





YAYASAN PERGURUAN CIKINI  
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640  
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax. 021-7866955, hp: 081291030024  
Email : humas@istn.ac.id Website : www.istn.ac.id

**SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK**

Nomor : 279 / 03.1 – G / IX / 2023

SEMESTER **GANJIL**, TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024

Nama	: Nizar Rosyidi,Ir,MT	Status Pegawai	: Edukatif Tetap / Tidak Tetap			
NIK	: 22860028	Program Studi	: Teknik Elektro			
Jabatan Akademik	: Lektor					
Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Jam/ Minggu	Kinerja (sks)	Keterangan	
I PENDIDIKAN Dan PENGAJARAN	<b>MENGAJAR DI KELAS ( KULIAH / RESPONSI DAN LABORATORIUM )</b>					
	1.Instalasi Listrik dan Perancangan (A)			2	Senin, 13.00-14.40	
	2.Sistem Proteksi (A)			3	Senin, 15.00-16.40	
	3.Teknologi Sistem Tenaga Listrik			2	Senin,08.00-09.40	
	4.Transmisi Daya (A)			2	Kamis, 10.00-11.40	
	5.Instalasi Listrik Dan Perancangan (K)			2	Senin, 19.00-20.40	
	6.Sistem Proteksi (K)			2	Selasa, 17.00-18.40	
	7.Teknologi Sistem Tenaga Listrik (K)			2	Sabtu, 10.00-11.40	
	8.Transmisi Daya (K)			2	Sabtu, 15.00-16.40	
	9.					
	10.					
	11.					
	12.					
	13.					
	14.					
	15.					
	16.					
	17. Membimbing Skripsi / Tugas Akhir				1	
18. Menguji Skripsi / Tugas Akhir				1		
II PENELITIAN	1. Penelitian Ilmiah					
	2. Penulisan Karya Ilmiah			1		
	3. Penulisan Diktat Kuliah					
	4. Menerjemahkan Buku					
	5. Pembuatan Rancangan Teknologi					
	6. Pembuatan Rancangan & Karya Pertunjukan					
III PENGABDIAN DAN MASYARAKAT	1. Menduduki Jabatan di Pemerintahan					
	2. Pengembangan Hasil Pendidikan Dan Penelitian					
	3. Memberikan Penyuluhan/Pelatihan/Ceramah pada masyarakat				1	
	4. Memberikan Pelayanan Kepada Masyarakat Umum					
	5. Menulis Karya Pengabdian Pada Masyarakat yang tidak dipublikasikan					
	6. Komersial / Kesepakatan					
IV UNSUR-UNSUR PENUNJANG	1. Jabatan Struktural					
	2. Penasehat Akademik			1		
	3. Berperan serta aktif dalam pertemuan ilmiah / seminar			1		
	4. Pengembangan program kuliah / Kelompok Ilmu Elektro					
	5. Menjadi anggota panitia / Badan pada suatu Perguruan Tinggi					
	6. Menjadi anggota Badan Lembaga Pemerintah					
	7. Menjadi Anggota Organisasi Profesi					
	8. Mewakili PT / Lembaga Pemerintah duduk dalam Panitia antar Lembaga					
	9. Menjadi Anggota Delegasi Nasional ke Parlemen – Parlemen Internasional					
Jumlah Total				<b>23</b>		
Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji / honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains Dan Teknologi Nasional Penugasan ini berlaku dari tanggal <b>25 September 2023</b> sampai dengan tanggal <b>29 Februari 2024</b>						
 Jakarta, 25 September 2023 Dekan,  (Dr. Musfirah Cahya F.T.S.Si.,M.Si.)						

**Tembusan :**

1. Direktur Akademik - ISTN
2. Direktur Non Akademik - ISTN
3. Ka. Biro Sumber Daya Manusia - ISTN
4. Kepala Program Studi Fak. ....
5. Arsip



Berita Acara Perkuliahan  
(Presentasi Kehadiran Dosen)  
SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2023/2024  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1 FTI - ISTN

Nama Dosen		: 1. Ir. Iriandi Ilyas, MT 2. Ir. Nizar Rosyidi AS, MT		Hari		Sabtu	
Mata Kuliah		Transmisi Daya Listrik		Jam		10.00-11.40	
Kelas		A		Ruang		:	
No.	Hari /Tanggal	Materi Pembelajaran	Metode Belajar	Jml	Paraf Dosen		
				Mhs			
9	Kamis, 28-11-2023	Sistim Instalasi Tenaga Listrik	Google Meet	3			
10	Kamis, 5-12-2023	in Transmisi Udara dan Saluran Bawah	Google Meet	3			
11	Kamis, 12-12-2023	saluran dan Kapasitansi pada saluran Tr	Google Meet	3			
12	Kamis, 19-12-2023	ubungan Arus dan Tegangan. Saluran Pen	Google Meet	3			
13	Kamis 26-12-2023	uran Menengah (Phi Nominal Dan T nomi	Google Meet	3			
14	Kamis, 4-1-2024	Isoator Gantung pada SUTT	Google Meet	3			
15	Kamis, 11-1-2024	Distribusi Tegangan Pada Isolator	Google Meet	3			
16	Kamis, 18-1-2024	UJIAN AKHIR SEMESTER (UAS) SEMESTER GANJIL 2023/2024	Google Meet	3			

jakarta.....2024  
Ka. Prodi Teknik Elektro - FTI - ISTN

Harlan Effendi, ST, MT



Berita Acara Perkuliahan  
(Presentasi Kehadiran Dosen)  
SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2023/2024  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1 FTI - ISTN

Nama Dosen		: 1. Ir. Iriandi Ilyas, MT 2. Ir. Nizar Rosyidi AS, MT		Hari		Kamis	
Mata Kuliah		Transmisi Daya Listrik		Jam		10.00-11-40	
Kelas		A		Ruang		:	
No.	Hari /Tanggal	Materi Pembelajaran	Metode Belajar	Jml	Paraf Dosen		
				Mhs			
1	Kamis, 28-9-2023	omis peningkatan tegangan pada saluran	Google Meet	3			
2	Kamis, 5-10-2023	Induksi saluran	Google Meet	3			
3	Kamis, 12-10-2023	Kapasitas saluran	Google Meet	3			

4	Kamis,19-10-2023	Tahanan saluran	Google Meet	3		
5	Kamis,26-10-2023	Karakteristik penyaluran daya	Google Meet	3		
6	Kamis,2-11-2023	Aliran daya nyata dan daya reaktif	Google Meet	3		
7	Kamis,9-11-2023	Contoh soal	Google Meet	3		
8	Kamis,16-11-2023	Ujian Tengah Semester	Google Meet	3		

jakarta.....2024  
Ka. Prodi Teknik Elektro - FTI - ISTN

Harlan Effendi,ST, MT

# DAFTAR NILAI

## SEMESTER GANJIL REGULER TAHUN 2023/2024

Program Studi : Teknik Elektro S1

Matakuliah : Trasmisi Daya

Kelas / Peserta : A

Perkuliahan : Kampus ISTN Bumi Srengseng Indah

Dosen : Iriandi Ilyas, Ir.MT.

Nizar Rosyidi AS. Ir.MT

Hal. 1/1

No	NIM	N A M A	ABSEN	TUGAS	UTS	UAS	MODEL	PRESENTASI	NA	HURUF
			10%	20%	30%	40%	0%	0%		
1	19220001	Muhammad Isra Maulana	100	65	70	55	0	0	66	B-
2	19220004	Abdullah Khoirurafifil Umam	100	60	70	70	0	0	71	B
3	23220501	Firdan Maulana Gibrani	100	70	75	60	0	0	70.5	B

Rekapitulasi Nilai							
A	0	B+	0	C+	0	D+	0
A-	0	B	2	C	0	D	0
		B-	1	C-	0	E	0

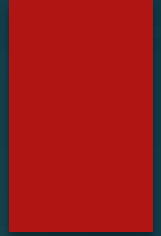
Jakarta, 23 January 2024

Dosen Pengajar



7 Iriandi Ilyas, Ir.MT. Nizar Rosyidi AS. Ir.MT

# Transmission of Electrical Energy (Transmisi Tenaga Listrik)



## I. Pengertian Sistem Tenaga Listrik

Secara umum sistem tenaga listrik terdiri dari :

### 1. **Pusat Pembangkit Listrik (Power Plant)**

Yaitu tempat energi listrik pertama kali dibangkitkan, dimana terdapat turbin sebagai penggerak mula (Prime Mover) dan generator yang membangkitkan listrik.

Biasanya dipusat pembangkit listrik juga terdapat gardu induk. Peralatan utama pada gardu induk antara lain : transformer, yang berfungsi untuk menaikkan tegangan generator (11,5 kV) menjadi tegangan transmisi /tegangan tinggi (150kV) dan juga peralatan pengaman dan pengatur. Jenis pusat pembangkit yang umum antara lain PLTA (pembangkit Listrik Tenaga Air), PLTU (Pusat Listrik Tenaga Uap), PLTG (Pusat Listrik Tenaga Gas), PLTN (Pusat Listrik Tenaga Nuklir).



## 2. Transmisi Tenaga Listrik

Merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (Power Plant) hingga Saluran distribusi listrik (substation distribution) sehingga dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik.

### **3. Sistem Distribusi**

Merupakan subsistem tersendiri yang terdiri dari : Pusat Pengatur (Distribution Control Center, DCC), saluran tegangan menengah (6kV dan 20kV, yang juga biasa disebut tegangan distribusi primer) yang merupakan saluran udara atau kabel tanah, gardu distribusi tegangan menengah yang terdiri dari panel-panel pengatur tegangan menengah dan trafo sampai dengan panel-panel distribusi tegangan rendah (380V, 220V) yang menghasilkan tegangan kerja/ tegangan jala-jala untuk industri dan konsumen





**PUSAT  
PEMBANGKIT  
TENAGA LISTRIK  
PLTA, PLTU, PLTG**



**SALURAN  
TRANSMISI T**



**GARDU INDUK**



**INDUSTRI  
BESAR**



**INDUS-  
TRI  
SEDANG**



**JARINGAN  
TEGANGAN  
MENENGAH 20 KV**



**PJU**



**TRAFO  
DISTRIBUSI**



**MALL**



**INDUSTRI KECIL**




**RUMAH TANGGA**



**JARINGAN  
TEGANGAN  
RENDAH 220 V**


Tenaga listrik dibangkitkan pada dalam pusat-pusat pembangkit listrik (power plant) seperti PLTA, PLTU, PLTG, dan PLTD lalu disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator step-up yang ada dipusat listrik. Saluran transmisi tegangan tinggi mempunyai tegangan 70kV, 150kV, atau 500kV. Khusus untuk tegangan 500kV dalam praktek saat ini disebut sebagai tegangan ekstra tinggi. Setelah tenaga listrik disalurkan, maka sampailah tegangan listrik ke gardu induk (G1), lalu diturunkan tegangannya menggunakan transformator step-down menjadi tegangan menengah yang juga disebut sebagai tegangan distribusi primer. Kecenderungan saat ini menunjukkan bahwa tegangan distribusi primer PLN yang berkembang adalah tegangan 20kV. menengah, bahkan ada pula pelanggan yang terhubung pada jaringan transmisi, tergantung dari besarnya daya tersambung



Setelah melalui jaringan Tegangan menengah, jaringan tegangan rendah dan sambungan Rumah (SR), maka tenaga listrik selanjutnya melalui alat pembatas daya dan kWh meter. Rekening listrik pelanggan tergantung pada besarnya daya tersambung serta pemakaian kWh nya. Setelah melalui kWh meter, tenaga listrik lalu memasuki instalasi rumah, yaitu instalasi milik pelanggan. Instalasi PLN umumnya hanya sampai pada kWh meter, sesudah kWh meter instalasi listrik umumnya adalah instalasi milik pelanggan. Dalam instalasi pelanggan, tenaga listrik langsung masuk

## II. Pengertian Transmisi Tenaga Listrik

Transmisi tenaga listrik merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (*Power Plant*) hingga *substation distribution* sehingga dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik melalui suatu bahan konduktor.



Kategori sistem distribusi listrik dibagi menjadi 2, yaitu :

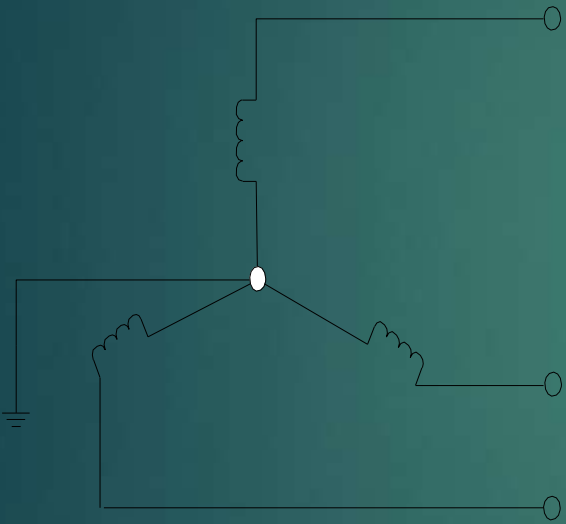
1. Sistem Transmisi, dimana saluran tegangan antara 115kV sampai 800kV
2. Sistem Distribusi, dimana rentangan tegangan antara 120V sampai 69kV. Distribusi listrik ini di bagi lagi menjadi tegangan menengah (2,4kV sampai 69kV) dan tegangan rendah (120V sampai 600V).


### **III.Saluran Transmisi**

Saluran Transmisi merupakan media yang digunakan untuk mentransmisikan tenaga listrik dari Generator Station/ Pembangkit Listrik sampai distribution station hingga sampai pada konsumen pengguna listrik. Tenaga listrik di transmisikan oleh suatu

bahan konduktor yang mengalirkan tipe Saluran Transmisi Listrik

Penyaluran tenaga listrik pada transmisi menggunakan arus bolak-balik (AC) ataupun juga dengan arus searah (DC). Penggunaan arus bolak-balik yaitu dengan sistem tiga-fasa atau dengan empat-fasa





Saluran Transmisi dengan menggunakan sistem arus bolak-balik tiga fasa

merupakan sistem yang banyak digunakan, mengingat kelebihan sebagai berikut :

- ❑ Mudah pembangkitannya
- ❑ Mudah pengubahan tegangannya
- ❑ Dapat menghasilkan medan magnet putar
- ❑ Dengan sistem tiga fasa, daya yang disalurkan lebih besar dan nilai sesaatnya konstan



## 1. Kategori Saluran transmisi

Berdasarkan pemasangannya, saluran transmisi dibagi menjadi dua kategori, yaitu

a. Saluran Udara (Overhead Lines), saluran transmisi yang menyalurkan energi listrik melalui kawat-kawat yang digantung pada isolator antara menara atau tiang transmisi. Keuntungan dari saluran transmisi udara antara lain :


1. Mudah dalam perbaikan
2. mudah dalam perawatan
3. mudah dalam mengetahui letak gangguan
4. Lebih murah



Kerugian :

1. karena berada diruang terbuka, maka cuaca sangat berpengaruh terhadap kehandalannya, dengan kata lain mudah terjadi gangguan dari luar, seperti gangguan hubungan singkat, gangguan tegangan bila tersambar petir, dan gangguan lainnya.
2. dari segi estetika/keindahan kurang, sehingga saluran transmisi bukan pilihan yang ideal untuk transmisi di dalam kota.





b. Saluran kabel bawah tanah (underground cable), saluran transmisi yang menyalurkan energi listrik melalui kabel yang dipendam didalam tanah. Kategori saluran seperti ini adalah favorit untuk pemasangan didalam kota, karena berada didalam tanah maka tidak mengganggu keindahan kota dan juga tidak mudah terjadi gangguan akibat kondisi cuaca atau kondisi alam. Namun tetap memiliki kekurangan, antara lain mahal dalam instalasi dan investasi serta sulitnya menentukan titik gangguan dan perbaikannya.





### c. Saluran Isolasi Gas

Saluran Isolasi Gas (Gas Insulated Line/GIL) adalah Saluran yang diisolasi dengan gas, misalnya: gas SF<sub>6</sub>, seperti gambar Karena mahal dan resiko terhadap lingkungan sangat tinggi maka saluran ini jarang digunakan

*Gambar 6 Saluran Listrik Isolasi Gas*





## 2. Klasifikasi Saluran Transmisi Berdasarkan Tegangan

Transmisi tenaga listrik sebenarnya tidak hanya penyaluran energi listrik dengan menggunakan tegangan tinggi dan melalui saluran udara (overhead line), namun transmisi adalah proses penyaluran energi listrik dari satu tempat ke tempat lainnya, yang besaran tegangannya adalah Tegangan Ultra Tinggi (UHV), Tegangan Ekstra Tinggi (EHV), Tegangan Tinggi (HV), Tegangan Menengah (MHV), dan Tegangan Rendah (LV). Sedangkan Transmisi Tegangan Tinggi adalah berfungsi menyalurkan energi listrik dari satu substation (gardu) induk ke gardu induk lainnya. Terdiri dari konduktor yang direntangkan antara tiang (tower) melalui isolator, dengan sistem



Ditinjau dari klasifikasi tegangannya, transmisi listrik dibagi menjadi :

1. Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 200kV-500kV

Pada umumnya saluran transmisi di Indonesia digunakan pada pembangkit dengan kapasitas 500 kV. Dimana tujuannya adalah agar drop tegangan dari penampang kawat dapat direduksi secara maksimal, sehingga diperoleh operasional yang efektif dan efisien. Akan tetapi terdapat permasalahan mendasar dalam pembangunan SUTET ialah konstruksi tiang (tower) yang besar dan tinggi, memerlukan tanah yang luas, memerlukan isolator yang banyak, sehingga memerlukan biaya besar. Masalah lain yang timbul dalam pembangunan SUTET adalah masalah sosial, yang akhirnya berdampak pada masalah pembiayaan.

## 2. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 30kV-150kV

Pada saluran transmisi ini memiliki tegangan operasi antara 30kV sampai 150kV. Konfigurasi jaringan pada umumnya single atau doble sirkuit, dimana 1

sirkuit terdiri dari 3 phasa dengan 3 atau 4 kawat. Biasanya hanya 3 kawat dan

penghantar netralnya diganti oleh tanah sebagai saluran kembali.


Apabila

kapasitas daya yang disalurkan besar, maka penghantar pada masing-masing

phasa terdiri dari dua atau empat kawat (Double atau Qudrapole) dan

Berkas

konduktor disebut Bundle Conducto



Jarak terjauh yang paling efektif dari saluran transmisi ini ialah 100km. Jika jarak transmisi lebih dari 100 km maka tegangan jatuh (drop voltaje) terlalu besar, sehingga tegangan diujung transmisi menjadi rendah.

SALURAN TRANSMISI INI MENGGUNAKAN KABEL BAWAH TANAH, DENGAN ALASAN BEBERAPA PERTIMBANGAN:

- 3 ● Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) 30kV-150kV
- A. DITENGAH KOTA BESAR TIDAK MEMUNGKINKAN DIPASANG SUTT, KARENA SANGAT SULIT MENYUKAPATKAN TANAH UNTUK TAPAK TOWER.
  - B. UNTUK RUANG BEBAS JUGA SANGAT SULIT DAN PASTI TIMBUL PROTES DARI MASYARAKAT, KARENA PADAT BANGUNAN DAN BANYAK GEDUNG-GEDUNG TINGGI.
  - C. PERTIMBANGAN KEAMANAN DAN ESTETIKA.
  - D. ADANYA PERMINTAAN DAN PERTUMBUHAN BEBAN YANG SANGAT TINGGI.




# Komponen Saluran Transmisi Tenaga Listrik

## 1. Konduktor

Kawat dengan bahan konduktor untuk saluran transmisi tegangan tinggi selalu tanpa pelindung/isolasi kawat. Ini hanya kawat berbahan tembaga atau alumunium dengan inti baja (steel-reinforced alumunium cable/ACSR) telanjang besar yang terbentang untuk mengalirkan arus listrik.


Jenis-jenis kawat penghantar yang biasa digunakan antara lain :

1. Tembaga dengan konduktivitas 100% (cu 100%)
2. Tembaga dengan konduktivitas 97,5% (cu 97,5%)
3. Alumunium dengan konduktivitas 61% (Al 61%)



Kawat tembaga mempunyai kelebihan dibandingkan dengan kawat penghantar alumunium, karena konduktivitas dan kuat tariknya lebih tinggi. Akan tetapi juga mempunyai kelemahan yaitu untuk besaran tahanan yang sama, tembaga lebih berat dan lebih mahal dari alumunium. Oleh karena itu kawat penghantar alumunium telah mulai menggantikan kedudukan kawat tembaga. Untuk memperbesar kuat tarik dari kawat alumunium, digunakan campuran alumunium (alumunium alloy). Untuk saluran transmisi tegangan tinggi, dimana jarak antara menara/tiang berjauhan, maka dibutuhkan kuat tarik yang lebih tinggi, oleh karena itu digunakan kawat penghantar ACSR.





Kawat penghantar aluminium, terdiri dari berbagai jenis, dengan lambang

sebagai berikut :

1. AAC (All-Aluminium Conductor), yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari aluminium.
2. AAAC (All-Aluminium-Alloy Conductor), yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari campuran aluminium.
3. ACSR (Aluminium Conductor, Steel-Reinforced), yaitu kawat penghantar aluminium berinti kawat baja.
4. ACAR (Aluminium Conductor, Alloy-Reinforced), yaitu kawat penghantar aluminium yang diperkuat dengan logam campuran.



## 2. Isolator

Isolator pada sistem transmisi tenaga listrik disini berfungsi untuk menahan bagian konduktor terhadap ground. Isolator disini biasanya terbuat dari bahan


porceline, tetapi bahan gelas dan bahan isolasi sintetik juga sering digunakan

disini. Bahan isolator harus memiliki resistansi yang tinggi untuk melindungi kebocoran arus dan memiliki ketebalan yang secukupnya (sesuai standar) untuk

mencegah breakdown pada tekanan listrik tegangan tinggi sebagai pertahanan


fungsi isolasi tersebut. Kondisinya harus kuat terhadap goncangan apapun dan

bahan konduktor




Jenis isolator yang sering digunakan pada saluran transmisi adalah jenis porselin atau gelas. Menurut penggunaan dan konstruksinya, isolator diklasifikasikan menjadi :

- a. Isolator jenis pasak
- b. Isolator jenis pos-saluran
- c. Isolator jenis gantung




Isolator jenis pasak dan isolator jenis pos-saluran digunakan pada saluran transmisi dengan tagangan kerja relatif rendah (kurang dari 22-33kV), sedangkan isolator jenis gantung dapat digandeng menjadi rentengan/rangkaian isolator yang jumlahnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

contoh  
penggunaanya yaitu jika satu piring isolator untuk isolasi sebesar 15 kV, jika tegangan yang digunakan adalah 150 kV, maka jumlah piring isolatornya adalah 10 pringan.



3. Konstruksi Saluran Tiang Penyangga  
Saluran transmisi dapat berupa saluran udara dan saluran bawah tanah, namun pada umumnya berupa saluran udara. Energi listrik yang disalurkan lewat saluran transmisi udara pada umumnya menggunakan kawat telanjang sehingga mengandalkan udara sebagai media isolasi antar kawat penghantar. Dan untuk menyanggah/merentangkan kawat penghantar dengan ketinggian dan jarak yang aman bagi manusia dan lingkungan sekitarnya, kawat-kawat penghantar tersebut dipasang pada suatu konstruksi bangunan yang kokoh, yang biasa disebut menara/tower. Antar



Konstruksi tower besi baja merupakan jenis konstruksi saluran transmisi tegangan tinggi (SUTT) ataupun saluran transmisi tegangan ekstra tinggi (SUTET yang paling banyak digunakan di jaringan PLN, karena mudah dirakit terutama untuk pemasangan di daerah pegunungan dan jauh dari jalan raya, harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan penggunaan saluran bawah tanah serta pemeliharaannya yang mudah. Namun demikian perlu pengawasan yang intensif, karena besi-besinya rawan terhadap pencurian, dimana pencurian besi-besi baja pada menara/tower listrik mengakibatkan menara/tower listrik tersebut roboh sehingga penyaluran listrik ke konsumen pun terganggu



Suatu menara/ tower listrik harus kuat terhadap beban yang bekerja, antara lain

- Gaya berat tower dan kawat penghantar (gaya tekan)
- Gaya tarik akibat rentangan kawat
- Gaya angin akibat terpaan angin pada kawat maupun badan tower.





## **Jenis-jenis Menara/Tower Listrik**

Menurut konstruksinya, jenis-jenis menara/tower listrik dibagi menjadi 4 macam, yaitu :





Menurut fungsinya, menara/tower listrik dibagi 7 macam, yaitu :

1. Dead end tower, yaitu tiang akhir yang berlokasi didekat gardu induk, tower

ini hampir sepenuhnya menanggung gaya tarik.

2. Section tower, yaitu tiang penyekat antara sejumlah tower penyangga dengan

sejumlah tower penyangga lainnya karena alasan kemudahan saat

pembangunan (penarikan kawat), umumnya mempunyai sudut belokan yang

kecil.

3. Suspension tower, yaitu tower penyangga, tower ini hampir sepenuhnya

menanggung daya berat, umumnya tidak mempunyai sudut belokan

4. Tension tower, yaitu tower penegang, tower ini menanggung gaya tarik yang

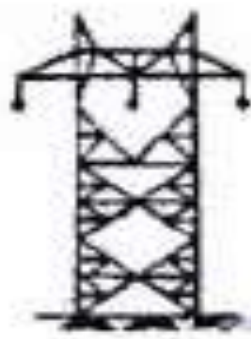
lebih besar dari pada gaya berat, umumnya mempunyai sudut belokan.

5. Transposition tower, yaitu tower tension yang digunakan sebagai tempat

melakukan perubahan posisi kawat fasa guna memperbaiki impedansi



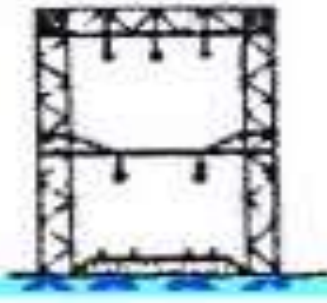
Persegi



Persegi Panjang



Korset



Gantry



Menurut susunan/konfigurasi kawat fasa, menara/tower listrik dikelompokkan menjadi :

1. Jenis delta, digunakan pada konfigurasi horizontal / mendatar.
2. Jenis piramida, digunakan pada konfigurasi vertikal / tegak.
3. Jenis Zig-zag, yaitu kawat fasa tidak berada pada satu sisi lengan tower



Menurut susunan/konfigurasi kawat fasa, menara/tower listrik dikelompokkan menjadi :

1. Jenis delta, digunakan pada konfigurasi horizontal / mendatar.
2. Jenis piramida, digunakan pada konfigurasi vertikal / tegak.
3. Jenis Zig-zag, yaitu kawat fasa tidak berada pada satu sisi lengan tower.

## Komponen-komponen Menara/tower Listrik

Secara umum suatu menara/tower listrik terdiri dari :

- Pondasi, yaitu suatu konstruksi beton bertulang untuk mengikat kaki tower (stub) dengan bumi.








- Leg, kaki tower yang terhubung antara stub dengan body tower. Pada tanah yang tidak rata perlu dilakukan penambahan atau pengurangan tinggi leg, sedangkan body harus tetap sama tingginya permukaannya.



- Common Body, badan tower bagian bawah yang terhubung antara leg dengan badan tower bagian atas (super structure). Kebutuhan tinggi tower dapat dilakukan dengan pengaturan tinggi common body dengan cara penambahan atau pengurangan.
- Super structure, badan tower bagian atas yang terhubung dengan common body dan cross arm kawat fasa maupun kawat petir. Pada tower jenis delta tidak dikenal istilah super structure namun digantikan dengan “K” frame dan bridge.
- Cross arm, bagian tower yang berfungsi untuk tempat menggantungkan atau mengaitkan isolator kawat fasa serta clamp kawat petir. Pada umumnya cross arm berbentuk segitiga kecuali tower jenis tension yang mempunyai sudut belokan besar berbentuk segi empat.

- 
- “K” frame, bagian tower yang terhubung antara common body dengan bridge maupun cross arm. “K” frame terdiri atas sisi kiri dan kanan yang simetri. “K” frame tidak dikenal di tower jenis pyramid.
  - “K” frame, bagian tower yang terhubung antara common body dengan bridge maupun cross arm. “K” frame terdiri atas sisi kiri dan kanan yang simetri. “K” frame tidak dikenal di tower jenis pyramid.
  - Bridge, penghubung antara cross arm kiri dan cross arm tengah. Pada tengah-tengah bridge terdapat kawat penghantar fasa tengah. Bridge tidak dikenal di tower jenis pyramida.
  - Rambu tanda bahaya, berfungsi untuk memberi peringatan bahwa instalasi SUTT/SUTET mempunyai resiko bahaya. Rambu ini bergambar petir dan tulisan “AWAS BERBAHAYA TEGANGAN TINGGI”. Rambu ini dipasang di kaki tower lebih kurang 5 meter diatas tanah



- Rambu identifikasi tower dan penghantar / jalur, berfungsi untuk memberitahukan identitas tower seperti: Nomor tower, Urutan fasa, Penghantar / Jalur dan Nilai tahanan pentanahan kaki tower.




- Anti Climbing Device (ACD), berfungsi untuk menghalangi orang yang tidak berkepentingan untuk naik ke tower. ACD dibuat runcing, berjarak 10 cm dengan yang lainnya dan dipasang di setiap kaki tower dibawah Rambu tanda bahaya.



*Step bolt, baut panjang yang dipasang dari atas ACD ke sepanjang badan tower hingga super structure dan arm kawat petir. Berfungsi untuk pijakan petugas sewaktu naik maupun turun dari tower*







- Halaman tower, daerah tapak tower yang luasnya diukur dari proyeksi keatas tanah galian pondasi. Biasanya antara 3 hingga 8 meter di luar stub tergantung pada jenis tower

#### IV. Proteksi Sistem Transmisi Listrik

Saluran transmisi listrik merupakan suatu sistem yang kompleks yang mempunyai karakteristik yang berubah-ubah secara dinamis sesuai keadaan sistem itu sendiri.

Adanya perubahan karakteristik ini dapat menimbulkan masalah jika tidak segera

antisipasi. Dalam hubungannya dengan sistem proteksi/ pengaman suatu sistem

transmisi, adanya perubahan tersebut harus mendapat perhatian yang besar mengingat saluran transmisi memiliki arti yang sangat penting dalam proses penyaluran daya. Masalah-masalah yang timbul pada saluran transmisi, diantaranya

yang utama adalah :

## 1. Pengaruh Perubahan Frekuensi Sistem

Frekuensi dari suatu sistem daya berubah secara terus menerus dalam suatu nilai batas tertentu. Pada saat terjadi gangguan perubahan frekuensi dapat merugikan baik terhadap peralatan ataupun sistem transmisi itu sendiri. Pengaruh yang disebabkan oleh perubahan frekuensi ini terhadap saluran transmisi adalah pengaruh pada reaktansi. Dengan perubahan frekuensi dari  $\omega_1$  ke  $\omega_1'$  dengan kenaikan  $\Delta \omega_1$ , reaktansi dari saluran akan berubah dari  $X$  ke  $X'$  dengan kenaikan  $\Delta X$ .

Perubahan reaktansi ini akan berpengaruh terhadap pengukuran impedansi sehingga impedansi yang terukur karena adanya perubahan pada nilai komponen reaktansinya akan berbeda dengan nilai sebenarnya

## 2. Pengaruh Dari Ayunan Daya Pada Sistem

Ayunan daya terjadi pada sistem paralel pembangkitan (generator) akibat

hilangnya sinkronisasi salah satu generator sehingga sebagian generator menjadi motor dan sebagian berbeban lebih dan ini terjadi bergantian atau berayun.

Adanya ayunan daya ini dapat menyebabkan kestabilan sistem terganggu. Ayunan daya ini harus segera diatasi dengan melepaskan generator yang terganggu. Pada saluran transmisi adanya ayunan daya ini tidak boleh membuat kontinuitas pelayanan terganggu, tetapi perubahan arus yang terjadi pada saat ayunan daya

### 3. Pengaruh gangguan pada sistem transmisi

Saluran transmisi mempunyai resiko paling besar bila mengalami gangguan,

karena ini akan berarti terputusnya kontinuitas penyaluran beban.

Terputusnya

penyaluran listrik dari pusat pembangkit ke beban tentu sangat merugikan bagi

pelanggan terutama industri, karena berarti terganggunya kegiatan operasi

diindustri tersebut. Akan tetapi adakalanya gangguan tersebut tidak dapat

dihindari. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk mengurangi akibat adanya

gangguan tersebut atau memisahkan bagian yang terganggu dari sistem


Gangguan pada saluran transmisi merupakan 50% dari seluruh gangguan yang


terjadi pada sistem tenaga listrik. Diantara gangguan tersebut gangguan yang

terbesar adalah gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, yaitu sekitar 85%

dari total gangguan pada transmisi saluran udara.


Sistem proteksi sistem tenaga listrik adalah pengisolasian kondisi

- 
1. Ekonomi, peralatan proteksi mempunyai nilai ekonomi
  2. Selektif, dapat mendeteksi dan mengisolasi gangguan
  3. ketergantungan, proteksi hanya bekerja jika terjadi gangguan.
  4. Sensitif, mampu mengenali gangguan, sesuai setting yang ditentukan, walaupun gangguannya kecil.
  5. mampu bekerja dalam waktu yang sesingkat mungkin
  6. Stabil, proteksi tidak mempengaruhi kondisi yang normal.
  7. keamanan, memastikan proteksi tidak bekerja jika terjadi gangguan



Proteksi pada sistem transmisi terdiri dari seperangkat peralatan yang merupakan sistem yang terdiri dari komponen-komponen berikut :

1. Relay, sebagai alat perasa untuk mendeteksi adanya gangguan yang selanjutnya memberi perintah trip kepada Pemutus tegangan (PMT)
2. Trafo arus dan/atau trafo tegangan sebagai alat yang mentransfer besaran listrik primer dari sistem yang diamankan ke relay (besaran Listrik Sekunder).
  - a. pemutus tenaga untuk memisahkan bagian sistem yang terganggu.
  - b. Baterai beserta alat pengisi (Baterai Charger) sebagai sumber tenaga untuk bekerjanya relay, peralatan Bantu tripping.
  - c. pengawatan (wiring) yang terdiri dari sirkuit sekunder (arus dan/atau tegangan), sirkuit tripping dan peralatan Bantu.



- Transformator Tegangan, adalah trafo satu fasa yang menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan rendah yang dapat diukur dengan Voltmeter yang berguna untuk indikator, relai dan alat sinkronisasi.

- Transformator arus, digunakan untuk pengukuran arus yang besarnya ratusan amper lebih yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi.

Disamping itu trafo arus berfungsi juga untuk pengukuran daya dan energi, pengukuran jarak jauh dan rele proteksi.

- Transformator Bantu (Auxilliary Transformator), trafo yang digunakan untuk membantu beroperasinya secara keseluruhan gardu induk tersebut.



4. Sakelar Pemisah (PMS) atau Disconnecting Switch (DS), Berfungsi untuk mengisolasi peralatan listrik dari peralatan lain atau instalasi lain yang bertegangan.

5. Sakelar Pemutus Tenaga (PMT) atau Circuit Breaker (CB), Berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan rangkaian pada saat berbeban (pada kondisi arus beban normal atau pada saat terjadi arus gangguan).

6. Sakelar Pentanahan, Sakelar ini untuk menghubungkan kawat konduktor dengan tanah / bumi yang berfungsi untuk menghilangkan/mentanahkan tegangan induksi pada konduktor pada saat akan dilakukan perawatan atau pengisolasian suatu sistem.

7. Kompensator, alat pengubah fasa yang dipakai untuk mengatur jatuh tegangan pada saluran transmisi atau transformator. SVC (Static Var Compensator) berfungsi sebagai pemelihara kestabilan

8. Peralatan SCADA dan Telekomunikasi (Supervisory Control And Data

## Kawat Tanah (Grounding)

Kawat Tanah atau Earth Wire (kawat petir/kawat tanah) adalah media untuk melindungi kawat fasa dari sambaran petir. Kawat ini dipasang diatas kawat fasa dengan sudut perlindungan yang sekecil mungkin, karena dianggap petir menyambar dari atas kawat. Namun jika petir menyambar dari samping maka akan mengakibatkan kawat fasa tersambar dan menyebabkan gangguan. Kawat pada tower tension dipegang oleh tension clamp, sedangkan pada tower suspension dipegang oleh suspension clamp. Pada tension clamp dipasang kawat jumper yang menghubungkan pada tower agar arus petir dapat terbang ketanah lewat tower. Untuk keperluan perbaikan mutu pentanahan maka dari kawat jumper ini ditambahkan kawat lagi menuju ke tanah yang kemudian dihubungkan dengan kawat pentanahan. Bahan Earth Wire terbuat dari steel yang sudah di galvanis, maupun sudah dilapisi

## Komponen Pengaman

- Komponen pengaman (pelindung) pada transmisi tenaga listrik memiliki fungsi sangat penting
- Komponen pengaman pada saluran udara transmisi tegangan tinggi, antara lain :
  - Kawat tanah, grounding dan perlengkapannya, dipasang di sepanjang jalur SUTT. Berfungsi untuk menyetanahkan arus listrik saat terjadinya gangguan (sambaran) petir secara langsung
  - Pentanahan tiang, Untuk menyalurkan arus listrik dari kawat tanah (ground wire) akibat terjadinya sambaran petir. Terdiri dari kawat tembaga atau kawat baja yang di klem pada pipa pentanahan dan ditanam di dekat pondasi tower (tiang) SUTT.
  - Jaringan pengaman, berfungsi untuk pengaman SUTT dari gangguan yang dapat membahayakan SUTT tersebut dari lalu lintas yang berada di bawahnya yang tingginya melebihi tinggi yang diizinkan
  - Bola pengaman, dipasang sebagai tanda pada SUTT untuk

## Gangguan sistem tenaga listrik

Pada dasarnya suatu sistem tenaga listrik harus dapat beroperasi secara terusmenerus

secara normal, tanpa terjadi gangguan. Akan tetapi gangguan pada sistem

tenaga listrik tidak dapat dihindari. Gangguan dapat disebabkan oleh beberapa hal

berikut :

- Gangguan karena kesalahan manusia (kelalaian)
- Gangguan dari dalam sistem, misalnya karena faktor ketukaan, arus lebih, tegangan lebih sehingga merusak isolasi peralatan.
- Gangguan dari luar, biasanya karena faktor alam. Contohnya cuaca, gempa, petir, banjir, binatang, pohon dan lain-lain.

## Jenis-jenis gangguan

Jenis gangguan bila ditinjau dari sifat dan penyebabnya dapat dikelompokkan

sebagai berikut :

- Beban lebih, ini disebabkan karena memang keadaan pembangkit yang kurang dari kebutuhan bebannya.
- Hubung singkat, jika kualitas isolasi tidak memenuhi syarat, yang mungkin disebabkan faktor umur, mekanis, dan daya isolasi bahan isolator tersebut.
- Tegangan lebih, yang membahayakan isolasi peralatan di gardu.
- Gangguan stabilitas, karena hubung singkat yang terlalu lama