

### **III. PERENCANAAN SUTET 500 KV KRIAN – UNGARAN**

#### **1. ALASAN PEMBANGUNAN SUTET 500 KV KRIAN – UNGARAN**

Kondisi sistem kelistrikan Jawa – Bali, memiliki pembangkit dengan kapasitas yang memadai namun terdapat keterbatasan pada sarana penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat beban karena beberapa bagian dari transmisi 500 kV hingga saat ini hanya satu sirkuit yaitu jalur SUTET Bandung Selatan – Ungaran – Surabaya Barat yang sebenarnya merupakan tulang punggung untuk mengalirkan daya sistem 500 kV. Sebagai akibatnya, jika terjadi gangguan belum bisa dialihkan ke jalur alternatif. Dan transfer daya dari Jawa Timur ke Jawa Tengah karena satu sirkuit dibatasi maksimum 850 MW. Diharapkan dengan adanya pembangun SUTET 500 kV Krian – Ungaran akan mampu meningkatkan kemampuan penyaluran tenaga listrik dari Jawa Timur – Jawa Tengah.

#### **2. PERENCANAAN RUTE SALURAN**

Pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan rute saluran :

- Rute yang dipilih merupakan rute terpendek.
- Rute harus dapat memenuhi kebutuhan pertumbuhan beban.
- Keadaan tanah seperti kemungkinan longsor, banjir atau gempa.
- Keadaan cuaca seperti angin, curah hujan dan petir.
- Memperhatikan letaknya terhadap bangunan lain.

- Kondisi dan sarana pengangkutan harus baik dan memadai.
- Faktor ekonomi, terutama dalam biaya pembebasan lahan.

### 3. PERENCANAAN KOMPONEN UTAMA SUTET 500 KV

Perencanaan komponen utama dari SUTET 500 kV Krian – Ungaran meliputi perencanaan :

#### 3.1 Menara Transmisi

3.1.1 Tipe – Tipe Menara Baja. Tipe menara yang digunakan adalah menara sirkit tunggal seperti dalam tabel 2.4. Pertimbangan dalam pemilihan tipe-tipe menara yang digunakan antara lain :

- Beban vertikal yang harus ditanggung, semakin besar beban makin besar pula sudut mendatarnya.
- Jarak antar tiang, makin besar jaraknya menara harus lebih kuat.
- Pemakaian menara penyangga hanya digunakan pada rute lurus.

Aturan yang digunakan pada rute lurus tiap 10 menara penyangga diberi menara penegang agar :

- Apabila ada kawat putus, diharapkan beban terbesar tarikan kawat tidak dibebankan pada menara penyangga tetapi pada menara tarik.
- Biasanya pada rute lurus, lebar gawang , melebihi standar sehingga ada menara penyangga mendapat beban tarik lebih dan kelebihan beban ini diharapkan dapat dipikul oleh menara penegang.

Menara memiliki ketinggian standar 49 m dan bisa ditambah atau dikurangi bila sesuai dengan keperluan.

3.1.2 Jarak Antar Menara. Untuk menentukan jarak antar tiang ditentukan oleh banyak pertimbangan. Seperti jenis dan ukuran konduktor yang akan dipakai, keadaan tanah dan kondisi pengangkutan daerahnya. Kriteria perencanaan antara spesifikasi konduktor dan kekuatan menara. Semakin besar spannya makin sedikit menara tapi kekuatan menara harus lebih besar. Untuk tegangan saluran udara 500 kV direncanakan antara 450 – 500 m.

3.1.3 Pondasi. Klasifikasi pondasi menara untuk menara penyangga dan menara tarik adalah :

- Pondasi normal ( Pad and Chimney ), yang terdiri dari pondasi klas 1, 2, 3 yaitu pondasi yang terbuat dari plat beton. Nomor klas semakin besar berarti kondisi tanah makin jelek sehingga pondasinya makin besar.
- Pondasi untuk karang, klas 4 digunakan untuk tanah yang sangat keras ( cadas ) sehingga untuk memasang stub perlu dibuat lubang ke karang.
- Pondasi spesial, terdiri dari klas 5, 6 yang digunakan untuk pondasi yang daya dukung tanahnya paling jelek. Bisa berupa tiang pancang, tiang bor atau bisa jenis pondasi spesial yang lainnya.

### 3.2 Perencanaan Kawat Penghantar.

3.2.1 Luas Penampang. Untuk memilih luas penampang dipakai :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi} \quad (\text{A}) \quad (3.1)$$

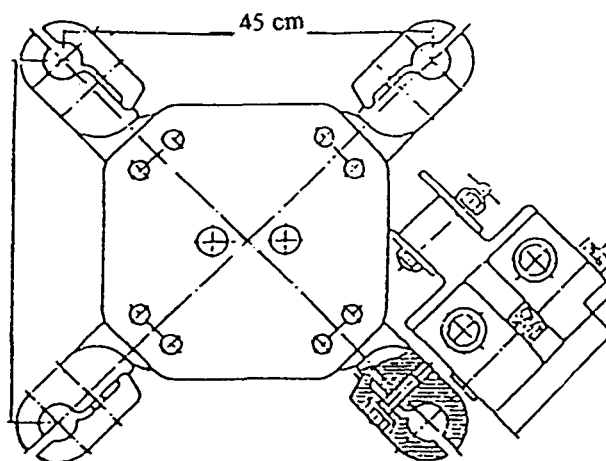
Dimana :

P = daya akan disalurkan ( MW )

V = tegangan sistem ( kV )

cos  $\varphi$  = faktor daya

Tiap berkas terdiri 4 subpenghantar, maka digunakan spacer sehingga tidak terjadi benturan antar keempat subpenghantar. Bahan spacer terbuat dari campuran aluminium dengan jarak antar sub penghantar 20 – 60 cm. Untuk spacer 45 cm pada gambar 3.1.<sup>1</sup>



Gambar 3.1

Spacer Untuk 4 Subpenghantar

<sup>1</sup> PLN. *Pola Operasi dan Pemeliharaan Instalasi SUTET 500 kV* (Surabaya : PT.PLN Pembangkitan dan Penyaluran Jatim dan Bali, 1988 ). hal.45

3.2.2 Kapasitas Hantar Arus. Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung kapasitas hantar arus :<sup>2</sup>

$$I = 560,5 \sqrt{\frac{D}{R} \left\{ hw \cdot \theta + \left( hr \cdot \theta \eta - \frac{Ws}{\pi} \eta \right) \right\}} \quad (3.2)$$

Dimana :

I = kapasitas hantar arus ( A )

D = diameter konduktor ( cm )

R = tahanan AC pada temperatur operasi (  $\Omega$ /km ).

hw = koefisien disipasi panas konveksi (  $W / ^\circ C - cm^2$  ).

$\theta$  = kenaikan temperatur (  $^\circ C$  )

hr = koefisien disipasi panas radiasi (  $W / ^\circ C - cm^2$  )

$\eta$  = faktor radiasi ( 0,9 )

Ws = energi radiasi matahari (  $0,12 W / cm^2$  )

3.2.3 Jarak Bebas Antar Phasa dan Jarak Bebas Phasa Ke Tanah.

Jarak bebas ini dipengaruhi oleh tegangan surja switching yaitu tegangan lebih yang timbul saat operasi switching.

▪ Jarak bebas antar phasa :<sup>3</sup>

$$V_0 = 500 D_P^{0,6} \quad (3.3)$$

---

<sup>2</sup> New Jec. *Text for Intensive Lecture On Transmission Lines*. ( Osaka : The New Jec Inc. 1989 ). Chapter 2. p.10.

<sup>3</sup> Udo .T. *Minimum Phase to Phase Electrical Clearance Transmission Based On Switching Surge And Lightning Surge*. IEEE Transactions On Power System Application. Vol 112 1974. p. 142.

- Jarak bebas phasa ke tanah <sup>4</sup>

$$V_{CFO} = 500 D_o^{0,6} \quad (3.4)$$

dimana :

$D_P$  = jarak bebas antar phasa ( m )

$D_o$  = jarak bebas phasa ke tanah ( m )

$V_o$  =  $WF \times EF \times CF \times V_s$  ( kV )

$V_{CFO}$  =  $WF \times EF \times CF \times V_w$  ( kV )

$WF$  = nonstandard air conditions factor = 1,05

$EF$  = flashover to withstand factor = 1,05

$CF$  = electrode effect factor = 1,05

$V_s$  =  $V_w = k V_{I.N}$  ( kV )

dimana :

$k$  = faktor surja switching

= 3 – 4,5 pu ( untuk jarak bebas antar phasa )

= 2 – 2,8 pu ( jarak bebas phasa ke tanah )

$$V_{I.N} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} V_{\max} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} (1,05 \times V_{L.L.}) \text{ ( kV )}$$

Dalam prakteknya jarak bebas ke tanah harus memenuhi peraturan menteri pertambangan dan energi, tentang jarak bebas minimum phasa ke tanah seperti terdapat pada tabel 3.1 :<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Ibid. hal 150.

<sup>5</sup> Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01.P / 47 / MPE/1992 *Tentang Ruang Bebas SUTT dan SUTET Untuk Penyaluran Tenaga Listrik.*

Tabel 3.1

## Jarak Bebas Minimum

No	LOKASI	SUTET 500 KV	
		Sirkuit Tanggah (m)	Sirkuit Ganda (m)
1	Lapangan terbuka atau daerah terbuka	11	10
2	Daerah dengan keadaan tertentu :		
	Bangunan tidak tahan api	15	14
	Bangunan tahan api	8,5	8,5
	Lalu lintas / jalan raya	15	15
	Pohon-pohon pada umumnya, hutan, perkebunan	8,5	8,5
	Lapangan olah raga	15	14
	SUTT lain, penghantar udara tegangan rendah, jaringan telekomunikasi, antena radio dan televisi, kereta gunung	8,5	8,5
	Jembatan besi, rangka besi penahan-penghantar, kereta listrik terdekat	8,5	8,5
	Titik tertinggi tiang kapal pada kedudukan air pasang/tertinggi pada lalu lintas air	8,5	8,5

3.2.4 Perhitungan Jarak Optimum Subpenghantar. Jarak optimum dari subpenghantar dapat ditentukan dengan rumus :<sup>6</sup>

$$\ln \left[ \frac{y}{\left( r n \left\{ \frac{k_0}{2 \sin(\pi/n)} \right\}^{n-1} \right)^{1/n}} \right] = \frac{n-1}{2n(n-1) \sin(\pi/n)} \times \left[ \frac{k_0}{r} + 2(n-1) \sin(\pi/n) \right] \quad (3.5)$$

<sup>6</sup> R.N. Allan. *Proceeding of IEE. Vol 1118 no.10. 1989. p.148.*

dimana :

$y$  = jarak efektif antar phasa ( m )

$r$  = jari-jari subkonduktor ( m )

$n$  = jumlah konduktor per phasa ( m )

$k_0$  = jarak optimum subkonduktor ( m )

3.2.5 Andongan. Bila kawat penghantar direntangkan diantara 2 menara transmisi, karena berat kawat penghantar maka penghantar akan memiliki bentuk lengkung tertentu yang disebut andongan.

a. Untuk menara dengan tinggi yang sama<sup>7</sup>

$$d = \frac{W s^2}{8 T} \quad (3.6)$$

$$L = s \left[ 1 + \frac{1}{24} \left( \frac{W s}{T} \right)^2 \right] \quad (3.7)$$

$$T_{A,B} = T \left[ 1 + \frac{1}{8} \left( \frac{W s}{T} \right)^2 \right] \quad (3.8)$$

dimana :

$d$  = andongan ( m )

$L$  = panjang konduktor ( m )

$T_{A,B}$  = tegangan tarik pada titik A, B ( kg )

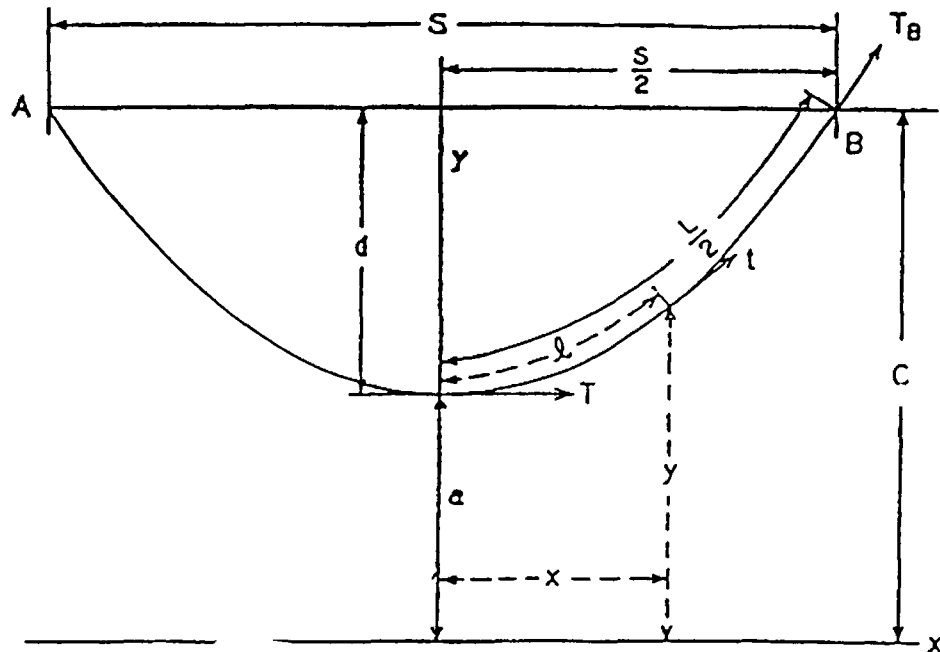
$W$  = berat konduktor per satuan panjang ( kg / m )

$s$  = jarak antar menara ( m )

---

<sup>7</sup> New Jec. Ibid. Chapter 6. p. 3.

$T$  = tegangan tarik horizontal ( kg )



Gambar 3.2

### Andongan Untuk Menara Yang Sama Tinggi

b. Untuk menara dengan tinggi yang berbeda

$$d = \frac{W s^2}{8 T} \quad (3.9)$$

$$d_A = d \left( \frac{h}{4d} - 1 \right)^2 ; \quad d_B = d \left( \frac{h}{4d} + 1 \right)^2$$

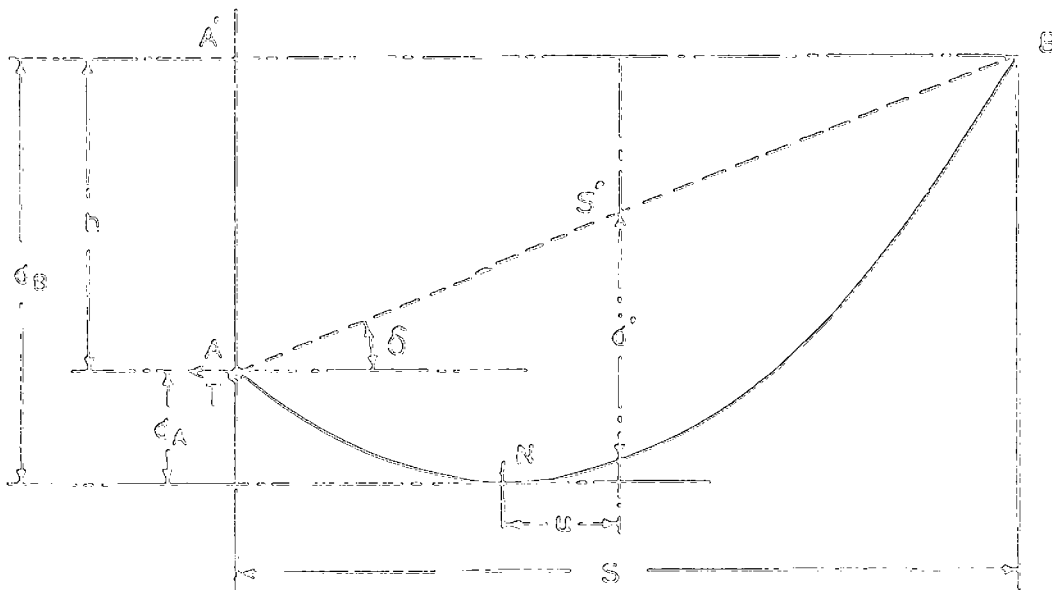
$$L = s \left[ 1 + \frac{1}{24} \left( \frac{W s}{T} \right)^2 + \frac{1}{2} \tan^2 \delta \right] \quad (3.10)$$

$$T_{A, B} = T + W d_{A, B} \quad (3.11)$$

dimana :

$h$  = perbedaan tinggi antara kedua menara ( m )

$\delta$  sudut antara kedua menara ( m )



Gambar 3.3

#### Andongan Untuk Menara Yang Berbeda Tinggi

Dengan memperhitungkan pengaruh angin dan suhu sekeliling maka andongan maupun tegangan tarik akan berubah. Sehingga berat kawat persatuan panjang :

$$W_d = \sqrt{W_c^2 + W_w^2} \quad (3.12)$$

dimana :

$W_c$  berat kawat ( kg/m )

$W_w$  beban karena tekanan angin ( kg/m )

Kemudian dihitung :

<sup>8</sup> C.L. Wadhwa, *Electrical Power System*. ( New Delhi : Willey Eastern Ltd. 1989 ) . p. 133.

$$f_2^2 \{f_2 - (K - \alpha t E)\} = M \quad (3.13)$$

$$K = f_1 - \frac{\delta^2 q_1^2 s^2 E}{24 f_1^2} \quad (3.14)$$

$$M = \frac{\delta^2 q_2^2 s^2 E}{24} \quad (3.15)$$

dimana :

$f_2$  = tegangan tarik terhadap andongan ( kg/mm<sup>2</sup> )

$\delta$  =  $W_c / A$

$A$  = luas penampang kawat ( mm<sup>2</sup> )

$q_1 = \frac{W_a}{W_c}$  dan  $q_2 = 1$

$\alpha$  = koefisien suhu linier ( 1 / ° C )

$t$  = perbedaan suhu ( ° C )

$E$  = koefisien elastisitas kawat ( kg / mm<sup>2</sup> )

$f_1 = \frac{T}{W}$

### 3.3 Perencanaan Isolator

Isolator berfungsi sebagai perantara antara konduktor dan menara sehingga tidak menimbulkan efek konduktansi. Beberapa pertimbangan dalam perancangan isolasi adalah :

- Isolasi harus mampu menahan tegangan lebih yang diakibatkan oleh surja hubung dan tegangan lebih pada frekuensi daya .
- Sifat sebagai tahanan harus tetap sehingga tidak ada penurunan

sifat, akibat kontaminasi debu, uap garam atau kotoran lainnya.

- Isolasi harus mampu menahan sambaran gelombang impuls petir.

3.3.1 Tegangan Standart Isolasi. Ditetapkan untuk besarnya tegangan untuk penahan surja hubung ( SIL ) maupun impuls petir ( BIL ). Tegangan standar IEC tersebut ada dalam tabel 3.2<sup>9</sup>

Tabel 3.2

Tegangan Standar Isolasi IEC > 300 kV

Highest voltage for equipment	Base for per unit voltage values	Rated switching impulse voltage	Ratio between lightning and switching withstand voltages	Rated lightning withstand voltage	
$U_m$ kV (rms)	$\left( U_m \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \right)$ kV	pu kV (peak)		kV (peak)	
420	343	2.76	950	1.12	1050
			1.24	1175	
		3.06	1050	1.12	1175
			1.24	1300	
			1.36	1425	
			1.36	1425	
525	429	2.45	1050	1.12	1175
			1.24	1300	
			1.36	1425	
		2.74	1175	1.12	1300
			1.21	1425	
			1.32	1550	
765	625	2.08	1300	1.10	1425
			1.19	1550	
			1.38	1800	
		2.28	1425	1.09	1550
			1.28	1800	
			1.47	2100	
2.48	1550	1.16	1800		
	1.26	1950			
	1.55	2400			

<sup>9</sup> New Jec. Ibid. Chapter 3. p. 20

3.3.2 Penentuan Jumlah Isolator. Untuk menentukan jumlah isolator tiap gandingan dapat ditentukan dengan cara :

- Berdasarkan ketahanan dari tiap isolator dengan memperhitungkan tingkat kontaminasi ( pengotoran ) :

$$N = \frac{E}{V} \quad (3.16)$$

dimana :

$N$  = jumlah isolator per gandingan

$$E = \frac{U_m}{\sqrt{3}} \times n$$

$E$  = tegangan yang ditahan isolator ( kV )

$n$  = koefisien drop

$$U_m = \frac{12}{11} \times V_{\text{nominal}}$$

$V$  = tegangan ketahanan tiap isolator ( kV )

Sedangkan untuk mendapatkan tegangan ketahanan dapat digunakan rumus : <sup>10</sup>

$$V = \frac{28 \cdot k'}{\left( \frac{\alpha}{0,1} \right)^{0,2} \left[ 1,5 + \left( k^{1/3} + 2 \right) + \frac{5}{8} k \right]} \quad (3.17)$$

dimana :

$\alpha$  = kepadatan kadar polusi garam ( mg / cm<sup>2</sup> )

$k$  = kepadatan adhesi serbuk poles ( mg / cm<sup>2</sup> )

---

<sup>10</sup> Special Study Committee, " Counterplan for Salt Pollution of Transmission Line ", *Result of Workshop On Transmission Lines*, Electrical Cooperative Research Association of Japan, vol 20, No.2, April 1964, p. 101.

$k'$  = faktor koreksi

- Berdasarkan besarnya ketahanan surja hubung ( SIL ). Untuk cara ini dapat digunakan tabel 3.3 standar untuk jumlah isolator dan jarak celah tanduk api berdasarkan standar NEWJEC<sup>8, 11</sup>

Tabel 3.3

Jumlah Standart Isolator dan Jarak Sela Tanduk Api

Highest voltage Um (kv)	NEWJEC's recommended SIL (kv)	Minimum arcing horn gap (cm)	Minimum insulator length (cm)	No. Of insulator (no)	Arcing horn gap (cm)
300	750	190	224	16	200
300, 362	850	220	259	18	220
362, 420	950	260	306	21	260
420, 525	1.050	300	353	25	310
525	1.175	360	424	29	360
765	1.300	425	500	35	430
765	1.425	500	589	41	510
765	1.550	570	671	46	570

3.3.3 Tanduk Api. Jarak celah tanduk api ditentukan 85 % dari panjang gandengan isolasi. Dari celah tanduk api akan didapatkan jarak bebas terhadap petir. Bila tidak memakai tanduk api maka digunakan arching ring untuk isolatoryang jauh dari gardu induk.

3.3.4 Jarak Rambat Minimum. Jarak rambat adalah jarak terpendek sepanjang bagian isolasi pada isolator, dimana antara bagian tersebut dalam keadaan normal merupakan tegangan kerja. Besarnya jarak rambat minimum ditentukan oleh tingkat polusi,

<sup>11</sup> New Jec. Ibid. Chapter 3. p. 16

dimana tingkat polusi dibagi menjadi :

- Tingkat polusi rendah adalah daerah pegunungan, perkebunan, daerah tanpa industri yang menghasilkan polusi.
- Tingkat polusi sedang adalah daerah industri penghasil pollutan, daerah padat perumahan penduduk.
- Tingkat polusi tinggi adalah daerah yang padat industri, perumahan yang padat di kota – kota besar.

Sehingga jarak rambat minimum yang harus dipenuhi oleh satu gandingan isolator seperti dalam tabel 3.4.:<sup>12</sup>

Tabel 3.4

Jarak Rambat Minimum

Tingkat Polusi	Jarak Rambat Minimum ( mm/kV )
Rendah ( 10 – 20 km dari laut )	Normal : 16
Sedang ( 3 – 10 km dari laut )	Anti fog : 20
Tinggi ( < 3 km dari laut )	Anti fog : 25

### 3.4 Perencanaan Kawat Tanah

Medan listrik yang dihasilkan oleh petir sangat besar dengan arus berkisar 10 – 100 kA. Untuk melindungi saluran terhadap sambaran petir dipasang dua kawat GSW sejajar diatas kawat fasa dengan sudut proteksi 18 °.

<sup>12</sup> Merz and Mc.Lellan. *Java 500 kV Transmission System Intern Engineering Report Republic of Indonesia.* ( Jakarta : PLN. 1980 ) p.2.3.

3.4.1 Pemilihan Luas Penampang. Untuk menghitung luas penampang dapat digunakan persamaan :<sup>13</sup>

$$A = I_E \sqrt{\frac{8,48 \cdot 10^{-6} S}{\log\left(\frac{t}{274} + 1\right)}} \quad (3.18)$$

dimana :

A = luas penampang kawat tanah ( mm<sup>2</sup> )

I<sub>E</sub> = arus kawat tanah ( kA )

S = waktu hubung singkat ( detik )

t = temperatur kawat ( ° C )

3.4.2 Pentanahan Kaki Menara. Tahanan kaki menara harus cukup rendah untuk membatasi tegangan pada isolator agar tidak terjadi lompatan api pada isolator. Tahanan kaki menara ini dipengaruhi oleh tahanan jenis tanah dimana menara tersebut berada dan jenis elektroda pentanahan yang digunakan.

a) Secara umum tahanan jenis tanah dapat dikelompokkan menurut jenis tanahnya seperti pada tabel 3.5.<sup>14</sup>. Jadi untuk berbagai tempat memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda.

---

<sup>13</sup> New Jec. *Text For Intensive Lecture On Substation.* . ( Osaka : The New Japan Engineering Consultans, 1987 ): p.129.

<sup>14</sup> Arismunandar. Dan S. Kuwara. *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid II.* ( Jakarta : PT. Pradnya , 1979 ) hal 102.

Tabel 3.5  
Resistivitas Berbagai Jenis Tanah

Jenis Tanah	Resistivitas (k $\Omega$ -cm)
Sawah, rawa ( tanah liat )	0 - 15
Tanah garapan ( tanah liat )	1- 20
Sawah, tanah garapan ( kerikil )	10- 100
Pegunungan ( biasa )	20- 200
Pegunungan ( berbatu )	200-500
Pinggir sungai ( berbatu )	100-500

b) Tahanan Setara Kaki.

Kaki menara memiliki tahanan kontak terhadap tanah. Secara empiris tahanan menara baja berpondasi beton :<sup>15</sup>

$$R_f \approx 0,04333 \rho \quad (3.19)$$

dimana :

$$R_f = \text{tahanan kontak kaki menara ( } \Omega \text{ )}$$

$$\rho = \text{tahanan jenis tanah ( } \Omega \text{- m )}$$

Sedangkan PLN mensyaratkan tahanan kaki menara  $\leq 10 \Omega$ ,

Dan tahanan kaki menara setelah dilakukan pentanahan adalah :

$$R_a = \frac{R_f \times R_k}{R_f + R_k} \quad (3.20)$$

dimana :

$$R_a = \text{tahanan akhir menara ( } \Omega \text{ )}$$

$$R_f = \text{tahanan kontak kaki menara ( } \Omega \text{ )}$$

$$R_k = \text{tahanan kontak elektroda pentanahan ( } \Omega \text{ )}$$

<sup>15</sup> Andrew R. Hileman. Et.al. *Line Insulation Design Aps for 500 kV System*. IEEE Vol. Pas-86 1987. Hal 991.

#### 4. DATA PERENCANAAN SALURAN 500 kV KRIAN – UNGARAN

- Menara Transmisi

Jumlah	:	543 buah
Tipe	:	A, B, C, F
Tinggi Normal	:	49 meter
Konfigurasi	:	horizontal, sirkit tunggal

- Kawat Penghantar

Panjang	:	250 kms
Jenis Penghantar	:	ACSR Dove
Jumlah per phasa	:	4 kawat
Luas Penampang	:	327,94 mm <sup>2</sup>
Jari – jari penghantar	:	11,775 mm
Jumlah Spacer / phasa	:	8
Jarak Gawang rata-rata	:	450 meter
Berat per km	:	1440 kg
Kapasitas Arus Maksimum / phasa	:	2.078 Ampere
Garis Tengah Berkas	:	636,4 mm
Tinggi Kawat	:	18 meter

- Isolator

Pemasangan	:	Vee suspension dan Tension Set.
Tipe Pemasangan	:	Normal dan Antifog
Tipe Isolator	:	Ball pin and socket.
		CA 531 EC ; 580 EG ; 840 EB

Bahan Isolator	:	Porselin
Kekuatan Minimal	:	160 kN
Diameter Luar ( mm )	:	254 ; 280 ; 320
Jarak Antar Titik Pusat	:	146 ; 146 ; 170
Massa ( kg )	:	6,8 ; 7,9 ; 11,9
Dry Flashover Min ( kV ):	:	78 ; 80 ; 95
Wet Dry Flashover Min	:	45 ; 47 ; 55
Tegangan Tembus ( kV ) :	:	110 ; 110 ; 130
Jarak Rambat Min ( mm ):	:	315 ; 440 ; 525
Jumlah Piringan/set	:	2 x 32 buah dan 2 x 28 buah ( untuk Vee Suspension ) 4 x 32 buah dan 4x 28 buah (untuk Double Tension Set )

- Kawat Tanah

Jenis	:	Galvanized Steel Wire ( GSW )
Sudut Proteksi	:	18 °
Luas Penampang	:	100 mm <sup>2</sup>
Diameter	:	12,7 mm
Jumlah / Menara	:	2 buah, berjarak 8,7 m

- Spacer Damper

Pemasangan	:	Pertama dipasang pada $\pm$ 10 meter dari center line tower, selanjutnya berjarak 75 m.
------------	---	---

▪ **Kondisi Rute Saluran**

Suhu udara :	Normal : 25 – 35 ° C
	Ekstrem : 20 – 40 ° C
Suhu rata – rata tiap hari	maksimum : 40 ° C
Curah Hujan :	100 – 210 mm / th
Curah hujan maksimum :	112 mm / hari
Curah hujan rata-rata :	210 mm / tahun
Kelembaban :	40 % - 98 %
IKL :	100 hari / th
Kecepatan angin mak :	40 m /s
Tekanan angin :	50 Kg / m <sup>2</sup>