



**MENTERI PERHUBUNGAN
REPUBLIK INDONESIA**

PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN

NOMOR : PM.12 TAHUN 2011

TENTANG

PERSYARATAN TEKNIS INSTALASI LISTRIK PERKERETAAPIAN

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI PERHUBUNGAN,

- Menimbang :**
- a. bahwa Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian mengatur ketentuan mengenai Instalasi Listrik;
 - b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menetapkan Peraturan Menteri Perhubungan tentang Persyaratan Teknis Instalasi Listrik Perkeretaapian;
- Mengingat :**
1. Undang - Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 65, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4722);
 2. Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 129, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5048);
 3. Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu-lintas dan Angkutan Kereta Api (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 176, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5086);
 4. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
 5. Peraturan Presiden Nomor 24 Tahun 2010 tentang Kedudukan, Tugas Dan Fungsi Kementerian Negara Serta Susunan Organisasi, Tugas Dan Fungsi Eselon I Kementerian Negara;
 6. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM. 60 Tahun 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Perhubungan.

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN TENTANG
PERSYARATAN TEKNIS INSTALASI LISTRIK
PERKERETAAPIAN.

Pasal 1

Instalasi listrik perkeretaapian merupakan fasilitas pengoperasian kereta api yang berfungsi untuk menggerakkan kereta api bertenaga listrik, memfungsikan peralatan persinyalan dan telekomunikasi kereta api yang bertenaga listrik, dan memfungsikan fasilitas penunjang lainnya.

Pasal 2

Instalasi listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 terdiri dari :

- a. Catu daya listrik; dan
- b. Peralatan transmisi tenaga listrik.

Pasal 3

- (1) Catu daya listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 huruf a, merupakan peralatan instalasi listrik yang berfungsi mensuplai tenaga listrik untuk prasarana dan sarana berpengerak tenaga listrik yang terdiri dari :
 - a. catu daya listrik arus searah; dan
 - b. catu daya listrik arus bolak – balik.
- (2) Catu daya listrik arus searah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a paling sedikit meliputi:
 - a. peralatan penerima daya;
 - b. peralatan penyearah;
 - c. peralatan DC kubikel;
 - d. peralatan tegangan rendah AC dan DC; dan
 - e. peralatan penyulang.
- (3) Catu daya listrik arus bolak – balik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b paling sedikit meliputi:
 - a. peralatan penerima daya;
 - b. peralatan AC kubikel; dan
 - c. peralatan penyulang.

Pasal 4

Catu daya listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 dapat dikendalikan oleh Pengendali Catu Daya Jarak Jauh dalam bentuk:

- a. pengendali jarak jauh untuk setiap satu catu daya; atau
- b. pengendali jarak jauh untuk beberapa catu daya.

Pasal 5

(1) Peralatan transmisi tenaga listrik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 huruf b merupakan peralatan instalasi listrik untuk menyalurkan daya listrik yang terdiri dari:

- a. transmisi tenaga listrik untuk arus bolak-balik; dan
- b. transmisi tenaga listrik untuk arus searah.

(2) Peralatan transmisi tenaga listrik untuk arus bolak-balik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a berfungsi untuk menyalurkan arus bolak-balik untuk menggerakkan kereta api bertenaga listrik yang terdiri dari:

- a. sistem penyulang;
- b. sistem katenari;
- c. fasilitas pendukung;
- d. proteksi; dan
- e. jaringan distribusi daya.

(3) Peralatan transmisi tenaga listrik untuk arus searah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b berfungsi untuk menggerakkan kereta api bertenaga listrik yang terdiri dari:

- a. sistem penyulang;
- b. sistem katenari;
- c. fasilitas pendukung;
- d. proteksi; dan
- e. jaringan distribusi daya.

Pasal 6

Persyaratan teknis instalasi listrik fasilitas pengoperasian kereta api termuat dalam lampiran Peraturan ini.

Pasal 7

Instalasi Listrik Perkeretaapian yang ada pada saat ini tetap dapat dioperasikan dan dalam waktu paling lama 3 (tiga) tahun sejak Peraturan ini berlaku Penyelenggara Prasarana dan Sarana Perkeretaapian wajib menyesuaikan dengan ketentuan yang diatur dalam Peraturan ini.

Perkeretaapian wajib menyesuaikan dengan ketentuan yang diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 8

Direktur Jenderal mengawasi pelaksanaan Peraturan ini.

Pasal 9

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 14 Pebruari 2011

MENTERI PERHUBUNGAN,

ttd

FREDDY NUMBERI

SALINAN Peraturan ini disampaikan kepada:

1. Ketua Badan Pemeriksa Keuangan;
2. Menteri Keuangan;
3. Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional;
4. Menteri BUMN;
5. Wakil Menteri Perhubungan;
6. Sekretaris Jenderal, Inspektur Jenderal, Direktur Jenderal Perkeretaapian, para Kepala Badan, dan para Staf Ahli di lingkungan Kementerian Perhubungan.

SALINAN sesuai dengan aslinya
KEPALA BIRO HUKUM DAN KSLN



UMAR ARIS, SH, MM, MH
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19630220 198903 1 001

PERSYARATAN TEKNIS INSTALASI LISTRIK PERKERETAAPIAN

1. UMUM

1.1. Maksud dan Tujuan

Maksud.

Peraturan ini dimaksudkan sebagai pedoman teknis penyediaan instalasi listrik dalam pengoperasian kereta api untuk keselamatan, keamanan dan kelancaran perjalanan kereta api.

Tujuan.

Peraturan ini bertujuan agar instalasi listrik yang dipasang dan digunakan berfungsi sesuai peruntukannya dan memiliki tingkat keandalan yang tinggi, mudah dirawat dan dioperasikan.

1.2 Ruang Lingkup.

1.2.1. Instalasi Listrik Kereta Api.

1.2.1.1 Catu Daya Listrik.

- a. Catu Daya Listrik Arus Searah
 1. Peralatan penerima daya;
 2. Peralatan penyearah;
 3. Peralatan DC kubikel;
 4. Peralatan tegangan rendah AC-DC; dan
 5. Peralatan penyulang.
- b. Catu Daya Listrik Arus Bolak Balik
 1. Peralatan penerima daya;
 2. Peralatan AC kubikel; dan
 3. Peralatan penyulang.
- c. Pengendali Catu Daya Jarak Jauh
 1. Pengendali jarak jauh untuk setiap satu catu daya; dan
 2. Pengendali jarak jauh untuk beberapa catu daya.

1.2.1.2 Peralatan Transmisi Tenaga Listrik.

- a. Transmisi Tenaga Listrik untuk Arus Bolak –Balik
 1. Sistem penyulang;
 2. Sistem katenari;

4. Proteksi; dan
5. Jaringan distribusi daya.

b. Transmisi Tenaga Listrik untuk Arus Searah

1. Sistem penyulang;
2. Sistem katenari;
3. Fasilitas pendukung;
4. Proteksi; dan
5. Jaringan distribusi daya.

1.2.2. Persyaratan Penempatan.

Instalasi listrik ditempatkan pada lokasi yang sesuai peruntukannya, aman, tidak mengganggu prasarana dan fasilitas lain dan tidak membahayakan keamanan dan keselamatan publik.

1.2.3 Persyaratan Pemasangan.

Menjamin instalasi listrik yang dipasang dapat berfungsi secara optimal dan bebas dari segala rintangan dan benda penghalang dalam pengoperasiannya.

1.2.4 Persyaratan Teknis.

Menjamin komponen, material, ukuran dan kapasitas instalasi listrik sesuai dengan standar kelayakan dan keselamatan operasi sehingga seluruh sistem peralatan instalasi listrik dapat berfungsi secara andal dalam kurun waktu sesuai umur teknis.

1.2.5 Definisi.

- a. Instalasi Listrik Perkeretaapian adalah peralatan yang berfungsi untuk menggerakkan kereta api bertenaga listrik, memfungsikan peralatan persinyalan dan telekomunikasi kereta api yang bertenaga listrik, dan memfungsikan fasilitas penunjang lainnya.
- b. Catu Daya Listrik adalah peralatan instalasi listrik yang berfungsi mensuplai tenaga listrik untuk prasarana dan sarana berpengerak tenaga listrik.
- c. Peralatan Transmisi Tenaga Listrik adalah peralatan instalasi listrik yang berfungsi menyalurkan daya listrik.
- d. Catu Daya Listrik Arus Searah adalah peralatan yang menyediakan daya listrik arus searah untuk menggerakkan kereta api bertenaga listrik.
- e. Catu Daya Listrik Arus Bolak - Balik adalah peralatan yang menyediakan atau mensuplai daya listrik arus bolak - balik untuk menggerakkan kereta api bertenaga listrik.
- f. Pengendalian Catu Daya Jarak Jauh adalah peralatan yang dipakai untuk memonitor dan mengendalikan catu daya yang dibawah kendalinya dari jarak jauh.
- g. Transmisi Tenaga Listrik Arus Bolak – Balik adalah peralatan instalasi listrik yang berfungsi menyalurkan daya listrik arus bolak – balik.

- h. Transmisi Tenaga Listrik Arus Searah adalah peralatan instalasi listrik yang berfungsi menyalurkan daya listrik arus searah.
- i. Menteri adalah Menteri yang bertanggung jawab di bidang Perkeretaapian.
- j. Direktur Jenderal adalah Direktur Jenderal Perkeretaapian.

2. PERSYARATAN TEKNIS CATU DAYA LISTRIK

2.1 Catu Daya Listrik Arus Searah.

2.1.1 Peralatan Penerima Daya.

2.1.1.1 Fungsi.

Peralatan penerima daya merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menerima, menurunkan dan mendistribusikan tegangan dari jaringan listrik umum atau sumber listrik lain.

2.1.1.2 Jenis.

- a. Panel Penerima paling sedikit meliputi :
 - 1. Kabel penerima daya;
 - 2. Saklar pemisah;
 - 3. Pemutus tenaga;
 - 4. Trafo arus;
 - 5. Trafo tegangan;
 - 6. Indikator; dan
 - 7. Proteksi.
- b. Peralatan penurun tegangan dapat terdiri atas :
 - 1. Transformator untuk penyearah; dan
 - 2. Transformator untuk distribusi.
- c. Panel Distribusi paling sedikit meliputi :
 - 1. Kabel penerima daya;
 - 2. Saklar pemisah;
 - 3. Pemutus tenaga;
 - 4. Trafo arus;
 - 5. Trafo tegangan;
 - 6. Indikator; dan
 - 7. Proteksi.

2.1.1.3 Persyaratan Penempatan.

- a. Terletak di dalam dan/atau di luar ruangan bangunan catu daya listrik; dan
- b. Berdekatan dengan gardu jaringan listrik umum atau sumber listrik lain.

2.1.1.4 Persyaratan Pemasangan.

- a. Harus memperhatikan jarak dalam ruangan minimal 100 cm antara dinding dengan kubikel untuk memudahkan perawatan.
- b. Semua *body* peralatan yang terbuat dari metal harus ditanahkan.
- c. Gedung tempat peralatan terpasang harus dilengkapi dengan alat penangkal petir dan harus ditanahkan.

2.1.1.5 Persyaratan Teknis.

a. Persyaratan Operasi.

1. Harus mampu memutus dan menyambung aliran daya listrik dari jaringan listrik umum atau sumber listrik lain.
2. Harus mampu menurunkan tegangan yang diterima dari jaringan listrik umum atau sumber listrik lain ke tegangan yang diinginkan.
3. Harus mempunyai rating kapasitas yang sesuai dengan sistem yang direncanakan.
4. Harus memiliki peralatan proteksi yang menjamin keselamatan pada saat operasi dan pemeliharaan.
5. Harus dapat beroperasi dengan fluktuasi tegangan masukan: $\pm 10\%$ tegangan nominal.
6. Tersedia fasilitas stop darurat/*emergency stop*.

b. Persyaratan Material.

1. Panel Penerima

a) Kabel Penerima Daya harus memenuhi persyaratan :

- 1) Tegangan Nominal : minimum sesuai dengan tegangan input;
- 2) Dimensi ukuran : sesuai daya;
- 3) Jenis : *Armour Cable* ;
- 4) Isolasi lapisan luar, dalam dan inti : minimal PE /*Polyetheline*;
- 5) Harus Kedap Air; dan
- 6) Penghantar : minimal tembaga.

b) Saklar Pemisah harus memenuhi persyaratan :

- 1) Jumlah kutub : 3 kutub;
- 2) Tegangan nominal : sesuai tegangan sistem; dan
- 3) Arus nominal : sesuai perhitungan kebutuhan.

c) Pemutus Tenaga harus memenuhi persyaratan :

- 1) Tipe : dapat dikeluarkan/*draw-out type*;
- 2) Jumlah kutub : 3 kutub dengan satu kesatuan/*single throw (TP)*;

- 3) Tegangan nominal : sesuai tegangan masukan;
 - 4) Batas kemampuan isolasi : sesuai dengan perhitungan kebutuhan;
 - 5) Arus nominal : sesuai dengan perhitungan arus beban.
- d) Trafo Arus harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah fasa : 3 x 1 fasa;
 - 2) Arus Primer : sesuai perhitungan kebutuhan;
 - 3) Arus Sekunder : maksimal 5 A;
 - 4) Maksimum Daya : sesuai perhitungan kebutuhan.
I_{Rated burden}
- e) Trafo Tegangan harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah fasa : 3 fasa;
 - 2) Tegangan Primer : sesuai tegangan masukan;
 - 3) Tegangan Sekunder : maksimal 110 V; dan
 - 4) Maksimum Daya : sesuai perhitungan kebutuhan.
I_{Rated burden}
- f) Indikator
- 1) Indikator ukur minimal terdiri dari :
 - (a) Watt Meter dengan skala sesuai daya;
 - (b) Volt Meter sesuai dengan trafo tegangan;
 - (c) Ampere Meter sesuai dengan trafo arus; dan
 - (d) Dilengkapi dengan Cos Φ (Faktor Daya) meter.
 - 2) Indikator Cahaya harus memenuhi persyaratan :
 - (a) mengindikasikan dua keadaan cahaya yaitu *On* dan *Off*;
 - (b) mengidentifikasi tiap fasa dengan warna yang berbeda.
 - 3) Indikator Penghitung harus memenuhi persyaratan minimal 4 (empat) digit.
- g) Proteksi
- 1) Proteksi Tipe *Modular*, harus memenuhi persyaratan: merupakan satu kesatuan rele yang berfungsi untuk mendeteksi Hubung Singkat, Tegangan Lebih dan Tegangan Kurang, Arus Lebih.

↑

2) Proteksi Tipe Individual

(a) Rele Hubung Singkat harus memenuhi persyaratan :

- 1) Arus Maksimal : sesuai dengan trafo arus;
- 2) Frekuensi : sesuai dengan frekuensi sumber pemasok daya; dan
- 3) *Setting Tap* Arus : sesuai perhitungan kebutuhan.

(b) Rele Pentanahan Arus Lebih harus memenuhi persyaratan:

- 1) Arus : sesuai dengan trafo arus; dan
- 2) Frekuensi : sesuai dengan frekuensi sumber pemasok daya

(c) Rele Tegangan Lebih harus memenuhi persyaratan:

- 1) Tegangan : sesuai dengan trafo tegangan;
- 2) Frekuensi : sesuai dengan frekuensi sumber pemasok daya;
- 3) Maksimum tegangan lebih : 20 % dari trafo tegangan.

(d) Rele Tegangan Kurang harus memenuhi persyaratan :

- 1) Tegangan : sesuai dengan trafo tegangan;
- 2) Frekuensi : sesuai dengan frekuensi sumber pemasok daya;
- 3) Maksimum tegangan lebih : 20 % dari trafo tegangan.

2. **Peralatan Penurun Tegangan**

a) Transformator untuk Penyearah harus memenuhi persyaratan:

- 1) Harus mampu bekerja pada kondisi beban:
 - (a) 100 % kontinu/terus – menerus;
 - (b) 150 % selama 2 jam;
 - (c) 200 % selama 5 menit; dan
 - (d) 300 % selama 1 menit.

2) Mempunyai tap tegangan masukan ± 10 % dari tegangan nominal.

b) Transformator untuk Distribusi harus memenuhi persyaratan :

- 1) Harus mampu bekerja pada kondisi beban: 100 % kontinu/ terus – menerus; dan
- 2) Mempunyai tap tegangan masukan ± 10 % dari tegangan nominal.

3. Panel Distribusi

- a) Kabel Penerima Daya harus memenuhi persyaratan :
- 1) Tegangan : sesuai dengan tegangan masukan;
 - 2) Dimensi ukuran : sesuai daya;
 - 3) Jenis : *Armour Cable*;
 - 4) Isolasi lapisan : minimal PE; luar, dalam dan inti
 - 5) Harus Kedap Air; dan
 - 6) Penghantar : minimal tembaga.
- b) Saklar Pemisah harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah kutub : 3 kutub;
 - 2) Tegangan : sesuai dengan tegangan masukan; dan
 - 3) Arus : sesuai perhitungan kebutuhan beban.
- c) Pemutus Tenaga harus memenuhi persyaratan :
- 1) Tipe : dapat dikeluarkan;
 - 2) Jumlah Kutub : 3 kutub, 1 unit/*single throw*;
 - 3) Tegangan : sesuai dengan tegangan masukan; dan
 - 4) Arus minimal : sesuai perhitungan kebutuhan beban.
- d) Trafo Arus harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah fasa : 3 x 1 fasa;
 - 2) Arus primer : sesuai perhitungan kebutuhan beban; dan
 - 3) Arus sekunder : maksimal 5 A.
- e) Trafo Tegangan harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah fasa : 3 fasa;
 - 2) Tegangan primer : sesuai dengan tegangan masukan; dan
 - 3) Tegangan sekunder/ *Rated secondary voltage* : maksimal 110 V.

f) Indikator

- 1) Indikator ukur minimal terdiri dari :
 - (a) Watt Meter dengan skala sesuai daya;
 - (b) Volt Meter sesuai dengan trafo tegangan; dan
 - (c) Ampere Meter sesuai dengan trafo arus.
- 2) Indikator Cahaya harus memenuhi persyaratan :
 - (a) mengindikasikan dua keadaan cahaya yaitu *On* dan *Off*;
 - (b) mengidentifikasikan tiap fasa dengan warna yang berbeda.
- 3) Indikator Penghitung harus memenuhi persyaratan minimal 4 (empat) digit.

g) Proteksi

- 1) Proteksi Tipe *Modular* harus memenuhi persyaratan merupakan satu kesatuan rele yang berfungsi untuk mendeteksi Hubung Singkat, Tegangan Lebih dan Tegangan Kurang, Arus Lebih.
- 2) Proteksi Tipe Individual
 - (a) Rele Hubung Singkat harus memenuhi persyaratan:
 - 1) Arus Maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - 2) Frekuensi : sesuai dengan frekuensi sumber pemasok daya; dan
 - 3) *Setting Tap* : sesuai perhitungan kebutuhan beban arus.
 - (b) Rele Pentanahan Arus Lebih harus memenuhi persyaratan :
 - 1) Arus : sesuai dengan trafo arus; dan
 - 2) Frekuensi : sesuai dengan frekuensi sumber pemasok daya.
 - (c) Rele Tegangan Lebih harus memenuhi persyaratan:
 - 1) Tegangan : sesuai dengan trafo tegangan;
 - 2) Frekuensi : sesuai dengan frekuensi sumber pemasok daya ; dan
 - 3) Maksimum Tegangan lebih : 20% dari trafo tegangan.



- (d) Rele Tegangan Kurang harus memenuhi persyaratan:
- 1) Tegangan : sesuai dengan trafo tegangan;
 - 2) Frekuensi : sesuai dengan frekuensi sumber pemasok daya; dan
 - 3) Maksimum Tegangan lebih : 20 % dari trafo tegangan.

2.1.2 Peralatan Penyearah.

2.1.2.1 Fungsi.

Peralatan penyearah berfungsi untuk mengubah bentuk arus dari transformator yang berbentuk arus bolak-balik menjadi arus searah.

2.1.2.2 Persyaratan Penempatan.

- a. Terletak di dalam dan/atau luar bangunan catu daya listrik; dan
- b. Terletak tidak jauh dari transformator penyearah.

2.1.2.3 Persyaratan Pemasangan.

- a. Harus memperhatikan jarak dalam ruangan minimal 100 cm antara dinding dengan kubikel untuk memudahkan perawatan; dan
- b. Saluran kabel penerima dan keluaran harus tertutup.

2.1.2.4 Persyaratan Teknis

a. Persyaratan Operasi

1. Harus dapat mengubah arus bolak-balik (AC) dari jaringan listrik umum atau sumber lain menjadi arus searah (DC) agar bisa digunakan untuk menggerakkan kereta api tenaga listrik.
2. Harus mempunyai daya yang cukup untuk memikul beban sesuai yang direncanakan.
3. Harus dapat beroperasi dengan fluktuasi tegangan masukan: minimum $\pm 10\%$ tegangan nominal; dan
4. Tegangan keluaran: minimal sesuai dengan tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan kereta api tenaga listrik DC.

b. Persyaratan Material.

1. Pendinginan dapat berupa udara murni/*natural cooling* atau *heat pipe* atau minyak/*oil immersed self-cooled* nitrogen gas.
2. Harus mampu bekerja pada kondisi beban :
 - a) 100 % kontinu/terus – menerus;
 - b) 150 % selama 2 jam;
 - c) 200 % selama 5 menit; dan
 - d) 300 % selama 1 menit.
3. Hubungan Dioda: 3 fasa sistem jembatan dengan Gelombang Penuh minimum 6 pulsa.

↑

2.1.3 Peralatan DC Kubikel.

2.1.3.1 Fungsi.

Peralatan DC kubikel berfungsi untuk mendistribusikan dan memutus tegangan DC yang diterima dari peralatan penyearah untuk dialirkan ke peralatan transmisi tenaga listrik.

2.1.3.2 Jenis.

- a. Kubikel utama minimal terdiri dari :
 1. Pemutus tenaga cepat/*High Speed Circuit Breaker (HSCB)/ High Speed Vacuum Circuit Breaker (HSVCB)*;
 2. Trafo arus DC (*DCCT*).
 3. Proteksi :
 - a) Rele hubung singkat;
 - b) Rele pentahanan arus lebih;
 - c) Rele tegangan lebih;
 - d) Rele tegangan kurang.
- b. Kubikel Keluaran dan Kubikel Cadangan terdiri dari :
 1. Saklar pemisah;
 2. Pemutus tenaga cepat;
 3. Arrester;
 4. Trafo arus DC; dan
 5. Proteksi :
 - a) Rele hubung singkat;
 - b) Rele pentanahan arus lebih; dan
 - c) Rele tegangan lebih;
 - d) Rele tegangan kurang;
 - e) Rele jarak;
 - f) Delta I relay (ΔI); dan
 - g) Proteksi peralatan pemutus aliran daya.
- c. Kubikel Negatif dapat terdiri dari :
 1. Saklar pemisah;
 2. Trafo Arus DC ;
 3. Perekam arus; dan
 4. Rele gangguan arus ke tanah.

2.1.3.3 Persyaratan Penempatan.

- a. Terletak di dalam atau di luar bangunan catu daya listrik;
- b. Terletak berdekatan dengan penyearah; dan
- c. Terletak tidak jauh dari transmisi tenaga listrik.

2.1.3.4 Persyaratan Pemasangan.

- a. Harus memperhatikan jarak dalam ruangan minimal 100 cm antara dinding dengan kubikel untuk memudahkan perawatan;
- b. Masing-masing kubikel harus dipasang berdampingan dan sejajar jalan rel dengan ukuran yang sama;
- c. Semua kubikel harus dihubungkan ke pentanahan;

- d. Pada ujung kabel harus diberi penomoran / tanda;
- e. Saluran kabel penerima dan keluaran harus tertutup;
- f. Harus dilengkapi dengan diagram satu garis / *single line* pada tiap kubikel dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami.

2.1.3.5 Persyaratan Teknis.

a. Persyaratan Operasi.

- 1. Harus bisa dioperasikan secara elektrik dan manual;
- 2. Harus dapat menyalurkan tegangan keluaran yang dihasilkan ke peralatan transmisi; dan
- 3. Harus dapat memutus secara cepat dan otomatis apabila terjadi gangguan.

b. Persyaratan Material.

1. Kubikel Utama

a) Pemutus Tenaga Cepat harus memenuhi persyaratan :

- 1) Jumlah kutub : 1 kutub;
- 2) Arus nominal : sesuai keperluan;
- 3) Tipe : mudah dikeluarkan/
draw-out type; dan
- 4) Tegangan nominal : disesuaikan dengan tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan kereta bertenaga listrik.

b) Trafo Arus DC harus memenuhi persyaratan :

- 1) Tegangan masukan : sesuai dengan kebutuhan;
- 2) Tegangan *output* : maksimum 110 V.

c) Proteksi harus memenuhi persyaratan:

1) Rele Hubung Singkat harus memenuhi syarat:

- (a) Arus Maksimal : sesuai dengan trafo arus;
- (b) Frekuensi : 50 Hz;
- (c) *Setting Tap* Arus : sesuai kebutuhan;
- (d) *Setting waktu* : maksimal 2 detik terhadap kenaikan arus pada *feeder*

2) Rele Pentanahan Arus Lebih harus memenuhi syarat:

- (a) Arus maksimal : sesuai dengan trafo arus;
- (b) Frekuensi : 50 Hz;
- (c) *Setting Tap* Arus : sesuai kebutuhan;

1

(d) Setting waktu : maksimal 2 detik.
terhadap kenaikan
beda potensial
tanah di sekitar catu
daya

- 3) Rele Tegangan Lebih harus memenuhi syarat:
- (a) Tegangan maksimal : sesuai dengan trafo tegangan
 - (b) Frekuensi : 50 Hz;
 - (c) Maksimum : 20% dari tegangan tegangan lebih masukan.
- 4) Rele Tegangan Kurang harus memenuhi syarat:
- (a) Tegangan maksimal : sesuai dengan trafo tegangan;
 - (b) Frekuensi : 50 Hz;
 - (c) Maksimum : 20% dari tegangan tegangan lebih masukan.

2. Kubikel Keluaran dan Kubikel Cadangan

- a) Saklar Pemisah harus memenuhi persyaratan :
- 1) Harus dapat dioperasikan secara manual;
 - 2) Jumlah kutub : 1 kutub;
 - 3) Tegangan : disesuaikan dengan tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan kereta bertenaga listrik ; dan
 - 4) Arus : sesuai dengan kebutuhan beban.
- b) Pemutus Tenaga Cepat harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah kutub : 1 kutub
 - 2) Arus nominal/
rated current : sesuai keperluan;
 - 3) Tipe : mudah dikeluarkan/
draw-out tipe; dan
 - 4) Tegangan nominal : disesuaikan dengan tegangan yang diperlukan untuk menggerakkan kereta bertenaga listrik.
- c) *Arrester* harus memenuhi persyaratan:
- 1) Harus dapat setiap saat menyalurkan arus bila terjadi tegangan lebih/petir;
 - 2) Dilengkapi dengan indikator *counter*;

- 3) Tegangan : +20 % dari tegangan sistem; dan
 - 4) Arus pembuangan/
discharge current: minimal 20 kA.
- d) Trafo Arus DC harus memenuhi persyaratan :
- 1) Tegangan *input* : sesuai dengan kebutuhan; dan
 - 2) Tegangan *output* : maksimum 110 V.
- e) Proteksi harus memenuhi persyaratan :
- 1) Rele Hubung Singkat harus memenuhi syarat:
 - (a) Arus maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (b) Frekuensi : 50 Hz;
 - (c) *Setting Tap Arus* : sesuai kebutuhan;
 - (d) *Setting waktu* : maksimal 2 detik terhadap kenaikan arus pada *feeder*
 - 2) Rele Pentanahan Arus Lebih harus memenuhi syarat:
 - (a) Arus maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (b) Frekuensi : 50 Hz;
 - (c) *Setting Tap Arus* : sesuai kebutuhan;
 - (d) *Setting waktu* : maksimal 2 detik terhadap kenaikan beda potensial tanah di sekitar catu daya
 - 3) Rele Tegangan Lebih harus memenuhi syarat:
 - (a) Tegangan maksimal : sesuai dengan trafo tegangan;
 - (b) Frekuensi : 50 Hz;
 - (c) Maksimum : 20% dari tegangan tegangan lebih masukan
 - 4) Rele Tegangan Kurang harus memenuhi syarat:
 - (a) Tegangan maksimal : sesuai dengan trafo tegangan;
 - (b) Frekuensi : 50 Hz;
 - (c) Maksimum : 20% dari tegangan tegangan lebih masukan;

1

- 5) Rele Jarak harus memenuhi syarat:
 - (a) Arus maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (b) Frekuensi : 50 Hz;
 - (c) *Setting Tap* Arus : sesuai kebutuhan.

- 6) Delta I Relay harus memenuhi persyaratan:
 - (a) Arus maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (b) Frekuensi : 50 Hz;
 - (c) *Setting Tap* Arus : sesuai kebutuhan
 - (d) *Setting* waktu maksimal 2 detik.
terhadap
kenaikan
kecuraman arus
pada *feeder*.

- 7) Proteksi Peralatan Pemutus Aliran Kendali Daya harus memenuhi persyaratan :
 - (a) Harus dapat memutuskan hubungan antara catu daya secara otomatis apabila ada gangguan di salah satu catu daya yang berupa hubung singkat (*short circuit*), arus kejut, gangguan tanah (*ground fault*), media transmisi terputus dan fasilitas stop darurat (*emergency stop*); dan
 - (b) Harus dapat terkoneksi secara manual/*bypass* bila catu daya yang bersangkutan tidak beroperasi sehingga terkoneksi dengan catu daya di sebelahnya yang beroperasi.

3. Kubikel Negatif

- a) Saklar pemisah harus memenuhi persyaratan:
 - 1) Harus dapat dioperasikan secara manual;
 - 2) Jumlah kutub : 1 kutub;
 - 3) Tegangan : sesuai dengan perhitungan kebutuhan tegangan; dan
 - 4) Arus : sesuai dengan kebutuhan beban.

- b) Trafo arus DC harus memenuhi persyaratan:
 - 1) Tegangan input : sesuai dengan perhitungan kebutuhan tegangan ; dan
 - 2) Tegangan output : maksimal 110 V

- c) Perekam arus harus memenuhi persyaratan:
 - 1) Harus dapat menggambarkan grafik arus; dan
 - 2) Harus dapat menyimpan data besaran arus, tanggal dan jam secara digital.

1

- d) Rele Gangguan Arus ke Tanah harus memenuhi persyaratan:
Harus dapat bekerja memutuskan Pemutus Tenaga Cepat secara otomatis apabila terdapat beda potensial antara kubikel DC dengan sistem pentanahan.

2.1.4 Peralatan Tegangan Rendah AC dan DC.

2.1.4.1 Fungsi.

Peralatan Tegangan Rendah AC dan DC berfungsi sebagai sumber daya listrik untuk peralatan kontrol, proteksi, indikator, *space heater*, baterai dan lain-lain yang terkait dengan sistem catu daya listrik serta penerangan bangunan.

2.1.4.2 Jenis.

Indikator dapat berupa:

- a. Indikator cahaya; dan
- b. Indikator ukur.

2.1.4.3 Persyaratan Penempatan.

- a. Peralatan tegangan rendah AC dan DC terletak di dalam atau di luar bangunan catu daya listrik menyatu dengan peralatan lain; dan
- b. Untuk baterai terletak dalam ruangan tersendiri di dalam atau di luar bangunan catu daya listrik.

2.1.4.4 Persyaratan Pemasangan.

- a. Harus memperhatikan jarak dalam ruangan minimal 100 cm antara dinding dengan kubikel untuk memudahkan perawatan
- b. Semua *body* peralatan yang terbuat dari metal harus ditanahkan;
- c. Pada ujung kabel harus diberi penomoran / tanda;
- d. Saluran kabel penerima dan keluaran harus tertutup;
- e. Harus dilengkapi dengan diagram satu garis/*single line* pada tiap kubikel dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami; dan
- f. Untuk baterai dipasang pada rak khusus dalam ruangan baterai.

2.1.4.5 Persyaratan Teknis.

a. Persyaratan Operasi.

1. Harus dapat menyuplai daya listrik secara terus-menerus;
2. Harus mempunyai rating kapasitas yang sesuai dengan sistem yang direncanakan;
3. Peralatan tegangan rendah AC dan DC yang berupa trafo harus mempunyai 2 (dua) sumber yang berbeda yang berfungsi sebagai sumber utama dan sumber cadangan yaitu :
 - a) Sumber dari catu daya listrik setempat (sumber utama);
 - b) Sumber dari jaringan distribusi daya (sumber cadangan); dan
 - c) Perpindahan sumber daya tersebut bekerja secara otomatis.

b. Persyaratan Material.

1. Panel Tegangan Rendah AC dan DC harus memenuhi persyaratan:
 - a) Saklar Pemutus yang terpasang harus sesuai kapasitas peralatan; dan
 - b) *Auxiliary Relay* harus dapat memenuhi persyaratan tegangan kerja peralatan.
 - c) Indikator :
 - 1) Indikator cahaya harus mengidentifikasi keadaan bekerjanya peralatan dengan warna yang berbeda.
 - 2) Indikator ukur harus memenuhi persyaratan :
 - (a) Volt Meter sesuai dengan tegangan kerja peralatan; dan
 - (b) Ampere Meter sesuai dengan arus kerja peralatan;
2. Trafo harus memenuhi persyaratan:
 - a) Harus sesuai dengan kapasitas kebutuhan peralatan; dan
 - b) Dapat bekerja 100 % terus – menerus
3. Baterai dan *Charger* harus memenuhi persyaratan :
 - a) Baterai :
 - 1) Harus bebas perawatan;
 - 2) Tegangan harus sesuai tegangan kerja peralatan;
 - 3) Kapasitas harus sesuai dengan beban yang direncanakan; dan
 - 4) Harus mampu bekerja minimal 5 jam.
 - b) *Charger* :
 - 1) Harus mudah dalam perawatan;
 - 2) Bekerja secara otomatis;
 - 3) Kapasitas sesuai dengan baterai; dan
 - 4) Pengisian baterai memiliki 2 mode : cepat/*charging* dan lambat *floating*.
 - c) Dapat ditambah peralatan atau fasilitas *stabilizer*.

2.1.5 Peralatan Penyulang.

2.1.5.1 Fungsi.

Peralatan penyulang berfungsi untuk menyalurkan daya dari kubikel keluaran melalui kabel penyulang positif dan saklar pemisah ke kawat penyulang serta menerima kembali arus balik melalui kabel penyulang negatif ke kubikel negatif.

2.1.5.2 Jenis.

- a. Kabel Penyulang terdiri atas:
 1. Kabel Penyulang Positif; dan
 2. Kabel Penyulang Negatif.

- b. Saklar Pemutus terdiri dari :
 1. Saklar Pemutus Keluaran; dan
 2. Saklar Pemutus *By Pass*.
- c. Proteksi Petir terdiri atas :
 1. *Arrester*, dan
 2. Peralatan Pentanahan.
- d. Struktur untuk Peralatan Penyulang terdiri atas :
 1. Tiang;
 2. Batang Penyangga; dan
 3. Tangga Kabel.

2.1.5.3 Persyaratan Penempatan.

Peralatan penyulang terletak dekat dengan catu daya listrik dan di sebelah transmisi tenaga listrik.

2.1.5.4 Persyaratan Pemasangan.

- a. Kabel penyulang dan kabel penyulang negatif harus memenuhi persyaratan:
 1. Dipasang di dalam tanah dengan kedalaman ≥ 100 cm;
 2. Menggunakan pasir dan proteksi kabel;
 3. Ditanam melintasi jalan rel minimal 1,5 m dari *subgrade* dengan pelindung pipa HDPE minimal ketebalan 8 mm;
 4. Ditanam melintasi jalan raya minimal 1,0 m dari tanah dan dilindungi dengan pipa HDPE minimal ketebalan 8 mm;
 5. Untuk yang melintasi jalan rel dan jalan raya, pemasangannya harus menggunakan bor mesin;
 6. Jika terpasang sejajar atau menyilang kabel sinyal atau telekomunikasi maka kedalaman harus lebih dalam dari kabel sinyal atau telekomunikasi; dan
 7. Kabel yang keluar dari permukaan tanah harus diberi proteksi berupa pipa besi galvanis. Untuk kondisi tertentu apabila transmisi agak jauh dari lokasi catu daya listrik maka digunakan konstruksi dengan menggunakan kawat pemikul melalui udara (di atas tanah).
- b. Saklar pemisah dipasang pada struktur peralatan penyulang;
- c. *Arrester* dipasang pada kabel penyulang di struktur peralatan penyulang;
- d. Struktur untuk peralatan penyulang dipasang :
 1. Untuk tempat kedudukan kabel penyulang, saklar pemisah, dan *Arrester*, dan
 2. Menggunakan minimal 2 tiang beton.

2.1.5.5 Persyaratan Teknis.

- a. **Persyaratan Operasi.**
 1. Harus dapat menyalurkan tegangan keluaran yang dihasilkan ke peralatan transmisi sesuai dengan kapasitas yang direncanakan; dan



2. Harus dapat sebagai pemisah antara transmisi tenaga listrik dengan catu daya listrik apabila terjadi gangguan.

b. Persyaratan Material.

1. Kabel Penyulang harus memenuhi persyaratan :
 - a) Bahan : tembaga;
 - b) Ukuran : sesuai dengan kapasitas yang direncanakan;
 - c) Jenis : *Armour Cable*;
 - d) Lapisan luar, dalam dan inti menggunakan PE (*Polyethelene*);
 - e) Kabel harus dilengkapi penandaan dengan tulisan "<Tipe Kabel> Milik Instansi <tahun pembuatan>".
2. Saklar pemisah harus memenuhi persyaratan:
 - a) Jumlah kutub : 1 kutub;
 - b) Tegangan / *rated voltage* : sesuai tegangan sistem;
 - c) Arus / *rated current* : sesuai perhitungan kebutuhan;
 - d) Jenis : *hendell* tuas;
 - e) Isolator : minimum *porcelain*.
3. *Arrester* harus memenuhi persyaratan :
 - a) Kapasitas *Discharge* : minimal 50 kA;
 - b) Waktu *Discharge* : minimal 8/20 mikro *second*;
 - c) Tegangan : + 20 % dari tegangan sistem;
 - d) Arus *Impulse* : minimal 200 kA (8/20 mikro *second*).
4. Struktur untuk Peralatan Penyulang harus memenuhi persyaratan:
 - a) Tiang : menggunakan tiang beton dengan jarak minimal 3 meter;
 - b) Batang Penyangga : minimal menggunakan besi galvanis dengan ukuran sesuai perencanaan;
 - c) Tangga Kabel : menggunakan besi galvanis dan klem kabel.

2.2 CATU DAYA LISTRIK ARUS BOLAK - BALIK

2.2.1 Peralatan Penerima Daya.

2.2.1.1 Fungsi.

Peralatan penerima daya merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menerima dan menurunkan tegangan dari jaringan listrik umum atau sumber listrik lain.

2.2.1.2 Jenis.

- a. Panel Penerima paling sedikit meliputi:
 1. Kabel penerima daya;
 2. Saklar pemisah;
 3. Pemutus tenaga;
 4. Trafo arus;
 5. Trafo tegangan;
 6. Indikator :
 - a) Indikator Ukur;
 - b) Indikator Cahaya; dan
 - c) Indikator *Counter*.
 7. Proteksi :
 - a) Tipe Modular; dan
 - b) Tipe Individual :
 - 1) Rele Hubung Singkat;
 - 2) Rele Pentanahan Arus Lebih;
 - 3) Rele Tegangan Lebih; dan
 - 4) Rele Tegangan Kurang.
- b. Peralatan penurun tegangan dapat berupa transformator;
- c. Panel Distribusi paling sedikit meliputi :
 1. Kabel penerima daya;
 2. Saklar pemisah;
 3. Pemutus tenaga;
 4. Trafo arus;
 5. Trafo tegangan;
 6. Indikator:
 - a) Indikator ukur;
 - b) Indikator cahaya; dan
 - c) Indikator *counter*.
 7. Proteksi:
 - a) Tipe Modular; dan
 - b) Tipe Individual :
 - 1) Rele Hubung Singkat;
 - 2) Rele Pentanahan Arus Lebih;
 - 3) Rele Tegangan Lebih;
 - 4) Rele Tegangan Kurang;
 - 5) Rele Jarak; dan
 - 6) *Delta I relay (ΔI)*.



2.2.1.3

Persyaratan Penempatan.

- a. Terletak di dalam dan/atau di luar ruangan bangunan catu daya listrik; dan
- b. Berdekatan dengan gardu jaringan listrik umum atau sumber listrik lain.

2.2.1.4

Persyaratan Pemasangan.

- a. Dipasang di dalam dan/atau di luar ruangan bangunan catu daya listrik;
- b. Semua *body* peralatan yang terbuat dari metal harus ditanahkan; dan
- c. Gedung tempat peralatan terpasang harus dilengkapi dengan alat penangkal petir dan harus ditanahkan.

2.2.1.5

Persyaratan Teknis.

a. Persyaratan Operasi.

1. Harus dapat mengontrol atau mengatur tegangan yang diterima dari jaringan listrik umum atau sumber listrik lain;
2. Harus dapat menurunkan tegangan masukan yang diterima dari jaringan listrik umum atau sumber listrik lain ke tegangan yang diinginkan;
3. Harus mempunyai rating kapasitas yang sesuai dengan sistem yang direncanakan;
4. Harus memiliki fasilitas pengamanan untuk perawatan;
5. Harus dapat beroperasi dengan fluktuasi tegangan masukan: minimum $\pm 10\%$ tegangan nominal; dan
6. Tersedia fasilitas stop darurat/*emergency stop*.

b. Persyaratan Material.

1. Panel Penerima

- a) Kabel penerima daya harus memenuhi persyaratan :
 - 1) Tegangan nominal : minimum sesuai dengan tegangan masukan;
 - 2) Dimensi ukuran : sesuai daya;
 - 3) Jenis : *Armour Cable*;
 - 4) Isolasi lapisan luar dan dalam : minimal XLPE;
 - 5) Harus Kedap Air; dan
 - 6) Penghantar : minimal tembaga.
- b) Saklar pemisah harus memenuhi persyaratan :
 - 1) Jumlah kutub : 3 kutub;
 - 2) Tegangan/*rated voltage* : sesuai tegangan sistem;
 - 3) Arus/*rated current* : sesuai perhitungan kebutuhan;
 - 4) Tegangan nominal : sesuai tegangan masukan.



- c) Pemutus tenaga harus memenuhi persyaratan :
- 1) Tipe : Dapat dikeluarkan/
draw-out type;
 - 2) Jumlah kutub : : 3 kutub dengan satu kesatuan/*single throw* (TP);
 - 3) Tegangan : sesuai tegangan masukan;
 - 4) Batas kemampuan isolasi : sesuai perhitungan kebutuhan;
 - 5) Arus : sesuai perhitungan kebutuhan.
- d) Trafo arus harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah fasa : 3 x 1 fasa;
 - 2) Arus primer : sesuai perhitungan kebutuhan;
 - 3) Arus sekunder : maksimal 5 A;
 - 4) Maksimum daya : sesuai perhitungan.
- e) Trafo tegangan harus memenuhi persyaratan :
- Jumlah fasa : 3 fasa;
- Tegangan primer : sesuai tegangan masukan;
- Tegangan sekunder : maksimal 110 V;
- Maksimum daya/
rated burden : sesuai perhitungan kebutuhan.
- f) Indikator
- 1) Indikator ukur minimum harus dilengkapi :
 - (a) Watt Meter dengan skala sesuai daya;
 - (b) Volt Meter sesuai dengan trafo tegangan;
 - (c) Ampere Meter sesuai dengan trafo arus;
 - (d) Faktor daya/Cos ϕ meter harus menunjukkan skala 0 sampai 1 / tertinggal – mendahului.
 - 2) Indikator cahaya harus memenuhi syarat :
 - (a) mengindikasikan dua keadaan cahaya yaitu *On* dan *Off*;
 - (b) mengidentifikasi tiap fasa dengan warna yang berbeda.
 - 3) Indikator *counter* harus memenuhi syarat minimal 4 (empat) digit.

- g) Proteksi
- 1) Proteksi Tipe *Modular* harus memenuhi syarat terdiri dari satu kesatuan rele yang berfungsi minimal untuk mendeteksi Hubung Singkat, Tegangan Lebih dan Tegangan Kurang, Arus Lebih.
 - 2) Proteksi Tipe Individual
 - (a) Rele Hubung Singkat harus memenuhi syarat :
 - (1) Arus maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) *Setting tap* arus : sesuai kebutuhan;
 - (4) *Setting* waktu : maksimal 2 detik terhadap kenaikan arus pada *feeder* .
 - (b) Rele Pentanahan Arus harus memenuhi syarat :
 - (1) Arus maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) *Setting tap* arus : sesuai kebutuhan;
 - (4) *Setting* waktu : maksimal 2 detik terhadap kenaikan beda potensial tanah di sekitar catu daya
 - (c) Rele Tegangan Lebih harus memenuhi syarat:
 - (1) Tegangan maksimal : sesuai dengan trafo tegangan;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) Maksimum : 20% dari tegangan tegangan lebih masukan;
 - (d) Rele Tegangan Kurang harus memenuhi syarat:
 - (1) Tegangan maksimal : sesuai dengan trafo tegangan
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) Maksimum : 20% dari tegangan tegangan lebih : masukan;
2. **Penurun Tegangan** untuk transformator daya harus memenuhi syarat pembebanan :
- a) 100 % terus – menerus;
 - b) 150 % selama 2 jam;
 - c) 200 % selama 5 menit; dan
 - d) 300 % selama 1 menit;
 - e) Mempunyai tap tegangan masukan ± 10 % dari tegangan nominal.



3. Panel Distribusi

- a) Kabel penerima daya harus memenuhi syarat :
- 1) Tegangan : sesuai dengan tegangan masukan;
 - 2) Dimensi ukuran : sesuai daya;
 - 3) Jenis : *Armour Cable*;
 - 4) Isolasi lapisan luar dan dalam : minimal XLPE;
 - 5) Harus kedap air; dan
 - 6) Penghantar : minimal tembaga.
- b) Saklar pemisah harus memenuhi syarat :
- 1) Jumlah kutub : 3 kutub;
 - 2) Tegangan : sesuai dengan tegangan masukan;
 - 3) Arus : sesuai perhitungan beban.
- c) Pemutus tenaga harus memenuhi syarat :
- 1) Tipe : dapat dikeluarkan;
 - 2) Jumlah Kutub : 3 Kutub, 1 unit/*single throw*;
 - 3) Tegangan : sesuai dengan tegangan masukan;
 - 4) Arus minimal : sesuai perhitungan beban.
- d) Trafo arus harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah fasa : 3 x 1 fasa;
 - 2) Arus Primer : sesuai perhitungan kebutuhan;
 - 3) Arus Sekunder : maksimal 5 A.
- e) Trafo tegangan harus memenuhi persyaratan :
- 1) Jumlah fasa : 3 fasa;
 - 2) Tegangan primer : sesuai dengan tegangan masukan;
 - 3) Tegangan sekunder : maksimal 110 V.
- f) Indikator
- 1) Indikator ukur minimal harus dilengkapi :
 - (a) Watt Meter dengan skala sesuai daya;
 - (b) Volt Meter sesuai dengan trafo tegangan; dan
 - (c) Ampere Meter sesuai dengan trafo arus.



- 2) Indikator cahaya harus memenuhi syarat :
 - (a) mengindikasikan dua keadaan cahaya yaitu *On* dan *Off*; dan
 - (b) mengidentifikasi tiap fasa dengan warna yang berbeda.

- 3) Indikator *counter* harus memenuhi syarat minimal 4 digit.

- g) Proteksi
 - 1) Proteksi tipe modular harus memenuhi syarat terdiri dari satu kesatuan rele yang berfungsi minimal untuk mendeteksi Hubung Singkat , Tegangan Lebih dan Tegangan Kurang, Arus Lebih, Rele Jarak dan *Delta I Relay*.

 - 2) Proteksi tipe individual
 - (a) Rele hubung singkat harus memenuhi syarat :
 - (1) Arus Maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) *Setting tap* arus : sesuai kebutuhan.

 - (b) Rele pentanahan arus lebih harus memenuhi syarat :
 - (1) Arus Maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz.

 - (c) Rele tegangan lebih harus memenuhi syarat:
 - (1) Tegangan maksimal : sesuai dengan trafo tegangan;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) Maksimum tegangan lebih : 20 % dari trafo tegangan.

 - (d) Rele tegangan kurang harus memenuhi syarat:
 - (1) Tegangan maksimal : sesuai dengan trafo tegangan/110 V;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) Maksimum tegangan lebih : 20 % dari trafo tegangan.



- (e) Rele jarak harus memenuhi syarat :
 - (1) Arus Maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) *Setting Tap* Arus : sesuai kebutuhan;

- (f) *Delta I Relay* harus memenuhi syarat :
 - (1) Arus Maksimal : sesuai dengan trafo arus;
 - (2) Frekuensi : 50 Hz;
 - (3) *Setting tap* arus : sesuai kebutuhan;
 - (4) *Setting waktu* terhadap kenaikan kecuraman arus pada *feeder* : maksimal 2 detik kecuraman arus pada *feeder* ;

2.2.2 Peralatan AC Kubikel.

2.2.2.1 Fungsi.

Peralatan AC kubikel berfungsi untuk mendistribusikan dan memutus tegangan arus bolak-balik yang diterima dari transformator daya untuk dialirkan ke peralatan transmisi tenaga listrik melalui peralatan penyulang.

2.2.2.2 Jenis.

Peralatan AC kubikel terdiri dari:

- a. Kapasitor; dan
- b. Saklar Pemutus.

2.2.2.3 Persyaratan Penempatan.

- a. Terletak di dalam bangunan catu daya listrik ;
- b. Terletak berdekatan dengan transformator daya penurun tegangan; dan
- c. Terletak tidak jauh dari transmisi tenaga listrik

2.2.2.4 Persyaratan Pemasangan.

- a. Dipasang di dalam bangunan catu daya listrik;
- b. Harus ada ruang yang cukup untuk kebutuhan perawatan;
- c. Masing-masing kubikel harus dipasang berdampingan dan sejajar jalan rel dengan ukuran yang sama; dan
- d. Saluran kabel penerima dan keluaran harus tertutup.

↑

2.2.2.5 Persyaratan Teknis.

a. Persyaratan Operasi.

1. Harus bisa dioperasikan secara elektrik dan manual;
2. Harus dapat menyalurkan tegangan keluaran yang dihasilkan ke peralatan transmisi; dan
3. Harus dapat memutus secara cepat dan otomatis apabila terjadi gangguan.

b. Persyaratan Material.

1. Kapasitor harus memenuhi persyaratan : untuk memperbaiki faktor daya ($\text{Cos } \Phi$)
2. Saklar pemutus harus memenuhi persyaratan :
 - (1) Tipe : dapat dikeluarkan
 - (2) Jumlah kutub : 3 kutub dengan satu kesatuan
 - (3) Tegangan : sesuai tegangan masukan
 - (4) Batas kemampuan isolasi : sesuai perhitungan kebutuhan
 - (5) Arus : sesuai perhitungan kebutuhan

2.2.3 Peralatan Penyulang.

2.2.3.1 Fungsi.

Peralatan Penyulang berfungsi untuk menyalurkan daya dari peralatan AC Kubikel melalui kabel penyulang ke kawat penyulang dan kawat kontak serta menyalurkan kembali arus balik melalui kabel penyulang netral ke peralatan AC Kubikel;

2.2.3.2 Jenis.

a. Peralatan penyulang terdiri atas:

- 1) Kabel penyulang;
- 2) Saklar pemisah;
- 3) *Arrester*;
- 4) *Protection Gap*; dan
- 5) Struktur;

b. Kabel Penyulang terdiri atas:

- 1) Kabel Penyulang Fasa; dan
- 2) Kabel Penyulang Netral.

2.2.3.3 Persyaratan Penempatan.

Terletak dekat dengan catu daya listrik dan transmisi tenaga listrik.

2.2.3.4

Persyaratan Pemasangan.

- a. Kabel Penyulang untuk kabel dalam tanah harus memenuhi persyaratan:
 1. Dipasang di dalam tanah dengan kedalaman ≥ 100 cm;
 2. Dalam tanah menggunakan pasir dan proteksi kabel;
 3. Ditanam melintasi jalan rel minimal 1,5 m dari subgrade dengan pelindung pipa HDPE minimal ketebalan 8 mm;
 4. Ditanam melintasi jalan raya minimal 1,0 m dari tanah dan dilindungi pelindung pipa HDPE minimal ketebalan 8 mm ;
 5. Jika terpasang sejajar atau menyilang kabel sinyal atau telekomunikasi maka kedalaman harus lebih dalam dari kabel sinyal atau telekomunikasi;
 6. Kabel yang keluar dari permukaan tanah harus diberi proteksi berupa pipa besi galvanis. Untuk kondisi tertentu apabila transmisi agak jauh dari lokasi catu daya listrik maka digunakan konstruksi dengan menggunakan kawat pemikul;
- b. Saklar pemisah dipasang pada struktur peralatan penyulang;
- c. *Arrester* dipasang di kawat penyulang pada struktur peralatan penyulang.
- d. Struktur untuk peralatan penyulang dipasang :
 1. Untuk tempat kedudukan kabel penyulang, saklar pemisah, dan *Arrester*.
 2. Menggunakan minimal 2 (dua) tiang beton.

2.2.3.5

Persyaratan Teknis.

a. Persyaratan Operasi.

1. Harus dapat menyalurkan tegangan keluaran yang dihasilkan ke peralatan transmisi sesuai dengan kapasitas yang direncanakan;
2. Harus dapat memutuskan tegangan dari catu daya listrik ke transmisi tenaga listrik apabila terjadi gangguan.

b. Persyaratan Material.

1. Kabel penyulang harus memenuhi syarat :
 - a) Bahan : tembaga;
 - b) Ukuran : sesuai dengan kapasitas yang direncanakan;
 - c) Jenis : *Armour Cable*;
 - d) Lapisan luar dalam dan inti menggunakan PE (*Polyethelene*);
 - e) Kabel harus dilengkapi penandaan dengan tulisan "<Type Kabel> Milik Instansi <tahun pembuatan>".



2. Saklar pemisah harus memenuhi syarat:
 - a) Jumlah kutub : 1 kutub;
 - b) Tegangan : sesuai tegangan sistem;
 - c) Arus : sesuai perhitungan kebutuhan;
 - d) Jenis : *hendel/lever*;
 - e) Isolator : *porcelain*.

3. *Arrester* harus memenuhi syarat :
 - a) Kapasitas *Discharge* : minimal 50 kA;
 - b) Waktu *Discharge* : minimal 8/20 mikro *second*;
 - c) Tegangan : + 20 % dari tegangan sistem;
 - d) Arus *Impulse* : 200 kA (8/20 mikro *second*).

4. *Protection gap* harus memenuhi persyaratan : harus dapat dengan cepat mengalirkan arus ke tanah apabila terjadi beda potensial dengan waktu minimal 2 detik.

5. Struktur untuk peralatan penyulang harus memenuhi syarat:
 - a) Tiang : menggunakan tiang beton dengan jarak minimal 3 meter;
 - b) Batang Penyangga : minimal menggunakan besi galvanis dengan ukuran sesuai perencanaan;
 - c) Tangga Kabel : menggunakan besi galvanis dan klem kabel.

2.3 PENGENDALIAN CATU DAYA JARAK JAUH

2.3.1 Pengendalian Jarak Jauh Untuk Setiap Satu Catu Daya.

2.3.1.1 Fungsi.

- a. melakukan pengawasan operasi dan kegagalan pada sistem catu daya yang dikendalikan;
- b. memberikan perintah eksekusi dan menampilkan indikasi- indikasi yang terjadi pada sistem catu daya yang dikendalikan;
- c. melakukan kontrol secara terus menerus pada sistem catu daya yang dikendalikan; dan
- d. merekam semua aktifitas catu daya secara terus-menerus.

2.3.1.2 Persyaratan Penempatan.
Letak pengendalian jarak jauh untuk setiap catu daya dipasang dalam satu ruangan dan berdekatan atau menyatu dengan pusat operasi kereta api.

2.3.1.3 Persyaratan Pemasangan.

- a. Harus memperhatikan jarak dalam ruangan minimal 100 cm antara dinding dengan kubikel untuk memudahkan perawatan;
- b. Semua kubikel harus dihubungkan ke pentanahan;
- c. Semua saluran masukan/keluaran harus dipasang *arrester*;
- d. Kabel kontrol pada ujungnya harus diberi penomoran / tanda; dan
- e. Diagram satu garis/*single line* harus mengidentifikasi penyuplaian dengan jelas.

2.3.1.4 Persyaratan Teknis.

- a. **Persyaratan Operasi.**
 1. Harus dapat memantau kondisi catu daya di bawah pengawasannya;
 2. Harus dapat mengeksekusi pemutusan dan/atau pemasukan catu daya listrik;
 3. Harus dapat mengolah data masukan/keluaran dari catu daya yang berada di bawah pengawasannya;
 4. Harus dapat memberikan indikasi terhadap kondisi catu daya;
 5. Harus tersedia tegangan kontrol yang terus-menerus yang *diback up* oleh baterai minimal selama 2 jam;
 6. Harus dilengkapi dengan fasilitas stop darurat/*emergency stop* dalam hal terjadi gangguan besar; dan
 7. Harus dilengkapi alat rekam / *logger*;
- b. **Persyaratan Material.**
 1. Kapasitas Data : minimal 16 bit;
Input / Output
 2. *Controller ROM & RAM* : minimal 16 bit;
 3. *Modem communication speed* : minimal 1200 bit/s;
 4. *Power Supply* : 220 V AC \pm 10 %, 50 - 60 Hz.

2.3.2 Pengendalian Jarak Jauh Untuk Beberapa Catu Daya / SISTEM (Supervisory Control and Data Acquisition) SCADA.

2.3.2.1 Fungsi.

- a. untuk menerima dan mengirim data teleinformasi dari setiap catu daya ke Peralatan SCADA atau sebaliknya.

- b. melakukan pengendalian dan pengawasan beberapa catu daya sekaligus.
- c. mengolah data dalam sebuah *data base* yang diterima dari beberapa catu daya sekaligus.

2.3.2.2 Persyaratan Penempatan.

- a. Terletak di dalam bangunan dan menyatu dengan pusat operasi KA.
- b. Terletak tidak jauh dari jalan KA.

2.3.2.3 Persyaratan Pemasangan.

- a. Dipasang di dalam bangunan pusat operasi KA;
- b. Harus memperhatikan jarak dalam ruangan minimal 100 cm antara dinding dengan kubikel untuk memudahkan perawatan;
- c. Harus dalam ruangan yang terjaga suhu ruangnya;
- d. Saluran kabel penerima dan keluaran harus tertutup;
- e. Harus dilengkapi dengan proteksi.

2.3.2.4 Persyaratan Teknis.

a. Persyaratan Operasi.

- 1) Harus dapat menerima, mengirim dan mengolah data informasi;
- 2) Harus dapat menginformasikan semua gangguan yang terjadi pada catu daya yang di bawah kendalinya;
- 3) Harus mampu menyimpan *data real time*, *data historical* dan *data base*;
- 4) Harus dapat memvisualisasikan trend data gangguan;
- 5) Harus dilengkapi alat perekam/ *data logger* ;
- 6) Harus dilengkapi dengan fasilitas stop darurat/*emergency stop* dalam hal terjadi gangguan besar;
- 7) Harus mampu menampilkan pesan dalam bahasa yang jelas;
- 8) Harus tersedia tegangan suplai yang terus-menerus dan *back up battery* minimal selama 2 jam.

b. Persyaratan Material.

1. *Controller* minimal memenuhi persyaratan :
 - a) Komunikasi : *Open protocol*;
 - b) Kapasitas : sesuai dengan perencanaan.
2. *Multiplexer* minimal memenuhi syarat :
 - a) Kecepatan Data : minimum 384 kbps;
 - b) Tipe : minimum Digital;
 - c) Kapasitas : sesuai dengan perencanaan.
3. Monitor minimal memenuhi persyaratan :
 - a) Jenis : minimal LCD;
 - b) Ukuran : minimal 32 *inch*.



4. Layar Tayang minimal memenuhi persyaratan :
 - a) Resolusi : minimal 1400 x 1050 *pixel*;
 - b) Ukuran : sesuai dengan perencanaan;
 - c) Tipe : tanpa batas/ *borderless*.

5. *Inverter* minimal memenuhi persyaratan :
 - a) Tegangan output : sesuai tegangan peralatan;
 - b) Kapasitas : sesuai beban.

6. *Server* minimal memenuhi syarat :
 - a) Konfigurasi : (1+1) *hot standby*;
 - b) Kelas : *computer server*;
 - c) Tahan terhadap temperatur 45⁰C dan kelembaban ruang maksimum 95%.

7. LAN minimal memenuhi persyaratan:

Konfigurasi : (1+1) *hot standby*.

8. *Printer* harus mempunyai koneksi minimal *port USB*.

3. PERALATAN TRANSMISI TENAGA LISTRIK

3.1. TRANSMISI TENAGA LISTRIK UNTUK ARUS BOLAK - BALIK

3.1.1. Sistem Penyulang/*Feeding System*.

3.1.1.1 Fungsi.

Sistem Penyulang / *Feeding System* berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari catu daya listrik ke kawat kontak.

3.1.1.2 Jenis.

- a. Kawat penyulang dan pemikul/*Feeder Messenger Wire*;
- b. *Connector*, dan
- c. *Transformer* :
 1. *Auto Transformer (AT)*;
 2. *Booster Transformer (BT)*.

3.1.1.3 Persyaratan Penempatan.

- a. Kawat penyulang dan pemikul:

Dipasang antara tiang dengan jalur KA dengan menggunakan isolator yang digantung pada tiang atau konstruksi lainnya yang kokoh.

↑

- b. *Connector* :
Terletak antara kawat penyulang dengan kawat kontak.
- c. *Auto Transformer dan Booster Transformer* terletak di sepanjang jalur KA.

3.1.5 Persyaratan Pemasangan.

- a. Kawat penyulang dan pemikul:
 - 1. Dipasang pada struktur dengan menggunakan isolator;
 - 2. Dipasang di atas sejajar dan satu sumbu dengan kawat kontak;
 - 3. Jarak antara kawat penyulang dan pemikul dan kawat kontak minimal 15 cm;
- b. *Connector* :
Dipasang minimal secara kokoh.
- c. *Transformer* :
 - 1. *Auto Transformer* dipasang dengan interval ± 10 km sepanjang jalur kereta api.
 - 2. *Booster Transformer* dipasang dengan interval ± 3 km sepanjang jalur kereta api.

3.1.6 Persyaratan Teknis.

- a. Persyaratan Operasi
 - 1. Harus dapat menyalurkan daya secara terus-menerus untuk menggerakkan kereta listrik.
 - 2. Harus dapat menjamin tidak terjadi kebocoran listrik sepanjang jaringan;
 - 3. Harus dilengkapi dengan sistem proteksi jaringan.
- b. Persyaratan Material untuk Peralatan Transmisi Arus Bolak Balik
 - 1. Kawat penyulang dan pemikul
 - a) Bahan : tembaga
 - b) Ukuran : sesuai kapasitas yang direncanakan
 - c) Jenis : *Wire*
 - 2. *Connector*
 - a) Bahan : tembaga
 - b) Ukuran : sesuai kapasitas yang direncanakan
 - c) Jenis : *Wire*



3. *Transformer* :
 - a) *Auto Transformer (AT)*:
 - 1) Jumlah fasa : 1 Ø
 - 2) Frekuensi : 50 Hz
 - 3) Tegangan primer : sesuai perencanaan
 - 4) Tegangan sekunder : sesuai perencanaan
 - 5) Kapasitas : sesuai perencanaan
 - 6) Impedansi : maksimal 15 %
 - b) *Booster Transformer (BT)* :
 - 1) Transformer rasio : 1 : 1
 - 2) Jumlah fasa : 1 Ø
 - 3) Frekuensi : 50 Hz
 - 4) Tegangan primer : sesuai perencanaan
 - 5) Tegangan sekunder : sama dengan tegangan primer
 - 6) Kapasitas : sesuai perencanaan
 - 7) Impedansi : maksimal 15 %

3.1.2. Sistem Katenari.

3.1.2.1. Fungsi.

Sistem Katenari berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari sistem penyulang ke kereta api listrik.

3.1.2.2. Jenis.

- a. Kawat kontak;
- b. Penggantung/*Hanger*;
- c. *Steadying equipment*;
- d. *Pull of equipment*;
- e. Peralatan penegang otomatis/*Automatic Tensioning Device* terdiri dari:
 1. Tipe Katrol/*Pulley Type*;
 2. *Spring Type*;
 3. *Hidrolic Type*.
- f. *Overlap section* terdiri dari:
 1. Ruas putus/*Overlap air section*;
 2. Ruas hubung/*Overlap air joint*.

- g. Section device terdiri dari:
1. *Overlap air section*;
 2. *Section insulator*.

3.1.2.3. Persyaratan Penempatan.
Terletak di sepanjang jalur kereta api.

3.1.2.4. Persyaratan Pemasangan.

- a. Kawat Kontak dipasang di atas sumbu jalan KA dengan tinggi :
- 1) Minimum : 4,3 meter dari kop rel;
 - 2) Standar : 5,3 meter dari kop rel;
 - 3) Maksimal : 5,7 meter dari kop rel;
 - 4) Gradien :
 - a) Jalur utama : $\leq 5/\text{mil}$
 - b) Jalur samping : $\leq 15/\text{mil}$
 - 5) Deviasi :
 - a) Jalur lurus : maksimal 300 mm
 - b) Lengkung : maksimal 200 mm
- b. *Penggantung/Hanger*:
1. Dipasang antara kawat pemikul dengan kawat kontak dengan interval 5 m;
 2. Panjang penggantung minimal 15 cm;
- c. *Cantilever* :
1. Dipasang pada tiang melintang jalur kereta api di atas kawat pemikul;
 2. Jarak *cantilever* dari kawat pemikul minimal jarak 40 cm dengan menggunakan minimal 2 (dua) isolator ;
- d. *Pull of equipment dan steadying equipment* :
1. Dipasang melintang jalur kereta api untuk memegang kawat kontak; dan
 2. Sudut antara kawat kontak dan *Pull Of* maksimal 30°.
- e. Peralatan penegang otomatis :
1. Dipasang pada akhir kawat kontak yang diikat pada tiang pematian;
 2. Jarak di bawah 400 meter menggunakan tipe *Spring dan Fixed*;
 3. Jarak 400 m – 600 m menggunakan 2 tipe *Spring* ;
 4. Jarak 600 m – 800 m menggunakan tipe *Katrol dan Fixed*; dan
 5. Jarak 800 m ke atas menggunakan tipe *Katrol*.

- f. *Overlap Section*
 - 1. Ruas putus/ *Overlap Air Section*
 - a) Dipasang di depan catu daya atau di lintas di antara 2 catu daya;
 - b) Di ujung wesel masuk stasiun;
 - c) Dipasang di belakang sinyal.
 - 2. Ruas hubung/ *Overlap Air Joint*
 - a) Dipasang pada ujung pematian kawat kontak dan kawat pemikul selain *air section*;
 - b) Antara kawat kontak dan kawat pemikul dipasang konektor.

3.1.2.5. Persyaratan Teknis.

- a. Kawat Kontak harus memenuhi persyaratan :
 - 1. Bahan : minimal tembaga;
 - 2. Ukuran : sesuai perencanaan untuk AC;
 - 3. Konduktivitas : minimal 80 %;
 - 4. Kekuatan tarik : minimal 21 kN; dan
 - 5. Kemampuan panas penghantar/*Thermal stability* : minimum 150° C.
- b. Penggantung
 - 1. Bahan : minimal tembaga;
 - 2. Ukuran : sesuai kapasitas yang direncanakan;
 - 3. Jenis : Wire;
 - 4. Bentuk : sesuai dengan desain rencana;
- c. Peralatan Pemegang Kawat kontak /*Steadying Equipment* :
 - 1. Bahan : sesuai dengan desain rencana;
 - 2. Ukuran : sesuai dengan desain rencana;
 - 3. Bentuk : sesuai dengan desain rencana.
- d. Peralatan Pemegang Kawat kontak / *Pull Off Equipment* :
 - 1. Bahan : sesuai dengan desain rencana;
 - 2. Ukuran : sesuai dengan desain rencana;
 - 3. Bentuk : sesuai dengan desain rencana.
- e. Peralatan Penegang Otomatis :
 - 1. Peralatan Penegang Otomatis Tipe Katrol :
 - a) Bahan *Pulley* : minimal besi tuang/iron castings;
 - b) Ukuran : sesuai dengan desain rencana;
 - c) Bentuk : sesuai dengan desain rencana;
 - d) *Pulley ratio* : maksimal 1 : 5;
 - e) Tali penarik : diameter sesuai beban;
 - f) Bahan Tali Penarik : Baja Anti Karat.



2. *Automatic Tension Device Spring Type*

- a) Bahan *Spring* : minimal baja/ *steel*;
- b) Bahan Tabung : minimal carbon steel;
- c) Tensioning strength : sesuai beban.
- d) Efisiensi : 97 %

3. *Automatic Tension Device Hidrolic Type*

- a) Bahan : minimal besi tuang/*iron castings*
- b) Ukuran : sesuai dengan desain rencana
- c) Bentuk : sesuai dengan desain rencana
- d) ratio : maksimal 1 : 5
- e) Tali penarik : diameter sesuai beban
- f) Bahan Tali Penarik : Baja Anti Karat

f. *Sectioning Device* :

1. Ruas Putus/ *Overlap Air Section* :

- a) Jarak span : minimal 50 meter
- b) Jarak antara dua kawat yang sejajar: minimal 30 cm
- c) Jarak antara kawat vertikal : minimal 20 cm

2. Ruas Hubung/ *Overlap Air Joint* :

- a) Jarak span : minimal 40 m
- b) Jarak antara dua kawat yang dipisahkan : 15 cm
- c) Jarak antara kawat vertikal : 30 cm

3. *Section Insulator* :

- a) Pembagian seksi tegangan pada kawat pemikul dengan menggunakan isolator;
- b) Pembagian seksi tegangan pada kawat kontak dengan menggunakan *Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)*.

3.1.3. Fasilitas Penunjang.

3.1.3.1 Fungsi.

Fasilitas penunjang berfungsi untuk mendukung beroperasinya peralatan transmisi tenaga listrik.

3.1.3.2 Jenis.

- a. Tiang / *Pole*;
- b. *Pole Band*;
- c. Batang Penyangga/*Beam*,
- d. *Cantilever*;
- e. *Insulator*, dan
- f. Temberang /*Guy Wire*

3.1.3.3 Persyaratan Penempatan.

Terletak di sepanjang jalur kereta api.



3.1.3.4

Persyaratan Pemasangan.

- a. Tiang dipasang dalam ruang bebas sebelah kanan atau kiri jalur kereta api minimal :
 1. Dari sumbu rel: Minimal. 2,75 m ; Normal : 3 m
 2. Jarak antara tiang ke tiang maksimum 60 m.
- b. *Pole Band* dipasang pada tiang;
- c. Batang Penyangga dipasang pada tiang tegak lurus jalur kereta api;
- d. Isolator dipasang pada beam dan tiang sebagai penggantung dan/atau pemegang transmisi tenaga listrik; dan
- e. Temberang dipasang pada tiang – tiang yang membutuhkan kestabilan.

3.1.4.2.

Persyaratan Teknis.

- a. Tiang
 - 1) Bahan : Beton/*steel*;
 - 2) Diameter : sesuai perencanaan perhitungan beban;
 - 3) Bending : sesuai perencanaan perhitungan beban;
 - 4) Tinggi : minimal 11 meter.
- b. *Pole Band*
 - 1) Bahan : plat baja *galvanis*, ukuran sesuai dengan perencanaan;
 - 2) Baut pengikat : baja *galvanis*, ukuran sesuai perencanaan;
 - 3) *Fastening Torsi* : sesuai dengan ukuran baut berdasarkan perhitungan perencanaan;
 - 4) Ukuran : sesuai dengan perencanaan.
- c. Batang Penyangga
 - 1) Bahan : Baja siku ukuran sesuai dengan perencanaan;
 - 2) Baut pengikat : Baja *galvanis*, ukuran sesuai perencanaan;
 - 3) *Fastening Torsi* : sesuai dengan ukuran baut berdasarkan perhitungan perencanaan;
 - 4) Ukuran : sesuai dengan perencanaan.
- d. *Cantilever*
 - 1) Bahan : Baja bulat ukuran sesuai dengan perencanaan;
 - 2) Baut pengikat : Baja *galvanis*, ukuran sesuai perencanaan;
 - 3) *Bending Moment* : sesuai dengan ukuran perencanaan;
 - 4) Ukuran : sesuai dengan perencanaan.

1

- e. *Isolator*
 - 1) Bahan : minimal *porcelain*;
 - 2) Bahan Pengikat : minimal *iron casting galvanis* $\geq 50\text{mg/cm}^2$;
 - 3) Ukuran : sesuai desain perencanaan;
 - 4) *Electro mechanical* : sesuai desain perencanaan.

- f. *Temberang*
 - 1) Bahan : kawat baja/*steel wire*;
 - 2) Ukuran : sesuai dengan desain perencanaan;
 - 3) Sudut pemasangan : minimal 45° .

3.1.4. Proteksi.

3.1.4.1. Fungsi.

Proteksi berfungsi untuk melindungi peralatan transmisi tenaga listrik dari tegangan dan arus lebih.

3.1.4.2. Jenis.

- a. Kawat Pentanahan Atas;
- b. *Arrester*, dan
- c. Sistem Pentanahan.

3.1.4.3. Persyaratan Penempatan.

Terletak di sepanjang jalur kereta api.

3.1.4.4. Persyaratan Pemasangan.

- a. Kawat Pentanahan Atas:
 - 1. Dipasang pada struktur jaringan yang paling atas dengan sudut proteksi 45° .
 - 2. Dilengkapi dengan sistem pentanahan dengan interval maksimal 250 meter.
 - 3. Diantara interval 250 meter dilengkapi dengan tanduk api/*Arching Horn*.

- b. *Arrester* :
 - 1. Dipasang pada *feeder wire* dengan interval maksimal 500 meter.
 - 2. Dilengkapi dengan sistem pentanahan dengan interval maksimal 500 meter.

- c. Sistem Pentanahan /*Grounding Device* :
 - 1. Pentanahan terpasang dengan menggunakan batang pentanahan/*grounding rode* dengan kedalaman minimal 3 meter.
 - 2. Pada titik pentanahan harus menggunakan tiang beton.
 - 3. Pemasangan penyalur kabel petanahan melalui lubang pada tiang beton (tersembunyi).

3.1.4.5.

Persyaratan Teknis.

a. Kawat pentanahan atas

1. Bahan : *steel wire galvanized*;
2. Ukuran diameter : minimal 55 mm²;
3. Sudut proteksi : 45 °.

b. *Arrester*.

Harus mampu meneruskan tegangan surja/*surge voltage* dan tegangan impulse tanpa menimbulkan kerusakan peralatan.

c. Peralatan Pentanahan:

1. Bahan : minimal batang tembaga;
2. Nilai tahanan pentanahan : maksimal 5 Ohm.

3.1.5.

Jaringan Distribusi Daya.

3.1.5.1.

Fungsi.

Jaringan Distribusi Daya berfungsi untuk-penggerak peralatan listrik bagi sistem persinyalan, telekomunikasi dan fasilitas penunjang yang lain.

3.1.5.2.

Jenis.

Jaringan Distribusi Daya dapat berupa:

- a. *OE Wire*; dan
- b. Kabel.

3.1.5.3.

Persyaratan Penempatan.

Terletak di sepanjang jalur kereta api.

3.1.5.4.

Persyaratan Pemasangan.

Jaringan Distribusi Daya dipasang di sepanjang jalur kereta api di sebelah luar tiang.

3.1.5.5.

Persyaratan Teknis.

a. Jaringan Distribusi Daya yang berupa *OE Wire* harus memenuhi persyaratan:

1. Tegangan nominal : sesuai tegangan distribusi;
2. Bahan : minimal tembaga;
3. Ukuran : sesuai kebutuhan;
4. Minimal dilengkapi pelindung Wire.

- b. Jaringan Distribusi Daya yang berupa kabel harus memenuhi persyaratan:
1. Bahan : minimal aluminium;
 2. Ukuran : sesuai kebutuhan;
 3. *Tensil load* : sesuai kapasitas perencanaan
 4. Isolasi : minimal PE

3.2. TRANSMISI TENAGA LISTRIK UNTUK ARUS SEARAH

3.2.1. Fungsi.

Peralatan Transmisi Tenaga Listrik Untuk Arus Searah berfungsi untuk menyalurkan arus searah guna menggerakkan kereta api bertenaga listrik.

3.2.2. Jenis.

- a. Sistem Penyulang terdiri dari :
 1. Kawat Penyulang/ *Feeder Wire*;
 2. Cabang Penyulang/*Feeding Branch*; dan
 3. Saklar Pemisah/*Disconnecting Switch*.
- b. Sistem Katenari terdiri dari :
 - 1) Kawat Kontak/*Trolley Wire*;
 - 2) Kawat Pemikul/*Messenger Wire*;
 - a) *Messenger Wire*; atau
 - b) *Feeder Messenger Wire*.
 - 3) Penggantung/ *Hanger*;
 - a) Baja/ *Steel*;
 - b) Tembaga; atau
 - c) Isolator.
 - 4) Pemegang Kawat Kontak /*Pull Off/ Steadying Equipment*;
 - 5) Peralatan Penegang/*Tension Device*;
 - a) Tipe Katrol/*Pulley Type*; dan
 - b) Tipe Pegas/*Spring Type*.
 - 6) Peralatan Pemisah/*Sectioning Device*.
 - a) *Overlap Air Section*; dan
 - b) *Section Insulator* dan *Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)*
- c. Fasilitas Pendukung/*supporting facilities* terdiri dari :
 1. Tiang;
 2. Pengikat;
 3. Temberang;
 4. *Isolator*
 - a) *Suspension*; dan
 - b) *Rod*.
 5. Batang penyangga.



- d. Proteksi terdiri dari :
 - 1. Kawat Pentanahan Atas;
 - 2. *Arrester*, dan
 - 3. Sistem Pentanahan.
- e. Jaringan Distribusi Daya dapat berupa:
 - c. *OE Wire*; dan
 - d. *Twisted Cable* dengan *messenger*.

3.2.3.

Persyaratan Penempatan.

- a. Sistem Penyulang:
 - 1. Kawat Penyulang
Terletak di dalam ruang bebas, digantung pada tiang transmisi antara tiang dengan jalan KA.
 - 2. Cabang Penyulang
Terletak pada kawat penyulang dengan interval tertentu untuk mencabangkan ke kawat kontak.
 - 3. Saklar Pemisah
Terletak pada kawat penyulang dan/atau kabel penyulang
 - 4. Sistem Katenari
 - a) Kawat Kontak
Terletak di atas sepanjang jalan KA.
 - b) Kawat Pemikul
Terletak di atas sepanjang jalan KA, sejajar dan satu sumbu dengan kawat kontak.
 - c) Penggantung
Terletak antara kawat pemikul/*messenger* dengan kawat kontak
 - d) Pemegang Kawat Kontak
Terletak antara kawat kontak dengan tiang transmisi.
 - e) Peralatan Penegang Otomatis
Terletak pada ujung pematian kawat kontak.
 - f) Peralatan Pemisah
Terletak pada jaringan sistem katenari.
 - 5. Fasilitas Pendukung:
 - a) Tiang transmisi
Terletak di sebelah dan sepanjang jalan KA.
 - b) Pengikat
Terletak pada tiang.
 - c) Temberang
Terletak di tiang pada ujung pematian kawat-kawat transmisi tenaga listrik.
 - d) *Isolator*
Terletak antara struktur dan kawat transmisi tenaga listrik.

- e) Batang Penyangga
Terletak di antara tiang transmisi.
 - f) *Cantilever*
Terletak pada tiang atau pada beam.
6. Proteksi sebagaimana terdiri dari:
- a) Kawat Pentanahan Atas
Terletak pada susunan paling atas dari jaringan transmisi tenaga listrik.
 - b) *Arrester*
Terletak pada kawat penyulang yang dihubungkan ke tanah.
 - c) Sistem Pentanahan
Terletak pada kedalaman tanah tertentu di sisi tiang transmisi tenaga listrik.
7. Jaringan distribusi daya
Terletak di dalam ruang bebas, di gantung pada tiang transmisi yang dipasang di sisi luar tiang transmisi.

3.2.4. Persyaratan Pemasangan.

- a. Sistem Penyulang
 - 1. Kawat Penyulang
 - a) Dipasang pada struktur dengan menggunakan isolator.
 - b) Jarak aman kawat penyulang terhadap struktur minimum 30 cm dan terhadap bangunan-bangunan lain minimum 120 cm.
 - 2. Cabang Penyulang
 - a) Dipasang pada kawat penyulang dan dihubungkan ke kawat kontak.
 - b) Jarak pemasangan antara Cabang Penyulang dengan interval 125 – 250 meter.
 - 3. Saklar Pemisah
 - a) Di sisi catu daya : dipasang dengan struktur khusus pada tiang transmisi yang menghubungkan antara kabel penyulang dari catu daya dan kawat penyulang.
 - b) Di lintas : dipasang dengan struktur khusus pada tiang transmisi yang memisahkan antara Kawat Penyulang.



b. Sistem Katenari

1. Kawat Kontak

Dipasang dengan digantung pada kawat pemikul sepanjang jalan KA dan dipegang oleh pemegang kawat kontak/*Pull Of* pada setiap tiang transmisi dengan ketentuan:

- a) Tinggi minimal : 430 cm
- b) Tinggi nominal : 530 cm
- c) Tinggi maksimal : 570 cm
- d) *Gradient/Kemiringan* : 5 ‰ untuk jalur utama 15 ‰ untuk jalur samping
- e) Deviasi : 30 cm untuk jalur lurus, 20 cm untuk jalur lengkung
- f) Sumbu penyimpangan maksimum antara kawat kontak dengan kawat pemikul maksimum 15°.

2. Kawat Pemikul

- a) Dipasang pada struktur dengan digantung menggunakan isolator.
- b) Ketentuan pemasangan adalah Lendutan pada lambung harus lebih besar dari 15 cm terhadap kawat kontak.

3. Penggantung

- a) Dipasang pada kawat pemikul dan memegang kawat kontak.
- b) Ketentuan pemasangan :
 - 1) Interval antar penggantung : maksimum 500 cm
 - 2) Panjang penggantung : minimal 15 cm
 - 3) Pemasangan penggantung yang terletak pada sisi kiri dan kanan tiang transmisi harus dengan jarak simetris.

4. Pemegang Kawat Kontak

Dipasang pada struktur dengan isolator dan memegang kawat kontak dengan ketentuan sudut kemiringan horizontal untuk memegang kawat kontak maksimum 15°.

5. Peralatan Penegang Otomatis

Dipasang pada tiang transmisi pada kedua ujung pematian kawat kontak dengan ketentuan :

- a) Panjang kawat kontak 0 - 300 meter dengan *ATD* tipe pegas pada salah satu ujung;
- b) Panjang kawat kontak > 300 sp 600 meter dengan *ATD* tipe pegas di kedua ujung;
- c) Panjang kawat kontak > 600 sp 800 meter dengan *ATD* tipe katrol pada salah satu ujung;
- d) Panjang panjang kawat > 800 meter dengan *ATD* tipe katrol di kedua ujung.



6. Peralatan Pemisah (*Sectioning Device*)/ *Overlap Section* / *FRP*
 - a) *Overlap Section* terdiri dari:
 - 1) Ruas Putus/ *Air Section*
 - (a) Dipasang pada pertemuan 2 titik akhir kawat kontak secara *overlap* (*overlap section*) untuk memisahkan sistem suplai catu daya.
 - (b) Jarak antara kawat kontak satu dengan kawat kontak sebelahnya 30cm.
 - (c) Jarak tiang transmisi pada lokasi *overlap* minimal 50 meter.
 - (d) Dipasang di depan catu daya atau di lintas di antara 2 (dua) catu daya.
 - (e) Di ujung wesel masuk stasiun
 - (f) Dipasang di belakang sinyal dengan jarak minimum 250 meter.
 - 2) Ruas Hubung/ *Air Joint*
 - (a) Dipasang pada pertemuan 2 (dua) titik akhir kawat kontak secara *overlap* (*overlap section*).
 - (b) Jarak antara kawat kontak satu dengan kawat kontak sebelahnya minimal 15 cm.
 - (c) Jarak tiang transmisi pada lokasi *overlap* minimal 40 meter.
 - b) *Fibre Reinforced Plastic (FRP)* :
 - 1) Dipasang pada kawat pemikul dan kawat kontak untuk penyekat pada jalur samping dan/atau jalur *crossing*.
 - 2) Pada 2 (dua) sisi ujung *FRP* harus dipasang konektor yang menghubungkan kawat pemikul dan kawat kontak.
 - 3) Pemasangan *FRP* harus rata/ *horizontal* terhadap kawat kontak sehingga aman dilalui *pantograph*.
- c. Fasilitas Pendukung
 1. Tiang
 - a) Tiang dipasang dalam ruang bebas sebelah kanan atau kiri jalur kereta api minimal :
dari sumbu rel
 - 1) Jarak minimal as *track* ke pinggir tiang :2,75 m
 - 2) Jarak normal as *track* ke pinggir tiang : 3,00 m
 - 3) Dipasang dengan fondasi tipe I dan/atau tipe T sesuai tabel dibawah
 - 4) Fondasi I tipe digunakan pada track lurus
 - 5) Fondasi T tipe digunakan pada : track lengkung, kemiringan badan track, pematian transmisi, dan tanah yang labil
 - 6) Fondasi I dan T kedalaman sesuai dengan tabel

Tabel fondasi Tipe I

Tipe	Tinggi Fondasi (mm)	Momen yang Diijinkan (t-m)	
		Tipe 1 (untuk tiang diameter.....)	Tipe 2 (untuk tiang diameter.....)
I – 17	1700	2.8	3.4
I – 18	1800	3.1	3.8
I – 20	2000	3.8	4.5
I – 22	2200	4.5	5.4

Tabel fondasi Tipe T

Tipe	Tinggi Fondasi (mm)	Momen yang Diijinkan (t-m)	
		Tipe 3 (untuk tiang diameter.....)	Tipe 4 (untuk tiang diameter.....)
T– 20	2000	6.0	3.6
T– 22	2200	7.1	4.2
T– 24	2400	8.3	5.0
T– 26	2600	9.6	5.7

- b) Jarak antara as tiang ke as tiang :
- 1) Untuk tiang yang digunakan sebagai : *injection point, overlap section*, saklar pemisah minimal : 3,5 m
 - 2) Maksimum jarak antar tiang 60 m.
 - 3) Untuk tiang transmisi jarak antara tiang sesuai dengan radius jalur kereta api (tabel dan rumus) :

$$S = \sqrt{D \times 16 \times R}$$

S = Jarak antar tiang
D = Deviasi
Deviasi untuk track lurus = 300 mm
Deviasi untuk track lengkung = 200 mm
R = Radius Track

Tabel

No.	Radius	Jarak (m)
1.	R ≥ 1200 m	60
2.	R ≥ 1050 m	55
3.	R ≥ 850 m	50
4.	R ≥ 700 m	45
5.	R ≥ 550 m	40
6.	R ≥ 400 m	35
7.	R ≥ 300 m	30
8.	R ≥ 200 m	25

2. *Pole Band*

Dipasang pada tiang. Untuk mengikat struktur pada tiang. *Pole Band* harus terpasang kencang dan penguatan dengan *bolt* dan *nut* harus disesuaikan seperti pada table berikut :

<i>Bolt Diameter</i>	<i>Momen Torsi (N-cm)</i>
M 16	9408
M 20	16660
M 22	24500

3. *Temberang*

Dipasang pada tiang – tiang pematian transmisi.

4. *Isolator*

a) *Isolator* yang berupa tipe *suspension* dipasang dengan persyaratan:

- 1) Pada struktur tiang sebagai penggantung dan/atau pemegang transmisi tenaga listrik.
- 2) Pada tiang pematian jaringan transmisi.

b) *Isolator* yang berupa tipe *rod* dipasang dengan persyaratan pada struktur *steading equipment*.

5. *Batang Penyangga*

Dipasang pada tiang, sejajar dan/atau tegak lurus dengan jalur kereta api.

d. *Proteksi:*

1. *Kawat Pentanahan Atas*

- a) Dipasang pada struktur jaringan yang paling atas dengan sudut proteksi 45° atau sesuai dengan aturan yang berlaku.
- b) Dilengkapi dengan sistem pentanahan dengan interval maksimal 250 meter.
- c) Diantara interval 250 meter dilengkapi dengan Tanduk Api.

2. *Arrester :*

- a) Dipasang pada kawat penyulang dengan interval maksimal 500 meter.
- b) Dilengkapi dengan sistem pentanahan dengan interval maksimal 500 meter.

3. *Sistem Pentanahan*

- a) Pentanahan terpasang dengan menggunakan batang pentanahan dengan kedalaman minimal 3 meter.
- b) Pemasangan penyalur kabel pentanahan melalui lubang pada tiang beton (tersembunyi), dan apabila tidak memungkinkan melalui lubang dalam tiang maka kabel pentanahan harus menggunakan pelindung.

- e. Jaringan Distribusi daya untuk tipe *OE wire* dan *Twisted Cable*:
 1. Dipasang pada struktur dengan menggunakan isolator.
 2. Jarak aman kawat penyulang terhadap struktur minimum 30 cm dan terhadap bangunan-bangunan lain minimum 120 cm.
 3. Khusus untuk tipe *OE Wire*:
 - a) Jarak antar fasa minimum 80 cm
 - b) Jarak antar sambungan dengan menggunakan pematitan maksimum 500 m.
 4. Khusus tipe *Twisted Cable* setiap sambungan dipasang pentanahan.

3.2.5.

Persyaratan Teknis.

- a. Persyaratan Operasi
 1. Harus dapat menyalurkan daya secara terus-menerus untuk menggerakkan kereta listrik;
 2. Harus dapat menjamin tidak terjadi kebocoran listrik sepanjang jaringan;
 3. Harus dilengkapi dengan sistem proteksi jaringan.
- b. Persyaratan Material untuk Peralatan Transmisi Arus Searah
 1. Sistem Penyulang :
 - a) Kawat Penyulang harus memenuhi persyaratan :
 - 1) Bahan : tembaga
 - 2) Ukuran : sesuai kapasitas yang direncanakan
 - 3) Jenis : *wire*
 - b) Cabang Penyulang harus memenuhi persyaratan :
 - 1) Bahan : tembaga
 - 2) Ukuran : sesuai kapasitas yang direncanakan
 - 3) Jenis : *wire*
 - c) Saklar Pemisah harus memenuhi persyaratan:
 - 1) Jumlah kutub : 1 kutub
 - 2) Tegangan : sesuai tegangan sistem
 - 3) Arus : sesuai hasil perhitungan
 - 4) Jenis : kait/ tuas
 - 5) Isolator : minimum *porcelain*
 2. Sistem Katenari harus memenuhi persyaratan :
 - a) Kawat Kontak harus memenuhi persyaratan :
 - 1) Bahan : tembaga dan/atau kombinasi
 - 2) Ukuran : sesuai hasil perhitungan
 - 3) Konduktivitas : minimal 80 %
 - 4) Kekuatan tarik : minimal 39,8 kN

- b) Kawat Pemikul harus memenuhi persyaratan:
- 1) Bahan : *Steel*
 - 2) Ukuran : minimal 90 mm²
 - 3) Jenis : Kawat Serabut/
Stranded Wire
 - 4) Kekuatan tarik : minimal 57,7 kN
 - 5) Lapisan *Coating* : minimal 250
galvanis gram/m²
 - 6) Tipe puntiran : tipe S
- c) *Feeder Messenger Wire* harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : minimal tembaga
kombinasi
 - 2) Ukuran : minimal 116 mm²
 - 3) Jenis : Kawat Serabut/
Stranded Wire
 - 4) Kekuatan tarik : minimal 61 kN
- d) Kawat penggantung berupa *Steel* harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : Baja
 - 2) Jenis : - Pita Baja
- Batang Baja
 - 3) Ukuran : - Pita Baja lebar
minimal 15 mm
- Batang Baja luas
penampang
minimal 5 mm²
- e) Kawat penggantung berupa Tembaga harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : Tembaga
 - 2) Jenis : - Kawat Serabut
Fleksibel
- Batang
 - 3) Ukuran : - Kawat Serabut
Fleksibel
minimal 16mm²
- Batang minimal
5 mm²
- f) Kawat penggantung bersifat Isolator harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : minimal Fibre
 - 2) Jenis : Pita



- g) Pemegang Kawat Kontak (*Pull Off/ Steadying Equipment*) harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : Alumunium kombinasi;
 - 2) Jenis : Tarik dan/atau Tekan;
 - 3) Ukuran panjang : (a) Tipe lengkung: minimal 90 cm;
(b) Tipe lurus: minimal 60 cm.
- h) Peralatan Penegang berupa Tipe *Pulley* harus memenuhi persyaratan :
- Bahan :
- 1) *Pulley* : Alumunium kombinasi
 - 2) *Axle* : Batang Baja
 - 3) *Bearing* : *Deep Groove*
 - 4) *Wire rope* : *Zinc Plating*
 - 5) *Counter weight* : Beton bertulang
 - 6) Ukuran perbandingan *Counter Weight* dengan beban tarik minimal 1:5
- i) Peralatan Penegang berupa Tipe Pegas harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : Pegas : Baja
 - 2) Body : *Carbon Steel*
 - 3) Kekuatan : minimum 400 kgf
 - 4) Efisiensi : minimum 97 %
- j) Peralatan Pemisah berupa *Overlap Air Section* harus memenuhi persyaratan :
- 1) *Air Section*
 - (a) Bahan pemisah : minimal *isolator porselen*
 - (b) Bahan pengikat : *Iron casting galvanis isolator*
 - (c) Jarak antar kawat trolley horisontal : minimal 30 cm
 - (d) Jarak antar kawat vertikal : minimal 20 cm
 - (e) Jarak antar tiang untuk *overlap* : minimal 50 meter



- 2) Ruas Hubung/*Air Joint*
 - (a) Bahan pemisah : minimal isolator porselen
 - (b) Bahan pengikat : *Iron casting galvanis* isolator
 - (c) Jarak antar kawat kontak horisontal : maksimal 15 cm
 - (d) Jarak antar kawat vertikal : 30 cm
 - (e) Jarak antar tiang untuk *overlap* : minimal 40 meter

- 3) FRP (*Fiberglass Reinforced Plastic*)
 - (a) *Insulator body* : *Glass based, silicon resin treatment*
 - (b) *Metal Fitting* : *Aluminium bronze castings*
 - (c) *Hanger metal* : *Copper and Copper alloy sheets, plates, strip and Coiled sheets*
 - (d) *Bending strength* : $\geq 13 \text{ kgf / mm}^2$
 - (e) *Tensile strength* : $\geq 10 \text{ kgf / mm}^2$
 - (f) *Withstand voltage* : $\geq 3 \text{ kv / mm}^2$
 - (g) *Withstand tensioning load* : $\geq 2000 \text{ Kgf}$ – 5 menit

3. Fasilitas Pendukung :

- a) Tiang harus memenuhi persyaratan :
 - 1) Bahan Tiang : beton
 - 2) Diameter Tiang : 350 mm untuk jalur ka lurus dan 400 mm khusus dititik pematian
 - 3) *Bending* : sesuai perencanaan perhitungan beban
 - 4) Tinggi : minimal 11 meter



Tiang Beton

(1)	(2)	(3)	(4)	
Panjang (m)	Titik Ketinggian dari Kop Rel yang dapat dibebani (m)	Kedalaman Tiang yang ditanam (m)	Desain <i>Moment</i> pada titik pembebanan (2) (kgf – m)	
			Diameter	
			(350mm)	(400mm)
11	8.85	1.9	5000 6500 7500	11000
12	9.75	2.0	5000 6500 7500	11000
13	10.55	2.2	7500	11000
14	11.35	2.4	7500	11000

b) Pengikat/ *Pole Band* harus memenuhi persyaratan :

- 1) Bahan : Plat baja *galvanis*
- 2) Baut pengikat : Baja *galvanis*
- 3) *Fastening Torsi* : sesuai dengan ukuran baut berdasarkan perhitungan perencanaan.
- 4) Ukuran :
 - diameter sesuai dengan diameter tiang
 - Plat sesuai tipe *pole band*

<i>Tipe Pole Band</i>	Vertical (N)	Horizontal (N)	Turning Torque (N-cm)
A	-	11760	-
B1	-	5880	-
B2	-	24500	-
B3	-	39200	-
D1	-	5880	-
D2	-	6860	1470
D3	10780	13720	1470
V1	16460	45080	-
V2	16460	45080	-
F1	-	9800	-
K1	10780	34300	-
K2	10780	34300	-

- c) Temberang harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : *steel wire*
 - 2) Ukuran : minimal ST 55 untuk titik pematian *OHGW* minimal ST 90 untuk pematian *trolley* dan *messenger* minimal ST 135 untuk pematian kawat penyulang dan pemikul.
 - 3) Sudut pemasangan : maksimal 45°
- d) Fasilitas pendukung yang berupa *Isolator* harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : minimal *porcelain*
 - 2) Bahan Pengikat *Isolator* : minimal *iron casting galvanis* $\geq 50 \text{mg/cm}^2$
 - 3) Kuat Tarik :
 - harus lebih besar dari beban perencanaan yang ditentukan,
 - dikalikan dengan *safety factor 2.5*.
- e) Fasilitas pendukung yang berupa Batang Penyangga harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : Baja siku *galvanis*
 - 2) Ukuran : sesuai hasil perhitungan

4. Proteksi :

- a) Proteksi yang berupa Kawat Pentanahan Atas harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : *Galvanized steel stranded wire (ST)*;
 - 2) Ukuran : minimal 55 mm²;
 - 3) *Tensile strength* : minimal 3630 kgf;
 - 4) *Conductor resistance* at 20°C : maksimal 2.500 ohm/km;
 - 5) Berat lapisan *galvanis* : minimal 230 g/m².
- b) Proteksi yang berupa *Arrester* harus memenuhi persyaratan :
- 1) Harus dapat setiap saat menyalurkan arus bila terjadi tegangan lebih/petir;
 - 2) Kapasitas Discharge : Minimal 50 kA

- 3) Waktu Discharge : : Minimal 8/20 mikro second
 - 4) Tegangan : : + 20 % dari tegangan sistem
 - 5) Arus impulse : : 200 kA (8/20 mikro second)
- c) Proteksi yang berupa Sistem Pentanahan harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : : minimal batang tembaga;
 - 2) Nilai pentanahan : : maksimal 5 Ohm;
 - 3) Kawat pentanahan : : minimal tembaga *stranded* luas penampang 35 mm².
5. Jaringan Distribusi Daya
- a) Jaringan Distribusi Daya yang berupa *OE Wire* harus memenuhi persyaratan :
- 1) Tegangan nominal : : sesuai tegangan distribusi;
 - 2) Bahan : : tembaga;
 - 3) Ukuran : : maksimal 35 mm²;
 - 4) Minimal dilengkapi pelindung *Wire*.
- b) Jaringan Distribusi Daya yang berupa *Twisted Cable* dengan *Messenger* harus memenuhi persyaratan :
- 1) Bahan : : minimal aluminium;
 - 2) Jenis : : 3 core *stranded*;
 - 3) Ukuran : : maksimal 35 mm²;
 - 4) *Tensil load* : : sesuai kapasitas perencanaan;
 - 5) *Messenger* : : *steel wire* diameter minimal 50mm²;
 - 6) Isolasi : : minimal PE.

MENTERI PERHUBUNGAN,

ttd

FREDDY NUMBERI

SALINAN sesuai dengan aslinya
KEPALA BIRO HUKUM DAN KSLN



UMAR ARIS, SH, MM, MH
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19630220 198903 1 001