. Ruangannya terbagi menjadi dua yaitu ruangan untuk sisi tegangan tinggi dan ruangan untuk sisi tegangan rendah. Pada sisi tegangan tinggi terdapat rel, penghubung, pemutus (PMT) dan trafo tenaga. Pada sisi tegangan rendah terdapat PHB TR dan juga peralatan pemutus dan penghubung yang lain.



Gambar 2.3

Single Line Diagram Gardu Tembok TR Umum

- **Cara Kerja dan Fungsi Tiap-tiap Bagian**

Suatu transformator terdiri atas beberapa bagian yang mempunyai fungsi masing-masing:

Inti besi

Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi, yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh "Eddy Current".

Kumparan trafo

Beberapa lilitan kawat berisolasi membentuk suatu kumparan. Kumparan tersebut diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain dengan isolasi padat seperti karton dan lain-lain.

Umumnya pada trafo terdapat kumparan primer dan sekunder. Bila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan/ arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluksi yang menginduksikan tegangan, bila pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaiannya beban) maka akan mengalir arus pada kumparan ini. Jadi kumparan sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

Kumparan tertier

Kumparan tertier diperlukan untuk memperoleh tegangan tertier atau untuk kebutuhan lain. Untuk kedua keperluan tersebut, kumparan tertier selalu dihubungkan delta. Kumparan tertier sering dipergunakan juga untuk penyambungan peralatan bantu seperti kondensator sinchrone, kapasitor shunt dan reaktor shunt, namun demikian tidak semua trafo daya mempunyai kumparan tertier.

Minyak trafo

Sebagian besar trafo tenaga kumparan-kumparan dan intinya direndam dalam minyak-trafo, terutama trafo-trafo tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai media pemindah panas (disirkulasi) dan bersifat pula

sebagai isolasi (daya tegangan tembus tinggi) sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Untuk itu minyak trafo harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- kekuatan isolasi tinggi
- penyalur panas yang baik berat jenis yang kecil, sehingga partikel- partikel dalam minyak dapat mengendap dengan cepat
- viskositas yang rendah agar lebih mudah bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik
- titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan
- tidak merusak bahan isolasi padat
- sifat kimia yang stabil.

Bushing

Hubungan antara kumparan trafo ke jaringan luar melalui sebuah busing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki trafo.

Tangki dan Konservator

Pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak trafo berada (ditempatkan) dalam tangki. Untuk menampung pemuaian minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator.

Sistem Pendinginan Trafo Daya

Selama beroperasi trafo daya akan mengeluarkan panas yang timbul dari inti – inti besi dan belitan tembaga. Agar tidak menimbulkan kerusakan pada trafo daya maka diperlukan pendinginan.

Pada cara alamiah (natural) pengaliran media sebagai akibat adanya perbedaan suhu media untuk mempercepat perpindahan panas dari media tersebut ke udara luar diperlukan gudang perpindahan panas yang lebih luas antara lain media (minyak / udara / gas) dengan cara melengkapi trafo dengan sirip – sirip bila dikehendaki penyaluran panas yang lebih cepat lagi, cara natural tersebut dapat dilengkapi dengan peralatan untuk mempercepat sirkulasi media pendingin dengan pompa – pompa sirkulasi minyak, udara dan air, cara ini disebut pendinginan paksa (forced).

Dalam perencanaan gardu induk ini pendingin transformator yang digunakan adalah jenis ONAN dan ONAF. Lambang pengenal ONAN dan ONAF dapat dijelaskan sebagai berikut :

- ONAN adalah pendingin minyak pada transformator yang bersirkulasi secara alami dan dengan udara sebagai pendingin luar transformator yang bersirkulasi secara alami pula.
 - ONAF adalah pendingin minyak pada transformator yang bersirkulasi secara alami dan dengan udara sebagai pendingin luar yang bersirkulasi secara paksa/buatan.
- Macam – macam berdasarkan media dan cara pengalirannya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 2.0.

Macam – Macam Sitem Pendingin Trafo Daya

No.	Macam sistem pendingin	Media			
		Didalam trafo		Diluar trafo	
		Sirkulasi	Sirkulasi	Sirkulasi	Sirkulasi
		Alamiah	Paksa	Alamiah	Paksa
1	AN	-	-	Udara	-
2	AF	-	-	-	Udara
3	ONAN	Minyak	-	Udara	
4	ONAF	Minyak	-	-	Udara
5	OFAN	-	Minyak	Udara	-
6	OFAF	-	Minyak	-	Udara
7	OFWF	-	Minyak	-	Air
8	ONAN/ONAF	Kombinasi 3 dan 4			
9	ONAN/OFAN	Kombinasi 3 dan 5			
10	ONAN/OFAF	Kombinasi 3 dan 6			
11	ONAN/OFWF	Kombinasi 3 dan 7			

Alat pernapasan

Karena pengaruh naik turunnya beban trafo maupun suhu udara luar, maka suhu minyakpun akan berubah-ubah mengikuti keadaan tersebut. Bila suhu minyak tinggi, minyak akan memuai dan mendesak udara di atas permukaan minyak keluar dari

dalam tangki, sebaliknya bila suhu minyak turun, minyak menyusut maka udara luar akan masuk ke dalam tangki. Kedua proses di atas disebut pernapasan trafo. Permukaan minyak trafo akan selalu bersinggungan dengan udara luar yang menurunkan nilai tegangan tembus minyak trafo, maka untuk mencegah hal tersebut, pada ujung pipa penghubung udara luar dilengkapi tabung berisi kristal zat higroskopis.

A. Menentukan Transformator

Didalam penentuan transformator ada beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain :

1) *Load faktor* (FL)

Load faktor (faktor beban) yaitu perbandingan antara beban rata – rata dalam suatu jangka waktu tertentu dengan beban maksimum dalam jangka waktu tersebut .

$$\text{Load factor (FL)} = \frac{\text{Dayamaksimal}(P_{maksimal})}{\text{Dayarata - rata}}$$

Jangka waktu tersebut mungkin sehari , sebulan , ataupun setahun. Dengan demikian adanya beban harian , bulanan , dan tahunan. Faktor beban itu berbeda – beda sesuai dengan macam beban , musim , situasi lingkungan pada umumnya , dan lain – lain .

2) *Diversiti faktor* (FD)

Diversiti faktor (FD) (faktor ketidak serempakan) didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah seluruh beban maksimum dari setiap bagian sistem dengan beban maksimum dari seluruh sistem sebagai suatu kelompok beban

$$\text{Diversiti faktor (FD)} = \frac{\text{Jumlahseluruhbebanmaksimal}}{\text{Bebanmaksimaljumlahsistem}}$$

Dalam suatu kelompok beban , terdiri dari bermacam – macam jenis beban dan ini mempunyai karakteristik beban yang berlainan . *Diversiti faktor* ini dapat berharga satu atau lebih dari satu .

3) *Concidence faktor* (FC)

Merupakan factor keserempakan beban yang nilainya dapat dihitung dengan

$$\text{rumus FC} = \frac{1}{FD}$$

nilai *Concidence faktor* ini dapat lebih kecil atau sama dengan satu , dan dipengaruhi oleh :

- Jumlah langganan
- Kebiasaan pemakaian tenaga listrik
- Komposisi dari bahan

4) *Demand faktor* (fd)

Demand faktor atau factor kebutuhan didefinisikan sebagai perbandingan antara daya terpakai maksimum dengan daya yang disambung , yaitu :

$$fd = \frac{P_{maksimal}}{P_{input}} \times 100\%$$

Dimana :

- Fd = factor kebutuhan
- Pmax = Daya terpakai maksimum.

- $P_{inst} = \text{Daya tersambung}$

Dengan adanya beberapa faktor tersebut , maka daya beban nominal yang direncanakan dianggap hanya 80 % dari daya trafo yang akan digunakan. Dimana :

Daya trafo yang akan digunakan = Daya beban total + (20 % x Daya beban total)

B. Konduktor

Konduktor adalah salah satu komponen utama peralatan instalasi listrik, yang berperan untuk menyalurkan arus dari satu bagian ke bagian ^[3]. Bahan konduktor yang paling umum digunakan adalah tembaga dan aluminium. Dilihat dari isolasi yang digunakan, konduktor terdiri dari dua jenis yaitu konduktor atau kawat telanjang dan konduktor berisolasi atau kabel.

Pada sistem tenaga listrik, konduktor tegangan tinggi dijumpai pada transmisi, gardu induk, jaringan distribusi, dan panel daya. Konduktor atau kawat telanjang digunakan untuk menyalurkan energi listrik dari dari satu gardu induk ke gardu induk lainnya dan dari gardu induk ke trafo daya. Pada gardu induk kabel tegangan tinggi digunakan dari trafo daya ke Kontrol panel dan dari Kontrol panel ke jaringan distribusi.

1. Kawat telanjang



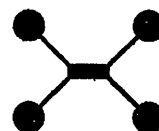
a. Konduktor batangan



b. Kawat pilin



c. Konduktor berongga



d. Konduktor berkas

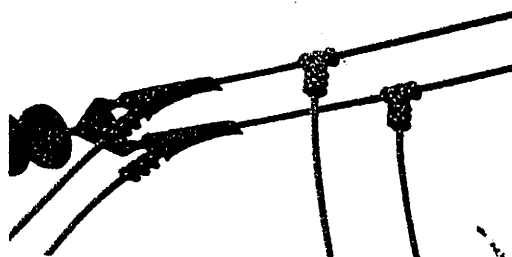
Gambar 2.4 Bentuk-bentuk Konduktor*)

*) Bonggas L. Tobing, 2003, 44

Konduktor pada umumnya terbuat dari bahan tembaga, alumunium dan campuran alumunium. Untuk penghantar jaringan distribusi dan busbar di gardu induk 20 kV umumnya menggunakan :

- 1.1 All alumunium alloy conductor (AAAC)
- 2.1 Alumunium Konduktor steel reinforced (ASCR)

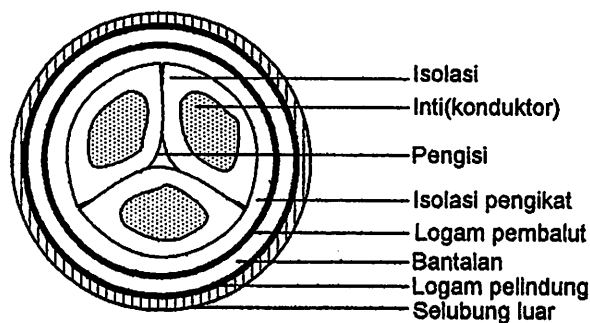
Dilihat dari bentuk penampangnya, konduktor yang digunakan digardu distribusi 20 kV yaitu konduktor batangan dan pilin.



Gambar 2.5 Penampang HV konduktor beserta konektor GI 20 kV*)

2. Kabel

Bagian utama dari kabel adalah inti atau konduktor, bahan isolasi, bahan pengisi, bahan pengikat, bahan pelindung beban mekanik dan selubung pelindung luar, semua bahan tersebut harus membentuk suatu konstruksi yang membuat kabel fleksibel dan tetap memiliki kekuatan mekanis.



Gambar 2.6 . Penampang Kabel Tegangan Tinggi

Kabel yang digunakan dalam gardu induk ada beberapa macam, diantaranya :

1. Kabel tegangan tinggi yang pada umumnya berinti tunggal atau berinti tiga. Jenis kabel yang digunakan berdasarkan besarnya arus dan tegangannya untuk kabel tegangan tinggi dari jenis tipe N2XCY 1 x 800 mm XLPE untuk 20 kV dan N2XCY 1 x 95 mm XLPE untuk station servis transformer.
2. Kabel tegangan rendah yang umumnya digunakan sebagai kabel control, kabel penerangan umumnya berinti 1, 4 dan 19. untuk kabel dengan inti tunggal yang digunakan sebagai wiring internal didalam kontrol panel dengan inti 1 x 2,5 mm. kabel dengan inti 4 dan 19 digunakan sebagai wiring eksternal antara sambungan peralatan di switchyard ke marshalling kios dan kontrol panel dengan inti 4 x 6 mm² jenis NYCY, inti 4 x 10 mm² jenis NYCY dan inti 19 x 2,5 mm² jenis NYCY 0.6/1 kV.

Untuk penentuan kemampuan hantar arus dan luas penampang ,pertama harus ditentukan besarnya arus berdasarkan beban yang dihubungkan ,dimana besarnya arus yang mengalir untuk tiga fasa :

$$I = \frac{S_{trafo}}{\sqrt{3} \times V_{line} \times \cos\phi}$$

Dan untuk satu fasa :

$$I = \frac{S_{trafo}}{Vx \cos \phi}$$

Setelah nilai arus diketahui maka dilakukan dengan cara melihat table KHA penghantar . dan untuk mencari KHA digunakan rumus sebagai berikut

$$KHA = 1,25 \times I_{Nominal}$$

C. Pemisah/PMS

Disconnecting Switch/DS

Saklar Pemisah (Disconnecting Switch) Merupakan peralatan hubung yang bekerja membuka atau menutup pada saat tidak berbeban atau pada saat arus yang sangat kecil. Misalnya arus eksitasi pada trafo daya.

Berbeda dengan pemutus daya, saklar pemisah tidak dilengkapi dengan perlengkapan untuk memadamkan busur api. Karena itu saklar pemisah tidak dapat memutuskan arus gangguan atau arus beban. Syarat – syarat yang harus dipenuhi adalah :

- a. Harus sanggup menahan tegangan nominal sampai tegangan 10% diatas tegangan nomial.
- b. Dalam keadaan tertutup mampu menahan momentary current pada waktu hubung singkat.
- c. Dapat menahan timbulnya beban thermis dan daya elektrodinamis yang timbul pada saat terjadi hubung singkat.

Standar arus nominal yang direkomendasikan oleh IEC adalah :

200, 400, 630, 800, 1250, 1600, 2.000, 2.500, 3.150, 4.000, 5.000, 6.300

Ampere. Sedangkan untuk rating arus pentanahan hubung singkat adalah harga efektif arus hubung singkat terbesar yang mampu dialirkan pemutus daya dalam periode tertentu. Rating ini ditentukan berdasarkan hasil studi hubung singkat pada sistem tenaga listrik dimana saklar pemisah tersebut berada. Standar rating arus hubung singkat yang diberikan oleh IEC adalah : 8, 10, 12,5, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80, 100 Kilo Ampere (kA).

Sehingga untuk menentukan besarnya rating DS berdasarkan besarnya arus nominal pada saklar pemisah dan berdasarkan arus hubung singkat ketanah saklar pemisah tersebut. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2

Cordination Rated Values for Rated Voltage

Rated Voltage	Rated Short-time Withstand Current (rms)(kA)	Rated Peak Withstand Current (kA)	Rated Normal Current (rms)					
			400	630	1250			
24	8	20		630	1250			
	12,5	32		630	1250			

170	16	40	800	630	1250	1600	2500	4000		
	25	63		1250						
	40	100		1600						
	12,5	32		1250						
	20	50		1250	1600				2500	
	31,5	80		1250	1600				2500	3150
	40	100		1600	2500				3150	
	50	125		1600	2500				3150	

Klasifikasi Disconnecting Switch (DS)

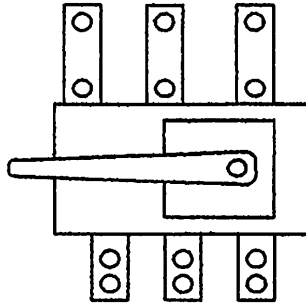
Sesuai dengan penempatannya, pemisah ini dapat dibedakan atas :

- a. Pemisah bus yaitu pemisah yang terpasang disisi bus
- b. Pemisah line yaitu pemisah yang terpasang disisi penghantar
- c. Pemisah tanah yaitu pemisah yang terpasang pada peralatan untuk menghubungkan ketanah.

Selain penggolongan berdasarkan penempatannya, pemisah juga dapat digolongkan berdasarkan posisi penggerakannya. Adapun jenis – jenis pemisah berdasarkan posisi penggerakannya adalah sebagai berikut :

- a. Pemisah yang batang geraknya bergerak disisi penghantar
- b. Pemisah yang batang geraknya terletak ditengah
- c. Pemisah yang batang geraknya bergerak keatas (disebut pantograf umumnya digunakan pada tegangan ekstra tinggi)
- d. Pemisah yang geraknya bersama – sama PMT

Untuk sisi penghantar disamping ada pemisahnya juga ada pemisah pentanahan, dan cara kerjanya selalu interlock yaitu jika pemisah pentanahan belum dilepas maka pemisah penghantar tidak dapat dimasukkan. Begitu juga sebaliknya jika pemisah penghantar belum dilepas maka pemisah pentanahan tidak dapat dimasukkan.



Gambar 2.7

Disconnecting Switch

Penentuan DS di sini disesuaikan dengan tegangan kerja sistem, yaitu 20 kV.

Dalam hal ini besarnya DS ditentukan :

$$DS = 1,15 \times I_{\text{sekunder}}$$

D. Pemutus Tenaga/PMT

Circuit Breaker/CB

Circuit Breaker dapat dioperasikan secara otomatis maupun secara manual dengan waktu pemutusan atau penyambungan yang tetap sama, sebab faktor ini ditentukan oleh struktur mekanisme yang menggunakan pegas – pegas. Karena itu circuit breaker dapat diopeasikan untuk memutus maupun menghubungkan rangkaian dalam keadaan dilalui arus beban atau tidak. Jika terjadi gangguan maka CB akan memutus rangkaian secara otomatis, untuk operasi ini CB dilengkapi dengan relai –

relai. Fungsi dari masing – masing relai adalah mengaman sistem dari gangguan yang berbeda – beda macam gangguannya, oleh karena itu diperlukan koordinasi tersendiri. Syarat – syarat yang harus dipenuhi oleh citcuit breaker adalah :

- a. Pada waktu keadaan tertutup harus mampu dilalui arus dalam waktu yang panjang
- b. Bila dikehendaki, harus dapat membuka dalam keadaan berbeban bila sedikit terjadi beban lebih
- c. Harus dapat memutuskan secara cepat, arus beban yang mungkin mengalir bila terjadi hubung singkat pada sistem
- d. Bila kontak dalam keadaan terbuka, celah (gap) harus tahan terhadap tegangan rangkaian
- e. Untuk membebaskan dari sistem, maka pada saat terjadi gangguan harus segera membuka
- f. Harus tahan terhadap arus hubung singkat beberapa saat sampai gangguan dibebaskan oleh peralatan pengaman lainnya yang dekat dengan gangguan
- g. Harus dapat memutuskan arus yang sangat kecil, seperti arus magnetisasi transformator atau saluran yang sifatnya induktif atau kapasitif
- h. Harus tahan terhadap efek pembusuran pada kontak – kontakannya, gaya elektrodinamis dan panas yang timbul pada waktu terjadi hubung singkat

Fungsi utama dari Pemutus/PMT (Circuit Breaker/CB) ialah untuk memutuskan atau menghubungkan rangkaian pada saat sistem tenaga listrik dalam keadaan berbeban atau

tidak berbeban serta pada saat terjadi hubung singkat ^[4]. Dengan demikian kemampuan pemutus tenaga tergantung dari dua hal yaitu :

- a. Kemampuan dilalui arus secara kontinyu serta untuk membuka dan menutupnya.
- b. Kemampuan untuk membuka pada saat sistem tersebut pada keadaan hubung singkat. Hal ini dapat dinyatakan dengan kVA atau MVA yang merupakan perkalian kemampuan membuka arus dengan tegangan nominal.

Untuk menentukan besar pengaman (PMT) biasa menggunakan rumus :

$250 \% \times I_n$ untuk pengaman grup dan untuk pengaman utama menggunakan rumus = Pengaman terbesar + $\sum I_n$ lainnya

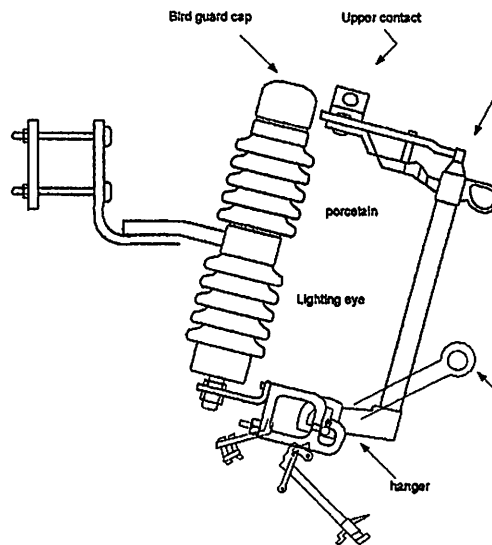
Co (Cut Out)

Dipergunakan sebagai pengaman terhadap arus lebih pada jaringan yang ditimbulkan gangguan hubung singkat antar fasa .Dimana bagian-bagian cut out terdiri dari : line terminal, mounting bracket, porcelain support, dan fuse holder diaman didalamnya terdapat tahanan lebur sebagai pengaman.

cara kerja fuse cut out:

Bekerja atas dasar explusion, terdapat tube untuk membatasi pembusuran dengan suatu deionizing fiber line dan fuse holder. Untuk memutuskan gangguan fuse link melebur dan memanaskan gas de-ionizing yang mana berkumpul didalam tube. Busur api diperpanjang ditekan, dan didinginkan didalam tube sehingga gas yang keluar dari ujung-ujung tube membawa sebagian partikel-partikel busur api sisa .tekanan gas meningkatkan kekuatan dielektris dari celah udara didalam tube sehingga memetikan busur api didalam tube.

pemilihan cut out : Tergantung pada arus beban ,sistem, arus gangguan yang mungkin terjadi .faktor-faktor tersebut ditentukan dai tiga buah rating Cut out yaitu : arus kontinyu, tegangan dan kapaitas pemutusan.



Gambar 2.8

Gambar Fuse cut out

Cut Out dipasang pada sisi Primer trafo .adapun rumusnya :

$$I = \frac{S_{trafo}}{\sqrt{3} \times V_{line}}$$

Dimana S = Daya trafo (VA)

I = Arus Trafo (A)

V Line = Tegangan Fasa ke Fasa (V)

Setelah diketahuin besar arus primer trafo maka nilai arus tersebut dikalikan 130 % sehingga diperoleh nilai untuk Cut Out :

$$FCO = 130\% \times I_{primer}$$

E. Pengaman tiap Fasa (NH Fuse)

NH fuse sama halnya dengan sekring Cuma disini dia mempunyai rating kemampuan hantar arus yang cukup tinggi. NH fuse ini terpasang pada masing – masing fasa .Untuk menentukan besarnya NH fuse yang digunakan pada masing – masing fasa dapat menggunakan rumus :

$$\text{In untuk satu fasa} = \frac{5 \text{ Trafo}}{\sqrt{3} \times 410}$$

F. Arester (Ligthning Aresster/LA)

Fungsi utama dari arrester adalah menyalurkan tegangan surja petir ketanah sehingga tidak merusak alat yang digunakan. Atau dengan kata lain arrester sebagai pengaman adanya tegangan surja yang disebabkan sambaran langsung atau tidak langsung dari petir.^[5]

Arester merupakan kunci dalam koordinasi isolasi suatu sistem tenaga listrik. bila surja menyambar gardu induk, arrester bekerja melepas muatan listrik. serta mengurangi tegangan abnormal yang akan mengenai peralatan dalam gardu induk itu. setelah surja dilepas melau arrester, arus masih mengalir karena adanya tegangan sistem dan arus ini disebut arus dinamik atau arus susulan. Arester harus mempunyai ketahanan thermis yang cukup terhadap arus susulan dan harus mampu memutuskannya. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh arrester adalah sebagai berikut :

- Tegangan percikan dan tegangan pelepasan yaitu tegangan pada terminalnya pada waktu pelepasan harus cukup rendah sehingga dapat diamankan
- Arester harus mampu memutuskan arus dinamik dan dapat bekerja terus seperti semula.

Jadi pada keadaan normal arrester berlaku sebagai isolator dan bila timbul tegangan surja alat ini bersifat sebagai konduktor yang tahanannya relatif rendah sehingga dapat melewatkan arus yang besarketana. setelah surja hilang arrester harus dapat dengan cepat menjadi isolasi.

Sesuai dengan fungsinya arrester dapat melindungi peralatan listrik pada sistem jaringan terhadap tegangan lebih yang disebabkan oleh petir atau surja hubung, maka pada umumnya arrester dipasang pada :

1. Tiang tiang dimana terdapat sambungan antara saluran udara dengan saluran kabel tanah atau percabangan udara tegangan menengah.
2. Tiang – tiang yang merupakan titik akhir suatu jaringan
3. tiang – tiang dimana terpasang transformator

Untuk tipe – tipe atau jenis arester adalah sebagai berikut :

1. Arrester tipe Expulsion

Arrester tipe ini terdiri dari tabung isolasi yang mempunyai elektroda disetiap ujungnya dan lubang discharge pada ujung bawah.

2. Arrester tipe Valve

Arerster ini terdiri dari dua elemen yaitu, series gap dan va,ve elemen mertupakan sebuah tahanan yang tidak linear, tahanan ini mempunyai sifat khusus yaitu tahanan berubah dengan berubahnya arus (proses ini berlangsung dengan cepat).

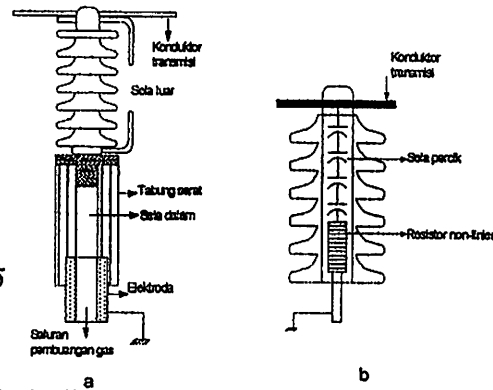
Gambar 2.10

a. Arrester tipe katup

b. Arrester tipe ekspulsion

Foto atas sejjin

P.T. VATECH T&D Jakarta, th.2005



Pada pemilihan arrester ini dimisalkan tegangan impuls petir yang datang berkekuatan 400 KV dalam waktu 0,1 μ s, jarak titik penyambaran dengan transformator 5 Km. Tegangan sistem tertinggi umumnya diambil harga 110% dari harga tegangan nominal system, sehingga dapat ditentukan :

$$V_{maks} = 110\% \times V \text{ line}$$

Koefisien Pentanahan

Didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan rms fasa sehat ke tanah dalam keadaan gangguan pada tempat dimana penangkal petir, dengan tegangan rms fasa ke fasa tertinggi dari sistem dalam keadaan tidak ada gangguan Untuk menentukan tegangan puncak (V_{rms}) antar fasa dengan ground digunakan persamaan :

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Dari persamaan di atas maka diperoleh persamaan untuk tegangan phasa dengan ground pada sistem 3 phasa didapatkan persamaan :

$$V_{m(L-G)} = \frac{V_{rms} \times \sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

Keterangan :

$V_{m(L-G)}$ = Tegangan puncak antara phasa dengan ground (KV)

V_{rms} = Tegangan nominal sistem (KV)

- **Tegangan pelepasan arrester**

Tegangan kerja penangkal petir akan naik dengan naiknya arus pelepasan, tetapi kenaikan ini sangat dibatasi oleh tahanan linier dari penangkal petir.

Tegangan yang sampai pada arrester dapat dirumuskan :

$$E = \frac{e}{K.e.x}$$

Keterangan :

X : Jarak perambatan (Km)

e : Puncak tegangan surja yang datang (KV)

I : arus pelepasan arrester (A)

E : tegangan surja sampai padaarrester (KV)

E_o : tegangan pelepasan arrester (KV)

Z : impedansi surja saluran (Ω)

R : tahanan arrester (Ω)

Harga puncak surja petir yang masuk ke pembangkit datang dari saluran yang dibatasi oleh BIL saluran. Dengan mengingat variasi tegangan *flash-over* dan probabilitas tembus isolator, maka 20% untuk faktor keamanannya, sehingga harga e adalah :

$$e = 1,2 \text{ BIL saluran}$$

Keterangan :

e = tegangan surja yang datang (KV)

BIL = tingkat isolasi dasar transformator (KV)

- **Arus pelepasan nominal (*Nominal Discharge Current*)**

$$I = \frac{2e - E_0}{Z + R}$$

Z adalah impedansi saluran yang dianggap diabaikan karena jarak perambatan sambaran tidak melebihi 10 Km dalam arti jarak antara GTT yang satu dengan yang GTT yang lain berjarak antara 8 KM sampai 10 KM. (SPLN 52-3,1983 : 11)

$$R = \frac{\text{tegangankejutimpuls100\%}}{\text{aruspemuat}}$$

Keterangan :

E = tegangan yang sampai pada arrester (KV)

e = puncak tegangan surja yang datang

K = konsatanta redaman (0,0006)

x = jarak perambatan

Sehingga tegangan pelepasan arrester didapatkan sesuai persamaan :

$$e_a = E_o + (I \times R)$$

Keterangan :

I = arus pelepasan arrester (KA)

E_o = tegangan arrester pada saat arus nol (KV)

e_a = tegangan pelepasan arrester (KV)

Z = impedansi surja (Ω)

R = tahanan arrester (Ω)

v = kecepatan m/s

- **Pemilihan tingkat isolasi dasar (BIL)**

Harga puncak surja petir yang masuk ke pembangkit datang dari saluran yang dibatasi oleh BIL saluran. Dengan mengingat variasi tegangan flasover dan probabilitas tembus isolator, maka 20% untuk faktor keamanannya, sehingga harga E adalah :

$$e = 1,2 \text{ BIL saluran}$$

Basic Impuls Insulation Level (BIL) level yang dinyatakan dalam impulse crest voltage (tegangan puncak impuls) dengan standart suatu gelombang 1,2/50 μs.

Margin Perlindungan Arrester

Untuk mengitung dari margin perlindungan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$MP = (BIL / KIA-1) \times 100\%$$

Keterangan :

MP = margin perlindungan (%)

KIA = tegangan pelepasan arrester (KV)

BIL = tingkat isolasi dasar (KV)

Berdasarkan rumus di atas ditentukan tingkat perlindungan untuk tafo daya. Kriteria yang berlaku untuk MP > 20% dianggap cukup untuk melindungi transformator .

- **Jarak penempatan Arrester dengan Peralatan**

Penempatan arrester yang baik adalah menempatkan arrester sedekat mungkin dengan peralatan yang dilindungi. Jarak arrester dengan peralatan Yang dilindungi digunakan persamaan sebagai berikut :

$$E_p = e_a + \frac{2 \times A \times x}{v}$$

Tabel 3.1 Batas Aman Arrester

IMPULS PETIR (KV)	BIL ARRESTER (150 KV)	BIL TRAF0 (125 KV)	KONDISI	KETERANGAN
120 KV	< 150 KV	<125 KV	Aman	Tegangan masih di bawah rating transformator maupun arrester
125 KV	<150 KV	=125 KV	Aman	Tegangan masih memenuhi batasan keduanya

130 KV	<150 KV	>125 KV	Aman	Tegangan lebih diterima arrester dan dialirkan ke tanah
150 KV	=150 KV	>125 KV	Aman	Masih memenuhi batas tegangan tertinggi yang bisa diterima arrester.
200 KV	>150 KV	>125 KV	Tidak aman	Arrester rusak, transformator rusak

G. Tang beton

Tiang beton bertulang terbuat dari adukan semen, pasir dan batu kerikil yang memungkinkan dengan penimbangan beton nesor.

◆ Keuntungan tiang beton bertulang :

1. Kekuatan puncak tiang sangat besar
2. Tidak memerlukan pemeliharaan
3. Umurnya tidak terbatas

◆ Kerugian tiang beton bertulang :

1. Rapuh
2. Berat

Untuk daerah yang berbukit kesulitan dalam transportasi dan pemasangannya

3. Diperlukan keahlian khusus dan peralatan khusus untuk pemasangannya

◆ Lengan tiang (palang tiang), cross arm travors

Adalah bagian tiang yang digunakan untuk :

- a. Tempat dudukan isolator
- b. Menjaga penghantar dan peralatan lain yang perlu dipasang di atas tiang.

Material lengan tiang biasanya serupa dengan material tiangnya, lengan tiang ini dipasang horisontal pada tiangnya dengan memakai lekom-lekom dengan mur baut secara langsung, dilas pada tiang baja akan dipaku pada tiang kayu. Pada lengan tiang dipasang baut-baut penyangga isolator dan peralatan yang lain. Lengan tiang bagian atas untuk Jaringan Primer sedangkan bawahnya digunakan Jaringan Sekunder.

◆ Kawat Penguat Tiang

Biasanya dipakai kawat baja berlilit, yang digunakan untuk memperkuat kedudukan tiang dan menahan gaya lentur yang terjadi pada tiang akibat gaya tarik penghantar listrik.

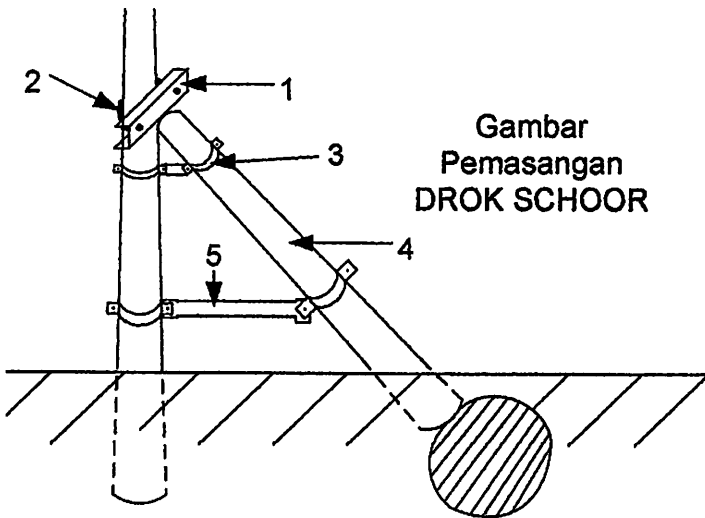
Menurut bentuknya ada 2 macam :

1. Schur tarik (line guy)

Terbuat dari kawat baja dimana ujung-ujungnya diklem pada bagian atas dan pada balok beton yang ditanami pada pondasi. Fungsi dari schur tarik, untuk mengimbangi gaya tarik kawat saluran udara, atau akibat perubahan trace saluran udara hingga tiang tetap berdiri tegak.

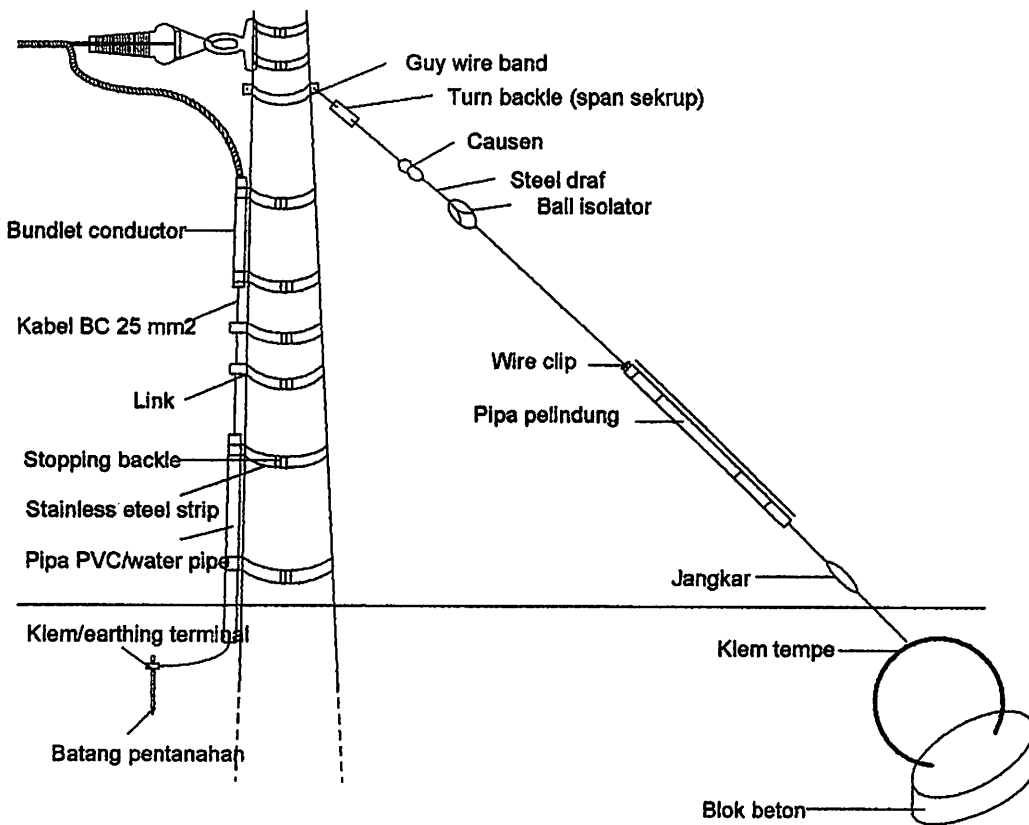
2. Schun tekan (pole brace)

Terbuat dari tiang mannesmamin/tiang beton yang fungsinya sama seperti schun tarik



Gambar Pemasangan DROK SCHOOR

- Ket
 1. Stut arm
 2. Guy wire band
 3. Single arm band
 4. Tiang
 5. Struttir 2"3 mt



Gambar 2.11 Pemasangan skur tarik dan drok schoor

Keterangan :

a. Bundlet Conductor

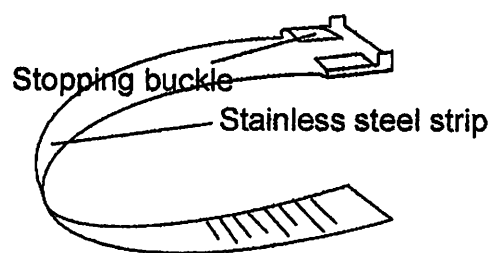
Digunakan untuk sambungan percabangan

b. Link

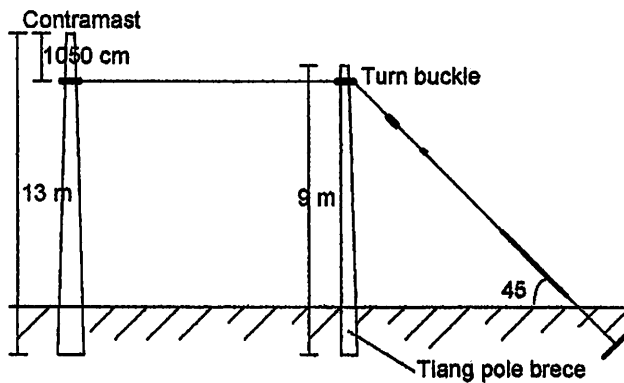
Terbuat dari kawat yang keras dan kuat (stainless steel). Bentuknya bujur sangkar. Digunakan untuk memisahkan pipa PVC dengan tiang yang diskat dengan stainless steel strip.

c. Stainless steel strip dan stopping buckle.

Stainless steel strip berupa plat stainless yang berukuran panjang sekali. Bila akan digunakan diukur dulu panjang yang diperlukan baru dipotong. Kelengkapan stainless steel adalah stopping buckle yang bentuknya seperti tunangan sabuk yang digunakan untuk mengunci stainless steel strip hingga dapat mengikat dengan kuat.



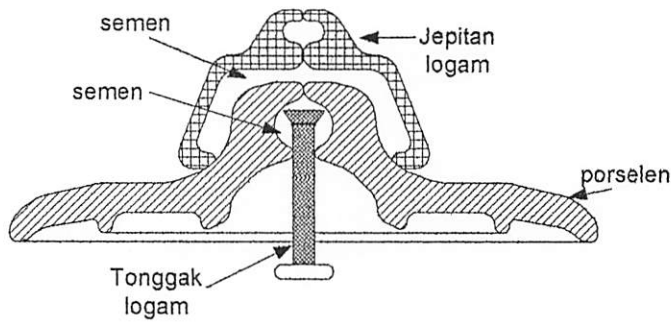
Gambar 2.12 . stopping buckle



Gambar 2.13 . aplikasi stopping buckle untuk penahan tiang

H. Isolator

Isolator merupakan bagian dari peralatan listrik yang tidak dapat menghantarkan sumber tegangan. Pada instalasi tenaga listrik dan peralatan elektrik dijumpai konduktor yang berbeda potensialnya. Dalam hal pengisolasian instalasi dan peralatan tersebut, hal pertama yang dilakukan adalah memisahkan masing-masing konduktor dengan jarak tertentu sehingga udara yang membatasi suatu konduktor dengan konduktor lain berperan sebagai medium isolasi utama. Kemudian konduktor-konduktor diikat pada penyangga dengan bantuan isolator.



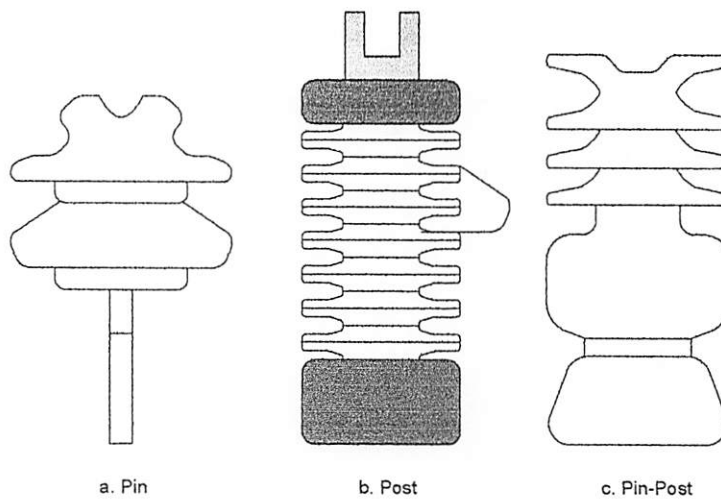
Gambar 2.14. Penampang isolator piring*)

*)Bonggas L. Tobing, 2003, 138

Isolator tegangan menengah dijumpai pada jaringan distribusi hantaran udara, panel pembagi daya terminal ujung kabel dan peralatan tegangan tinggi. Pada gardu distribusi isolator digunakan sebagai pendukung peralatan tegangan tinggi seperti saklar, pemisah, pendukung konduktor penghubung dan penggantung rel daya.

Konstruksi

Bagian utama dari suatu isolator terdiri dari bahan dielektrik, jepitan logam dan tonggak logam. dilihat dari konstruksinya isolator terdiri dari isolator pendukung dan isolator gantung. Isolator pendukung terdiri dari 3 jenis yaitu isolator pin, isolator post, dan isolator pin-post.



Gambar 2.15. jenis-jenis isolator pendukung*)

*)Bonggas L. Tobing, 2003, 139

1. Parameter

- a. jarak minimum antar sirip
- b. perbandingan jarak antara spasi sirip dengan rentangan sirip
- c. Perbandingan antara jarak rambut dengan jarak bebas
- d. Perbandingan dua jarak rentangan sirip berurutan
- e. Kemiringan sirip

2.2. Sistem Pentanahan Gardu distribusi

Sistem pentanahan pada gardu distribusi biasanya menggunakan konduktor yang ditanam secara horizontal dengan bentuk kisi – kisi (grid) dan pada lokasi switch yard diberi lapisan koral untuk megurangi besar perbedaan tegangan pada permukaan tanah.

Konduktor pentanahan terbuat dari batang tembaga keras dan memiliki konduktifitas yang tinggi, terbuat dari tembaga yang dipilin (bare stranded kopel) dengan luas penampang 150 mm^2 dan mempunyai arus hubung tanah sebesar 25 kA

selama 1 second. Konduktor ini ditanam kira – kira 30 cm sampai 80 cm atau ditanam dibawah pondasi sedalam 25 cm.

Luas kisi – kisi didaerah switchyard sesuai dengan peralatan yang ada dibuat maksimum 10 x 5 m. Kisi –kisi pengetanahan bersambungan satu dengan yang lainnya dan dihuungkan dengan batang pengetanahan yang tyerdiri dari batang tembaga. Batang tembaga ini berdiameter 15 mm, panjang 3,5 m ditanam dengan kedalaman minimal sama dengan panjang itu sendiri. Selanjutnya batang pengetanahan ini disebut dengan titik pentanahan.

Untuk pentanahan rangka atau badan dari peralatan dan struktur digunakan batang – batang pentanahan yang mempunyai luas penampang kisi – kisi pentanahan.

Semua dasar isolator pentanahan dan pemisah pentanahan netral trafo arus dan trafo tenaga, lightning arrester dan struktur dihubungkan dengan kisi – kisi pentanahan. Pagar swichyard yang terbuat dari besi logam dan terisolir dari tanah ditanahkan dengan batang tembaga (35 mm^2) dengan panjang 1 meter serta ditanam diluar pagar sedalam 50 cm dengan jarak lebih dari 5 m terhadap kisi – kisi pengetanahan utama.

Arus gangguan yang mengalir pada tempat gangguan maupun ditempat pengetanahan menimbulkan perbedaan tegangan dipermukaan tanah yang dapat mengakibatkan terjadinya tegangan sentah dan tegangan sentuh yang melampaui batas – batas keamanan bagi manusia dan binatang.

Sistem pengatanahan pada gardu induk ebuat permukaan tanah dilokasi gardu induk mempunyai tegangan yang serendah – rendahnya. pada waktu terjadi gangguan hubungan tanah atau membuat tahanan tanah serendah – rendahnya.

Langkah – langkah perhitungan

Tahanan jenis tanah

Pengukuran tahanan jenis tanah pada gardu induk diambil dari beberapa titik lokasi. Tahanan jenis tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\rho = 2\pi a R$$

dimana :

ρ = tahanan jenis rata – rata tanah (ohm/meter)

a = jarak antara batang elektroda yang terdekat (meter)

R = besar tahanan yang terukur (ohm)

Sistem pentanahan Gardu distribusi di sekitar lokasinya diberi lapisan koral untuk mengurangi besar perbedaan potensial pada permukaan tanah.

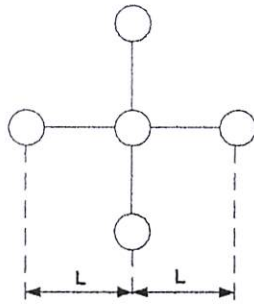
Adapun untuk nilai R pentanahan 1 elektroda dapat ditentukan : $R = \frac{\rho}{2\pi L} (\ln \frac{4L}{a} - 1)$

Menurut peraturan di dalam PUIL, tahanan pentanahan maksimal adalah 5 Ohm.

maka jumlah elektroda yang diperlukan adalah $= \frac{R_{elektroda}}{R_{yang\ diinginkan}}$

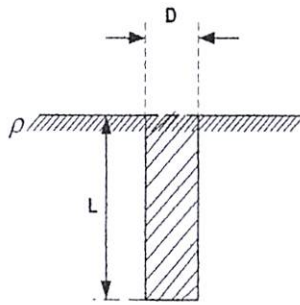
Dengan catatan :

- Elektroda ditanam pada tanah \square system dengan tahanan jenis (ρ) 100 ohm/m
- Jari – jari elektroda 12.5 mm.
- Jarak antar elektroda (L) adalah 3m
- Menggunakan sistem pentanahan dengan konfigurasi ‘cross section’.



Gambar 3.2 sistem pentanahan 'cross section'

- Panjang elektroda (l) adalah 2,5m
- Elektroda ditanam sedalam panjang elektroda.



Gambar 3.3 Konfigurasi penanaman elektroda

Untuk menentukan Jumlah elektroda yang dibutuhkan dapat dipakai rumus sebagai berikut :

$$R_{\text{pentanahan}} = \frac{K \times \rho}{2\pi l} \times \text{faktor pengali konfigurasi}$$

$$\text{faktor pengali} = \frac{1 + 2q + 2n - 4m}{5 + 2q + n - 8m}$$

$$m = \frac{\ln x}{\ln\left(\frac{l}{r}\right)}$$

$$\Rightarrow x = \frac{l+L}{L}$$

$$q = \frac{\ln z}{\ln\left(\frac{l}{r}\right)}$$

$$\Rightarrow z = \frac{l + \sqrt{2L}}{\sqrt{2L}}$$

BAB III

DATA – DATA INSTALASI DAN TEKNIK PERHITUNGAN

3.1. Tinjauan umum rencana lokasi pabrik

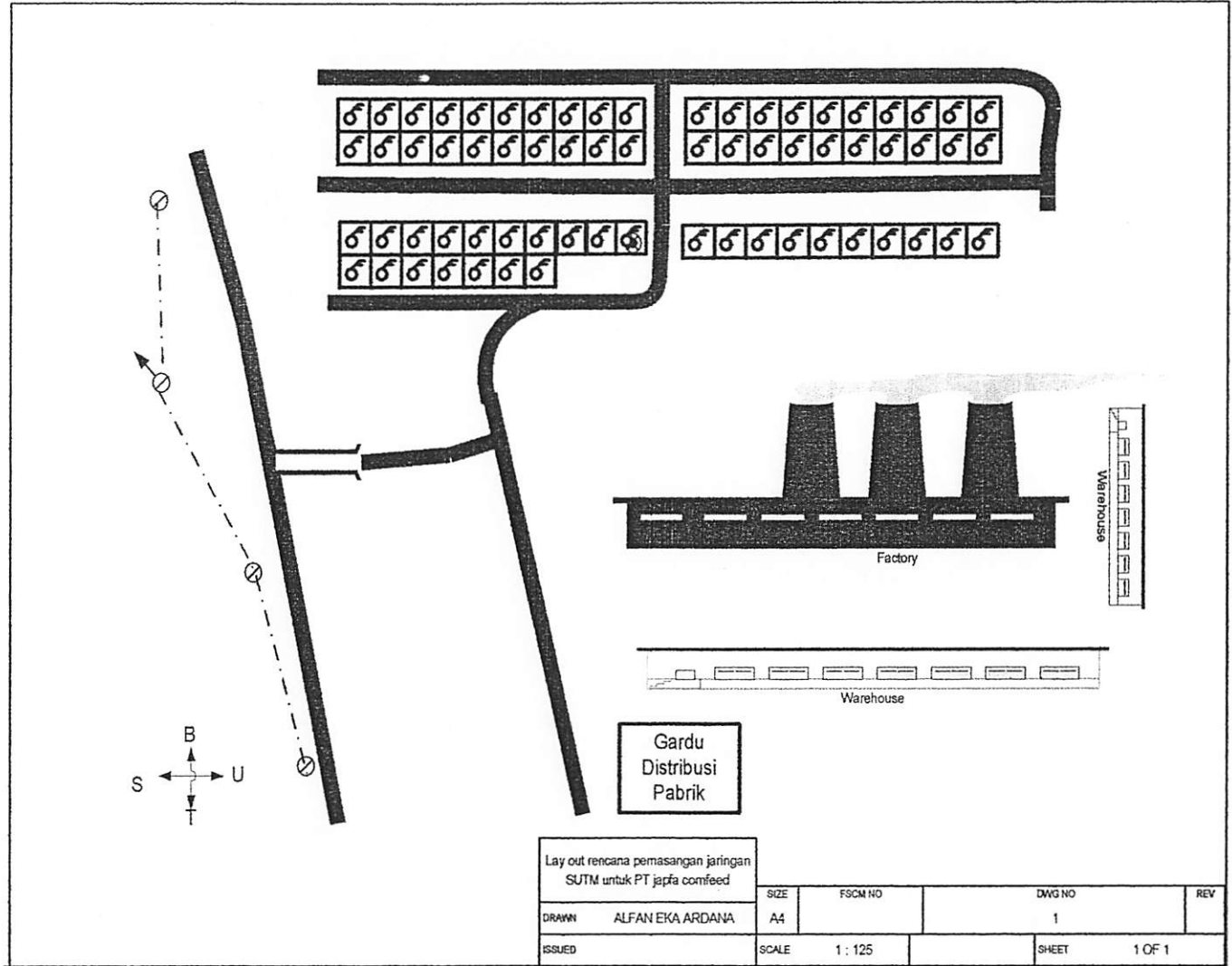
Pada umumnya pemasangan instalasi listrik untuk suatu gedung atau Pabrik harus direncanakan terlebih dahulu agar mempunyai efisiensi dan keandalan yang baik sehingga dapat bekerja semaksimal mungkin.

Instalasi listrik meliputi instalasi penerangan dan tenaga ,dalam hal ini bukan kedua instalasi diatas yang akan di bahas melainkan perencanaan konstruksi untuk sistem distribusi jaringan tegangan menengah (JTM) dan jaringan tegangan rendah (JTR) beserta gardu distribusinya .Umumnya dibutuhkan manusia untuk mengenali suatu objek secara visual untuk mendapatkan suatu model perencanaan yang handal , praktis dan efisien untuk mendapatkan Profit yang besar.

Perusahaan ini terletak di jalan raya keputran Purwosari Pasuruan .Perusahaan ini terdiri dari factori plant beserta 40 rumah dinas. Untuk factori Plant hanya untuk pembibitan , Penetasan dan Poultry farm saja .

3.2. Data – data instalasi listrik

Untuk data – data instalasi listrik yang isinya mengenai lokasi untuk pemasangan TR dan TM serta lokasi yang akan dipilih untuk penanaman tiang beton beserta pembuatan gardu distribusi berikut data –datanya :



Gambar 3.1 Denah lokasi PT. Japfa Comfeed

Lay out rencana pemasangan jaringan SUTM untuk PT japfa comfeed			
SIZE	FSCM NO	DWG NO	REV
A4		1	
ISSUED	SCALE	SHEET	1 OF 1
	1 : 125		

Gambar diatas merupakan denah rencana untuk pemasangan jaringan distribusi yang mana jarak penanaman tiang beton adalah 40 m dari tiang beton satu ke tiang beton lain . Untuk SUTM tiang beton yang digunakan adalah tiang beton dengan panjang 11 m dan untuk Panjang tiang pada SUTR adalah 9 m.

Untuk rumah dinas terdiri dari rumah 65 rumah, masing - masing :

- Rumah type A berjumlah 5 buah dengan kapasitas daya 900 VA
- Rumah type B berjumlah 40 buah dengan kapasitas daya 900 VA
- Rumah type C berjumlah 20 buah dengan kapasitas daya 1300 VA

Jadi Daya Total = 66.500 VA

Sedangkan daya yang dibutuhkan untuk oprasional pabrik sebesar 400 KVA dengan konstruksi gardu sendiri yaitu gatdu pasangan dalam dan untuk gardu distribusi TR ke rumah Dinas menggunakan gardu pasangan luar.

Jarak antara jaringan SUTM yang telah ada dengan jaringan yang akan dipasang adalah 150 m menyebrangi jalan raya dan sungai .

BAB IV

ANALISA PERENCANAAN GARDU DISTRIBUSI

4.1. Tinjauan sistem instalasi pada PT Japfa Comfeed

Keberhasilan dan kelancaran didalam suatu proses produksi merupakan tuntutan pada setiap bidang usaha , untuk itu sesuai dengan fungsinya instalasi listrik pada industri merupakan salah satu kebutuhan vital didalam kelancaran suatu proses produksi , karena didalam suatu industri juga terdapat perkantoran, computer, mesin – mesin yang keseluruhannya ditunjang oleh listrik sebagai salah satu sumber energinya.

System tegangan listrik yang dipakai pada PT Japfa Comfeed adalah system tegangan AC dengan rating 380 / 220 V .Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik pada perusahaan ini menggunakan dua sumber yaitu dari PLN dan dari Generator set sebagai sumber cadangan , Sumber tenaga listrik dari PLN merupakan sumber tenaga listrik tetap sedangkan Genset digunakan ketika terjadi pengurangan daya ataupun pemadaman oleh PLN .

4.2. Menentukan Transformator

4.2.1. Menentukan Trafo untuk GTT rumah dinas

Dari survey yang ada didapat rincian perencanaan sebagai berikut :

Pembagian Grup Perumahan

Sesuai dengan ketentuan output trafo dibagi menjadi 2 grup. Berdasarkan diagram rekapitulasi daya maka pembagian grup perumahan adalah sebagai berikut.

Untuk rumah dinas terdiri dari rumah 70 rumah, masing - masing :

- Rumah type A berjumlah 10 buah dengan kapasitas daya 450 VA
 - Rumah type B berjumlah 40 buah dengan kapasitas daya 900 VA
 - Rumah type C berjumlah 20 buah dengan kapasitas daya 1300 VA
- Jadi Daya Total = 66.500 VA Maka dapat dipilih trafo 100 kVA.

Kemudian Output dari trafo GTT nantinya akan dibagi menjadi dua grup, yaitu Grup I dan Grup II.

Sedangkan total daya yang dibutuhkan 66,5 kVA yaitu dianggap 80% dari pembebanan trafo. Untuk Toleransi Pengembangan Maka Dicari :

$$\text{Daya beban total} = 66,5 \text{ kVA} \rightarrow 80\%$$

$$\text{Daya trafo yang akan digunakan} = \text{Daya beban total} + (20 \% \times \text{Daya beban total})$$

$$\begin{aligned} \text{Daya trafo yang akan digunakan} &= 66,5 \text{ kVA} + (20\% \times 66,5 \text{ kVA}) \\ &= 79,8 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Sehingga trafo yang dipilih memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Daya Trafo : 100 KVA
- Jumlah fase : Tiga
- Frekuensi pengenal : 50 HZ

- Teg primer pengenal : 20KV
- Teg sekunder pengenal
(beban nol) : 410 V
- Suhu lingkungan : 40° C

Lihat lampiran (tehcnical data distribution Transformer)

4.2.2.Menentukan Trafo Gardu distribusi Pada Pabrik

Dari survey yang ada kebutuhan daya total untuk pabrik adalah 400 KVA pada beban penuh.

Daya beban total = 400 KVA → 80%

Daya trafo yang akan digunakan = Daya beban total +(20 % x Daya beban total)

Daya trafo yang akan digunakan = 400 KVA + (20% x 400 KVA)

= 400 KVA + 80 KVA

= 480 KVA

sehingga trafo yang dipilih memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Daya Trafo : 500 KVA
- Jumlah fase : Tiga
- Frekuensi pengenal : 50 HZ
- Teg primer pengenal : 20KV
- Teg sekunder pengenal

(beban nol) : 410 V

- Suhu lingkungan : 40° C

Lihat lampiran (technical data distribution Transformer)

4.3. Penentuan Pengaman Trafo

Setelah menentukan daya Trafo yang akan digunakan maka harus ditentukan pula pengaman trafo yang akan digunakan . Penentuan pengaman Trafo meliputi :

4.3.1. Pemilihan Cut Out (CO)

Cut out berfungsi untuk mengamankan Transformator dari arus lebih .

- Untuk GTT rumah dinas :

$$I_{primer} = \frac{S_{trafo}}{\sqrt{3} \times V_{line}} = \frac{100000}{\sqrt{3} \times 20000}$$

$$= 2,88 \text{ A}$$

Dimana S = Daya trafo (VA)

I primer = Arus Primer Trafo (A)

VLine = Tegangan Fasa ke Fasa (V)

Setelah diketahuin besar arus primer trafo maka nilai arus tersebut dikalikan 130 % sehingga diperoleh nilai untuk Cut Out :

$$FCO = 130\% \times 2,88 \text{ A} = 3,744 \text{ A}$$

- **Untuk Gardu Distribusi Pabrik :**

$$I_{\text{primer}} = \frac{S_{\text{trafo}}}{\sqrt{3} \times V_{\text{line}}} = \frac{500000}{\sqrt{3} \times 20000}$$

$$= 14.45 \text{ A}$$

Dimana S = Daya trafo (VA)

I_{primer} = Arus Primer Trafo (A)

V_{Line} = Tegangan Fasa ke Fasa (V)

Setelah diketahuin besar arus primer trafo maka nilai arus tersebut dikalikan 130 % sehingga diperoleh nilai untuk Cut Out :

$$FCO = 130\% \times 14.45 \text{ A} = 18.875 \text{ A}$$

Catatan : Data selengkapnya mengenai Cut-Out terdapat pada lampiran

4.3.2. Pemilihan arrester

Pada pemilihan arrester ini dimisalkan tegangan impuls petir yang datang berkekuatan 400 KV dalam waktu 0,1 μ s, jarak titik penyambaran dengan

transformator 5 Km. Tegangan sistem tertinggi umumnya diambil harga 110% dari harga tegangan nominal system, sehingga dapat ditentukan :

$$\begin{aligned} V_{maks} &= 110\% \times 20 \text{ KV} \\ &= 22 \text{ KV, maka dipilih arrester dengan tegangan terapan 28 KV.} \end{aligned}$$

▪ **Koefisien Pentanahan**

Untuk menentukan tegangan puncak (V_{rms}) antar fasa dengan ground digunakan persamaan :

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{22}{\sqrt{2}} = 15,5 \text{ KV}$$

Dari persamaan di atas maka diperoleh persamaan untuk tegangan fasa dengan ground pada sistem 3 fasa didapatkan persamaan :

$$V_{m(L-G)} = \frac{V_{rms} \times \sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \frac{15,5 \times \sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 12,6 \text{ KV}$$

$$\text{Koefisien pentanahan} = \frac{12,6 \text{ KV}}{15,5 \text{ KV}} = 0,82$$

Keterangan :

$V_{m(L-G)}$ = Tegangan puncak antara fasa dengan ground (KV)

V_{rms} = Tegangan nominal sistem (KV)

- **Tegangan pelepasan arrester**

Tegangan yang sampai pada arrester dapat dirumuskan :

$$E = \frac{e}{K.e.x}$$

$$E = \frac{400KV}{0,0006 \times 5Km}$$

$$= 133,3 KV$$

Keterangan :

X : Jarak perambatan (Km)

e : Puncak tegangan surja yang datang (KV)

I : arus pelepasan arrester (A)

E : tegangan surja sampai padaarrester (KV)

E_o : tegangan pelepasan arrester (KV)

Z : impedansi surja saluran (Ω)

R : tahanan arrester (Ω)

- **Arus pelepasan nominal (*Nominal Discharge Current*)**

$$I = \frac{2e - E_o}{Z + R}$$

$$R = \frac{\text{tegangankejutimpuls100\%}}{\text{aruspemuat}}$$

$$= \frac{105KV}{2,5KA}$$

$$= 42 \Omega$$

$$I = \frac{2 \times 400KV - 133,3KV}{0 + 42\Omega}$$

$$= 15,8 KA$$

Keterangan :

E = tegangan yang sampai pada arrester (KV)

e = puncak tegangan surja yang datang

K = konstanta redaman (0,0006)

x = jarak perambatan

▪ Pemilihan tingkat isolasi dasar (BIL)

Dengan mengingat variasi tegangan flasover dan probabilitas tembus isolator, maka 20% untuk faktor keamanannya, sehingga harga E adalah :

$$e = 1,2 \text{ BIL saluran}$$

$$e = 1,2 \times 150 \text{ KV}$$

$$e = 180 \text{ KV}$$

- **Margin Perlindungan Arrester**

Untuk mengitung dari margin perlindungan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$MP = (BIL / KIA-1) \times 100\%$$

$$\begin{aligned} MP &= (125 \text{ KV} / 133,3 - 1) \times 100\% \\ &= 94,5 \% \end{aligned}$$

Keterangan :

MP = margin perlindungan (%)

KIA = tegangan pelepasan arrester (KV)

BIL = tingkat isolasi dasar (KV)

Kriteria yang berlaku untuk MP > 20% dianggap cukup untuk melindungi transformator .

- **Jarak penempatan Arrester dengan Peralatan**

Jarak arrester dengan peralatan Yang dilindungi digunakan persamaan sebagai berikut :

$$E_p = e_a + \frac{2 \times A \times x}{v}$$

$$125 = 133,3 \text{ KV} + \frac{2 \times 4000 \text{ KV} / \mu\text{s} \times x}{300 \text{ m} / \mu\text{s}}$$

$$8,3 = 26,6x$$

$$x = 0,31 \text{ m}$$

jadi jarak arrester sejauh 31 cm dari transformator yang dilindungi.

4.4. Penentuan penghantar JTM

4.4.1. Sisi Primer Trafo

Menentukan penghantar JTM (Jaringan Tegangan Menengah) untuk GTT perumahan

$$KHA = 1,25 \times I_{\text{primer}}$$

$$= 1,25 \times 2,88$$

$$= 3,6 \text{ A}$$

kemudian penghantar JTM untuk Gardu distribusi pabrik :

$$KHA = 1,25 \times I_{\text{primer}}$$

$$= 1,25 \times 14,43$$

$$= 18,037 \text{ A}$$

Maka Penghantar pada masing – masing JTM diatas menggunakan kabel AAAC 35 mm² untuk saluran udara dengan KHA 170 A. Sedangkan saluran JTM untuk Gardu distribusi pabrik yang mana posisi trafo berada diatas permukaan tanah dan di ruangan khusus maka dibutuhkan kabel tanah dengan tegangan 20 KV maka untuk penghantarnya menggunakan kabel dengan kemampuan tegangan 12 / 20 Kv jenis N2XSY 35 mm² dengan KHA 205 A dan diharapkan suhu maksimum lingkungan

sekeliling adalah 30° c. Menggunakan kabel dengan penampang besar dimaksudkan untuk memperkecil drop tegangan .

4.4.2.Sisi Sekunder Trafo

Untuk arus sekunder trafo pada GTT rumah dinas ditentukan :

Daya trafo = 100 kVA

$$I_{n \text{ sekunder maksimal}} = \frac{S_{trafo}}{\sqrt{3} \times V_{line}}$$

$$I_{n \text{ sekunder maksimal}} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 410 \text{ V}} = 140,8 \text{ A}$$

Maka besar KHA penghantar pada sisi sekunder yang menuju ke LV panel :

$$\begin{aligned} KHA &= 1,25 \times I_{primer} \\ &= 1,25 \times 140,8 \text{ A} \\ &= 176 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka penghantar yang sesuai dengan nilai KHA diatas adalah kabel dengan kemampuan tegangan 0.6/205 KV adalah jenis NYY 1 x 50 mm² tiap fasa dengan KHA 180 / 205 A untuk dipasang di udara .dan diharapkan suhu maksimum lingkungan sekeliling adalah 30° C.

Kemudian Untuk arus sekunder trafo pada Gardu distribusi pabrik ditentukan :

Daya trafo = 500 kVA

$$I_{n \text{ sekunder maksimal}} = \frac{S_{trafo}}{\sqrt{3} \times V_{line}}$$

$$I_{n \text{ sekunder maksimal}} = \frac{500kVA}{\sqrt{3} \times 410V} = 704A$$

Maka besar KHA penghantar pada sisi sekunder yang menuju ke LV MDP panel :

$$KHA = 1,25 \times I_{primer}$$

$$= 1,25 \times 704 \text{ A}$$

$$= 880 \text{ A}$$

Maka penghantar yang sesuai dengan nilai KHA diatas adalah kabel dengan kemampuan tegangan 0.6/205 KV adalah jenis NYFGBY 4 x (2 x 70 mm²) dan diharapkan suhu maksimum lingkungan sekeliling adalah 30⁰ C.

4.5.LV PANEL

Untuk menentukan besarnya kapasitas peralatan yang dibutuhkan system maka dapat ditentukan :

Untuk LV Panel GTT rumah dinas :

- Disconnecting Switch

Dalam hal ini besarnya DS ditentukan :

$$\begin{aligned}
 DS &= 1,15 \times I_{\text{sekunder}} \\
 &= 1,15 \times 140,8 \text{ A} \\
 &= 162 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Catatan : Data lengkap terdapat lampiran.

- Pengaman tiap Fasa (NH Fuse)

Dalam pembagian group output untuk GTT rumah dinas diatas dibagi menjadi dua Group jadi diperlukan 6 Buah NH fuse untuk pengaman masing – masing fasa.

$$\begin{aligned}
 \text{In untuk satu fasa} &= \frac{S \text{ Trafo}}{\sqrt{3} \times 410} \\
 &= \frac{100000}{\sqrt{3} \times 410} = 140.1 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Maka arus nominal pada masing – masing Fasa apabila dibagi menjadi dua group adalah sebesar :

$$\text{Arus nominal fasa} = \frac{140.1}{2} = 70.1 \text{ A}$$

Catatan : data lengkap terdapat lampiran.

- Pemilihan Bus Bar

untuk bus bar ditentukan :

1. Bus bar dari Disconnecting Switch menuju panel metering (Busbar utama)

Arus pada sisi out going trafo adalah 140.8 A

$$\begin{aligned} KHA &= 125 \% \times I_n \\ &= 125 \% \times 140.8 \text{ A} = 176 \text{ A} \end{aligned}$$

2. Bus bar untuk masing – masing fasa ,sebagai acuan diambil I nominal terbesar dari Grup 1 dan group 2 .I nominal terbesar adalah fasa T grup 1 adalah 53.2 A maka :

$$\begin{aligned} KHA &= 125 \% \times I_n \\ &= 125 \% \times 52.3 \text{ A} = 66.5 \text{ A} \end{aligned}$$

Spesifikasi terdapat pada lampiran.

Untuk LV Panel MDP Gardu distribusi Pabrik :

- Penentuan Bus Bar

Ditentukan pemakaian bus bar sebagai berikut :

$$I_{n \text{ sekunder maksimal}} = \frac{S_{trafo}}{\sqrt{3} \times V_{line}}$$

$$I_{n \text{ sekunder maksimal}} = \frac{500kVA}{\sqrt{3} \times 410V} = 704A$$

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125 \% \times I_n \\ &= 125 \% \times 704 \text{ A} = 880 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka Bus bar yang digunakan dengan bahan tembaga (Cu) telanjang ,sesuai dengan PUIL 2000 sebesar 880 A didapat ukuran Busbar (60 x 10 mm),dengan penampang 600 mm² dengan KHA 950 A .

- Pemilihan perangkat kubikel

Kubikel sama halnya dengan LV panel maka ditentukan sebagai berikut :

1. Pemilihan Fuse

$$\text{FUSE} = 400\% \times I_p = 400\% \times 18,19 \text{ A} = 72,76 \text{ A}$$

2. Pemilihan CB

$$\text{CB} = 250\% \times I_p = 250\% \times 18,19 \text{ A} = 45,475 \text{ A}$$

3. Pemilihan CT (CURRENT TRANSFORMER)

$$P_{\text{TRAFO}} = 500 \text{ kVA}$$

$$I_{\text{SEKUNDER TRAFO pada saat No Load}} = 704,1 \text{ A}$$

$$I_{\text{PRIMER TRAFO}} = 14,43 \text{ A}$$

$$V_{\text{PRIMER}} = 20 \text{ KV}$$

$$V_{\text{SEKUNDER}} = 410 \text{ V}$$

4. Pemilihan PT (POTENTIAL TRANSFORMER)

$$P_{\text{TRAFO}} = 500 \text{ kVA}$$

$$I_{\text{SEKUNDER TRAFO pada saat NL}} = 704,1 \text{ A}$$

$$I_{\text{PRIMER TRAF0}} = 14,43 \text{ A}$$

$$V_{\text{PRIMER}} = 20 \text{ KV}$$

$$V_{\text{SEKUNDER}} = 410 \text{ V}$$

DATA LENGKAP TERDAPAT PADA LAMPIRAN

5. PEMILIHAN LOAD BREAKER SWITCH (LBS)

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3}V} = \frac{500 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 20 \text{ KV}} = 14,45 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} I_n &= 115\% \times I_{\text{primer}} \\ &= 1,15 \times 14,45 = 16,61 \text{ A} \end{aligned}$$

Catatan : data lengkap terdapat lampiran.

- Perhitungan Pengaman MDP

Pada MDP beban total sebesar 400 KVA kemudian dibagi menjadi 4 kelompok. Masing-masing kelompok berbeban sebesar 100 KVA. Untuk perhitungan setiap kelompok sebagai berikut :

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \\ &= \frac{100000}{\sqrt{3} \times 380} \\ &= \frac{100000}{658.1793} \\ &= 151,93 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I_n \\ &= 1.25 \times 151,93 \\ &= 189,91 \text{ A} \end{aligned}$$

Pengaman yang digunakan :

$$\begin{aligned}
 &= 2.5 \times I_n \\
 &= 2.5 \times 151.93 \\
 &= 379.825 \text{ A}
 \end{aligned}$$

4.6. Perhitungan arus hubung singkat

Perhitungan arus hubung singkat dalam hal ini di misalkan daya hubung singkat sisi atas sebesar 500 MVA.

$$\begin{aligned}
 R1 &= \frac{410^2}{500} \times 0.15 \times 10^{-3} \\
 &= 0.05 \text{ m}\Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X1 &= \frac{410^2}{500} \times 0.98 \times 10^{-3} \\
 &= 0.33 \text{ m}\Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R2 &= \frac{410^2}{500} \times 4550 \times 10^{-3} \\
 &= 3.059 \text{ m}\Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X2 &= \sqrt{\left(\frac{4}{100} \times \frac{410^2}{500}\right)^2 - (3.059^2)} \\
 &= 13,09 \text{ m}\Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R3 &= \frac{22,5 \times 7}{4 \times (2 \times 70)} \\
 &= 0,28 \text{ m}\Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X3 &= 0,12 \times \frac{7}{4} \\
 &= 0.21 \text{ m}\Omega
 \end{aligned}$$

$$R4 = 0 \text{ m}\Omega$$

$$X4 = 0 \text{ m}\Omega$$

$$R5 = 22,5 \times \frac{1}{600}$$

$$= 0.038 \text{ m}\Omega$$

$$X5 = 0.15 \times 1$$

$$= 0.1 \text{ m}\Omega$$

$$\text{Pada M1 } R_{t1} = R1 + R2 + R3$$

$$= 0.05 + 3.059 + 0.28$$

$$\text{Pada M1 } R_{t1} = 3,389 \text{ m}\Omega$$

$$\text{Pada M1 } X_{t1} = X1 + X2 + X3$$

$$= 0.33 + 13.09 + 0.21$$

$$= 13,63 \text{ m}\Omega$$

I_{sc} di titik B

$$= \frac{V_0}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{410}{\sqrt{3 \cdot \sqrt{(R_{t1}^2 + X_{t1}^2)}}} = \frac{410}{\sqrt{3 \cdot \sqrt{(3,389^2 + 13,63^2)}}$$

$$= 16,85 \text{ KA}$$

$$\text{Pada M2 } R_{t2} = R_{t1} + R4 + R5$$

$$= 3,389 + 0 + 0,038$$

$$= 3,427 \text{ m}\Omega$$

$$\text{Pada M2 } X_{t2} = X_{t1} + X4 + X5$$

$$= 13,63 + 0 + 0,1$$

$$= 13,64 \text{ m}\Omega$$

$$I_{sc} = \frac{V_0}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{410}{\sqrt{3 \cdot \sqrt{(R_{t2}^2 + X_{t2}^2)}}} = \frac{410}{\sqrt{3 \cdot \sqrt{(3,427^2 + 13,64^2)}}$$

$$= 16,82 \text{ KA}$$

4.7. Pemilihan ATS (Automatic Transfer Switch)

$$\text{Rating arus} = 1,15 \times I_{\text{sekunder}}$$

$$= 1,15 \times 704 \text{ A}$$

$$= 810 \text{ A}$$

Untuk spesifikasi terdapat pada lampiran

4.9. Pentanahan

4.9.1. Pentanahan Gardu Distribusi

R pentanahan 1 elektroda :

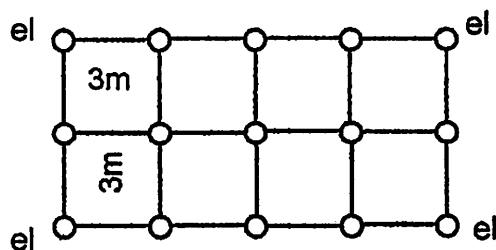
$$\begin{aligned}
 R &= \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \\
 &= \frac{100}{2 \times 3,14 \times 1,5} \left(\ln \frac{4 \times 1,5}{0,015} - 1 \right) \\
 &= \frac{\rho}{9,42} (5,99 - 1) \\
 &= 52,97 \Omega
 \end{aligned}$$

Menurut peraturan di dalam PUIL, tahanan pentanahan maksimal adalah 5 Ohm. Jadi pentanahan 1 elektroda tidak mencukupi. Sehingga digunakan pentanahan elektroda dengan sistem 'Grid'. Diinginkan tahanan pentanahan adalah 3 Ohm,

$$\begin{aligned}
 \text{maka jumlah elektroda yang diperlukan adalah} &= \frac{R_{\text{elektroda}}}{R_{\text{yang diinginkan}}} \\
 &= \frac{52,97}{3} \\
 &= 17,65 = 18 \text{ batang}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat R pentanahan total adalah

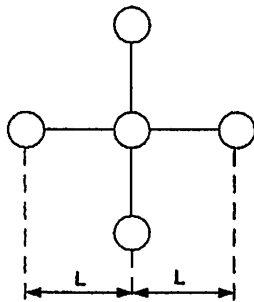
$$R_{\text{total}} = \frac{52,97}{18} = 2,94 \Omega$$



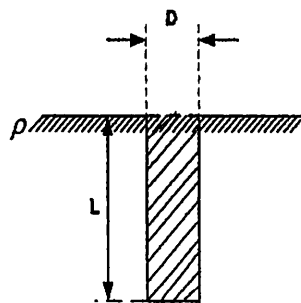
Gambar Pentanahan pada GI Dengan Sistem Grid

Perhitungan Pentanahan; Arrester, Body Panel dan Tiang untuk gardu distribusi .

- Elektroda ditanam pada tanah ladang dengan tahanan jenis (ρ) 100 ohm/m
- Jari – jari elektroda 12.5 mm.
- Jarak antar elektroda (L) adalah 3m
- Menggunakan sistem pentanahan dengan konfigurasi ‘cross section’.



- Panjang elektroda (l) adalah 2,5m
- Elektroda ditanam sedalam panjang elektroda.



$$R_{\text{pentanahan}} = \frac{K \times \rho}{2\pi l} \times \text{faktor pengali konfigurasi}$$

$$\frac{l}{r} = \frac{2500}{12,5} = 200 \Rightarrow K = 5,3$$

$$\text{faktor pengali} = \frac{1 + 2q + 2n - 4m}{5 + 2q + n - 8m}$$

$$m = \frac{\ln x}{\ln\left(\frac{l}{r}\right)} = \frac{\ln 1,5}{\ln 5,3} = \frac{0,4}{1,67} = 0,24$$

$$\Rightarrow x = \frac{l + L}{L} = \frac{2,5 + 5}{5} = 1,5$$

$$n = \frac{\ln y}{\ln\left(\frac{l}{r}\right)} = \frac{\ln 1,25}{\ln 5,3} = \frac{0,22}{1,67} = 0,13$$

$$\Rightarrow y = \frac{l + 2L}{2L} = \frac{2,5 + 10}{10} = 1,25$$

$$q = \frac{\ln z}{\ln\left(\frac{l}{r}\right)} = \frac{\ln 1,79}{\ln 5,3} = \frac{0,58}{1,67} = 0,35$$

$$\Rightarrow z = \frac{l + \sqrt{2L}}{\sqrt{2L}} = \frac{2,5 + 3,16}{3,16} = 1,79$$

$$\text{Faktor Pengali} = \frac{1 + 2 \times 0,35 + 2 \times 0,13 - 4 \times 0,24}{5 + 2 \times 0,35 + 0,13 - 8 \times 0,24} = \frac{1 + 0,7 + 0,26 - 0,96}{5 + 0,7 + 0,13 - 1,92} = \frac{0,7}{3,91} = 0,18$$

$$R \text{ pentanahan} = \frac{5,3 \times 100}{31,5} \times 0,18 = 3,03 \Omega$$

Jadi, tahanan pentanahan yang diperoleh dengan konfigurasi cross section adalah sebesar 3,03 Ohm.

4.9.2. Pentanahan Titik Netral Trafo untuk GTT

R pentanahan 1 elektroda

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \\
 &= \frac{100}{2 \times 3,14 \times 2,5} \left(\ln \frac{4 \times 2,5}{0,002} - 1 \right) \\
 &= \frac{100}{9,42} (8,5 - 1) \\
 &= 79,6 \Omega
 \end{aligned}$$

maka jumlah elektroda yang diperlukan adalah = $\frac{R_{\text{elektrod}}}{R_{\text{yangdiinginkan}}}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{79,6}{4} \\
 &= 19,9 = 20 \text{ batang}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat R pentanahan total adalah

$$R_{\text{total}} = \frac{79,6}{20} = 3,98 \text{ Ohm}$$

4.10. .Perencanaan & Desain Sangkar Faraday GI

Berikut dimensi trafonya :

Panjang = 1500 mm = 1,5 m

Lebar = 820 mm = 0,82 m

Tinggi = 1645 mm = 1,645 m

Perhitungan dimensi sangkar faraday :

Panjang = (jarak aman + panjang tangan ukuran normal manusia) x 2 + panjang trafo

$$= (0,6 + 0,75) \times 2 + 1,5$$

$$= 4,2 \text{ m}$$

Lebar = (jarak aman + panjang tangan) x 2 + lebar trafo

$$= (0,6 + 0,75) \times 2 + 0,82$$

$$= 3,52 \text{ m}$$

Tinggi = (jarak aman + panjang tangan) + tinggi trafo

$$= (0,6 + 0,75) + 1,645$$

$$= 4,345 \text{ m}$$

4.11. Perhitungan Ventilasi GI

Jumlah panas yang ditimbulkan untuk kerugian per kwh = 860 kal/jam.

Volume udara yang dibutuhkan untuk mensirkulasi panas.

$$V = \frac{860 \times PV}{1116(t_2 - t_1)} \times (1 - \alpha) m^2 / s$$

Keterangan :

V : Volume udara

PV : Rugi – rugi trafo dalam KVA

T₁ : Temperatur udara masuk

T_2 : Temperatur udara masuk

$$\alpha : \frac{1}{273} \text{ Koefisien udara}$$

Ketentuan :

Pemanasan rata – rata : $\pm 55^\circ\text{C}$

Temperature udara masuk : $\pm 20^\circ\text{C}$

Jadi $V : 0,055 \times PV \text{ m}^2/\text{s}$

Kemampuan pemanasan udara mengalir disepanjang trafo

H : Ketinggian

$$V = \frac{H}{q} \text{ m/s}$$

Q : Koefisien udara (tekanan udara)

Koefisien aliran udara (Σ_0) :

- Kondisi sederhana : 4 – 6
- Kondisi sedang : 7 – 8
- Kondisi yang baik : 9 – 10

P trafo = 500 KVA

Panjang = 1535 mm = 1,535 m

Lebar = 820 mm = 0,82 m

Tinggi = 1860 mm = 1,86 m

PV (Load Loses) = 4550 W = 4,55 KW

V = 0,55 x PV

4.12. Konstruksi jaringan

Pemasangan tiang pada jaringan dengan ketentuan :

Panjang tiang pada SUTM : 11 m

Panjang tiang pada SUTR : 9 m

Jarak antar tiang SUTM : 40 m

Panjang antar tiang SUTR : 40 m

Pada gambar berikut telah ditentukan konstruksi tiang untuk keperluan JTM - JTR dan disesuaikan dengan standart konstruksi jaringan dari PLN . Untuk gambar detail konstruksi tiang penyangga terdapat pada lampiran.

Dari perencanaan konstruksi diatas maka diperoleh kebutuhan tiang beton sebagai berikut :

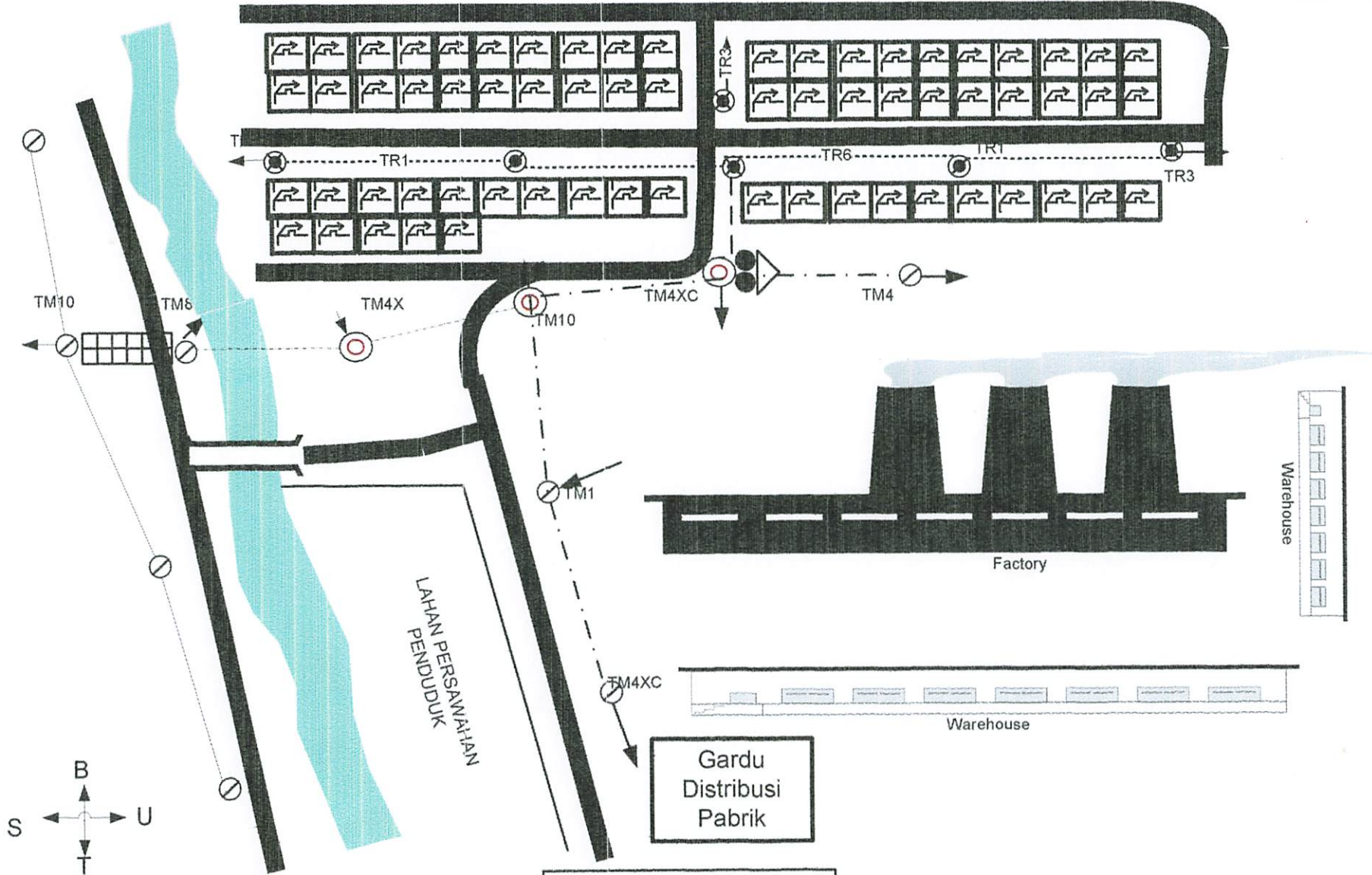
Untuk TR : Tiang beton 9 m / 350 daN 4 buah

Tiang beton 9 m / 200 daN 2 buah

Untuk TM : Tiang beton 11m / 350 daN 5 buah

Tiang beton 13 m / 350 daN 5 buah

Berikut gambar lay out hasil perencanaan untuk pemasangan JTM - JTR



Lay out rencana pemasangan jaringan SUTM untuk PT Japfa Comfeed				SIZE	FSCM NO	DWG NO	REV
DRAWN ALFAN EKA ARDANA				A4		1	
ISSUED				SCALE	1 : 125	SHEET	2 OF 3

BAB V

PENUTUP

5.1 . KESIMPULAN

1. Transformator untuk GTT menggunakan trafo dengan kapasitas 100 KVA , sedangkan untuk Gardu pasangan dalam pabrik menggunakan trafo dengan kapasitas 500 KVA.
2. Untuk kabel SUTM menggunakan AAAC 50 mm² dan Untuk kabel tanam 12 / 20 KV menggunakan N2XSY 50 mm² dengan KHA 205 A
3. Untuk SUTR menggunakan kabel TC (Twisted kabel) 50 mm².
4. Untuk perlengkapan proteksi arus lebih menggunakan Fuse Cut Out :
 - Untuk GTT rumah dinas diperoleh FCO dengan ketentuan 3,744 ampere dari hasil perhitungan.
 - Untuk gardu distribusi pabrik dinas diperoleh FCO dengan ketentuan 14,45 ampere dari hasil perhitungan.
5. Untuk pemilihan arrester dipilih arrester dengan tegangan terapan 28 KV
6. Bus bar yang digunakan dengan bahan tembaga (Cu) telanjang ,sesuai dengan PUIL 2000 sebesar 880 A didapat ukuran Busbar (60 x 10 mm),dengan penampang 600 mm² dengan KHA 950 A .

5.2.Saran

Dari penyusunan Tugas Akhir perencanaan sistem distribusi 20 KV / 380 V / 220 V pada PT.Japfa Comfeed ini penulis mengharapkan kritik dan saran guna perbaikan dan kesempurnaan hasil penyusunan Tugas Akhir perencanaan sistem distribusi 20 KV / 380 V / 220 V pada PT.Japfa Comfeed ini sebab dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan – kekurangan khususnya untuk masalah efisiensi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Harten P ,Van dan E setiawan,1981,*Instalasi Listrik Arus Kuat 1*, Bina Cipta,Bandung.
2. Harten P ,Van dan E setiawan,1981,*Instalasi Listrik Arus Kuat 3*, Bina Cipta,Bandung.
3. Muhaimin,1995,*Instalasi Listrik 1*,Pusat Pengembangan Politeknik ,Bandung.
4. *Puil 2000*.
5. Julianto ,gatot,2000,*instalasi listrik 1* ,Buku ajar ,Politeknik Negri Malang.
6. Aris munandar,Prof.Dr Artono,1993 ,*Teknik Tegangan Tinggi*,PT.Pradnya Paramita,Jakarta.

LAMPIRAN

JENIS – JENIS KONSTRUKSI TR

TR1	Tiang Penyangga Lurus
TR2	Tiang Penyangga Sudut dan Belokan
TR3	Tiang Penyangga Akhir
TR4	Tiang Penyangga Percabangan
TR5	Tiang Penyangga Penegang
TR6	Tiang Penyangga Percabangan
TR6A	Tiang Penyangga Percabangan
TR7	Tiang Penyangga Penyambung (SUTR) Kabel TC dan A3C
TR8	Tiang Penyangga TR dengan LV Insulator
TR9	Tiang Penyangga Akhir dengan LV Insulator

JENIS-JENIS PENGHANTAR TM (SUTM)














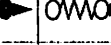
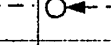
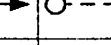
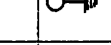
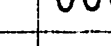
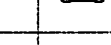
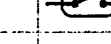
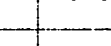
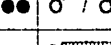
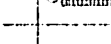
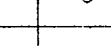
Konduktor		Kode
A3C	3 X 30 mm	M100
	3 X 55 mm	M101
	3 X 70 mm	M102
	3 X 110 mm	M103
	3 X 150 mm	M104
	3 X 240 mm	M105
A3COC	3 X 70 mm	M200
	3 X 110 mm	M201
	3 X 150 mm	M202
	3 X 240 mm	M203
ACSR	3 X 55 mm	M300
	3 X 110 mm	M301
	3 X 150 mm	M302
	3 X 70 mm	M303
BC	3 X 16 mm	M400
	3 X 25 mm	M401
	3 X 35 mm	M402
	3 X 50 mm	M403

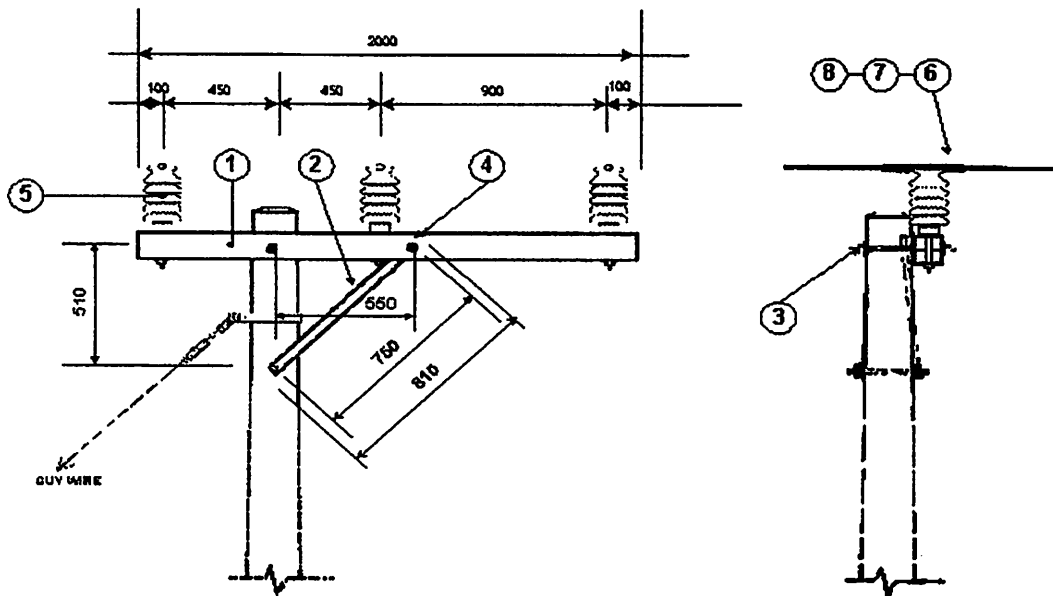
Konduktor		Kode
GPLK	3 X 70 mm	P100
	3 X 110 mm	P101
	3 X 150 mm	P102
	3 X 240 mm	P103
CVQ	3 X 70 mm	P200
	3 X 110 mm	P201
	3 X 150 mm	P202
CVT	3 X 240 mm	P203
	3 X 70 mm	P300
	3 X 110 mm	P301
CVT	3 X 150 mm	P302
	3 X 240 mm	P303
	XLPE	3 X 70 mm
3 X 110 mm		P401
3 X 150 mm		P402
XLPE	3 X 240 mm	P403
	3 X 70 mm	P500
	3 X 110 mm	P501
NEKBA	3 X 150 mm	P502
	3 X 240 mm	P503

JENIS-JENIS PENGHANTAR TR (SUTR)

	Konduktor	Kode
TC	4 X 25 mm	R001
	3 X 35 mm / 1 X 25 mm	R002
	3 X 50 mm / 1 X 35 mm	R003
	3 X 70 mm / 1 X 50 mm	R004
TC + PJ	3 X 25 mm + 1 X 16 mm	R021
	3 X 35 mm + 1 X 25 mm	R022
	3 X 50 mm + 1 X 35 mm	R023
	3 X 70 mm + 1 X 50 mm	R024
A3C + PJ	3 X 55 mm + 1 X 30 mm	R030
	3 X 110 mm + 1 X 55 mm	R031
	3 X 70 mm + 1 X 55 mm	R032
A3COW + PJ	3 X 55 mm + 1 X 30 mm	R040
	3 X 110 mm + 1 X 55 mm	R041
	3 X 70 mm + 1 X 55 mm	R042
	3 X 150 mm + 1 X 55 mm	R043
A3C	2 X 30 mm	R101
	3 X 30 mm	R102
	3 X 55 mm / 1 X 30 mm	R103
	3 X 110 mm / 1 X 55 mm	R104
	3 X 70 mm / 1 X 55 mm	R105
	4 X 30 mm	R106
	4 X 55 mm	R107
	4 X 70 mm	R108
	4 X 95 mm	R109
	4 X 110 mm	R110
ACSR	3 X 35 mm + 1 X 25 mm	R300
	3 X 55 mm + 1 X 35 mm	R301
	3 X 70 mm + 1 X 55 mm	R302
	3 X 110 mm + 1 X 55 mm	R303

	Konduktor	Kode
A3COW	2 X 30 mm	R200
	2 X 30 mm / 1 X 25 mm	R201
	3 X 55 mm / 1 X 30 mm	R202
	3 X 110 mm / 1 X 55 mm	R203
	3 X 150 mm / 1 X 55 mm	R204
	4 X 30 mm	R205
	4 X 55 mm	R206
	4 X 95 mm	R207
	4 X 110 mm	R208
BC	3 X 70 mm	R209
	2 X 10 mm	R200
	2 X 16 mm	R201
	2 X 25 mm / 1 X 16 mm	R202
	2 X 25 mm / 2 X 16 mm	R203
	3 X 50 mm	R204
	3 X 50 mm / 2 X 25 mm	R205
	3 X 10 mm	R206
	3 X 16 mm	R207
	3 X 16 mm / 1 X 10 mm	R208
	3 X 25 mm	R209
	3 X 25 mm / 1 X 16 mm	R210
	3 X 35 mm / 1 X 25 mm	R211
	3 X 50 mm / 1 X 25 mm	R212
	3 X 50 mm / 1 X 35 mm	R213
	4 X 10 mm	R214
	4 X 16 mm	R215
	4 X 25 mm	R216
	4 X 50 mm	R217

		KETERANGAN
		Tiang Beton 14 M/ 350 daN
		Tiang Beton 13 M/ 350 daN
		Tiang Beton 12 M/ 350 daN
		Tiang Beton 12 M/ 200 daN
		Tiang Beton 11 M/ 350 daN
		Tiang Beton 11 M/ 200 daN
		Tiang Beton 9 M/ 350 daN
		Tiang Beton 9 M/ 200 daN
		Tiang Beton 9 M/ 100 daN
		Tiang Beton 7 M/ 200 daN
		Tiang Beton 7 M/ 100 daN
		Pole Block
		Pondasi Tiang
	----	SUTR
	- - -	SUTM
		Horizontal Guy Wire
		Strut Pola
		Guy Wire
		Grounding
		Kabel Tanah (SKTM/ SKTR)
		Lightning Arrester (LA)
		Cut Out Switch (COS)
		Load Break Switch (LBS)
		Gardu Trafo Tiang (GTT)
		Guardnet
		Saklar Dwi kutub pelanggan



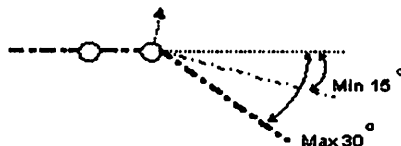
KETEBRANGAN .

No. 6 , 7 digunakan tanpa No. 8

No. 8 digunakan tanpa No. 6 & 7

KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

POSISI BELOKAN
DENGAN GUY WIRE



CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	6,9	5,4
150	6	4,5
70	5,4	3,3
35	5,1	2,4

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm 2000 (type tumpu)	1	Pcs
2	Arm Tie Type 750 Pipe ϕ 3/4"	1	Pos
3	Bolt & Nut M16x400 + Washer (Double Arm)	2	Set
4	Bolt & Nut M16x50 / M16x120 + Washer	1	Set
5	20 KV Pin (Pin Post) Insulator + Steel Pin	3	Pcs
6	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
7	Alluminium Tape 4,0 mm	Y	Mtr
8	Preformet Top Tie 240/150/70/35	3	Pcs
9			



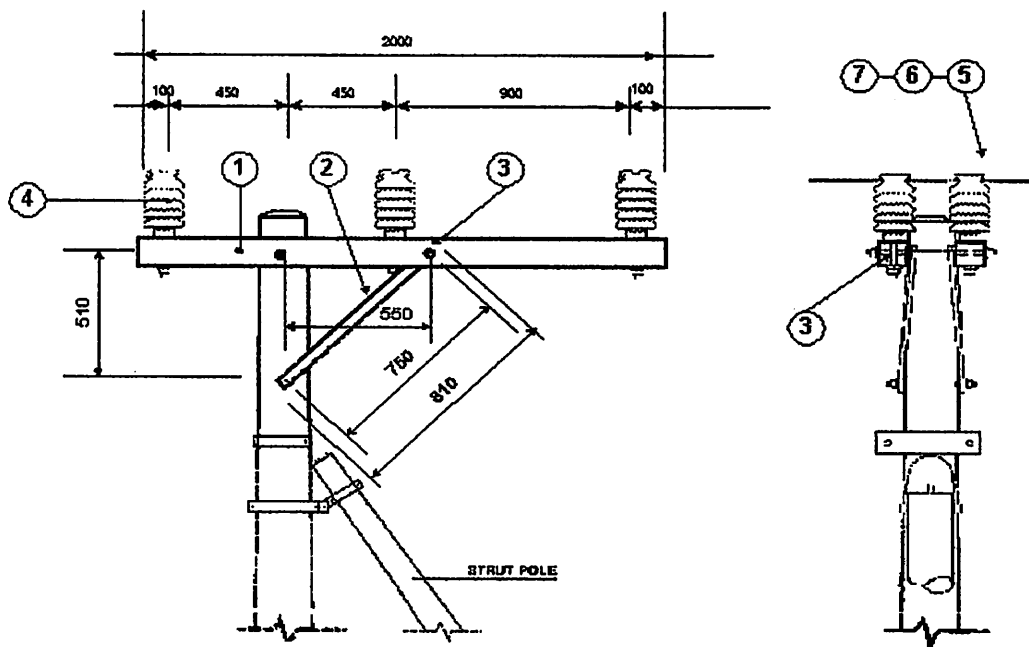
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-004.1/2001

**KONSTRUKSI
TIANG PENYANGGA BELOKAN
(Khusus Program Listrik Perdesaan)**

KONSTRUKSI

**TM1
Type A**



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

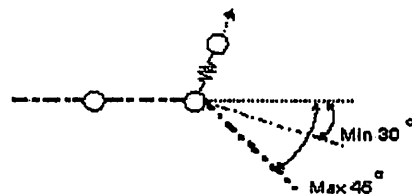
KETERANGAN :

No. 5, 6 digunakan tanpa No. 7

No. 7 digunakan tanpa No. 5 & 6

CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	13,8	10,8
150	12	0
70	10,8	6,6
35	10,2	4,8

POSISI BELOKAN DENGAN HORIZONTAL GUY WIRE



POSISI BELOKAN DENGAN STRUT POLE



NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm 2000 (type tumpu)	2	Pos
2	Arm Tie Type 750 Pipe Ø 3/4"	2	Pos
3	Bolt & Nut M16x400 + Washer (Double Arm)	3	Set
4	20 KV Pin (Pin Post) Insulator + Staal Pin	6	Pos
5	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
6	Alluminium Tape 4,0 mm	Y	Mtr
7	Preformet Top Tie 240/150/70/35	0	Pos
8			
9			



**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

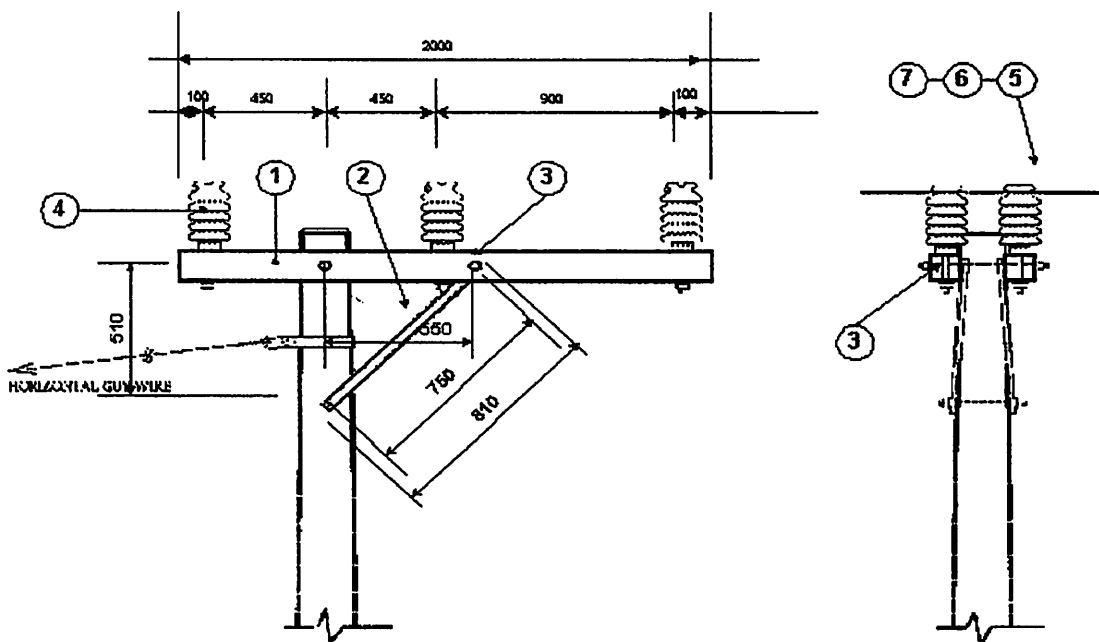
NO. GAMBAR : SIGO/MLG-005-2/2001

**KONSTRUKSI
TIANG PENYANGGA BELOKAN
(Khusus Program Listrik Perdesaan)**

KONSTRUKSI

TM2

Type B



KETERANGAN :

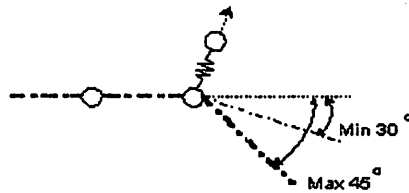
No. 5, 6 digunakan tanpa No. 7

No. 7 digunakan tanpa No. 5 & 6

KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	10,8	13,8
160	9	12
70	6,6	10,8
35	4,8	10,2

POSISI BELOKAN DENGAN HORIZONTAL GUY WIRE



NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm 2000 (type tumpu)	2	Pcs
2	Arm Tie Type 750 Pipe 3/4"	2	Pcs
3	Bolt & Nut M16x400+ Washer (Double Arm)	3	Set
4	20 KV Pin (Pin Post) Insulator+ Steel Pin	6	Pcs
5	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
6	Alluminium Tape 4,0 mm	Y	Mtr
7	Preformet Top Tie 240/160/70/35	6	Pcs
8			
9			



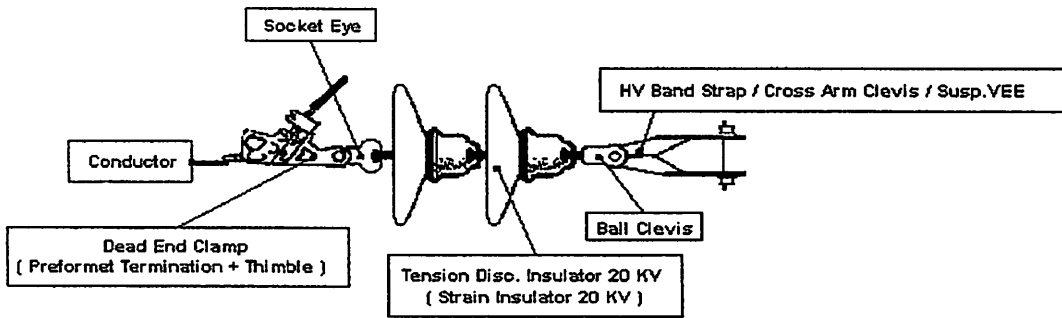
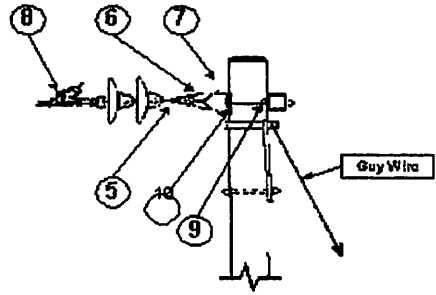
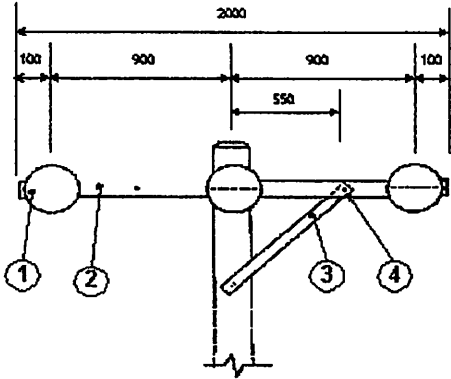
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-005-3/2001

**KONSTRUKSI
TIANG PENYANGGA BELOKAN
(Khusus Program Listrik Perdesaan)**

KONSTRUKSI

**TM2
Type C**



DETAIL RANGKAIAN ISOLATOR TARIK



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Strain Insulator 20 KV	3	Set
2	Cross Arm 2000 (type tarik)	1	Pcs
3	Arm Tie Type 750 Pipe, Ø 3/4"	1	Pcs
4	Bolt & Nut M16x400 + Washer (Double Arm)	2	Set
5	Ball Clevis / Socket Eye	3	Set
6	HV. Band Strap	3	Pcs
7	Bolt & Nut M16x140 + Washer	3	Set
8	Dead End Clamp (Strain Clamp)	3	Set
9	U Strap	3	Pcs
10	Single Arm Band / Arm Tie Band	1	Pcs



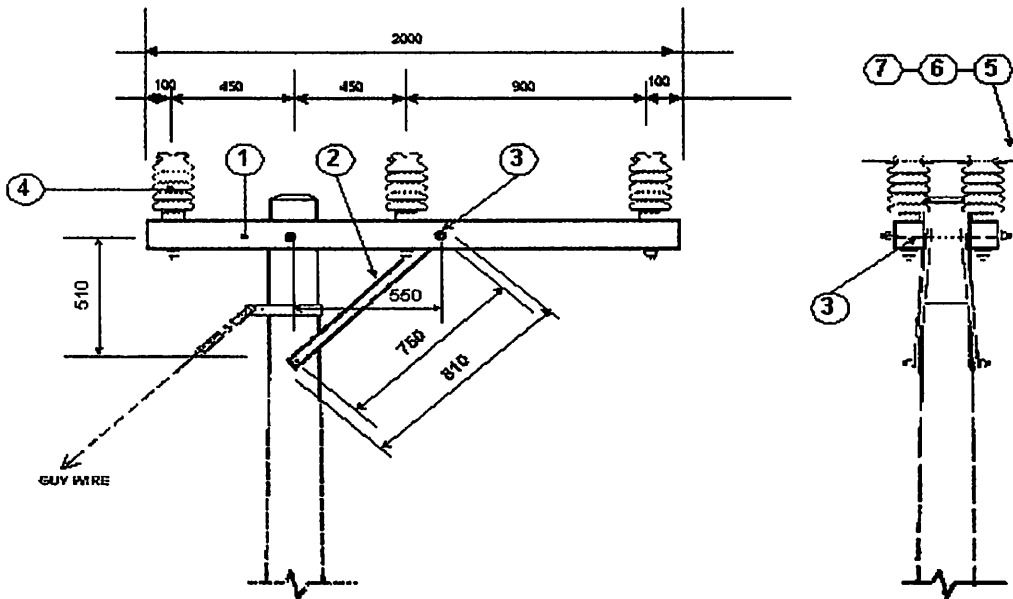
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-030/2001

**KONSTRUKSI
TIANG TARIK AKHIR**

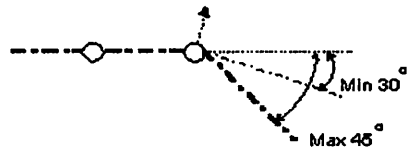
KONSTRUKSI

TM3



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

POSISI BELOKAN
DENGAN GUY WIRE

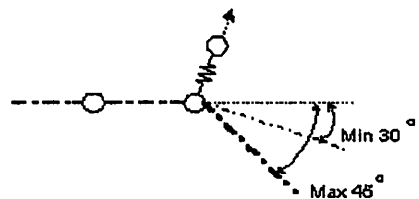


KETERANGAN :

No. 5, 6 digunakan tanpa No. 7

No. 7 digunakan tanpa No. 5 & 6

POSISI BELOKAN DENGAN
HORIZONTAL GUY WIRE



CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	13,8	10,8
150	12	0
70	10,8	6,8
35	10,2	4,8

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm 2000 (type tumpu)	2	Pos
2	Arm Tie Type 750 Pipe Ø 3/4"	2	Pos
3	Bolt & Nut M 16x400 + Washer (Double Arm)	3	Set
4	20 KV Pin (Pin Post) Insulator + Steel Pin	6	Pos
5	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
6	Alluminium Tapa 4,0 mm	Y	Mtr
7	Praformat Top Tie 240/150/70/35	6	Pos
8			
9			



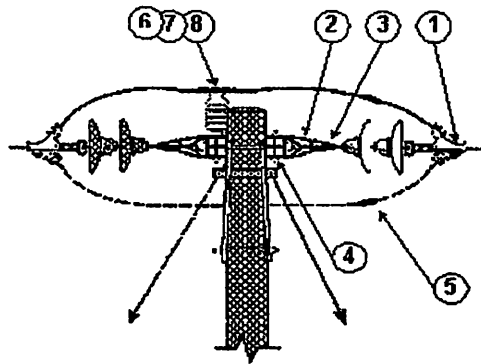
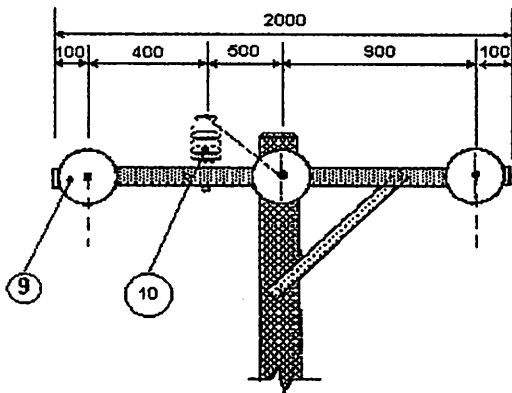
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/M:G-005-1/2001

**KONSTRUKSI
TIANG PENYANGGA BELOKAN**
(Khusus Program Listrik Perdesaan)

KONSTRUKSI

TM2
Type A



KETERANGAN :

No. 6 & 7 digantikan juga No. 8

No. 8 digunakan tanpa No. 6 & 7



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	2,3	1,8
150	2	1,5
70	1,8	1,1
35	1,7	0,8

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Dead End Clamp (Strain Clamp)	3	Pcs
2	Cross Arm Clevis / Susp.VEE / Band Strap	3	Pcs
3	Ball Clevis + Soked Eye	3	Pcs
4	Bolt & Nut M16x140	3	Set
5	Line Tap Connector	3	Set
6	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
7	Alluminun. Tape 4,0 mm	Y	Mtr
8	Preformet Top Tie 240/150/70/35	1	Pcs
9	String / Tension Disc. Insulator 20 KV	3	Pcs
10	20 KV Pin / Pin Post Insulator	1	Pcs



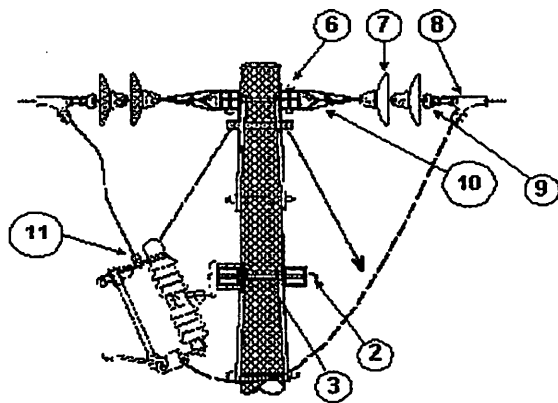
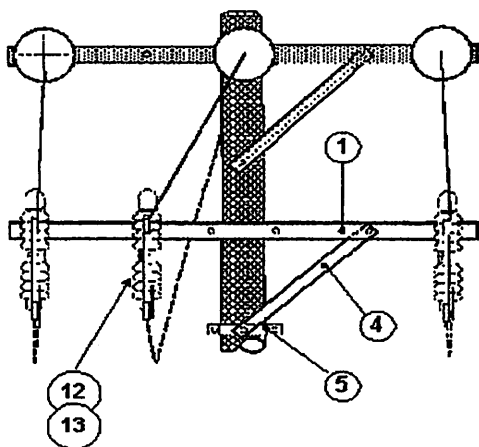
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-007/2001

**KONSTRUKSI PENEGANG PADA
TIANG AKHIR LAMA (EX TM 4)**

KONSTRUKSI

TM4X



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm 2000 (type tarik)	2	Pos
2	Bolt & Nut M16x500 + Washer (Double Arm)	2	Set
3	Double Arm Band & Nut + Washer	1	Set
4	Arm Tie Type 750 Pipe 1 3/4"	2	Pos
5	Arm Tie Band + Bolt & Nut M.16x50	1	Set
6	Bolt & Nut M140 + Washer	3	Set
7	20 kV Strain Insulator	3	Set
8	Strain Clamp / Preformet Term.	3	Pos
9	Ball Clevis & Socket Eye	3	Set
10	Cross Arm Clevis / HV Band Strap	3	Set
11	Terminal Lug Cu / Al	6	Pos
12	Cut Out Switch 22 KV-100 A + Bracket	3	Set
13	Fuse Link 100 A	3	Set

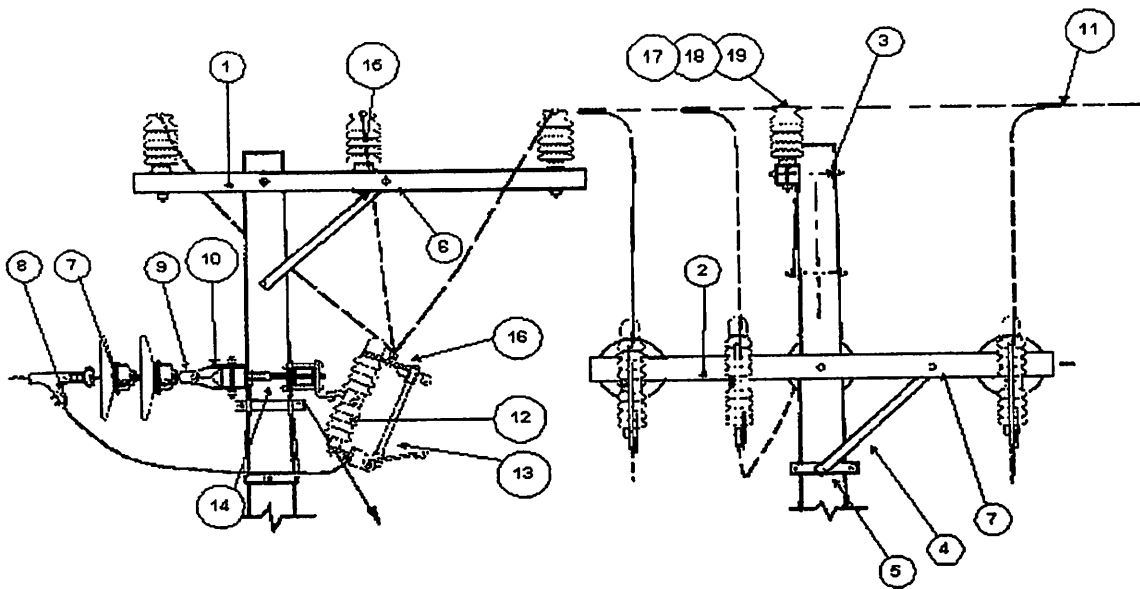


**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

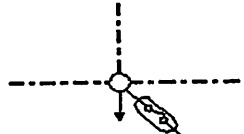
NO. GAMBAR : SIGO/MLG-008/2001

**KONSTRUKSI PENEGANG
DENGAN CUT OUT SWITCH
PADA TIANG AKHIR LAMA
(EX TM 4)**

KONSTRUKSI
TM4XC



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI



CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	8,9	5,4
150	8	4,5
70	5,4	3,3
35	5,1	2,4

KETERANGAN :

No. 17 , 18 Digunakan tanpa No. 19

No. 19 Digunakan tanpa No. 17 & 18

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm type - 2000 (tumpu)	1	Pcs
2	Cross Arm type - 2000 (laik)	2	Pcs
3	Bolt & Nut M16x400/500+ Washer (Dub Arm)	2 / 2	Pcs
4	Arm Tie Type 750 Pipe, Ø 3/4"	3	Pcs
5	Arm Tie Band , Nut + Washer	1	Pcs
6	Bolt & Nut M16x140 + Washer	4	Pcs
7	Tension Disc / String Insulator 20 KV	3	Pcs
8	Dead end/Strain Clamp/Prefomed Termination	3	Pcs
9	Ball Clevis + Socket Eye	3	Pcs
10	Band Strap / Cross Arm Clevis / Susp. Eye	3	Pcs
11	Line Tap / H Connector	3	Pcs
12	Cut Out Switch 22KV / 100 A+ Bracket	3	Pcs
13	Fuse Link 100 A	3	Pcs
14	Double Arm Band+ Bolt & Nuts + Washer	1	Pcs
15	20 KV Pin / Pin Post Insulator+ Steel Pin	3	Pcs
16	Terminal Lug 150 - Cu / Al	6	Pcs
17	Alluminium Binding Wire 3.2 mm	X	Mtr
18	Alluminium Tape 4.0 mm	Y	Mtr
19	Preformet Top Tie 150/70/35 Sqmm	3	Pcs
20			
21			
22			



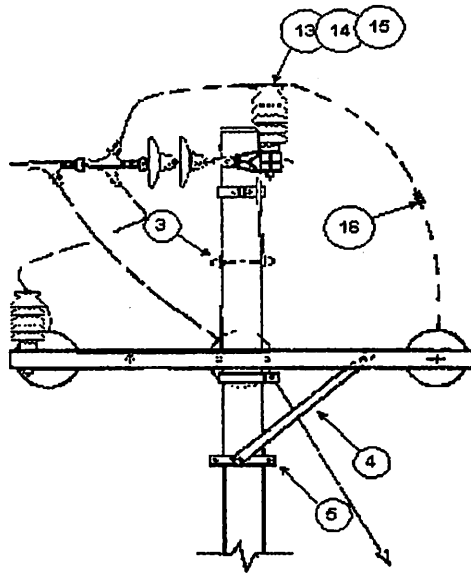
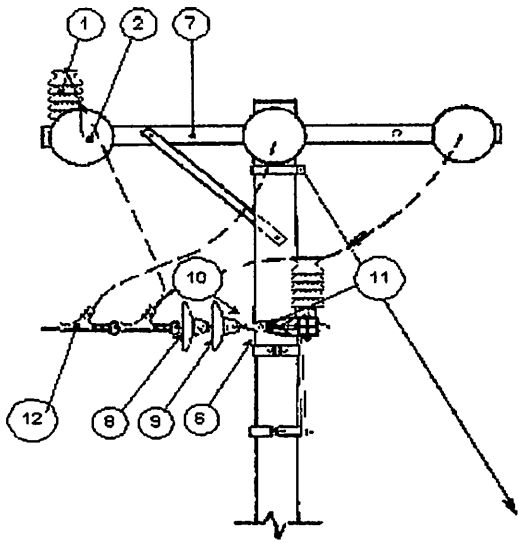
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-012/2001

**KONSTRUKSI
TIANG PENYANGGA & TARIK
DILENGKAPI CUT OUT SWITCH**

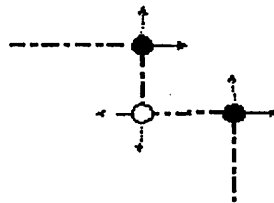
KONSTRUKSI

TM8C



CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	3,6	4,6
150	3	4
70	2,2	3,6
35	1,6	3,4

KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI



KETERANGAN :

No. 13 , 14 Digunakan tanpa No. 15

No. 15 Digunakan tanpa No. 13 & 14



**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

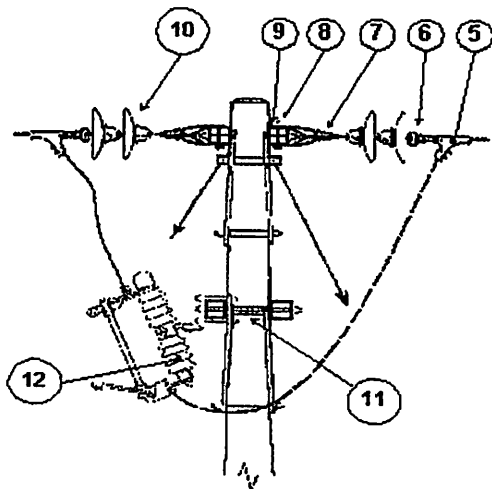
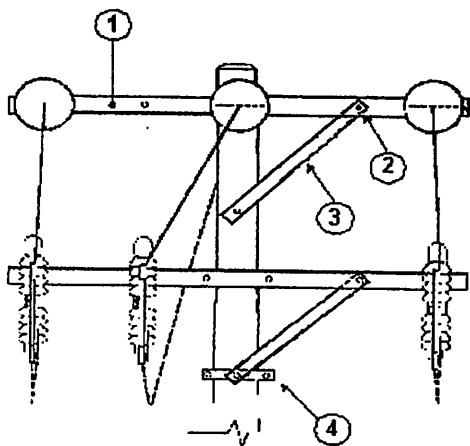
NO. GAMBAR : SIGO/MLG-090/2001

KONSTRUKSI TIANG SUDUT

KONSTRUKSI

TM9

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	20 KV Pin / Pin Post Insulator + Steel Pin	2	Pcs
2	Tension Disc / String Insulator 20 KV	6	Pcs
3	Bolt & Nut M16x400/500+Washer (Doub Arm)	2	Pcs
4	Arm Tie Type 750 Pipe ϕ 3/4"	2	Pcs
5	Arm Tie Band , Nut M16 + Washer	1	Pcs
6	U Strap	2	Pcs
7	Cross Arm type - 2000 (tarik)	2	Pcs
8	Ball Clevis + Socket Eye	6	Pcs
9	Band Strap / Cross Arm Clevis / Susp. VEE	6	Pcs
10	Bolt & Nut M16x140 + Washer	7	Pcs
11	Single Arm Band + Bolt & Nuts + Washer	1	Set
12	Dead end/Strain Clamp/Preformed Termination	6	Set
13	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
14	Alluminium Tape 4,0 mm	Y	Mtr
15	Preformet Top Tie 150/70/35 Sqmm	2	Pcs
16	Line Tap Connector/ HH Connector	3	Pcs
17			



NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm 2000 NP10/Square Pipe (Tarik)	4	Pcs
2	Double Bolt & Nut M16x400/500 + Washer	4 / 2	Set
3	Arm Tie Type 750 Pipe, Ø 3/4"	4	Pcs
4	Arm Tie Band & Nut M16x50 + Washer	1	Set
5	Strain Clamp, Preformed Termination + Trimble	6	Set
6	Bolt Clevis + Socket Eye	6	Set
7	Cross Arm Clevis / Susp. VEE / Band Strap	6	Set
8	Bolt & Nut M16x140 + Washer	6	Set
9	U Strap	2	Pcs
10	String / Tension Disc Insulator 20 kV	6	Pcs
11	Double Arm Band + Bolt + Nut + Washer	1	Set
12	Cut Out Switch 22kV + Fuse Link 100A	3	Set



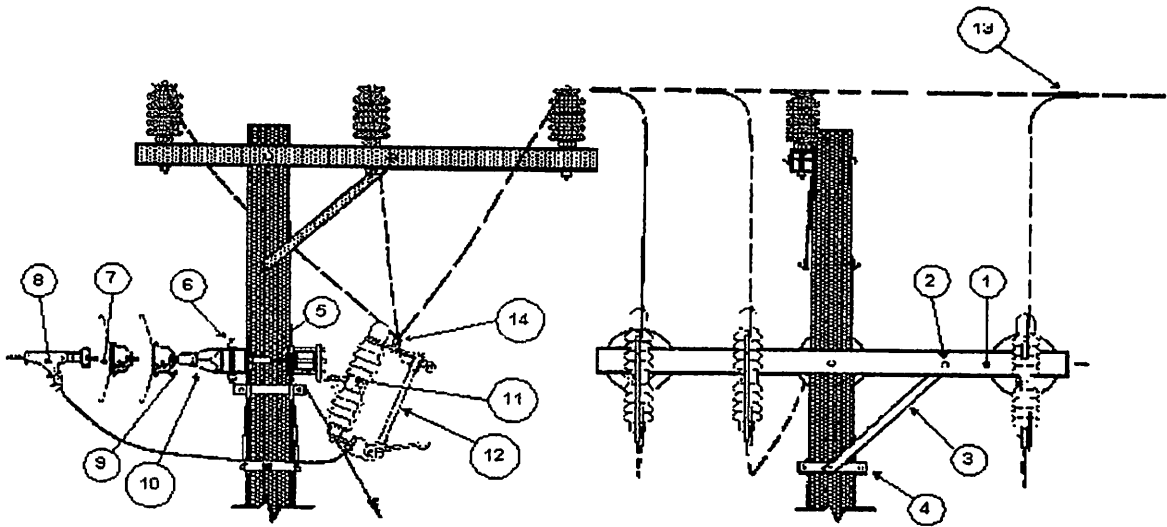
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-010/2001

**KONSTRUKSI
TIANG PENEGANG
DENGAN CUT OUT SWITCH**

KONSTRUKSI

TM5C



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm type - 2000 (tarik)	2	Pcs
2	Bolt & Nut M16x500 + Washer (Double Arm)	2	Pcs
3	Arm Tie Type 750 Pipe ϕ 3/4"	2	Pcs
4	Arm Tie Band , Nut M16 + Washer	1	Set
5	Double Arm Band + Bolt & Nut M16+ Washer	1	Pcs
6	Bolt & Nut M16x140 + Washer	3	Pcs
7	Tension Disc / String Insulator 20 KV	3	Pcs
8	Dead end/Strain Clamp/Preformed Termination	3	Pcs
9	Ball Clevis + Socket Eye	3	Pcs
10	Band Strap / Cross Arm Clevis / Susp. Eye	3	Pcs
11	Cut Out Switch 22KV / 100 A + Bracket	3	Pcs
12	Fuse Link 100 A	3	Pcs
13	Line Tap Connector	3	Pcs
14	Terminal Lug 150 - Cu/Al	6	Pcs
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			



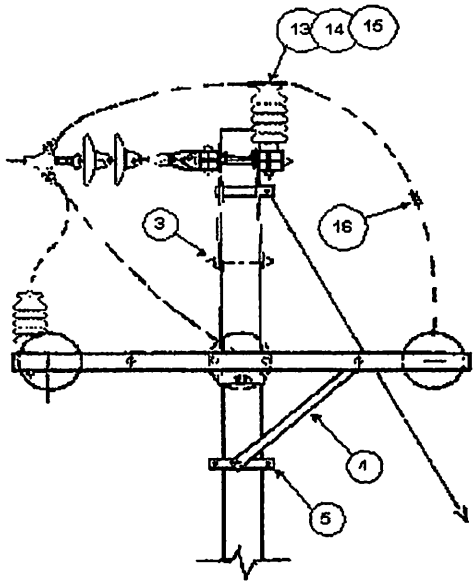
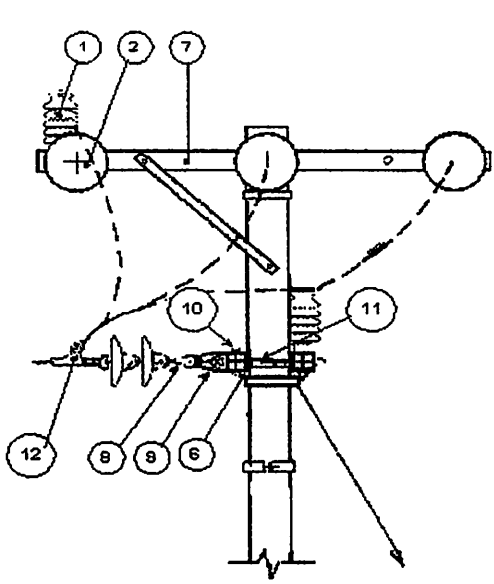
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-013/2001

**KONSTRUKSI TIANG TARIK
PADA EX TIANG PENYANGGA
DILENGKAPI CUT OUT SWITCH**

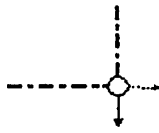
KONSTRUKSI

TM8XC



CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	4,6	3,6
150	4	3
70	3,6	2,2
35	3,4	1,6

KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI



KETRANGAN :
 No. 13 , 14 Digunakan tanpa No. 15
 No. 15 Digunakan tanpa No. 13 & 14

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	20 KV Pin / Pin Post Insulator + Steel Pin	2	Pcs
2	Tension Disc / String Insulator 20 KV	6	Pcs
3	Bolt & Nut M16x400/500 + Washer (Double Arm)	4 / 2	Pcs
4	Arm Tie Type 750 Pipe Ø 3/4"	4	Pcs
5	Arm Tie Band , Nut M16 + Washer	1	Pcs
6	U Strap	1	Pcs
7	Cross Arm type - 2000 (tarik)	4	Pcs
8	Ball Clevis + Socket Eye	8	Pcs
9	Band Strap / Cross Arm Clevis / Susp. VEE	8	Pcs
10	Bolt & Nut M16x140 + Washer	8	Pcs
11	Double Arm Band + Bolt & Nuts + Washer	1	Set
12	Dead end / Strain Clamp / Preformed Termination	6	Set
13	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
14	Alluminium Tape 4,0 mm	Y	Mtr
15	Preformet Top Tie 150/70/35 Sqmm	2	Pcs
16	Line Tap Connector / HH Connector	3	Pcs
17			



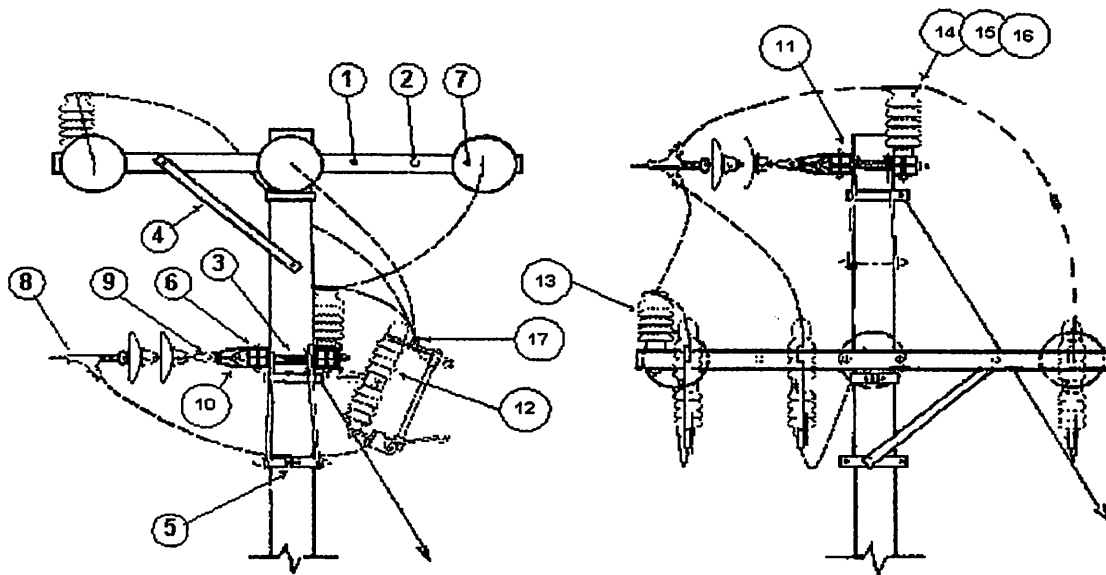
PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-014/2001

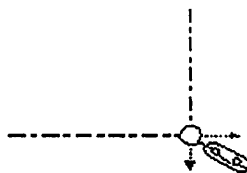
KONSTRUKSI TIANG SUDUT

KONSTRUKSI

TM10



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI



CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	4,8	3,6
150	4	3
70	3,6	2,2
35	3,4	1,6

KETERANGAN :

No. 14, 15 Digunakan tanpa No. 16

No. 16 Digunakan tanpa No. 14 & 15

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm 2000 (Type Tarik)	4	Pcs
2	Double Arm Bolt & Nut M16x400/500+Washer	4 / 2	Set
3	Double Arm Band + Nut & Washer	1	Set
4	Arm Tie Type 750 Pipe. Ø 3/4"	4	Set
5	Arm Tie Band Bolt + Nut M16 & Washer	1	Set
6	Bolt & Nut M16x140 + Washer	6	Set
7	20 kV Strain Insulator	6	Set
8	Strain Clamp	6	Set
9	Ball Clavis & Socket Eye	6	Set
10	Cross Arm Clevis	6	Set
11	U Strap	1	Pcs
12	Cut Out Switch 22kV/100A+Fuse 6A+Bracket	3	Set
13	20 kV Pin / Pin Post Insulator	2	Set
14	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
15	Alluminium Tape 4,0 mm	Y	Mtr
16	Preformet Top Tie 240/150/70/35	2	Pcs
17	Terminal Lug 150 - Cu/Al	2	Pcs
18			
19			



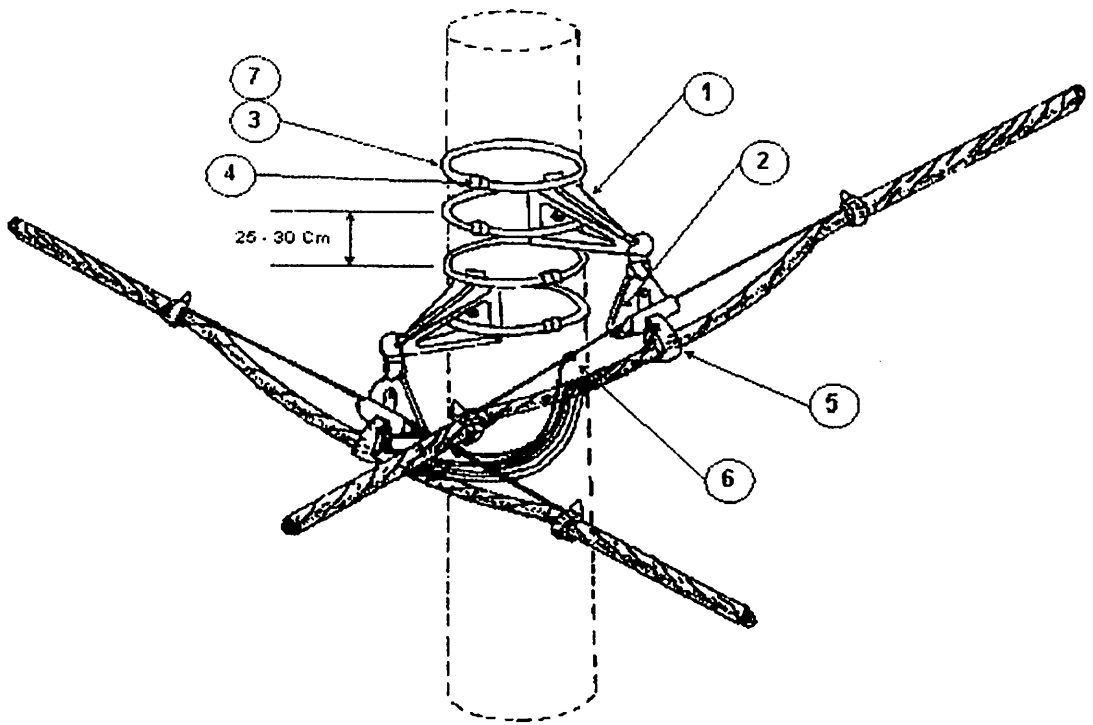
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-016/2001

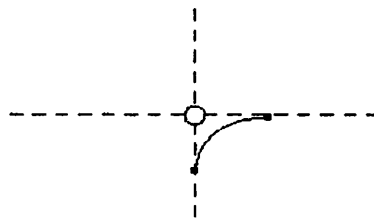
**KONSTRUKSI TIANG SUDUT
DILENGKAPI CUT OUT SWITCH**

KONSTRUKSI

TM10C



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI



NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Suspension Clamp Bracket	2	Set
2	Suspension Clamp	2	Set
3	Stainless Steel Strip 0,75 Mtr	4	Pcs
4	Stopping Buckle	4	Pcs
5	Plastic Strap	8	Pcs
6	Bendled Cond. Connector 70-25/70-25	8	Pcs
7	Protectip Plastic Strap 0,5 Mtr	4	Pcs
8			
9			



**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

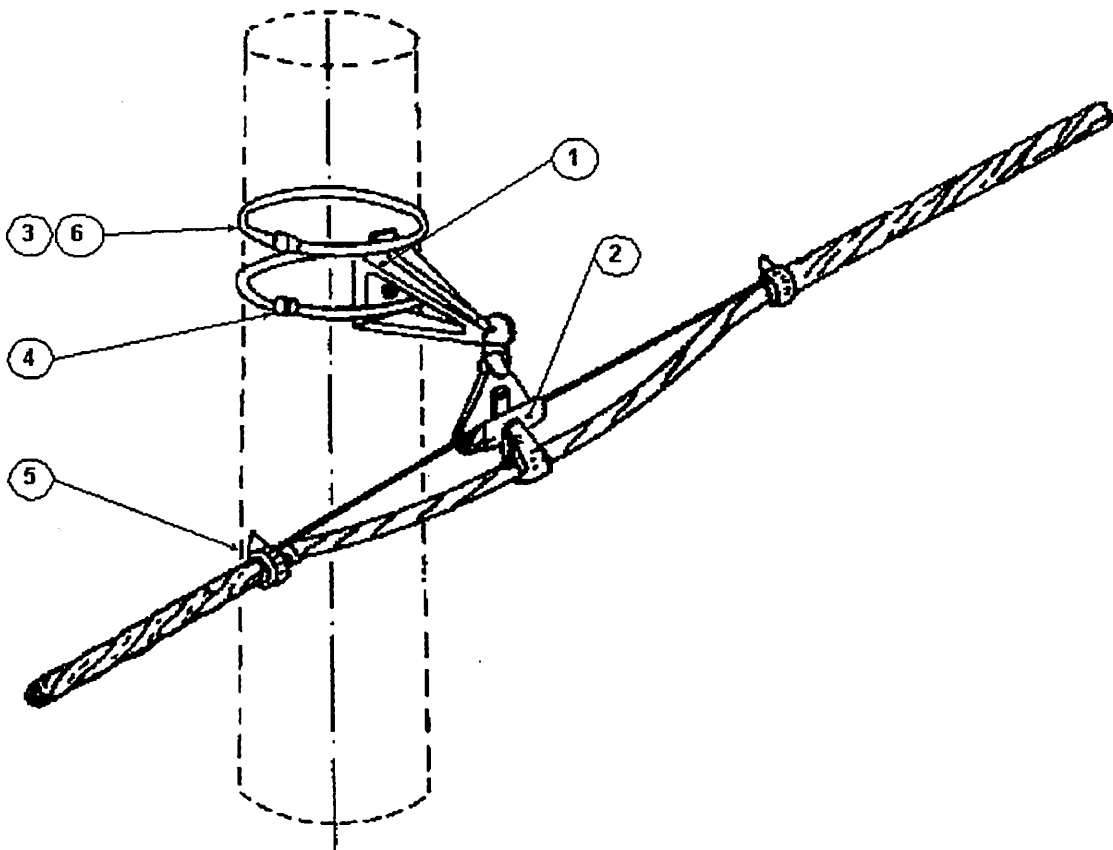
NO. GAMBAR : SIGO/MLG-R-004/2001

**KONSTRUKSI
TIANG PENYANGGA SILANG**

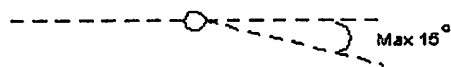
KONSTRUKSI

TR4

(2TR1)



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI



NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Suspension Clamp Bracket	1	Set
2	Suspension Clamp	1	Set
3	Stainless Steel Strip 0,75 Mtr	2	Pcs
4	Stopping Budkle	2	Pcs
5	Plastic Strap	3	Pcs
6	Protektip Plastic Strap 0,5 Mtr	2	Pcs
7			
8			
9			



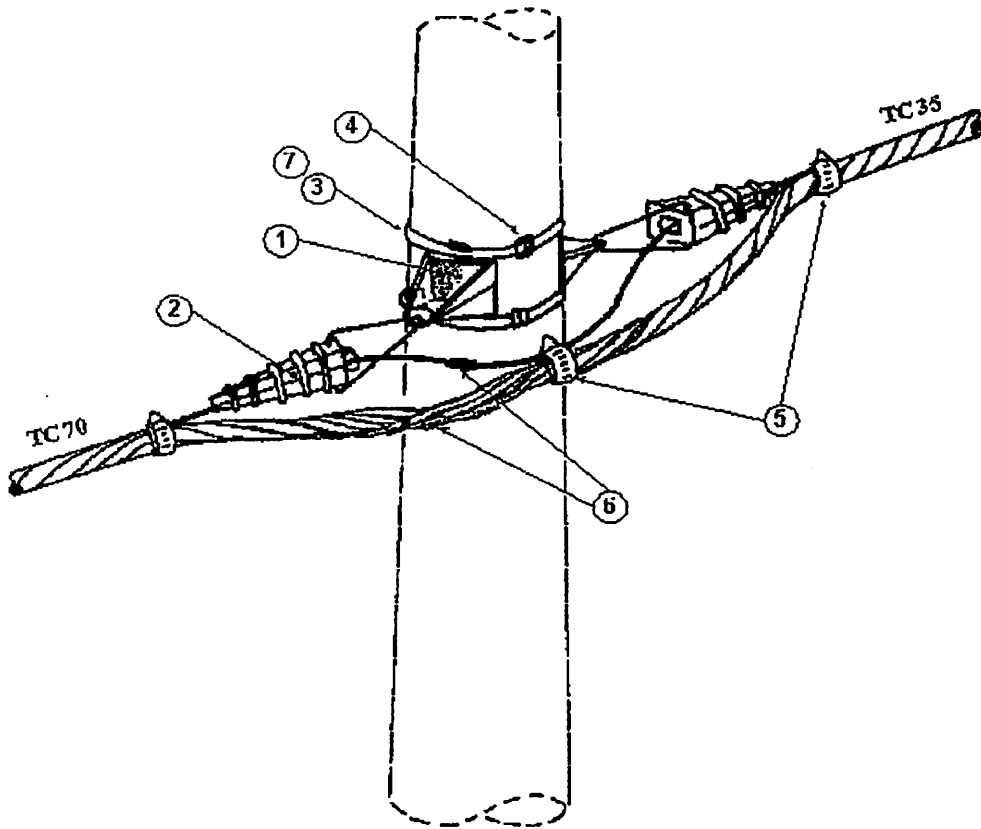
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-R-001/2001

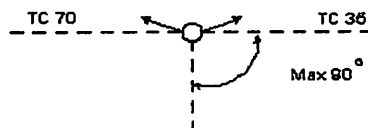
**KONSTRUKSI
TIANG PENYANGGA**

KONSTRUKSI

TR1



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI



NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Tension Bracket	2	Set
2	Strain Clamp	2	Set
3	Stainless Steel Strip 0,75 Mtr	2	Pcs
4	Stopping Buckle	2	Pcs
5	Plastic Strap	3	Pcs
6	Bundled Cond. Connector 70/50/35	4	Pcs
7	Protectip Plasio Stap 0,5 Mtr	2	Pcs
8			
9			



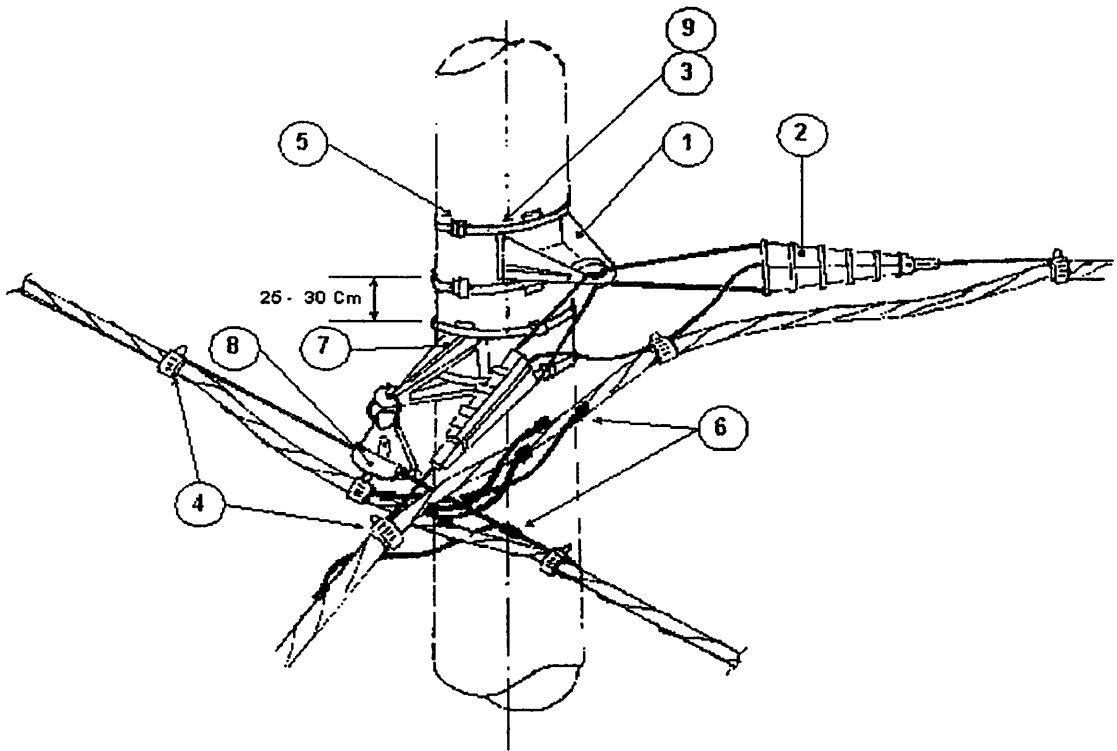
PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-R-005-1/2001

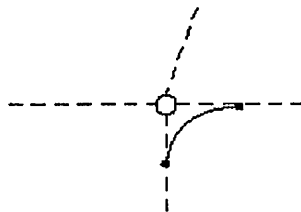
KONSTRUKSI TIANG PENEGANG
DENGAN HANTARAN
BEDA PENAMPANG

KONSTRUKSI

TR5A
BEDA PENAMPANG



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI



NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Tension Bracket	1	Set
2	Strain Clamp	2	Set
3	Stainless Steel Strip 0,75 Mtr	4	Pcs
4	Stopping Buckle	4	Pcs
5	Plastic Strap	6	Pcs
6	Bendled Cond. Connector 70-25/70-25	8	Pcs
7	Suspension Clamp Bracket	1	Pos
8	Suspension Clamp	1	Set
9	Protectip Plastic Strap 0,5 Mtr	4	Pcs



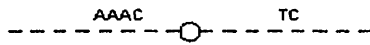
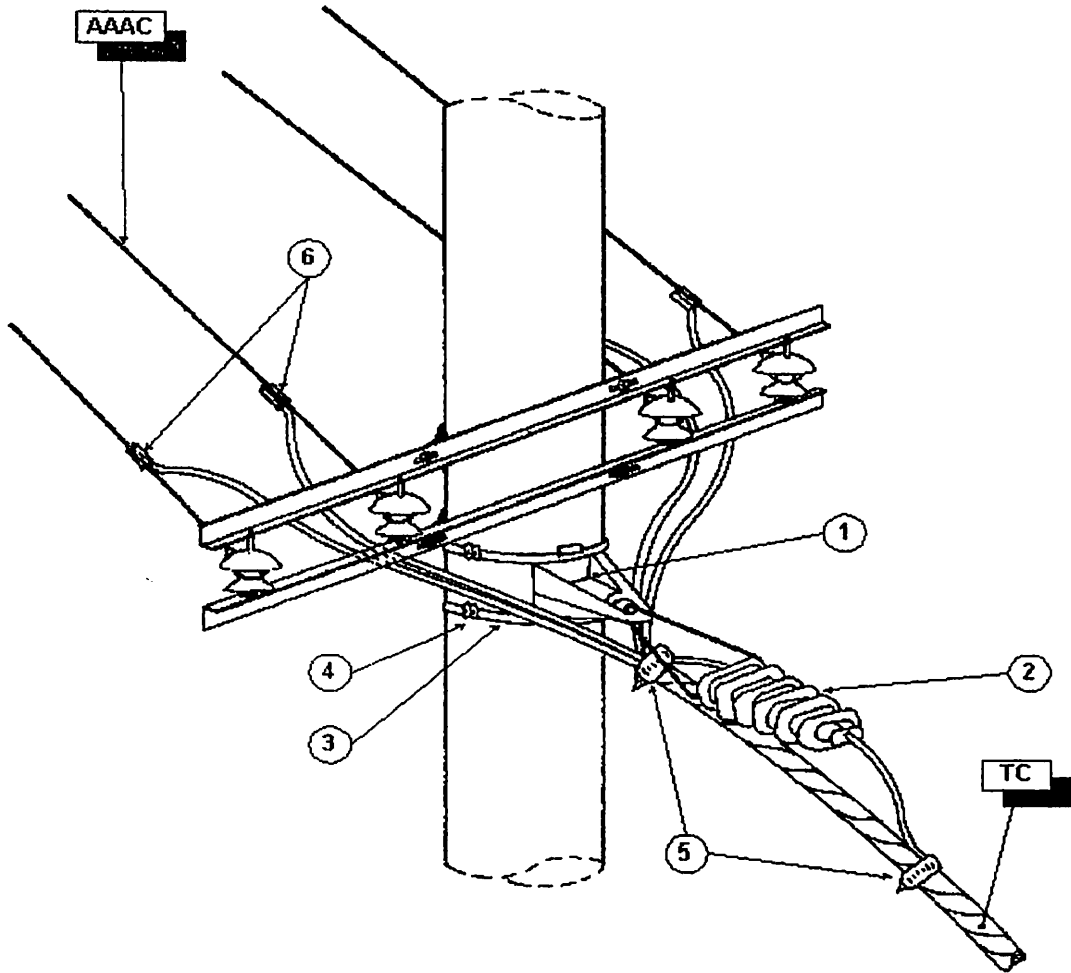
PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-R-004-1/2001

KONSTRUKSI TIANG
PENYANGGA & SUDUT SILANG

KONSTRUKSI

TR4A
(TR1 + TR2)



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Tension Bracket	1	Set
2	Strain Clamp	1	Set
3	Stainless Steel Strip 0,75 Mtr	2	Pcs
4	Stopping Budde	2	Pcs
5	Plasio Strap	2	Pcs
6	Line Tap Connector 70 - 26 / 70 - 25	4	Pcs
7			
8			
9			



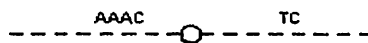
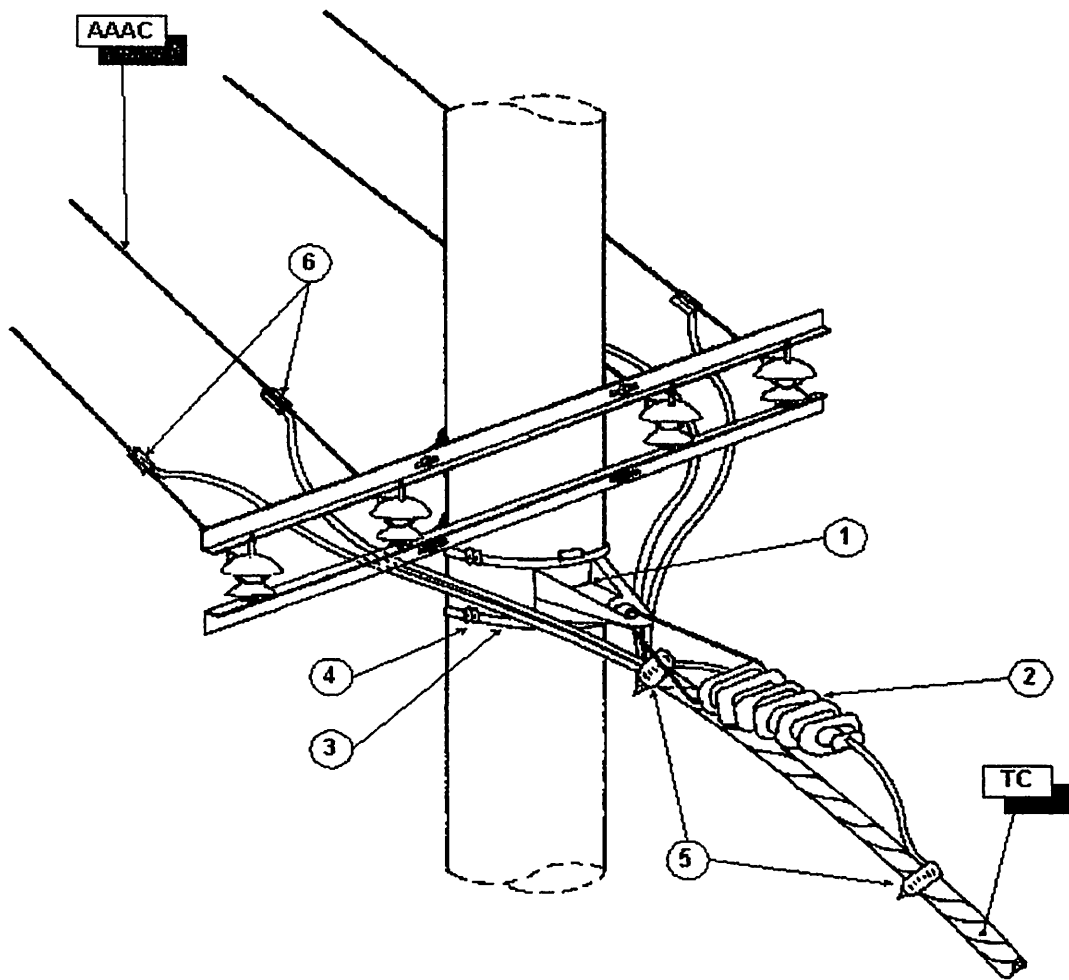
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-R-007/2001

**KONSTRUKSI PENYAMBUNGAN
KONDUKTOR TC & AAAC**

KONSTRUKSI

TR7



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Tension Bracket	1	Set
2	Strain Clamp	1	Set
3	Stainless Steel Strip 0,75 Mtr	2	Pcs
4	Stopping Buckle	2	Pcs
5	Plastio Strap	2	Pcs
6	Line Tap Connector 70 - 25 / 70 - 25	4	Pcs
7			
8			
9			



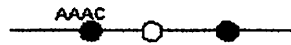
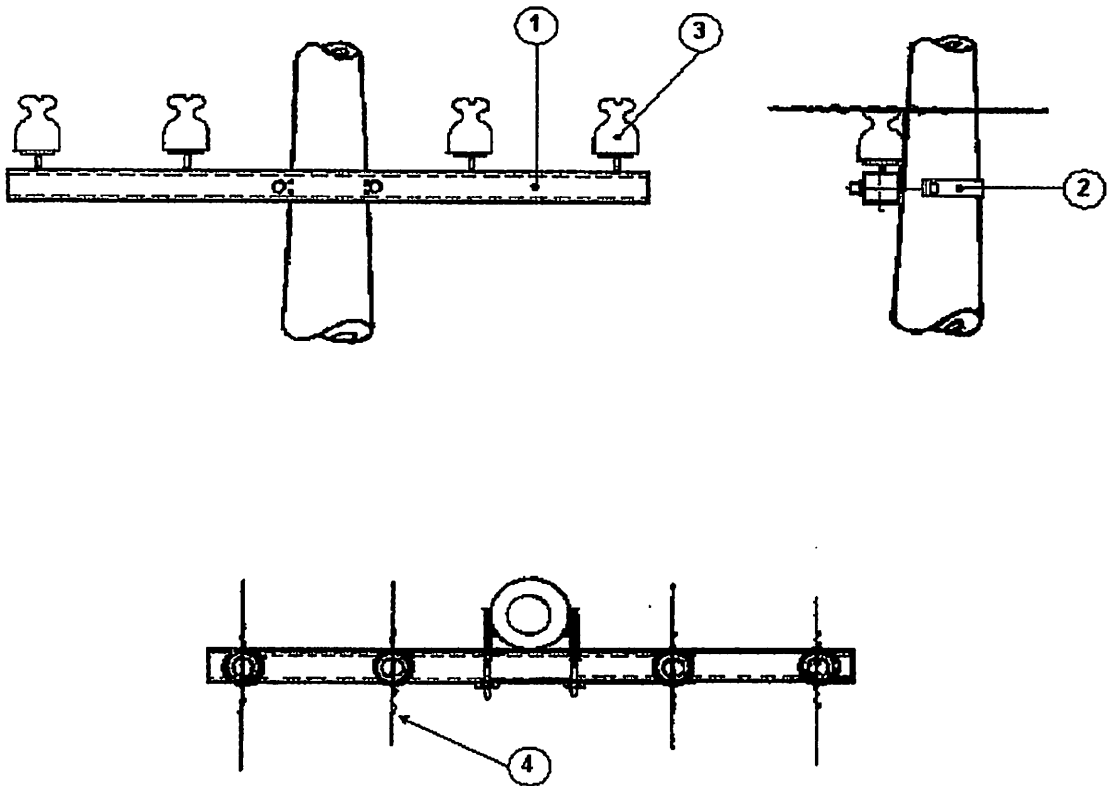
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-R-007/2001

**KONSTRUKSI PENYAMBUNGAN
KONDUKTOR TC & AAAC**

KONSTRUKSI

TR7



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Cross Arm 1200 S1 Square Pipe 75x75x3,2	1	Pcs
2	Single Arm Band & Nut+ Washer 8"x10"	1	Pcs
3	LV Pin Insulator + Steel Pin (NGK)	4	Pcs
4	Halloally	4	Pcs
6			
6			
7			
8			
8			



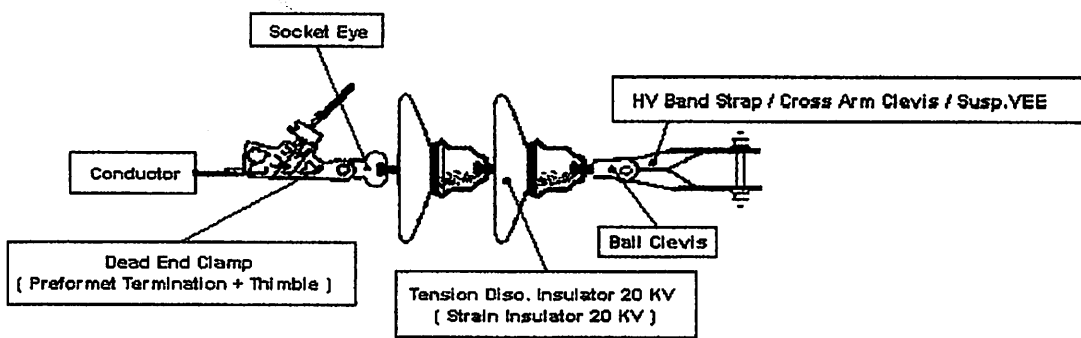
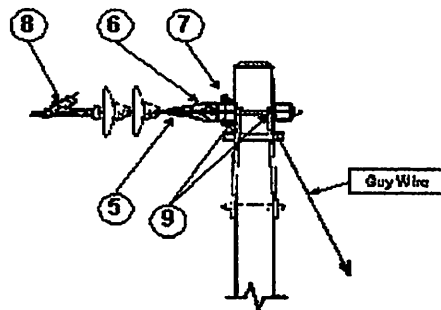
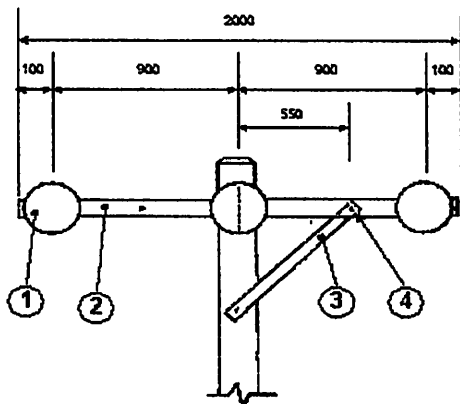
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-R-008/2001

**KONSTRUKSI
TIANG PENYANGGA
DENGAN INSULATOR TUMPU**

KONSTRUKSI

TR8



DETAIL RANGKAIAN ISOLATOR TARIK



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	Strain Insulator 20 KV	3	Set
2	Cross Arm 2000 (type tarik)	2	Pcs
3	Arm Tie Type 760 Pipe, Ø 3/4"	2	Pcs
4	Bolt & Nut M16x400 + Washer (Double Arm)	4	Set
5	Ball Clevis / Socket Eye	3	Set
6	HV. Band Strap	3	Pcs
7	Bolt & Nut M16x140 + Washer	3	Set
8	Dead End Clamp (Strain Clamp)	3	Set
9	U Strap	2	Pcs
10			



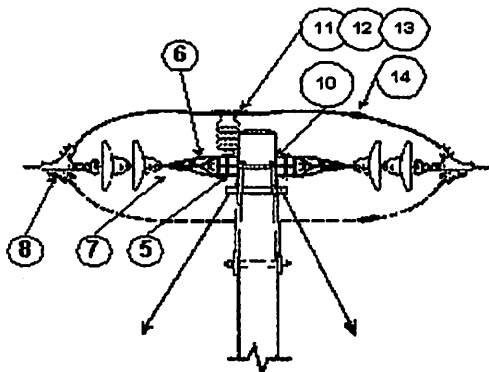
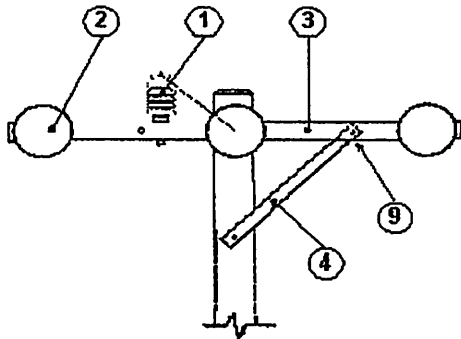
**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-006/2001

**KONSTRUKSI
TIANG TARIK AKHIR**

KONSTRUKSI

TM4



CONDUCTOR	X (mtr)	Y (mtr)
240	2,3	1,9
150	2	1,5
70	1,8	1,1
35	1,7	0,8

KETERANGAN .

No. 11 , 12 digunakan tanpa No. 13
 No. 13 digunakan tanpa No. 11 & 12



KODE PADA GAMBAR DISTRIBUSI

NO.	NAMA MATERIAL	JUMLAH	SATUAN
1	20 KVPin / Pin Post Insulator + Steel Pin	1	Pcs
2	20 KV Strain Insulator	6	Set
3	Cross Arm 2000 (Type Tarik)	2	Pos
4	Arm Tie Type 760 (Pipe 3/4 ")	2	Set
5	Bolt & Nuts M16 x 140 + Washer	6	Set
6	Susp.VEE / Cross Arm Clevis / Band Strap	6	Pcs
7	Ball Clevis + Sockel Eye	6	Pos
8	Dead End Clamp / Preformed Term + Trimble	6	Pos
9	Bolt & Nut M16x400 + Washer (Double Arm)	4	Set
10	U Strap	2	Pos
11	Alluminium Binding Wire 3,2 mm	X	Mtr
12	Alluminium Tape 4,0 mm	Y	Mtr
13	Preformed Top Tie 240/150/70/35	1	Pos
14	Line Tap Connector	3	Pos
15			



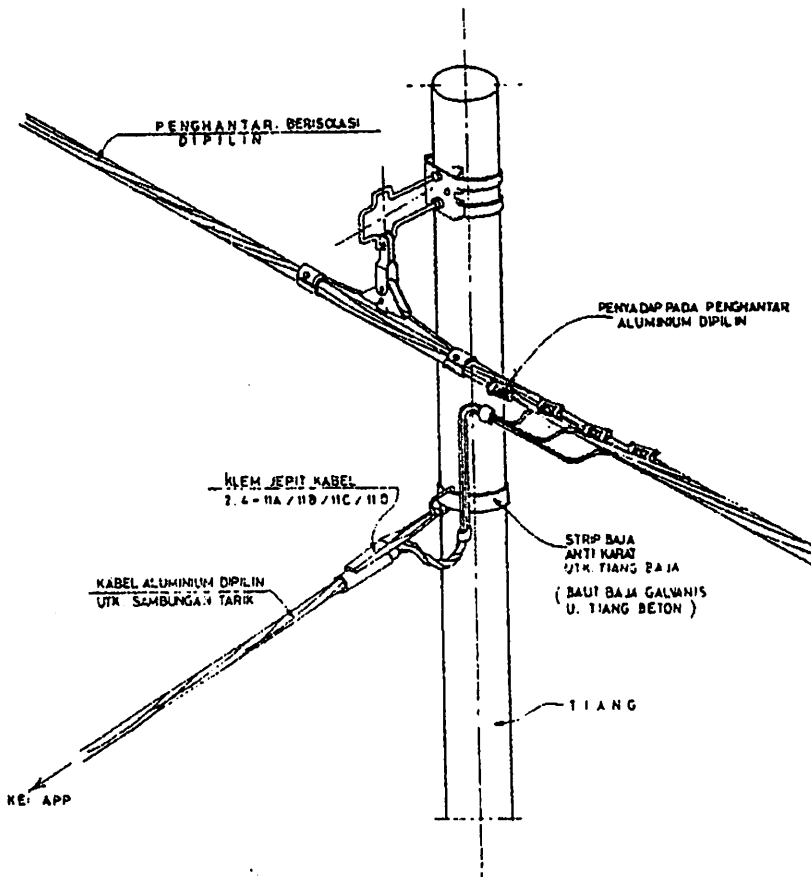
**PT. PLN (PERSERO)
 DISTRIBUSI JAWA TIMUR**

NO. GAMBAR : SIGO/MLG-009/2001

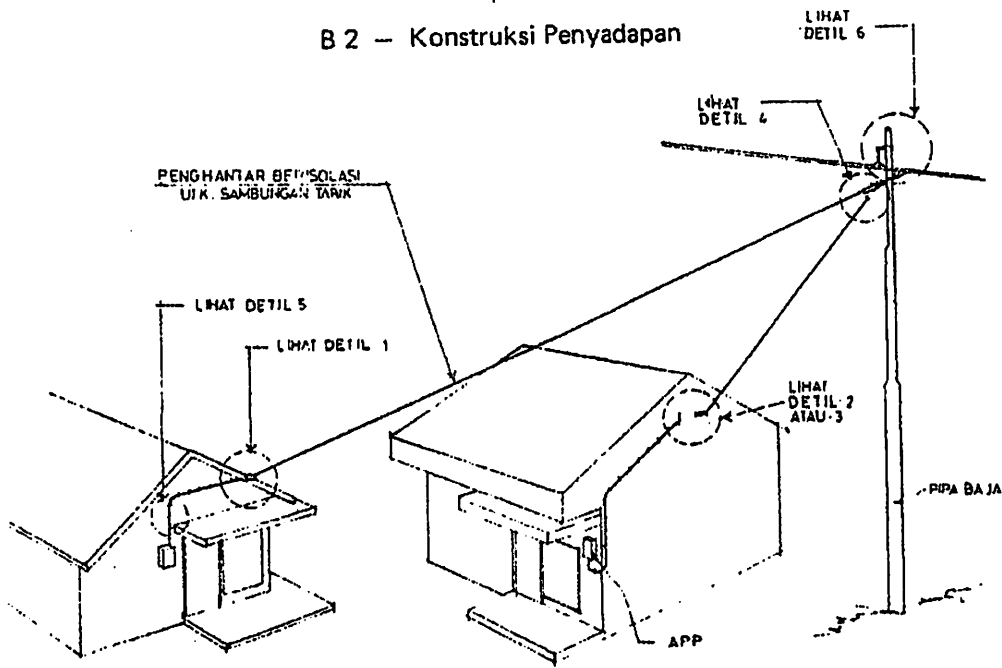
**KONSTRUKSI
 TIANG PENEGANG**

KONSTRUKSI

TM5

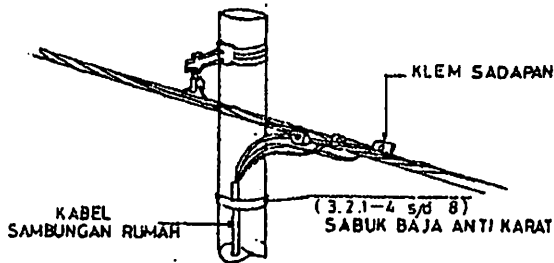
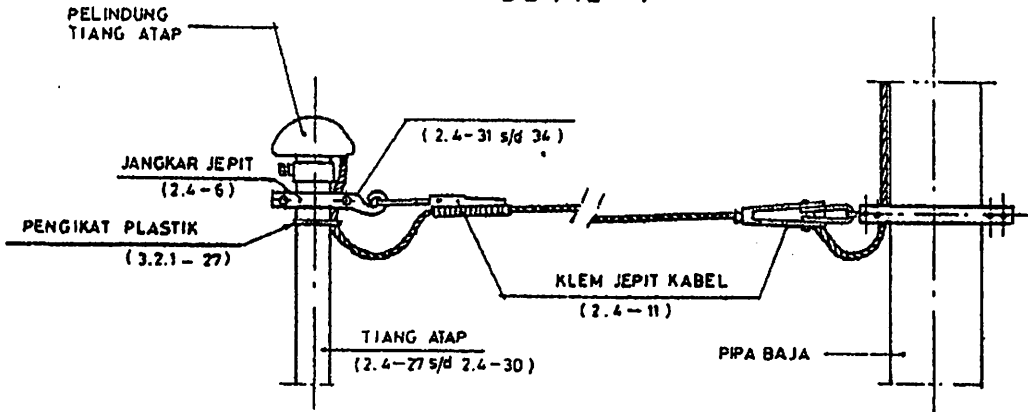


B 2 — Konstruksi Penyadapan

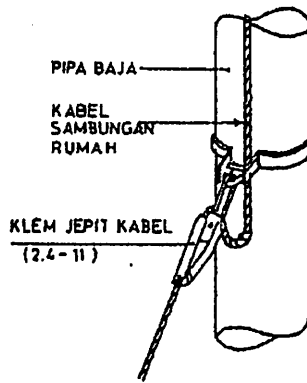


B 3 — Konstruksi SR Tipe - A

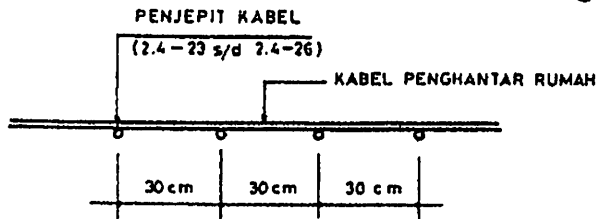
● DETIL : 1



● DETIL : 2

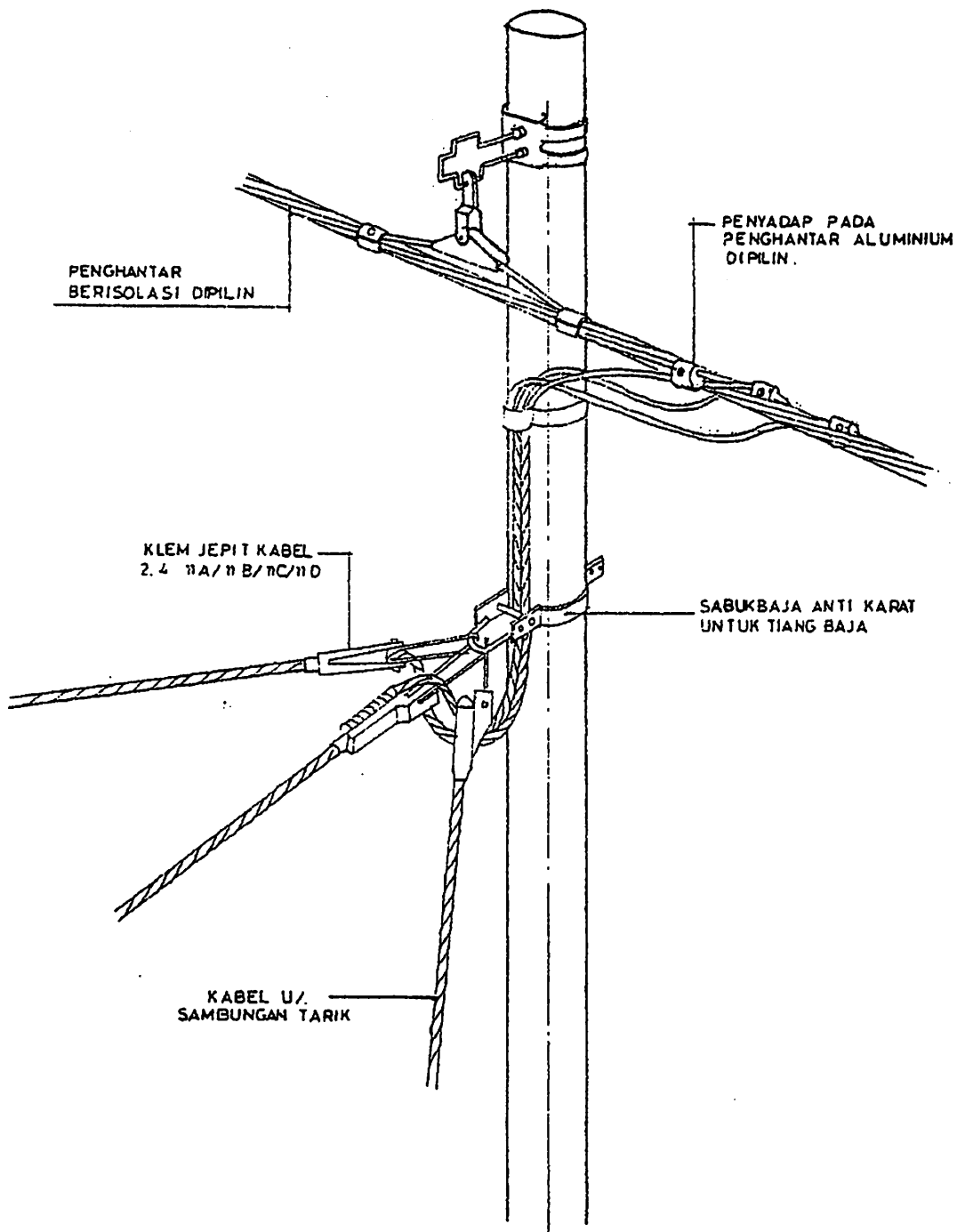


● DETIL : 3

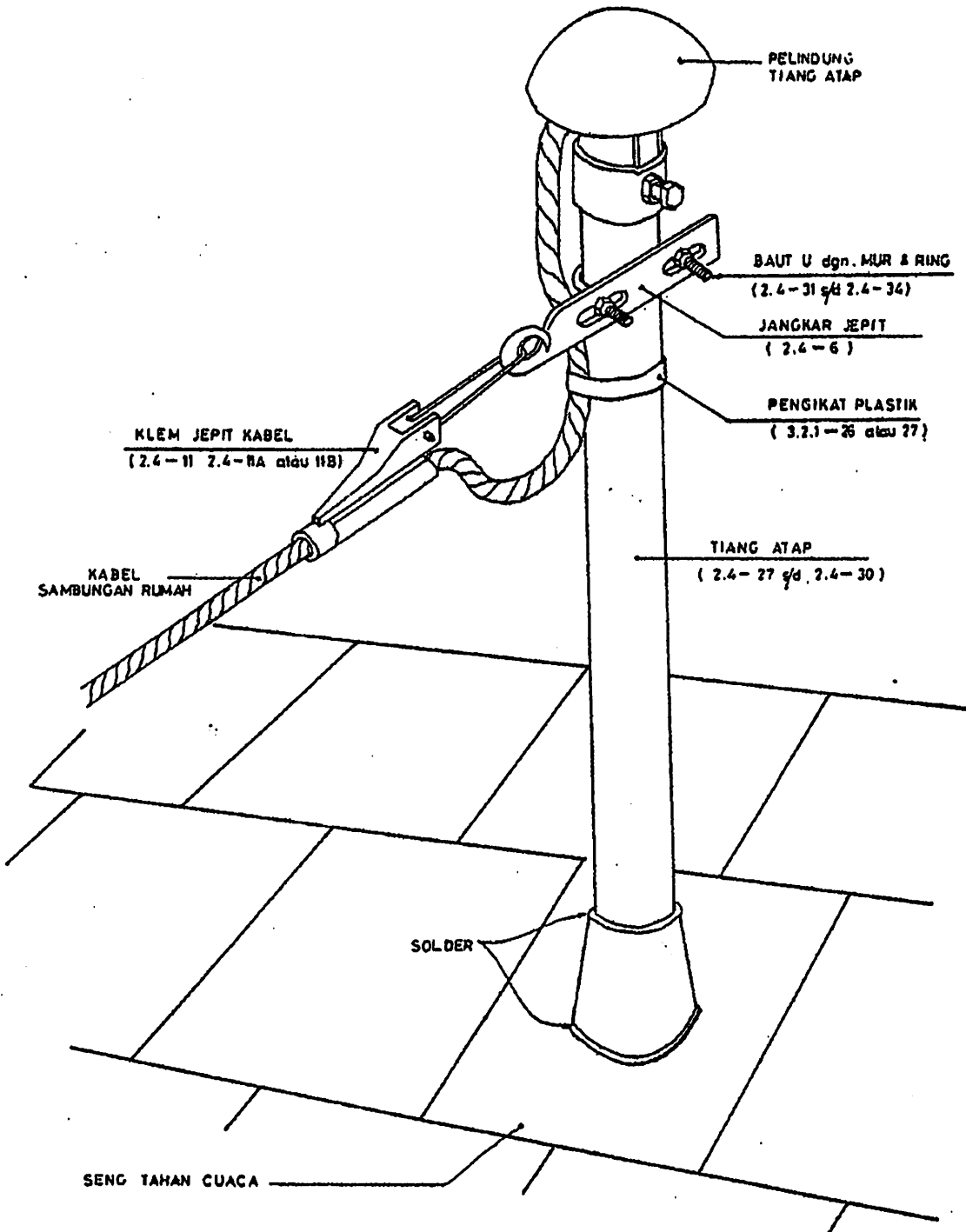


● DETIL : 5

B 9 — Konstruksi SR Tipe B,
 Detil 1,2,3,5

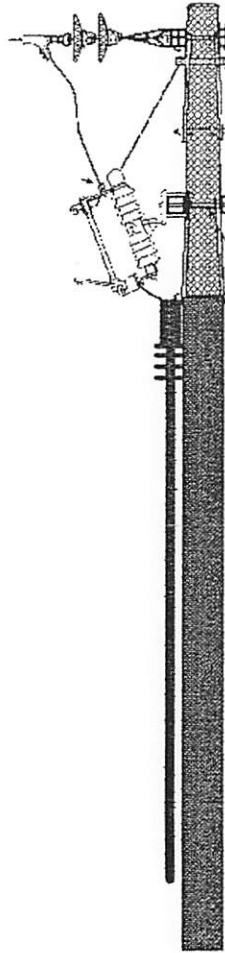
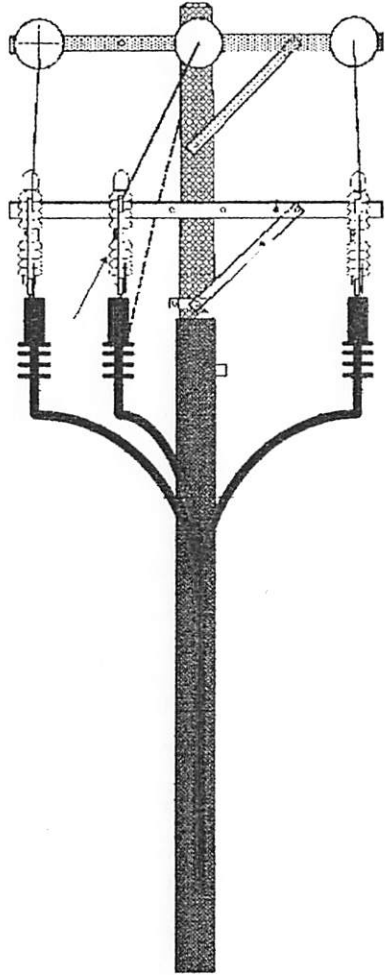
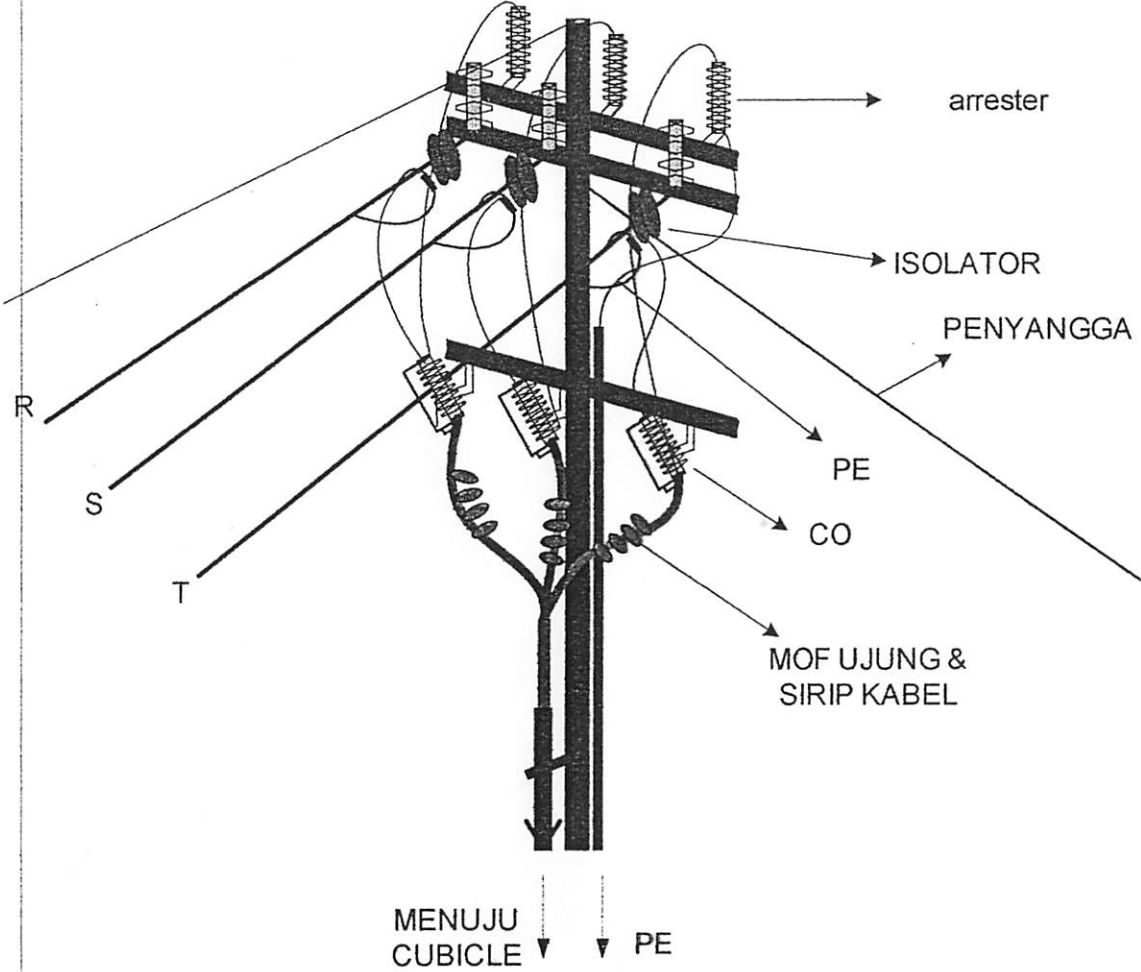


B 7 -- Konstruksi Penyadapan untuk Beberapa SR



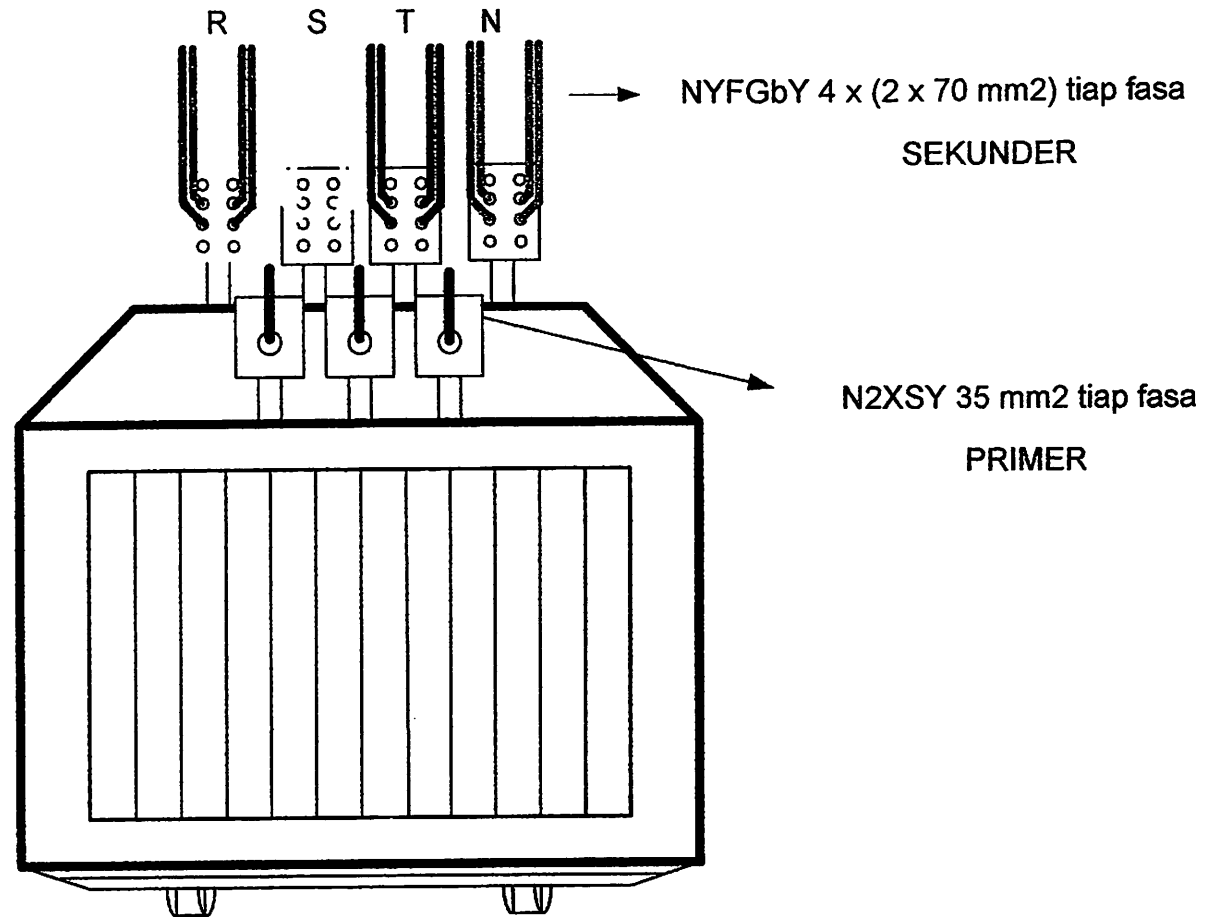
B 10 — Konstruksi Tiap Atap SR Tipe B

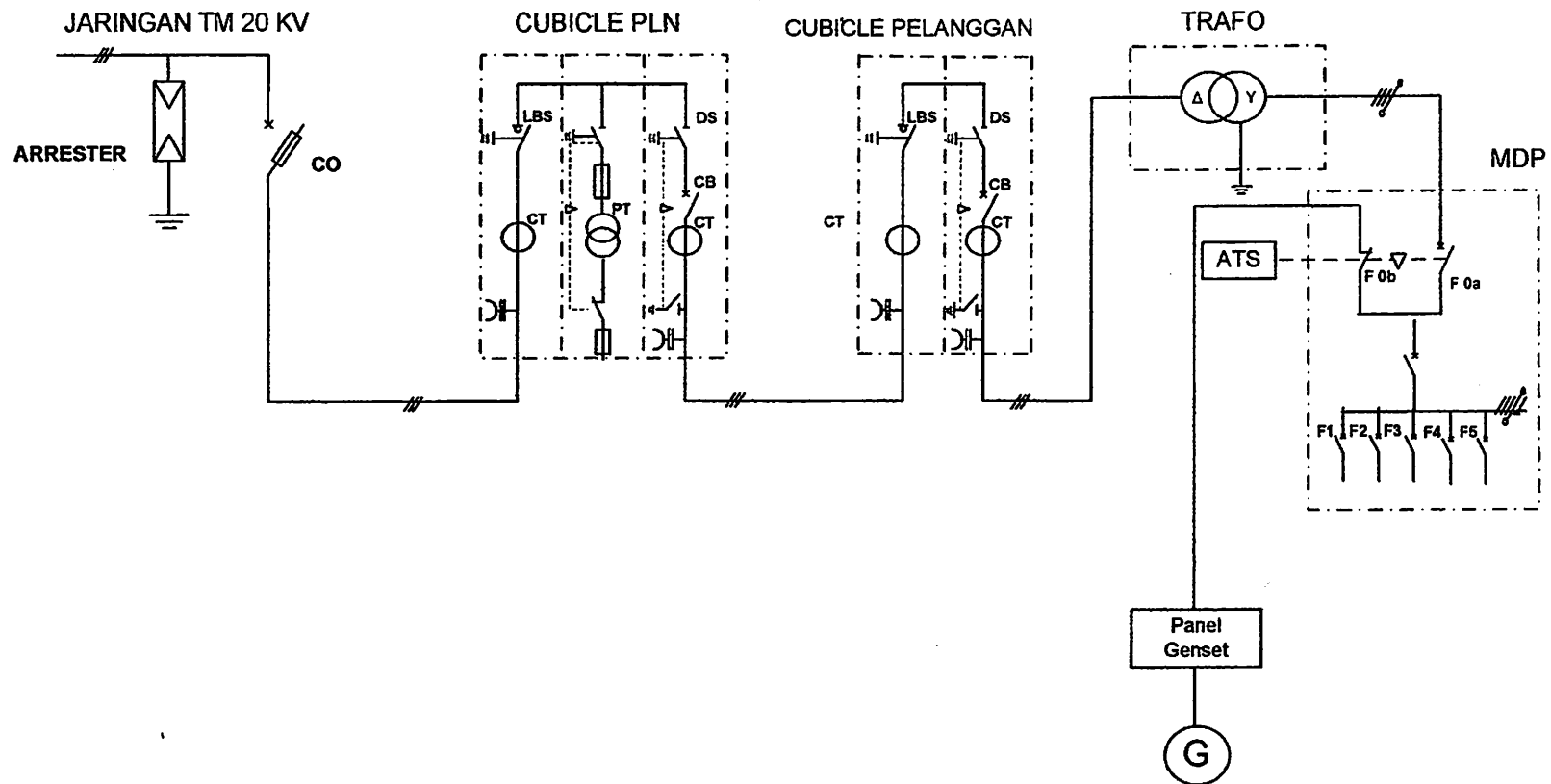
GAMBAR KABEL DARI JTM MENUJU GI



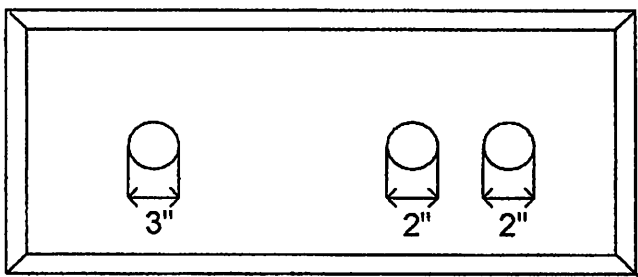
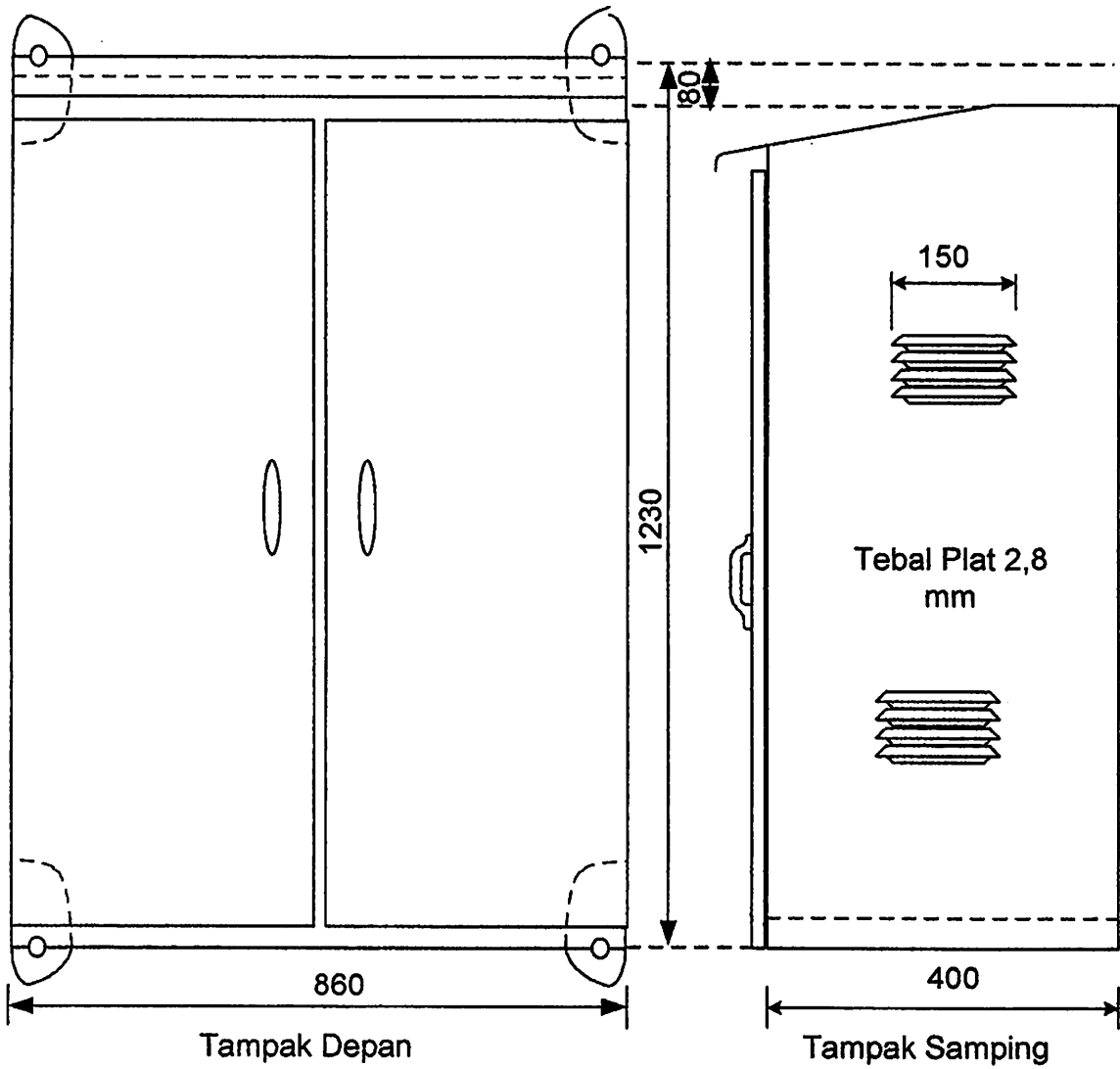
A B C D E F G H J

Gambar Penghantar pada Trafo





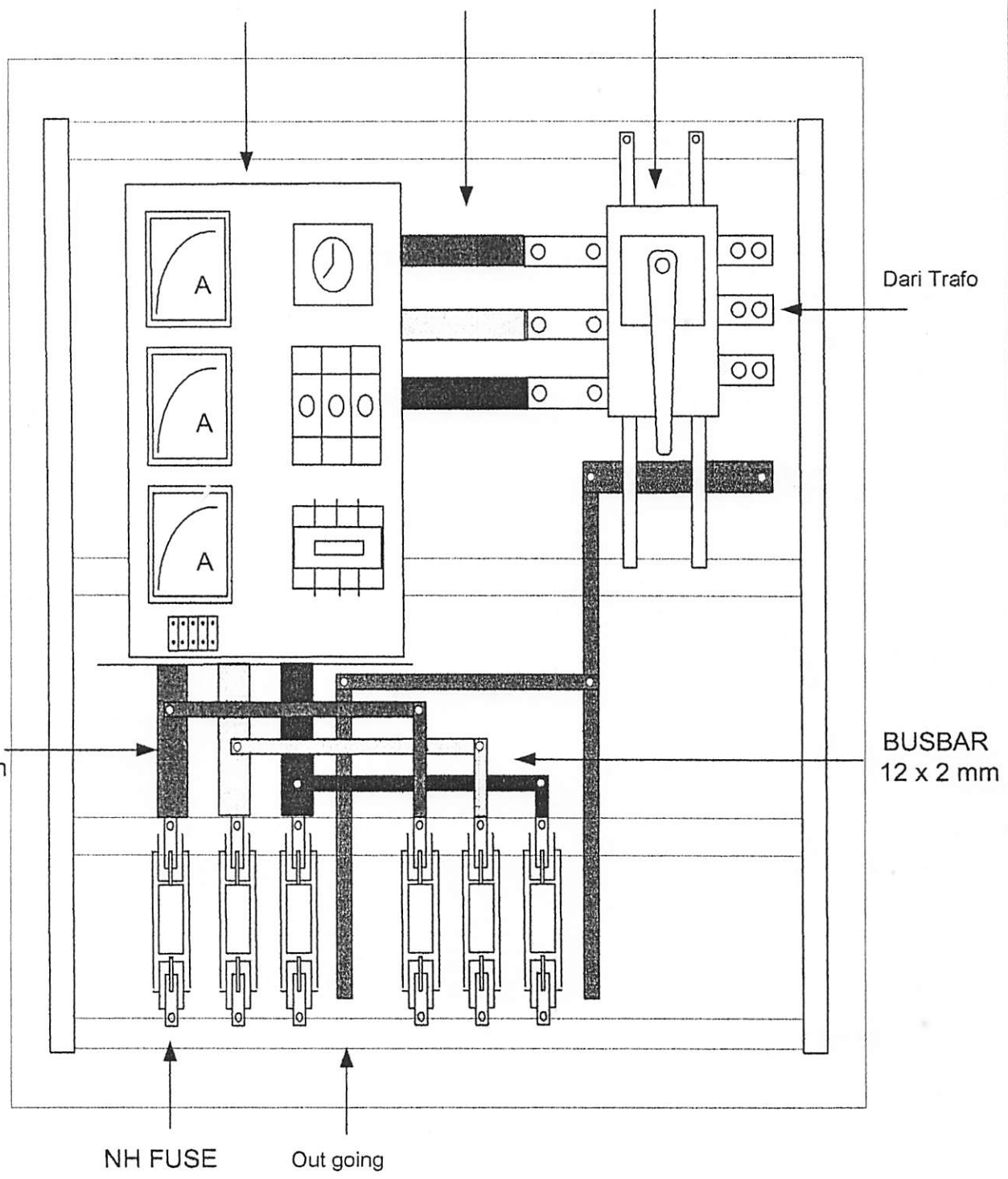
No. Gambar	SINGLE LINE TOTAL	
ITN MALANG	Skala	Tanggal
	Digambar : ALFAN . E . A	15 - 12 - 2008
	Diperiksa :	



Tampak Bawah

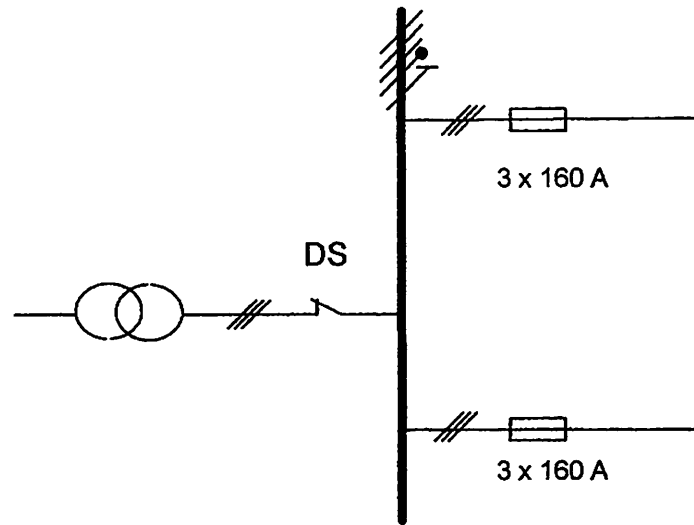
LAY OUT LV PANEL	Digambar : ALFAN.E.A.
ITN MALANG	Tanggal : 22 - 12 - 2008

PANEL METERING BUSBAR 20 X 2mm



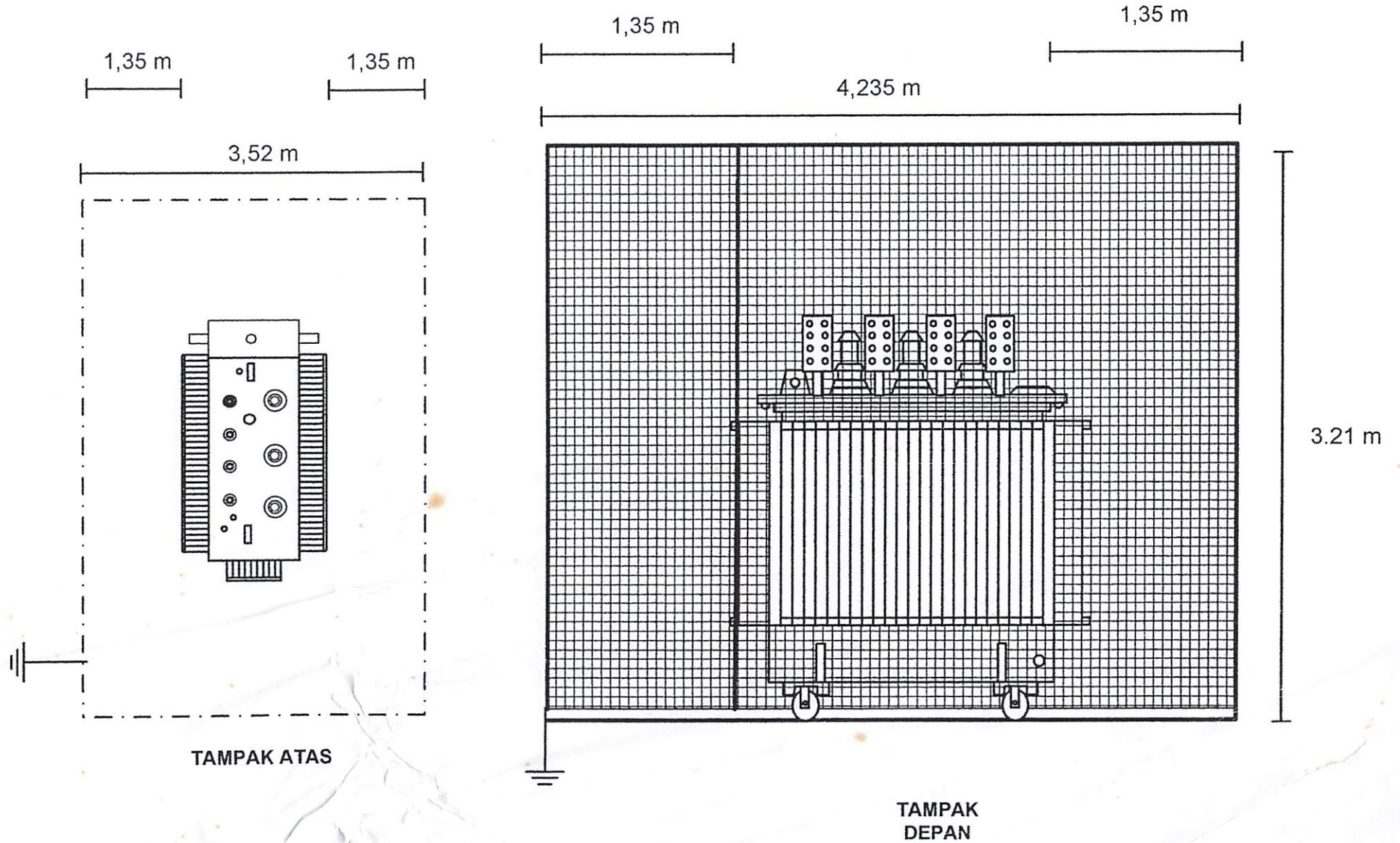
LAY OUT LV PANEL	Digambar : ALFAN.E.A.
ITN MALANG	Tanggal : 22 - 12 - 2008

REKAPITULASI DAYA PERUMAHAN

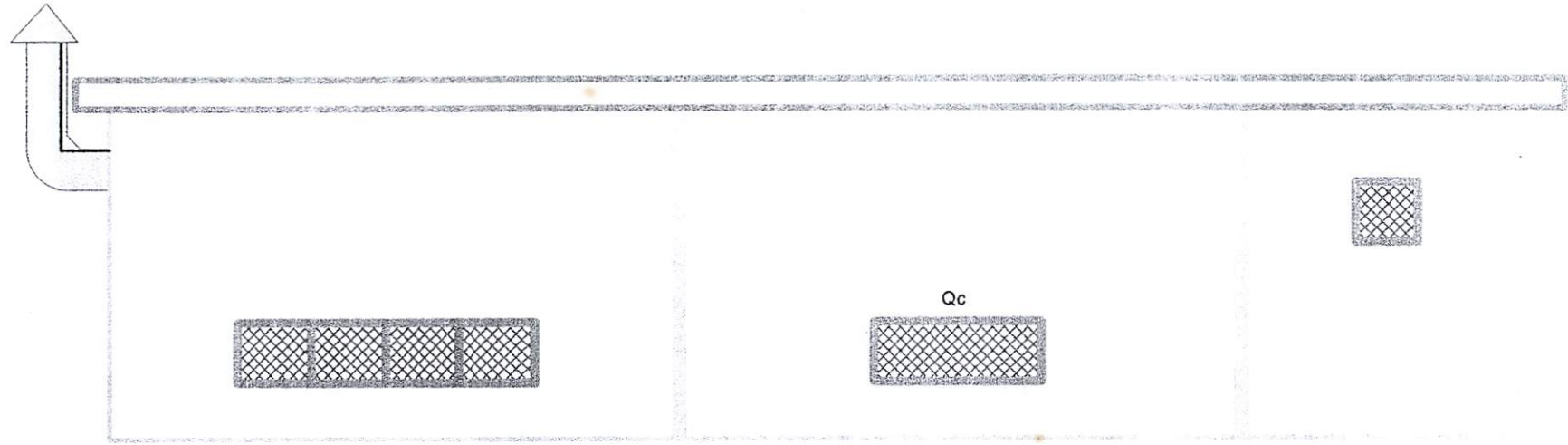


	RUMAH 450 kVA	RUMAH 900 kVA	RUMAH 1300 kVA	R	S	T	TOTAL
GRUP 1		12		10800			10800
		12			10800		10800
		13				11700	11700
DAYA TOTAL GRUP 1							33300
	RUMAH 450 kVA	RUMAH 900 kVA	RUMAH 1300 kVA	R	S	T	TOTAL
GRUP 2		5		4500			4500
		3		2700			2700
			3	3900			3900
			8		10400		10400
			9			11700	11700
DAYA TOTAL GRUP 2				11100	10400	11700	33200
DAYA TOTAL BEBAN							66500

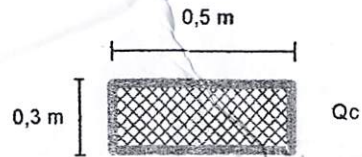
GAMBAR SANGKAR FARADAY



GAMBAR GI TAMPAK BELAKANG



Detail Ventilasi GI (celah udara masuk)



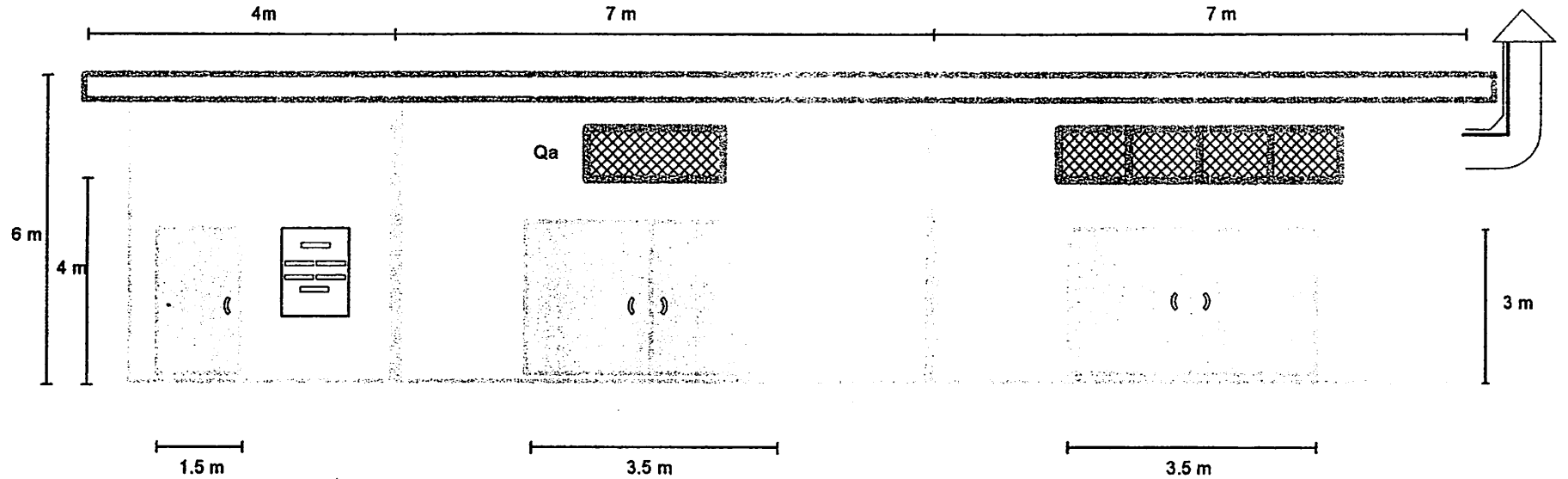
LAY OUT GI TAMPAK BELAKANG

Digambar : ALFAN.E.A

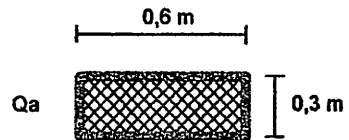
ITN MALANG

Diperiksa : Ir.H.Taufik .H,MT

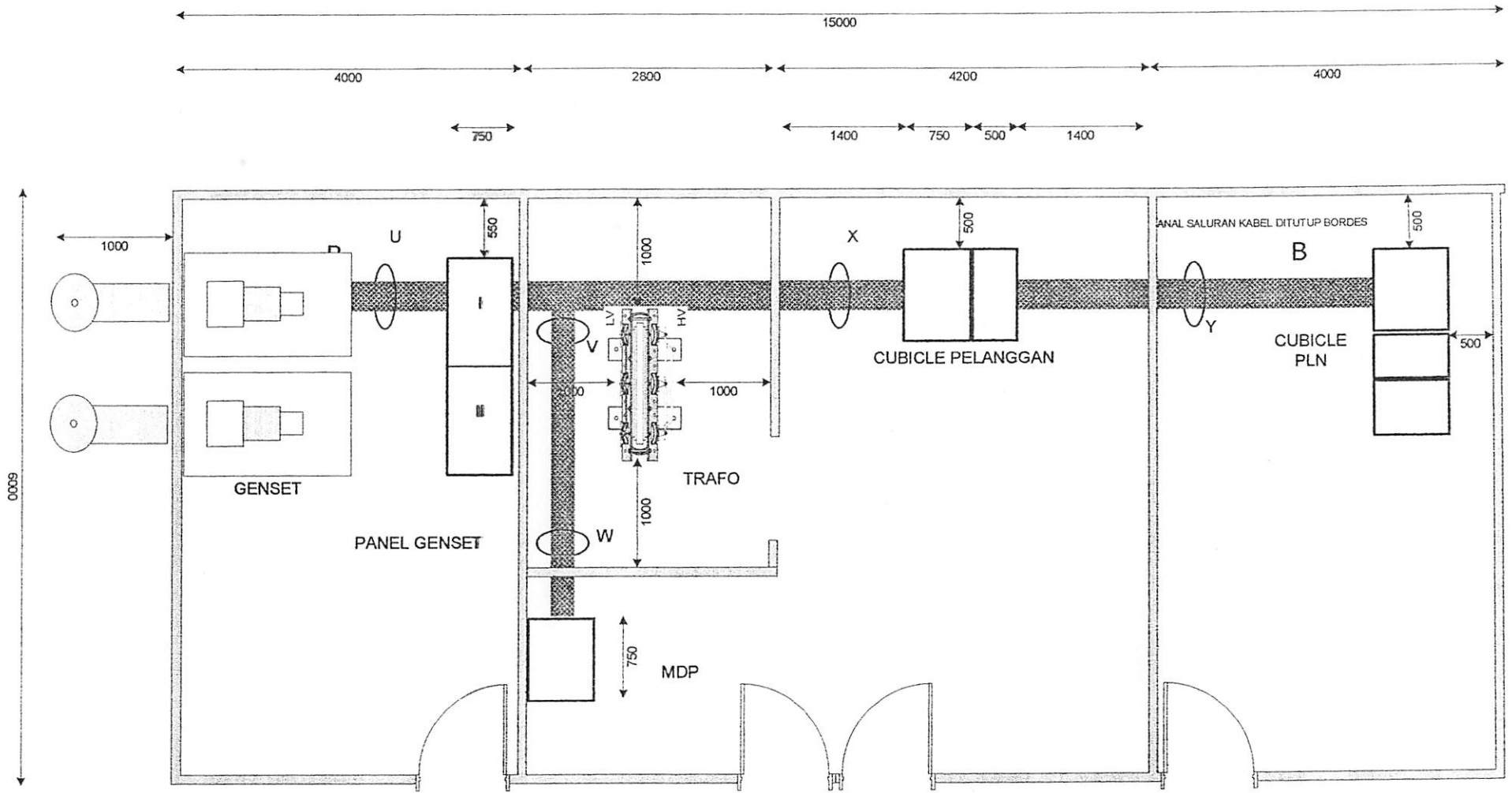
GAMBAR GI TAMPAK DEPAN



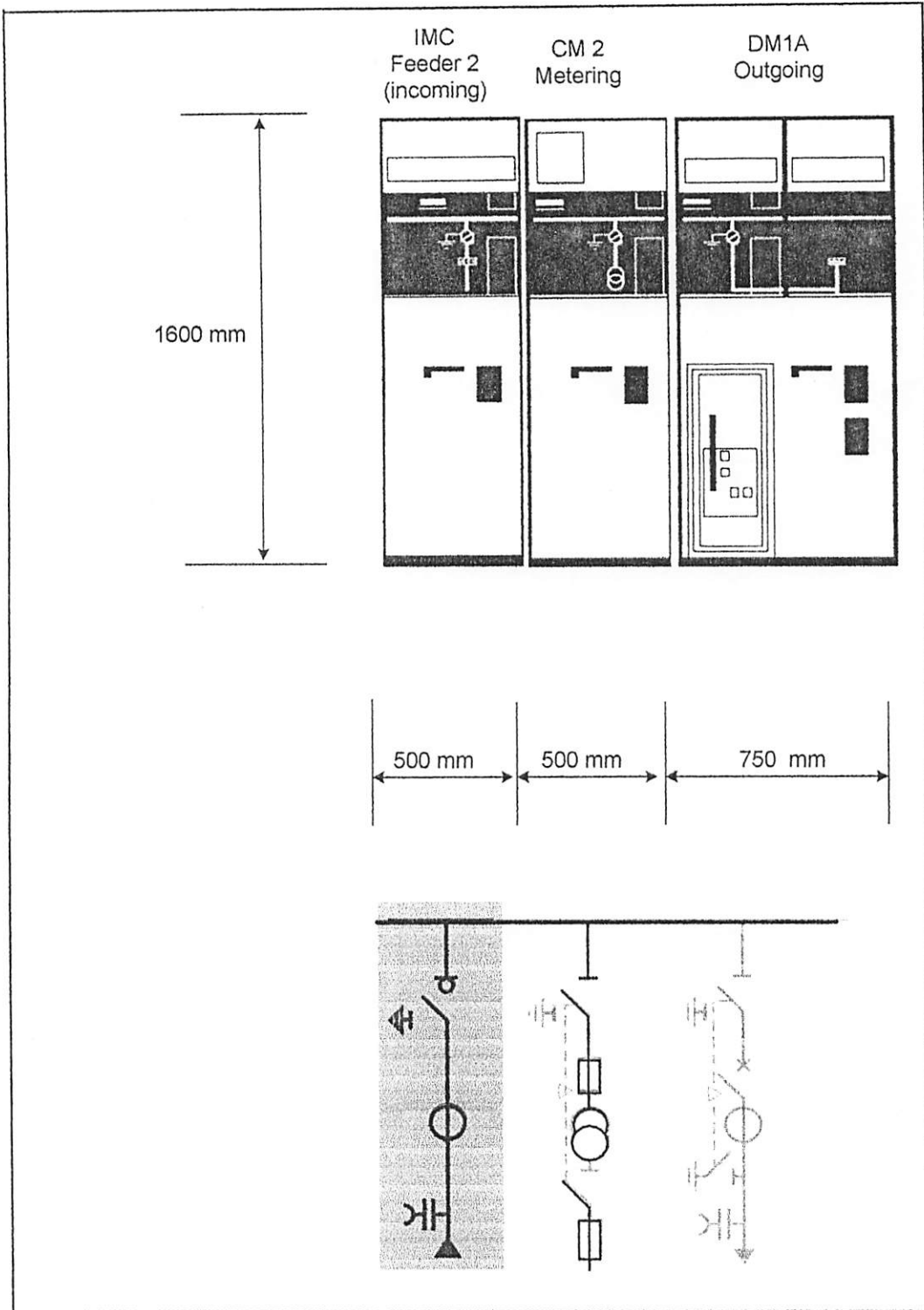
Detail Ventilasi GI (celah udara keluar)



LAY OUT GI TAMPAK DEPAN	Digambar : ALFAN.E.A
ITN MALANG	Diperiksa : Ir.H.Taufik .H,MT

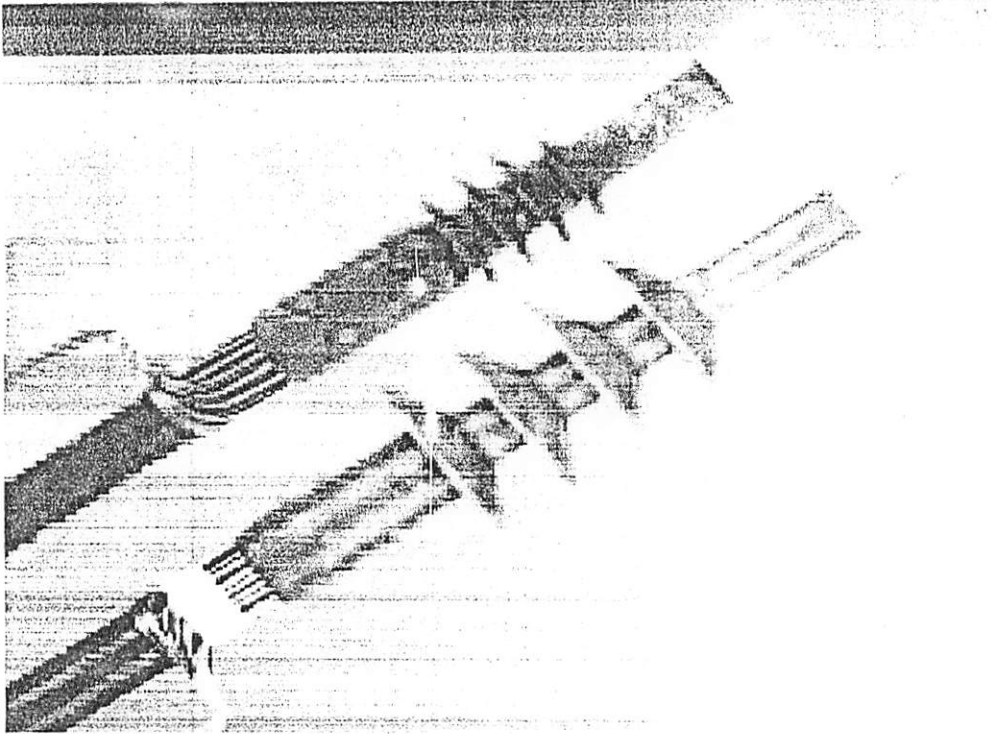


LAY OUT GI TAMPAK ATAS	Digambar : ALFAN.E.A
ITN MALANG	Diperiksa : Ir.H.Taufik .H,MT

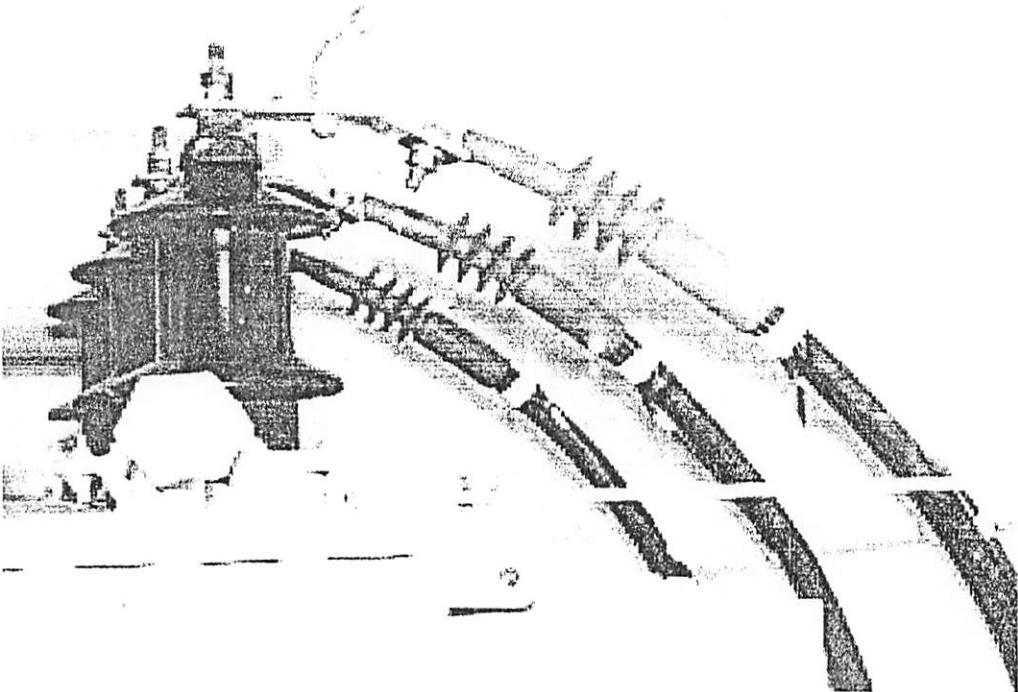


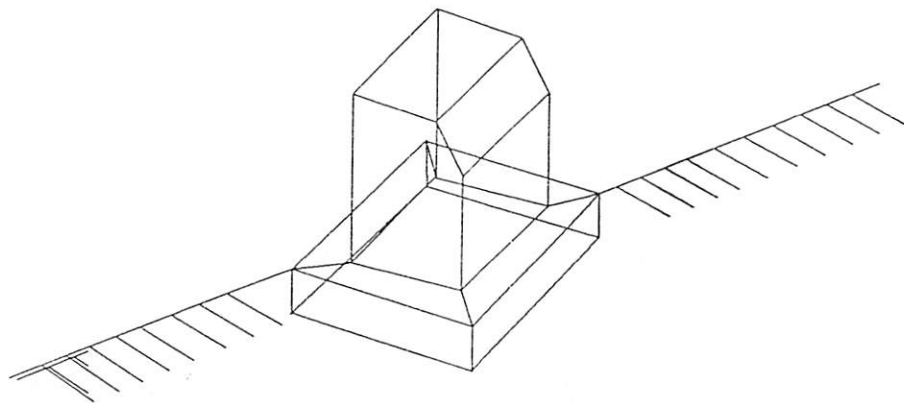
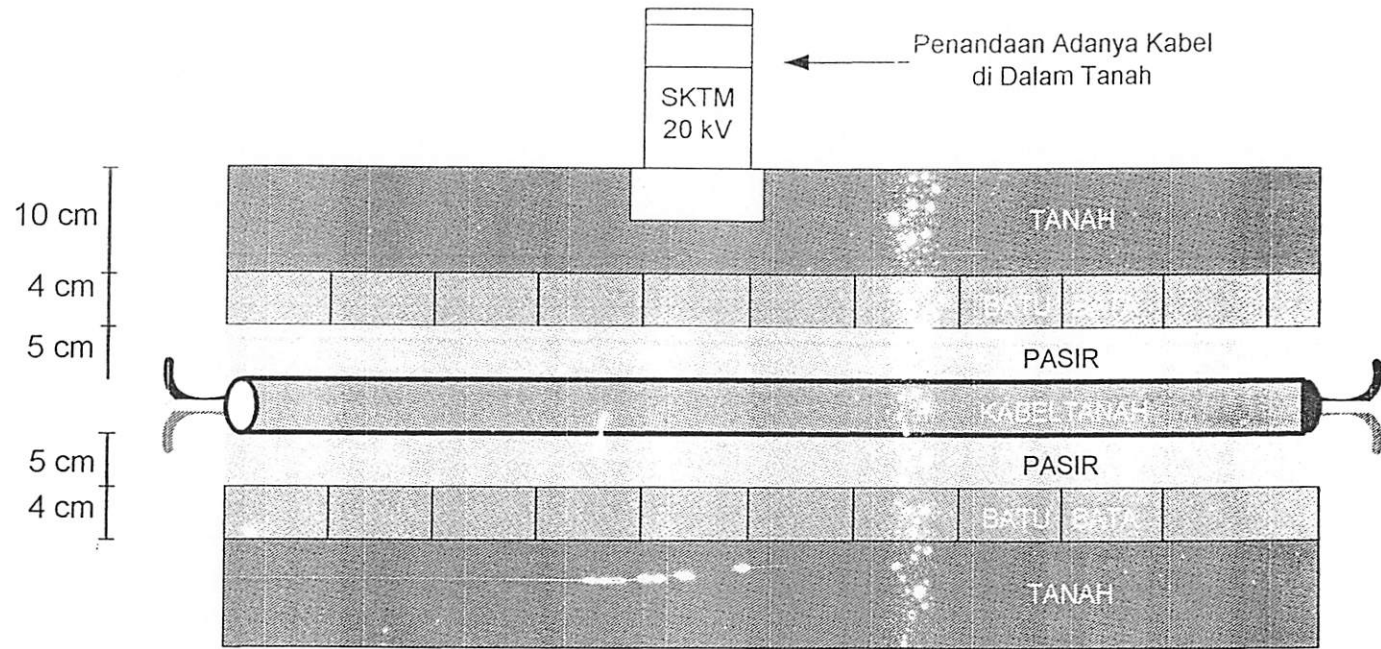
CUBICLE PLN	Tanggal	29 - 12 2008
	Digambar	ALFAN.E.A
ITN MALANG	Diperiksa	Ir.H.Taufik.H,MT

Gambar mof ujung (sepatu kabel)pada ujung kabel



Pemasangan sepatu kabel pada sisi incoming trafo

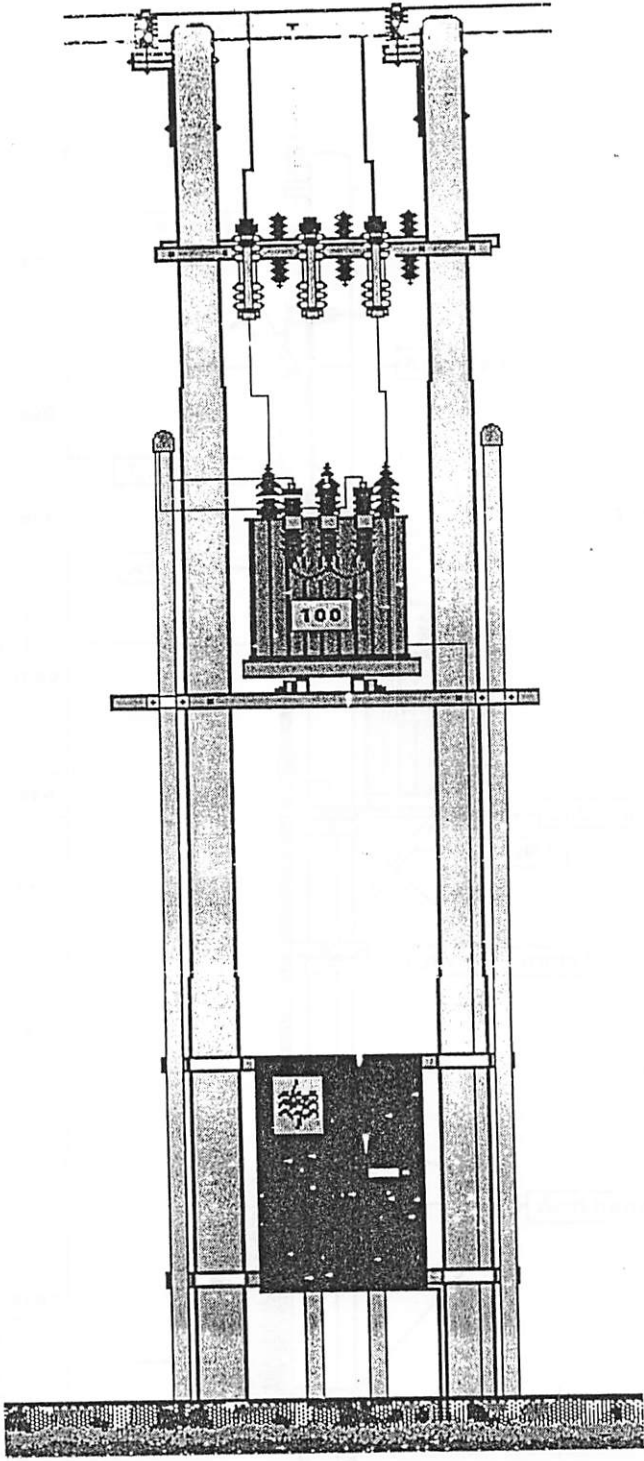


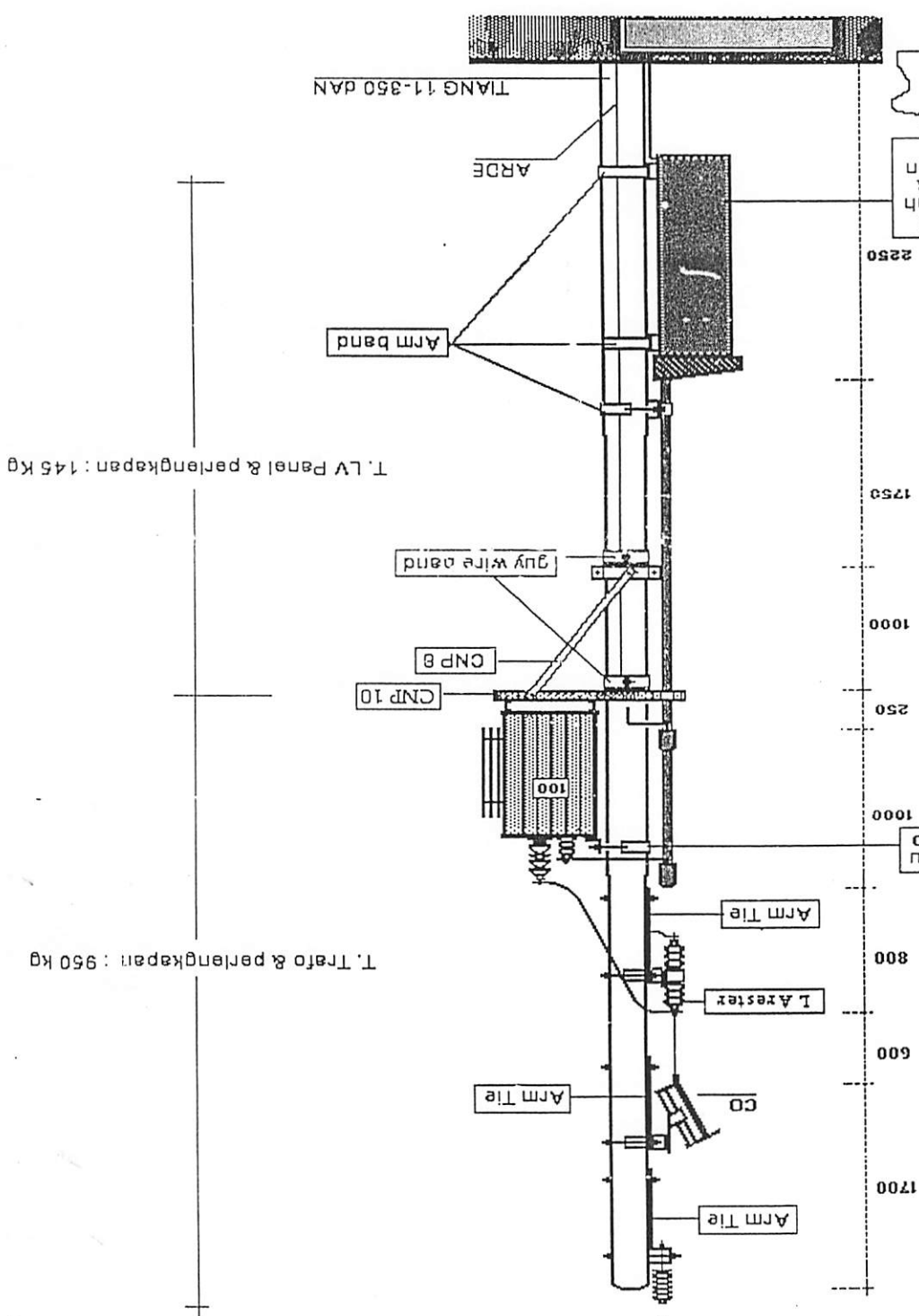


DETAIL PENANDAAN KABEL TANAH

DETAIL PEMASANGAN KABEL TANAH

I
H
G
F
E
D
C
B
A





LV Panel dipasang dengan Trato untuk selesimangan beban lebih tinggi untuk LV Panel dipasang lebih tinggi untuk penhematan pipa

Arm Band & besi siku untuk penahan trato

T. LV Panel & perlengkapan : 145 kg

T. Trato & perlengkapan : 950 kg

Technical Data Distribution Transformers TUNORMA and TUMETIC

Oil-immersed TUMETIC and TUNORMA three-phase distribution transformers

- Standard: DIN 42500
- Rated power: 50–2500 kVA
- Rated frequency: 50 Hz
- HV rating: up to 36 kV
- Taps on HV side: $\pm 2.5\%$ or $\pm 2 \times 2.5\%$
- LV rating: 400–720 V (special designs for up to 12 kV can be built)
- Connection: HV winding: delta
LV winding: star (up to 100 kVA: zigzag)
- Impedance voltage at rated current: 4% (only up to HV rating 24 kV and ≤ 630 kVA) or 6% (with rated power ≥ 630 kVA or with HV rating > 24 kV)
- Cooling: ONAN
- Protection class: IP00
- Final coating: RAL 7033 (other colours are available)

U_m [kV]	LI [kV]	AC [kV]
1.1	–	3
12	75	28
24	125	50
36	170	70

- LI Lightning-impulse test voltage
- AC Power-frequency test voltage

Fig. 23: Insulation level (IP00)

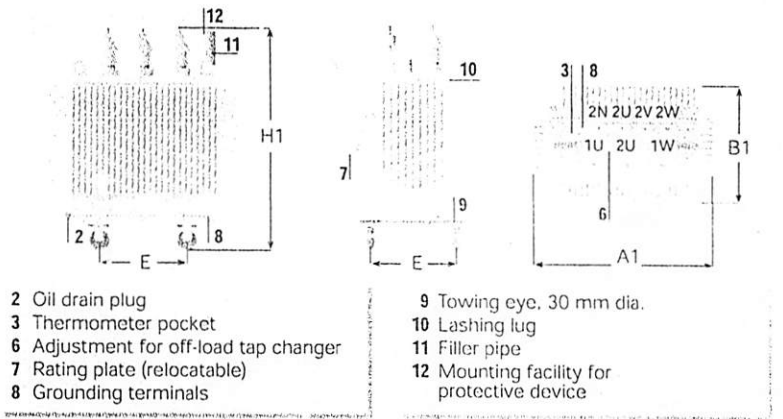


Fig. 24: TUMETIC distribution transformer (sealed tank)

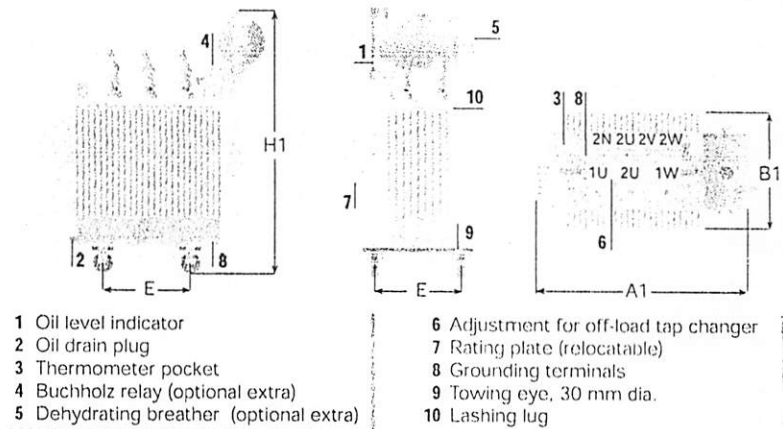


Fig. 25: TUNORMA distribution transformer (with conservator)

Losses

The standard HD 428.1.S1 (= DIN 42500 Part 1) applies to three-phase oil-immersed distribution transformers 50 Hz, from 50 kVA to 2500 kVA, U_m to 24 kV.

For load losses (P_L), three different listings (A, B and C) were specified. There were also three listings (A', B' and C') for no-load losses (P_0) and corresponding sound levels.

Due to the different requirements, pairs of values were proposed which, in the national standard, permit one or several combinations of losses.

DIN 42500 specifies the combinations A-C', C-C' and B-A' as being most suitable.

The combinations B-A' (normal losses) and A-C' (reduced losses) are approximately in line with previous standards. In addition there is the C-C' combination. Transformers of this kind with additionally reduced losses are especially economical with energy (maximum efficiency $> 99\%$). The higher costs of these transformers are counteracted by the energy savings which they make.

Standard HD 428.3.S1 (= DIN 42500-3) specifies the losses for oil distribution transformers up to $U_m = 36$ kV. For load losses the listings D and E, for no-load losses the listings D' and E' were specified. In order to find the most efficient transformer, please see part "Transformer loss evaluation".

Technical Data Distribution Transformers TUNORMA and TUMETIC

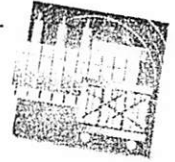


Rated power S_n [kVA]	Max. rated volt. HV side U_n [kV]	Impedance voltage U_k [%]	Type		Combination of losses acc. GENELEC	No-load losses P_0 [W]	Load losses P_{75} [W]	Sound press. level 1 m tolerance ± 3 dB L_{PA} [dB]	Sound power level L_{WA} [dB]	Total weight		Length A1		Width B1		Height H1		Dist. between wheel centers E [mm]
			TUNORMA 3LA, 3RA, 3TA	TUMETIC 3LA, 3RA, 3TA						TUNORMA [kg]	TUMETIC [kg]	TUNORMA [mm]	TUMETIC [mm]	TUNORMA [mm]	TUMETIC [mm]	TUNORMA [mm]	TUMETIC [mm]	
250	12	4	..5444-3LA	B-A'		650	4200	50	65	830	820	1300	1300	810	810	1450	1285	520
	4		..5444-3RA	A-C'		425	3250	40	55	940	920	1260	1260	670	820	1480	1415	520
	4		..5444-3TA	C-C'		425	2750	40	55	1050	1070	1220	1220	690	700	1530	1310	520
24	4		..5467-3LA	B-A'		650	4200	49	65	920	900	1340	1340	800	760	1620	1450	520
	4		..5467-3RA	A-C'		425	3250	39	55	1010	1010	1140	1190	760	680	1675	1510	520
	4		..5467-3TA	C-C'		425	2750	40	55	1120	1140	1220	1340	715	710	1640	1475	520
(315)	36	6	..5480-3CA	E-E'		650	4250	x	62	1100	x	1350	x	800	x	1680	x	520
	12	4	..5544-3LA	B-A'		780	5000	50	66	980	960	1440	1330	820	820	1655	1385	670
	4		..5544-3RA	A-C'		510	3850	40	56	1120	1100	1400	1250	820	820	1690	1415	670
400	4		..5544-3TA	C-C'		510	3250	40	56	1240	1260	1380	1260	820	820	1665	1390	670
	24	4	..5567-3LA	B-A'		780	5000	50	66	1050	1030	1450	1350	840	840	1655	1510	670
	4		..5567-3RA	A-C'		510	3850	40	56	1170	1150	1410	1270	820	820	1755	1610	670
400	4		..5567-3TA	C-C'		510	3250	40	56	1250	1280	1395	1290	820	820	1675	1540	670
	36	6	..5580-3CA	E-E'		760	5400	x	64	1220	x	1420	x	960	x	1700	x	670
	12	4	..5644-3LA	B-A'		930	6000	52	68	1180	1160	1470	1390	930	930	1700	1425	670
400	4		..5644-3RA	A-C'		610	4600	42	58	1320	1310	1400	1360	820	820	1700	1430	670
	4		..5644-3TA	C-C'		610	3650	42	58	1470	1470	1410	1390	820	820	1695	1420	670
	24	4	..5667-3LA	B-A'		930	6000	52	68	1240	1220	1570	1570	940	940	1655	1510	670
(500)	4		..5667-3RA	A-C'		610	4600	42	58	1370	1350	1475	1400	820	820	1760	1615	670
	4		..5667-3TA	C-C'		610	3850	42	58	1490	1520	1440	1400	820	820	1765	1540	670
	36	6	..5580-3CA	E-E'		930	6200	x	65	1480	x	1470	x	990	x	1830	x	670
(500)	12	4	..5744-3LA	B-A'		1100	7100	53	69	1410	1380	1500	1430	840	840	1710	1440	670
	4		..5744-3RA	A-C'		720	5450	42	59	1650	1620	1560	1550	890	890	1745	1470	670
	4		..5744-3TA	C-C'		720	4550	43	59	1700	1710	1500	1470	820	820	1745	1470	670
400	24	4	..5767-3LA	B-A'		1100	7100	53	69	1460	1440	1470	1530	835	850	1755	1610	670
	4		..5767-3RA	A-C'		720	5450	42	59	1650	1620	1495	1420	835	820	1815	1665	670
	4		..5767-3TA	C-C'		720	4550	43	59	1860	1910	1535	1500	820	820	1860	1645	670
400	36	6	..5780-3CA	E-E'		1050	7800	x	66	1680	x	1510	x	1030	x	1900	x	670

Dimensions and weights are approximate values. Rated power figures in parentheses are not standardized.
* In case of short-circuits at 75 °C

Fig. 27: Selection table: oil-immersed distribution transformers 50 to 2500 kVA

Technical Data Distribution Transformers TUNORMA and TUMETIC



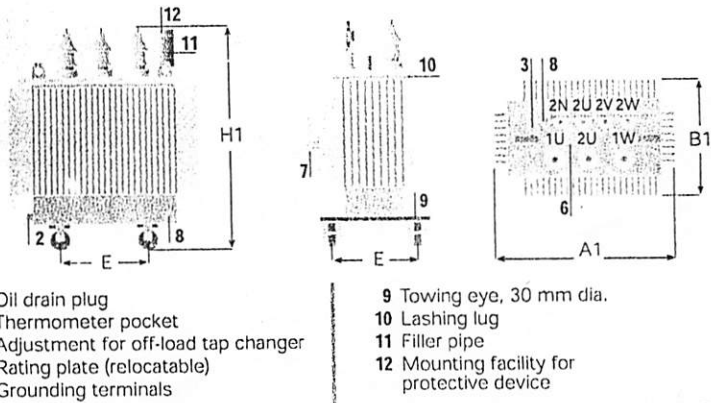
Oil-immersed TUMETIC and TUNORMA three-phase distribution transformers

- Standard: DIN 42500
- Rated power: 50–2500 kVA
- Rated frequency: 50 Hz
- HV rating: up to 36 kV
- Taps on HV side: $\pm 2.5\%$ or $\pm 2 \times 2.5\%$
- LV rating: 400–720 V (special designs for up to 12 kV can be built)
- Connection: HV winding: delta
LV winding: star (up to 100 kVA: zigzag)
- Impedance voltage at rated current: 4% (only up to HV rating 24 kV and ≤ 630 kVA) or 6% (with rated power ≥ 630 kVA or with HV rating > 24 kV)
- Cooling: ONAN
- Protection class: IP00
- Final coating: RAL 7033 (other colours are available)

U_m [kV]	LI [kV]	AC [kV]
1.1	–	3
12	75	28
24	125	50
36	170	70

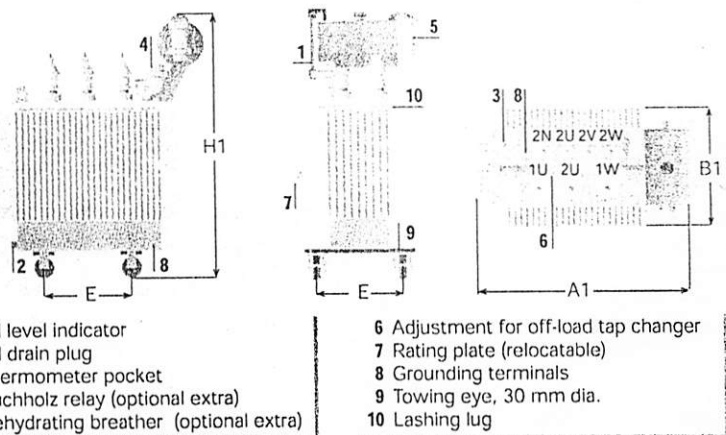
- LI Lightning-impulse test voltage
- AC Power-frequency test voltage

Fig. 23: Insulation level (IP00)



- 2 Oil drain plug
- 3 Thermometer pocket
- 6 Adjustment for off-load tap changer
- 7 Rating plate (relocatable)
- 8 Grounding terminals
- 9 Towing eye, 30 mm dia.
- 10 Lashing lug
- 11 Filler pipe
- 12 Mounting facility for protective device

Fig. 24: TUMETIC distribution transformer (sealed tank)



- 1 Oil level indicator
- 2 Oil drain plug
- 3 Thermometer pocket
- 4 Buchholz relay (optional extra)
- 5 Dehydrating breather (optional extra)
- 6 Adjustment for off-load tap changer
- 7 Rating plate (relocatable)
- 8 Grounding terminals
- 9 Towing eye, 30 mm dia.
- 10 Lashing lug

Notes: Tank with strong corrugated walls shown in illustration is the preferred design. With HV ratings up to 24 kV and rated power up to 250 kVA (and with HV ratings > 24 –36 kV and rated power up to 800 kVA), the conservator is fitted on the long side just above the LV bushings.

Fig. 25: TUNORMA distribution transformer (with conservator)

Losses

The standard HD 428.1.S1 (= DIN 42500 Part 1) applies to three-phase oil-immersed distribution transformers 50 Hz, from 50 kVA to 2500 kVA, U_m to 24 kV.

For load losses (P_L), three different listings (A, B and C) were specified. There were also three listings (A', B' and C') for no-load losses (P_h) and corresponding sound levels.

Due to the different requirements, pairs of values were proposed which, in the national standard, permit one or several combinations of losses.

DIN 42500 specifies the combinations A-C', C-C' and B-A' as being most suitable.

The combinations B-A' (normal losses) and A-C' (reduced losses) are approximately in line with previous standards. In addition there is the C-C' combination. Transformers of this kind with additionally reduced losses are especially economical with energy (maximum efficiency $> 99\%$). The higher costs of these transformers are counteracted by the energy savings which they make.

Standard HD 428.3.S1 (= DIN 42500-3) specifies the losses for oil distribution transformers up to $U_m = 36$ kV. For load losses the listings D and E, for no-load losses the listings D' and E' were specified. In order to find the most efficient transformer, please see part "Transformer loss evaluation".

Technical Data Distribution Transformers

TUNORMA and TUMETIC

Rated power S_N [kVA]	Max. rated volt. HV side U_m [kV]	Impedance voltage U_Z [%]	Type		Combination of losses acc. CENELEC	No-load losses P_0 [W]	Load losses P_k 75° [W]	Sound press. level 1 m toler. anc. ± 3 dB L_{PA} [dB]	Sound power level L_{WA} [dB]	Total weight		Dimensions			Dist. between wheel centers E [mm]		
			TUNORMA 4JB...4HB...	TUMETIC						TUNORMA TUMETIC	TUMETIC	Length A1 [mm]	Width B1 [mm]	Height H1 [mm]			
50	12	4	..4744-3LB	B-A'	190	1350	42	55	340	350	860	980	660	660	1210	1085	520
			..4744-3RB	A-C'	125	1100	34	47	400	430	825	1045	660	660	1210	1085	520
			..4744-3TB	C-C'	125	875	34	47	420	440	835	985	660	660	1220	1095	520
	24	4	..4767-3LB	B-A'	190	1350	42	55	370	380	760	860	660	660	1315	1235	520
			..4767-3RB	A-C'	125	1100	34	47	430	460	860	860	660	660	1300	1220	520
			..4767-3TB	C-C'	125	875	34	47	480	510	880	1100	685	660	1385	1265	520
36	6	..4780-3CB	E-D'	230	1450	x	52	500	x	1000	x	710	x	1530	x	520	
100	12	4	..5044-3LB	B-A'	320	2150	45	59	500	500	1090	1020	660	660	1275	1110	520
			..5044-3RB	A-C'	210	1750	35	49	570	570	980	980	660	660	1315	1145	520
			..5044-3TB	C-C'	210	1475	35	49	600	620	1030	930	660	660	1320	1150	520
	24	4	..5067-3LB	B-A'	320	2150	45	59	520	530	1020	1140	685	660	1360	1245	520
			..5067-3RB	A-C'	210	1750	35	49	600	610	1030	1030	690	660	1400	1280	520
			..5067-3TB	C-C'	210	1475	35	49	640	680	960	1060	695	660	1425	1305	520
36	6	..5080-3CB	E-D'	380	2350	x	56	660	x	1050	x	780	x	1600	x	520	
160	12	4	..5244-3LA	B-A'	460	3100	47	62	620	610	1140	1140	710	710	1350	1185	520
			..5244-3RA	A-C'	300	2350	37	52	700	690	1130	1010	660	660	1390	1220	520
			..5244-3TA	C-C'	300	2000	38	52	760	780	985	1085	660	660	1380	1215	520
	24	4	..5267-3LA	B-A'	460	3100	47	62	660	640	1150	1150	695	660	1440	1320	520
			..5267-3RA	A-C'	300	2350	37	52	730	730	1030	930	695	660	1540	1420	520
			..5267-3TA	C-C'	300	2000	37	52	800	820	1120	1120	710	660	1475	1355	520
36	6	..5280-3CA	E-D'	520	3350	x	59	900	x	1120	x	800	x	1700	x	520	
(200)	12	4	..5344-3LA	B-A'	550	3600	48	63	720	710	1190	1190	680	680	1450	1285	520
			..5344-3RA	A-C'	360	2760	38	53	840	830	1070	1120	660	660	1470	1300	520
			..5344-3TA	C-C'	360	2350	38	53	900	920	1130	1130	660	680	1450	1285	520
	24	4	..5367-3LA	B-A'	550	3600	48	63	800	780	1290	1290	820	800	1595	1425	520
			..5367-3RA	A-C'	360	2760	38	53	890	910	1110	1230	755	680	1630	1460	520
			..5367-3TA	C-C'	360	2350	38	53	950	980	1080	1180	705	690	1595	1430	520
36	6	..5380-3CA	E-D'	600	3800	x	61	1000	x	1250	x	800	x	1700	x	520	

Dimensions and weights are approximate values. Rated power figures in parentheses are not standardized. x: on request

* In case of short-circuits at 75 °C

Fig. 26: Selection table: oil-immersed distribution transformers 50 to 2500 kVA

Fusing Equipment

Electrical Apparatus

240-67

Tandem ELF™ Current-Limiting Dropout Fuse

GENERAL

The Cooper Power Systems Tandem ELF™ current-limiting fuse is designed for transformer protection. The Tandem ELF fuse can be applied for fusing single-phase transformers and for fusing three-phase transformers (or three-phase banks of single-phase transformers). This fuse combines the features of a series fuse link and a backup current-limiting fuse in one convenient package. The Tandem ELF fuse (refer to Figure 1) includes a unique design for fast replacement of the backup current-limiting fuse after a high fault current operation. The fuse link holder is accessible for replacement of the fuse link after a low fault current operation or excessive transformer overload current.

The fuse link holder of the Tandem ELF is specifically designed to accommodate standard Cooper Power Systems Type D (D-Link) and Kearney™ Type X (X-Link) high surge current fuse links. These fuse links make it possible to protect the transformer from damage due to overload, and at the same time gain increased surge current withstand capability over conventional fuse links to help eliminate nuisance fuse blowings.

The Tandem ELF fuse uses the Cooper Power Systems Companion® II (25K rated) backup current-limiting fuse (reference 240-64 for more detailed information) to interrupt high magnitude fault currents. The backup current-limiting fuse also limits the amount of energy let-through to the transformer, which prevents the possibility of a catastrophic tank rupture.

TRANSFORMER OVERLOAD PROTECTION

The Tandem ELF fuse offers the ability to protect the transformer from damaging overload currents. The availability of a wide range of ampere rated Type D and Type X fuse links allows for the selection of a fuse link that has a melting characteristic that closely matches the ANSI safe loading curve for the respective transformer. This allows for proper transformer protection, even for smaller kVA rated transformers.

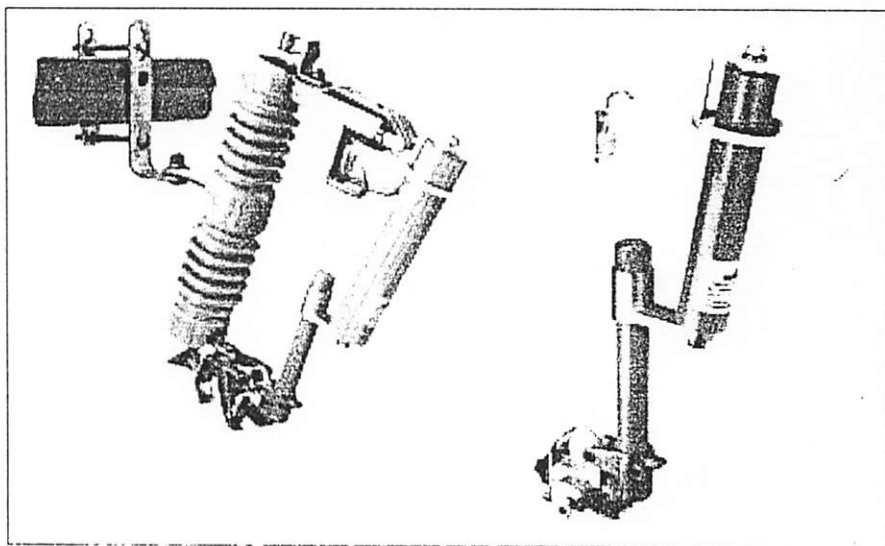


Figure 1. Tandem ELF Current-Limiting Dropout Fuse (left: Tandem ELF in Type L cutout).

SURGE DURABILITY AND IMPROVED TRANSFORMER PROTECTION

The Tandem ELF fuse is a surge durable transformer fuse particularly well suited for applications in high isokeraunic areas where there is a high probability of lightning surges. When it is used with the Surge Durable Cooper Power Systems D-Link or Kearney X-Link, the unit can withstand high surge currents that might be discharged through a surge arrester. Therefore, the surge arrester can be connected on the load side of the fuse and closer to the transformer. This shortens the lead length to the arrester and provides the best overvoltage protection. In this configuration, the Tandem ELF fuse is actually protecting the arrester as well as the transformer. This would not be possible with similar ampere ratings of conventional type links because of the high probability of damage due to the lightning surge current passing through the link. The benefits of high surge current withstand capability of the D-Link and X-Link are achieved without sacrificing the ability of the fuse links to provide overload protection for the transformer.

ENHANCED POWER QUALITY AND IMPROVED SERVICE CONTINUITY

The Tandem ELF current-limiting fuse will enhance power quality of the system and improve the service continuity during high magnitude faults due to operation of the backup current-limiting fuse. The duration of the voltage dip associated with system short circuits will be limited to the short melt time of the current-limiting section of the Tandem ELF fuse. Immediately after melting, the arc voltage generated by the current-limiting fuse will support system voltage until the fault is interrupted by the fuse. For high fault currents, the duration of the voltage dip associated with the melt time of the current-limiting fuse will be well within the allowable limits for sensitive electronic equipment as defined by CBEMA curves.

MINIMIZES EQUIPMENT DAMAGE

The Tandem ELF's backup current-limiting fuse will interrupt high magnitude fault currents while also limiting the amount of current and energy let-through to the transformer. The backup current-limiting fuse will limit the let-through current to minimize the

ORDERING INFORMATION

Selecting a Catalog Number

Select a catalog number, determine Tandem ELF fuse voltage and

current rating from the APPLICATION SECTION on page 3.

For Tandem ELF fuse ordering (including fuse link), choose the base catalog number from Table 5 and complete the number by selecting the appropriate fuse link code from Table 6.

Example:

T4B25KD To select a 15 kV Class Tandem ELF fuse with a 5 A fuse link for a 95 kV or 110 kV BIL interchangeable cutout.

TABLE 5
Tandem ELF Fuse - Catalog Numbers (includes all parts shown in Figure 4)

Cutout Rating Voltage/BIL Rating (kV)	Tandem ELF Voltage Class (kV)	Voltage Rating (kV)		Interrupting Rating (kA Sym.)	Tandem ELF fuse Catalog Number		Weight lbs (kg)
		Three-Phase	Single-Phase		Base Catalog Number	Fuse Link Code† Digits 6 and 7	
15/95 & 110	15	15	8.3	50	T4B25	Refer to Table 6	3.58 (1.62)
27/125 & 150	15	15	8.3	50	T4C25	Refer to Table 6	3.65 (1.65)
27/125 & 150	27	29	17.2	43	T9C25	Refer to Table 6	5.19 (2.35)

To order a Tandem ELF fuse without a Type D or Type X fuse link, leave digits 6 and 7 blank and order the base catalog number in Table 5.

TABLE 6
Tandem ELF Fuse- Fuse Link Current Rating Selection

Current Rating (A)	Fuse Link Code†	Fuse Link Catalog Number ONLY
.33	AX	41033
.50	BX	41050
.75	CX	41075
1	DX	41100
1.25	EX	41125
1.5	FX	41150
2	GX	41200
3	HD	FL3D3
4	JD	FL3D4
5	KD	FL3D5
7	LD	FL3D7
10	MD	FL3D10
15	ND	FL3D15
20	PD	FL3D20

† Add the fuse link code to the end of the base catalog number in Table 5.

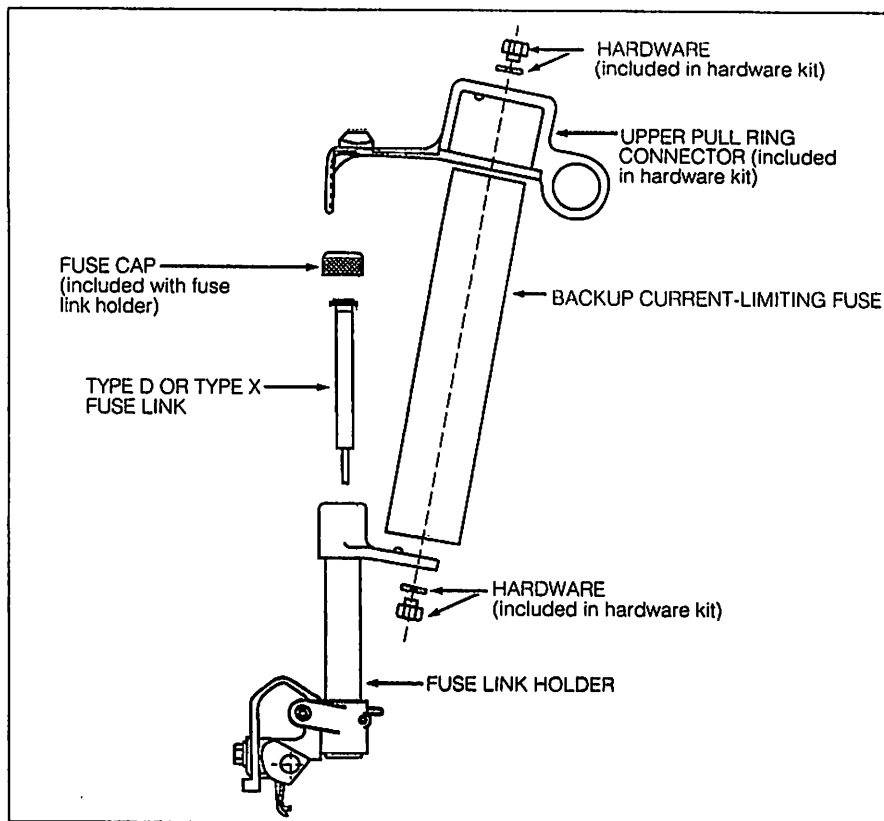


Figure 4.
Tandem ELF fuse parts.

TABLE 7
Tandem ELF Fuse - Replacement Parts Only

Cutout Rating Voltage/BIL Rating (kV)	Tandem ELF Voltage Class (kV)	Fuse Link Holder Catalog Number	Backup Current-Limiting Fuse Catalog Number	Hardware Kit* Catalog Number
15/95 & 110	15	T4B00	FAH8KV25K	THWKIT
27/125 & 150	15	T4C00	FAH8KV25K	THWKIT
27/125 & 150	27	T9C00	FAH17KV25K	THWKIT

* Hardware kit includes one upper pull ring connector, two bolts and two lock washers for insulating the backup current-limiting fuse

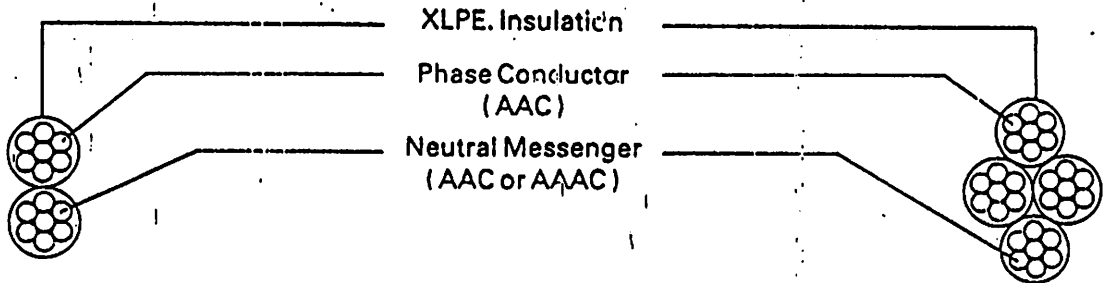


TABLE : 3

ALL ALUMINIUM ALLOY CONDUCTOR (AAAC)
SII. 1133 - 84 (SPLN. 41 - 8 : 1981)
Size : 16 1000 mm²

Cross Sectional Area		No. of Wire	Approx. Overall-diameter	Approx. net weight of Conductor	D.C. Resistance at 20°C	Calculated Breaking Force	Current Carrying Capacity	Standard Quantity Per Reel
Nominal Size	Actual Size							
mm ²	mm ²	-	mm	kg/km	Ohm/km	N	A	kg
16	16.84	7	5.25	46	1.955	4710	105	500
25	27.83	7	6.75	76	1.183	7750	135	500
35	34.36	7	7.50	94	0.958	9615	170	500
50	49.48	7	9.00	135	0.665	13830	210	500
50	45.70	19	8.75	126	0.724	12750	210	500
55	58.07	7	9.75	160	0.567	16235	220	500
70	75.55	19	11.25	208	0.438	21090	255	1000
95	93.27	19	12.50	256	0.355	26095	320	1000
100	99.30	7	12.75	272	0.332	27760	325	1000
120	112.85	19	13.75	310	0.293	31590	365	1000
150	157.60	19	16.25	434	0.210	44045	425	1000
150	147.10	37	15.75	406	0.225	41105	425	1000
185	181.60	37	17.50	501	0.183	50765	490	1000
240	238.80	19	20.00	670	0.137	66755	585	1000
240	242.50	61	20.20	657	0.139	67785	585	1000
300	299.40	61	22.50	827	0.111	83680	670	1000
400	431.10	61	27.00	1191	0.077	120565	810	1000
500	506.00	61	29.25	1398	0.066	141460	930	1000
630	613.20	91	33.00	1782	0.052	179820	1085	1000
800	754.90	91	35.75	2091	0.044	211060	1255	1000
1000	1005.10	91	41.25	2784	0.033	280060	1450	1000

INSULATED ALUMINIUM TWISTED CONDUCTORS FOR L.V. OVERHEAD LINE



LE: 30

MECHANICAL CHARACTERISTICS

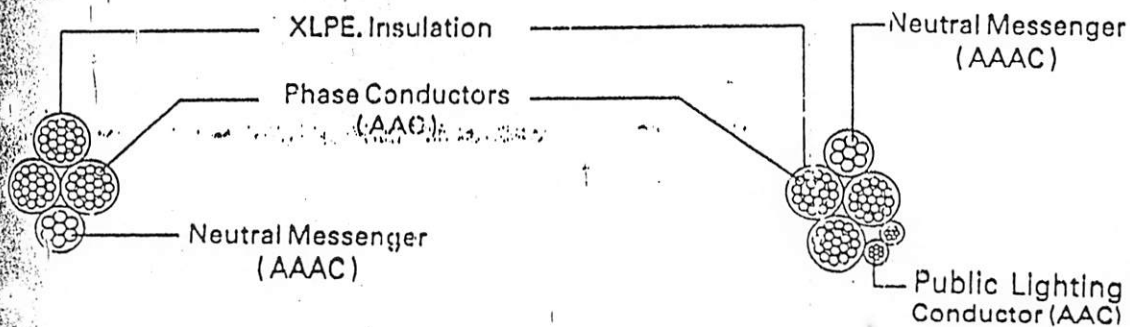
NOMINAL SECTIONS			Approx. Twisted Diameter	Weight of Cable	DELIVERY		
Phase	Neutral	Public Lighting			Standard Reel Length	Approx. Weight of Loaded Reel	Type of Reel
mm ²	mm ²	mm ²	mm	kg/km	m	kg	-
16	-	-	15.0	141	500	145	DRUM
16	1 x 16	-	18.1	282	500	235	DRUM
25	-	-	18.6	216	500	200	DRUM
25	1 x 25	-	22.5	433	500	370	DRUM

INSULATED ALUMINIUM TWISTED CONDUCTORS FOR L.V. OVERHEAD LINE

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Nominal sectional Area of Phase	Resistance of Conductor at 20°C	Permissible Currents Ambient Temperature		
		20°C	30°C	40°C
mm ²	Ohm/km	A	A	A
10	3.02	65	60	50
16	1.91	85	80	70
25	1.20	110	100	90

INSULATED ALUMINIUM TWISTED CONDUCTORS FOR L.V. OVERHEAD LINE



E : 31

MECHANICAL CHARACTERISTICS

NOMINAL SECTIONS			Approx. Twisted Diameter	Weight of Cable	DELIVERY		
Phase	Neutral	Public Lighting			Standard Reel Length	Approx. Weight of Loaded Reel	Type of Reel
mm ²	mm ²	mm ²	mm	kg/km	m	kg	-
70	1 x 50	-	37.0	985	500	915	DRUM
50	1 x 35	-	32.4	707	500	590	DRUM
35	1 x 25	-	29.4	554	500	570	DRUM
25	1 x 25	-	22.5	433	500	360	DRUM
70	1 x 50	2 x 16	37.0	1125	500	980	DRUM
50	1 x 35	2 x 16	33.3	848	500	780	DRUM
35	1 x 25	2 x 16	31.9	695	500	570	DRUM
25	1 x 25	2 x 16	29.4	574	500	560	DRUM

INSULATED ALUMINIUM TWISTED CONDUCTORS FOR L.V. OVERHEAD LINE

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

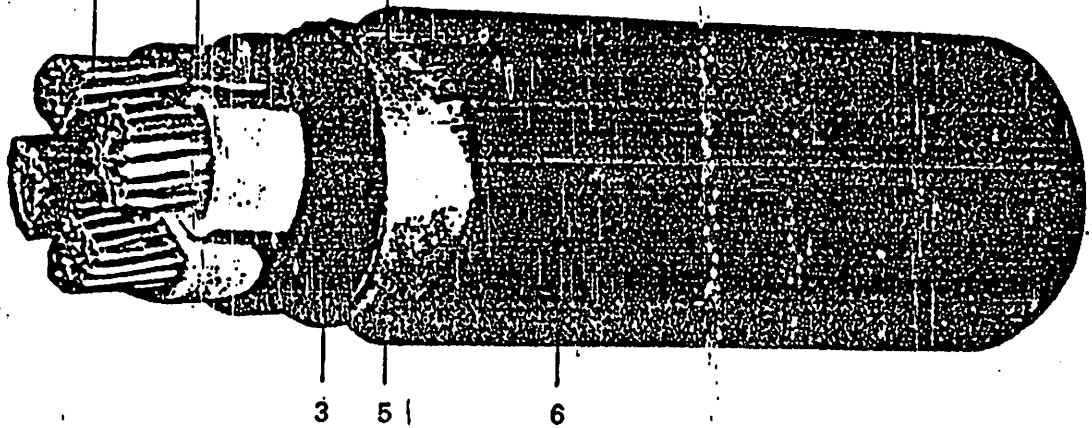
Nominal Sectional Area of Phase	Resistance of Conductor at 20°C	Permissible Currents Ambient Temperature		
		20°C	30°C	40°C
mm ²	Ohm/km	A	A	A
25	1.20	110	100	95
35	0.868	135	125	110
50	0.641	160	145	135
70	0.443	200	185	170

Tabel 6.6-1 Daftar pembebanan penghantar kontinu untuk tembaga penampang persegi

Ukuran	Penampang	Berat	Pembbebanan kontinu (A)															
			Arus bolak-balik								Arus searah							
			Dilapisi lapisan konduktif				Telanjang				Dilapisi lapisan konduktif				Telanjang			
			Jumlah batang				Jumlah batang				Jumlah batang				Jumlah batang			
mm	mm ²	kg/m	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 x 2	24	0,23	123	202	-	-	100	182	-	-	123	202	-	-	108	210	-	-
15 x 2	30	0,27	148	240	-	-	128	252	-	-	148	240	-	-	128	255	-	-
15 x 3	45	0,40	187	316	-	-	162	282	-	-	187	316	-	-	162	305	-	-
20 x 2	40	0,36	205	350	-	-	185	315	-	-	210	370	-	-	190	330	-	-
20 x 3	60	0,53	237	394	-	-	204	384	-	-	237	435	-	-	203	395	-	-
20 x 5	100	0,89	325	470	-	-	290	495	-	-	330	570	-	-	300	515	-	-
25 x 3	75	0,67	287	766	-	-	245	412	-	-	287	530	-	-	275	485	-	-
25 x 5	125	1,11	385	670	-	-	350	600	-	-	400	680	-	-	360	620	-	-
30 x 3	90	0,80	350	600	-	-	315	540	-	-	448	630	-	-	325	570	-	-
30 x 5	150	1,34	448	760	-	-	379	672	-	-	475	800	-	-	425	725	-	-
40 x 3	120	1,07	460	780	-	-	420	710	-	-	470	820	-	-	425	740	-	-
40 x 5	200	1,78	576	952	-	-	482	836	-	-	576	1030	-	-	550	985	-	-
40 x 10	400	3,56	865	1470	2060	2800	715	1290	1650	2500	865	1550	2180	-	800	1395	1950	-
50 x 5	250	2,23	703	1140	1750	2310	588	994	1550	2100	703	1270	1870	-	660	1150	1700	-
50 x 10	500	4,46	1050	1720	2450	3330	852	1510	2200	3000	1020	1900	2700	-	1000	1700	2400	-
60 x 5	300	2,67	825	1400	1983	2650	750	1300	1800	2400	870	1500	2200	2700	780	1400	1900	2500
60 x 10	600	5,34	1230	1960	2800	3800	985	1720	2500	3400	1230	2200	3100	3900	1100	2000	2800	3500
80 x 5	400	3,56	1060	1800	2450	3300	950	1650	2700	2900	1150	2000	2800	3500	1000	1800	2500	3200
80 x 10	800	7,12	1590	2410	3450	4600	1240	2110	3100	4200	1590	2800	4000	5100	1450	2600	3600	4500
100 x 5	500	4,45	1310	2200	2950	3800	1200	2000	2800	3400	1400	2500	3400	4300	1250	2250	3000	3900
100x10	1000	8,90	1940	2850	4000	5400	1490	2480	3600	4800	1940	3600	4900	6200	1700	3200	4400	5500

CATATAN :

- Suhu sekitar 30 - 35 °C.
- Suhu penghantar tembaga maksimum 65 °C.



LOW VOLTAGE CABLE

Type : NYFGbY - 0,6/1 kV SII.0211-78. (SPLN 43-2 : 1981)
 (PVC Insulated, Galvanized Flat Steel Wire Armoured, PVC Sheathed)
 Size : 2 x 1,5 150 mm².

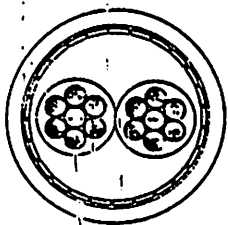


TABLE : 22

TWIN - CORES
0,6/1 kV COPPER CONDUCTOR
FLAT STEEL WIRE AND TAPE ARMoured CABLE

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Number of cores.	Size	Conductor		Insulation Thickness.	Jacket Thickness.	Approx. Overall Dia.	Approx. Net. Weight	Standard Reel Length.	Delivery Form
		Construction.	No. of wire						
(x)	mm ²	-	-	mm	mm	mm	kg/km.	m.	-
2	1.5	re (rm)	1 (7)	0.8	1.8	17.0	588	500	DRUM
	2.5	re (rm)	1 (7)	0.9	1.8	17.0	599	500	
	4	re (rm)	1 (7)	1.0	1.8	17.2	632	500	
	6	re (rm)	1 (7)	1.0	1.8	17.6	657	500	
	10	re (rm)	1 (7)	1.0	1.8	18.7	784	500	
	16	re (rm)	1 (7)	1.0	1.8	21.8	1099	500	
	25	rm	7	1.2	2.0	26.3	1555	500	
	35	rm	7	1.2	2.0	28.7	1897	500	
	50	sm	19	1.4	2.0	29.4	2391	500	
	70	sm	19	1.4	2.2	35.6	2952	500	
	95	sm	19	1.6	2.2	40.1	3814	500	
	120	sm	37	1.6	2.2	43.3	4565	500	
150	sm	37	1.8	2.6	48.2	5504	500		

TYPE OF CABLE : NYFGbY
 RATED VOLTAGE : 0,6/1 kV.

1. Copper Conductor.
2. PVC. Insulation.
3. PVC. Inner Sheath.
4. Galvanized flat Steel wire.
5. Galvanized flat Steel tape.
6. PVC. Outer Sheath.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Number of Cores.	Size	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity		Short Circuit Current at 1 Sec	Test Voltage
		Conductor	Insulation	In Ground	In Air		
		DC Calculated		30°C	30°C		
(x)	mm ²	Ohm/km	M. Ohm.km.	A	A	kA	kV/10 min
2	1.5	12.1	62	27	21	0.17	4
	2.5	7.28	57	36	29	0.29	4
	4	4.56	52	47	38	0.46	4
	6	3.03	44	59	48	0.70	4
	10	1.81	36	78	66	1.16	4
	16	1.14	26	102	90	1.86	4
	25	0.74	26	134	120	2.91	4
	35	0.524	22	160	150	4.07	4
	50	0.387	22	187	180	5.81	4
	70	0.263	19	230	230	8.14	4
	95	0.193	18	280	275	11.05	4
	120	0.153	16	320	320	13.95	4
150	0.124	16	355	375	17.44	4	

Type : N2XSY or NA2XSY
 Rated Voltage : 12/20 kV.
 Spec : IEC. 502-83

TABLE : 44

SINGLE - CORE
 CIRCULAR COMPACTED COPPER OR ALUMINIUM
 CONDUCTOR
 XLPE INSULATED, COPPER TAPE SCREENED,
 PVC SHEATHED CABLE.

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Size	Conductor		Insulation Thickness	Jacket Thickness	Approx. Overall Dia.	Approx. Net. Weight	Standard Reel Length	Delivery Form
	Construction.	No. of wire						
mm ²	-	-	mm	mm	mm	kg/km.	m.	-
35*	cc. Cu	7/2.66	5.5	1.9	26	998	500	DRUM
	cc. Al	7/2.67	5.5	1.9	26	759	500	
50	cc. Cu	19/1.88	5.5	1.9	27	1161	500	
	cc. Al	7/3.10	5.5	1.9	27	838	500	
70	cc. Cu	19/2.26	5.5	1.9	29	1428	500	
	cc. Al	18/2.32	5.5	1.9	29	961	500	
95	cc. Cu	19/2.66	5.5	2.0	31	1758	500	
	cc. Al	18/2.73	5.5	2.0	31	1115	500	
120	cc. Cu	19/2.98	5.5	2.1	32	2061	500	
	cc. Al	18/3.07	5.5	2.1	32	1253	500	
150	cc. Cu	19/3.31	5.5	2.1	34	2388	500	
	cc. Al	34/2.48	5.5	2.1	34	1391	500	
185	cc. Cu	37/2.66	5.5	2.2	36	2842	300	
	cc. Al	34/2.77	5.5	2.2	36	1588	300	
240	cc. Cu	37/3.04	5.5	2.2	38	3485	300	
	cc. Al	34/3.18	5.5	2.2	38	1847	300	
300	cc. Cu	61/2.66	5.5	2.3	41	4210	300	
	cc. Al	55/2.79	5.5	2.3	41	2143	300	
400*	cc. Cu	61/3.00	5.5	2.4	44	5147	300	
	cc. Al	55/3.17	5.5	2.4	44	2517	300	

* = Compact Circular Stranded.
 For Smaller or Bigger Sizes Contact Manufacturer.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Size	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity				Capacitance.	Inductance		Short Circuit Current at 1 Sec		Test Voltage
	Conductor	Insulation	in ground		in air					For Screen	For Conductor.	
	DC. Calculated	-	30°C		30°C							
	mm ²	Ohm/km	M. Ohm. km	A		A		μf/km	mH/km		kA	
			∞∞	∞∞	∞∞	∞∞		∞∞	∞∞			
35	0.514	3500	205	181	233	199	0.16	0.64	0.46	0.9	5.0	30
	0.859	3500	158	139	180	155	0.16	0.64	0.46	0.9	3.3	30
50	0.379	3500	240	214	279	238	0.18	0.62	0.44	1.0	7.2	30
	0.628	3500	187	166	217	184	0.18	0.62	0.44	1.0	4.7	30
70	0.262	3000	292	262	347	296	0.20	0.60	0.41	1.1	10.0	30
	0.435	3000	228	203	240	229	0.20	0.60	0.41	1.1	6.6	30
95	0.189	2500	347	312	420	358	0.22	0.57	0.39	1.2	13.6	30
	0.313	2500	271	242	328	278	0.22	0.57	0.39	1.2	8.9	30
120	0.150	2500	391	353	483	412	0.24	0.56	0.38	1.2	17.2	30
	0.248	2500	307	276	378	320	0.24	0.56	0.38	1.2	11.3	30
150	0.122	2500	427	394	540	466	0.26	0.55	0.37	1.3	21.5	30
	0.202	2500	339	307	425	363	0.26	0.55	0.37	1.3	14.1	30
185	0.0972	2000	478	445	614	522	0.28	0.54	0.35	1.4	26.5	30
	0.161	2000	380	348	485	415	0.28	0.54	0.35	1.4	17.4	30
240	0.0740	2000	546	513	718	627	0.31	0.52	0.34	1.5	34.3	30
	0.0122	2000	439	404	513	493	0.31	0.52	0.34	1.5	22.6	30
300	0.0590	2000	608	577	813	715	0.34	0.51	0.33	1.6	42.9	30
	0.0976	2000	491	455	652	563	0.34	0.51	0.33	1.6	28.2	30
400	0.0461	1500	659	647	904	819	0.38	0.50	0.32	1.7	57.2	30
	0.0763	1500	543	517	740	652	0.38	0.50	0.32	1.7	37.6	30

CABLE : N Y Y.
(Control Cable).

VOLTAGE : 0,6/1 kV.

Conductor.
Insulation.
Inner Sheath.
Outer Sheath.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Core	Resistance at 20°C		Current Carrying Capacity		Approx. Reactance per-Conductor Ohm/km ⊘/∞∞	Short Circuit Current at 1 sec kA	Test Voltage kV/15.min
	Conductor	Insulation	in ground	in air			
	DC. Calculated Ohm/km	M.Ohm.km	30°C. A ⊘/∞∞	30°C. A ⊘/∞∞			
5	11.9	62	⊘ 33	⊘ 26	-	0.17	4
5	7.14	57	⊘ 45	⊘ 35	-	0.25	4
	4.47	52	⊘ 58	⊘ 46	-	0.46	4
	2.97	44	⊘ 74	⊘ 58	-	0.70	4
	1.77	36	⊘ 98	⊘ 80	-	1.16	4
	1.12	26	98/107	86/100	0.110/0.254	1.86	4
	0.708	26	125/139	120/135	0.107/0.242	2.91	4
	0.514	22	151/165	145/170	0.097/0.228	4.07	4
	0.379	22	178/195	✓ 180/205	0.096/0.189	5.81	4
	0.262	19	218/240	225/260	0.094/0.210	8.14	4
	0.189	18	263/289	280/320	0.091/0.203	11.05	4
	0.150	16	298/329	330/375	0.088/0.196	13.95	4
	0.122	16	338/374	380/430	0.086/0.192	17.44	4
	0.0972	16	383/418	✓ 440/490	0.086/0.184	21.51	4
	0.0740	16	436/481	530/590	0.082/0.174	27.91	4
	0.0590	15	490/552	610/680	0.082/0.170	34.88	4
	0.0461	14	579/632	740/920	0.078/0.163	46.51	4
	0.0366	14	659/730	✓ 860/960	0.078/0.157	58.14	4



BARE COPPER CONDUCTOR HARD (BCC-H)
 SII: 1135 - 84 (SPLN. 41 - 5 : 1981)
 BARE COPPER CONDUCTOR 1/2 HARD (BCC-1/2H)
 SII: 1136-84 (SPLN. 41 - 4 : 1981)
 Size : 6 500 mm²

Standard Quantity Per Reel	Current Carrying Capacity	BCC-1/2H		D.C. Resistance at 20°C	Approx. net weight of Conductor	Approx. Overall-diameter	No. of Wire	mm	kg/km	Ohm/km	BCC-H		kg
		N	A								N	A	
500	500	71	1318	2428	2.8861	54	1	2.80	54	1.8545	3706	2944	50
50	50	90	3228	4049	1.8150	84	1	3.50	83	1.8545	3706	2944	50
50	50	125	5077	642	1.1452	136	7	4.05	84	1.8150	4049	3228	50
10	10	160	7661	9668	0.7504	208	7	5.10	136	1.1452	642	5077	10
16	16	200	10762	13545	0.5296	298	7	6.30	208	0.7504	9668	7661	16
25	25	250	15407	19281	0.3781	416	7	7.50	298	0.5296	13545	10762	25
35	35	310	20793	26242	0.2778	566	19	9.00	416	0.3781	19281	15407	35
50	50	380	29212	36767	0.1961	809	19	10.50	566	0.2778	26242	20793	50
70	70	440	36434	46121	0.1563	1021	19	12.50	809	0.1961	36767	29212	70
95	95	510	46337	58649	0.1243	1270	19	14.00	1021	0.1563	46121	36434	95
120	120	585	56877	71587	0.1007	1577	37	15.70	1270	0.1243	58649	46337	120
150	150	700	76388	96688	0.0754	2085	37	17.50	1577	0.1007	71587	56877	150
185	185	800	93772	118023	0.0611	2600	61	20.20	2085	0.0754	96688	76388	185
240	240	960	124231	157719	0.0457	3479	61	22.50	2600	0.0611	118023	93772	240
300	300	1110	154072	194050	0.0366	4366	61	26.00	3479	0.0457	157719	124231	300
400	400							29.10	4366	0.0366	194050	154072	400
500	500							499.10	4366	0.0366	194050	154072	500

BLE : 1

Tabel 6.6-1 Daftar pembebanan penghantar kontinu untuk tembaga penampang persegi

Ukuran	Penampang	Berat	Pembebanan kontinu (A)															
			Arus bolak-balik								Arus searah							
			Dilapisi lapisan konduktif				Telanjang				Dilapisi lapisan konduktif				Telanjang			
			Jumlah batang				Jumlah batang				Jumlah batang				Jumlah batang			
mm	mm ²	kg/m	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
42 x 2	24	0,23	123	202	-	-	400	182	-	-	123	202	-	-	108	210	-	-
15 x 2	30	0,27	148	240	-	-	128	252	-	-	148	240	-	-	128	255	-	-
15 x 3	45	0,40	187	316	-	-	162	282	-	-	187	316	-	-	162	305	-	-
20 x 2	40	0,36	205	350	-	-	485	315	-	-	210	370	-	-	190	330	-	-
20 x 3	60	0,53	237	394	-	-	204	384	-	-	237	435	-	-	203	395	-	-
20 x 5	100	0,89	325	470	-	-	290	495	-	-	330	570	-	-	300	515	-	-
25 x 3	75	0,67	287	766	-	-	245	412	-	-	287	530	-	-	275	485	-	-
25 x 5	125	1,11	385	670	-	-	350	600	-	-	400	680	-	-	360	620	-	-
30 x 3	90	0,80	350	600	-	-	315	540	-	-	448	630	-	-	325	570	-	-
30 x 5	150	1,34	448	760	-	-	379	672	-	-	475	800	-	-	425	725	-	-
40 x 3	120	1,07	460	780	-	-	420	710	-	-	470	820	-	-	425	740	-	-
40 x 5	200	1,78	576	952	-	-	482	836	-	-	576	1030	-	-	550	985	-	-
40 x 10	400	3,56	865	1470	2060	2800	715	1290	1650	2500	865	1550	2180	-	800	1395	1950	-
50 x 5	250	2,23	703	1140	1750	2310	588	994	1550	2100	703	1270	1870	-	660	1150	1700	-
50 x 10	500	4,46	1050	1720	2450	3330	852	1510	2200	3000	1020	1900	2700	-	1000	1700	2400	-
60 x 5	300	2,67	825	1400	1983	2650	750	1300	1800	2400	870	1500	2200	2700	780	1400	1900	2500
60 x 10	600	5,34	1230	1960	2800	3800	985	1720	2500	3400	1230	2200	3100	3900	1100	2000	2800	3500
80 x 5	400	3,56	1060	1800	2450	3300	950	1650	2700	2900	1150	2000	2800	3500	1000	1800	2500	3200
80 x 10	800	7,12	1590	2410	3450	4600	1240	2110	3100	4200	1590	2800	4000	5100	1450	2600	3600	4500
100 x 5	500	4,45	1310	2200	2950	3800	1200	2000	2800	3400	1400	2500	3400	4300	1250	2250	3000	3900
100x10	1000	8,90	1940	2850	4000	5400	1490	2480	3600	4800	1940	3600	4900	6200	1700	3200	4400	5500

CATATAN :

- Suhu sekitar 30 - 35 °C.
- Suhu penghantar tembaga maksimum 65 °C.

SwitchLine

Ordering Information

OETL 200...3150

Rotary type switches, 200 ... 3150 A, 3 and 4 -pole

Rated insulation voltage 1000 V, including a handle, a shaft and terminal bolt kit^{*)}, see next page.

Number of poles	I _n (open) [A]	Rated oper. currents AC21/AC23 [A/A] ≤415V	Type	Order number	Pack-age size	Weight [kg]
-----------------	---------------------------	--	------	--------------	---------------	-------------

OETL 200...315

Black IP65 handle OHB80J8 with I-O, ON-OFF -indication and shaft OXP8x140, length 140 mm.

3	200/	200	OETL 200K3	1SCA022125R1920		3.0
4	250	200	OETL 200K4	1SCA022144R5610		3.7
3	250/	250	OETL 250K3	1SCA022126R6280		3.0
4	315	250	OETL 250K4	1SCA022144R5880		3.7
3	315/	315	OETL 315K3	1SCA022144R7740		3.0
4	350	315	OETL 315K4	1SCA022144R7910		3.7

OETL 400...800

Phase barriers OETLZN 17 included. Black IP65 handle OHB125J12 with I-O, ON-OFF -indication and shaft OXP12x166, length 166 mm.

3	500/	500	OETL 400D1	1SCA022058R0020		5.2
4	500	500	OETL 400D4	1SCA022058R10110		6.4
3	630/	630	OETL 630K3	1SCA022070R0050		6.2
4	630	630	OETL 630K4	1SCA022070R09170		7.0
3	800/	800	OETL 800K3	1SCA022098R0980		6.2
4	800	720	OETL 800K4	1SCA022098R1100		7.6

OETL 1000...1600

Black IP65 handle OHB145J12 with I-O, ON-OFF -indication and shaft OXP12x250, length 250 mm.

3	1000/	800	OETL 1000K3	1SCA022117R8660		16.3
4	800	800	OETL 1000K4	1SCA022117R8820		20.5
3	1250/	800	OETL 1250K3	1SCA022097R3510		16.3
4	800	800	OETL 1250K4	1SCA022097R3770		20.5
3	1600/	800	OETL 1600K3	1SCA022097R3930		17.5
4	800	800	OETL 1600K4	1SCA022097R4150		22.5

Rotary type switches, 2500 ... 3150 A

Rated insulation voltage 1000 V. Including a handle, a shaft and terminal bolt kit^{*)}.

Number of poles	I _n (open) [A]	Rated oper. currents AC21/AC22 [A/A] ≤415V	Type	Order number	Pack-age [kg]	Weight [kg]
-----------------	---------------------------	--	------	--------------	---------------	-------------

OETL 2500...3150

Black IP54 metallic handle YASDA 7 with I-O -indication and shaft OXP12x325, length 325 mm included.

3	2500/	1600	OETL 2500K3 ³⁾	1SCA022108R7780		37
4	1600	1600	OETL 2500K4 ³⁾	1SCA022115R6180		47
3	3150/	1600	OETL 3150K3 ³⁾	1SCA022115R6340		37
4	1600	1600	OETL 3150K4 ³⁾	1SCA022115R6510		47

Side operated switches, 200 ... 800 A, 3 and 4 -pole

Rated insulation voltage 1000 V. Including terminal bolt kit^{*)}. 400...800 A include phase barriers OETLZN 17. The handle and shaft have to be ordered separately, see accessories.

3	250	200/	200	OETL 200KM3-2	1SCA022144R9100	3.0
4		200	200	OETL 200KM4-2	1SCA022144R9360	3.7
3	315	250/	250	OETL 250KM3-2	1SCA022160R0790	3.0
4		250	250	OETL 250KM4-2	1SCA022160R0950	3.7
3	350	315/	315	OETL 315KM3-2	1SCA022144R8120	3.0
4		315	315	OETL 315KM4-2	1SCA022144R8390	3.7
3	500	500/	500	OETL 400DM1-2	1SCA022066R5950	5.2
4		500	500	OETL 400DM4-2	1SCA022071R7420	6.3
3	630	630/	630	OETL 630KM3-2	1SCA022082R5150	6.2
4		630	630	OETL 630KM4-2	1SCA022082R5310	7.6
3	800	800/	720	OETL 800KM3-2	1SCA022102R7250	7.3
4		720	720	OETL 800KM4-2	1SCA022102R7450	9.2

³⁾ The busbar connections for different busbar arrangements have to be ordered separately.

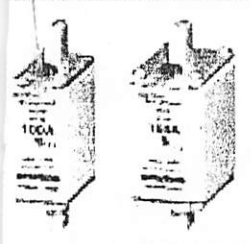
^{*)} OETL 200 ... 3150 include terminal bolt kit:

OETL 200: OZ/E 1, M8 x 25 mm, 8 pcs/pack.
OETL 400: OZ/E 8, M10 x 40 mm, 8 pcs/pack.
OETL 1000...1600: OZ/E 14, M12 x 60 mm, 8 pcs/pack.

OETL 250, 315: OZ/E 2, M10 x 30 mm, 8 pcs/pack

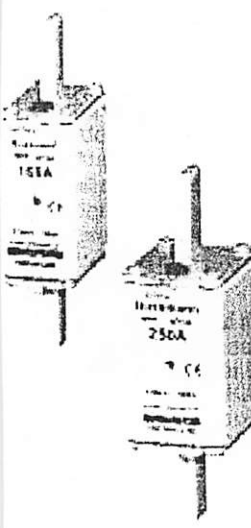
OETL 630, 800: OZ/E 3, M12 x 40 mm, 8 pcs/pack

OETL 2500, 3150: OZ/E 14, M12 x 60 mm, 12 pcs/pack



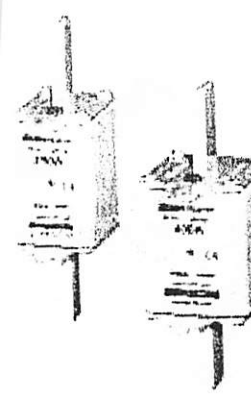
**000
&
00**

10	10NHG00B	10NHC00GCI	10NHC00M	3
16	16NHG00B	16NHC00GCI	16NHC00M	3
20	20NHG00B	20NHC00GCI	20NHC00M	3
25	25NHG00B	25NHC00GCI	25NHC00M	3
32	32NHG00B	32NHC00GCI	32NHC00M	3
35	35NHG00B	35NHC00GCI	35NHC00M	3
40	40NHG00B	40NHC00GCI	40NHC00M	3
50	50NHG00B	50NHC00GCI	50NHC00M	3
63	63NHG00B	63NHC00GCI	63NHC00M	3
80	80NHG00B	80NHC00GCI	80NHC00M	3
100	100NHG00B	100NHC00GCI	100NHC00M	3
125	125NHG00B	125NHC00GCI	125NHC00M	3
160	160NHG00B	160NHC00GCI	160NHC00M	3



0

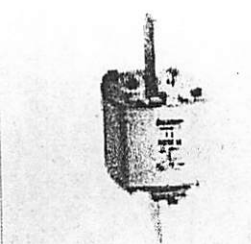
10	10NHG0B	10NH0GCI	10NH0M	3
16	16NHG0B	16NH0GCI	16NH0M	3
20	20NHG0B	20NH0GCI	20NH0M	3
25	25NHG0B	25NH0GCI	25NH0M	3
32	32NHG0B	32NH0GCI	32NH0M	3
35	35NHG0B	35NH0GCI	35NH0M	3
40	40NHG0B	40NH0GCI	40NH0M	3
50	50NHG0B	50NH0GCI	50NH0M	3
63	63NHG0B	63NH0GCI	63NH0M	3
80	80NHG0B	80NH0GCI	80NH0M	3
100	100NHG0B	100NH0GCI	100NH0M	3
125	125NHG0B	125NH0GCI	125NH0M	3
160	160NHG0B	160NH0GCI	160NH0M	3



01

6	-	6NH01GCI	6NH01M	3
10	10NHG01B	10NH01GCI	10NH01M	3
16	16NHG01B	16NH01GCI	16NH01M	3
20	20NHG01B	20NH01GCI	20NH01M	3
25	25NHG01B	25NH01GCI	25NH01M	3
32	32NHG01B	32NH01GCI	32NH01M	3
35	35NHG01B	35NH01GCI	35NH01M	3
40	40NHG01B	40NH01GCI	40NH01M	3
50	50NHG01B	50NH01GCI	50NH01M	3
63	63NHG01B	63NH01GCI	63NH01M	3
80	80NHG01B	80NH01GCI	80NH01M	3
100	100NHG01B	100NH01GCI	100NH01M	3
125	125NHG01B	125NH01GCI	125NH01M	3
160	160NHG01B	160NH01GCI	160NH01M	3
200	200NHG1B	200NH1GCI	200NH1M	3
224	224NHG1B	224NH1GCI	224NH1M	3
250	250NHG1B	250NH1GCI	250NH1M	3

1



02

35	35NHG02B	35NH02GCI	35NH02M	3
40	40NHG02B	40NH02GCI	40NH02M	3
50	50NHG02B	50NH02GCI	50NH02M	3
63	63NHG02B	63NH02GCI	63NH02M	3
80	80NHG02B	80NH02GCI	80NH02M	3
100	100NHG02B	100NH02GCI	100NH02M	3
125	125NHG02B	125NH02GCI	125NH02M	3
160	160NHG02B	160NH02GCI	160NH02M	3
200	200NHG02B	200NH02GCI	200NH02M	3
224	224NHG02B	224NH02GCI	224NH02M	3
250	250NHG02B	250NH02GCI	250NH02M	3
315	315NHG2B	315NH2GCI	315NH2M	3
355	355NHG2B	355NH2GCI	355NH2M	3
400	400NHG2B	400NH2GCI	400NH2M	3

2

03

250	250NHG03B	250NH03GCI	250NH03M	3
315	315NHG03B	315NH03GCI	315NH03M	3
355	355NHG03B	355NH03GCI	355NH03M	3
400	400NHG03B	400NH03GCI	400NH03M	3
450	450NHG03B	450NH03GCI	450NH03M	3
500	500NHG3B	500NH3GCI	500NH3M	3
630	630NHG3B	630NH3GCI	630NH3M	3

3

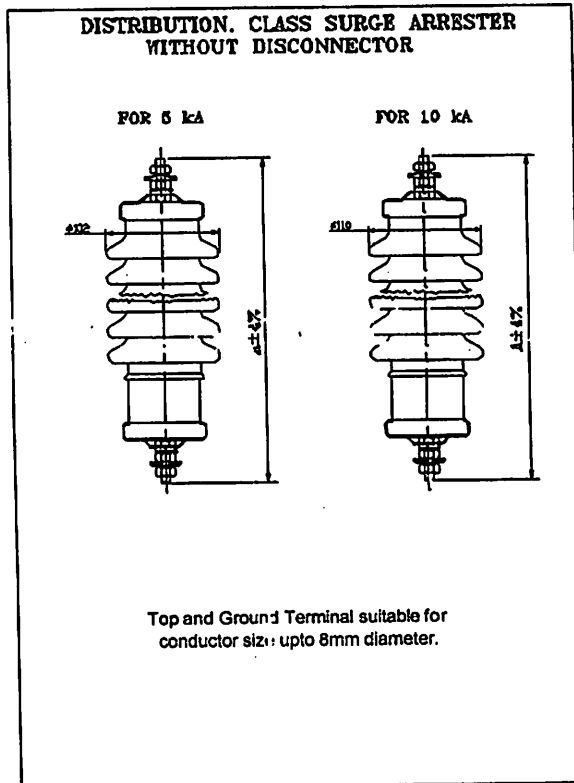
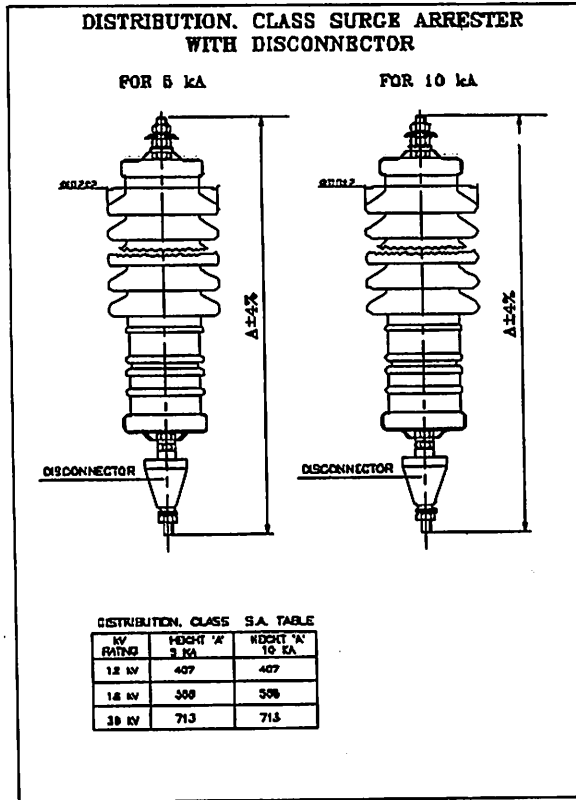
4

630	630NH4G	-	-	1
800	800NH4G	-	-	1
1000	1000NH4G	-	-	1
1250	1250NH4G	-	-	1
500	500NH4AG	-	-	1
630	630NH4AG	-	-	1
800	800NH4AG	-	-	1
900	900NH4AG	-	-	1
1000	1000NH4AG	-	-	1
1250	1250NH4AG	-	-	1
1600	1600NH4AG	-	-	1

4a

Size 4 & 4a are standard indication

Outline Dimensional Details





Application Guide for Selection of Arrester Rating

The objective of arrester application is to select the lowest rated surge arrester that will have a satisfactory service life on the power system while providing adequate protection of equipment insulation. An arrester of the minimum practical rating is generally preferred because it provides the greatest margin of protection for the insulation.

The use of a higher rating increases the capability of the arrester to survive on the power system, but reduces the margin of protection it provides for a specific insulation level. Thus, arrester selection must strike a balance between arrester survival and equipment protection.

Table 1a & 1b lists arrester ratings that would normally be applied on systems of various line-to-line voltages. The rating of the arrester is defined as the rms voltage at which the arrester passes the duty-cycle test as defined by the referenced standard. To decide which rating is most appropriate for a particular application, consideration must be given to the following system

stresses to which the arrester will be exposed:

- Continuous system voltage
- Temporary overvoltages
- Lightning surges

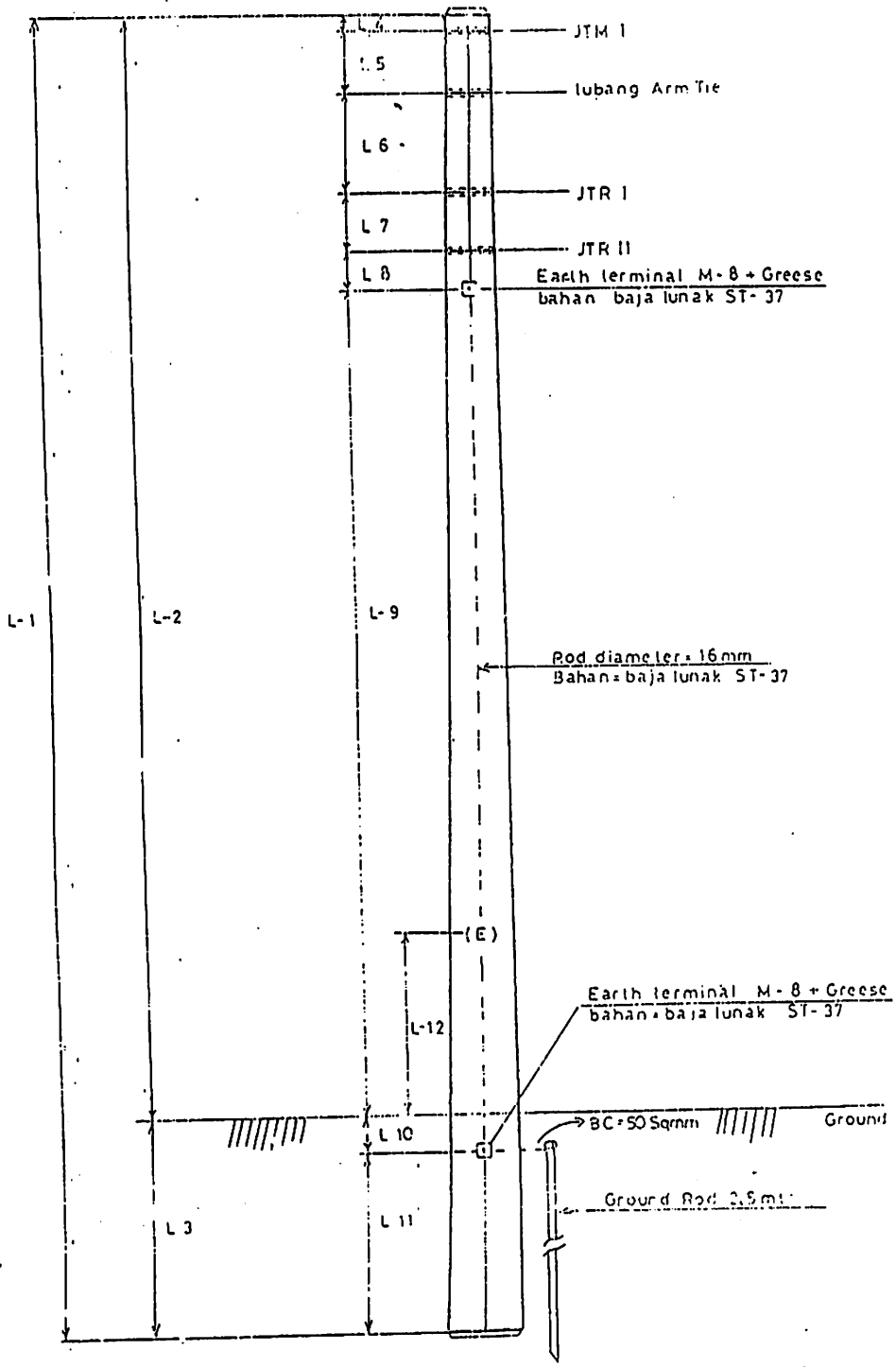
The arrester selected must have sufficient capability to meet the anticipated service requirements in all categories.

Table 1a

- Nominal discharge current : 5kAP
- Reference current : 1 mAP.
- High current impulse withstand (4/10 μ sec) : 65 kAP.
- Long duration current impulse withstand : 125 AP/2000 μ sec.
- Energy dissipation capability : 0.9 kJ/kV of rated voltage.
- Watt loss : 0.10 W/kV

Rated Voltage (kVrms)	MCOV (kVrms)	Ref. Voltage (kVrms)	Discharge Voltage Characteristics (KVP)						Temporary Overvoltage Characteristics (kVrms)		
			Lightning Impulse 8/20 μ sec wave			Switching Impulse 30/60 μ sec		Steep Current $\frac{1}{2}$ μ sec at NDC	0.1 sec	1.0 sec	10.0 sec
			2.5 kA	5 kA	10 kA	125 A	500 A				
3	2.55	3	11.5	12.0	13.5	9.5	10.0	13.0	3.70	3.50	3.40
6	5.10	6	22.5	24.0	26.5	19.0	20.0	26.0	7.40	7.10	6.80
9	7.65	9	28.0	30.0	33.5	23.5	25.0	32.5	11.0	10.6	10.1
12	10.2	12	36.5	39.0	43.0	30.5	32.0	42.0	14.7	14.1	13.5
15	12.7	15	43.5	46.5	51.5	36.5	38.5	50.0	18.4	17.7	16.9
18	15.3	18	53.5	57.0	63.0	44.5	47.0	61.5	22.1	21.2	20.3
21	17.0	21	63.0	67.0	74.0	52.5	55.0	72.0	25.8	24.7	23.7
24	19.5	24	70.5	75.0	83.0	58.5	61.5	81.0	29.4	28.2	27.0
27	22.0	27	79.0	84.0	93.0	65.5	69.0	90.5	33.2	31.8	30.4
30	24.4	30	84.5	90.0	99.5	70.5	74.0	97.0	36.8	35.3	33.8
36	29.0	36	101.0	108.0	119.0	84.0	89.0	116.0	43.5	41.8	40.0
42	34.0	42	116.0	124.0	137.0	97.0	102.0	133.5	51.5	49.4	47.3

- NOTE: 1. The above specifications conform to IEC 99-4 standard.
2. Special voltage ratings available on request.



Skala 1 : 20

L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	L-6	L-7	L-8	L-9	L-10	L-11	L-12	Satuan
11000	9150	1850	150	510	810	500	300	6850	300	1550	1500	(mm)



PERUSAHAAN UMUM LISTRIK NEGARA
DISTRIBUSI JAWA TIMUR

TIANG BETON : 11-200/350 dan (E)

Dirancang : EM. RETNO WATI
 Disetujui : Ir. SUHARIYADI

CATATAN
 GAMBAR N
 UML/45/PJ/9

PERINCIAN RAB SUTR

JENIS PEKERJAAN : PEMASANGAN SUTR DENGAN TWISTED CABLE
 LOKASI : JL. RAYA KEPUTRAN PURWOSARI
 NOMOR B.Q. : * R. 128 /CM/2008

LAMPIRAN C.

NO	UBAHAN MATERIAL	SAT.	PERINCIAN MATERIAL						JUMLAH MATERIAL	HARGA SATUAN			NILAI TUNAI		JUMLAH HARGA RP.
			Guy wire	Horizontal Guy Wire	Strut Pole	G.W. Bejeug	Labrang	MATERIAL		PASANG	BONGKAB	MATERIAL	JASA		
			(GW)	(HW)	(SP)	(BG)	(LB)	Rp		Rp	Rp	Rp	Rp		
1	Guy Wire Band + Bolt And Nut M.16 x 50 mm	Set	3	0	0	0	0	3	22,330	1.102	0	66.990	3.306	70,296	
2	Thimble /Kousen	Pcs	0	0			0	0	2,560	320	0	0	0	0	
3	Turn Bucle / Spanschroeven 5/8"	Pcs	3	0			0	3	40,960	1,690	0	122,880	5,070	127,950	
4	Galvanis Stranded Steel Wire 22 sqmm2.	Mtr	30	0			0	30	2,690	290	0	80,700	8,700	89,400	
5	Preformed Grip w/Guy Wire 22 sqmm.	Pcs	6	0			0	6	8,055	845	0	48,327	5,070	53,397	
6	Wire Clips.	Pcs	3	0			0	3	2,530	265	0	7,590	795	8,385	
7	Anchor Rod / Guy Rog 3/4"x 1.800 mm.	Pcs	3	0			0	3	34,000	740	0	102,000	2,220	104,220	
8	Anchor Rod Clamp.	Pcs	3	0			0	3	4,500	425	0	13,500	1,275	14,775	
9	Anchor Block w/TR.	Pcs	3	0			0	3	20,000	8,965	0	60,000	26,895	86,895	
10	Gaspipj Galvanis 3/4" - 2m / Pipa Pelindung.	Pcs	3	0			0	3	27,520	320	0	82,560	960	83,520	
11	Strut Arm w/ TR.	Pcs			0			0	30,976	2,842	0	0	0	0	
12	Strut Arm Band / Single Arm Band + Nut&Washer	Pcs			0			0	21,472	2,030	0	0	0	0	
13	Gaspipj Schoeren 2" - 1.5 Meter.	Pcs			0		0	0	69,820	7,192	0	0	0	0	
JUMLAH SUB-C.													584,547	54,291	638,838

KETERANGAN :

1. Harga Satuan Termasuk PPN 10 %
2. Semua Material Dari Besi Harus Di HDG.
3. Material Tunai Diperiksa Ke Panitia Kualitas Barang.

NO	NAMA MATERIAL	SPEK	UNIT	JUMLAH UKURAN	HARGA UNIT	JUMLAH BAHAN MATERIAL	WAKTU PEMASANGAN	JUML UKURAN	JUML WAKTU PEMASANGAN(JAM)	UPAH / JAM	JUML UPAH PEK	KET
1	CUBICAL	IMC	BH	1	500000	500000	0.43	1	0.43	7500	3225	
2	INCOMING		SET	1	1500000	1500000	0.98	1	0.98	7500	7350	
3	SWITCH DAN ES		BH	1	500000	500000	0.16	1	0.16	7500	1200	
4	BUSBAR 3 FASA		M	3	100000	300000	0.16	3	0.16	7500	3600	
5	VOLTAGE INDIKATOR		BH	1	400000	400000	0.4	1	0.4	7500	3000	
6	CT		BH	3	700000	2100000	0.16	3	0.16	7500	3600	
7	METERING	CM	BH	1	800000	800000	0.16	1	0.16	7500	1200	
	CT		BH	3	700000	2100000	0.98	3	2.94	7500	22050	
	KWH METER		BH	1	1000000	1000000	0.98	1	0.98	7500	7350	
	KVAR METER		BH	1	1000000	1000000	0.98	1	0.98	7500	7350	
8	AKSESORIS	LIHAT LAMPIRAN	SET	1	900000	900000	0.16	1	0.16	7500	1200	
9	DS DAN ES		BH	1	500000	500000	0.16	1	0.16	7500	1200	
10	BUSBAR 3FASA 400 A		M	3	100000	300000	0.16	3	0.48	7500	3600	
11	OPERATING MEKANIS CS		BH	1	350000	350000	0.16	1	0.16	7500	1200	
12	3 SOLE FUSE 6.3 A		BH	3	50000	150000	0.6	3	0.8	7500	1350	
13	LV CIRCUIT ISOLATING SWITCH		BH	3	94000	282000	0.6	3	0.8	7500	1350	
14	LV FUSES		BH	3	100000	300000	0.66	3	0.66	7500	1590	
15	ENLARGED LOW VOLTAGE COMPARTMENT		BH	3	100000	300000	0.66	3	0.66	7500	1590	
16	3 PT		BH	1	470000	470000	0.66	1	0.66	7500	4950	
17	OUT GOING	DMI - A	BH	1	580000	580000	0.02	1	0.02	7500	150	
18	ASESORIS	LIHAT LAMPIRAN	SET	1	500000	500000	0.96	1	0.96	7500	7200	
19	FLUAIK SF SET		BH	1	400000	400000	0.96	1	0.96	7500	7200	
20	DS DAN ES		M	3	580000	1740000	0.96	3	2.88	7500	21600	
21	BUSBAR 3 FASA		BH	1	50000	50000	0.16	1	0.16	7500	1200	1 dos = 50 pcs
22	CBCI FOR SF1 CB		BH	1	500000	500000	0.66	1	0.66	7500	4950	1 rel = 2m
23	AUXILIARY CONTACT ON CB		BH	1	300000	300000	2.11	1	2.11	7500	15825	
24	VOLTAGE INDIKATOR		BH	1	145000	145000	0.7	1	0.7	7500	5625	1 dos = 100 pcs
25	DOWN STREAM ES		BH	1	750000	750000	2.11	1	2.11	7500	15825	
26	TRAF0	630 KVA	BH	1	150000000	150000000	16.35	1	16.35	7500	122625	
27	ARESTER 20 KV COV 19 KV	RATED VOLTAGE 20	BH	3	150000	450000	16.35	3	49.05	7500	367875	
28	AKSESORIS		SET	1	350000	350000	0.98	1	0.98	7500	7350	
29	CONTACT THERMOMETER	LIHAT LAMPIRAN	BH	1	400000	400000	0.16	1	0.16	7500	1200	
30	DIALGUAGE THERMOMETER		BH	1	350000	350000	0.4	1	0.4	7500	3000	
31	THERMAL RISK WARNING DENCE		BH	1	202000	202000	0.4	1	0.4	7500	3000	
32	RESURE RELEASE VALVE		BH	1	390000	390000	0.16	1	0.16	7500	1200	
33	BUCHOLZ RELAY		BH	1	200000	200000	0.16	1	0.16	7500	1200	
34	AIR DEHOME DEFIER		BH	1	100000	100000	0.7	1	0.7	7500	5625	
35	CO 100 A		BH	3	150000	450000	0.6	3	1.8	7500	13500	
36	MAGNETIC OIL LEVEL INDIKATOR		BH	1	200000	200000	0.6	1	0.6	7500	13500	
37	GEN-SET											
	GENERATOR	3 PHASA 380/415 V	BH	1	130000000	130000000	2.11	1	2.11	7500	15825	
	AMPER METER	0-1500 A	BH	1	1500000	1500000	0.5	1	0.5	7500	3750	
	FREKWENSI METER	0-1500 HZ	BH	3	150000	450000	0.2	3	0.6	7500	4500	1dos = 50 pcs
	VOLT METER	0-1500 VAC	BH	1	150000	150000	0.4	1	0.4	7500	3000	
	3 PHASA BUSBAR	AL 12 X 2 mm	M	5	150000	750000	0.2	5	1	7500	3000	1dos = 100pcs
		30 mm 84 A										
	ATS	NS 100 TO NS 25	BH	1	3000000	3000000	0.16	1	0.16	7500	1200	
			M	100	75000	7500000	2.5	100	250	7500	1875000	
	NYEGAY 6 X 500 mm2		M	100	125000	12500000	2.5	100	250	7500	1875000	
	NXSY (3 X 16 mm2)		M	100	625000	476309000	6.18	174	350.9	337500	2631750	478.940.750

PERINCIAN HARGA R.A.B. SUTM

JENIS PEKERJAAN : PEMASANGAN SUTM 20 KV.
 LOKASI : JL.RAYA KEPUTRAN PURWOSARI
 NOMOR B.Q. : CP/2008

LAMPIRAN D

NO	JENIS MATERIAL	SAT	PERINCIAN MATERIAL											JUMLAH MATERIAL	HARGA SATUAN			KILAITUNAI		JUMLAH HARGA Rp.
			TM-1	TM-2	TM-4	TM-4	TM-4	TM-5	TM-6	TM-8	TM-8	TM-10	TM-10		MATERIAL	PASANG	BONGKAB	MATERIAL	JASA	
			4	2	1	0	0	1	1	0	1	1	0		Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	
1	CROSS ARM NP.10 - 2500 mm	PCS	0	4	2				1				7	189.040	7.225	0	1.323.280	50.575	1.373.855	
2	CROSS ARM NP.10 - 2000 mm	PCS	4		0		0	2	2	0		4	12	151.040	7.225	0	1.812.480	86.700	1.899.180	
3	ARM TIE TYPE L 50 x 900 mm / 750 mm	PCS	4	4	2		0	2	3	0	4	4	23	14.220	740	0	327.060	17.020	344.080	
4	ARM TIE BAND 3"-6"	PCS			0		0		1	0	2	1	4	16.450	370	0	65.800	1.480	67.280	
5	DOUBLE ARM BAND 6"-8"	PCS			1		0		1	0	2	1	5	25.345	475	0	126.725	2.375	129.100	
6	BEUGEL 3" - 10"	PCS	0										0	20.000	1.000	0	0	0	0	
7	BOLT & NUT M.16 X 50 mm	PCS	4						1				5	3.010	185	0	15.050	925	15.975	
8	BOLT & NUT M.16 X 400 mm	PCS	4	6	3		0	4	2		4	6	29	10.280	975	0	298.120	28.275	326.395	
9	PIN POST ISOLATOR 20 KV MDU	PCS	12	12	3	0		1	4	0	2	2	36	73.000	2.560	0	2.628.000	92.160	2.720.160	
10	SUSPENSION INSULATOR 20KV Lengkap	SET			3	0	0	6	3	0	6	6	24	85.000	1.530	0	2.040.000	36.720	2.076.720	
11	BOLT & NUT M.16 x 140 mm	PCS	0	0	3			6	3	0	2	6	20	10.280	370	0	205.600	7.400	213.000	
12	LINE TAP CONNECTOR 70-150 mm2	PCS				0	0	3	3	0	3	3	3	23.000	5.300	0	69.000	15.900	84.900	
13	ALL BINDING WIRE 20 mm2	MT	12	12	3	0		2	4	0	4	2	39	3.200	265	0	124.800	10.335	135.135	
14	ALL TAPE 4 mm2	MT	8	6	2	0		1	2	0	3	1	23	2.535	265	0	57.038	5.963	63.000	
15	KABEL NA2XSEBY 3X150 MM2	MT	0	0	0			0	0	0	1	0	1	180.200	6.380	0	180.200	6.380	186.580	
16	LIGHTNING ARRESTER 24 Kv,5 kA	PCS	0	0	0			0	0	0	2	0	2	750.000	9.570	0	1.500.000	19.140	1.519.140	
17	GASPIJ 4" 6 MTR	PCS			0	0	0	0	0		4	1	5	219.710	4.350	0	1.098.550	21.750	1.120.300	
18	OUT DOOR TERMINATION 3 PHS 150 - 185 MM2	PCS					0						0	568.210	191.400	0	0	0	0	
19	PASIR URUG												0	24.750	3.025	0	0	0	0	
20	BATU MERAH												0	160	44	0	0	0	0	
21	GROUND ROD 16 MM2 , 2,5 MTR												0	59.080	5.510	0	0	0	0	
22	TERMINAL LUG 150 mm2 AL/CU	PCS					0						0	15.500	1.250	0	0	0	0	
JUMLAH D.																11.871,703	403,098	12.274,800		

PIRAN BA No. / BA /NEGO/061/2008
GGAL

RINCIAN RAB SUTR

II.5 PEKERJAAN : PEMASANGAN SUTR DENGAN LV TWISTED CABLE
 JUME : 385 MS
 ABER DANA (SKK-BP)
 LASI PEKERJAAN : JI. RAYA KEPUTRAN PURWOSARI
 MOR RAB : R. 128 /CM/2008
 DE PERKIRAAN :

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL PER SAT	SAT	VOLUME TOTAL	HARGA SATUAN			NILAI TUNAI Rp.	JUMLAH HARGA Rp.
					MATERIAL Rp.	PASANG Rp.	BONGKAR Rp.		
1	2	3	4	5	6	7	8	8=5*(6+7)	9
A	REPLACEMENT LINE SUTR								
1	PEMAS.TIANG BETON 9 MTR. 200 dAN	6	BH	6	500.000	0		3.000.000	
2	PEMAS.TIANG BETON 9 MTR. 200 dANE	0	BH	0	783.000	0		0	
3	FUSE HOLDER SIZE 2,400 Amp.	0	BH	0	122.880	790		0	
4	NH FUSE 160 A	0	BH	0	93.440	950		0	
5	NYY 4 X 70 mm2	0	BH	0	71.745	2.200		0	
5	INVOERING 2"	0	BH	0	8.000	800		0	
7	KOTAK APP TYPE VI 1 PINTU TANPA KACA	0	BH	0	492.800	7.910		0	
8	BEUGEL KLEM 10" - 12"	0	BH	0	13.750	770		0	
9	CROSS ARM NP. 6,5 - 750 MM	0	BH	0	47.025	3.000		0	
0	BEUGEL KLEM 2"	0	BH	0	5.500	400		0	3.000.000
1	COOPER TUBE 50 mm2 / KABEL SCHOEN	0	BH	0	9.315	315		0	
2	GASPIJP 2" - 6 MTR (MEDIUM)	0	BH	0	209.792	2.780		0	
9	POLE ACCESSORIES								
1	GROUNDING TR (DALAM)	2	SET						
1	GROUND ROD 2,5 MTR - 16 MM + CLAMP	1	PCS	2	53.710	5.010		117.440	
2	BARE COPPER CONDUCTOR 50 SQMM	1	MTR	2	12.290	400		25.380	
3	BIMETAL CONNECTOR 16-70/6-50 SQMM AL-CU	1	PCS	2	8.200	350		17.100	
4	COPPER TUBE 50 SQMM / TERMINAL LUG	2	PCS	4	7.170	215		29.540	
									189.460
B	GROUNDING TR (LUAR)	0	SET						
1	GROUND ROD 1,5 MTR - 16 MM + CLAMP	1	PCS	0	52.800	3.450		0	
2	BARE COPPER CONDUCTOR 50 SQMM	7	MTR	0	9.600	350		0	
3	BIMETAL CONNECTOR 16-70/6-50 SQMM AL-CU	1	PCS	0	8.250	350		0	
4	GASPIJP GALV. 3/4" - 1,5 MTR UPELIND. ARDE	1	PCS	0	21.500	300		0	
5	STAINLESS STEEL STRIP	3	MTR	0	3.200	275		0	
6	L I N K	2	PCS	0	950	75		0	
7	YOKES FOR STAINLESS STEEL STRAP	2	PCS	0	750	100		0	
									0
C	POLE SUPPORTER & ACCESS. (LAMP.SUTR -1)								
	PERINCIAN MATERIAL SESUAI SUTR - 1							638.838	638.838
D	POLE ARRANGEMENT (LAMP.SUTR -2)								
	PERINCIAN MATERIAL SESUAI SUTR - 2							882.062	0 882.062
E	CONDUKTOR & ACCESORIES :								
1	LV TWISTED CABLE/BUND.COND. 3X70+1X50 SQMM	MDU	MTR	385	20.565	426		8.081.150	
2	LV TWISTED CABLE/BUND.COND. 3X50+1X35 SQMM	MDU	MTR	0	16.340	370		0	
3	LV TWISTED CABLE/BUND.COND. 3X25+1X25 SQMM	MDU	MTR	0	10.500	325		0	
4	GE GALV GASPIJP 2" - 6 MTR		BH	0	148.000	2.300		0	
									8.081.150

TERANGAN :	JUMLAH (A.E)	Rp.	12.791.510
HARGA SATUAN BELUM TERMASUK PPN.	PENGANGKUTAN	Rp.	200.000
SEMUA MATERIAL DARI BESI HARUS DI HOT DIP GALVANIS.			
MATERIAL TUNAI DIPERIKSA KE TIM KUALITAS BARANG			
	SUBJUMLAH	Rp.	12.991.510
	PPN. 10 %	Rp.	1.299.151
	JUMLAH	Rp.	14.290.661
	DIBULATKAN	Rp.	13.685.000

PERINCIAN HARGA R.A.B. SUTM

JENIS PEKERJAAN : PEMASANGAN SUTM 20 KV.
 LOKASI : JL MAWAR
 NOMOR B.Q. : * 162 CP.2003

LAMPIRAN C

NO	JENIS MATERIAL		PERINCIAN MATERIAL						JUMLAH MATERIAL	HARGA SATUAN			NILAI TOKAI		JUMLAH HARGA Rp.
			GW-M 1	VERLENK 0	HGW-M 1	LABRANG 0	STRUT POLE 2	BJONG 0		MATERIAL Rp	PASANG Rp	BONGKAR Rp	MATERIAL Rp	JASA Rp	
1	GUY WIRE BAND	PCS	1	--	2	0	8	0	11	15,490	580	0	170,390	6,380	176,770
2	THIMBLE (KOUSEN)	PCS	1	--	0	0	--	0	1	2,560	320	0	2,560	320	2,880
3	SPANSCHROEVEN 3/4"	PCS	1	--	1	0	--	0	2	46,080	1,690	0	92,160	3,380	95,540
4	GALV.STRANDED STELL WIRE 70 mm2.	MTR	13	--	30	0	--	0	43	5,500	320	0	236,500	13,760	250,260
5	PREFORMED GRIP w/ GUY WIRE 70 mm	PCS	4	--	6	0	--	0	10	11,865	1,530	0	118,650	15,300	133,950
6	MV GUY INSULATOR	PCS	1	--	1	0	--	0	2	8,200	790	0	16,400	1,580	17,980
7	WIRE CLIPS FOR GW.70 mm	PCS	1	--	1	--	--	0	2	2,530	265	0	5,060	530	5,590
8	ANCHOR ROD 3/4"x 2.500 MT.	BH	1	--	1	--	--	0	2	47,200	900	0	94,400	1,800	96,200
9	ANCHOR ROD CLAMP.	SET	1	--	1	--	--	0	2	4,950	440	0	9,900	880	10,780
10	ANCHOR BLOCK w/ TREKSCHOOR	PCS	1	--	1	--	--	0	2	22,000	8,965	0	44,000	17,930	61,930
11	GASPIJP GALV.3/4"-2M.w/PIPA PELINDUNG	PCS	1	--	1	--	--	0	2	30,272	348	0	60,544	696	61,240
12	GASPIJP 4" - 3 METER	PCS	--	0	--	--	--	0	0	142,250	1,875	0	0	0	0
13	KLEMBEUGELS 3"-6"	PCS	--	0	--	--	--	0	0	8,100	550	0	0	0	0
14	BOLT & NUT M.16x400 MM	PCS	--	0	--	--	--	0	0	11,306	1,073	0	0	0	0
15	STRUT ARM w/ TM	PCS	--	--	--	--	2	--	2	36,608	2,842	0	73,216	5,684	78,900
16	STRUT ARM BAND 8"/SINGLE ARM BAND	PCS	--	--	--	--	2	--	2	28,442	2,030	0	56,884	4,060	60,944
17	GASPIJP SCHOEREN 2" - 2 MTR.	PCS	--	--	--	--	2	0	2	69,820	7,192	0	139,640	14,384	154,024
JUMLAH C.												1,120,304	86,684	1,206,988	

PERINCIAN HARGA PERHITUNGAN SENDIRI

JENIS PEKERJAAN : PEMASANGAN GARDU PORTAL.. 20 KV. (KHUSUS)
 VOLUME : 1 SET
 SUMBER DANA (SKK-BP) :
 LOKASI PEKERJAAN : JL.RAYA KEPUTRAN PURWOSARI
 NOMER BQ. : 162 /RAB/TEHNIK/2008
 KODE PERKIRAAN : 43040

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL PER SAT	SAT	VOLUME TOTAL	HARGA - SATJAN			NILAI TUNAI Rp.
					MATERIAL Rp.	PASANG Rp.	BONGKAR Rp.	
A	PERLENGKAPAN GARDU PORTAL							
1	PIN ISOLATOR 20 KV	3	BH	3	PLN	2,560		7,680
2	PT OUT DOOR 2 POOL 20 KV / 100V	2	BH	2	PLN	15,820		31,640
3	CT OUT DOOR 20 KV 10/5 - 5 A	3	BH	3	PLN	26,365		79,095
4	NYA 50 MM2 U/JAMPER WIRE	30	MT	30		18,750	250	370,000
5	LINE TAP CONNECTOR 70/50 MM2	9	BH	9		13,520	2,270	142,110
6	MCCB 1000 Amp. LENGKAP UVT	1	BH	1	PLN		125,000	125,000
7	KAPASITOR U/TRIPPING + BOX	1	BH	1		609,500	20,565	630,065
8	COPPER TUBE 50 MM	18	BH	18		7,170	215	132,930
9	NYA 4X4 MM2 U/CT	20	MT	20		8,295	425	174,400
10	NYA 4X2,5 MM2 U/PT	20	MT	20		5,950	265	124,300
11	BC DRAAD 50 mm2 U/JAMPER ARDE	20	MT	20		10,745	370	222,309
12	EARTH TERMINAL / PARAREL CLAMP 50 mm2	6	BH	6		7,160	475	45,807
13	AARDINGSPIJPEN 1,5" - 5,50 MT	1	BH	1		155,000	8,000	163,000
14	GROUND ROD 16 MM2 - 2,5 MT	2	BH	2		53,710	5,010	117,440
15	L BOUW BESI 2" U/GASPIJP	8	BH	8		45,695	345	368,320
16	SOK BESI 2"	4	BH	4		5,455	300	23,018
17	GASPIJP 2" - 6 MT	2	BH	2		190,725	2,535	386,520
18	KLEM BEUGEL 9" - 10" X 2"	4	BH	4		11,365	640	48,020
19	CROSS ARM NP. 10 - 2500 MM2	4	BH	4	PELANGGAN			0
20	CROSS ARM NP. 10 - 1200 MM2	6	BH	6	PELANGGAN			0
21	DOUBLE ARM BAND 10"	4	BH	4	PELANGGAN			0
22	ARM TIE BAND 10"	2	BH	2	PELANGGAN			0
23	ARM TIE PIPE 3/4 TYPE 750	4	BH	4	PELANGGAN			0
24	LIGHTNING ARRESTER 24 KV 5 Ka	3	BH	3	PELANGGAN			0
25	CUT OUT 20 KV 12,5 Ka + FUSE LINK 6 A	3	BH	3	PELANGGAN			0
26	TRANSFORMATOR 3 PHS 250 KVA 2000/200-380 Volt	1	BH	1	PELANGGAN			0
27	RANGKA TEMPAT DUDUK TRAF0 LENGKAP	1	SET	1	PELANGGAN			0
28	JATIHOUDEN PLANKEN 50 x 200 x 2500 MM	2	BH	2	PELANGGAN			0
29	JATIHOUDEN BESCHERMLAT 2000 MM	1	BH	1	PELANGGAN			0
30	TIANG BETON 13 - 350 daN + E	2	BTG	2	PELANGGAN			0
B	PERLENGKAPAN KOTAK APP							
1	NYA 1,5 MM2 U/ MONTASE	5	MT	5		4,500	240	23,700
2	NYA 2,5 MM2 U/ MONTASE	15	MT	15		2,145	130	34,132
3	CABLE SCHOON 2,5 MM2	14	BH	14		595	65	9,246
4	TIME SWTCH ELECTRIC 220 - 380 V 15 A.	1	BH	1		430,775	3,005	433,780
5	OCR TYPE INVERS 1/5 Amp.	1	SET	1	PLN		68,545	68,545
6	KOTAK TEMPAT OCR	1	BH	1		200,000	3,850	203,850
7	TERMINAL BLOK 11 POOL 25 Amp	1	BH	1		318,185	500	318,685
8	OAK TYPE IV U/ MCCB	1	BH	1	PELANGGAN			0
9	DT KWH METER 3X5A/100 V	1	BH	1	PLN		2,800	2,900
10	ET KVARH METER 3X5A/100 V	1	BH	1	PLN		2,900	2,900
11	ONGKOS MONTASE	2	BH	2		25,000		50,000
12	KOTAK APP TYPE IIE (KHUSUS)	1	SET	1		492,800	13,185	505,985
13	GEMBOK SOLEK	2	BH	2		103,680		207,360

KETERANGAN :

- HARGA SATUAN TIDAK TERMASUK PPN 10%.
- SEMUA MATERIAL DARI BESI HARUS DI HOT DIP GALVANIS.
- MATERIAL TUNAI DIPERIKSA KE TIM KUALITAS BARANG

JUMLAH (A.G)	:Rp.	5,252,739
PENGANGKUTAN	:Rp.	250,000
SUB JUMLAH	:Rp.	5,502,739
PPN. 10 %	:Rp.	550,274
J U M L A H	:Rp.	6,053,013
DIBULATKAN		

PERINCIAN HARGA PERHITUNGAN SENDIRI

JENIS PEKERJAAN : PEMASANGAN SUTM 20 KV.
 VOLUME : 250 M S.
 SUMBER DANA (SKKI) :
 LOKASI PEKERJAAN : JI. RAYA KEPUTRAN PURWOSARI
 NOMER RAB : 162 /RAB/TEHNIK/2008
 KODE PERKIRAAN : 43030

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL PER SAT	SAT	VOLUME TOTAL	HARGA - SATUAN			NILAI TUNAI Rp.
					MATERIAL Rp.	PASANG Rp.	BONGKAR Rp.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9=5*(6+7+8)
A	TIANG BETON							
1	PEMAS. TIANG BETON 11 MTR 200 dan	5	BTG	5	1,100,000			5,500,000
2	PEMAS. TIANG BETON 13 MTR 350 Dan	4	BTG	4	1,400,000			5,600,000
3	PEMAS. TIANG BETON 11 MTR 350 danE	0	BTG	0		--		0
4	PEMAS. TIANG BETON 14 MTR 350 dan	0	BTG	0	0	--		0
B	POLE ACCESSORIES							
1	PONDASI TYPE A (GAMBAR U/516/PJ/1996)	0	PCS	0		--		0
2	PONDASI TYPE B (GAMBAR U/517/PJ/1996)	1	PCS	1	397,500	--		397,500
C	POLE SUPPORTER & ACCESS. (LAMP.SUTM -1)							1,206,988
D	POLE - TOP (LAMP.SUTM - 2)							12,274,800
E	SKTM - 20 KV (LAMP. SUTM - 3)							0
F	CONDUKTOR & ACCESORIES :							
1	AAAC 150 MM2	MIDU	MTR	0		360	0	0
2	AAAC 70 MM2	MIDU	MTR	750	10,850	261	0	8,333,250
3	AAAC 35 MM2.	MIDU	MTR	0	13,520	185	0	0
4	LINE TAP CONECTOR 70 - 150 mm2		PCS	0		2,270		0
5	JOINT SLIEVE 70 MM2		PCS	--		3,150		0
6	JOINT SLIEVE 35 MM2		PCS	--		3,150		0

KETERANGAN :

- HARGA SATUAN TERMASUK PPN.
- SEMUA MATERIAL DARI BESI HARUS DI HOT DIP GALVANIS.
- MATERIAL TUNAI DIPERIKSA KE TIM KUALITAS BARANG

JUMLAH (A..F)	:Rp.	33,312,538
PENGANGKUTAN	:Rp.	350,000
SUB.JUMLAH	:Rp.	33,662,538
PPN . 10 %	:Rp.	3,366,254
J U M L A H	:Rp.	37,028,792
DIBULATKAN	:Rp.	18,341,000

PT. PLN (PERSERO)

UNIT BISNIS DIST. JATIM

AREA PASURUAN

REKAPITULASI SCOPE HARGA MATERIAL

NOMER RAB : 162 /RAB/TEHNIK/2008

LOKASI : JL. RAYA KEPUTRAN PURWOSARI

NO	NOMOR SKKI	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOLUME	BEAYA Sebelum PPN. (Rp)	BEAYA ANGKUTAN (Rp)	JUMLAH NILAI (Rp)	NILAI PPN 10% (Rp)	JUMLAH TOTAL (Rp)	DIBULATKAN (Rp)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		A. Pemasangan SUTM 20 KV.	Ms	250	33,312,538	350,000	33,662,538	3,366,254	37,028,792	18,341,000
2		- Pemas. GIT 20 KV(UMUM)	Set	1	0	0	0	0	0	46,941,000
		- Pemas. GIT 20 KV(KHUSUS)	Set	0	0	0	0	0	0	0
		B. Jumlah Pemasangan GIT 20	Set	1	0	0	0	0	0	46,941,000
3		C.Pemas. SUTR Bund. Cond.	Ms	385	12,791,510	200,000	12,991,510	1,299,151	14,290,661	13,685,000
SUB JUMLAH					46,104,048	550,000	46,654,048	4,665,405	51,319,453	78,967,000



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jln Bendungan Sigura gura No.2

Malang

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO D-III

PROGRAM STUDI : TEKNIK ENERGI LISTRIK

1. NAMA : Alfian Eka Ardana
2. NIM : 0552014
3. JUDUL TUGAS AKHIR : PERENCANAAN GARDU DISTRIBUSI
UNTUK PABRIK DAN RUMAH DINAS
PADA PT. JAPFA COMFEED
4. TANGGAL
MENGAJUKAN TA : 23 NOPEMBER 2008
5. SELESAI
PENYUSUNAN TA : 18 FEBRUARI 2009
6. DOSEN PEMBIMBING : Ir.H.Taufik Hidayat,MT
7. TELAH DIEVALUASI /
DIUJI DENGAN NILAI : 81,25 (A)
8. KETERANGAN :
MENGETAHUI

MALANG, APRIL 2009

DEKAN FTI

(Ir.H.Sidik Nurtjajono,MT)

DOSEN PEMBIMBING

(Ir.H.Taufik Hidayat,MT)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-3
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

1. Nama : ALFAN EKA ARDANA
2. NIM : 05.52.014
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO D-3
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul Tugas Akhir :

“PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI

20 KV \ 380 V \ 220 V

PADA PT. JAPFA COMFEED “

6. Tanggal Mengajukan Skripsi : 23 Nopember 2008
7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 23 Mei 2009
8. Dosen Pembimbing : Ir. H.Taufik Hidayat, MT.
9. Telah dievaluasi dengan nilai : 81,25 (A)

Malang, Maret 2009

Mengetahui
Ketua Jurusan
Teknik Elektro D III


(Ir. H.Taufik Hidayat, MT.)
NIP.Y.1018700151

Disetujui
Dosen Pembimbing


(Ir. H.Taufik Hidayat, MT.)
NIP.Y.1018700151

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

JL.BENDUNGAN SIGURA -- GURA NO . 2

MALANG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : ALFAN EKA ARDANA
MIM : 0552014
JURUSAN : Teknik Elektro
PROGAM STUDI : T.Energi Listrik Diploma III
JUDUL : Perencanaan sistem Distribusi 20 Kv / 380 v / 220 v
Pada PT.Japfa Comfeed
Dosen : Ir.H.Taufik Hidayat ,MT

No	Tanggal	Catatan Dosen Pembimbing	Paraf
1	30/11/08	Sesuai Bab W	AH
2	29/12/08	pada bab III, keta: pembawa dikontakan. dalam / 603 dasar Perencanaan	AH
3	10/1/09	Surat lengkapnya	AH
4	27/1/09	Langkah Bab III, Tem: penerapan Bab W	AH
5	20/2/09	Sesuai Bab V dan Bab I Tugas dan lengkapnya	AH
6	15/2/09	Surat lengkapnya	AH



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-3
KONSENTRASI T.ENERGI LISTRIK**

FORMULIR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : ALFAN EKA ARDANA
Nim : 05.52.014
Masa Bimbingan : 23 November 2008 s/d 23 Mei 2009
Judul : **PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI
20 KV \ 380 V \ 220 V
PADA PT. JAPFA COMFEED**

No	Tanggal	Meteri Perbaikan	Paraf Penguji
1.		Gambar perlu diperjelas.	
2		Judul, isi pembahasan dan batasan masalah harus sesuai	

Mengetahui

Dosen Penguji I

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP.Y. 1018800188

Dosen Penguji II

(Ir. Eko Nurcahyo, MT)
NIP.Y. 1028700172

Dosen Pembimbing

(Ir. H. Taufik Hidayat, MT.)

NIP.P.1018700151



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

NAMA
NIM
JURUSAN
PROGRAM STUDI
HARI / TANGGAL

Alfan E.P
0552019
TEKNIK ELKTRO D-III
ENERGI LISTRIK / ELEKTRONIKA *)
24 Maret 2009

No.	MATERI PERBAIKAN
	Judul, isi pembahasan dan
	kataan masalah harus sesuai

DOSEN PENGUJI



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

NAMA : ALFAN EKA . A
NIM : 65.52.019
JURUSAN : TEKNIK ELKTRO D- III
PROGRAM STUDI : ENERGI LISTRIK / ELEKTRONIKA *)
HARI / TANGGAL :

No.	MATERI PERBAIKAN
1.	Gambar paku & pakuas.

DOSEN PENGUJI