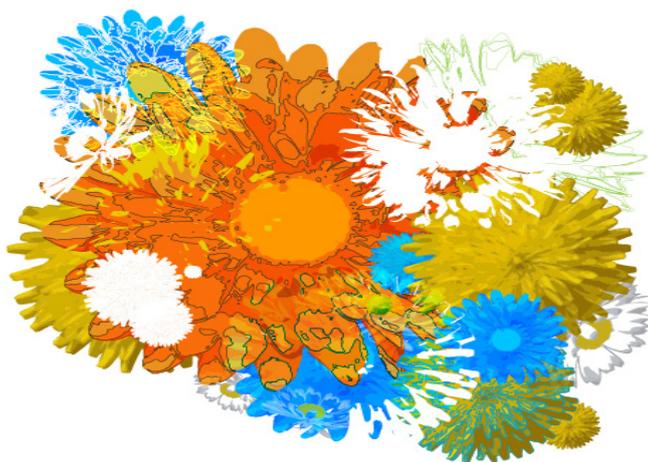




LAMPIRAN
KEPUTUSAN DIREKSI PT PLN (Persero)
NOMOR : 473.K/DIR/2010
TANGGAL : 11 Agustus 2010

BUKU 3

STANDAR KONSTRUKSI
JARINGAN TEGANGAN RENDAH
TENAGA LISTRIK



PT PLN (Persero)
2010

Penyusun :

Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik,
disusun oleh
Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Tenaga Listrik dan
Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia

Tim Pembina :

Direktur Operasi Jawa Bali
Direktur Operasi Indonesia Barat
Direktur Operasi Indonesia Timur

Tim Pengarah :

Kepala Divisi Distribusi dan Pelayanan Pelanggan Jawa Bali
Kepala Divisi Distribusi dan Pelayanan Pelanggan Indonesia Barat
Kepala Divisi Distribusi dan Pelayanan Pelanggan Indonesia Timur

Kelompok Kerja Standar Konstruksi Jaringan Tenaga Listrik :

Ratno Wibowo, Winayu Siswanto, Parluhutan Samosir, Hedy Nugroho, Agus Bactiar Azis,
Adi Subagio, Padi Sumanto, Tumpal Hutapea, Gunawan, OMA, Hendie Prasetyono,
I Made Latera, Sumaryono, Novalince Pamuso, Riyanto, Antonius HP,
Sunaryo, Sugeng Riyadi, Tutun Kurnia, Jako Pitoyo, Prihadi,
Ngurah Suwena, Elphis Sinabela, Andhy Prasetyo,
Ketut Bagus Darmayuda, Agus Prasetyo.

Narasumber :

PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Bali, PT PLN (Persero) Distribusi Indonesia Barat,
PT PLN (Persero) Indonesia Timur, PT PLN (Persero) Jasa Engineering,
PT PLN (Persero) Pusat Penelitian dan Pengembangan Ketenagalistrikan,
PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Latihan.

Diterbitkan Oleh :

PT PLN (PERSERO)

Jalan Trunojoyo Blok M-I / 135, Kebayoran Baru
Jakarta Selatan

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
TERMINOLOGI JARINGAN TEGANGAN RENDAH	ix
SISTEM PENOMORAN GAMBAR	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
BAB I. DESKRIPSI UMUM	1
I.1 Jaringan Distribusi Tegangan Rendah	1
I.2 Jenis Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah	1
BAB II. KOMPONEN UTAMA KONSTRUKSI	2
II.1. Komponen utama konstruksi Jaringan Tegangan Rendah	2
II.2. Spesifikasi Teknis Material	2
II.2.1. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)	2
II.2.2. Saluran Kabel bawah tanah Tegangan Rendah (SKTR)	4
BAB III. KONSTRUKSI SALURAN UDARA TEGANGAN RENDAH (SUTR)	8
III.1. Persyaratan Konstruksi	8
III.1.1. Konstruksi Bagian Atas	8
III.1.2. Jarak antara tiang atau gawang	8
III.1.3. Penyangga tiang (pole support)	8
III.1.4. Ruang bebas hambatan (right of way) dan jarak aman (safety distance)	8
III.1.5. Beban Mekanis Tiang	9
III.1.6. Konstruksi Jalur Ganda JTR dan Underbuilt TM-TR	10
III.1.7. Konstruksi JTR Campuran (Konstruksi JTR dengan jaringan telematika & PJU)	10
III.1.8. Konstruksi Sambungan SUTR dan SKTR di Tiang	10
III.1.9. Konstruksi Sambungan SUTR dan Sambungan Tenaga Listrik TR di Tiang	10
III.1.10. Konstruksi Pembumian	10
III.1.11. Konstruksi Khusus	11
III.1.11.1 Konstruksi pada Dinding Bangunan	11
III.1.11.2 Konstruksi Melintasi Jalur Kereta Api	11
III.1.11.3. Konstruksi Melintasi SUTT	11

III.1.11.4. Konstruksi Melintasi Sungai	11
III.2. Peralatan Kerja dan Keselamatan kerja, Peralatan Pengujian	11
III.2.1. Peralatan Kerja	11
III.2.2. Peralatan Keselamatan Kerja	12
III.2.3. Peralatan Pengujian	12
III.3. Penyelenggaraan Konstruksi	12
III.3.1. Handling/Transportasi	12
III.3.1.1. Transportasi Kabel Pilin (Twisted Cable)	12
III.3.1.2. Transportasi dan Penempatan Tiang	13
III.3.2. Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi	13
III.3.2.1. Persiapan Peta Rencana dan Proses Perizinan	13
III.3.2.2. Survei	13
III.3.2.3. Penentuan Titik Penanaman Tiang (pole staking)	13
III.3.2.4. Pendirian Tiang (pole erection) dan Kelengkapannya	14
III.3.2.5. Lubang Galian Tiang	14
III.3.2.6. Pondasi Tiang	15
III.3.2.7. Pemasangan Konstruksi Atas Tiang (pole top construction)	16
III.3.2.8. Pemasangan Topang Tarik Sementara (pole support)	17
III.3.2.9. Penarikan Penghantar(stringing)	17
III.3.2.10. Penyambungan dan Sadapan Penghantar	18
III.3.2.11. Pemasangan Pembumian	18
III.3.2.12. Pemasangan Kelengkapan Konstruksi (pole accessories)	19
III.3.1.13. Penyelesaian Akhir (finishing)	19
BAB IV. KONSTRUKSI SALURAN KABEL TANAH TEGANGAN RENDAH (SKTR)	20
IV.1. Persyaratan Konstruksi	20
IV.1.1. Jarak Aman (safety distance) dengan Instalasi Lain	20
IV.1.2. Konstruksi Kabel Tanah Tanam Langsung	20
IV.1.3. Konstruksi Penyambungan Kabel	21
IV.1.4. Pemasangan Perlengkapan Hubung Bagi (PHB-TR)	21
IV.1.5. Konstruksi pada Dinding Bangunan	21
IV.1.6. Konstruksi Kabel Duct	22
IV.1.7. Konstruksi SKTR dengan Boring	22
IV.1.8. Konstruksi Sipil Persilangan dengan Drainase	22
IV.2. Peralatan	22
IV.2.1. Peralatan Kerja	22
IV.2.2. Peralatan Keselamatan Kerja	22
IV.2.3. Peralatan Pengujian	23

IV.3. Penyelenggaraan Konstruksi	23
IV.3.1. Handling Transportasi	23
IV.3.2. Prosedur Penyelenggaraan Pekerjaan Konstruksi	23
IV.3.2.1. Persiapan Peta Rencana dan Proses Perizinan	23
IV.3.2.2. Survei Jalur Penggalian Kabel	24
IV.3.2.3. Pelaksanaan Penggalian	24
IV.3.2.4. Persiapan Penggelaran Kabel	24
IV.3.2.5. Penggelaran Kabel dan Penandaan	24
IV.3.2.6. Pemberian Tanda Pengenal Kabel	25
IV.3.2.7. Pemberian Tanda Pengenal Kabel	25
IV.3.2.8. Penyambungan Kabel	25
IV.3.2.9. Pengurugan Kembali	25
IV.3.2.10. Penyelesaian Akhir (Finishing)	25
IV.3.3. Penyelenggaraan Konstruksi Khusus	26
IV.3.3.1. Persilangan Kabel dengan Utilitas lain (non PLN)	26
IV.3.3.2. Persilangan (Crossing) dengan Jalan Raya	26
IV.3.3.3. Persilangan (Crossing) dengan Jalan Kereta Api	27
IV.3.3.4. Persilangan (Crossing) dengan Saluran Air	27
IV.3.3.5. Persilangan (Crossing) dengan Sungai	27
BAB V. PROSEDUR PENYELENGGARAAN KOMISIONING DAN PROSES SERTIFIKASI LAIK OPERASI	28
V.1. Penyelesaian Akhir Pekerjaan Konstruksi	28
V.2. Verifikasi Pelaksanaan dan Perencanaan	28
V.3. Pemeriksaan Fisik	28
V.4. Pengujian Tahanan Pembumian	28
V.5. Pengujian Isolasi Penghantar	28
V.6. Pengisian Formulir hasil Uji dan Pemeriksaan	28
V.7. Laporan Kemajuan Pekerjaan (Progrees)	28
V.8. Foto Dokumentasi	29
V.9. As-built Drawing	29
V.10. Komisioning	29
Gambar Standar konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik	31
GLOSARI	153
DAFTAR PUSTAKA	158

DAFTAR TABEL

NO TABEL	NAMA TABEL	HALAMAN
2.1	Jenis dan KHA Kabel Tanah SKTR	4
2.2	Faktor Koreksi KHA Kabel Tanah untuk Berbagai Jumlah Gelaran Kabel	4
2.3	Penghantar Tembaga Pembedaan	6
3.1	Jarak Aman (Safety Distance)	9
3.2	Kekuatan mekanis tiang awal/ujung untuk saluran tunggal	9
3.3	Kekuatan mekanis tiang sudut untuk saluran tunggal	9
3.4	Klasifikasi Tanah untuk Berbagai Macam Pondasi Tiang	15
3.5	Pemakaian Tiang Berdasarkan Kondisi Tanah	16
3.6	Komponen Atas Tiang Sesuai Fungsi Tiang	16
3.7	Komponen Konstruksi FDE, SS dan ADE	16
3.8	Kekuatan Penarikan Penghantar Kabel Pilin (Twisted Cable)	17
4.1	Persilangan Kabel dengan Utilitas Lain	26

DAFTAR GAMBAR

A. Konstruksi JTR/SUTR.

NO	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR	HAL
1	Konstruksi Tiang Penumpu Suspension	JTR/SUTR/01	32
2	Konstruksi Sirkuit Ganda Saluran Udara Tegangan Rendah Kabel Pilin	JTR/SUTR/02	33
3	Konstruksi Fixed Dead End (FDE)	JTR/SUTR/03	35
4	Konstruksi Tiang Akhir Adjustable Dead End	JTR/SUTR/04	37
5	Konstruksi Tiang Pencabangan Pada Tiang Penumpu	JTR/SUTR/05	38
6	Pemasangan TC Dua Saluran Satu Percabangan Dengan Dua Saluran Pada Sudut Besar 45°-120° Tiang Beton Bulat	JTR/SUTR/06	39
7	Pemasangan TC Dua Saluran Pada Jaringan 45°-120° Tiang Beton Bulat (Sudut Besar Ganda)	JTR/SUTR/07	40
8	Pemasangan TC Dua Saluran Satu Percabangan Dengan Dua Saluran Pada Sudut Besar Tiang Beton Bulat	JTR/SUTR/08	41
9	Konstruksi Tiang Awal 1 Jurusan	JTR/SUTR/09	43
10	Konstruksi Saluran Kabel Pilin 2 Fasa- 3 Kawat Dengan Konstruksi Fixed Dead End Pada Transformator Fasa-1 Atau 2	JTR/SUTR/10	44
10.A	Konstruksi Ikatan Kabel Naik	JTR/SUTR/10-A	45
11	Konstruksi Saluran Kabel Pilin 2 Fasa- 3 Kawat Dengan Konstruksi fixed dead End Pada Transformator Fasa-1 Atau 2	JTR/SUTR/11	46
12	Konstruksi Tiang Pencabangan Pada Tiang Penumpu	JTR/SUTR/12	48
13	Konstruksi Pencabangan Pada Tiang Sudut	JTR/SUTR/13	49
14	Pemasangan TC Dua Saluran Dua Percabangan Dengan Satu Saluran Pada Sudut Kecil 0°-450° Tiang Beton Bulat	JTR/SUTR/14	50
15	Pemasangan TC Dua Saluran Dua Percabangan Dengan Dua Saluran Pada Tiang Beton Bulat	JTR/SUTR/15	51
16	Konstruksi Pembumian	JTR/SUTR/16	52
17	Konstruksi Tiang Penagang	JTR/SUTR/17	54
18	Pemasangan TC Dua Saluran Pada Tiang penegang Tiang Beton Bulat	JTR/SUTR/18	55
19	Konstruksi Tiang Akhir- 1	JTR/SUTR/19	57
20	Konstruksi Tiang Akhr – ADE	JTR/SUTR/20	58
21	Konstruksi Fixed Dead End (FDE)	JTR/SUTR/21	59
22	Pemasangan TC Dua Saluran Pada Ujung Jaringan Tiang Beton Bulat (Adjustable)	JTR/SUTR/22	60
23	Konstruksi Pada Dinding Bangunan	JTR/SUTR/23	61

24	Konstruksi Perlintasan Dengan Kabel Telekomunikasi	JTR/SUTR/24	63
25	Saluran Udara Tegangan Rendah jarak Aman	JTR/SUTR/25	64
26	Saluran Udara Tegangan Rendah batas Lintasan Jaringan	JTR/SUTR/26	65
27	Jarak Aman Lintasan Jalur Kereta Api	JTR/SUTR/27	66
28	Jarak Aman Konstruksi Saluran Udara Tenaga listrik Dengan Kabel Telekomunikasi	JTR/SUTR/28	67
29	Jarak Aman Konstruksi Saluran Udara Tenaga Listrik dengan Kabel Telekomunikasi	JTR/SUTR/29	68
30	Jarak Aman Saluran Tenaga Listrik Dengan Saluran Kabel Optik telekomunikasi	JTR/SUTR/30	70
31	Konstruksi Topang Tarik -1	JTR/SUTR/31	72
32	Konstruksi Topang Tarik -2	JTR/SUTR/32	73
33	Konstruksi Topang Tekan (Strut Pole)	JTR/SUTR/33	74
34	Konstruksi Kontramast- 2	JTR/SUTR/34	75
35	Konstruksi Kontramast- 1	JTR/SUTR/35	76
36	Konstruksi Kontramast- 3	JTR/SUTR/36	77
36.A	Konstruksi Ikatan Guy Isolator	JTR/SUTR/36-A	78
36.B	Konstruksi Tiang Kontramast	JTR/SUTR/36-B	79
36.C	Konstruksi Kawat Baja Pada Turn Buckle	JTR/SUTR/36-C	80
36.D	Konstruksi Terminating Thimble	JTR/SUTR/36-D	81
36.E	Material end Preformed	JTR/SUTR/36-E	82
37	Penarikan Topang Tarik Sementara Selama Penarikan Kabel (Stringing)	JTR/SUTR/37	84
39	Jepitan Kawt Baja Pengarah Pada Kawat Penggantung Kabel Twisted	JTR/SUTR/39	85
40	Grafik Kekuatan Tarik Kabel Pilin (3x25mm ² +N) Untuk Panjang Lendutan Dan Jarak Gawang	JTR/SUTR/40	86
41	Grafik Kekuatan Tarik Kabel Pilin (3x35mm ² +N)mm ² Untuk Panjang Andongan Dan Jarak Gawang	JTR/SUTR/41	87
42	Kekuatan Tarik Penghantar Berdasarkan Panjang Andongan (sag) Dan Jarak Andongan	JTR/SUTR/42	88
43	Grafik Kekuatan Tarik Kabel Pilin (3x70=N/mm ²) Untuk Panjang Lendutan Dan Jarak Gawang	JTR/SUTR/43	89
44	Rekomendasi Pondasi Tiang Tipe A dan B Pada Tanah Keras	JTR/SUTR/44	90
45	Rekomendasi Pondasi Tiang Tipe C dan D	JTR/SUTR/45	93
46	Rekomendasi Pondasi Pada Daerah Rawa-Rawa tipe E	JTR/SUTR/46	95
47	Rekomendasi Penyangga Tiang Pada Tanah Berbatu Tipe - F	JTR/SUTR/47	96
48	Prosedur Peletakan Tiang Beton	JTR/SUTR/48	98
49	Konstruksi Lubang Pendirian Tiang	JTR/SUTR/49	99
50	Prosedur Pendirian Tiang Dengan Kran kaki - 3	JTR/SUTR/50	100

51	Konstruksi Jaringan Tegangan rendah Kabel Pilin	JTR/SUTR/51	101
----	---	-------------	-----

B. Konstruksi JTR/SUTR-SKTR

NO	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR	HAL
1	Tiang Besi	JTR/SUTR-SKUTR/01	102
2	Tiang Beton Type – H	JTR/SUTR-SKUTR/02	103
3	Tiang Beton Type – O	JTR/SUTR-SKUTR/03	104

C. Konstruksi JTR/SKTR.

NO	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR	HAL
1	Perletakan 1 Kabel Tanah TR Tiap 1 meter di Bawah Berm	JTR/SKTR/01	106
2	Perletakan 2 Kabel Tanah TR Tiap 1 meter di Bawah Berm	JTR/SKTR/02	107
3	Perletakan 3 Kabel Tanah TR Tiap 1 meter di Bawah Berm	JTR/SKTR/03	108
4	Perletakan 4 Kabel Tanah TR Tiap 1 meter di Bawah Berm	JTR/SKTR/04	109
5	Perletakan 5 Kabel Tanah TR Tiap 1 meter di Bawah Berm	JTR/SKTR/05	110
6	Perletakan Kabel Tanah TR Tiap 1 meter di Bawah Trotoar	JTR/SKTR/06	111
7	Perletakan 1 Kabel Tanah TR Tiap 1 meter di Bawah Berm Posisi Paralel Dengan Utilitas Lain	JTR/SKTR/07	112
8	Perletakan Kabel Tanah TR Melintasi Jalan Raya (Crossing)	JTR/SKTR/08	113
9	Penggelaran Kabel Tegangan Rendah Memotong Jalan Arah Kabel Membelok	JTR/SKTR/09	114
10	Penggelaran Kabel Tegangan Rendah Memotong Jalan Arah	JTR/SKTR/10	115
11	Perletakan Kabel Tanah TR Tiap 1 meter Dekat Utilitas Lain Dalam Tanah	JTR/SKTR/11	116
12	Konstruksi Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan Rendah Saluran Ganda	JTR/SKTR/12	117
13	Konstruksi PHB Utama Pada Jaring Distribusi SKTR	JTR/SKTR/13	118
14	Konstruksi PHB Cabang Untuk Sambungan Pelayanan	JTR/SKTR/14	119
15	Konstruksi Panel Tipe- 3 Untuk Sambungan Tenaga Listrik	JTR/SKTR/15	120
16	Perletakan Panel pada Posisi jalan	JTR/SKTR/16	122
17	Sambungan Rumah Dengan Penempatan Panel Di Tepi Jalan	JTR/SKTR/17	123

18	Sambungan Rumah Dengan Penempatan Panel Melintas Parit Tepi Jalan	JTR/SKTR/18	124
18.A	Konstruksi Pipa pada Dinding Bangunan	JTR/SKTR/18-A	125
19	Penempatan Panel Di Tepi Jalan	JTR/SKTR/19	126
20	Konstruksi Panel Dengan Pondasi Beton	JTR/SKTR/20	127
21	Monogram SKTR Dan Sambungan Pelayanan Tenaga Listrik	JTR/SKTR/21	129
22	Diagram Garis Tunggal SKTR Untuk Komplek Perumahan	JTR/SKTR/22	130

D. Konstruksi Komponen Saluran Udara Tegangan Rendah.

NO	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR	HAL
1	Komponen Saluran Udara Tegangan Rendah	KK/JTR/01	132
2	Komponen Saluran Udara Tegangan Rendah	KK/JTR/02	133
3	Komponen Saluran Udara Tegangan Rendah	KK/JTR/03	124
4	Komponen Saluran Udara Tegangan Rendah	KK/JTR/04	135
5	Link	KK/JTR/05	136
6	Plastic Strap	KK/JTR/06	137
7	Pole Bracket	KK/JTR/07	138
7.A	Pole Bracket – Suspension	KK/JTR/07-A	139
8	Stainless Steel Strip	KK/JTR/08	140
9	Stainless Steel Strip	KK/JTR/09	141
10	Segitiga Perenggang TC (<i>Insulated Phase Separator</i>)	KK/JTR/10	142
11	“H” Type Connector	KK/JTR/11	143
12	Stopping Buckle	KK/JTR/12	144
13	Kabel Pilin	KK/JTR/13	145
14	Penghantar (Kabel) SKTR	KK/JTR/14	146
15	Terminal Kabel	KK/JTR/15	147
16	Desain Patok Kabel Tegangan Rendah	KK/JTR/16	148
17	Patok Jalur SKTR	KK/JTR/17	149
18	Bata Merah (5x10x20) cm	KK/JTR/18	150
19	Batu Pengaman Kabel Listrik TR	KK/JTR/19	151

E. Peralatan dan Keselamatan Kerja.

NO	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR	HAL
1	Gambar Peralatan dan Keselamatan Kerja	PK/JTR/01	152

TERMINOLOGI KONSTRUKSI JARINGAN TENAGA LISTRIK TEGANGAN RENDAH DAN SAMBUNGAN TENAGA LISTRIK

1. Sambungan Tenaga Listrik : Jaringan atau instalasi antara jaringan distribusi tenaga listrik sampai dengan rel pembatas dan pengukur.
2. Sambungan Luar Pelayanan : Bagian dari jaringan sambungan tenaga listrik antara tiang saluran udara tegangan rendah dengan bangunan pelanggan.
3. Sambungan Masuk Pelayanan : Bagian dari jaringan sambungan tenaga listrik yang berada di dalam bangunan pelanggan sampai dengan alat pembatas dan pengukur.
4. Bagian Konduktif : Bagian yang mampu menghantarkan arus listrik walaupun tidak harus di gunakan untuk mengalirkan arus pelayanan (conductive parts).
5. Bagian Konduktif Terbuka : Bagian dari instalasi listrik tidak bertegangan namun dapat bertegangan jika terjadi kegagalan isolasi.
6. Arus Pengenal : Arus operasi yang mendasari pembuatan perlengkapan listrik yang tercantum sebagai angka pengenal perlengkapan listrik.
7. Arus Beban Lebih : Arus lebih yang terjadi pada sirkit pada waktu tidak ada gangguan listrik, yang melampaui nilai arus pengenal perlengkapan listrik atau alat proteksi listrik.
8. Arus Lebih : Arus listrik yang timbul akibat gangguan pada instalasi listrik.
9. Ruang Bebas Hambatan (Right of Way) : Ruang bebas lintasan sambungan tenaga listrik.
10. Jarak Aman : Jarak aman atau safety distance adalah jarak antara jaringan sambungan tenaga listrik dengan lingkungan hidup khususnya pemanfaat tenaga listrik yang di anggap aman.
11. Jatuh Tegangan : Jatuh tegangan atau voltage drop adalah perkalian antara arus beban dengan impedensi antara jaringan tegangan rendah sampai dengan APP.
12. TN-C : System proteksi pembumian dimana penghantar netral juga berfungsi sebagai penghantar pembumian (PE- Protective Earthing)
13. Perlengkapan Hubung Bagi (PHB) : Suatu perlengkapan untuk membagi tenaga listrik dan /atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat listrik mencakup sakelar pemutus sirkit, papan hubung bagi tegangan rendah dan sejenisnya.

14. PHB Utama : PHB yang menerima tenaga listrik dari saluran utama konsumen dan membagikannya keseluruh instalasi cabang. Pada standard konstruksi ini adalah PHB yang terpasang pada jaringan distribusi dan tidak ada tersambung sambungan listrik.
15. PHB Cabang : PHB yang merupakan percabangan dari PHB utama dimana tersambung sambungan pelayanan tenaga listrik.
16. Gardu Portal : Gardu dengan konstruksi instalasi gardu dengan menggunakan 2 buah tiang.
17. Gardu Beton : Gardu dengan konstruksi dari beton.
18. Kode IP : IP (Index Protection) adalah sisitem Kode yang menunjukan tingkat proteksi yang di berikan oleh selungkup dari sentuh langsung ke bagian yang berbahaya/bertegangan, dari masuknya benda asing (angka pertama) dan dari masuknya air (angka kedua). Contoh : IP 44, IP 45

Angka pertama :

4 = tidak di masuki benda padat yang lebih besar dari 1 mm.

Angka kedua :

4 = terlindung dari air dari segala arah

5 = terlindung dari air yang di semprotkan dari segala arah.

Dalam PUIL 2000 di cantumkan istilah IP sebagai International Protection.

19. Pengukuran Langsung : Pengukuran arus beban langsung dari penghantar sirkit beban.
20. Pengukuran Tidak Langsung : Pengukuran arus beban dengan menggunakan trafo arus dan trafo tegangan.
21. Elektroda Bumi : Bagian konduktif atau kelompok bagian konduktif yang membuat kontak langsung dan memberikan hubungan listrik dengan bumi.
22. Bagian Aktif : Bagian yang di aliri arus pelayanan dan bertegangan (live part)
23. Penghantar Bumi : Penghantar dengan inpedansi rendah yang secara fisik menghubungkan titik tertentu pada suatu perlengkapan (instalasi atau sistem) dengan elektroda bumi (earth conductor)
24. Penghantar Pembumian
 - a. Penghantar berinpedansi rendah yang di hubungkan ke bumi
 - b. Penghantar proteksi yang menghubungkan terminal pembumi utama ke elektroda bumi (earthing elektroda)

25. Penghantar Pilin : Dua atau lebih penghantar yang dipilin atau dipintal jadi satu tanpa isolasi diantaranya.
26. Penghantar Proteksi (PE) : Penghantar proteksi dari kejutan listrik yang menghubungkan bagian konduktif terbuka, bagian konduktif extra, terminal pembumian utama elektroda bumi, titik sumber yang di bumikan, atau netral buatan (Protectif Conductor)
27. Bagian Konduktif Extra : Bagian yang bersifat konduktif yang tidak merupakan dari bagian instalasi dan dapat menimbulkan potensial, biasanya potensial bumi.
28. Kabel Pilin : Dua atau lebih penghantar berisolasi yang di pilin atau dipintal jadi Satu.
29. Jangkauan Tangan : Daerah yang dapat di capai dari ukuran tangan dari tempat berdiri tanpa menggunakan sarana apapun (arm's reach)
30. Jarak Bebas : Jarak terpendek antara bagian bertegangan dengan bagian lain yang bertegangan atau dengan bagian yang terhubung dengan bumi (Clearance)
31. Nilai Arus Pengenal : Arus yang mendasari pembuatan perlengkapan listrik (Rated Current) Nilai Tegangan Pengenal : Besarnya tegangan yang mendasari pembuatan perlengkapan listrik (Rated voltage)
32. Beban Lebih : Kelebihan beban actual atau melebihi beban penuh atau arus pengenal alat proteksi (overload).
33. Beban Penuh : Nilai beban tertinggi yang di tetapkan untuk suatu kondisi pengenal operasi (full load).
34. Saluran Utama : Bagian dari suatu jaringan distribusi dengan luas penampang terbesar. Pada saluran udara tidak termasuk kabel pemasok dari sumber / gardu distribusi.
35. Saluran Pencabangan : Bagian dari suatu jaringan distribusi dengan luas penampang saluran yang lebih kecil dari saluran utama
36. Sirkuit Cabang : Jaringan kabel antara dua PHB yang di lindungi oleh pengaman lebur, atau pemutus tenaga
37. Konektor : Komponen penyambungan untuk sambungan / sadapan saluran pencabangan (TAP Connector).
38. Sambungan Bulusan : Komponen penyambungan antara dua penghantar (joint sleeve).
39. Kotak Ujung : Bagian ujung dari saluran kabel bawah tanah tegangan rendah yang berada di atas tiang jaringan tegangan rendah.

40. Kotak Sambung : Kotak penyambungan antar saluran kabel bawah tanah tegangan rendah.
41. NFB : No Fused Breaker, saklar beban yang bekerja berdasarkan arus listrik yang bekerja secara electromagnetic.
42. NH, NT, NF : Kode pengaman lebur yang tertutup POR selain dari jenis HRC-Fuse.
43. NYY, NYFGbY : Jenis kabel sesuai nomenklatur kabel yang berlaku.

SISTEM PENOMORAN GAMBAR

Sistem penomoran gambar pada standar konstribusi distribusi jaringan tenaga listrik mengaplikasikan sistem **A/B/C** dimana :

A adalah kode kelompok gambar untuk :

1. Jaringan Tegangan Menengah (JTM)
2. Jaringan Tegangan Rendah (JTR)
3. Gardu (GD)
4. Sipil (SIPIL)
5. Sambungan Tenaga Listrik (STL)
6. Jaringan Campuran (MIX)
7. Komponen Konstruksi (KK)
8. Peralatan Kerja (PK)
9. Peralatan Uji (PU)

B adalah kode jenis gambar untuk kelompok A dengan singkatan sebagai berikut :

1. Kelompok JTM : SKTM, SUTM, SKUTM, SUTM MIX (SUTMMIX)
2. Kelompok Gardu : Gardu Cantol (C) , Gardu Portal (P), Gardu Beton (GB), Gardu Pasangan LuAR(GL), Gardu Kiosk(GK), Gardu Hubung(GH)
3. Kelompok JTR : SUTR(SUTR), SUTR MIX (SUTRMIX), SKTR(SKTR), SKUTR(SKUTR)
4. Kelompok SIPIL : Jembatan Kabel(JK), Sipil Gardu(SG), Tiang Bentangan Khusus (TK)
5. Kelompok STL : STL TR 1 Fasa (SLTR1), STL TR 3 Fasa(SLTR3), STL TM (SLTM): STL TM SUTM (SLTMU), SL TM SKTM (SLTMK)
6. Kelompok MIX : JTR Underbuilt JTM (JTRUTM), Kabel Telematika Underbuilt JTM (KTELUTM)
7. Kelompok KK : Mengikuti kaidah pada nomor item 1 sampai 6.
8. Kelompok PK : Mengikuti kaidah pada nomor item 1 sampai 6.
9. Kelompok PU : Mengikuti kaidah pada nomor item 1 sampai 6.

C adalah nomor urut gambar.

Contoh :

Nomor Gambar : GD/C/01

Berarti bahwa : nomor urut **Gambar 01** pada kelompok **Gardu** jenis **Gardu Cantol**

KATA PENGANTAR

Dalam membangun instalasi jaringan tegangan rendah tenaga listrik di PT PLN (Persero) diperlukan Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik yang merupakan penjabaran dari Kriteria Desain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Selama ini konstruksi instalasi tenaga listrik di PT PLN (Persero), masih mengacu pada tiga macam Standar Konstruksi Distribusi yang dibuat oleh Konsultan dari manca negara.

Kriteria Desain Enjinering Konstruksi dan Standar Konstruksi Jaringan Tenaga Listrik termasuk Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik ini masih mengacu pada Konsultan Sofrelec dari Perancis, dengan pembumian system tahanan rendah (12Ω dan 40Ω) berlaku di Jaringan Distribusi DKI Jakarta, Jawa Barat, Bali dan sebagian Unit di luar Jawa. Konsultan Chas T Main dari Amerika Serikat, dengan pembumian system solid (langsung ke bumi) atau "multi grounded common neutral, low and medium voltage network" berlaku di Jawa Tengah & DIY dan sebagian Unit di luar Jawa. Sedangkan Konsultan New Jec dari Jepang, dengan pembumian sistem tahanan tinggi (500Ω) berlaku di Jawa Timur dan sebagian Unit di luar Jawa.

Disamping Standar Konstruksi yang masih berbeda-beda, ada hal-hal lain yang perlu diperhatikan, adalah ; pemanfaatan tiang listrik untuk telematika, semakin sulitnya memperoleh lokasi tanah gardu yang cukup dan tepat serta kemajuan teknologi material distribusi tenaga listrik.

Untuk mencapai efektifitas dan efisiensi dengan pertimbangan keamanan lingkungan, PT PLN (Persero) secara bertahap, perlu memperbarui Standar Konstruksi yang ada sekarang, sehingga menjadi acuan teknik yang sesuai perkembangan teknologi dan lingkungan.

Kriteria Desain Enjinering Konstruksi dan Standar Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik, terdiri dari :

- Buku 1. Kriteria Desain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.
- Buku 2. Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik.
- Buku 3. Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik.
- Buku 4. Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik.
- Buku 5. Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik.

Dalam aplikasinya, Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik dapat dirubah sesuai tuntutan kebutuhan yang bersifat lokal. Unit Induk dapat membuat Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga khusus, sebagai modifikasi dari buku 3 ini, catatan tidak menyimpang dari Kriteria Enjinering, yang ada pada buku 1. Perubahan standar konstruksi agar dilaporkan ke PLN Pusat melalui Direktorat terkait.

Terima kasih.

Jakarta, Juli 2010.

TTD

Kelompok Kerja Standar Konstruksi
Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.

BAB I. DESKRIPSI UMUM

I.1. Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

Jaringan Distribusi Tegangan Rendah adalah bagian hilir dari suatu sistem tenaga listrik. Melalui jaringan distribusi ini disalurkan tenaga listrik kepada para pemanfaat / pelanggan listrik.

Mengingat ruang lingkup konstruksi jaring distribusi ini langsung berhubungan dan berada pada lingkungan daerah berpenghuni, maka selain harus memenuhi persyaratan kualitas teknis pelayanan juga harus memenuhi persyaratan aman terhadap pengguna dan akrab terhadap lingkungan.

Konfigurasi Saluran Udara Tegangan Rendah pada umumnya berbentuk radial.

I. 2. Jenis Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah

Jenis konstruksi Jaringan Tegangan Rendah terdiri dari :

- Saluran Udara Tegangan Rendah Kabel pilin
- Saluran Udara Tegangan Rendah Bare Conductor
- Saluran Kabel tanah Tegangan Rendah

Saluran Udara Tegangan Rendah dengan Kabel pilin (*twisted cable*) ini dapat dikonstruksikan pada :

- 1) Tiang yang berdiri sendiri dengan panjang tiang 9 meter dan ditanam 1/6 kali panjang tiang.
- 2) Di bawah jaringan saluran udara tegangan menengah
- 3) Pada dinding bangunan.

BAB II. KOMPONEN UTAMA KONSTRUKSI

II.1 Komponen utama konstruksi Jaringan Tegangan Rendah.

Terdapat sejumlah komponen utama konstruksi pada Jaringan Tegangan Rendah :

- Tiang Beton
- Penghantar Kabel Pilin Udara (NFA2Y)
- Penghantar Kabel Bawah Tanah (NYFGBY)
- Perlangkapan Hubung Bagi dengan Kendali
- *Tension bracket*
- *Strain clamp*
- *Suspension bracket*
- *Suspension Clamp*
- *Stainless steel strip*
- *Stopping buckle*
- *Link*
- *Plastic strap*
- *Joint sleeve Press Type (Al – Al ; Al – Cu)*
- *Connector press type*
- *Piercing Connector Type*
- Elektroda Pembumian
- Penghantar Pembumian
- Pipa galvanis
- *Turn buckle*
- *Guy-wire insulator*
- *Ground anchor set*
- *Steel wire*
- *Guy-Anchor*
- *Collar bracket*
- *Terminating thimble*
- U – clamp
- Connector Block

Gambar komponen utama konstruksi dapat dilihat pada No. Gambar : KK/JTR/01 – KK/JTR/18

II.2 Spesifikasi Teknis Material

II.2.1 SUTR

Tiang

Untuk konstruksi jaringan SUTR yang berdiri sendiri dipakai tiang beton atau tiang besi dengan panjang 9 meter. Tiang beton yang dipakai dari berbagai jenis yang memiliki kekuatan beban kerja (*working load*) 200daN, 350daN dan 500daN (dengan angka faktor keamanan tiang=2) Pada titik yang memerlukan pembumian dipakai tiang beton yang dilengkapi dengan terminal pembumian.

Pada dasarnya pemilihan kemampuan mekanis tiang SUTR berlandaskan kepada empat hal, yaitu :

- 1) Posisi fungsi tiang (tiang awal, tiang tengah, tiang sudut)
- 2) Ukuran penghantar
- 3) Jarak andongan (*Sag*)
- 4) Tiupan angin

Tiang Besi dipergunakan untuk konstruksi pada lingkungan dimana Tiang Beton tidak mungkin dipasang. Penggunaan tiang beton H-type tidak direkomen-dasikan karena tingkat kesulitan pemasangannya, dan lain-lain pertimbangan.

Gambar tiang besi, tiang beton (tipe H dan O) dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR-SKUTR/01 - JTR/SUTR-SKUTR/03

Penghantar

Jenis penghantar yang dipergunakan adalah kabel pilin udara (NFA2Y) alumunium twisted cable dengan inti alumunium sebagai inti penghantar Fasa dan almelec/alumunium alloy sebagai netral. Penghantar Netral (N) dengan ukuran 3x35+N, 3x50+N, 3x70+N berfungsi sebagai pemikul beban mekanis kabel atau *messenger*.

Untuk kepentingan jaminan pelaksanaan handling transportasi, panjang penghantar tiap haspel kurang lebih 1000 m.

Gambar penghantar kabel pilin dapat dilihat pada gambar No. KK/JTR/13.

Pole Bracket

Terdapat dua jenis komponen *pole bracket* :

- 1) *Tension bracket*, dipergunakan pada tiang ujung dan tiang sudut, Breaking capacity 1000 daN terbuat dari Alumunium Alloy
- 2) *Suspension bracket* dipergunakan pada tiang sudut dengan sudut lintasan sampai dengan 30°. Breaking capacity 700 daN terbuat dari alumunium Alloy.

Ikatan *pole bracket* pada tiang memakai *stainless teel strip* atau baut galvanized M30 pada posisi tidak melebihi 15 cm dari ujung tiang.

Strain clamp

Strain Clamp atau clamp tarik dipakai pada *Pole Bracket* tipe Tension Bracket. Bagian penghantar yang dijepit adalah penghantar netral.

Suspension Clamp

Fungsi *Suspension Clamp* adalah menggantung bagian penghantar netral pada tiang dengan sudut lintasan jaringan sampai dengan 30°.

Stainless steel strip

Pengikat Pole Bracket pada tiang yang diikat mati dengan *stopping buckle*. Dibutuhkan lebih kurang 120 cm untuk tiap tiang.

Plastic Strip (plastic tie)

Plastic strap digunakan untuk mengikat kabel pilin yang terurai agar terlihat rapi dan kokoh.

Penghantar Pembumian dan Bimetal Joint

Untuk tiang yang tidak dilengkapi fasilitas pembumian. Penghantar yang diperlukan adalah Kawat Tembaga (BC). Sambungan penghantar BC dengan penghantar netral jaringan tidak boleh langsung, tetapi harus menggunakan bimetal joint.

Sambungan ke penghantar netral yang memakai kabel aluminium, sambungan ke penghantar pembumian menggunakan Bimetal Joint Al-Cu.

II.2.2. Saluran Kabel tanah Tegangan Rendah (SKTR) Penghantar (Kabel)

Jenis kabel yang dipakai adalah jenis kabel bawah tanah berpelindung mekanis NYFGbY dengan ukuran penampang dan KHA pada $t=30^{\circ}\text{C}$ dan kedalaman penggalian bawah tanah 70 cm sebagai berikut.

Tabel 2.1 Jenis dan KHA Kabel tanah SKTR

Jenis Kabel	Ukuran Penampang	KHA
NYFGbY	4 x 95 mm ²	275 A
	4 x 70 mm ²	228 A
	4 x 50 mm ²	185 A
	4 x 25 mm ²	128 A

Kemampuan Hantar Arus kabel tersebut akan berkurang apabila digelar lebih dari satu kabel pada satu jalur/parit berdasarkan faktor koreksi sebagai berikut :

Tabel 2.2 Faktor Koreksi KHA Kabel tanah untuk Berbagai Jumlah Gelaran Kabel

Jarak antar Kabel	Jumlah Kabel						
	2	3	4	5	6	7	8
	Faktor Koreksi						
a. Bersentuhan	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55	0,50	0,50
b. 7 cm	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,56
c. 25 cm	0,87	0,79	0,75	0,72	0,69	0,66	0,66

Gambar penghantar untuk SKTR dapat dilihat pada No. Gambar : KK/JTR/14.

Perlengkapan Hubung Bagi (PHB)

Panel Perlengkapan Hubung Bagi (PHB) harus memenuhi persyaratan :

- 1) Kemampuan hantar arus
- 2) Kemampuan hubung singkat
- 3) Kemampuan kondisi iklimatik (Tingkat IP)
- 4) Kemampuan mekanis

Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) dipergunakan dari jenis

- 1) Pasangan Luar, dengan kualifikasi IP.45 (Outdoor free Standing)
- 2) Pasangan Dalam, dengan kualifikasi IP.44 (Indoor wall mounting)

Spesifikasi teknis PHB sistem Fasa 3 adalah sebagai berikut :

- 1) Ketebalan plat sekurang-kurangnya 3 mm.
- 2) Kemampuan Hantar Arus (KHA) rel pembagi sekurang-kurangnya 125% dari KHA kabel masuk.
- 3) Arus pengenalan gawai kendali sisi masuk sekurang-kurangnya 115% dari KHA kabel.
- 4) *Short time withstand current* 25 kA selama 0,5 detik (RMS).
- 5) Tingkat keamanan terhadap iklimatik sekurang-kurangnya IP 45 atau untuk pasangan luar – outdoor free standing.
- 6) Pengaman sirkit keluar memakai pengaman lebur jenis HRC tipe NH/NT.
- 7) Jumlah sirkit keluar sebanyak-banyaknya 6 buah.
- 8) Jenis rel tembaga.
- 9) Pintu dilengkapi dengan kaca atau bahan tembus pandang.
- 10) Lampu indikator merah kuning biru pada sisi sirkit masuk.
- 11) Panel PHB dihubung tanah / dibumikan.
- 12) Seluruh fisik metal konstruksi di galvanis.

Untuk pemakaian PHB dibagi atas dua jenis:

- 1) PHB Utama dengan kabel sirkit masuk ukuran Cu 95 mm² dan Cu 70 mm².
- 2) PHB Cabang dengan kabel sirkit masuk ukuran Cu 50 mm² dan Cu 25 mm².

Tidak diizinkan menyambung langsung sambungan pelayanan dengan beban kurang dari 25 Ampere ke PHB Utama.

Sepatu Kabel

Semua terminasi kabel pada rel PHB harus memakai sepatu kabel sesuai dengan ukuran kabelnya. Jika memakai kabel dengan inti aluminium harus memakai sepatu kabel bimetal Al-Cu. Sebelum diikatkan pada terminasi sepatu kabel harus dilapisi timah solder (“dipertin”) guna menghindari oksidasi. Ikatan sepatu kabel pada inti kabel harus dipress hydraulic. Bagian dalam sepatu kabel dicor timah panas. Selanjutnya, ditutup dengan bahan *heatshrink-sleeve* sesuai dengan warna urutan fasanya. Sedangkan untuk penandaan warna Fasa-N-PE sesuai dengan SNI 04-0225-2000.

Terminal Kabel

Terminal kabel digunakan untuk instalasi SKTR pasangan luar yang terbuat dari *heat shrink* atau *cold shrink*, untuk mencegah masuknya air dalam inti penghantar.

Gambar terminal kabel dapat dilihat pada gambar No. KK/JTR/15

Penghantar Pembumian

Penghantar pembumian yang dipakai dari jenis tembaga (Cu)

Tabel 2.3 Penghantar Tembaga pembumian

Penampang Fasa	Penampang Pembumian
Cu 25 mm ² Di atas Cu 25 mm ²	Cu 16 mm ² Separuh dari ukuran penampang Fasa

Penghantar pembumian dapat memakai lapisan pelindung metal kabel tanah dengan ikatan yang disolder.

Elektroda Pembumian

Elektroda pembumian dari jenis elektroda batang sebagai berikut.

1) Jenis Insuno

Batang besi diameter 10 mm dilapisi tembaga, dengan cincin tembaga sebagai terminal dengan panjang sekurang-kurangnya 1,8 meter.

2) Pipa Galvanis

Pipa galvanis dengan diameter 1,5 inci dengan cincin tembaga. Panjang 2,75 meter. Penghantar tembaga langsung ke bagian bawah pipa. dikeluarkan 20 cm di atas ujung pipa, dililitkan, dan dilapisi timah solder. Sambungan penghantar pembumian pada elektroda memakai sepatu kabel yang dilapisi timah solder (di”pertin”) sebelum dan sesudah pengikatan. Untuk sambungan antar penghantar harus memakai *joint sleeve* yang dipress.

Material-Material Pembantu

Material-material bantu dari jenis plastik tie/plastik strip, pipa plastik fleksibel (*corrugated plastic pipe*), pita isolasi sekurang-kurangnya setara dengan sejenis scot m 38.

BAB III. KONSTRUKSI SALURAN UDARA TEGANGAN RENDAH (SUTR)

III.1 Persyaratan Konstruksi

III.1.1 Konstruksi bagian atas

Konstruksi bagian atas dimana penghantar bertumpu (*pole top construction*) dibedakan berdasarkan fungsi tiang. Demikian pula jenis material pendukung utamanya, antara lain *strain clamp*, *suspension clamp*. Bagian penghantar saluran udara kabel pilin yang diikat atau digantung adalah penghantar netralnya yang terbuat dari alumunium alloy. Penghantar fasa yang terbuat dari alumunium tidak memikul beban mekanis kecuali beratnya sendiri. Jika kabel terurai, harus diperbaiki kembali dengan jarak puntiran (*pitch*) tidak lebih dari 60 cm atau diikat dengan *plastic-strap*.

Pada sistem Jawa Tengah, khusus untuk keluaran dari transformator fasa 1 seluruh konstruksi JTR nya menggunakan sama dengan sistem distribusi di tempat lain.

III.1.2 Jarak antara tiang atau gawang

Jarak antar tiang pada SUTR tidak melebihi dari 50 meter. Tiang yang dipakai adalah tiang dengan kekuatan/beban kerja (*working load*) sebesar 200 daN, 350 daN, 500 daN dengan faktor keamanan 2 (*breaking load = 2 x working load*). Konstruksi khusus pada bagian bawah pangkal untuk sistem *Multi Grounded Common Neutral* (Jateng), dilengkapi plat baja anti karat yang dihubungkan dengan penghantar pembumian. Pemilihan jenis beban kerja tiang disesuaikan dengan fungsi tiang (tiang tengah, tiang awal/ujung, tiang sudut, tiang peregang) dan berdasarkan pengaruh gaya-gaya mekanis maksimum pada tiang tersebut.

III.1.3 Penyangga Tiang (*Pole Support*)

Untuk menambah kemampuan beban kerja tiang atau mengurangi penggunaan tiang dengan beban kerja besar, dipakai penyangga tiang pada tiang-tiang dengan beban kerja dasar (200 daN). Penyangga tiang dapat berupa topang tarik (*guy wire*) atau topang tekan (*strut pole*) dengan sudut miring penyangga tidak melebihi 60°. Jika tidak memungkinkan, dapat menggunakan variasi penyangga (*span guy wire /kontra mast*). Penyangga tiang tidak digunakan pada tiang awal jaringan. Mengingat beratnya tiang beton, maka tiang ini tidak dipakai sebagai topang tekan (*Strut Pole*).

Pada *system multiground common* netral, konstruksi topang tarik tidak memakai isolator *guy-wire (toei insulator)* namun dibumikan bersama-sama penghantar netral di atas tiang.

Gambar konstruksi topang tarik dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/31 dan JTR/SUTR/32, konstruksi Kontra Mast pada gambar No. JTR/SUTR/34 dan JTR/SUTR/36, serta konstruksi topang tekan (*strut pole*) pada gambar No. JTR/SUTR/33.

III.1.4 Ruang Bebas Hambatan (*Right of Way*) dan Jarak aman (*Safety Distance*)

Ruang bebas hambatan atau *right of way* pada jaringan tegangan rendah kabel pilin adalah jalur lintas yang dilalui jaringan tegangan rendah tersebut. Pada jalur lintas tersebut tidak ada penghalang yang menyebabkan penghantar bersentuhan dengan pohon atau bangunan.

Jarak Aman atau *safety distance* merupakan jarak dimana penghantar saluran udara tidak terjangkau oleh tangan manusia dan kendaraan yang berjalan. Ukuran jarak aman terdapat pada table 3.1 berikut ini,

Table 3.1 Jarak Aman (*Safety Distance*)

Objek	Jarak Aman (meter)
1. Permukaan jalan raya utama	6
2. Permukaan jalan lingkungan	5
3. Halaman penduduk/ tanah kosong	4
4. Balkon rumah	1,5 (tidak terjangkau tangan)
5. Menara/tower/papan reklame	2,5
6. Atap rumah	1
7. Saluran Telkom non optik	2,5
8. SUTM (<i>under-built</i>)	1,2
9. Permukaan sungai saat air pasang	2 meter diatas tiang layar tertinggi perahu
10. Jalan kereta api	Sebaiknya dihindari/tidak dianjurkan

III.1.5 Beban Mekanis Tiang

Beban mekanis akibat berat penghantar, pengaruh tiupan angin dan beban-beban mekanis lainnya perlu diperhitungkan khususnya pada tiang awal, tiang sudut dan tiang akhir. Jumlah total beban gaya mekanis pada tiang tidak boleh melebihi beban kerja tiang. Jika melebihi, maka perlu dipasang konstruksi topang (*guy wire, strut pole*).

Tabel berikut memberikan data pemilihan kekuatan mekanis tiang awal/ujung dan tiang sudut untuk berbagai macam ukuran kabel pilin saluran udara.

TABEL3.2 KEKUATAN MEKANIS TIANG AWAL/UJUNG UNTUK SALURAN TUNGGAL

Jarak gawang 45 meter, panjang andongan 1 meter, tiang 9 meter

NO	Ukuran Penghantar	Kekuatan Tiang (daN)
1	$(3 \times 35 + N) \text{ mm}^2$	350 daN
2	$(3 \times 50 + N) \text{ mm}^2$	350 daN
3	$(3 \times 70 + N) \text{ mm}^2$	500 daN

TABEL 3.3 KEKUATAN MEKANIS TIANG SUDUT UNTUK SALURAN TUNGGAL

Jarak gawang 45 meter, panjang andongan 1 meter, tiang 9 meter

NO	Ukuran Penghantar	30°	45°	60°	90°
1	$(3 \times 35 + N) \text{ mm}^2$	200 daN	200 daN	350 daN	500 daN
2	$(3 \times 50 + N) \text{ mm}^2$	200 daN	350 daN	350 daN	500 daN
3	$(3 \times 70 + N) \text{ mm}^2$	350 daN	350 daN	500 daN	500 daN

Keterangan :

Jika keadaan lingkungan dan peraturan Pemerintah Daerah mengizinkan. tiang sudut dan tiang ujung dapat memakai tiang dengan kekuatan 200 daN di tambah konstruksi *guy Wire*.

III.1.6 Konstruksi Jalur Ganda JTR dan *Underbuilt* TM-TR

Pada satu jalur yang sama dapat dikonstruksi lebih dari 1 saluran udara. Jarak antar saluran tidak kurang dari 30 cm untuk jaringan kabel pilin (*twisted cable*) dan 60 cm untuk penghantar tak berisolasi.

Jika jaringan udara tegangan rendah (SUTR) berada di bawah jalur yang sama dengan jaringan udara tegangan menengah A3C dan melintasi pohon, penghantar SUTR tidak boleh menyentuh dahan pohon.

Pada konstruksi saluran udara dibawah jaringan tegangan menengah (*underbuilt*), jarak antar penghantar tegangan rendah dan tegangan menengah tidak kurang dari 1,2 meter.

III.1.7 Konstruksi JTR campuran (konstruksi JTR dengan jaringan telematika dan PJU)

Penempatan jaringan telematika dan PJU harus pada sisi tiang yang berlainan dengan JTR.

Jarak antara jaringan tegangan rendah dengan jaring Telekomunikasi tidak kurang dari 100cm direlokasikan hanya ada satu saluran telekomunikasi pada tiang JTR.

Gambar konstruksi khusus JTR dengan telematika dan PJU dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/30.

III.1.8 Konstruksi Sambungan SUTR dan SKTR pada Tiang

Sambungan kabel *twisted*/berpilin dengan SKTR dengan inti tembaga harus memakai bimetal joint sleeve Al-Cu. Ujung SKTR memakai bulusan/terminasi jenis *heat shrink* atau *cold shrink* atau sejenis dan bukan jenis konstruksi kabel yang di buat. Jika sambungan pada tengah jaringan, sadapan pada jaringan memakai kabel Al inti tunggal, sambungan dengan SKTR memakai bimetal Al-Cu.

III.1.9 Konstruksi Sambungan SUTR dan Sambungan Tenaga Listrik TR di Tiang

Sambungan SUTR dan sambungan tenaga listrik TR harus menggunakan konektor yang sesuai dengan jenis material penghantarnya. Perhatikan instalasi penyambungan kabel SKTR dengan kabel SUTR. Penyambungan wajib menggunakan sambungan ciut panas dengan connector press. Ujung bukaan kabel SKTR harus menggunakan celana kabel ciut panas agar kedap air.

III.1.10 Konstruksi Pembumian

Penghantar Netral jaringan dibumikan pada setiap jarak 200 meter. Dalam hal tidak diperoleh tahanan tanah yang dipersyaratkan, maka jumlah elektroda pembumian ditambah atau dipasang kawat laba-laba (*mesh*) seluas 40 cm x 40 cm. Khusus pada sistem Jawa Tengah (Multi Ground Common Netral). Pembumian penghantar netral jaringan pada tiapa-tiap tiang, namun tidak memakai elektroda bumi.

III.1.11 Konstruksi Khusus

III.1.11.1 Konstruksi pada dinding bangunan

Konstruksi saluran udara kabel pilin pada dinding bangunan (konstruksi pada ruko, rukan, pasar) jarak antar bracket tidak lebih dari 6 meter. Jarak antara kabel dengan lantai bangunan tidak kurang dari 3 meter.

Semua bagian ujung jaringan ditutup dengan insulating tape dan mekanikal proteksi (pipa PVC). Tidak ada penghantar yang terkena dinding bangunan dan jarak dengan dinding tidak kurang dari 10 cm.

Gambar konstruksi khusus pada dinding bangunan dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/23.

III.1.11.2 Konstruksi melintasi jalur kereta api

Persilangan dengan jalur kereta api direkomendasikan menggunakan saluran kabel tegangan rendah bawah tanah. Dalam hal menggunakan saluran udara, perhatikan jarak aman minimum yang dipersyaratkan. Keadaan ini tidak direkomendasikan untuk lintasan dengan jalur kereta api listrik.

Tidak disarankan jaringan tegangan rendah melintasi jalur kereta api listrik.

Gambar konstruksi melintasi jalur kereta api dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/27.

III.1.11.3 Konstruksi disekitar SUTT

Persilangan JTR dengan SUTT tidak direkomendasikan. Konstruksi saluran udara paralel dengan SUTT jika tiang rubuh tidak boleh mengenai garis batas vertical penghantar transmisi pada permukaan tanah.

Gambar konstruksi jarak aman SUTR dengan SUTM dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/29.

III.1.11.4 Konstruksi melintasi sungai

Persilangan dengan sungai hanya diizinkan bila lebar bentangan sungai tidak lebih dari 50 meter dan harus memperhatikan jarak aman jaringan SUTR dengan lalu lintas pengguna aliran sungai.

III.2 Peralatan dan Keselamatan Kerja serta Peralatan Pengujian

III.2.1 Peralatan Kerja

Peralatan kerja utama yang perlu dipersiapkan secara umum untuk pelaksanaan SUTR adalah :

- 1) Tirpiz (Power pull)
- 2) Swivel

- 3) Pulling grip
- 4) Tali-temali
- 5) Dongkrak Haspel
- 6) Besi poros haspel (untuk poros putar haspel)
- 7) Stringing block
- 8) Alat-alat bantu (tangga, pacul tembilang, roll meter dll)
- 9) Papan bidik andongan kabel

Pada SKTR peralatan kerja yang di perlukan

1. Tali temali
2. Swivel
3. Dongkrak haspel
4. Pulling grip
5. Besi poros
6. Rol gelar lurus
7. Rol gelar sudut/belok

Gambar Peralatan Kerja dapat dilihat pada No. Gambar : PK/JTR/01

III.2.2 Peralatan Keselamatan Kerja

Alat-alat keselamatan kerja minimal yang harus disediakan dan dipergunakan sesuai dengan fungsi dan spesifikasinya antara lain : peralatan pelindung diri, sarung tangan elektrik & mekanis, sabuk pengaman, helm, platform, tali temali, kaca mata hitam, kaca mata pelindung, sepatu kerja.

III.2.3 Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian sekurang-kurangnya, alat uji tahanan isolasi (*Insulation tester*), alat ukur tahanan pembumian (*Earth Resistance tester*), alat ukur dimensi penghantar (*micrometer, slide gauge, dial gauge, measuring tape*), phase sequence meter.

III.3 Penyelenggaraan Konstruksi

III.3.1 Handling / Transportasi :

III.3.1.1 Transportasi Kabel Pilin (*Twisted Cable*)

Transportasi kabel harus dalam keadaan haspel. Penarikan kabel keatas tiang harus dilakukan dengan cara penguraian kabel selanjutnya ditarik keatas tiang. Ujung kabel yang akan ditarik harus dilengkapi dengan *Pulling Grip*. Dilarang menarik kabel diatas peralatan besi atau bergesekan dengan tanah.

Pengangkatan/transportasi/penurunan kabel dari kendaraan harus dilakukan dengan haspel kabel. Jika haspel kabel telah rusak/hancur atau diambil/diangkut tidak utuh, maka gulungan kabel harus diikat dengan pengikat yang kuat.

Ujung kabel diikat agar tidak terurai, jika terurai harus dijalin kembali dengan jarak antar putaran (*pitch*) 60cm. *Haspel kabel* tidak boleh dijatuhkan dari kendaraan, harus diturunkan dengan alat pengangkut. *Haspel kabel* ditempatkan pada dongkrak haspel agar mudah diputar dan diperhatikan arah putaran haspel.

Untuk melepaskan kabel, *haspel* harus didorong secara manual, dilepas menurut sejumlah panjang kabel untuk satu tarikan/penguluran.

III.3.1.2 Transportasi dan Penempatan Tiang

Pengangkatan, penurunan tiang dari kendaraan pengangkut harus dilakukan dengan alat pengangkat (*HOIST*). Tiang ditumpuk sebanyak-banyaknya 3 lapis tiang dan harus diberi penghalang agar tidak bergerak. Tumpukan tiang berbentuk *trapezium*. Pemindahan tiang dari tempat penumpukan dilakukan dengan trailer.

Gambar tata cara transportasi dan penempatan tiang dapat dilihat pada gambar No : JTR/SUTR/48 –JTR/SUTR/50.

III.3.2. Prosedur Penyelenggaraan Konstruksi

III.3.2.1 Persiapan peta rencana dan proses perizinan.

Pelaksanaan pekerjaan dilakukan dengan membuat peta rencana jalur saluran tegangan rendah dengan skala 1 : 1000.

III.3.2.2 Survei

Sebelum pelaksanaan pekerjaan, penentuan jalur kabel harus diidentifikasi, kemungkinan perubahan jalur berdasarkan rencana konstruksi dapat dilakukan. Survey dilakukan berdasarkan peta gambar rencana jaringan. Pelaksanaan survey bersamaan dengan penentuan jalur pada garis tepi (garis sepadan jalan) dan jalan atau bangunan sesuai izin pemerintah daerah setempat.

Survey jalur dan penentuan lokasi titik pendirian dilakukan sesuai dengan peraturan pemerintah daerah, dan mengikuti garis sepadan jalan. Penentuan lokasi dilakukan dengan :

- Theodolit
- Dua petugas dengan bantuan kompas

III.3.2.3 Penentuan Titik Penanam Tiang (*Pole staking*)

Titik lokasi Penanaman Tiang mengikuti ketentuan pada peta rencana jalur. Koreksi lapangan dapat dilakukan dengan pertimbangan :

Perlu dilakukan penyesuaian jalur saluran pada lokasi-lokasi sebagai berikut :

- 1) Lereng sungai / tepi saluran air
- 2) Titik tikungan jalan

Khusus untuk lokasi yang menyangkut kepemilikan tanah perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Titik pada garis pagar bangunan
- 2) Halaman rumah penduduk
- 3) Garis batas antara bangunan penduduk

Penyesuaian titik tiang yang berakibat pada bertambahnya jarak gawang, perlu diantisipasi dengan tiang beton dengan kekuatan atau panjang lebih dari rencana. Ada dua cara untuk melaksanakan pekerjaan *pole staking* , yaitu :

- 1) Dengan metode theodolit
- 2) Dengan kompas

Penggunaan alat theodolit dapat memberikan hasil survey yang tepat baik jarak antar tiang dan sudut deviasi lintasan. Penggunaan kompas lebih mudah namun perlu dibantu oleh dua staf pandu untuk menentukan jarak antar titik tiang, kelurusan jalur lintasan dan sudut deviasi lintasan.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pekerjaan ini adalah :

- 1) Jarak aman jaringan terhadap lingkungan (bangunan, dll.)
- 2) Tidak menempatkan lintasan diatas jalan raya
- 3) Pemotongan / crossing jalan tidak kurang dari 15°.

Titik-titik posisi tiang yang telah didapat / ditentukan diberi patok yang bernomor. Peralatan yang dipakai:

- 1) Alat theodolit lengkap
- 2) kompas
- 3) Alat ukur jarak (walking measure)
- 4) Alat tulis

III.3.2.4 Pendirian Tiang (*pole erection*) dan Kelengkapannya

Sebelum pendirian tiang dilaksanakan, harus dilakukan pengamanan lingkungan. Pendirian dilakukan dengan mobil kran atau menggunakan konstruksi kaki tiga dengan minimal 3 petugas. Mendirikan tiang dilakukan dengan cara :

- 1) Memakai mobil kran
- 2) Cara manual

III.3.2.5 Lubang Galian Tiang

Lubang untuk mendirikan tiang digali dengan lebar lubang galian dua kali diameter

bagian bawah tiang. Kedalaman lubang 1/6 kali panjang tiang + 10 cm. Pengamanan lingkungan perlu diperhatikan khususnya pada saat pendirian tiang. Tiang beton tidak boleh terjatuh / terbanting. Transportasi tiang dengan trailer kecil. Pelaksanaan pendirian harus menggunakan katrol dengan kapasitas 3 ton. Tiang tidak boleh didirikan miring namun dapat diberikan toleransi kemiringan 5°. Pemadatan sekeliling tiang dilakukan dengan mesin stamper atau pemadat. Untuk tiang-tiang dengan kekuatan 350daN, 500daN diperlukan pemasangan pondasi. Penggalian lubang tiang pada daerah rawa atau tepi pantai bila sulit dilakukan, dapat menggunakan drum bekas sebagai penahan tanah.

Pada system *underbuilt* tidak perlu menambah tiang jika jarak antara tiang SUTM tidak melebihi 50 meter. Jika harus ditambah satu buah tiang sisipan, ujung atas tiang sisipan sekurang-kurangnya berjarak 1,2 meter dari penghantar SUTM pada kondisi andongan maksimum.

III.3.2.6 Pondasi Tiang

Pemasangan pondasi (cor beton) tiang pada dasarnya digunakan pada semua tiang, baik tiang tumpu, tiang awal/akhir atau tiang sudut. Jenis, pondasi dan ukurannya disesuaikan dengan kondisi/struktur tanah dimana tiang tersebut akan didirikan.

Untuk tepatnya, masalah pondasi sebaiknya dikonsultasikan dengan ahli teknik sipil (terutama pondasi untuk konstruksi pada daerah tanah lembek, tanah rawa-rawa, tanah gambut). Pada tanah keras pondasi dipasang untuk tiang dengan ukuran 350 daN, 500daN, 800 daN.

Kedudukan tiang yang diperkuat dengan pondasi bergantung atas jenis tanah dan kekuatan fisik dari fungsi tiang.

Tabel 3.4 Klasifikasi tanah untuk berbagai macam pondasi tiang

Kelas Tanah	Tipe Tanah	Kondisi Tanah	Maksimum Daya Dukung	Jenis Konstruksi Pondasi
1	Cohesive Granular	Sangat lunak Tanpa pasir	1000 daN/m ²	Periksa Gambar No. JTR/SUTR/44
2	Cohesive Granular	Tanah lunak, endapan lumpur Sedikit pasir	2500-7500 daN/m ²	Periksa Gambar No. JTR/SUTR/44
3	Cohesive Granular	Tanah keras berpasir coarsif Berpasir kuarsa, gravel (tanah liat)	7500-1500 daN/m ²	Periksa Gambar No. JTR/SUTR/45
4	Cohesive Granular	Lumpur keras, endapan keras Endapan pasir, Sedikit gravel berpasir	7500-1500 daN/m ²	Periksa Gambar No. JTR/SUTR/45
5	Cohesive Granular	Lumpur sangat keras, Tanah liat keras berpasir	30.000-60.000 daN/m ²	Periksa Gambar No. JTR/SUTR/46
6	Rock	Batu cadas	100.000 daN/m ²	Periksa Gambar No. JTR/SUTR/47

Sumber : CAC proyek kelistrikan RE-II PT PLN (Persero)

Dimensi pondasi dibuat berdasarkan data diatas.

Table 3.5 Pemakaian Tiang berdasarkan Kondisi Tanah

Jenis Tanah	Tipe Tiang
1. Tanah Keras	350 daN, 500 daN
2. Tanah Lunak	350 daN, 500 daN
3. Tanah Rawa/Gambut	200 daN, 350 daN
4. Tanah Berpasir halus	200 daN, 350 daN

III.3.2.7 Pemasangan konstruksi atas tiang (*pole top construction*)

Pemasangan konstruksi *Fixed Dead End (FDE)*, *Adjustable Dead End (ADE)* dan *Suspension (SS)* tidak kurang 10 cm dari ujung atas tiang. Konstruksi 2 jalur saluran udara dapat dilakukan secara bersisian. Jarak antara 2 (dua) pole bracket tidak kurang dari 30 cm. Pemasangan komponen konstruksi ke atas tiang menggunakan tali pengangkat dengan menggunakan katrol.

Pemasangan konstruksi dilakukan minimal oleh 2 orang petugas, satu dibawah tiang (*ground crew*) dan satu diatas. Petugas diatas berdiri diatas platform dan memakai alat K3 (sabuk pengaman, sarung tangan mekanik, helm).

Komponen atas tiang berdasarkan fungsi tiang (tiang awal / ujung, tiang penumpu, tiang sudut, tiang seksi, tiang peregang), sebagaimana tabel berikut:

Tabel 3.6 Komponen atas tiang sesuai fungsi tiang

Posisi Tiang	Konstruksi		
	FDE	SS	ADE
Tiang Awal	*		
Tiang Ujung			*
Tiang Penumpu		*	
Tiang Sudut Kecil $\alpha < 30^\circ$		*	
Tiang sudut besar $\alpha > 30^\circ$	*		*
Tiang Seksi	*		*
Tiang Peregang	*		*
Pembumian		*	

Komponen Konstruksi yang dipakai pada konstruksi FDE,SS, ADE sebagaimana tabel berikut:

Tabel 3.7 Komponen Konstruksi FDE, SS dan ADE

Nama Material	FDE	ADE	SS
Tension Bracket	*	*	
Suspension Bracket			*
Strain Clamp	*	*	
Suspension Clamp			*
Stainless steel + Stopping buckle	*	*	*
Selubung proteksi mekanis + Insulating tape		*	
Plastik Strap (Plastik Tie)	*	*	*
urn buckle / Span schrof		*	

Konstruksi suspension –ss atau tiang sudut kecil ($0^\circ - 30^\circ$) dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/01 dan JTR/SUTR/02, konstruksi fixed dead end pada gambar No. JTR/SUTR/03 dan JTR/SUTR/21, konstruksi adjustable dead end – ADE pada gambar No. JTR/SUTR/04. Untuk tiang dengan sudut besar ($30^\circ - 90^\circ$ dan $45^\circ - 120^\circ$), gambar konstruksi dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/05- JTR/SUTR/08.

Gambar konstruksi tiang penegang atau tiang seksi dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/17 dan JTR/SUTR/18. Konstruksi tiang akhir pada gambar No. JTR/SUTR/19 dan JTR/SUTR/20, , dan pemasangan TC 2 saluran pada ujung jaringan tiang beton bulat (adjustable) dapat dilihat pada gambar JTR/SUTR/22.

III.3.2.8 Pemasangan Topang Tarik sementara (*pole supporter*)

Sebelum dilakukan penarikan penghantar, tiang-tiang awal/akhir, tiang sudut wajib dipasang topang tarik sementara untuk menjaga agar tiang tidak miring pada saat penarikan penghantar. Topang tarik dibongkar setelah selesai lama waktu penarikan JTR.

Gambar penarikan topang tarik sementara selama penarikan kabel dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/37.

III.3.2.9 Penarikan Penghantar (*stringing*)

Penarikan kabel pilin tidak boleh menyebabkan *bundle* kabel terurai, khususnya pada saat pengaturan sag. Besarnya kekuatan mekanis penarikan dikontrol pada dynamometer dan dihitung berdasarkan jarak gawang ekuivalen dan besar andongan yang dipilih berdasarkan tabel 3.6.

Tabel 3.8 Kekuatan Penarikan Penghantar Kabel Pilin (*twisted cable*)

Jarak Gawang (Meter)	Kekuatan Penarikan Penghantar [daN]											
	3 x 25 + N mm ²			3 x 35 + N mm ²			3 x 50 + N mm ²			3 x 70 + N mm ²		
	Sag [cm] 60	Sag [cm] 80	Sag [cm] 100	Sag [cm] 60	Sag [cm] 80	Sag [cm] 100	Sag [cm] 60	Sag [cm] 80	Sag [cm] 100	Sag [cm] 60	Sag [cm] 80	Sag [cm] 100
30	100	70	60	155	130	90	160	130	110	240	180	135
35	138	120	85	205	155	130	230	170	135	310	230	180
40	170	160	110	260	200	160	280	220	170	415	200	240
45	210	180	140	340	255	200	370	270	230	530	370	290
50	260	210	165	410	340	250	480	350	270	640	450	350
60	390	300	245	630	440	380	660	490	380	800	690	550

Catatan :

- Breaking capacity kabel messenger/kabel penghantar netral sebesar 1683 daN
- Breaking capacity pole bracket ujung/ tension bracket sebesar 1000 daN

Penarikan penghantar dilaksanakan setelah perlengkapan penarikan dipersiapkan :

1. *Stringing block* pada setiap tiang kecuali tiang awal
2. *Power pull, comealong, swivel, tali temali, pulling grip, pulley, mesin winch.*

Penghantar tidak boleh ditarik langsung dari haspel, tapi haspel diputar sedikit demi sedikit, penghantar diurai kemudian ditarik ke atas tiang. Saat penarikan kabel tidak boleh bergesekan dengan benda keras, tanah, tergilas kendaraan atau terurai.

Pengaturan *sag* (andongan) dilakukan dengan menggunakan mistar bidik andongan. Besarnya gaya mekanis penarikan kabel disesuaikan dengan jarak andongan yang telah ditentukan (lihat Tabel 3.6)

Penghantar dibiarkan terpasang pada *stringing block* selama 3 x 24 jam. Selanjutnya dikencangkan pada konstruksi *fixed dead end* dan *suspension*.

Pole supporter sementara tetap dipasang, selanjutnya *guy wire, span guy wire, strut pole /* topang tarik-topan tekan dikuatkan.

Gambar grafik kekuatan tarik kabel pilin dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/40 – JTR/SUTR/43.

III.3.2.10 Penyambungan dan Sadapan Penghantar

Sambungan antar penghantar dilakukan dengan *Compression Joint Sleeve*. Sadapan atau pencabangan dan sambungan pelayanan dilakukan dengan menggunakan konektor jenis *Hydraulic Pressed Connector* yang kokoh atau konektor berbadan logam berisolasi kedap air. Sambungan antar penghantar tidak menahan /memikul beban mekanis.

Tidak boleh melakukan sambungan penghantar netral pada lokasi ditengah antara dua tiang.

III.3.2.11 Pemasangan Pembumian

Pembumian Penghantar netral

Penghantar netral pada jaringan tegangan rendah dibumikan sesuai dengan konsep TN – C yang dianut PLN.

Konstruksi pembumian dipasang pada tiang pertama dan tiang akhir dan selanjutnya setiap 200 meter setelah tiang pembumian pertama. Nilai tahanan pembumian tidak melebihi 10 Ohm, dan tidak melebihi 5 Ohm untuk seluruh tahanan pembumian pada satu gardu distribusi.

Pada *system multiground Common Netral* (pembumian netral bersama), penghantar netral JTR juga merupakan penghantar netral JTM, dibumikan pada setiap tiang.

Tiang yang mempunyai fasilitas terminal pembumian bertanda  pada bagian pangkal tiang dan harus dilengkapi elektroda pembumian yang dipasang/ ditanam sejauh 30 cm dari tiang. Hubungan antara terminal pembumian pada tiang elektroda pembumian memakai penghantar tembaga dengan luas penampang penghantar tidak kurang dari 50 mm².

Jika pada tiang tidak tersedia fasilitas pembumian, konstruksi pembumian menggunakan penghantar tembaga dengan penampang sekurang-kurangnya 25 mm² atau penghantar

aluminium dengan penampang sekurang-kurangnya 50 mm². Ikatan penghantar dengan elektroda pbumian menggunakan penghantar tembaga. Hubungan antara penghantar aluminium dan tembaga memakai sambungan/*joint sleeve* atau sepatu kabel bimetal. Penghantar pbumian dilindungi dengan pipa galvanis 1 ¼ inci, sekurang-kurangnya 2,5 meter dari atas permukaan tanah.

Gambar konstruksi pbumian dapat dilihat pada gambar No. JTR/SUTR/16.

III.3.2.12 Pemasangan kelengkapan konstruksi (*pole accessories*)

Tahap terakhir konstruksi adalah pemasangan *pole accessories*, sambungan pada terminal dengan kabel tanah, *plastic strap*, proteksi tiang ujung, tipe-H / tipe-O (*paralel connector*).

III.3.2.13 Penyelesaian akhir (*finishing*)

Penyelesaian akhir dilaksanakan dengan melakukan pemeriksaan fisik. Pemangkasan pohon dilakukan untuk menjaga jarak aman terhadap lingkungan. Pengerasan dudukan tiang dan pengokohan topang tarik/topang tekan. Pemeriksaan sambungan penghantar sesuai dengan urutan fasa dan pemeriksaan fisik konstruksi jaringan dilakukan khususnya pada tiang penyangga, tiang sudut, tiang tengah/penumpu, tiang akhir.

BAB IV. KONSTRUKSI SALURAN KABEL TANAH TEGANGAN RENDAH (SKTR)

Batasan teknik dalam pelaksanaan pekerjaan SKTR ini meliputi:

1. Persyaratan teknik galian dan pengamanan kabel
2. Jarak aman terhadap utilitas yang ada
3. Jenis material yang dipakai
4. As built drawing dan dokumentasi hasil pelaksanaan pekerjaan
5. Prosedur persiapan pelaksanaan pekerjaan
6. Alat kerja dan alat uji
7. Pengamanan lingkungan

IV. 1 Persyaratan Konstruksi

IV.1.1 Jarak Aman (*Safety Distance*) dengan instalasi lain

Kabel yang digelar di bawah tanah harus memenuhi persyaratan jarak dengan utilitas lain yang ada di bawah tanah. Jarak antara kabel dengan kabel listrik lain yang bersilangan tidak boleh kurang dari 20 cm. Jika jaraknya kurang dari 20 cm, bagian persilangan dilindungi dengan pipa beton belah atau pelat beton dengan tebal 6 cm, sekurang-kurangnya sejauh 50 cm dari titik silang.

Persilangan dengan kabel telekomunikasi diperbolehkan apabila jarak minimal di antaranya tidak kurang dari 30 cm. Sepanjang persilangan sekurang-kurangnya satu meter ditutup dengan buis beton belah atau dengan pelat beton tebal 6 x 100 x 100 cm.

IV.1.2 Konstruksi Kabel tanah Tanam Langsung

Untuk mendapatkan kemampuan hantar arus sesuai spesifikasi pada SNI 04-0225-2000. Kabel ditanam sedalam 70 cm, di selimuti pasir urug setebal 5 cm pada permukaan kabel atau total 20 cm. Selanjutnya bagian atas pasir di pasang batu pengaman yang berfungsi sebagai batu peringatan dengan tebal sekurang-kurangnya 6 cm dan di bagian atas tertulis "Awas Kabel PLN Bertegangan". Ukuran batu peringatan di sesuaikan dengan kebutuhan, terbuat dari beton skala 1:3, lebar galian sekurang-kurangnya 40 cm.

Gambar konstruksi peletakan kabel bawah tanah dapat dilihat pada gambar No. JTR/SKTR/01 - JTR/SKTR/07.

IV.1.3 Konstruksi Penyambungan Kabel

Konstruksi manhole penyambungan kotak sambung kabel sekurang-kurangnya cukup untuk 2 pekerja dan di lindungi oleh pelindung mekanis guna mencegah runtuhnya dinding lubang. Harus tersedia mesin penyedot air guna mencegah tergenangnya lubang penyambungan.

IV.1.4 Pemasangan Perlengkapan Hubung Bagi (PHB-TR)

Penempatan Perlengkapan Hubung Bagi (PHB) dilakukan pada sisi luar trotoar yang tidak mengganggu pejalan kaki. PHB dilindungi dengan pipa baja / patok pelindung kemungkinan tertabrak kendaraan bermotor. Panel PHB dan lapisan luar (metal sheath) kabel dan penghantar metal dibumikan bersama. Penghantar pembumian minimal dengan penampang 50 (lima puluh) mm² terbuat dari tembaga dengan nilai tahanan pembumian tidak lebih dari 10 (sepuluh) Ohm.

Panel Perlengkapan Hubung Bagi tipe luar (IP 45) dipasang di atas pondasi dengan tinggi sekurang-kurangnya 60 cm dari permukaan tanah atau jalan. Pada bagian muka PHB dipasang sebanyak 3 (tiga) buah patok besi pelindung 4 inci setinggi 50 cm dan berjarak 60 cm dari Pondasi Panel PHB.

Patok Pelindung dipasang 60 (enam puluh) cm dimuka panel PHB dan. Saklar masuk dari sirkit masuk ke PHB sekurang-kurangnya dari jenis pemisah. Perlindungan sirkit keluar sekurang – kurangnya memakai pengaman lebur jenis NH. Jumlah sirkit keluar sebanyak – banyaknya 6 (enam) sirkit. Lubang masuk kabel pada PHB dilindungi dengan cable gland. Terminasi kabel dari sirkit masuk dan sirkit keluar harus memakai sepatu kabel dan diberi tanda Fasa sesuai ketentuan. Jika sirkit memakai kabel jenis aluminium core, sepatu kabel yang dipakai harus dari jenis bimetal lug (Al-Cu).

Tinggi patok pelindung sekurang-kurangnya 50 cm dan ditanam sekurang-kurangnya sedalam 50 cm. Jarak aman satu Panel PHB dengan lainnya dihitung berdasarkan jatuh tegangan sambungan pelayanannya, namun sekurang-kurangnya tidak melebihi 80 meter. Terdapat dua jenis PHB yang dipakai :

- 1) PHB utama, yang dipasok dari jalur SKTR utama
- 2) PHB cabang, yang dipasok dari PHB utama

PHB-TR harus dibumikan pada tiap-tiap jarak 200 meter. Bagian yang dibumikan adalah titik netral PHB, selubung logam kabel dan Badan Panel (BKT).

Gambar PHB utama dan PHB cabang dapat dilihat pada gambar No. JTR/SKTR/13 dan JTR/SKTR/14.

IV.1.5 Konstruksi pada Dinding Bangunan

Konstruksi pada bangunan dilakukan bila tidak memungkinkan untuk memasang tiang SUTR. Hal ini biasanya dilaksanakan pada kompleks pertokoan /ruko. Kabel tegangan rendah dari PHB utama ke PHB cabang dapat di pasang pada dinding bangunan pada posisi yang tidak terjangkau tangan. Pada tiap-tiap jarak 1 meter di kuatkan dengan

klem kabel (clip cable). Pada bagian yang terjangkau tangan di lindungi dengan pipa PVC dengan ketebalan 2 mm atau pipa galvanis. Penggunaan rak kabel (cable tray), jarak antar kabel sejauh 2x diameter kabel. Kabel di ikat dengan sengkang/collar atau *plastic tie*. Rak kabel di bumikan, pbumian di samakan dengan penghantar pbumian atau pembungkus metal kabel (armour shield).

IV.1.6 Konstruksi Kabel Duct

Pada beberapa tempat di kehendaki konstruksi cable duct dengan campuran beton 1:2:3 diameter pipa untuk kabel sekurang-kurangnya 4 inci (± 10 cm) di dalam pipa di persiapkan kawat penarik kabel dengan luas penampang sekurang-kurangnya 10 mm². Pada tiap-tiap 30 meter di persiapkan lubang control / manhole. Konstruksi kabel duct dapat dipakai pada lintasan jalur transportasi utama baik bawah jalan atau pada jembatan umum.

IV.1.7 Konstruksi SKTR dengan Boring

Konstruksi dengan boring dilakukan bila tidak di ijinakan melakukan crossing dengan galian terbuka.

IV.1.8 Konstruksi Sipil Persilangan dengan Drainase

Konstruksi persilangan dengan saluran air/drainase harus memperhatikan ketentuan PEMDA setempat.

IV.2 Peralatan

IV.2.1 Peralatan Kerja

Peralatan kerja utama yang perlu dipersiapkan adalah :

- 1) Rol gelar (rol lurus dan rol sudut), dipasang tiap 5 meter jalur
- 2) Pulling grip, untuk menarik ujung kabel
- 3) Tali temali
- 4) Dongkrak
- 5) Haspel
- 6) Besi Poros Haspel
- 7) Alat-alat bantu (pacul tembilang, roll meter, dll)
- 8) swivel

IV.2.2 Peralatan Keselamatan Kerja

Alat-alat keselamatan kerja minimal yang harus disediakan dan dipergunakan sesuai dengan fungsi dan spesifikasinya adalah seperti :

- 1) Peralatan pelindung diri (sarung tangan elektris & mekanis, dll)
- 2) Papan peringatan pekerjaan dalam pelaksanaan.
- 3) Handheld speaker
- 4) Lampu peringatan lalulintas

- 5) Pita batas daerah kerja warna hitam dan kuning
- 6) Bendera peringatan/senter.

IV.2.3 Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian, alat uji tahanan isolasi (*Insulation tester*), alat ukur, tahanan pembumian (*Earth Resistance tester*), Alat ukur dimensi penghantar (*micrometer, slide gauge, dial gauge, measuring tape*), Phase sequence meter.

IV.3 Penyelenggaraan Konstruksi

IV.3.1 Handling Transportasi

Transportasi kabel dari gudang ke lokasi penggelaran dapat dilakukan dengan 1 haspel penuh atau jika kabel dianggap pendek, dengan membuat angka 8 di atas alat transport. Haspel kabel diputar di atas penyangga / dongkrak haspel. Kabel tidak boleh ditarik langsung dari haspel, dilepas dulu baru ditarik atau digelar.

Sebelum ditarik dengan tali, ujung kabel dibungkus dengan pulling grip, kemudian dipasang swivel. Selanjutnya diikat dengan tali penarik.

Pada tiap – tiap 5 meter, kabel harus diletakkan diatas rol tarik dan pada belokan menggunakan rol tarik sudut. Kabel tidak boleh diseret diatas tanah. Harus diperhatikan peletakan kabel pada jalur kabel. Secara garis besar hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- 1) Kabel harus dibawa dalam kemasan utuh (Haspel).
- 2) Haspel kabel tidak boleh dijatuhkan.
- 3) Haspel kabel harus didongkrak agar bisa berputar.
- 4) Kabel yang akan digelar tidak boleh ditarik langsung dari Haspel. Haspel diputar dengan tangan, setelah terurai, baru kabel digelar, dan seterusnya. Kabel tidak boleh diseret di atas tanah atau di atas benda keras, namun harus di atas rol kabel.
- 5) Selama proses transportasi dan penggelaran, kabel tidak boleh tergilas mobil.

IV.3.2 Prosedur Penyelenggaraan Pekerjaan Konstruksi

IV.3.2.1 Persiapan peta rencana dan proses perizinan

Sebelum melaksanakan pekerjaan penggelaran, perlu dilakukan persiapan teknis dan administratif, seperti :

- 1) Gambar rencana pelaksanaan
- 2) Izin pelaksanaan
- 3) Gambar as built drawing utilitas lain yang terpasang pada jalur rencana pekerjaan
- 4) Dokumen-dokumen laporan dan berita acara pelaksanaan pekerjaan

- 5) Persiapan alat kerja dan K2/K3
- 6) Izin pelaksanaan setempat
- 7) Pengawas unit PLN terkait

IV.3.2.2 Survei Jalur Penggalian Kabel

Tahap pertama adalah survey jalur dan pengamanan lingkungan jalur. Setelah survei jalur dilaksanakan, pembersihan jalur dan penyuntikan jalur setiap 5 meter jalur galian, guna memastikan ada tidaknya utilitas lain yang tertanam didaerah tersebut.

IV.3.2.3 Pelaksanaan Penggalian

Sementara pelaksanaan galian dilakukan, material kabel telah disiapkan. Lebar galian disesuaikan dengan kebutuhan dan kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan yaitu 45 cm. Kedalaman galian dan perletakan kabel (berdasarkan kemampuan hantar arus 100%), yaitu pada kedalaman 70 cm (sesuai spesifikasi pabrikan/SNI 04-0225-2000), namun ada kemungkinan pengaturan lain oleh pemerintah daerah, dengan konsekwensi makin dalam perletakan kabel dapat mengurangi kemampuan hantar arus kabel tersebut.

IV.3.2.4 Persiapan Penggelaran Kabel

Pelaksanaan penggelaran kabel bawah tanah melalui beberapa proses mulai dari persiapan material sampai dengan penggelaran dianggap selesai.

Hal-hal yang perlu dilakukan :

- 1) Persiapan pelaksanaan meliputi gambar rencana, alat kerja, alat K3, prosedur komunikasi, izin pelaksanaan, persiapan material, persiapan petugas lapangan, dan alat-alat transportasi.
- 2) Pelaksanaan survey lapangan dengan kegiatan–kegiatan penentuan route/ jalur galian, pembersihan jalur, pengamanan lingkungan/transportasi umum, penyuntikan jalur, penggalian jalur, persiapan kabel material / pasir / batu pengaman dll, penggelaran, dan pemulihan jalur galian.
- 3) Pelaksanaan penggelaran kabel dilakukan segera setelah selesai penggalian, kabel langsung ditanam dan jalur galian dipulihkan dan diberi tanda patok tanda pada tiap–tiap 30 meter.
- 4) Pengujian isolasi kabel dengan alat uji isolasi .

IV.3.2.5 Penggelaran Kabel dan Penandaan

Berdasarkan spesifikasi kabel yang tercantum pada SNI 04-0225-2000, kabel digelar di bawah tanah pada kedalaman 70 cm. Jika digelar lebih dari satu kabel berjajar vertikal ataupun horizontal, jarak antar kabel sekurang-kurangnya dua kali diameter luar kabel. Tiap 2 (dua) meter diberi bata.

IV.3.2.6 Pemberian Tanda Pengenal Kabel

Kabel diberi tanda pengenal dengan timah label yang diberi identifikasi:

- 1) Nama kabel
- 2) Jenis/ukuran
- 3) Tanggal penggelaran
- 4) Nama pelaksana

Tanda pengenal ini dipasang tiap 6 meter panjang kabel, dimulai dari terminal PHB dan di terminal PHB sisi hilir.

IV.3.2.7 Pemberian Tanda Jalur Kabel

Penandaan jalur kabel dengan patok jalur kabel setiap 30 meter panjang kabel. Pemakaian patok dapat dibedakan menjadi :

- a) Patok di jalur di luar trotoar
- b) Patok pada trotoar jalan

Patok juga dipasang berdekatan pada belokan kabel dan titik penyeberangan jalan utama.

IV.3.2.8 Penyambungan Kabel

Mengingat jangkauan distribusi tegangan rendah ± 300 (tiga ratus) meter, kabel tanah tegangan rendah tidak direkomendir menggunakan sambungan. Terminating dilakukan pada Perlengkapan Hubung Bagi (PHB). Sebelum masuk PHB, kabel diberi "sling" dahulu sepanjang 2 (dua) meter untuk cadangan akibat kemungkinan kesalahan terminating.

IV.3.2.9 Pengurugan Kembali

Untuk mengurangi pengaruh beban mekanis pada kabel, maka seluruh bagian luar kabel didalam galian diselimuti dengan pasir (bukan pasir laut) setebal 5 cm.. Pasir yang dipakai adalah pasir halus atau pasir urug. Secara umum, tebal pasir pada galian kabel adalah 20 cm Tidak boleh memakai pasir laut. Selanjutnya, di atas pasir dipasang atau ditutup dengan pelindung mekanis (batu peringatan) terbuat dari plat beton tebal 6 cm atau terbuat dari bahan lain yang setara Pelindung ini menutupi seluruh jalur parit galian kabel. Di atas batu peringatan, tanah urug diperkeras, selanjutnya diberi lapisan batu jalan. Bila menggunakan pipa plastik sebagai pelindung kabel tidak perlu memakai pasir sebagai pelindung mekanis, namun, batu pelindung tetap dipakai.

IV.3.2.10 Penyelesaian akhir (*finishing*)

Sarana jalan atau tanah bekas galian kabel harus dirapikan/diurug sedemikian rupa sehingga kembali kepada keadaan seperti kondisi semula (sebelum pekerjaan galian & penanaman kabel)

IV.3.3 Penyelenggaraan Konstruksi Khusus

Yang dimaksudkan dengan Konstruksi khusus disini adalah perlintasan atau persilangan (*crossing*) penggelaran SKTR dengan sarana lain seperti : jaringan non elektrik (non PLN), jalan raya, jalan kereta api saluran air, sungai.

IV.3.3.1 Persilangan kabel dengan utilitas lain (non PLN)

Persilangan kabel dengan utilitas lain diatur sebagai berikut :

Tabel 4.1 Persilangan kabel dengan utilitas lain

Utilitas	Jarak – d (m)	Perlindungan Kabel
Kabel telekom	$0,8 \geq d \geq 0,3$	Dilindungi dengan pipa beton atau plat beton tebal 6 cm
Kabel PLN lain	$d \geq 0,20$	
Pipa gas	$d \geq 1$	
Fondasi bangunan	$0,8 \geq d \geq 0,50$	
Menara TT	$0,8 \geq d \geq 0,30$	

Perlindungan kabel dengan pipa atau plat beton sekurang–kurangnya dilaksanakan sepanjang 1 meter.

IV.3.3.2 Persilangan (*Crossing*) dengan Jalan Raya

Kedalaman penanaman kabel yang melintas di raya sekurang–kurangnya 1 meter di bawah permukaan jalan. Persilangan dilakukan dengan cara :

- 1) Crossing : membuka permukaan jalan
- 2) Boring : dengan membor / melubangi di bawah badan jalan.

Untuk jalur kabel dipakai pipa beton \emptyset 10 cm atau pipa PVC tebal 6 mm. Ujung pipa dialihkan 0.5 meter kekiri dan ke kanan dari sisi badan jalan. Tidak perlu memasang batu pelindung di atas pipa beton. Wajib memasukkan kawat seng untuk memudahkan menarik kabel serta lubang pipa harus ditutup untuk mencegah masuknya binatang atau lainnya.

Lebih jauh perlintasan jalur kabel dengan jalan raya atau sarana lainnya perlu dibedakan fungsi jalan tersebut, yaitu

- a) Garasi mobil, jalan lingkungan dengan perlintasan tipe 1, jalur kabel diberi pipa beton 4 inci panjang pipa beton ditambah 0,5 meter kiri kanan jalan.
- b) Jalan kelas 2, garasi mobil kelas berat, perlintasan cross tipe 2, jalur dilengkapi buis beton 4 inci dengan pengerasan di atas buis beton. Panjang buis beton ditambah 0,5 meter kiri kanan jalan.
- c) Jalan kelas 1, jalan utama, konstruksi perlintasan tipe 3 dengan pipa buis beton 4 inci sekurang–kurangnya sedalam 1 meter. Pelaksanaan dilakukan sistem Bor.

Gambar standar konstruksi peletakan kabel tanah TR yang melintasi jalan raya (*crossing*) dapat dilihat pada gambar No. JTR/SKTR/08, untuk jalan arah yang membelok pada gambar No. JTR/SKTR/09, memotong arah jalan No. JTR/SKTR/10, dekat dengan utilitas lain dalam tanah No. JTR/SKTR/11.

IV.3.3.3 Persilangan (*Crossing*) dengan Jalan Kereta Api

Pengelaran paralel dengan jalan kereta api, maka kabel tanah digelar sekurang – kurangnya 2 meter dari bahu jalan kereta api. Jika harus melintasi (*crossing*) jalan kereta api, maka sepanjang jalur kabel harus dilindungi dengan pipa gas 4 inci sedalam 2 (dua) meter dari jalur rel kereta api. Pipa gas harus menjorok ke kiri kanan sekurang-kurangnya 2 (dua) meter (atau merujuk kepada ketentuan teknis PT Kereta Api).

IV.3.3.4 Persilangan (*Crossing*) dengan Saluran Air

Pada persilangan dengan saluran air, kabel digelar di bawah saluran air (parit), maka harus dilindungi dengan pipa beton di bawah dasar parit sekurang-kurangnya sepanjang 2 meter. Perlintasan dengan saluran air kurang dari 6 (enam) meter dapat memakai pelindung besi kanal UNP 15, yang ditangkupkan. Jika lebih dari 6 (enam) meter, maka kabel diletakkan pada jembatan kabel. Perlintasan dengan saluran air kurang dari 1 (satu) meter dapat langsung ditanam sekurang – kurangnya 1 meter di bawah dasar saluran air, namun harus dilindungi pasir dan batu pengaman.

IV.3.3.5 Persilangan (*Crossing*) dengan Sungai

Untuk persilangan atau perlintasan dengan sungai yang lebarnya sekurang-kurangnya 20 meter, maka sebaiknya memakai saluran udara.

BAB V. PROSEDUR PENYELENGGARAAN KOMISIONING DAN PROSES SERTIFIKASI LAIK OPERASI

V.1 Penyelesaian Akhir Pekerjaan Konstruksi

Hasil pelaksanaan konstruksi jaringan tegangan rendah, tidak boleh langsung diberi tegangan dan dioperasikan. Jaringan harus melalui 2 tahap proses yaitu pemeriksaan fisik dan pengujian.

V.2 Verifikasi pelaksanaan dan perencanaan

Verifikasi meliputi kesesuaian antara rencana dan hasil pelaksanaan baik secara sistem maupun jumlah serta spesifikasi teknis material yang dipakai.

V.3 Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan fisik dilakukan untuk melihat kesesuaian fisik antara hasil pelaksanaan konstruksi dengan standar konstruksi yang diberlakukan, meliputi konstruksi jaringan, jarak antar tiang, ROW, jarak aman, kedalaman penanaman tiang, topang tarik/tekan, pondasi tiang, andongan, penyambungan/sadapan, pembumian.

V.4 Pengujian tahanan pembumian

Pengujian dilakukan pada bagian yang tidak dapat diperiksa secara fisik. Nilai tahanan pembumian tidak melebihi 10 Ohm; apabila struktur tanah sangat keras nilai tahanan tidak melebihi 20 Ohm.

V.5 Pengujian Isolasi penghantar

Pengujian ketahanan isolasi penghantar dilakukan dengan *insulation tester* 1000 Volt. Hasil nilai tahanan tidak kurang dari 1 kilo Ohm untuk tiap-tiap 1 Volt tegangan alat penguji. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk meneliti kemungkinan kesalahan sadapan penghantar fasa ke instalasi pembumian. Tidak dilaksanakan uji tegangan (*power frequency test*)

V.6 Pengisian formulir hasil uji dan pemeriksaan

Formulir *checklist* pemeriksaan dan hasil uji wajib diisi dan disahkan oleh petugas yang berwenang.

V.7 Laporan Kemajuan Pekerjaan (*progress*)

Berisikan laporan kemajuan proses pekerjaan dimulai dari perencanaan, pelaksanaan dan penyelesaian termasuk pengujian akhir pekerjaan

V.8 Foto Dokumentasi

Berisikan foto-foto proses pekerjaan dimulai dari perencanaan, pelaksanaan dan penyelesaian termasuk pengujian ahal pekerjaan

V.9 As-built drawing

Gambar hasil pelaksanaan atau *as-built drawing* dibuat dengan skala 1 : 1000. tanda gambar (*legend of drawing*) disesuaikan dengan ketentuan menggambar yang berlaku. Pada setiap tiang tercantum :

- 1) Kode konstruksi tiang
- 2) Jenis, panjang dan kekuatan tiang
- 3) Komponen terpasang (*pole top construction*), jumlah dan jenisnya
- 4) Jarak gawang dalam meter
- 5) Konstruksi topang dan fondasi
- 6) Jumlah sambungan pelayanan (jika ada)

As-built drawing untuk saluran kabel tanah .

Tegangan rendah di buat pada peta dengan skala 1: 200. Pada peta tercantum.

1. Jarak kabel dengan tanda-tanda geografis (jalan raya, bangunan)
2. Potongan melintang galian kabel pada titik-titik jalur tertentu.
3. Posisi crossing, boring (lintasan kabel memotong jalan raya).
4. Penjelasan fisik pelaksanaan konstruksi kabel.
5. Jenis ukuran kabel dan jumlah kabel yang di gelar.
6. Posisi PHB dan nomor identitas PHB.
7. Total panjang kabel dan jumlah komponen lain.
8. Nama dan nomor atau jurusan kabel.
9. Tanggal pelaksanaan , nomor perintah kerja dan nama pelaksana.

V.10 Komisioning

Komisioning jaringan adalah serangkaian kegiatan pemeriksaan dan pengujian suatu jaringan listrik untuk meyakinkan bahwa jaringan yang diperiksa dan diuji, baik individual maupun sebagai suatu sistem, telah berfungsi sebagaimana semestinya sesuai perencanaan dan memenuhi ketentuan/persyaratan standar tertentu yang terkait dengannya, sehingga siap dan layak untuk dioperasikan adan/atau siap untuk diserahkan-terimakan kepada Pemberi Pekerjaan.

Laporan Komisioning ialah laporan yang mencatat semua kejadian selama pelaksanaan komisioning termasuk didalamnya risalah rapat-rapat koordinasi, hasil pengujian, penyimpangan-penyimpangan kecil (minor) dari kontak yang masih harus diselesaikan. Laporan komisioning ini merupakan dasar untuk menerbitkan izin beroperasi dalam sistem PLN dan untuk menerbitkan sertifikat serah-terima pekerjaan.

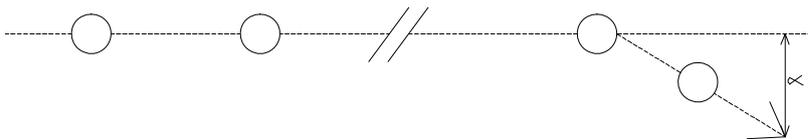
Kriteria penilaian dari hasil komisioning suatu instalasi yang diuji didasarkan kepada rujukan atau acuan sebagai berikut :

- 1) Sertifikat pengujian pabrik
- 2) Standar PLN & IEC yang ada atau standar lain yang terkait dan disepakati bersama antara PLN dengan Kontraktor.
- 3) Ketentuan-ketentuan dari pabrik pembuatnya atau data/petunjuk perlengkapan
- 4) Ketentuan-ketentuan pada kontrak
- 5) Gambar desain dan gambar pemasangan (as built drawing)

Lebih jauh tentang seluk-beluk Komisioning Jaringan dapat dilihat lebih rinci pada SPLN 73:1987. Sesuai Permen ESDM No. 045 tahun 2005 dan No. 046 tahun 2006 tentang instalasi ketenagalistrikan, jaringan JTR dan STL wajib dilakukan uji teknik untuk mendapatkan Sertifikat Laik Operasi (SLO) oleh lembaga uji teknik yang sudah mendapat izin dari yang berwenang.

KONSTRUKSI SUSPENSION - SS ATAU TIANG SUDUT KECIL (0° - 30°)

GAMBAR KONFIGURASI



PENGGUNAAN KONSTRUKSI :

- Pada tiang penumpu dengan sudut lintasan α 0° - 30°



PT. PLN (PERSERO)

KONSTRUKSI SUSPENSION - SS ATAU TIANG SUDUT KECIL (0° - 30°)
JARING DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH SALURAN UDARA

DIGAMBAR PPST UI

DISETUJUI : DIV. DISTRIBUSI IT, IB, JB

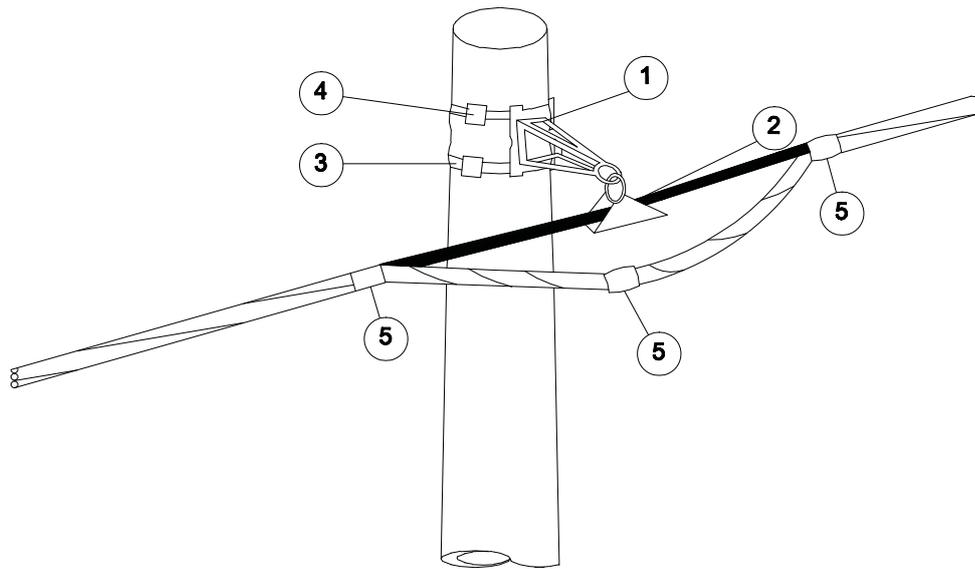
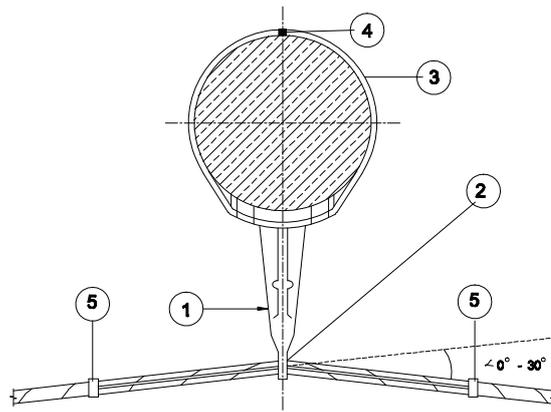
STANDAR KONSTRUKSI JARINGAN DISTRIBUSI

No. GAMBAR :

EDISI 1

2010

31



keterangan :

- konstruksi suspension dapat dipakai pada sudut lintasan jaringan 0° sampai 30°

NO	NOMOR SAP	NAMA MATERIAL	VOLUME	JUMLAH
1	0003120361	Suspension Bracket	buah	1
2	0003120094	Suspension Clamp	buah	1
3	0003040305	Stainless steel strap	meter	1,2
4	0003120079	Stopping buckle	buah	2
5		Plastic Strap	buah	2



PT. PLN (PERSERO)

KONSTRUKSI TIANG PENUMPU SUSPENSION - SS

DIGAMBAR PPST UI

DISETUJUI : DIV. DISTRIBUSI IT, IB, JB

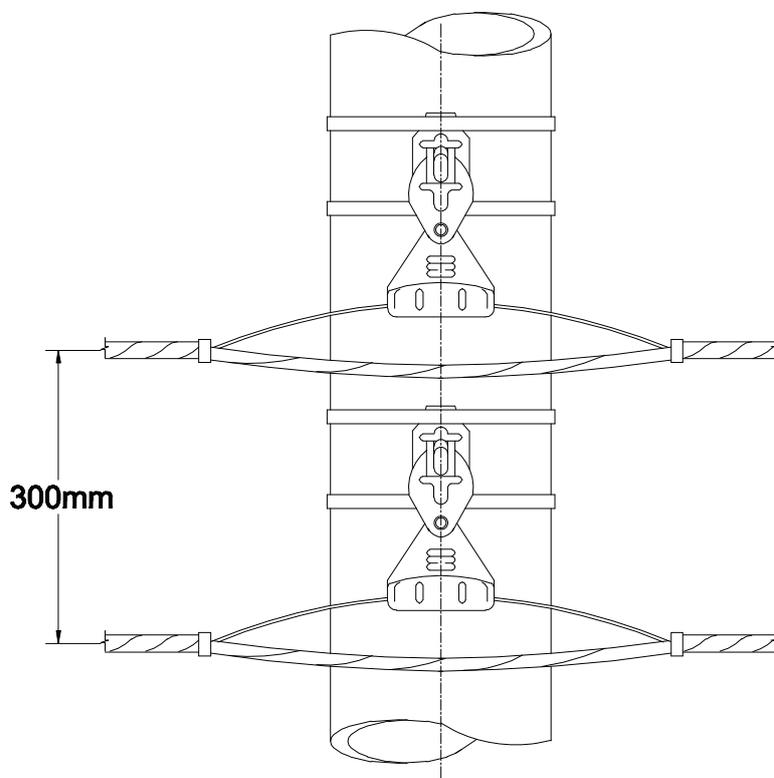
STANDAR KONSTRUKSI JARINGAN DISTRIBUSI

No. GAMBAR : JTR/SUTR/01

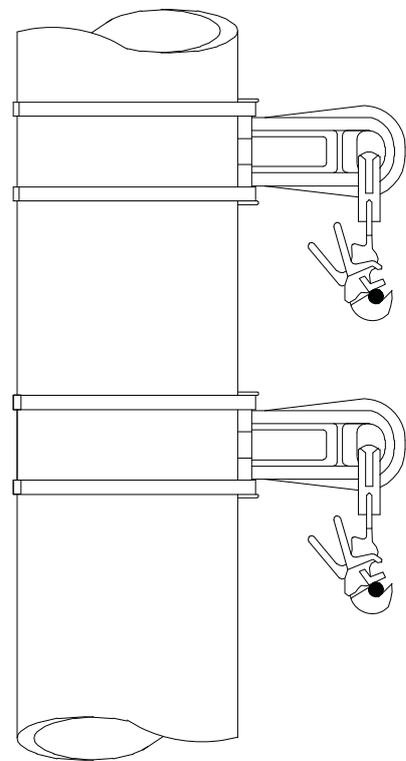
EDISI 1

2010

32



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING

KETERANGAN :

- Konstruksi suspension jaringan tegangan rendah kabel pilin sirkuit ganda
- Jarak antara 2 penghantar 300mm, berlaku untuk semua jenis konstruksi



PT. PLN (PERSERO)

**KONSTRUKSI SUSPENSION SIRKUIT GANDA SALURAN UDARA
TEGANGAN RENDAH KABEL PILIN**

DIGAMBAR PPST UI

DISETUJUI : DIV. DISTRIBUSI IT, IB, JB

STANDAR KONSTRUKSI JARINGAN DISTRIBUSI

No. GAMBAR : JTR/SUTR/02

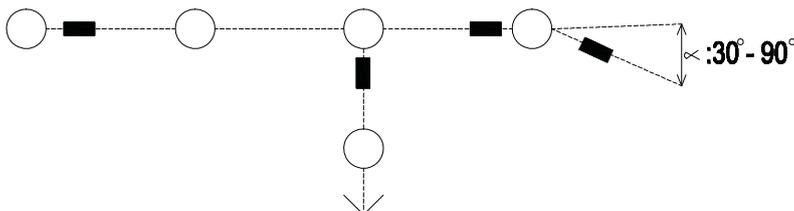
EDISI 1

2010

33

KONSTRUKSI FIXED DEAD END - FDE

GAMBAR KONFIGURASI



PENGGUNAAN KONSTRUKSI :

- Konstruksi FDE tanpa tuen buckle (span schrof)
- Pada tiang awal dan akhir jaring distribusi salinan udara kabel berpilin
- Pada tiang awal pencabangan jaringan
- Pada tiang sudut dengan lintasan lebih besar ($30^{\circ} - 90^{\circ}$)
- Pada tiang seksi dan peregang



PT. PLN (PERSERO)

KONSTRUKSI FIXED DEAD END-FDE
JARING DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH KABEL BERPILIN

DIGAMBAR PPST UI

DISETUJUI : DIV. DISTRIBUSI IT, IB, JB

STANDAR KONSTRUKSI JARINGAN DISTRIBUSI

No. GAMBAR :

EDISI 1

2010

34