

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**



**ANALISA PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR  
ARUS SALURAN TERHADAP TEGANGAN TARIK DAN  
ANDONGAN DENGAN PROGRAM MATLAB 7.0  
PADA SUTET 500 kV DI PAITON - KEDIRI**

**SKRIPSI**

*Disusun Oleh :*  
**ASRUL KAYUNG**  
**02.12.076**

**MARET 2007**

---

## LEMBAR PERSETUJUAN

### ANALISA PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TERHADAP TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN DENGAN PROGRAM MATLAB 7.0 PADA SUTET 500 kV DI PAITON - KEDIRI

#### SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat-Syarat  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

ASRUL KAYUNG

NIM 02.12.076



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT  
NIP.Y. 103 950 0274

Diperiksa dan disetujui,  
Dosen Pembimbing

Ir. TEGUH HERBASUKI, MT  
NIP. Y. 103 890 0209

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2007

## ABSTRAK

Analisa Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik dan Andongan dengan Program Matlab 7.0 pada SUTET 500 kV di Paiton – Kediri

Asrul Kayung, Pembimbing Ir. Teguh Herbasuki, MT  
Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Energi listrik S-1 FTI ITN Malang.

The transmission lines generally using conductor with ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) which has limited temperature until 90 degrees. In this present time, the need of electricity is increasing rapidly; considering from that problem, we need to increase the capacity of transmission line by optimizes the capacity of line conductor from the transmission line before. The main problem of optimizing the transmission line are the tension and sagging of the conductors become bigger. Based from this situation the research is conducted to know about the characteristic of the alteration of current line to tension and sagging of the conductors. Therefore, the result of the research can be useful in designing the structure construction of transmission line which suitable to the conductor's characteristic. As a simulation model, Paiton-Kediri 500 kV transmission line is used. The data, including the data of ACSR conductor, are collected from the field. The conductor's temperature is calculated using heat-balance method. *Ruling Span* method is used to measure the length of equivalent span. Mean while the *Catenary* method is used to measure the conductor's tension and sagging. In conclusion, it can be seen that the alteration of line current from 10 Ampere to 810 Ampere will cause the conductor temperature increase 47,46%, the tension decrease 3,69% and the sagging increase 4,53%.

**Keywords:** *current carrying capacity, transmission line, ACSR*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta taufik dan hidayahnya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Analisa Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik dan Andongan dengan Program Matlab 7.0 pada SUTET 500 kV di Paiton – Kediri ” ini dapat terselesaikan.

Penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ir. Mochtar Asroni, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Ir. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro/Elektronika SI ITN Malang.
4. Ir. Teguh Herbasuki, MT selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan saran-saran selama pelaksanaan penelitian dan proses penyusunan skripsi ini.
5. Para Dewan Penguji yang telah banyak memberikan arahan dan masukan untuk memperbaiki penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Sri Wiratmo, selaku Manager Bidang SDM & Administrasi PT PLN P3B Region Jawa-Bali yang telah banyak membantu dalam penyediaan data-data yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.

7. Bapak Muaji, yang telah banyak membantu dalam penyediaan data-data yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Kedua orang tua saya yang telah banyak memberikan dukungan baik lahir maupun batin sehingga dapat terselesaikannya penelitian ini.
9. Untuk teman-temanku ( Semua teman-teman kos, Mas Ugro, Mas Arvin, Novi, Kamal, Dede, Alfian ) yang selalu memberiku semangat, motivasi dan do'a.
10. Kepada semua pihak dan juga teman-teman seperjuangan (ST '02) yang telah banyak membantu dan mendukung dalam proses penyusunan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan dalam mengkaji masalah-masalah yang berkaitan dengan perencanaan saluran transmisi, baik bagi penulis maupun bagi pembaca pada umumnya. Amin....3x.

Malang, Maret 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

|                      | Halaman |
|----------------------|---------|
| ABSTRAK .....        | i       |
| KATA PENGANTAR ..... | ii      |
| DAFTAR ISI .....     | iv      |
| DAFTAR TABEL .....   | vii     |
| DAFTAR GAMBAR .....  | viii    |

### BAB I PENDAHULUAN

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1.1. Latar Belakang .....         | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah .....        | 2 |
| 1.3. Tujuan Pembahasan .....      | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah .....        | 3 |
| 1.5. Metodologi Pembahasan .....  | 4 |
| 1.6. Kontribusi .....             | 4 |
| 1.7. Sistematika Pembahasan ..... | 5 |

### BAB II PERENCANAAN SALURAN TRANSMISI

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Sistem Saluran Transmisi .....                                                                                   | 7  |
| 2.2. Tegangan Transmisi .....                                                                                         | 10 |
| 2.3. Komponen-Komponen Saluran Tranmisi .....                                                                         | 11 |
| 2.3.1. Menara atau Tiang Transmisi .....                                                                              | 11 |
| 2.3.2. Isolator-Isilator .....                                                                                        | 12 |
| 2.3.3. Kawat Penghantar .....                                                                                         | 13 |
| 2.3.4. Kawat Tanah .....                                                                                              | 14 |
| 2.4. Perencanaan Saluran Udara Tegangan Tinggi .....                                                                  | 14 |
| 2.4.1. Survey, Pengukuran dan Pemetaan Rute dari Saluran .....                                                        | 15 |
| 2.4.2. Pengujian Tanah Tempat Menara-Menara, dan Berdasarkan Keadaan Tanah Setempat Direncanakan Pondasi Menara ..... | 16 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.3. Perencanaan dari Menara Beserta Traversnya .....      | 18 |
| 2.5. Perhitungan Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor ..... | 19 |
| 2.6. Pengaruh Tekanan Angin .....                            | 19 |

### **BAB III METODE CATENARY UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN KONDUKTOR PADA SUTET 500 kV**

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Analisa Perhitungan Temperatur Konduktor Akibat Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran ..... | 22 |
| 3.1.1. Panas yang di Bangkitkan oleh Konduktor .....                                               | 22 |
| 3.1.2. Penyebaran Panas Konduktor .....                                                            | 23 |
| 3.1.3. Persamaan Keseimbangan Panas .....                                                          | 24 |
| 3.2. Perhitungan Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor .....                                       | 25 |
| 3.3. Perhitungan Span Equivalen .....                                                              | 28 |
| 3.4. Algoritma Pemecahan Masalah .....                                                             | 28 |
| 3.5. FlowChart Pemecahan Masalah .....                                                             | 29 |

### **BAB IV ANALISA PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TERHADAP TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 kV PAITON-KEDIRI**

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Rute .....                                                                                                     | 30 |
| 4.2. Menara Transmisi .....                                                                                         | 30 |
| 4.3. Konduktor .....                                                                                                | 37 |
| 4.4. Andongan .....                                                                                                 | 38 |
| 4.5. Perhitungan Temperatur Konduktor Akibat Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran .....                          | 39 |
| 4.6. Perhitungan Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor .....                                                        | 44 |
| 4.7. Perhitungan Pengaruh Perubahan Kemampuan hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor .. | 46 |
| 4.8. Perhitungan Span Equivalen .....                                                                               | 55 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>BAB V    PENUTUP</b>  |    |
| 5.1. Kesimpulan .....    | 57 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>    | 58 |
| <b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> |    |



## DAFTAR TABEL

### Tabel

|     |                                                     |    |
|-----|-----------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Tekanan Angin Spesifik .....                        | 20 |
| 2.2 | Faktor Bentuk .....                                 | 20 |
| 4.1 | Jumlah Menara SUTET 500 kV di Paiton - Kediri ..... | 31 |
| 4.2 | Tabel Menara AA Ukuran dalam Meter .....            | 34 |
| 4.3 | Tabel Menara BB-CC Ukuran dalam Meter .....         | 35 |
| 4.4 | Tabel Menara DD-EE-FF Ukuran dalam Meter .....      | 36 |
| 4.5 | Karakteristik SUTET 500 kV Paiton-Kediri .....      | 38 |

## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Jaringan Transmisi 500 kV Jawa - Bali .....                                               | 7  |
| 2.2. Jenis-jenis Menara Baja .....                                                             | 11 |
| 2.3. Isolator Gantung 250 mm .....                                                             | 12 |
| 2.4. Isolator Jenis Pasak dan Isolator Pos Saluran .....                                       | 12 |
| 3.1 Menara Sama Tinggi .....                                                                   | 26 |
| 3.2 Menara Tidak Sama Tinggi .....                                                             | 27 |
| 3.3. FlowChart Pemecahan Masalah .....                                                         | 29 |
| 4.1. Skema Tower yang Terpasang pada SUTET 500 kV Paiton – Kediri .....                        | 31 |
| 4.2. Peta Persebaran Tower 500 kV Paiton – Kediri .....                                        | 32 |
| 4.3. Skema Menara Transmisi .....                                                              | 33 |
| 4.4. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap<br>Temperatur Konduktor .....     | 43 |
| 4.5. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Andongan<br>Konduktor .....       | 50 |
| 4.6. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan<br>Tarik Konduktor ..... | 54 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan tenaga listrik yang pesat akhir-akhir ini menyebabkan perlu ditambah kapasitas saluran transmisi seiring dengan perluasan kapasitas pusat-pusat pembangkit, akan tetapi memerlukan biaya yang sangat tinggi. Salah satu upaya meningkatkan kapasitas penyaluran adalah dengan mengoptimalkan saluran transmisi sesuai dengan kemampuan kuat hantar arusnya. Saluran transmisi udara pada umumnya menggunakan konduktor jenis ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*) yang memiliki batas temperatur kerja yang diijinkan sebesar 90°C.

Mempertimbangkan peningkatan kebutuhan tenaga listrik yang pesat akhir-akhir ini, maka usaha untuk meningkatkan kapasitas saluran transmisi dilakukan dengan mengoptimalkan kapasitas hantar arus dari saluran transmisi yang ada, dengan meningkatnya kemampuan hantar arus tersebut dapat menimbulkan bertambahnya tegangan tarik dan andongan, oleh karena itu perlu diteliti masalah unjuk kerja mekanis sebagai akibat perubahan arus saluran, agar dapat diketahui karakteristiknya yang akan berguna untuk perancangan kontruksi saluran transmisi. Permasalahan terhadap unjuk kerja mekanis meliputi bagaimana pengaruh arus saluran terhadap perubahan temperatur, tegangan tarik horizontal, tegangan tarik, dan andongan konduktor. Dengan bantuan perangkat lunak (software) Matlab 7.0 akan memudahkan perhitungan formulasi permasalahan yang bersangkutan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Mempertimbangkan peningkatan kebutuhan tenaga listrik yang pesat akhir-akhir ini, maka usaha untuk meningkatkan kapasitas saluran transmisi dilakukan dengan mengoptimalkan kapasitas hantaran arus dari saluran transmisi yang telah ada. Permasalahan utama dari peng-optimalan saluran transmisi tersebut adalah tegangan tarik dan andongan yang timbul pada konduktor tersebut menjadi lebih besar.

Oleh karena itu skripsi ini akan menganalisa karakteristik perubahan arus saluran terhadap tegangan tarik dan andongan konduktor. Dimana model simulasi digunakan saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV jalur Paiton-Kediri dengan menggunakan data-data konduktor ACSR yang sesuai dengan yang ada di lapangan, dengan demikian diharapkan dari hasil analisa ini akan berguna untuk membangun struktur konstruksi saluran transmisi yang sesuai dengan sifat dari konduktor tersebut.

Dari permasalahan yang timbul diatas maka skripsi ini diberi judul :

**“ANALISA PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS  
SALURAN TERHADAP TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN  
DENGAN PROGRAM MATLAB 7.0 PADA SUTET 500 kV DI PAITON –  
KEDIRI ”**

### 1.3 Tujuan Pembahasan

Mengetahui karakteristik perubahan kemampuan hantar arus saluran terhadap tegangan tarik dan andongan konduktor agar dapat meningkatkan pembangunan struktur kontruksi saluran transmisi yang sesuai dengan sifat dari konduktor serta mengoptimalkan saluran transmisi sesuai dengan kemampuan kuat hantar arusnya

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan masalah yang akan dibahas, maka diberikan asumsi-asumsi serta batasan-batasan sebagai berikut :

1. Analisa dilakukan dengan asumsi bahwa sistem berada dalam operasi normal.
  2. Analisa pembahasan meliputi pengaruh perubahan kemampuan hantar arus saluran terhadap temperatur, pengaruh perubahan kemampuan hantar arus saluran terhadap tegangan tarik konduktor, dan pengaruh perubahan arus saluran terhadap andongan konduktor.
  3. Temperatur konduktor dihitung berdasarkan persamaan keseimbangan panas.
  4. Metode *Ruling Span* digunakan untuk menentukan panjang *span equivalen*.
  5. Metode yang digunakan dalam perhitungan tegangan tarik dan andongan konduktor adalah Metode *Catenary*.
  6. Penentuan type level menara dianggap sama
  7. Jaringan yang akan dianalisa adalah jaringan transmisi 500 kV di Paiton – Kediri.
  8. Analisa menggunakan bahasa pemrograman Matlab
-

### 1.5 Metodologi Pembahasan

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini dilakukan dengan langkah – langkah :

#### 1. Studi Literatur

Yaitu kajian pustaka dengan mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan pengaruh perubahan arus saluran terhadap tegangan tarik dan andongan konduktor pada sistem saluran transmisi.

#### 2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data lapangan yang dipakai dalam objek penelitian yakni pada PT. PLN (persero) P3B REGION JAWA TIMUR & BALI serta UNIT PELAYANAN TRANSMISI KEDIRI.

- Data kuantitatif yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka.
- Data kualitatif yaitu data yang berbentuk diagram, dalam hali ini adalah single line diagram GITET

#### 3. Melakukan analisa dengan menggunakan program Matlab 7.0.

- a) Analisa temperatur konduktor dihitung berdasarkan persamaan keseimbangan panas.
- b) Analisa perhitungan tegangan tarik dan andongan menggunakan metode *catenary*.
- c) Analisa menentukan panjang *span equivalen* menggunakan metode *Ruling span*.

### 1.6 Kontribusi

Adapun kontribusi dari skripsi ini adalah mengetahui karakteristik perubahan arus saluran terhadap tegangan tarik dan andongan konduktor, dengan demikian dapat diterapkan oleh pemerintah khususnya PT. PLN (persero), dalam membangun struktur kontruksi saluran transmisi yang sesuai dengan sifat dari konduktor serta meningkatkan kapasitas penyaluran tenaga listrik.

## 1.7 Sistematika Pembahasan

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas maka dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

### BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang meliputi latar belakang yang melandasi skripsi yang dibahas, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

### BAB II : PERENCANAAN SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI

Disini akan menguraikan mengenai sistem saluran transmisi, tegangan transmisi, komponen – komponen utama saluran transmisi dan sedikit penjelasan perencanaan saluran udara tegangan tinggi

### BAB III : METODE *CATENART* UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN KONDUKTOR PADA SUTET 500 KV

Pada bab ini akan dibahas sedikit metode *Ruling Span*, teori tentang Metode *Catenary* serta perhitungan temperatur konduktor berdasarkan persamaan keseimbangan panas.

### BAB IV : ANALISA PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TERHADAP TEGANGAN

## TARIK DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 KV PAITON KEDIRI

Pada bab ini akan dibahas pengaruh perubahan kemampuan hantar arus saluran terhadap tegangan tarik dan andongan yang akan dianalisa menggunakan program komputer dengan menggunakan Metode *Catenary* agar diketahui karakteristiknya.

### BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab terakhir yang merupakan intisari dan hasil pembahasan, berisikan kesimpulan dan saran – saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

---



## PERENCANAAN SALURAN TRANSMISI

**Gambar 2-1**  
**Jaringan Transmisi 500 kV Jawa – Bali**

Pusat-pusat listrik tenaga itu, terutama yang menggunakan tenaga air (PLTA), umumnya terletak jauh dari tempat-tempat dimana tenaga listrik itu digunakan atau pusat-pusat beban (load centres). Karena itu tenaga listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui kawat-kawat atau saluran transmisi. Karena tegangan generator pada umumnya rendah, antara 6 kV sampai 24 kV, maka

tegangan ini biasanya dinaikan dengan pertolongan transformator daya ke tingkat tegangan yang lebih tinggi antara 30 kV sampai 50 kV (di beberapa negara maju bahkan sudah sampai 1.000 kV).

Tingkat tegangan yang lebih tinggi ini, selain untuk memperbesar daya hantar dari saluran yang berbanding lurus dengan kuadrat tegangan, juga untuk memperkecil rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saluran. Sudah jelas, dengan mempertinggi tegangan isolasi-pun harus lebih tinggi, dengan demikian biaya peralatan juga tinggi.

Penurunan tegangan dari tingkat tegangan transmisi pertama-tama dilakukan pada gardu induk (GI), di mana tegangan diturunkan ke tegangan yang lebih rendah, misalnya dari 500 kV ke 150 kV atau dari 150 kV ke 70 kV. Kemudian penurunan kedua dilakukan pada gardu induk distribusi dari 150 kV ke 20 kV atau dari 70 kV ke 20 kV, tegangan 20 kV ini disebut tegangan distribusi primer.

Ada dua kategori saluran transmisi: saluran udara (overhead line) dan saluran bawah-tanah (underground). Yang pertama menyalurkan tenaga listrik melalui kawat-kawat yang digantung pada tiang-tiang transmisi dengan perantara isolator-isolator, sedang saluran kategori kedua meyalurkan listrik melalui kabel-kabel bawah tanah. Kedua cara penyaluran mempunyai untung-ruginya sendiri-sendiri. Dibandingkan dengan saluran udara, saluran bawah tanah tidak terpengaruh oleh cuaca buruk, taufan, hujan, angin, bahaya petir, dan sebagainya. Lagi pula, saluran bawah-tanah lebih estetik (indah), karena tidak tampak. Karena alasan terakhir ini, saluran-saluran bawah-tanah lebih disukai di Indonesia, terutama untuk kota-kota besar. Namun, biaya pembangunannya jauh lebih mahal

daripada saluran udara, dan perbaikanya lebih sukar bila terjadi gangguan hubungan-singkat dan kesukaran-kesukaran.

Menuru jenis arusnya dikenal sistem arus bolak-balik (A.C. atau alternatif current) dan sistem arus searah (D.C. atau direct current). Di dalam sistem A.C. penaikan dan penurunan tegangan mudah dilakukan yaitu dengan menggunakan transformator. Itulah sebabnya maka dewasa ini saluran transmisi di dunia sebagian besar adalah saluran A.C. Di dalam sistem A.C. ada sistem satu-fasa dan sistem tiga-fasa. Sistem tiga-fasa mempunyai kelebihan dibandingkan dengan sistem satu-fasa karena (a) daya yang disalurkan lebih besar, (b) nilai sesaat (instantaneous value) konstan, dan (c) medan magnet putarnya mudah diadakan. Berhubung dengan keuntungan-keuntungannya hampir seluruh penyaluran tenaga listrik di dunia dewasa ini dilakukan dengan arus bolak-balik. Namun, sejak beberapa tahun terakhir ini penyaluran arus searah mulai dikembangkan di beberapa bagian dunia ini. Penyaluran D.C. mempunyai keuntungan karena, misalnya, isolasinya yang lebih sederhana, daya guna (efficiency) yang tinggi (karena factor dayanya 1) serta tidak adanya masalah stabilitas, sehingga dimungkinkan penyaluran jarak jauh. Namun persoalan ekonominya masih harus diperhitungkan. Penyaluran tenaga listrik dengan sistem D.C. baru dianggap ekonomis bila jarak saluran udara lebih jauh dari 640 km atau saluran bawah-tanah lebih panjang dari 50 km. Ini disebabkan karena biaya peralatan pengubah dari A.C. ke D.C. dan sebaliknya (converter dan inverter equipment) mahal.

## 2.2 Tegangan Transmisi

Untuk daya yang sama, maka daya-guna penyaluran naik oleh karena hilang-daya transmisi turun, apabila tegangan transmisi ditinggikan. Namun, peninggian tegangan transmisi berarti juga kenaikan isolasi dan biaya peralatan dan gardu induk. Oleh karena itu, pemilihan tegangan transmisi dilakukan dengan memperhitungkan daya yang disalurkan, jumlah rangkaian, jarak penyaluran, keandalan (reliability), biaya peralatan untuk tegangan tertentu, serta tegangan-tegangan yang sekarang ada dan yang direncanakan. Kecuali itu, penentuan tegangan harus juga dilihat dari segi standarisasi peralatan yang ada. Penentuan tegangan merupakan bagian dari perancangan sistem secara keseluruhan.

Di Jepang, tegangan kawat antara dua fasa (line-to-line) pada saluran transmisi distandarisasikan sebagai berikut :

Tegangan Nominal (kV) : 11 – 22 – 33 – (66, 77) – 110 – (154, 187) – (220, 275)  
– 500

Tegangan Kerja maksimum (kV) : 11,5 – 23 – 34,5 – 69 – 80,5 – 115 – 161 – 195,5  
– 230 – 287,5 – 525

Di suatu daerah tertentu, hanya dipakai salah satu dari dua tegangan dalam tanda kurung.

Di negara-negara lain juga dipakai tegangan-tegangan nominal 132 kV, 330 kV, 380 kV, 440 kV, dan 700 kV.

Meskipun tidak jelas menyebutkan keperluannya sebagai tegangan transmisi, di Indonesia, pemerintah telah mencragamkan deretan tegangan tinggi sebagai berikut :

Tegangan Nominal Sistem : (30) – 66 – 110 – (150) – 220 – 380 – 500

Tegangan Tertinggi untuk Perlengkapan : (36) – 72,5 – 123 – (170) – 245 – 420 –

525

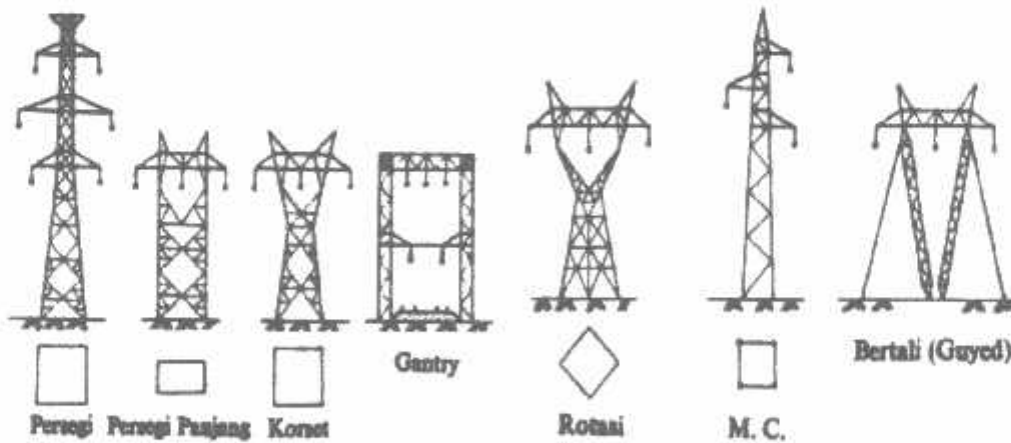
Tegangan nominal 30 kV hanya diperkenalkan untuk daerah asuhan dimana tegangan distribusi primer 20 kV tidak dipergunakan. Tegangan nominal 150 kV tidak dianjurkan dan hanya diperkenalkan berdasarkan hasil studi khusus. Penentuan deretan tegangan di atas discsuaikan dengan rekomendasi Internasional Electrotechnical Commission.

### 2.3 Komponen-komponen utama saluran transmisi

Komponen-komponen utama dari saluran transmisi terdiri dari :

1. Menara transmisi atau tiang transmisi beserta fondasinya,
2. Isolator-isolator,
3. Kawat penghantar (conductor), dan
4. Kawat tanah (ground wires).

#### 2.3.1 Menara atau Tiang Transmisi



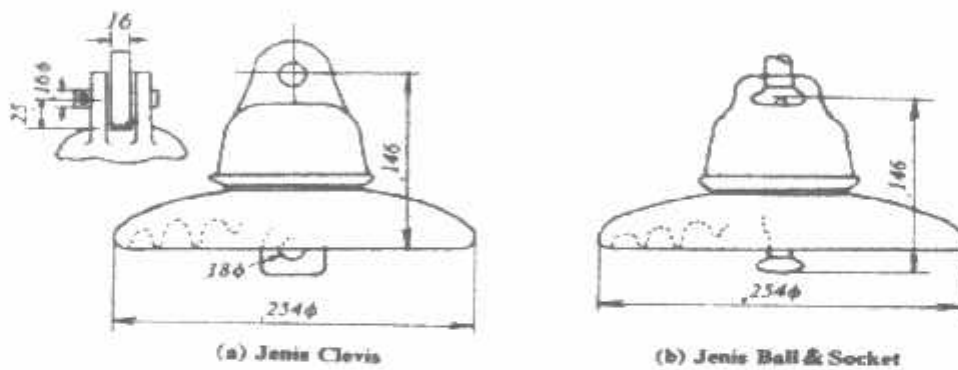
Sumber : Arismunandar, "Teknik Tenaga Listrik jilid II".

**Gambar 2-2**  
**Jenis-jenis Menara Baja**

Menara atau tiang transmisi adalah suatu bangunan penopang saluran transmisi, yang bisa berupa menara baja, tiang baja, tiang beton bertulang dan tiang kayu umumnya digunakan pada saluran-saluran dengan tegangan kerja relative rendah (di bawah 70 kV) sedang untuk saluran transmisi tegangan tinggi atau ekstra tinggi digunakan menara baja.

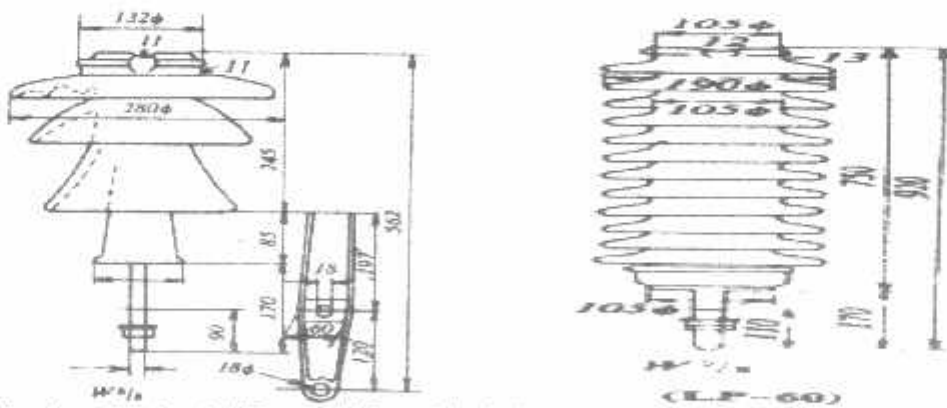
Menara baja dibagi sesuai dengan fungsinya, yaitu : menara pendukung, menara sudut, menara ujung, menara percabangan dan menara transposisi.

### 2.3.2 Isolator-isolator



Sumber : Hutahuruk, "Transmisi Daya Listrik".

Gambar 2-3  
Isolator Gantung 250 mm



Sumber : Hutahuruk, "Transmisi Daya Listrik".

Gambar 2-4  
Isolator Jenis Pasak dan Isolator Pos Saluran

Jenis isolator yang digunakan pada saluran transmisi adalah jenis porselin atau gelas. Menurut penggunaan dan konstruksinya dikenal tiga jenis isolator, yaitu : isolator jenis pasak, isolator jenis pos-saluran dan isolator gantung.

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

### **2.3.3 Kawat Penghantar**

Jenis-jenis kawat penghantar yang biasa digunakan pada saluran transmisi adalah tembaga dengan konduktivitas 100% (CU 100%), tembaga dengan konduktivitas 97,5% (CU 97,5) atau aluminium dengan konduktivitas 61% (AL 61%). Kawat penghantar aluminium terdiri dari berbagai jenis dengan lambang sebagai berikut :

AAC = “All-Aluminium Conductor “, yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari aluminium.

AAAC = “All-Aluminium-Alloy Conductor”, yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari campuran aluminium.

ACSR = “Aluminium Conductor, Steel-Reinforced”, yaitu kawat penghantar aluminium ber-inti kawat baja.

ACAR = “ Aluminium Conductor, Alloy-Reinforced”, yaitu kawat penghantar aluminium yang diperkuat dengan logam campuran.

Kawat penghantar tembaga mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan kawat penghantar aluminium karena konduktivitas dan kuat tariknya lebih tinggi, tetapi kelemahannya ialah, untuk besar tahanan yang sama, tembaga lebih berat dari aluminium, dan juga lebih mahal. Oleh karena itu kawat penghantar aluminium telah menggantikan kedudukan tembaga.

Untuk memperbesar kuat tarik dari kawat aluminium digunakan campuran aluminium (aluminium alloy). Untuk saluran-saluran transmisi tegangan tinggi, di mana jarak antara dua tiang/menara jauh (ratusan meter), dibutuhkan kuat tarik yang lebih tinggi. Untuk itu digunakan kawat hantar ACSR.

#### **2.3.4 Kawat Tanah**

Kawat tanah atau “ground wires” juga disebut sebagai kawat pelindung (“shield wires”) gunanya untuk melindungi kawat-kawat penghantar atau kawat-kawat fasa terhadap sambaran petir. Jadi kawat tanah itu dipasang di atas kawat fasa. Sebagai kawat tanah umumnya dipakai kawat baja (steel wires) yang lebih murah, tetapi tidaklah jarang digunakan ACSR.

### **2.4 Perencanaan Saluran Udara Tegangan Tinggi**

Perencanaan saluran udara tegangan tinggi terdiri dari :

1. Survey, pengukuran dan pemetaan rute dari saluran.
  2. Pengujian tanah tempat menara-menara, dan berdasarkan keadaan tanah setempat direncanakan pondasi menara.
  3. Perencanaan dari menara beserta traversnya.
  4. Penentuan dari jarak-jarak antar kawat-kawat.
-



5. pemeliharaan kawat (konduktor) yang ekonomis.
6. Penentuan jumlah isolator.
7. Perhitungan tegangan tarik dan andongan (sag and tension calculation) dari kawat yang dibentang.

#### **2.4.1 Survey, pengukuran dan pemetaan rute dari saluran.**

Pemilihan lintasan yang akan dilalui saluran transmisi merupakan persoalan pokok bagi pembangunan saluran tersebut. Untuk ini perlu diadakan studi dan survey yang mendalam guna memungkinkan pembangunan saluran secara ekonomis dan dapat diandalkan, baik dilihat dari pembangunan sendiri, maupun dari perawatannya nanti. Faktor-faktor yang terpenting adalah:

- 1) Keadaan cuaca (angin, hujan, salju, petir, dsb.).
- 2) Keadaan tanah (kemungkinan longsor, banjir, rawa, dsb.).
- 3) Kondisi pengangkutan (pengangkutan barang dan bahan bagi pembangunan dan perawatan).
- 4) Lctak terhadap bangunan-bangunan lain (saluran telekomunikasi, simpangan jalan raya, jalan kereta api, dsb.).
- 5) Bangunan perumahan (dijauhkan dari perumahan manusia).

Dari hasil survey ditentukan tinggi konstruksi, jenis menara dan cara menggantungkan kawat-kawat penghantarnya, pada pokoknya kegiatan survey itu meliputi hal-hal berikut:

- a) Survey garis pusat: di sini garis pusat (centerline) saluran ditetapkan; demikian pula kedudukan konstruksi penopangnya terhadap garis pusat tersebut.

- b) Survey profil: di sini perbedaan tertinggi permukaan tanah dan lebar gawang (penampang tegak) ditetapkan sepanjang garis pusat tadi.
- c) Survey tampak atas (plan survey): keadaan 50-100 m di kiri kanan garis pusat diperiksa.
- d) Survey lokasi menara (tower site study): di sini jumlah tanah galian, cara pembuatan pondasi, dsb. Diselesaikan.
- e) Survey khusus: yang dilakukan adalah penyediaan khusus dalam penyeberangan sungai, pertemuan dengan saluran lain, perhitungan induksi elektomagnetik terhadap saluran komunikasi, dsb.

#### **2.4.2 Pengujian tanah tempat menara-menara, dan berdasarkan keadaan tanah setempat direncanakan pondasi menara.**

Pekerjaan-pekerjaan pondasi yang terpenting meliputi pemberian tanda-tanda, penggalian, pemasangan tonggok (stub setting), pengecoran beton, pengukuran.

Pemberian tanda-tanda (staking) dilakukan menurut rencana pondasi dengan mengingat tanda pusat (center peg) dari menara dan saluran.

Penggaliannya dilakukan dengan berbagai cara tergantung dari kondisi tanahnya. Dalam-penggalian serta lebar dasar lobangnya harus sesuai dengan yang telah direncanakan. Ada lima cara penggalian:

- 1) Penggalian biasa (plain excavation), yaitu penggalian biasa, tanpa persyaratan tertentu; kemiringan tebingnya tertentu.

- 2) Penggalian dengan penguatan kayu (timbering excavation), yaitu dengan menanamkan balok-balok kayu ke dalam tanah agar tidak terjadi kelongsoran waktu penggalian; diterapkan bila tanahnya mudah longsor dan mengeluarkan air.
- 3) Penggalian dengan tong kayu (pail excavation), dilakukan bila tanahnya mudah longsor dan banyak sekali mengeluarkan air. Sebuah tong kayu tanpa dasar dipasang dan penggaliannya dilakukan di dalam air. Akhirnya dicor beton pada dasar tong ini untuk menghentikan aliran air tersebut.
- 4) Penggalian dengan tabung silinder (case excavation), dilakukan untuk penggalian di sungai, bila cara dengan ember tidak mungkin. Di sini sebuah tabung silinder tanpa dasar yang dibuat dari beton bertulang ditempatkan dan penggaliannya dilakukan di dalam tabung itu. Tabung itu sendiri dibenamkan ke dalam sungai dengan beban mekanis.
- 5) Penggalian sumber (well point excavation), dilakukan pada tanah pasir yang berair. Sejumlah pipa ditanam di dalam tanah di sekitar tempat yang akan digali. Kemudian air yang dikandung di dalam tanah di sedot dari pipa tadi oleh sebuah pompa. Bila tanahnya sudah kering maka penggaliannya dapat dilakukan dengan cara (1).

Tahap berikutnya adalah pemasangan tonggak (stub). Tonggak ini dipasang pada balok beton yang ditempatkan pada dasar pondasi. Bila tanahnya tidak kokoh atau bila pondasinya berkisi (grillage), maka ditambahkan pecahan

---

batu sebagai penguat. Bila kondisi tanah buruk, maka dipasang pancang-pancang (piles) untuk menguatkan pondasinya.

Pekerjaan beton terdiri dari pengecoran campuran semen, pasir, kerikil (atau pecahan batu) dan air dalam perbandingan tertentu dalam cetakan plat baja atau kayu.

Pengukuran kembali penting artinya bagi kekuatan pondasi. Karena itu dalam pengukuran kembali tanahnya harus dientarkan (rammed) sebaik-baiknya dengan tanah aslinya.

#### **2.4.3 Perencanaan dari menara beserta traversnya**

Bila pondasinya selesai, bagian atas konstruksi didirikan. Ada dua cara pendiriannya:

- a) Cara menyusun ke atas (assemble).
- b) Cara menarik ke atas (pulling up).

Dalam cara pertama menara disusun ke atas bagian demi bagian. Setiap bagian digantung dengan pengangkat (lifting rod) untuk kemudian disekrup, bagian yang satu diatas yang lain,

Cara lain adalah dengan lebih dahulu menyekrup bagian-bagiannya satu sama lain di tanah, untuk kemudian seluruh menaranya didirikan dengan keran atau mesin pengangkat lain (winch). Cara ini tepat guna pemakaian dimana alat-alat pengangkat berat semacam itu mudah diadakan serta mudah dibawa ke tempat-tempat pendirian menara. Di daerah pegunungan yang sukar dicapai bagian-bagian menara diangkat dengan helikopter lalu disusun ditempat dimana akan didirikan.

## 2.5 Perhitungan Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor

- Perhitungan andongan dan tegangan tarik konduktor yang ditunjang oleh menara yang sama tinggi sebagai berikut:

$$S = H + \frac{a^2 G^2}{8H} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$h = \frac{a^2}{8C} \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan:

$$C = \frac{H}{G}, \text{ meter}$$

- Perhitungan andongan dan tegangan tarik konduktor yang ditunjang oleh menara yang berbeda tingginya:

$$h_s = \frac{a^2 + h^2}{8C} \dots\dots\dots(2.3)$$

## 2.6 Pengaruh Tekanan Angin

Berat spesifik dari kawat juga dipengaruhi tekanan yang ditimbulkan oleh angin. Dimana tekanan angina dianggap bekerja secara horisontal terhadap kawat sedangkan berat kawat itu sendiri dianggap bekerja secara vertikal. Resultan dari keduanya merupakan berat total spesifik dari kawat. Secara umum tekanan angin dinyatakan dengan rumus :

$$P = fpF$$

dengan:

$$P = \text{tekanan angin (kg)}$$

$$f = \text{factor bentuk}$$

$p$  = tekanan angin spesifik ( $\text{kg/mm}^2$ )

$$= v^2 / 16 \text{ (kg/mm)}$$

$v$  = kecepatan angina (m/detik)

$F$  = luas permukaan kawat yang tegak lurus dengan arah angin ( $\text{m}^2$ )

Oleh karena tekanan angin tidak merata maka digunakanlah suatu koefisien ketidak-samaan :  $d$  (di Indonesia di ambil  $d=0.75$ ) sehingga persamaan tersebut akan berubah menjadi :

$$P=fdpF$$

Nilai dari pada  $p$  akan bergantung dari tinggi kawat diatas permukaan tanah.

Besarnya nilai  $p$  dapat dilihat pada tabel 2.1:

**Tabel 2-1**  
**Tekanan Angin Spesifik**

| Tinggi Kawat di Atas Tanah (m) | P ( $\text{kg/m}^2$ ) | v (m/detik) |
|--------------------------------|-----------------------|-------------|
| 0-25                           | 60                    | 31          |
| 25-60                          | 70                    | 33,5        |
| 60-100                         | 90                    | 38          |
| 100-250                        | 115                   | 43          |
| 150-200                        | 130                   | 43,5        |

Sumber : Hutahuruk, "Transmisi Daya Listrik".

Besarnya faktor bentuk ( $f$ ) bergantung pada diameter kawat. Nilai faktor bentuk

( $f$ ) ini dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini:

**Tabel 2-2**  
**Faktor Bentuk**

| Diameter Kawat (mm) | Faktor Bentuk (f) |
|---------------------|-------------------|
| Sampai 12 mm        | 1,2               |
| 12-16 mm            | 1,1               |
| dias 16 mm          | 1,0               |

Sumber : Hutahuruk, "Transmisi Daya Listrik".

Untuk nilai F adalah sebesar panjang kawat x diameter kawat. Maka :

$$W_w = P.d \dots\dots\dots(2.4)$$

$$W_a = \sqrt{W^2 + (W_w)^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

dengan:

$W_w$  = Beban angin, kg/m

$W$  = Berat dari konduktor, kg/m

$W_a$  = Berat akhir dari konduktor, kg/m

## BAB III

### METODE *CATENARY* UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN KONDUKTOR PADA SUTET 500 kV

#### 3.1 Analisa Perhitungan Temperatur Konduktor Akibat Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran

Besarnya arus yang mengalir pada konduktor menyebabkan timbulnya rugi-rugi berupa panas. Hal ini menyebabkan suhu dari konduktor akan meningkat seiring dengan kenaikan arus beban pada konduktor tersebut. Untuk menghitung besarnya panas konduktor akibat dari kenaikan arus beban ini digunakan persamaan keseimbangan panas pada saluran transmisi udara yang menyatakan bahwa jumlah panas yang yang dibangkitkan dalam konduktor adalah sama dengan jumlah panas yang disebarkan. Oleh karena itu perlu dicari besarnya jumlah panas dari kedua ruas persamaan.

##### 3.1.1 Panas Yang Dibangkitkan Oleh Konduktor

Panas yang dibangkitkan oleh konduktor meliputi panas yang ditimbulkan oleh rugi-rugi listrik yaitu :

$$W_c = I^2 R_m \text{ (Watt/meter)} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan:

$I$  = arus penghantar (A)

$R_m$  = hambatan dari konduktor pada temperature maksimal ( $\Omega$ /meter)

$$= \frac{1 + \alpha t}{1 + 20\alpha} R_{20}$$



Selain itu juga akan timbul panas yang disebabkan oleh penyerapan panas dari matahari terhadap konduktor sebesar :

$$W_s = \alpha E \cdot dc \text{ (W/m)} \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan:

$\alpha$  – koefisien serap matahari

$\alpha = 1$ , untuk benda hitam;

$\alpha = 0.6$ , untuk konduktor baru

$E$  – intensitas radiasi matahari ( $1000 \sim 1500 \text{ W/m}^2$ )

$dc$  = diameter konduktor (m)

### 3.1.2 Penyebaran Panas Konduktor

Panas yang dibangkitkan dalam konduktor akan disebarkan secara radiasi dan konveksi. Panas yang disebarkan secara radiasi sesuai dengan hukum Stefan Boltzman yang menyatakan bahwa jumlah panas tersebar oleh radiasi berbanding pangkat empat dari suhu mutlak penghantar .

$$W_r = \tau \ell (T_c^4 - T_a^4) \pi dc \text{ (W/m)} \dots \dots \dots (3.3)$$

dengan:

$\tau$  = konstanta Stefan Boltzman ( $5.702 \times 10^{-8} \text{ Watt/m}^2$ )

$e$  = emisivitas relatif permukaan konduktor yang bernilai antara 0.2 -1.0

= 1, untuk benda hitam

= 0.5, untuk Al atau Cu teroksidasi

$T_c$  = temperatur konduktor ( $^{\circ}\text{K}$ )

=  $273 + t$

$T_a$  = temperatur sekeliling ( $^{\circ}\text{K}$ )

=  $273 + t_o$  .

Sehingga persamaan panas diatas dapat dituliskan menjadi:

$$W_e = 17,9 \times 10^{-8} \cdot e \cdot (T_c^4 - T_a^4) \cdot dc \dots\dots\dots (3.4)$$

Sementara itu panas yang disebarkan secara konveksi adalah:

$$W_k = 5.73 \sqrt{pVm/dc} \cdot \Delta t \text{ (W/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (3.5)$$

dengan:

$p$  = tekanan udara (atmosfir)

$V_m$  – kecepatan angin (m/detik)

$\Delta t$  = kenaikan temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )

$= t - t_a$

Apabila panjang konduktor memiliki luas  $\pi \cdot dc \text{ m}^2$ , maka :

$$W_k = 18 \cdot \Delta t \cdot \sqrt{pVm \cdot dc} \text{ (W/m)} \dots\dots\dots (3.6)$$

### 3.1.3 Persamaan Keseimbangan Panas

Persamaan keseimbangan panas menyatakan bahwa jumlah panas yang dibangkitkan dalam konduktor adalah sama dengan panas yang disebarkannya, oleh karena itu persamaan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$W_e + W_s = W_k + W_r \dots\dots\dots (3.7)$$

$$I^2 R + \alpha \cdot E \cdot dc = 18 \cdot \Delta t \sqrt{pVm \cdot dc} + 17,9 \times 10^{-8} \cdot e \cdot (T_c^4 + T_a^4) \cdot dc \dots\dots (3.8)$$

Dari persamaan (8) dapat diuraikan ke dalam bentuk persamaan polynomial orde empat untuk mencari besarnya temperatur konduktor  $T_c$ . Bentuk persamaan polynomial orde empat adalah:

$$C_3 \Delta t^4 + 4C_3 T_a \Delta t^3 + 6C_3 T_a^2 \Delta t^2 + (4C_3 T_a^3 + 18C_2) \Delta t - I^2 R - C_1 = 0 \dots (3.9)$$

dengan:

$$C_1 = \alpha.E.dc$$

$$C_2 = \sqrt{p.Vm.dc}.$$

$$C_3 = 17.9 \times 10^{-8}.c$$

Persamaan tersebut dapat digunakan untuk menentukan temperatur kerja konduktor sebagai akibat perubahan arus saluran.

### 3.2 Perhitungan Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor

Tegangan tarik horizontal konduktor dapat diketahui dari persamaan (10) dibawah ini :

$$(f_2)^2 \{f_2 - [K - (\alpha \times t \times E)]\} = M \dots\dots\dots(3.10)$$

$$K = f_1 - \frac{\delta^2 \times q_1^2 \times s^2 \times E}{24 \times f_1^2} \dots\dots\dots(3.11)$$

$$M = \frac{\delta^2 \times q_1^2 \times s^2 \times E}{24 \times f_1^2} \dots\dots\dots(3.12)$$

$$\delta = \frac{W}{A} \dots\dots\dots(3.13)$$

$$q_1 = \frac{W_a}{W} \dots\dots\dots(3.14)$$

$$f_1 = \frac{T}{A} \dots\dots\dots(3.15)$$

dengan:

W – berat dari konduktor (kg/m).

A = Luas penampang konduktor (mm<sup>2</sup>).

W<sub>a</sub> = berat akhir dari konduktor (kg/m).

T = tegangan atau *tension* (Kg).

$s$  = jarak antar menara (m).

$E$  = Modulus elastis ( $\text{kg/mm}^2$ ).

Selanjutnya dapat dihitung tegangan tarik konduktor sebagai berikut:

- Menara yang sama tingginya.

Untuk mencari perhitungan andongan dan tegangan tarik dari 2 menara transmisi yang sama tingginya adalah sebagai berikut :

$$T = f_2 \times A \dots\dots\dots(3.16)$$

$$d = \frac{W \times s^2}{8T} \dots\dots\dots(3.17)$$

$$L = s \left[ 1 + \frac{1}{24} \left( \frac{W \times s^2}{T} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(3.18)$$

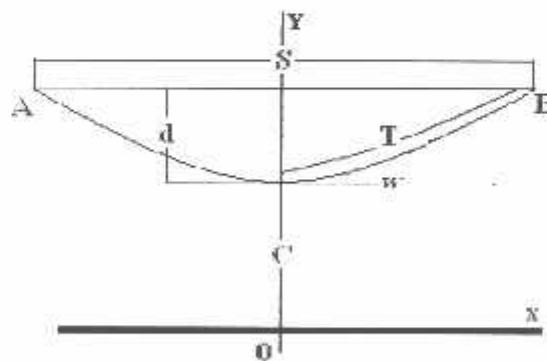
$$T_{AB} = T \left[ 1 + \frac{1}{8} \left( \frac{W \times s}{T} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(3.19)$$

dengan:

$d$  = andongan (m).

$L$  = panjang konduktor (m).

$T_{AB}$  = tegangan tarik horisontal (Kg).



**Gambar 3-1**  
**Menara Sama Tinggi**



3.3 Perhitungan Span Equivalen

Mengingat panjang span dari masing-masing menara tidak sama, maka span equivalen dihitung dengan menggunakan metoda *Ruling Span* yaitu :

$$Le = \sqrt{\left( \frac{L1^3 + L2^3 + L3^3 + ..... + Ln^3}{L1 + L2 + L3 + ..... + Ln} \right)} .....(3.28)$$

dengan:

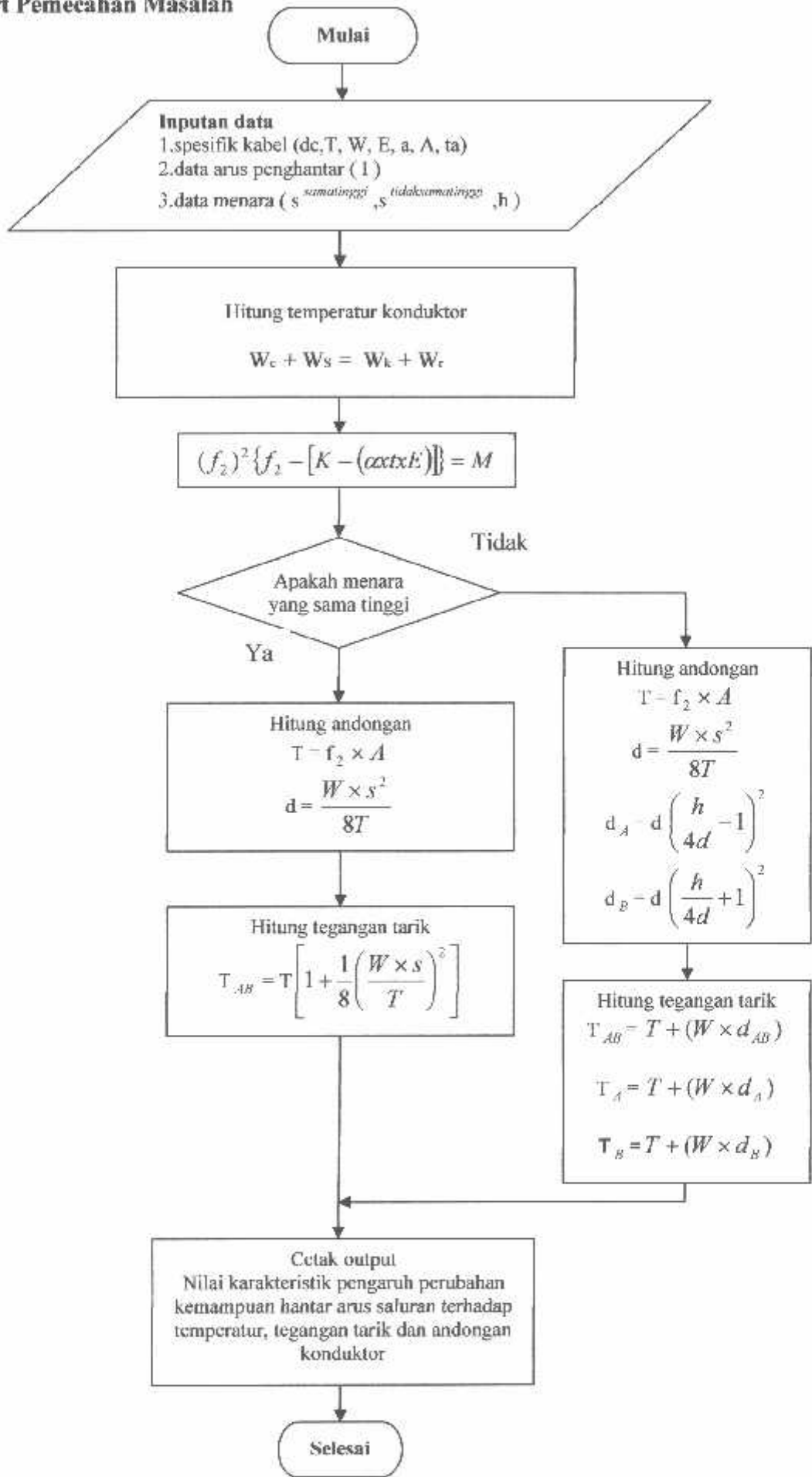
- Ln = panjang span ke-n
- Le = panjang span equivalent

3.4 Algoritma Pemecahan Masalah

Langkah-langkah algoritma pemecahan masalah menggunakan Matlab 7.0 adalah sebagai berikut :

1. Mulai
2. Memasukan inputan data berupa data kabel dan data rugi-rugi listrik
3. Menghitung temperatur konduktor akibat perubahan arus saluran dengan menggunakan persamaan keseimbangan panas
4. Apakah kedua menara transmisi sama tinggi *jika Tidak* gunakan perhitungan dengan dua menara tidak sama tinggi, *jika Ya* gunakan perhitungan dengan dua menara sama tinggi
5. Menghitung andongan konduktor yang dipengaruhi oleh arus saluran
6. Menghitung tegangan tarik konduktor yang dipengaruhi oleh arus saluran
7. Cetak output
8. Selesai

Flowchart Pemecahan Masalah



Gambar 3-3  
Flowchart Pemecahan Masalah

## **BAB IV**

### **ANALISA PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TERHADAP TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI**

SUTET adalah fasilitas penyaluran daya listrik antara gardu induk melalui konduktor dengan tegangan kerja 500 kV. Pada SUTET Paiton-Kediri menggunakan konduktor ACSR jenis Gannet 4 x 392,84 mm<sup>2</sup> sepanjang 210,35 km.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam SUTET adalah sebagai berikut:

#### **4.1 Rute**

Pada SUTET 500 kV Paiton-Kediri sepanjang 210,35 km melewati :

- Perumahan
- Jalan raya
- Sawah
- Perkebunan tebu
- Tegalan
- Pabrik

#### **4.2 Menara transmisi**

Berdasarkan referensi hasil survey yang dilakukan oleh pihak PLN dan konsultan type-type menara yang digunakan adalah sebagai berikut:

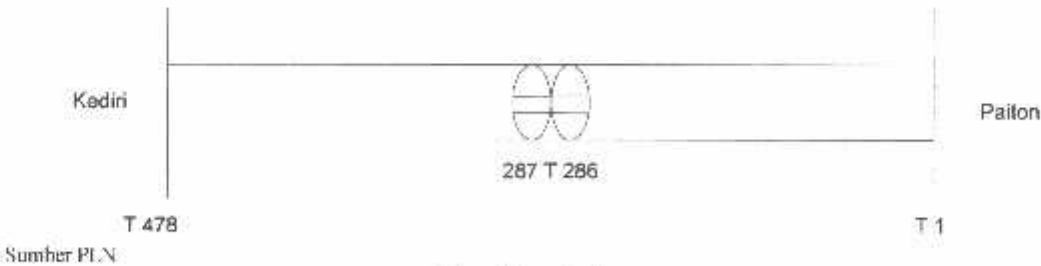


**Tabel 4-1**  
**Jumlah Menara SUTET 500 kV di Paiton-Kediri**

| Tipe<br>Menara | Ketinggian dan Jumlah Menara<br>(meter/set) |     |     |     |     |      |      |      |
|----------------|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
|                | H-3                                         | H+0 | H+3 | H+6 | H+9 | H+12 | H+15 | H+18 |
|                |                                             |     |     |     |     |      |      |      |
| AA             | 26                                          | 68  | 96  | 140 | 57  | 21   | 7    | -    |
| BB             | 4                                           | 9   | 11  | 28  | -   | -    | -    | -    |
| CC             | 1                                           | 3   | 4   | 2   | -   | -    | -    | -    |
| DD             | 2                                           | 4   | 3   | 1   | -   | -    | -    | -    |
| EE             | -                                           | 1   | -   | -   | -   | -    | -    | -    |
| FF             | -                                           | 5   | -   | 1   | -   | -    | -    | -    |
| GG             | -                                           | -   | 2   | -   | -   | -    | -    |      |

Jumlah keseluruhan dari tower yang terpasang pada SUTET 500 kV di Paiton-Kediri ialah 489 tower, yang terbagi menjadi dua wilayah unit pelayanan transmisi sebagai berikut :

- 1. Wilayah UPT Probolinggo (Tower 1-287) = 287 tower + 2 senandang penurun.
- 2. Wilayah UPT Kediri (Tower 287-478) = 207 tower

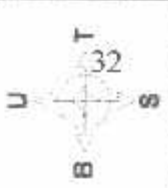


**Gambar 4-1**  
**Skema Tower yang terpasang pada SUTET 500 kV Paiton-Kediri**

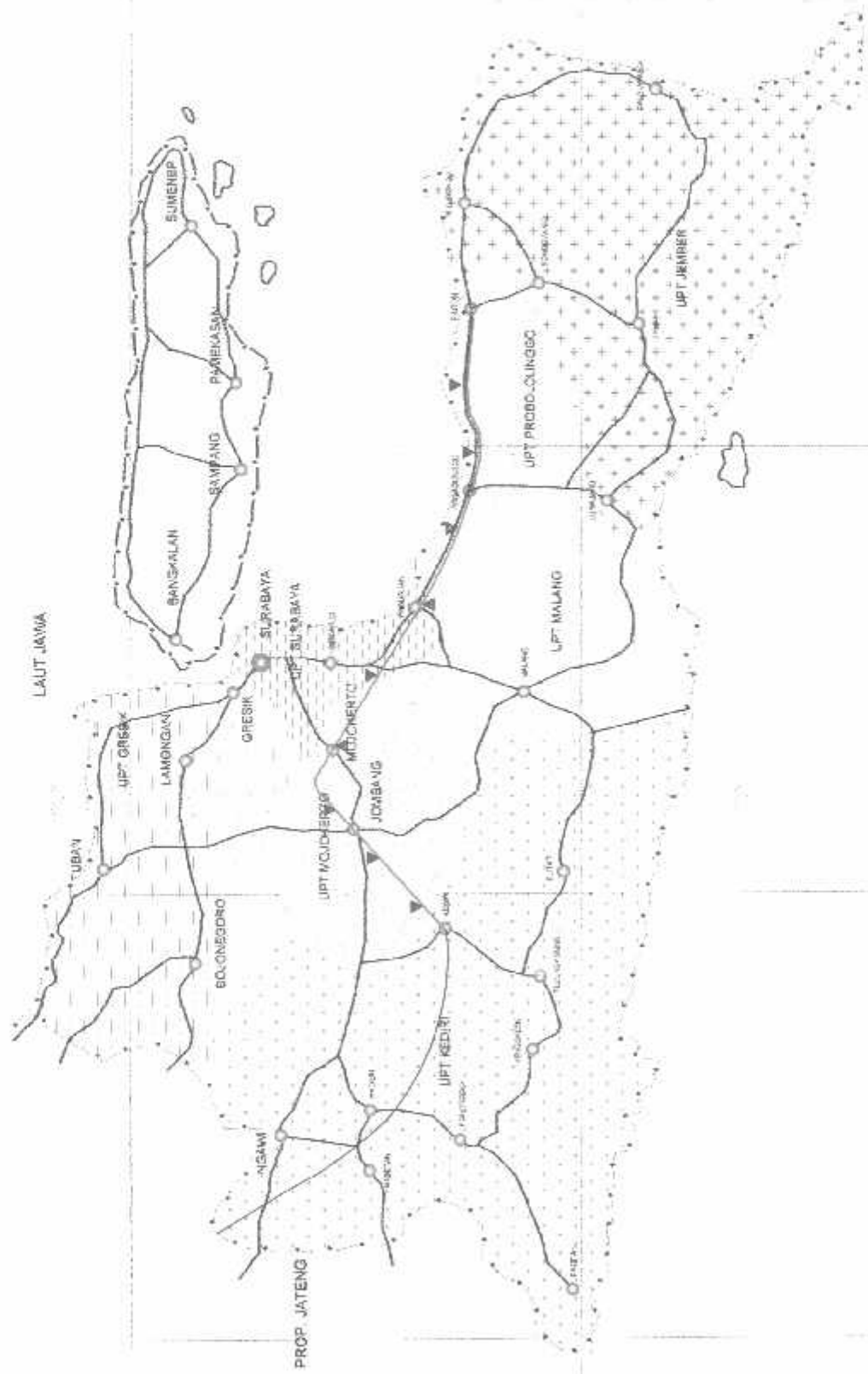
Keterangan

- Selatan provinsi
- Jalan
- JPT Jember
- JPT Probolinggo
- JPT Malang
- JPT Kediri
- JPT Mojokerto
- JPT Surabaya
- JPT Gresik
- Titik Tower 500 KV
- Jaringan Transmisi 500 KV

Insert Peta :



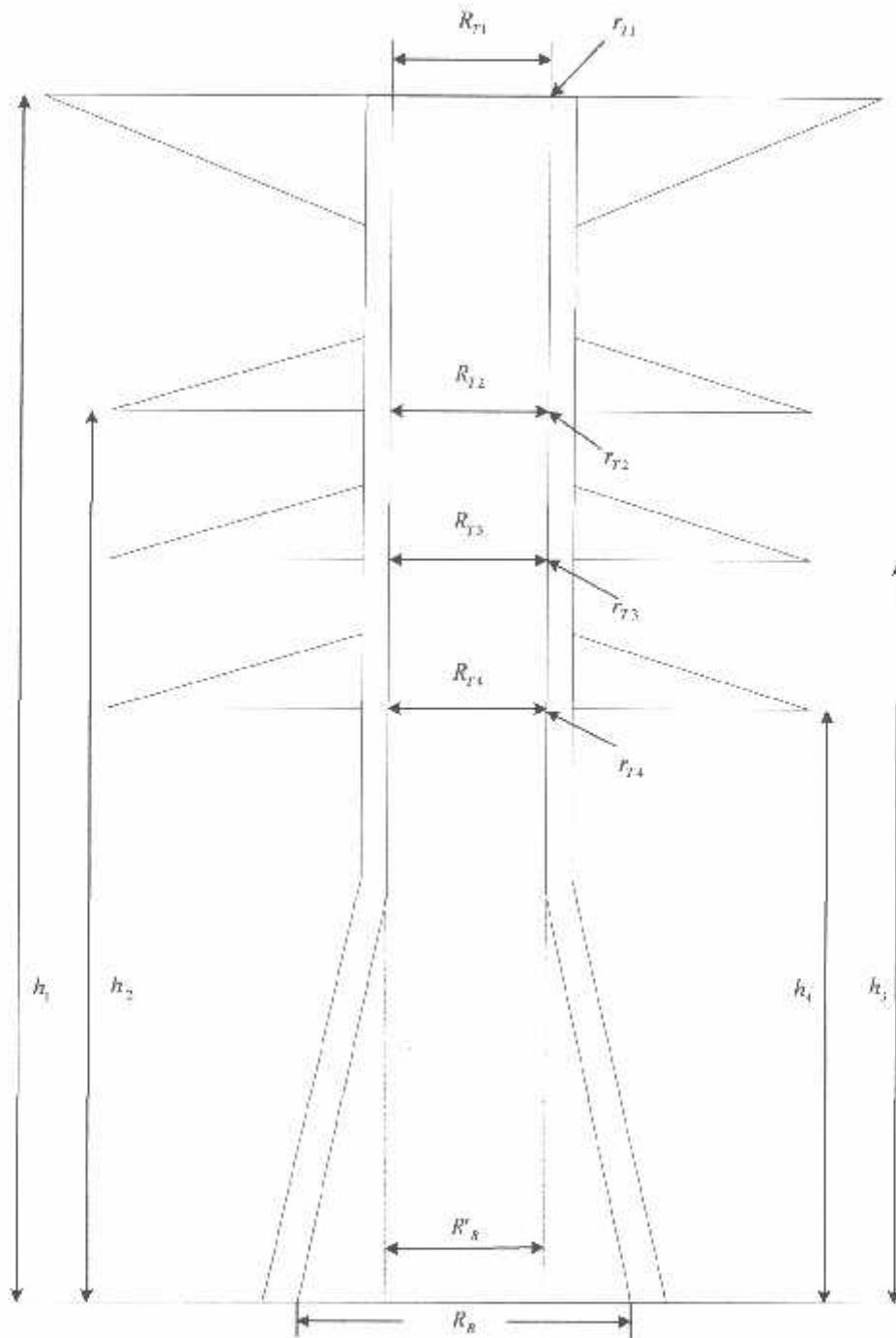
SKALA  
1 : 3.000.000



# JAWA TIMUR

Gambar 4-2 Peta Persebaran Tower 500 kV Palton-Kediri

Untuk melakukan perhitungan andongan dan tegangan tarik dari konduktor pada menara transmisi diperlukan data-data yang terlihat pada gambar sebagai berikut



**Gambar 4-3**  
**Skema Menara Transmisi**



Tipe Menara AA Ukuran dalam Meter (sambungan)

| Bagian Menara | H-3   | H-0   | H+3   | H+6   | H+9   | H+12  | H+15  | H+18  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $R_{T1}$      | 2.45  | 2.45  | 2.45  | 2.45  | 2.45  | 2.45  | 2.45  | 2.45  |
| $h_2$         | 50.29 | 53.29 | 56.29 | 59.29 | 62.29 | 65.29 | 68.29 | 71.29 |
| $r_{T2}$      | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  | 0.23  |
| $R_{T2}$      | 2.85  | 2.85  | 2.85  | 2.85  | 2.85  | 2.85  | 2.85  | 2.85  |
| $h_3$         | 37.99 | 40.99 | 43.99 | 46.99 | 46.99 | 49.99 | 52.99 | 55.99 |
| $r_{T3}$      | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  | 0.26  |
| $R_{T3}$      | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   | 3.3   |
| $h_4$         | 25.59 | 28.59 | 31.59 | 34.59 | 37.59 | 40.59 | 43.59 | 46.59 |
| $r_{T4}$      | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   |
| $R_{T4}$      | 3.8   | 3.8   | 3.8   | 3.8   | 3.8   | 3.8   | 3.8   | 3.8   |
| $r_B$         | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   | 0.2   |
| $R_B$         | 11.27 | 11.27 | 11.27 | 11.27 | 11.27 | 11.27 | 11.27 | 11.27 |
| $R'_B$        | 5.5   | 5.5   | 5.5   | 5.5   | 5.5   | 5.5   | 5.5   | 5.5   |

Sumber : Data dari PLN

Tabel 4-3  
Tipe Menara BB-CC Ukuran dalam Meter

| Bagian Menara | H-3  | H+0  | H+3  | H+6  | H+9  | H+12 | H+15 | H+18 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $h_1$         | 66.8 | 69.8 | 72.8 | 75.8 | 78.8 | 81.8 | 84.8 | 87.8 |
| $r_{T1}$      | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| $R_{T1}$      | 3.5  | 3.5  | 3.5  | 3.5  | 3.5  | 3.5  | 3.5  | 3.5  |
| $h_2$         | 55.3 | 58.3 | 61.3 | 64.3 | 67.3 | 70.3 | 73.3 | 76.3 |
| $r_{T2}$      | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| $R_{T2}$      | 4.5  | 4.5  | 4.5  | 4.5  | 4.5  | 4.5  | 4.5  | 4.5  |
| $h_3$         | 43.8 | 46.8 | 49.8 | 52.8 | 55.8 | 58.8 | 61.8 | 64.8 |

Tipe Menara BB-CC Ukuran dalam Meter (sambungan)

| Bagian Menara | H-3  | H+0  | H+3  | H+6  | H+9  | H+12 | H+15 | H+18 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $r_{T3}$      | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 |
| $R_{T3}$      | 5.3  | 5.3  | 5.3  | 5.3  | 5.3  | 5.3  | 5.3  | 5.3  |
| $h_4$         | 32.3 | 35.3 | 38.3 | 41.3 | 44.3 | 47.3 | 50.3 | 53.3 |
| $r_{T4}$      | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| $R_{T4}$      | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    |
| $r_B$         | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 |
| $R_B$         | 30.1 | 30.1 | 30.1 | 30.1 | 30.1 | 30.1 | 30.1 | 30.1 |
| $R'_B$        | 7    | 7    | 7    | 7    | 7    | 7    | 7    | 7    |

Sumber : Data dari PLN

Tabel 4-4  
Tipe Menara DD-EE-FF Ukuran dalam Meter

| Bagian Menara | H-3   | H+0   | H+3   | H+6   | H+9   | H+12  | H+15  | H+18  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $h_1$         | 68.15 | 71.15 | 74.15 | 77.15 | 80.15 | 83.15 | 86.15 | 89.15 |
| $r_{T1}$      | 0.12  | 0.12  | 0.12  | 0.12  | 0.12  | 0.12  | 0.12  | 0.12  |
| $R_{T1}$      | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     |
| $h_2$         | 55.3  | 58.3  | 61.36 | 64.3  | 67.3  | 70.3  | 73.3  | 76.3  |
| $r_{T2}$      | 0.16  | 0.16  | 0.16  | 0.16  | 0.16  | 0.16  | 0.16  | 0.16  |
| $R_{T2}$      | 5.03  | 5.03  | 5.03  | 5.03  | 5.03  | 5.03  | 5.03  | 5.03  |
| $h_3$         | 43.8  | 46.8  | 49.8  | 52.8  | 55.8  | 58.8  | 61.8  | 64.8  |
| $r_{T3}$      | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  | 0.22  |
| $R_{T3}$      | 5.8   | 5.8   | 5.8   | 5.8   | 5.8   | 5.8   | 5.8   | 5.8   |
| $h_4$         | 32.3  | 35.3  | 38.3  | 41.3  | 44.3  | 47.3  | 50.3  | 53.3  |
| $r_{T4}$      | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  | 0.39  |
| $R_{T4}$      | 6.7   | 6.7   | 6.7   | 6.7   | 6.7   | 6.7   | 6.7   | 6.7   |

Tipe Menara DD-EE-FF Ukuran dalam Meter (sambungan)

| Bagian Menara | H-3  | H+0  | H+3  | H+6  | H+9  | H+12 | H+15 | H+18 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $r_n$         | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| $R_B$         | 33.1 | 33.1 | 33.1 | 33.1 | 33.1 | 33.1 | 33.1 | 33.1 |
| $R'_B$        | 7.09 | 7.09 | 7.09 | 7.09 | 7.09 | 7.09 | 7.09 | 7.09 |

Sumber : Data dari PLN

4.3 Konduktor

Perlu diketahui bahwa panjang SUTET 500 kV Paiton-Kediri berdasarkan survey yang dilaksanakan oleh pihak PLN berjarak 210,35 km. sedangkan konduktor yang digunakan adalah jenis konduktor ACSR Gannet.

Data teknis mengenai konduktor ACSR Gannet yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Panjang sirkit : 4 x 392,84 mm<sup>2</sup>.
- Panjang rute : 210,35 km.
- Jenis : ACSR Gannet.
- Diameter konduktor : 25,76 mm.
- Luas penampang : 392,84 mm<sup>2</sup>.
- Ratio AL/Steel : 26/7.
- Material : Kombinasi alumunium dengan baja.
- Diameter Alumunium : 4,07 mm.
- Diameter Baja : 3,16 mm.
- Tegangan kawat :2390 kg.
- Jumlah per-fasa : 4.

- Jumlah *spancer* per-fasa : 8.
- Jarak gawang rata-rata : 350 m.
- Berat per-kilometer :1632,9 kg.
- Tahanan maksimal/km/20°C : 0,084249 ohm.
- Modulus elastis :  $8,538 \times 10^3 \text{ kg/mm}^2$ .

4.4 Andongan

Konduktor yang direntangkan pada dua buah menara akan menyebabkan terjadinya andongan di mana dari andongan ini akan dipengaruhi oleh :

- Jarak antara menara (span).
- Berat konduktor.
- Temperatur dan angin.
- Tinggi menara.

Adapun data mengenai jarak antara menara (span) yang digunakan untuk sampel perhitungan andongan dan tegangan tarik konduktor yaitu tower 147-148 untuk perhitungan sama tinggi dan tower 169-170 untuk perhitungan tidak sama tinggi yang terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4-5  
Karakteristik SUTET 500 kV Paiton-Kediri

| Nomor Menara | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan      | Lokasi   |
|--------------|-------------|------------|-----------------|----------|
| 147-148      | AA+3        | 417.5      | UPT PROBOLINGGO | Sumendi  |
| 169-170      | AA+3        | 455.00     | UPT PROBOLINGGO | Sebalong |

Sumber : Data dari PLN



Setelah memperoleh data-data, maka proses perhitungan pengaruh perubahan kemampuan hantar arus saluran konduktor terhadap tegangan tarik dan andongan pada menara transmisi SUTET 500 kV di Paiton-Kediri dengan panjang route 210,35 km. Dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus yang terdapat di bab 3.

#### 4.5 Perhitungan Temperatur konduktor Akibat Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran

Persamaan keseimbangan panas pada saluran transmisi udara menyatakan bahwa jumlah panas yang dibangkitkan dalam konduktor adalah sama dengan jumlah panas yang disebarkan.

Persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

$$W_c + W_s = W_k + W_r$$

Data konduktor yang akan dihitung adalah sebagai berikut :

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| Type konduktor      | : ACSR Gannet.             |
| Diameter konduktor  | : 25,76 mm.                |
| Arus                | : 500 ampere.              |
| $\alpha_{20^\circ}$ | : 0,00403 ohm/ $^\circ$ C. |
| c                   | : 0,5.                     |
| $t_a$               | : 40 $^\circ$ C.           |
| p                   | : 1 atm.                   |
| Vm                  | : 10 ms <sup>-1</sup> .    |

Setelah mendapatkan data-data yang lengkap seperti tersebut dai atas maka dapat dihitung :

- Panas yang ditimbulkan oleh rugi-rugi listrik.

$$W_e = I^2 R_m$$

$$R_m = \frac{1 + \alpha t}{1 + 20\alpha} R_{20}$$

$$= \frac{1 + (0,00403 \times t)}{1 + (20 \times 0,00403)} \times (8,4249 \times 10^{-5})$$

$$= 7,797 \times 10^{-5} (1 + 0,00403t) \text{ ohm/m.}$$

$$W_e = (500)^2 \times [7,797 \times 10^{-5} (1 + 0,00403t)].$$

$$= 19,5 (1 + 0,00403t) \text{ Watt/m.}$$

- Panas yang ditimbulkan oleh penyerapan panas dari matahari.

$$W_s = \alpha \cdot E \cdot dc$$

$$= 0,6 \times 1000 \times 0,02576$$

$$= 15,456 \text{ Watt/m.}$$

- Panas yang disebarkan secara konveksi.

$$W_k = 18 \cdot \Delta t \cdot \sqrt{p \cdot V \cdot m \cdot dc}$$

$$= 18 \times (t - 40) \sqrt{1 \times 10 \times 0,02576}$$

$$= 9,14 (t - 40) \text{ Watt/m.}$$

- Panas yang disebarkan secara radiasi.

$$W_r = 17,9 \times e \times \left[ \left( \frac{273 + t_c}{100} \right)^4 - \left( \frac{273 + t_a}{100} \right)^4 \right] dc$$

$$= 17,9 \times 0,5 \times \left[ \left( \frac{273 + t_c}{100} \right)^4 - \left( \frac{273 + t_a}{100} \right)^4 \right] \times 0,02576$$

$$= 0,230552 \left\{ \left[ \frac{273 + t}{100} \right]^4 - [95,98] \right\} \text{ Watt/m.}$$

Maka,

$$W_c + W_s = W_k + W_r$$

$$19,5(1 + 0,00403t) + 15,456 = 9,14(t - 4) + 0,230552 \left\{ \left[ \frac{273+t}{100} \right]^4 - [95,98] \right\}$$

$$19,5 + 0,07878585t + 15,456 = 9,14t - 365,6 + [(0,230552 \times 10^{-8}) \times (273 + t)^4 - 22,128]$$

$$34,96 + 0,078585t = 9,14t + [(0,0230552 \times 10^{-8}) \times (273 + t)^4 - 387,728]$$

$$(273 + t^4) = (1833,37 - 9,061415t) \times 10^8$$

Dari persamaan diatas dapat diuraikan ke dalam bentuk polynomial orde empat untuk mencari besarnya temperature konduktor  $T_c$ .

Bentuk persamaan polynomial orde empat adalah sebagai berikut :

$$C_1 \Delta t^4 + 4C_3 T_a \Delta t^3 + 6C_3 T_a^2 \Delta t^2 + (4C_3 T_a^3 + 18C_2) \Delta t - I^2 R - C_1 = 0$$

di mana :

$$C_1 = \alpha \cdot E \cdot dc$$

$$C_2 = \sqrt{p \cdot Vm \cdot dc}$$

$$C_3 = 17.9 \times 10^{-8} \cdot e$$

Dengan data sebagai berikut :

$$\alpha = 0,6.$$

$$E = 1000 \text{ W/m}^2.$$

$$dc = 0,02576 \text{ m.}$$

$$p = 1 \text{ atm.}$$

$$T_a = 40^\circ \text{C}$$

Persamaan tersebut dapat digunakan untuk menentukan temperatur kerja dari konduktor sebagai akibat perubahan arus saluran. Maka akan didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} C_1 &= \alpha \cdot E \cdot dc \\ &= 0,6 \times 1000 \times 0,02576 \\ &= 15,456 \text{ Watt/m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2 &= \sqrt{pVm \cdot dc} \\ &= \sqrt{1 \times 10 \times 0,02576} \\ &= 0,5075 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_3 &= 17,9 \times 10^{-8} \cdot e \\ &= 17,9 \times 10^{-8} \times 0,5 \\ &= 8,95 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4C_1 &= 4 \times 17,9 \times 10^{-8} \cdot e \cdot Ta \\ &= 4 \times 17,9 \times 10^{-8} \times 0,5 \times 40 \\ &= 1,432 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6C_2 \cdot Ta^2 &= 6 \times 17,9 \times 10^{-8} \cdot e \cdot Ta^2 \\ &= 6 \times 17,9 \times 10^{-8} \times 0,5 \times (40)^2 \\ &= 8,592 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4C_3 \cdot Ta^3 + 18C_2 &= [4 \times 17,9 \times 10^{-8} \cdot e \cdot Ta^3] + [18 \times 0,5075] \\ &= 9,157915 \end{aligned}$$

Maka bentuk polinomialnya adalah sebagai berikut

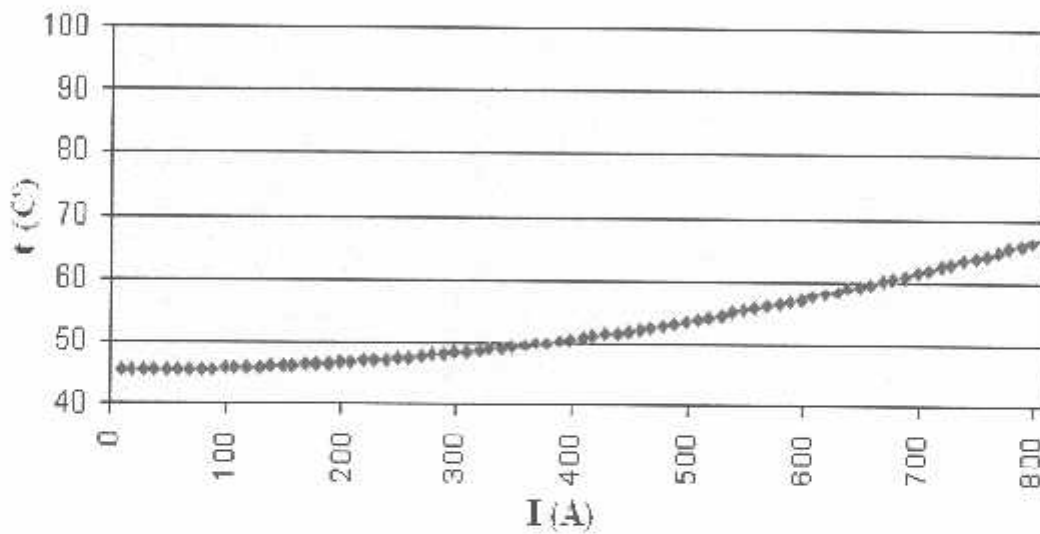
$$C_3 \Delta t^4 + 4C_3 T_a \Delta t^3 + 6C_3 T_a^2 \Delta t^2 + (4C_3 T_a^3 + 18C_2) \Delta t - I^2 R - C_1 = 0$$

$$8,95 \times 10^{-8} \Delta t^4 + 1,432 \times 10^{-5} \Delta t^3 + 8,592 \times 10^{-4} \Delta t^2 + 9,157915$$

$$\Delta t - 39,67 = 0$$

Dari bentuk persamaan polinomial orde empat tersebut akan didapatkan grafik yang menyatakan hubungan pengaruh perubahan kemampuan hantar arus saluran terhadap temperatur dari konduktor sebagai berikut :

Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Temperatur Konduktor



**Gambar 4-4**  
**Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Temperatur Konduktor**

Panas yang dibangkitkan oleh konduktor dipengaruhi oleh temperatur dan rugi-rugi listrik sebagai akibat mengalirnya arus pada konduktor. Perhitungan awal dalam penelitian ini adalah menggunakan konduktor jenis ACSR dengan data spesifik sesuai dengan yang ada di lapangan yaitu 392.84 mm<sup>2</sup>.

#### 4.6 Perhitungan Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor

- Perhitungan andongan dan tegangan tarik konduktor yang ditunjuk oleh menara yang sama tingginya :

Dalam hal perhitungan andongan dan tegangan tarik konduktor yang ditunjang oleh menara yang sama tingginya, maka akan diambil suatu data tunggal yakni data pada menara transmisi nomor 147 dan 148 dengan data sebagai berikut :

- ❖ Menara 147 mempunyai type menara AA-3
- ❖ Menara 148 mempunyai type menara AA-3
- ❖ Selisih ketinggian di antara kedua menara tersebut adalah 0 (nol)
- ❖ Jara menara di antara keduanya (*span*) adalah 417,5 m.

Setelah mendapatkan data-data yang telah tersebut di atas maka dapat dihitung tegangan tarik dan andongan konduktor dengan menggunakan persamaan (2.1) dan (2.2) sebagai berikut :

$$S = H + a^2G^2/8H$$

Data yang diketahui adalah sebagai berikut :

$$S = 2390 \text{ N.}$$

$$a = 417,5 \text{ m.}$$

$$G = 1,6329 \text{ kg/m.}$$

Maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$2390 = H + \{[(417,5)^2 \times (1,6329)^2] / [8H]\}$$

$$H = 2365,439894 \text{ kg/m.}$$

Sehingga tegangan tarik horisontalnya adalah sebesar 2365,439894 kg/m.

$$b = \frac{a^2}{8C}$$

di mana

$$\begin{aligned}
 C &= H/G \\
 &= \frac{2365,439894}{1,6329} \\
 &= 1448,612832 \text{ m.} \\
 b &= \frac{(417,5)^2}{8 \times 1448,612832} \\
 &= 15,0408 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

Jadi besar andongan yang terjadi pada jarak kedua menara tersebut adalah sebesar 15,0408 meter.

- Perhitungan andongan dan tegangan tarik konduktor yang ditunjang oleh menara yang berbeda tingginya :

Dalam hal perhitungan andongan dan tegangan tarik konduktor yang ditunjang oleh menara yang berbeda tingginya, maka akan diambil suatu data tunggal yakni data pada menara transmisi nomor 169 dan 170 dengan data sebagai berikut :

- ❖ Menara 169 mempunyai type menara AA+3 dengan tinggi menara 31,59 m.
- ❖ Menara 170 mempunyai type menara BB+6 dengan tinggi menara 41,3 m.
- ❖ Selisih ketinggian di antara kedua menara tersebut adalah 9,71 m.
- ❖ Jarak menara di antara keduanya (*span*) adalah 455 m.

Setelah mendapatkan data-data yang telah tersebut di atas maka dapat dihitung tegangan tarik dan andongan konduktor dengan menggunakan persamaan (2.3) sebagai berikut :

$$b_s = \frac{a^2 + h^2}{8C}$$

Dari data diketahui bahwa :

$$a = 455 \text{ m.}$$

$$h = 9,71 \text{ m.}$$

maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} b_s &= \frac{(455)^2 + (9,71)^2}{8 \times 1457,186194} \\ &= 17,76 \end{aligned}$$

Jadi besar andongan yang terjadi pada jarak antara kedua menara tersebut adalah sebesar 17,76 meter.

#### **4.7 Perhitungan Pengaruh Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor**

Sebelum melakukan proses menghitung pengaruh perubahan arus saluran terhadap tegangan tarik horisontal dan andongan konduktor maka diperlukan data- data sebagai berikut :

|                    |                                                 |
|--------------------|-------------------------------------------------|
| Luas penampang     | : 392,84 mm <sup>2</sup> .                      |
| Diameter konduktor | : 25,76 mm.                                     |
| Modulus elastis    | : 8,538 x 10 <sup>-6</sup> kg/mm <sup>2</sup> . |
| Koefisien linier   | : 18,9 x 10 <sup>6</sup> /°C.                   |
| Tegangan kawat     | : 2390 Kg.                                      |
| Temperatur minimum | : 10°C.                                         |
| Tekanan angin      | : 10 kg/m <sup>2</sup> .                        |
| Berat konduktor    | : 1,6329 kg/m.                                  |



- Menara yang sama tingginya

Menara nomor 147 : AA-3

Menara nomor 148 : AA-3

Jarak antara menara : 415,7 m.

Untuk suhu 40°C maka :

$$\begin{aligned}\text{Beban angin } (W_w) &= P.d \\ &= 10 \times 25,76 \times 10^{-3} \\ &= 0,2576 \text{ kg/m.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban akhir } (W_a) &= \sqrt{(W)^2 + (W_w)^2} \\ &= 1,65309 \text{ kg/m.}\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai tegangan tarik horisontal dan andongan dari konduktor maka akan digunakan :

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{W}{A} \\ &= \frac{1,6329}{392,84} \\ &= 4,1567 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}g_1 &= \frac{W_a}{W} \\ &= \frac{1,65309}{1,6329} \\ &= 1,0124\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_1 &= \frac{T}{A} \\ &= \frac{2390}{392,84}\end{aligned}$$

$$= 6,0839 \text{ kg/mm}^2.$$

$$t = 40^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}$$

$$= 30^\circ\text{C}$$

$$K = f_1 \cdot \frac{\delta^2 \times q_1^2 \times s^2 \times E}{24 \times f_1^2}$$

$$= 6,0839 \cdot \frac{(4,1567 \times 10^{-3})^2 \times (1,0124)^2 \times (415,7)^2 \times (8,538 \times 10^3)}{24 \times (6,0839)^2}$$

$$= -23,3293$$

$$M = \frac{\delta^2 \times q_1^2 \times s^2 \times E}{24}$$

$$= \frac{(4,1567 \times 10^{-3})^2 \times (1,0124)^2 \times (415,7)^2 \times (8,538 \times 10^3)}{24}$$

$$= 1088,6959$$

Lalu,

$$(f_2)^2 \{f_2 - [K - (\alpha \times t \times E)]\} = M$$

$$(f_2)^2 \{f_2 - [-23,3293 - (18,9 \times 10^{-6} \times 30 \times 8,538 \times 10^3)]\} = 1088,6959$$

$$f_2 = 5,6716$$

Sehingga,

$$T = f_2 \times A$$

$$= 5,6716 \times 392,84$$

$$= 2228,0313 \text{ Kg.}$$

$$d = \frac{W \times s^2}{8T}$$

$$= \frac{(1,6329) \times (415,7)^2}{8 \times 2228,0313}$$

$$= 15,831 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} L &= s \left[ 1 + \frac{1}{24} \left( \frac{W_{xs}}{T} \right)^2 \right] \\ &= 415,7 \left[ 1 + \frac{1}{24} \left( \frac{1,6329 \times 415,7}{2228,0313} \right)^2 \right] \\ &= 417,3077 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{AB} &= T \left[ 1 + \frac{1}{8} \left( \frac{W_{xs}}{T} \right)^2 \right] \\ &= 2228,0313 \left[ 1 + \frac{1}{8} \left( \frac{1,6329 \times 415,7}{2228,0313} \right)^2 \right] \\ &= 2253,8817 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Pada kondisi suhu 30°C :

$$d = 15,7851 \text{ m.}$$

$$L = 419,0915 \text{ m.}$$

$$T_{AB} = 2279,7 \text{ Kg.}$$

Pada kondisi suhu 60°C :

$$d = 16,8371 \text{ m.}$$

$$L = 419,3107 \text{ m.}$$

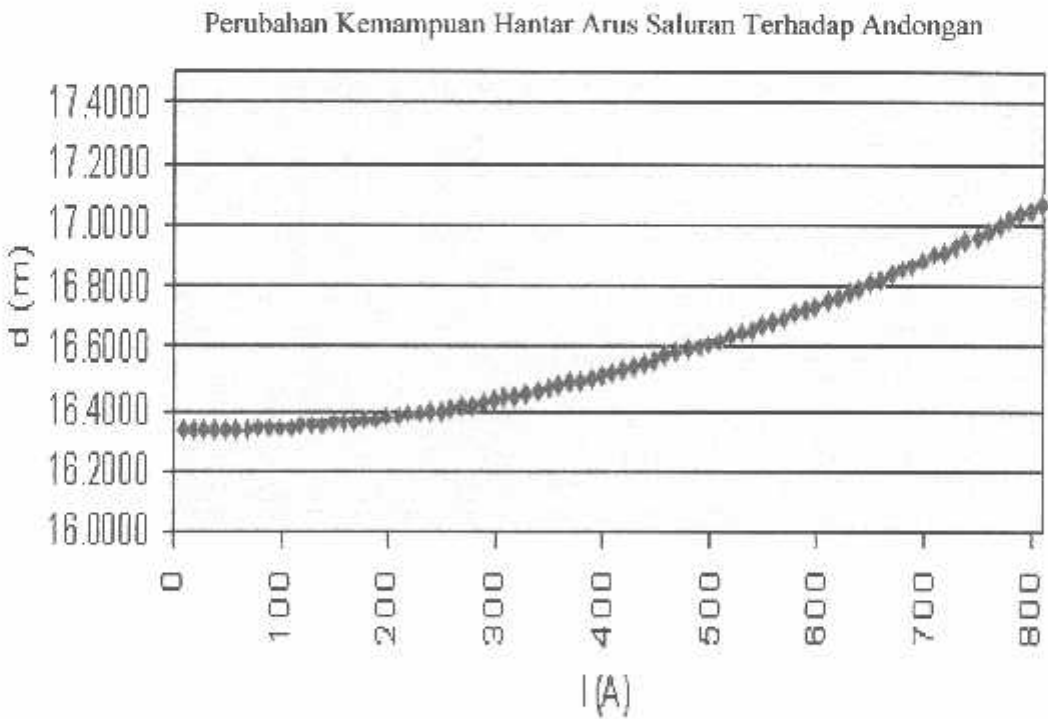
$$T_{AB} = 2140,6 \text{ Kg.}$$

Jika dibuat tabelnya adalah sebagai berikut :

| No<br>Menara | Span<br>(m) | Suhu<br>(°C) | Andongan<br>(m) | Panjang<br>Konduktor<br>(m) | Tension<br>(Kg) |
|--------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| 147-148      | 415,7       | 30           | 15.7851         | 419.0915                    | 2279,7          |
|              |             | 40           | 15,831          | 417,3077                    | 2253.8817       |
|              |             | 60           | 16.8371         | 419.3107                    | 2140,6          |

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa semakin besar span dan suhunya maka andongan akan bertambah besar sedangkan tegangan tarik horisontalnya akan semakin berkurang.

Grafik akibat perubahan arus saluran konduktor terhadap andongan konduktor adalah sebagai berikut :



Gambar 4-5  
Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Andongan Konduktor

Perubahan kemampuan hantar arus saluran akan mengakibatkan berubahnya andongan konduktor. Apabila arus saluran bertambah besar maka akan mengakibatkan andongan pada konduktor akan besar pula.

Dengan mempertimbangkan batas temperature maksimum yang diizinkan untuk jenis konduktor tersebut yaitu 90°C maka besar andongan maksimum yang dicapai pada nilai 17.8392 meter.

- Menara yang tidak sama tingginya.

Menara nomor 169 : AA+3

Menara nomor 170 : BB+6

Jarak antara menara : 455 m

Selisih ketinggiannya : 9,71 m.

Untuk suhu 40°C maka :

$$\begin{aligned}
 K &= f_1 - \frac{\delta^2 \times q_1^2 \times s^2 \times E}{24 \times f_1^2} \\
 &= 6,0839 - \frac{(4,1567 \times 10^{-3})^2 \times (1,0124)^2 \times (455)^2 \times (8,538 \times 10^3)}{24 \times (6,0839)^2} \\
 &= -29,16689 \\
 M &= \frac{\delta^2 \times q_1^2 \times s^2 \times E}{24} \\
 &= \frac{(4,1567 \times 10^{-3})^2 \times (1,0124)^2 \times (455)^2 \times (8,538 \times 10^3)}{24} \\
 &= 1304,2755
 \end{aligned}$$

Lalu,

$$(f_2)^2 \{f_2 - [K - (\alpha \times t \times E)]\} = M$$

$$(f_2)^2 \{f_2 - [-29,1689 - (18,9 \times 10^{-6} \times 30 \times 8,538 \times 10^3)]\} = 1304,2755$$

$$f_2 = 5,7288$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} T &= f_2 \times A \\ &= 5,7288 \times 392,84 \\ &= 2250,5018 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= \frac{Wxs^2}{8T} \\ &= \frac{(1,6329) \times (455)^2}{8 \times 2250,5018} \\ &= 18,7764 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_A &= d \left( \frac{h}{4d} - 1 \right)^2 \\ &= 18,7764 \left( \frac{9,71}{4 \times 18,7764} - 1 \right)^2 \\ &= 14,2352 \text{ m.,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_B &= d \left( \frac{h}{4d} + 1 \right)^2 \\ &= 18,7764 \left( \frac{9,71}{4 \times 18,7764} + 1 \right)^2 \\ &= 23,9452 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= s \left[ 1 + \frac{1}{24} \left( \frac{Wxs}{T} \right)^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{h}{s} \right)^2 \right] \\ &= 455 \left[ 1 + \frac{1}{24} \left( \frac{1,6329 \times (455)}{2250,5018} \right)^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{9,71}{455} \right)^2 \right] \\ &= 457,1699 \text{ m.} \end{aligned}$$


---

$$T_{AB} = T + (W \times d_{AB})$$

$$T_A = T + (W \times d_A)$$

$$= 2250,5018 + (1,6329 \times 14,2352)$$

$$= 2273,7465 \text{ Kg}$$

$$T_B = T + (W \times d_B)$$

$$= 2250,5018 + (1,6329 \times 23,9452)$$

$$= 2289,6019 \text{ Kg.}$$

Pada kondisi suhu 30°C :

$$d = 18,6257 \text{ m.}$$

$$d_A = 14,0871 \text{ m.}$$

$$d_B = 23,7971 \text{ m.}$$

$$L = 457,1368 \text{ m.}$$

$$T_A = 2291,7 \text{ Kg.}$$

$$T_B = 2307,6 \text{ Kg.}$$

Pada kondisi suhu 60°C :

$$d = 19,6996 \text{ m.}$$

$$d_A = 14,4240 \text{ m.}$$

$$d_B = 24,8537 \text{ m.}$$

$$L = 457,3780 \text{ m.}$$

$$T_A = 2169,8 \text{ Kg.}$$

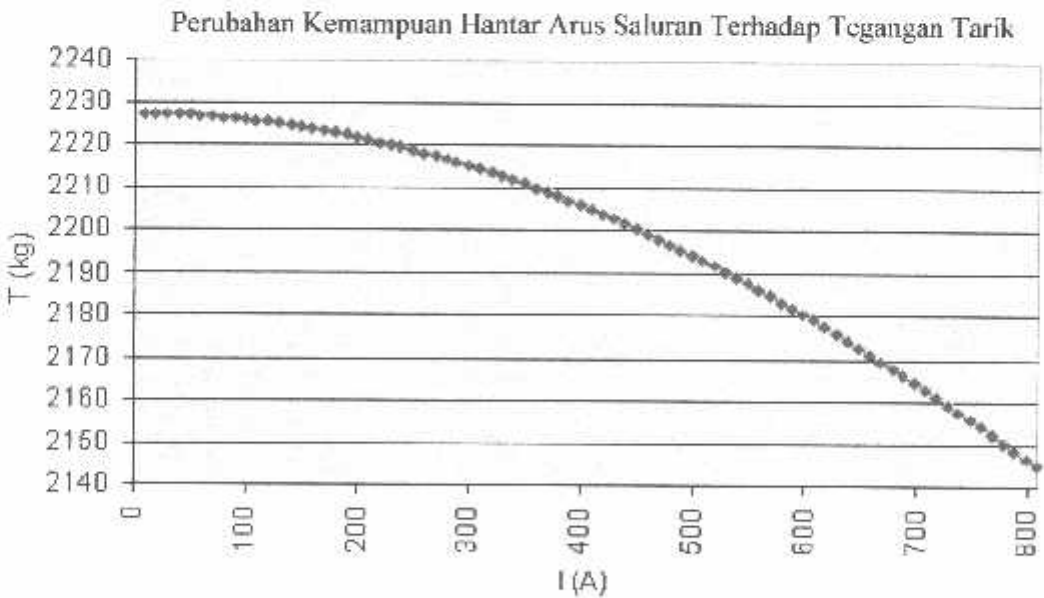
$$T_B = 2185,6 \text{ Kg.}$$

Jika dibuat tabelnya adalah sebagai berikut :

| No Menara | Span (m) | Beda Tinggi (m) | Suhu (°C) | Andongan |                    |                    | Tension             |                     |
|-----------|----------|-----------------|-----------|----------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|           |          |                 |           | d (m)    | d <sub>A</sub> (m) | d <sub>B</sub> (m) | T <sub>A</sub> (Kg) | T <sub>B</sub> (Kg) |
| 169-170   | 455      | 9,71            | 30        | 18.62    | 14,087             | 23,797             | 2291,7              | 2307,6              |
|           |          |                 |           | 57       | 1                  | 1                  |                     |                     |
|           |          |                 | 40        | 18,77    | 14,235             | 23,945             | 2273,7              | 2289,6              |
|           |          |                 |           | 64       | 2                  | 2                  | 465                 | 019                 |
|           |          |                 | 60        | 19.69    | 14,424             | 24,853             | 2169,8              | 2185,6              |
|           |          |                 |           | 96       | 0                  | 7                  |                     |                     |

Dari hasil perhitungan terlihat semakin besar beda ketinggian, span dan suhunya maka andongan akan bertambah besar sedangkan tegangan tarik horisontalnya akan semakin berkurang.

Grafik akibat perubahan kemampuan hantar arus saluran konduktor terhadap tegangan tarik konduktor adalah sebagai berikut :



Gambar 4-6  
Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik



Perubahan kemampuan hantar arus saluran akan mengakibatkan menurunnya tegangan tarik konduktor. Dengan mempertimbangkan batas temperatur maksimum yang diizinkan untuk jenis konduktor ACSR tersebut maka besar penurunan tegangan tarik konduktor maksimum akan terjadi pada saat konduktor ACSR dialiri arus saluran sebesar 850 Ampere yang menyebabkan tegangan tarik ACSR menjadi 2136,9Kg.

#### 4.8 Perhitungan Span Equivalen

Mengingat panjang span dari masing-masing menara tidak sama maka span equivalent dapat dihitung dengan menggunakan metode Rulling Span sebagai berikut :

$$Le = \sqrt{\left( \frac{L1^3 + L2^3 + L3^3 + ..... + Ln^3}{L1 + L2 + L3 + ..... + Ln} \right)}$$

Dalam hal perhitungan span equivalen, maka akan diambil suatu data panjang antara menara yakni data pada menara transmisi nomor 216 sampai dengan 228 dengandata sebagai berikut :

Panjang gawang antar menara :

$$216-217 = 431,10 \text{ m.}$$

$$217-218 = 457,50 \text{ m.}$$

$$218-219 = 441,80 \text{ m.}$$

$$219-220 = 466,20 \text{ m.}$$

$$220-221 = 483,00 \text{ m.}$$

$$221-222 = 423,10 \text{ m.}$$

$$222-223 = 397,50 \text{ m.}$$

$$223-224 = 408,50 \text{ m.}$$

$$224-225 = 437,40 \text{ m.}$$

$$225-226 = 441,00 \text{ m.}$$

$$226-227 = 488,10 \text{ m.}$$

$$227-228 = 414,20 \text{ m.}$$

Dengan data-data dari panjang gawang yang telah ada, maka akan didapatkan panjang span equivalent-nya sebagai berikut :

$$L_e = 443,3381259 \text{ m.}$$

Jadi panjang span equivalent-nya adalah sebesar 443,3381259 m

---

## BAB V

### PENUTUP

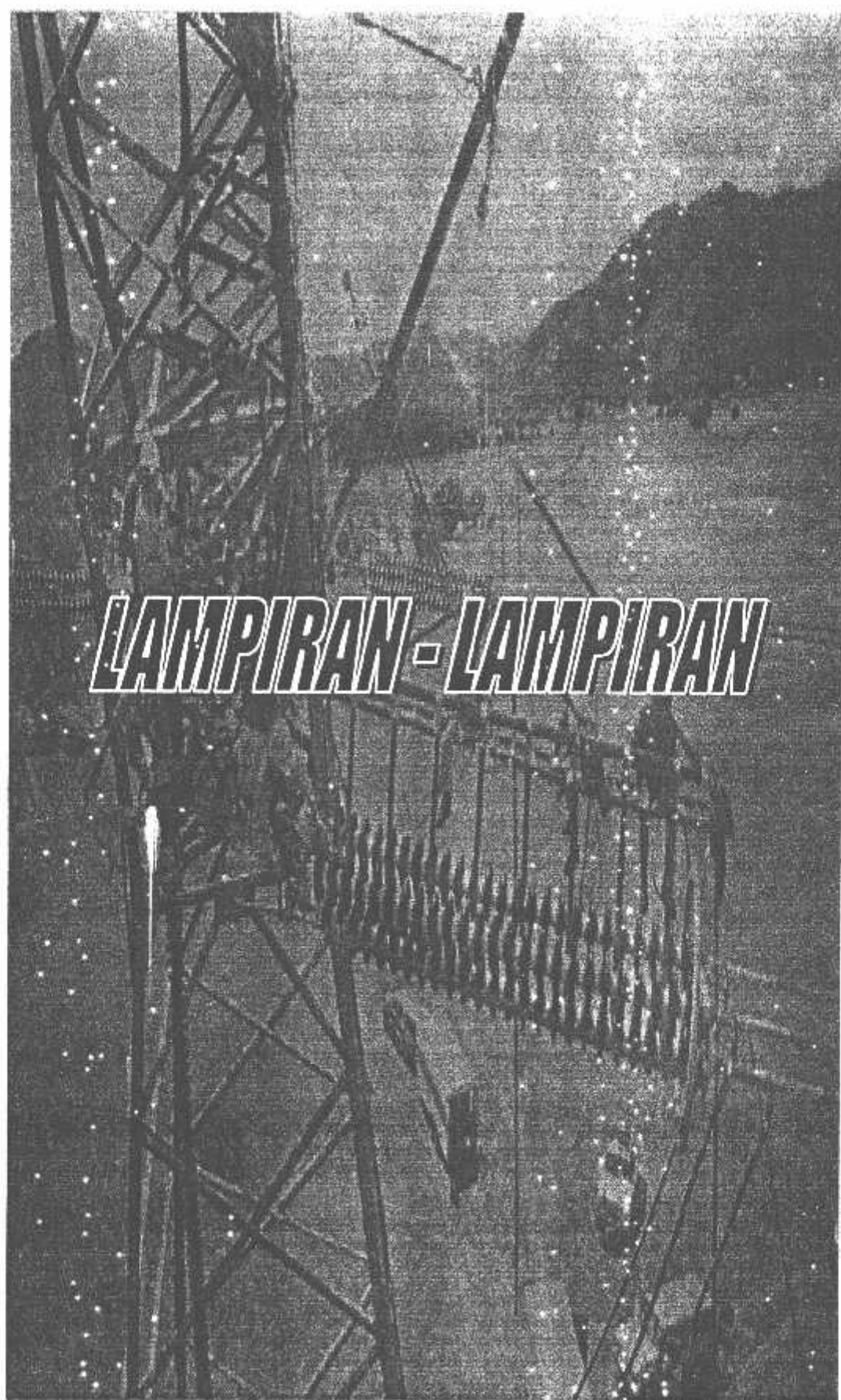
#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa

1. Pembebanan arus saluran akan menyebabkan kenaikan temperatur konduktor. kemampuan hantar arus konduktor ACSR adalah 810Ampere dapat menghasilkan temperatur konduktor menjadi  $66,80^{\circ}\text{C}$ ), hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan temperatur konduktor sebesar 47.46%
2. Meningkatnya perubahan arus akan menyebabkan menurunnya tegangan tarik konduktor. Berdasarkan pada temperatur maksimum yang diizinkan, tegangan tarik konduktor minimum pada menara antara 169-170 untuk konduktor ACSR adalah 2126,9 Kg. Sedangkan pada menara antara 147-148, yang dihitung berdasarkan temperatur maksimum yang diizinkan, nilai andongannya mencapai 17,2352 meter. jadi terlihat bahwa sebagai dampak dari meningkatnya kemampuan hantar arus akan mengakibatkan pemuluran konduktor yang lebih panjang.
3. Pada menara antara 398-399 yang merupakan span dengan jarak terpanjang (547.50 meter), nilai andongannya mencapai 28.2040 meter. Maka semakin panjang span di antara dua menara, semakin tinggi pula nilai andongan yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, A. Dan Kuwahara, S., *Teknik Tenaga Listrik*, Vol.II, Jakarta: Pradnya Paramita, 1990.
2. Begamudre, Rakosh Das., *Extra High Voltage AC Transmission Engineering*, India: Kanpur, 1987.
3. Despande, D.V., *Electrical Power System Design*, New Delhi: Tata Mc. Graw Hill, 1984.
4. Gonen, Turan, *Electrical Power Transmission System Engineering: Analysis and Design*, USA: John Willey & Sons Inc., 1988.
5. Hutahuruk, T.S., *Transmisi Daya Listrik*, Jakarta: Erlangga, 1999.
6. Mehta, V.K., Rohit Mehta, *Principles Of Power System*, New Delhi: S. Chand & Company LTD, 2002.
7. Starr, A.T. Generation, *Transmission and Utilization Of Electrical Engineering*, New York: Sir Isaac Pitman and Sons (Canada) Ltd., 1961





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : ASRUL KAYUNG
2. NIM : 02.12.076
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TERHADAP TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN DENGAN PROGRAM MATLAB 7.0 PADA SUTET 500 kV DI PATTON-KEDIRI

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 22 Maret 2007  
Dengan Nilai : 82,15 (Delapan puluh dua koma lima belas) *by*



Ir. Mochtar Asroni, MSME  
Ketua

### Panitia Ujian Skripsi



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
Sekretaris

### Anggota Penguji



Ir. M Abdul Hamid, MT  
Penguji Pertama



Irrine Budi S, ST. MT  
Penguji Kedua



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. **Nama** : ASRUL KAYUNG
2. **NIM** : 02.12.076
3. **NIRM** : -
4. **Jurusan** : TEKNIK ELEKTRO S-1
5. **Konsentrasi** : TEKNIK ENERGI LISTRIK
6. **Judul Skripsi** : ANALISA PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN  
HANTAR ARUS SALURAN TERHADAP  
TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN DENGAN  
PROGRAM MATLAB 7.0 PADA SUTET 500 kV DI  
PAITON - KEDIRI
  
7. **Tanggal Mengajukan Skripsi** : 07 Desember 2006
8. **Tanggal Menyelesaikan Skripsi** : 12 Maret 2007
9. **Dosen Pembimbing** : Ir. Teguh Herbasuki, MT
10. **Telah dievaluasi dengan nilai** : 85 (Delapan Puluh lima)

Malang, Maret 2007

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT**  
NIP. Y. 103 3950 0274

**Disetujui**  
**Dosen Pembimbing**

**Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
NIP.Y. 103 890 0209



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

## PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)  
yang diselenggarakan pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 22 Maret 2007

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : ASRUL KAYUNG  
2. NIM : 02.12.076  
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1  
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
5. Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH PERUBAHAN  
KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN  
TERHADAP TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN  
DENGAN PROGRAM MATLAB 7.0 PADA SUTET  
500 kV DI PAITON - KEDIRI

Perbaikan meliputi :

| No | Materi Perbaikan                                                                                                                          | Keterangan |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. | Abstrak bahasa inggris                                                                                                                    | if         |
| 2. | Data type menara dilengkapi                                                                                                               | if         |
| 3. | Uraikan satuan persamaan keseimbangan panas                                                                                               | if         |
| 4. | Batas perhitungan untuk arus di sesuaikan dengan jenis saluran penghantar. Sehingga perhitungan tidak melebihi kemampuan hantar yang ada. | if         |

Dosen Pembimbing

Ir. Teguh Herbasuki, MT  
NIP.Y. 103 890 0209

Dosen Penguji II,

Irine Budi S. ST, MT  
NIP.132314400





### FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : ASRUL KAYUNG  
Nim : 02.12.076  
Masa Bimbingan : 07 Desember 2006 s/d 07 Juni 2007  
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH PERUBAHAN ARUS SALURAN TERHADAP TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN DENGAN PROGRAM MATLAB 7.0 PADA SUTET 500 kV DI PAITON - KEDIRI

| No. | Tanggal  | Uraian                        | Parap Pembimbing |
|-----|----------|-------------------------------|------------------|
| 1.  | 02/01/07 | Konsultasi bab I & II         |                  |
| 2.  | 15/01/07 | Revisi bab II                 |                  |
| 3.  | 23/01/07 | Konsultasi bab III            |                  |
| 4.  | 29/01/07 | Revisi gambar & bab III       |                  |
| 5.  | 06/02/07 | Konsultasi data & perhitungan |                  |
| 6.  | 12/02/07 | Konsultasi bab IV             |                  |
| 7.  | 19/02/07 | Revisi perhitungan            |                  |
| 8.  | 24/02/07 | Konsultasi Makalah Seminar    |                  |
| 9.  | 02/03/07 | Revisi Makalah Seminar        |                  |
| 10. | 12/03/07 | Acc Ujian                     |                  |

Malang,  
Dosen Pembimbing,

Ir. Teguh Herbasuki, MT  
NIP : Y. 1038900209

Form.S-4b



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Agrol Kayung  
NIM :  
Perbaikan meliputi : 02-12-076

- Abstrak bhs Inggris
- Data tipe menara & length
- Uraikan satuan pers keseimbangan panas
- batas perhitungan untuk arus & masukkan  
pda jenis saluran penghantar. Sehingga  
perhitungan tdk melebihi kemampuan hand  
nya ada.

Malang, 22 Maret 07  
  
Irine Kari S. ST, MT



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA

N I M

Perbaikan meliputi

: Astul Kayung  
: 02.12.076

Malang, 22 Maret 2007

Ir. M Abdul Hamid, MT



**PT PLN (PERSERO)**  
**PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA BALI**  
**REGION JAWA TIMUR & BALI**

Jalan Suningrat No. 45 Taman Sidoarjo 61257

Telepon : (031) 7882113, 7882114

Botak Pos : 4119 SBS

Facsimile : (031) 7882578, 7881024

E-mail : region4@pln-jawa-bali.co.id

Website : www.pln-jawa-bali.co.id

Nomor : 25 / 330/ RJTB/ 2006  
Tgl Sdr. No. : TN-557/III.TA-2/2/06  
Lampiran : 1 (satu) lampiran.  
Isi : Ijin Survey/ Pengambilan Data.

26 DEC 2006

Kepada Yth.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
DI  
MALANG

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-557/III.TA-2/2/06 tanggal 14 Desember 2006 perihal : Survey / Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

➤ **ASRUL KAYUNG**

NIM : 02.12.076

Untuk melakukan Pengambilan data pada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali Bidang Engineering, dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Mahasiswa tersebut diatas supaya mengisi dan menanda tangani Surat Pernyataan 1 (satu) lembar bermeterai Rp. 6.000,-
2. Mahasiswa yang bersangkutan agar mematuhi peraturan/ketentuan yang berlaku di PT. PLN (PERSERO) sehingga faktor-faktor kerahasiaan harus benar-benar diutamakan
3. Semua biaya perjalanan, penginapan, makan dan lain sebagainya tidak menjadi tanggungan PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali.
4. Buku Laporan Kerja Praktek Mahasiswa tersebut agar dikirimkan kepada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali 1 (satu) buah.
5. Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali Cq. Bidang SDM & ADMINISTRASI.

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.

MANAGER BIDANG SDM & ADMINISTRASI,



Tembusan Yth. :

1. M.SDMO PLN P3B
2. MENJIN PLN P3B RJTB
3. Sdr. / srul Kayung.
4. UPT. Kediri

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Aezul Kayung  
Pria/ Wanita : pria  
Tempat / Tanggal lahir : BOGOR / 27 September 1982  
Alamat / No. telepon : Jl. Wan Anapu Gg VI 100.9  
(0835)4265541, 08121772871  
Pekerjaan : Mahasiswa

Dengan ini saya menerangkan bahwa :

1. Saya bersedia dan setuju menanggung semua akibat yang ditimbulkan karena kesalahan maupun kelalaian saya dan semua akibat lainnya yang terjadi pada instalasi peralatan milik PLN selama melakukan Training/ Praktek Kerja/ Riset pada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, yang telah mendapat ijin dari PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
2. Saya atas peringatan pertama akan membayar sepenuhnya, semua biaya yang langsung menimbulkan kerugian atau kecelakaan , karena kelalaian saya ;
3. Saya akan segera mematuhi semua petunjuk - petunjuk yang diberikan oleh Petugas PT PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
4. Saya sanggup tidak membocorkan hal - hal yang bersifat rahasia perusahaan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali dan bahan yang saya peroleh dalam Training/ Praktek Kerja/ Riset, dan tidak saya pergunakan untuk hal - hal yang dapat merugikan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali
5. Saya sanggup menanggung sendiri segala sesuatu untuk keperluan Training/ Praktek Kerja/ Riset termasuk biaya perjalanan , penginapan makan dan sebagainya ;
6. Saya sanggup menyerahkan 1 (satu) buah buku laporan Training/ Praktek Kerja/ Riset kepada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, setelah saya presentasikan kepada Manager Bidang SDMA PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali mengenai tugas Training/ Praktek Kerja/ Riset.
7. Saya tunduk dan akan mentaati semua peraturan yang berlaku di PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, dan saya sanggup tidak meninggalkan tugas kedinasan selama Training/ Praktek Kerja/ Riset.

Surabaya, 18 Desember 2006  
Yang membuat pernyataan



**TABEL HASIL PERHITUNGAN**  
**PENGARUH PERUBAH KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN**  
**TERHADAP TEMPERATUR DAN TEGANGAN TARIK**  
**UNTUK KONDUKTOR ACSR JENIS GANNET 4 x 392,84 mm<sup>2</sup>**

| ARUS<br>( A ) | TEMPERATUR<br>( C ) | TEGANGAN TARIK<br>( kg ) |
|---------------|---------------------|--------------------------|
| 10            | 45.30               | 2227.1                   |
| 20            | 45.31               | 2227.1                   |
| 30            | 45.33               | 2227                     |
| 40            | 45.35               | 2226.9                   |
| 50            | 45.38               | 2226.8                   |
| 60            | 45.42               | 2226.6                   |
| 70            | 45.46               | 2226.5                   |
| 80            | 45.51               | 2226.3                   |
| 90            | 45.57               | 2226                     |
| 100           | 45.67               | 2225.6                   |
| 110           | 45.70               | 2225.5                   |
| 120           | 45.78               | 2225.2                   |
| 130           | 45.86               | 2224.8                   |
| 140           | 45.96               | 2224.4                   |
| 150           | 46.04               | 2224.1                   |
| 160           | 46.15               | 2223.7                   |
| 170           | 46.26               | 2223.2                   |
| 180           | 46.37               | 2222.8                   |
| 190           | 46.49               | 2222.3                   |
| 200           | 46.62               | 2221.8                   |
| 210           | 46.76               | 2221.2                   |
| 220           | 46.90               | 2220.6                   |
| 230           | 47.05               | 2220                     |
| 240           | 47.21               | 2219.4                   |
| 250           | 47.37               | 2218.8                   |
| 260           | 47.54               | 2218.1                   |
| 270           | 47.71               | 2217.4                   |
| 280           | 47.89               | 2216.7                   |
| 290           | 48.08               | 2215.9                   |
| 300           | 48.28               | 2215.1                   |
| 310           | 48.48               | 2214.3                   |
| 320           | 48.69               | 2213.5                   |
| 330           | 48.90               | 2212.7                   |
| 340           | 49.12               | 2211.8                   |
| 350           | 49.35               | 2210.9                   |
| 360           | 49.58               | 2210                     |
| 370           | 49.83               | 2209                     |
| 380           | 50.07               | 2208                     |
| 390           | 50.33               | 2207                     |
| 400           | 50.59               | 2206                     |
| 410           | 50.85               | 2204.9                   |
| 420           | 51.13               | 2203.8                   |
| 430           | 51.41               | 2202.7                   |
| 440           | 51.69               | 2201.6                   |
| 450           | 51.99               | 2200.5                   |

TABEL. HASIL PERHITUNGAN LANJUTAN

| ARUS<br>( A ) | TEMPERATUR<br>( C ) | TEGANGAN TARIK<br>( kg ) |
|---------------|---------------------|--------------------------|
| 460           | 52.29               | 2199.3                   |
| 470           | 52.59               | 2198.1                   |
| 480           | 52.91               | 2196.9                   |
| 490           | 53.23               | 2195.6                   |
| 500           | 53.55               | 2194.4                   |
| 510           | 53.88               | 2193.1                   |
| 520           | 54.22               | 2191.8                   |
| 530           | 54.57               | 2190.4                   |
| 540           | 54.92               | 2189.1                   |
| 550           | 55.28               | 2187.7                   |
| 560           | 55.64               | 2186.3                   |
| 570           | 56.01               | 2184.9                   |
| 580           | 56.39               | 2183.4                   |
| 590           | 56.77               | 2182                     |
| 600           | 57.16               | 2180.5                   |
| 610           | 57.56               | 2179                     |
| 620           | 57.96               | 2177.5                   |
| 630           | 58.31               | 2176.1                   |
| 640           | 58.78               | 2174.4                   |
| 650           | 59.21               | 2172.7                   |
| 660           | 59.63               | 2171.2                   |
| 670           | 60.07               | 2169.5                   |
| 680           | 60.51               | 2167.9                   |
| 690           | 60.95               | 2166.2                   |
| 700           | 61.41               | 2164.5                   |
| 710           | 61.87               | 2162.8                   |
| 720           | 62.33               | 2161.1                   |
| 730           | 62.80               | 2159.3                   |
| 740           | 63.28               | 2157.6                   |
| 750           | 63.76               | 2155.8                   |
| 760           | 64.21               | 2154.1                   |
| 770           | 64.75               | 2152.1                   |
| 780           | 65.25               | 2150.3                   |
| 790           | 65.76               | 2148.4                   |
| 800           | 66.28               | 2146.6                   |
| 810           | 66.80               | 2144.7                   |

TABEL HASIL PERHITUNGAN  
PENGARUH PERUBAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN  
TERHADAP TEMPERATUR DAN ANDONGAN  
UNTUK KONDUKTOR ACSR JENIS GANNET 4 x 392,84 mm<sup>2</sup>

| ARUS<br>( A ) | TEMPERATUR<br>( C ) | ANDONGAN<br>( m ) |
|---------------|---------------------|-------------------|
| 10            | 45.30               | 16.3282           |
| 20            | 45.31               | 16.3286           |
| 30            | 45.33               | 16.3293           |
| 40            | 45.35               | 16.3300           |
| 50            | 45.38               | 16.3310           |
| 60            | 45.42               | 16.3324           |
| 70            | 45.46               | 16.3338           |
| 80            | 45.51               | 16.3356           |
| 90            | 45.57               | 16.3377           |
| 100           | 45.67               | 16.3412           |
| 110           | 45.70               | 16.3422           |
| 120           | 45.78               | 16.3450           |
| 130           | 45.86               | 16.3478           |
| 140           | 45.96               | 16.3513           |
| 150           | 46.04               | 16.3541           |
| 160           | 46.15               | 16.3580           |
| 170           | 46.26               | 16.3618           |
| 180           | 46.37               | 16.3657           |
| 190           | 46.49               | 16.3699           |
| 200           | 46.62               | 16.3744           |
| 210           | 46.76               | 16.3793           |
| 220           | 46.90               | 16.3842           |
| 230           | 47.05               | 16.3895           |
| 240           | 47.21               | 16.3950           |
| 250           | 47.37               | 16.4006           |
| 260           | 47.54               | 16.4066           |
| 270           | 47.71               | 16.4125           |
| 280           | 47.89               | 16.4188           |
| 290           | 48.08               | 16.4254           |
| 300           | 48.28               | 16.4324           |
| 310           | 48.48               | 16.4394           |
| 320           | 48.69               | 16.4467           |
| 330           | 48.90               | 16.4645           |
| 340           | 49.12               | 16.4636           |
| 350           | 49.35               | 16.4697           |
| 360           | 49.58               | 16.477            |
| 370           | 49.83               | 16.4864           |
| 380           | 50.07               | 16.4947           |
| 390           | 50.33               | 16.5037           |
| 400           | 50.59               | 16.5128           |
| 410           | 50.85               | 16.5208           |
| 420           | 51.13               | 16.5315           |
| 430           | 51.41               | 16.5412           |
| 440           | 51.69               | 16.5509           |
| 450           | 51.99               | 16.5613           |



TABEL HASIL PERHITUNGAN LANJUTAN

| ARUS<br>( A ) | TEMPERATUR<br>( C ) | ANDONGAN<br>( m ) |
|---------------|---------------------|-------------------|
| 460           | 52.29               | 16.5717           |
| 470           | 52.59               | 16.5821           |
| 480           | 52.91               | 16.5932           |
| 490           | 53.23               | 16.6043           |
| 500           | 53.55               | 16.6153           |
| 510           | 53.88               | 16.6267           |
| 520           | 54.22               | 16.6385           |
| 530           | 54.57               | 16.6506           |
| 540           | 54.92               | 16.6626           |
| 550           | 55.28               | 16.6750           |
| 560           | 55.64               | 16.6874           |
| 570           | 56.01               | 16.7002           |
| 580           | 56.39               | 16.7133           |
| 590           | 56.77               | 16.7263           |
| 600           | 57.16               | 16.7353           |
| 610           | 57.56               | 16.7535           |
| 620           | 57.96               | 16.7672           |
| 630           | 58.31               | 16.7792           |
| 640           | 58.78               | 16.7953           |
| 650           | 59.21               | 16.8101           |
| 660           | 59.63               | 16.8244           |
| 670           | 60.07               | 16.8395           |
| 680           | 60.51               | 16.8545           |
| 690           | 60.95               | 16.8699           |
| 700           | 61.41               | 16.8853           |
| 710           | 61.87               | 16.9010           |
| 720           | 62.33               | 16.9166           |
| 730           | 62.80               | 16.9326           |
| 740           | 63.28               | 16.9490           |
| 750           | 63.76               | 16.9653           |
| 760           | 64.21               | 16.9806           |
| 770           | 64.75               | 16.9989           |
| 780           | 65.25               | 17.0159           |
| 790           | 65.76               | 17.0332           |
| 800           | 66.28               | 17.0508           |
| 810           | 66.80               | 17.0684           |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| Nomor Menara | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan | Lokasi          |
|--------------|-------------|------------|------------|-----------------|
| Gan-1        | GAN         | 120.4      |            | Bhinor          |
| 1-2          | FF          | 299.3      | Menara TST | Bhinor          |
| 2-3          | AA + 3      | 325.8      | Menara TST | RPH. Kabuaran   |
| 3-4          | BB          | 448        | Menara TST | RPH. Kabuaran   |
| 4-5          | BB          | 390.8      | Menara ST  | RPH. Kabuaran   |
| 5-6          | CC+6        | 449.5      | Menara TST | RPH. Kabuaran   |
| 6-7          | AA          | 482.9      | Menara TST | RPH. Kabuaran   |
| 7-8          | AA          | 485.6      | Menara ST  | RPH. Kabuaran   |
| 8-9          | BB+6        | 483.6      | Menara TST | Bhinor          |
| 9-10         | FF          | 75         | Menara TST | RPH. Kabuaran   |
| 10-11        | GAN-11      | 61.5       | Menara ST  | RPH. Kabuaran   |
| 11-12        | GAN-11      | 125.8      | Menara ST  | RPH. Kabuaran   |
| 12-13        | FF+6        | 295.9      | Menara TST | Bhinor          |
| 13-14        | CC          | 402        | Menara TST | Kota Anyar      |
| 14-15        | AA-3        | 446.6      | Menara TST | RPH. Mantikan   |
| 15-16        | AA+6        | 419.6      | Menara TST | RPH. Mantikan   |
| 16-17        | AA          | 402        | Menara TST | Kota Anyar      |
| 17-18        | AA          | 352.1      | Menara ST  | Sukorejo        |
| 18-19        | AA          | 396        | Menara ST  | Sukorejo        |
| 19-20        | AA+9        | 428.8      | Menara TST | Sukorejo        |
| 20-21        | AA+3        | 408.1      | Menara TST | Sidorejo        |
| 21-22        | AA          | 441.7      | Menara TST | Sambirampak Lor |
| 22-23        | BB+3        | 355.5      | Menara TST | Sambirampak Lor |
| 23-24        | AA+3        | 465        | Menara TST | Sambirampak Lor |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b>   |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 24-25               | AA+6               | 463.4             | Menara TST        | Sambirampak Lor |
| 25-26               | AA+6               | 406.6             | Menara ST         | Sambirampak Lor |
| 26-27               | AA                 | 404.5             | Menara TST        | Buco Wetan      |
| 27-28               | AA+9               | 514.8             | Menara TST        | Buco Wetan      |
| 28-29               | AA+6               | 462.7             | Menara TST        | Buco Wetan      |
| 29-30               | DD-3               | 369               | Menara TST        | Bima            |
| 30-31               | AA-3               | 357.5             | Menara TST        | Bima            |
| 31-32               | AA                 | 435.3             | Menara TST        | Alas Pandan     |
| 32-33               | BB+6               | 503.6             | Menara TST        | Alas Pandan     |
| 33-34               | AA+9               | 464.9             | Menara TST        | Alas Pandan     |
| 34-35               | AA+9               | 450.4             | Menara ST         | Sumber Kembar   |
| 35-36               | AA+6               | 491.3             | Menara TST        | Sumber Kembar   |
| 36-37               | BB+6               | 505.4             | Menara TST        | Sogaan          |
| 37-38               | AA+6               | 338.4             | Menara TST        | Alas Nyiur      |
| 38-39               | AA+3               | 419.7             | Menara TST        | Sindal Lami     |
| 39-40               | AA-3               | 468.1             | Menara TST        | Sindal Lami     |
| 40-41               | BB+6               | 393.3             | Menara TST        | Jambangan       |
| 41-42               | AA+12              | 441.2             | Menara TST        | Jambangan       |
| 42-43               | AA+12              | 446.3             | Menara ST         | Jambangan       |
| 43-44               | AA+6               | 449.1             | Menara TST        | Klampokan       |
| 44-45               | AA                 | 442               | Menara TST        | Klampokan       |
| 45-46               | AA+6               | 445.2             | Menara TST        | RPH Mrasi       |
| 46-47               | AA+3               | 478.4             | Menara TST        | RPH Mrasi       |
| 47-48               | AA+9               | 457.6             | Menara TST        | RPH Mrasi       |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b>  |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 48-49               | AA+3               | 436.6             | Menara TST        | Kertosono      |
| 49-50               | BB+6               | 445.4             | Menara TST        | Sakaan         |
| 50-51               | AA+6               | 427.6             | Menara TST        | Kertosono      |
| 51-52               | AA+3               | 409.2             | Menara TST        | Nogosari       |
| 52-53               | AA+3               | 393.4             | Menara ST         | RPH Mrasi      |
| 53-54               | AA                 | 404.2             | Menara TST        | Kedung Caluk   |
| 54-55               | AA+3               | 410.7             | Menara TST        | Kedung Caluk   |
| 55-56               | AA                 | 438               | Menara TST        | Wangkal        |
| 56-57               | AA+3               | 445.3             | Menara TST        | Mojolegi       |
| 57-58               | AA+9               | 493.9             | Menara TST        | Mojolegi       |
| 58-59               | AA+6               | 382.3             | Menara TST        | Mojolegi       |
| 59-60               | BB-3               | 401.9             | Menara TST        | Mojolegi       |
| 60-61               | AA-3               | 366.2             | Menara TST        | Mojolegi       |
| 61-62               | AA                 | 442.5             | Menara TST        | Opo-opo pendil |
| 62-63               | AA+6               | 477.7             | Menara TST        | RPH Kaliacar   |
| 63-64               | AA+6               | 399               | Menara ST         | RPH Kaliacar   |
| 64-65               | AA+6               | 477.9             | Menara ST         | RPH Kaliacar   |
| 65-66               | AA+6               | 448.8             | Menara ST         | RPH Kaliacar   |
| 66-67               | AA+3               | 441.9             | Menara TST        | RPH Kaliacar   |
| 67-68               | AA+3               | 353.6             | Menara ST         | RPH Kaliacar   |
| 68-69               | AA                 | 394.3             | Menara TST        | RPH Kaliacar   |
| 69-70               | AA-3               | 392.7             | Menara TST        | Sumber Socang  |
| 70-71               | AA+9               | 442               | Menara TST        | Sumber Socang  |
| 71-72               | BB                 | 429.8             | Menara TST        | Satrean        |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b>    |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 72-73               | AA+6               | 485.8             | Menara TST        | Satrean          |
| 73-74               | BB+6               | 367               | Menara TST        | Brani Wetan      |
| 74-75               | AA                 | 422.2             | Menara TST        | Brani Kulon      |
| 75-76               | AA+6               | 481.7             | Menara TST        | Marom Wetan      |
| 76-77               | AA+6               | 457.7             | Menara ST         | Marom Wetan      |
| 77-78               | AA-3               | 395.1             | Menara TST        | Marom Wetan      |
| 78-79               | AA+6               | 430.2             | Menara TST        | Maron Kulon      |
| 79-80               | AA+6               | 466.2             | Menara ST         | Maron Kidul      |
| 80-81               | AA+6               | 498.1             | Menara ST         | Sumber Poh       |
| 81-82               | AA+9               | 448.2             | Menara TST        | Sumber Poh       |
| 82-83               | BB+3               | 423.1             | Menara TST        | Sumber Poh       |
| 83-84               | AA+6               | 421.6             | Menara TST        | Klenang Kidul    |
| 84-85               | AA-3               | 474.2             | Menara TST        | Klenang Kidul    |
| 85-86               | AA+6               | 438.6             | Menara TST        | Tarakan          |
| 86-87               | AA+3               | 418.6             | Menara TST        | Tarakan          |
| 87-88               | AA+6               | 476.50            | Menara ST         | Leprak Wetan     |
| 88-89               | AA+6               | 443.6             | Menara ST         | Leprak Wetan     |
| 89-90               | AA+9               | 473.8             | Menara TST        | Leprak Kulon     |
| 90-91               | AA+6               | 401.9             | Menara TST        | Leprak Kulon     |
| 91-92               | AA-3               | 343.8             | Menara TST        | Banyuanyar Kidul |
| 92-93               | BB+6               | 411.1             | Menara TST        | Banyuanyar Kidul |
| 93-94               | AA+6               | 366.3             | Menara TST        | Bladu Wetan      |
| 94-95               | AA+9               | 486.6             | Menara TST        | Bladu Wetan      |
| 95-96               | AA+12              | 391.7             | Menara TST        | Bladu Kidul      |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b>   |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 96-97               | AA+6               | 414.3             | Menara TST        | Bulujuarang Lor |
| 97-98               | AA+6               | 444.9             | Menara ST         | Bulujuarang Lor |
| 98-99               | AA+3               | 445.9             | Menara TST        | Paras           |
| 99-100              | AA+6               | 374.7             | Menara TST        | Paras           |
| 100-101             | AA                 | 449.9             | Menara TST        | Paras           |
| 101-102             | AA+6               | 364.7             | Menara TST        | Paras           |
| 102-103             | AA+3               | 400.2             | Menara TST        | Tegal Siwalan   |
| 103-104             | AA+9               | 338.6             | Menara TST        | Tegal Siwalan   |
| 104-105             | AA+15              | 378.3             | Menara TST        | Tegal Siwalan   |
| 105-106             | AA+6               | 400.9             | Menara TST        | Banjar Sawah    |
| 106-107             | AA+6               | 506               | Menara ST         | Banjar Sawah    |
| 107-108             | AA                 | 368.1             | Menara TST        | Malasan Kulon   |
| 108-109             | DD-3               | 410.4             | Menara TST        | Tigasan Wetan   |
| 109-110             | AA+9               | 517.1             | Menara TST        | Tigasan Wetan   |
| 110-111             | AA+9               | 375.3             | Menara ST         | Tigasan Wetan   |
| 111-112             | AA+9               | 453.6             | Menara ST         | Tigasan Wetan   |
| 112-113             | AA-9               | 439.6             | Menara TST        | Tigasan Wetan   |
| 113-114             | AA+3               | 408.2             | Menara TST        | Pondok Wuluh    |
| 114-114             | AA+9               | 419               | Menara TST        | Pondok Wuluh    |
| 115-116             | AA+3               | 480.4             | Menara TST        | Pondok Wuluh    |
| 116-117             | AA+12              | 426.2             | Menara TST        | Pondok Wuluh    |
| 117-118             | AA+3               | 480.7             | Menara TST        | Kerpangan       |
| 118-119             | AA+3               | 409.9             | Menara ST         | Kramat Agung    |
| 119-120             | BB                 | 449.5             | Menara TST        | Kramat Agung    |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b>    |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 120-121             | AA+9               | 428.20            | Menara TST        | Kramat Agung     |
| 121-122             | AA+3               | 446.2             | Menara TST        | Krepak           |
| 122-123             | AA+3               | 459.9             | Menara ST         | Tempuran         |
| 123-124             | AA+12              | 520.1             | Menara TST        | Tempuran         |
| 124-125             | AA+12              | 399.3             | Menara ST         | Tempuran         |
| 125-126             | AA+6               | 440.1             | Menara TST        | Tunggak Cerme    |
| 126-127             | AA+6               | 364.7             | Menara ST         | Tunggak Cerme    |
| 127-128             | AA-3               | 360.8             | Menara TST        | Tunggak Cerme    |
| 128-129             | AA+6               | 446.9             | Menara TST        | Tunggak Cerme    |
| 129-130             | AA+6               | 431.3             | Menara ST         | Pohsangit Ngisor |
| 130-131             | AA+6               | 404.1             | Menara ST         | Sepuh Gembol     |
| 131-132             | AA+3               | 416.1             | Menara TST        | Sepuh Gembol     |
| 132-133             | DD                 | 403.1             | Menara TST        | Sepuh Gembol     |
| 133-134             | AA+3               | 454               | Menara TST        | Sepuh Gembol     |
| 134-135             | AA+6               | 146.1             | Menara TST        | Sepuh Gembol     |
| 135-136             | AA+3               | 460.7             | Menara TST        | Sumber Kare      |
| 136-137             | AA+6               | 372.3             | Menara TST        | Sumber Kare      |
| 137-138             | AA                 | 441.3             | Menara TST        | Sumber Kare      |
| 138-139             | AA+9               | 532               | Menara TST        | Sumber Kare      |
| 139-140             | BB+6               | 433.6             | Menara TST        | Sumber Kare      |
| 140-141             | AA+6               | 502.4             | Menara ST         | Sumber Kare      |
| 141-142             | BB+3               | 354.5             | Menara TST        | Sumber Bendo     |
| 142-143             | AA                 | 354.7             | Menara TST        | Sumber Bendo     |
| 143-144             | AA                 | 435.3             | Menara ST         | Sumber Rejo      |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 28)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b> |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 144-145             | AA+9               | 388.3             | Menara TST        | Sumber Rejo   |
| 145-146             | AA+3               | 441.8             | Menara TST        | Sumber Rejo   |
| 146-147             | AA+3               | 358.3             | Menara TST        | Sumber Rejo   |
| 147-148             | AA+3               | 417.5             | Menara ST         | Sumendi       |
| 148-149             | AA+3               | 446.6             | Menara ST         | Sumendi       |
| 149-150             | AA+3               | 404.6             | Menara ST         | Sumendi       |
| 150-151             | AA                 | 352.9             | Menara TST        | Sumendi       |
| 151-152             | EE                 | 435               | Menara TST        | Sumendi       |
| 152-153             | AA+6               | 423.3             | Menara TST        | Wringin Anom  |
| 153-154             | AA+6               | 423.5             | Menara ST         | Wringin Anom  |
| 154-155             | AA+6               | 483.1             | Menara ST         | Wringin Anom  |
| 155-156             | AA+9               | 456.80            | Menara TST        | Wringin Anom  |
| 156-157             | AA                 | 420.70            | Menara TST        | Wringin Anom  |
| 157-158             | AA+3               | 394.30            | Menara TST        | Tongas Wetan  |
| 158-159             | AA+6               | 385.70            | Menara TST        | Wringin Anom  |
| 159-160             | AA+6               | 385.20            | Menara ST         | Tongas Kulon  |
| 160-161             | GG+3               | 430.50            | Menara TST        | Tongas Kulon  |
| 161-162             | AA+6               | 422.60            | Menara TST        | Curah Tulis   |
| 162-163             | AA+6               | 431.10            | Menara ST         | Curah Tulis   |
| 163-164             | AA+9               | 454.10            | Menara TST        | Klampok       |
| 164-165             | AA+9               | 472.50            | Menara ST         | Klampok       |
| 165-166             | AA+9               | 422.50            | Menara ST         | Klampok       |
| 166-167             | AA+3               | 408.80            | Menara TST        | Klampok       |
| 167-168             | AA+6               | 465.80            | Menara TST        | Klampok       |



**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b> |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 168-169             | AA+6               | 461.90            | Menara ST         | Sebalong      |
| 169-170             | AA+3               | 455.00            | Menara TST        | Sebalong      |
| 170-171             | BB+6               | 446.10            | Menara TST        | Sebalong      |
| 171-172             | AA+6               | 491.80            | Menara ST         | Sebalong      |
| 172-173             | AA+6               | 450.90            | Menara ST         | Plososari     |
| 173-174             | AA+12              | 429.10            | Menara TST        | Plososari     |
| 174-175             | AA                 | 391.70            | Menara TST        | Plososari     |
| 175-176             | AA+6               | 399.00            | Menara TST        | Plososari     |
| 176-177             | AA+6               | 509.60            | Menara ST         | Plososari     |
| 177-178             | AA+12              | 483.10            | Menara TST        | Plososari     |
| 178-179             | AA+12              | 393.20            | Menara ST         | Plososari     |
| 179-180             | AA+3               | 470.50            | Menara TST        | Plososari     |
| 180-181             | AA+6               | 400.40            | Menara ST         | Kalipang      |
| 181-182             | AA+6               | 428.90            | Menara ST         | Rebalas       |
| 182-183             | AA+6               | 372.70            | Menara ST         | Rebalas       |
| 183-184             | AA+6               | 400.10            | Menara ST         | Rebalas       |
| 184-185             | AA+6               | 421.00            | Menara ST         | Karanglo      |
| 185-186             | AA+6               | 489.90            | Menara ST         | Karanglo      |
| 186-187             | AA+6               | 439.00            | Menara ST         | Prodo         |
| 187-188             | AA+3               | 451.40            | Menara TST        | Prodo         |
| 188-189             | AA+3               | 434.20            | Menara ST         | Kebonrejo     |
| 189-190             | AA+3               | 426.10            | Menara ST         | Kebonrejo     |
| 190-191             | AA                 | 377.70            | Menara TST        | Kebonrejo     |
| 191-192             | AA+6               | 506               | Menara TST        | Prodo         |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PATTON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor<br/>Menara</b> | <b>Tipe<br/>Menara</b> | <b>Gawang<br/>(m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b> |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|---------------|
| 192-193                 | AA+9                   | 353.40                | Menara TST        | Prodo         |
| 193-194                 | AA                     | 396.80                | Menara TST        | Prodo         |
| 194-195                 | AA                     | 374.90                | Menara ST         | Lebak         |
| 195-196                 | BB+6                   | 443.30                | Menara TST        | Lebak         |
| 196-197                 | AA+3                   | 450.20                | Menara TST        | Winongan      |
| 197-198                 | AA+6                   | 443.40                | Menara TST        | Pcnataan      |
| 198-199                 | AA+3                   | 415.10                | Menara TST        | Menyarik      |
| 199-200                 | AA+6                   | 470.20                | Menara TST        | Mendalan      |
| 200-201                 | AA+6                   | 437.10                | Menara ST         | Keboncandi    |
| 201-202                 | AA+3                   | 429.60                | Menara TST        | Keboncandi    |
| 202-203                 | AA+6                   | 480.50                | Menara TST        | Keboncandi    |
| 203-204                 | AA+6                   | 419.20                | Menara ST         | Brambang      |
| 204-205                 | BB                     | 392.00                | Menara TST        | Wonojati      |
| 205-206                 | AA                     | 416.10                | Menara TST        | Wonosari      |
| 206-207                 | AA+6                   | 406.60                | Menara TST        | Wonosari      |
| 207-208                 | AA+3                   | 466.30                | Menara TST        | Kersikan      |
| 208-209                 | AA+6                   | 467.00                | Menara TST        | Kersikan      |
| 209-210                 | AA+9                   | 452.60                | Menara TST        | Karangsentul  |
| 210-211                 | AA+3                   | 474.80                | Menara TST        | Karangsentul  |
| 211-212                 | AA+6                   | 427.90                | Menara TST        | Bajangan      |
| 212-213                 | AA+6                   | 394.40                | Menara ST         | Ketangi Rejo  |
| 213-214                 | AA                     | 417.80                | Menara TST        | Pateban       |
| 214-215                 | CC+3                   | 396.10                | Menara TST        | Pateban       |
| 215-216                 | AA+3                   | 458.80                | Menara TST        | Kejayan       |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor<br/>Menara</b> | <b>Tipe<br/>Menara</b> | <b>Gawang<br/>(m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b>  |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|
| 216-217                 | AA-6                   | 431.10                | Menara TST        | Kejayan        |
| 217-218                 | BB+3                   | 457.50                | Menara TST        | Seladi         |
| 218-219                 | BB+3                   | 441.80                | Menara TST        | Tanggulangin   |
| 219-220                 | AA+12                  | 466.20                | Menara TST        | Tanggulangin   |
| 220-221                 | AA+12                  | 483.00                | Menara ST         | Tanggulangin   |
| 221-222                 | AA+3                   | 423.10                | Menara TST        | Kurung         |
| 222-223                 | AA+3                   | 397.50                | Menara ST         | Sumber Banteng |
| 223-224                 | AA+3                   | 408.50                | Menara ST         | Sumber Banteng |
| 224-225                 | AA+3                   | 437.40                | Menara ST         | Kuwuh          |
| 225-226                 | AA+6                   | 441.00                | Menara TST        | Kuwuh          |
| 226-227                 | AA+6                   | 488.10                | Menara ST         | Kuwuh          |
| 227-228                 | AA+3                   | 414.20                | Menara TST        | Kuwuh          |
| 228-229                 | AA                     | 371.40                | Menara TST        | Pacar Keling   |
| 229-230                 | AA                     | 306.10                | Menara ST         | Sambisirah     |
| 230-231                 | AA+6                   | 478.70                | Menara TST        | Sambisirah     |
| 231-232                 | BB+6                   | 457.00                | Menara TST        | Kluwut         |
| 232-233                 | BB+6                   | 449.80                | Menara ST         | Kluwut         |
| 233-234                 | BB+6                   | 477.00                | Menara ST         | Kluwut         |
| 234-235                 | AA+9                   | 452.70                | Menara TST        | Wonorejo       |
| 235-236                 | AA+9                   | 448.30                | Menara ST         | Karangasem     |
| 236-237                 | AA+6                   | 475.30                | Menara TST        | Jatigunting    |
| 237-238                 | BB-6                   | 455.00                | Menara TST        | Jatigunting    |
| 238-239                 | BB+3                   | 368.80                | Menara TST        | Jatigunting    |
| 239-240                 | AA+3                   | 404.70                | Menara TST        | Jatigunting    |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b>  |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 240-241             | AA+6               | 389.50            | Menara TST        | Jaligunting    |
| 241-242             | AA-3               | 299.90            | Menara TST        | Jaligunting    |
| 142-243             | DD                 | 299.90            | Menara TST        | Jaligunting    |
| 243-244             | AA+9               | 492.00            | Menara TST        | Pebano         |
| 244-245             | AA+9               | 494.00            | Menara ST         | Pebano         |
| 245-246             | AA+9               | 484.80            | Menara ST         | Pebano         |
| 246-247             | AA+9               | 439.20            | Menara ST         | Kalirejo       |
| 247-248             | AA+12              | 481.70            | Menara TST        | Candi Binangun |
| 248-249             | AA+6               | 488.80            | Menara TST        | Candi Binangun |
| 249-250             | AA+9               | 362.90            | Menara TST        | Candi Binangun |
| 250-251             | AA                 | 441.90            | Menara TST        | Candi Binangun |
| 251-252             | BB+3               | 497.70            | Menara TST        | Candi Binangun |
| 252-253             | AA+9               | 417.50            | Menara TST        | Kenduruan      |
| 253-254             | AA-15              | 390.80            | Menara TST        | Kenduruan      |
| 254-255             | AA+15              | 500.20            | Menara ST         | Kenduruan      |
| 255-256             | AA+3               | 408.00            | Menara TST        | Sukorame       |
| 256-257             | AA+3               | 494.60            | Menara ST         | Sukorame       |
| 257-258             | AA+9               | 424.60            | Menara TST        | Curah Rejo     |
| 258-259             | AA+9               | 447.60            | Menara ST         | Curah Rejo     |
| 259-260             | AA                 | 386.00            | Menara TST        | Sebani         |
| 260-261             | AA                 | 360.60            | Menara ST         | Sebani         |
| 261-262             | AA+3               | 414.50            | Menara TST        | Sebani         |
| 262-263             | BB+6               | 482.90            | Menara TST        | Sebani         |
| 263-264             | BB+3               | 480.90            | Menara TST        | Sebani         |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| <b>Nomor<br/>Menara</b> | <b>Tipe<br/>Menara</b> | <b>Gawang<br/>(m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b> |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|---------------|
| 264-265                 | AA+6                   | 477.20                | Menara TST        | Kebunwaris    |
| 265-266                 | AA+9                   | 511.90                | Menara TST        | Kcmiri Sewu   |
| 266-267                 | AA+9                   | 442.30                | Menara ST         | Kemiri Sewu   |
| 267-268                 | AA+12                  | 267.00                | Menara TST        | Kcmiri Sewu   |
| 268-269                 | AA                     | 361.00                | Menara TST        | Randupitu     |
| 269-270                 | AA+15                  | 509.10                | Menara TST        | Randupitu     |
| 270-271                 | AA+15                  | 264.80                | Menara ST         | Randupitu     |
| 271-272                 | BB+6                   | 320.80                | Menara TST        | Randupitu     |
| 272-273                 | AA+6                   | 484.80                | Menara TST        | Randupitu     |
| 273-274                 | AA+6                   | 475.30                | Menara TST        | Randupitu     |
| 274-275                 | AA-6                   | 460.70                | Menara ST         | Ngerong       |
| 275-276                 | BB+6                   | 510.70                | Menara TST        | Ngerong       |
| 276-277                 | AA+12                  | 488.50                | Menara TST        | Karangerjo    |
| 277-278                 | AA+6                   | 355.70                | Menara TST        | Ngerong       |
| 278-279                 | AA+12                  | 453.40                | Menara TST        | Ngerong       |
| 279-280                 | AA+9                   | 441.30                | Menara TST        | Ngerong       |
| 280-281                 | AA                     | 442.80                | Menara TST        | Bulusari      |
| 281-282                 | AA+9                   | 496.00                | Menara TST        | Bulusari      |
| 282-283                 | BB+6                   | 498.70                | Menara TST        | Bulusari      |
| 283-284                 | AA+9                   | 499.20                | Menara TST        | Bulusari      |
| 284-285                 | AA+6                   | 447.70                | Menara TST        | Bulusari      |
| 285-286                 | AA+12                  | 385.30                | Menara TST        | Carat         |
| 286-287                 | DD+6                   | 479.90                | Menara TST        | Carat         |
| 287-288                 | AA+6                   | 485.50                | Menara TST        | Carat         |

**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO  
SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

| Nomor Menara    | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan                                                                                                                                                                | Lokasi                          |
|-----------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 288-289         | BB+6        | 464.40     | <div>Wilayah kerja UPT Probolinggo</div> <div><div><div></div><div></div></div><div>←</div><div>↑</div><div>↓</div><div>→</div></div> <div>Wilayah kerja UPT Kediri</div> | Kebonagung                      |
| 289-290         | AA+6        | 468.30     |                                                                                                                                                                           | Wakukosek                       |
|                 |             |            |                                                                                                                                                                           | Wates Negoro                    |
|                 |             |            |                                                                                                                                                                           | <div>Jumlah Tower 289 Set</div> |
| Panjang rute    | =           | 123,526.70 | Meter                                                                                                                                                                     |                                 |
| Panjang circuit | =           | 247.053    | kMs                                                                                                                                                                       |                                 |

**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 289 S/D 489)**

| Nomor Menara | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan | Lokasi       |
|--------------|-------------|------------|------------|--------------|
| 290-291      | CC+3        | 425.70     | Menara TST | Wates Negoro |
| 291-292      | AA          | 423.10     | Menara TST | Wates Negoro |
| 292-293      | AA          | 423.30     | Menara ST  | Wates Negoro |
| 293-294      | AA+3        | 434.50     | Menara TST | Wates Negoro |
| 294-295      | CC          | 439.30     | Menara TST | Wates Negoro |
| 295-296      | AA+3        | 430.90     | Menara TST | Wates Negoro |
| 296-297      | AA+3        | 436.30     | Menara ST  | Candi Harjo  |
| 297-298      | AA          | 445.90     | Menara TST | Candi Harjo  |
| 298-299      | AA+3        | 440.30     | Menara TST | Candi Harjo  |
| 299-300      | AA          | 439.70     | Menara TST | Ngoro        |
| 300-301      | AA+3        | 435.00     | Menara TST | Kembangsari  |
| 301-302      | DD          | 308.30     | Menara TST | Kembangsari  |
| 302-303      | AA          | 411.80     | Menara TST | Kembangsari  |
| 303-304      | AA          | 423.10     | Menara ST  | Sedati       |
| 304-305      | AA+3        | 457.20     | Menara TST | Sedati       |
| 305-306      | AA+6        | 390.60     | Menara TST | Purwajati    |
| 306-307      | AA          | 402.50     | Menara TST | Lolawang     |
| 307-308      | AA+3        | 397.80     | Menara TST | Lolawang     |
| 308-309      | AA+3        | 461.30     | Menara ST  | Purwajati    |
| 309-310      | DD+3        | 444.50     | Menara TST | Purwajati    |
| 310-311      | AA+3        | 460.60     | Menara TST | Purwajati    |
| 311-312      | AA+9        | 308.40     | Menara TST | Purwajati    |

**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 287 S/D 489)**

| Nomor Menara | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan | Lokasi       |
|--------------|-------------|------------|------------|--------------|
| 312-313      | AA-12       | 448.00     | Menara TST | Kuta Girang  |
| 313-314      | AA+6        | 422.30     | Menara TST | Kuta Girang  |
| 314-315      | AA+6        | 436.10     | Menara ST  | Kuta Girang  |
| 315-316      | AA+3        | 427.80     | Menara TST | Kuta Girang  |
| 316-317      | BB+3        | 477.10     | Menara ST  | Kuta Girang  |
| 317-318      | AA+6        | 419.40     | Menara TST | Kesemen      |
| 318-319      | AA          | 403.20     | Menara TST | Kesemen      |
| 319-320      | AA+6        | 398.40     | Menara TST | Kesemen      |
| 320-321      | CC          | 419.80     | Menara TST | Kesemen      |
| 321-322      | AA+3        | 414.20     | Menara TST | Purworejo    |
| 322-323      | AA+6        | 454.50     | Menara TST | Purworejo    |
| 323-324      | AA+3        | 381.10     | Menara TST | Purworejo    |
| 324-325      | AA+6        | 407.60     | Menara TST | Purworejo    |
| 325-326      | DD          | 399.50     | Menara TST | Jatijejer    |
| 326-327      | AA-3        | 447.00     | Menara TST | Kuripan Sari |
| 327-328      | AA-3        | 438.30     | Menara ST  | Kuripan Sari |
| 328-329      | AA+6        | 381.80     | Menara TST | Kuripan Sari |
| 329-330      | AA          | 415.10     | Menara TST | Kuripan Sari |
| 330-331      | AA-3        | 379.10     | Menara TST | Kuripan Sari |
| 331-332      | AA+9        | 458.40     | Menara TST | Kuripan Sari |
| 332-333      | AA          | 331.70     | Menara TST | Pandananarum |
| 333-334      | CC-3        | 392.20     | Menara TST | Pandananarum |
| 334-335      | AA+3        | 385.80     | Menara TST | Simbaringin  |
| 335-336      | AA+6        | 410.90     | Menara TST | Simbaringin  |



**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 287 S/D 489)**

| Nomor Menara | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan | Lokasi       |
|--------------|-------------|------------|------------|--------------|
| 336-337      | AA+6        | 531.70     | Menara ST  | Simberingin  |
| 337-338      | AA+3        | 412.60     | Menara TST | Payungrejo   |
| 338-339      | AA          | 405.90     | Menara TST | Payungrejo   |
| 339-340      | AA+3        | 393.60     | Menara TST | Payungrejo   |
| 340-341      | AA+6        | 490.00     | Menara TST | Kedung Gede  |
| 341-342      | GG+3        | 422.70     | Menara TST | Kedung Gede  |
| 342-343      | AA+6        | 437.60     | Menara TST | Kedung Gede  |
| 343-344      | AA+6        | 416.10     | Menara ST  | Kedung Gede  |
| 344-345      | AA          | 443.30     | Menara TST | Punggul      |
| 345-346      | AA          | 404.50     | Menara ST  | Punggul      |
| 346-347      | AA+6        | 409.90     | Menara TST | Punggul      |
| 347-348      | AA          | 335.30     | Menara ST  | Punggul      |
| 348-349      | AA          | 392.20     | Menara ST  | Punggul      |
| 349-350      | AA          | 414.80     | Menara ST  | Tawar        |
| 350-351      | AA          | 360.90     | Menara ST  | Karangkuntan |
| 351-352      | BB+3        | 301.60     | Menara TST | Karangkuntan |
| 352-353      | AA          | 430.80     | Menara TST | Karangkuntan |
| 353-354      | AA+9        | 452.40     | Menara TST | Tawar        |
| 354-355      | AA+3        | 417.00     | Menara TST | Karangkuntan |
| 355-356      | AA-3        | 387.50     | Menara TST | Bening       |
| 356-357      | AA+9        | 378.50     | Menara TST | Bening       |
| 357-358      | AA+12       | 544.70     | Menara TST | Sumberagung  |
| 358-359      | AA+9        | 417.70     | Menara TST | Sumberagung  |
| 359-360      | AA+6        | 466.30     | Menara TST | Baureno      |

**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 287 S/D 478)**

| Nomor Menara | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan | Lokasi                 |
|--------------|-------------|------------|------------|------------------------|
| 360-361      | AA+6        | 354.60     | Menara TST | Baureno                |
| 361-362      | AA-3        | 373.70     | Menara TST | Baureno                |
| 362-363      | BB-3        | 390.80     | Menara TST | Jatirejo               |
| 363-364      | AA          | 497.50     | Menara TST | Jatirejo               |
| 364-365      | AA+9        | 450.70     | Menara TST | Jatirejo               |
| 365-366      | AA+6        | 532.40     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 366-367      | AA-3        | 432.10     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 367-368      | AA          | 394.40     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 368-369      | AA+3        | 411.70     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 369-370      | BB          | 504.70     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 370-371      | AA+0        | 466.40     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 371-372      | AA+6        | 384.90     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 372-373      | AA-3        | 333.10     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 373-374      | AA-3        | 395.80     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gedangan |
| 374-375      | AA-3        | 326.90     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gedangan |
| 375-376      | BB          | 357.90     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 376-377      | AA+3        | 357.80     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 377-378      | DD+3        | 332.80     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 378-379      | AA-3        | 388.90     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 379-380      | AA-3        | 267.80     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gedangan |
| 380-381      | BB+6        | 448.00     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 381-382      | BB+6        | 384.50     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gedangan |
| 382-383      | AA-3        | 457.40     | Menara TST | BKPH Jabung & Gedangan |
| 383-384      | AA-3        | 213.20     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gedangan |

**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 287 S/D 478)**

| Nomor Menara | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan | Lokasi                 |
|--------------|-------------|------------|------------|------------------------|
| 384-385      | AA-3        | 437.80     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gadangan |
| 385-386      | AA-3        | 276.50     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gadangan |
| 386-387      | AA-3        | 387.00     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gadangan |
| 387-388      | BB-3        | 391.50     | Menara TST | BKPH Jabung & Gadangan |
| 388-389      | AA+3        | 426.20     | Menara TST | BKPH Jabung & Gadangan |
| 389-390      | AA-3        | 501.20     | Menara TST | BKPH Jabung & Gadangan |
| 390-391      | AA          | 270.40     | Menara TST | BKPH Jabung & Gadangan |
| 391-392      | AA+6        | 350.70     | Menara TST | BKPH Jabung & Gadangan |
| 392-393      | AA+6        | 509.30     | Menara ST  | BKPH Jabung & Gadangan |
| 393-394      | AA-3        | 439.00     | Menara TST | Ngrimbi                |
| 394-395      | AA+6        | 363.90     | Menara TST | Ngrimbi                |
| 395-396      | BB          | 467.40     | Menara TST | Ngrimbi                |
| 396-397      | AA+6        | 359.80     | Menara TST | Nglembak               |
| 397-398      | AA+15       | 411.60     | Menara TST | Nglembak               |
| 398-399      | AA          | 547.50     | Menara TST | Nglembak               |
| 399-400      | AA+6        | 393.00     | Menara TST | Banjaragung            |
| 400-401      | AA          | 462.80     | Menara TST | Banjaragung            |
| 401-402      | AA+3        | 450.40     | Menara TST | Banjaragung            |
| 402-403      | AA+3        | 408.20     | Menara ST  | Barong                 |
| 403-404      | AA+3        | 494.20     | Menara ST  | Barong                 |
| 404-405      | AA+6        | 473.80     | Menara TST | Barong                 |
| 405-406      | AA          | 442.90     | Menara TST | Barong                 |
| 406-407      | BB+6        | 472.30     | Menara TST | Barong                 |
| 407-408      | AA+3        | 461.70     | Menara TST | Barong                 |

**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 287 S/D 478)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b> |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 408-409             | BB+6               | 477.80            | Menara TST        | Barong        |
| 409-410             | AA+6               | 501.20            | Menara TST        | Mundusewu     |
| 410-411             | BB+6               | 427.60            | Menara TST        | Mundusewu     |
| 411-412             | AA+6               | 485.60            | Menara TST        | Mundusewu     |
| 412-413             | AA+6               | 488.10            | Menara ST         | Kebondalem    |
| 413-414             | AA+6               | 400.80            | Menara ST         | Kebondalem    |
| 414-415             | AA+9               | 436.40            | Menara TST        | Kebondalem    |
| 415-416             | AA+6               | 446.20            | Menara TST        | Kebondalem    |
| 416-417             | BB+3               | 464.20            | Menara TST        | Rejoagung     |
| 417-418             | AA+6               | 479.50            | Menara TST        | Kasreman      |
| 418-419             | AA+9               | 458.90            | Menara TST        | Kasreman      |
| 419-420             | AA                 | 430.50            | Menara TST        | Kasreman      |
| 420-421             | AA+9               | 530.70            | Menara TST        | Kasreman      |
| 421-422             | AA+9               | 348.10            | Menara ST         | Kasreman      |
| 422-423             | AA-3               | 343.30            | Menara TST        | Kemiri        |
| 423-424             | BB+6               | 421.70            | Menara TST        | Kemiri        |
| 424-425             | BB+3               | 399.80            | Menara TST        | Karangtengah  |
| 425-426             | BB+6               | 462.20            | Menara TST        | Karangtengah  |
| 426-427             | AA+6               | 474.40            | Menara TST        | Klampisan     |
| 427-428             | AA+6               | 404.10            | Menara ST         | Klampisan     |
| 428-429             | AA                 | 365.00            | Menara TST        | Keling        |
| 429-430             | AA                 | 381.00            | Menara ST         | Klampisan     |
| 430-431             | AA+6               | 445.10            | Menara TST        | Klampisan     |
| 431-432             | AA+3               | 415.80            | Menara TST        | Keling        |

**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 287 S/D 478)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b> |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 432-433             | AA+6               | 302.20            | Menara TST        | Keling        |
| 433-434             | AA                 | 367.60            | Menara TST        | Kencong       |
| 434-435             | AA+6               | 456.70            | Menara TST        | Kencong       |
| 435-436             | AA+3               | 415.60            | Menara TST        | Kencong       |
| 436-437             | AA+9               | 440.70            | Menara TST        | Krenceng      |
| 437-438             | AA+6               | 455.80            | Menara TST        | Krenceng      |
| 438-439             | BB+6               | 452.60            | Menara TST        | PHPH Pare     |
| 439-440             | AA+6               | 420.90            | Menara TST        | Krenceng      |
| 440-441             | AA+6               | 344.90            | Menara ST         | BKPH Pare     |
| 441-442             | AA+9               | 438.70            | Menara TST        | Gadungan      |
| 442-443             | BB+6               | 388.00            | Menara TST        | Manggis       |
| 443-444             | AA                 | 404.90            | Menara TST        | Manggis       |
| 444-445             | AA+6               | 477.70            | Menara TST        | Gadungan      |
| 445-446             | AA+12              | 405.90            | Menara TST        | BKPH Pare     |
| 446-447             | AA+3               | 436.70            | Menara TST        | BKPH Pare     |
| 447-448             | CC                 | 427.50            | Menara TST        | BKPH Pare     |
| 448-449             | AA+6               | 441.40            | Menara TST        | BKPH Pare     |
| 449-450             | AA+3               | 439.50            | Menara TST        | BKPH Pare     |
| 450-451             | AA                 | 403.20            | Menara TST        | BKPH Pare     |
| 451-452             | AA+3               | 462.60            | Menara TST        | BKPH Pare     |
| 452-453             | AA+6               | 452.40            | Menara TST        | BKPH Pare     |
| 453-454             | AA+6               | 450.50            | Menara ST         | BKPH Pare     |
| 454-455             | AA+6               | 399.10            | Menara ST         | Sumberagung   |
| 455-456             | AA+6               | 467.70            | Menara ST         | Sumberagung   |

**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 287 S/D 478)**

| <b>Nomor Menara</b> | <b>Tipe Menara</b> | <b>Gawang (m)</b> | <b>Keterangan</b> | <b>Lokasi</b> |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 456-457             | AA+6               | 473.80            | Menara ST         | Sumberagung   |
| 457-458             | AA+6               | 405.40            | Menara ST         | Pranggang     |
| 458-459             | AA+3               | 416.90            | Menara TST        | Pranggang     |
| 459-460             | AA+9               | 363.60            | Menara TST        | Pranggang     |
| 460-461             | AA+3               | 384.20            | Menara TST        | Pranggang     |
| 461-462             | AA                 | 388.90            | Menara TST        | Pranggang     |
| 462-463             | AA+6               | 454.00            | Menara TST        | Pranggang     |
| 463-464             | DD+3               | 445.90            | Menara TST        | Ploso Lor     |
| 464-465             | AA+3               | 429.20            | Menara TST        | Ploso Lor     |
| 465-466             | AA+3               | 429.90            | Menara ST         | Ploso Lor     |
| 466-467             | AA+6               | 453.40            | Menara TST        | Ploso Lor     |
| 467-468             | AA+6               | 437.70            | Menara ST         | Ploso Kidul   |
| 468-469             | AA+3               | 354.80            | Menara TST        | Ploso Kidul   |
| 469-470             | AA+3               | 470.60            | Menara ST         | Ploso Kidul   |
| 470-471             | AA+6               | 476.90            | Menara TST        | Jarak         |
| 471-472             | AA+6               | 467.00            | Menara ST         | Jarak         |
| 472-473             | AA+9               | 479.00            | Menara TST        | Jarak         |
| 473-474             | AA+12              | 476.00            | Menara TST        | Jarak         |
| 474-475             | AA+15              | 457.00            | Menara TST        | Panjer        |
| 475-476             | AA+6               | 400.40            | Menara TST        | Panjer        |
| 476-477             | AA+6               | 454.10            | Menara ST         | Ngasem        |
| 477-478             | AA+3               | 431.50            | Menara TST        | Ngasem        |
| 478-479             | BB+3               | 360.50            | Menara TST        | Ngasem        |
| 479-480             | AA+3               | 425.60            | Menara TST        | Bangkok       |

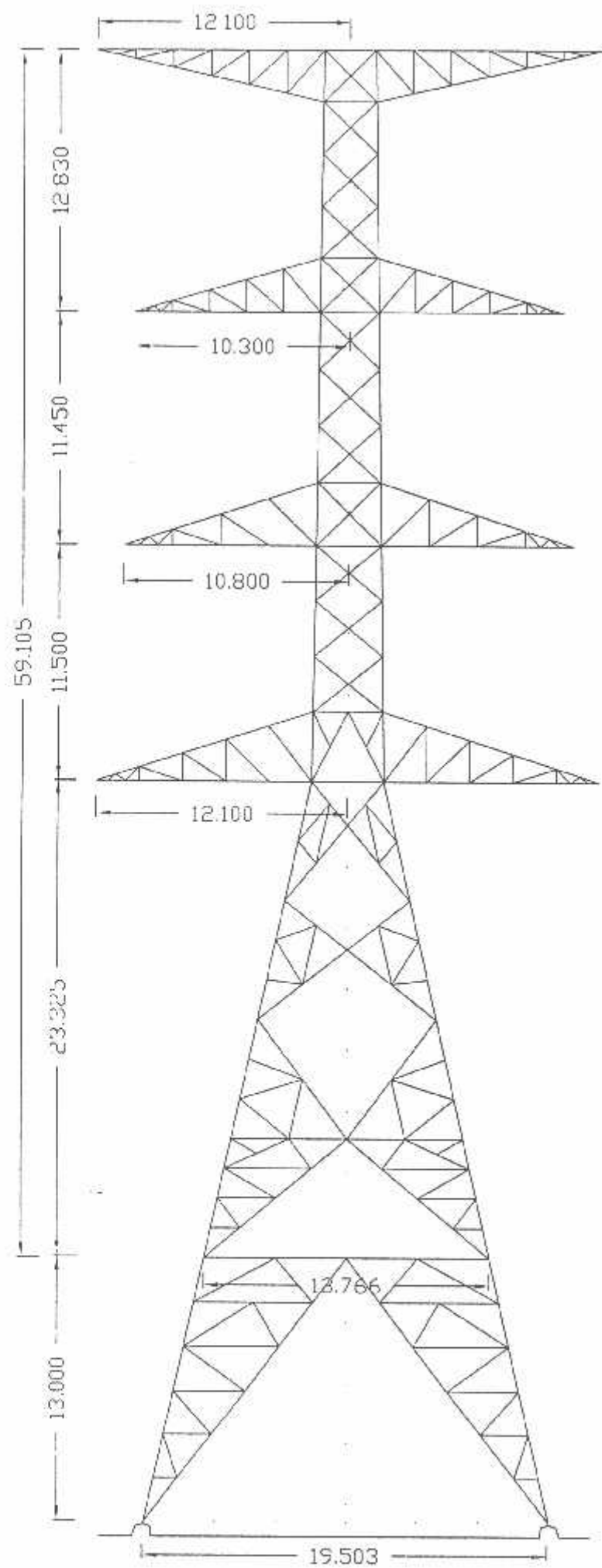
**WILAYAH KERJA UPT KEDIRI**  
**SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 287 S/D 478)**

| Nomor Menara                     | Tipe Menara | Gawang (m) | Keterangan | Lokasi                      |
|----------------------------------|-------------|------------|------------|-----------------------------|
| 480-481                          | AA          | 401.80     | Menara TST | Bangkok                     |
| 481-482                          | AA+3        | 450.20     | Menara TST | Bogem                       |
| 482-483                          | AA          | 426.30     | Menara TST | Sidomulyo                   |
| 483-484                          | AA+3        | 373.80     | Menara TST | Sidomulyo                   |
| 484-485                          | AA+3        | 483.50     | Menara ST  | Sidomulyo                   |
| 485-486                          | AA+3        | 461.40     | Menara ST  | Janti                       |
| 486-487                          | AA+9        | 496.90     | Menara TST | Janti                       |
| 487-488                          | AA+12       | 391.10     | Menara TST | Tempurejo                   |
| 488-489                          | AA+9        | 473.10     | Menara TST | Tempurejo                   |
| 489-490                          | AA+9        | 409.30     | Menara ST  | Tempurejo                   |
| 490-491                          | BB          | 433.00     | Menara TST | Ngletih                     |
| 491-492                          | AA+3        | 415.20     | Menara TST | Ngletih                     |
| 492-493                          | AA+6        | 434.30     | Menara TST | Ngletih                     |
| 493-494                          | AA+6        | 427.10     | Menara ST  | Jamsaren                    |
| 494-495                          | AA+3        | 406.20     | Menara TST | Jamsaren                    |
| 495-496                          | CC+3        | 348.30     | Menara TST | Jamsaren                    |
| 496-Gan                          | FF          | 80.00      | Menara TST | Didalam GI                  |
|                                  | GAN-11      |            | Menara ST  | Didalam GI                  |
| Panjang rute = 85.823,30 Meter   |             |            |            | Jumlah Tower<br><br>207 Set |
| Panjang circuit = 173.646,60 kMs |             |            |            |                             |

Sumber: Data dari PLN

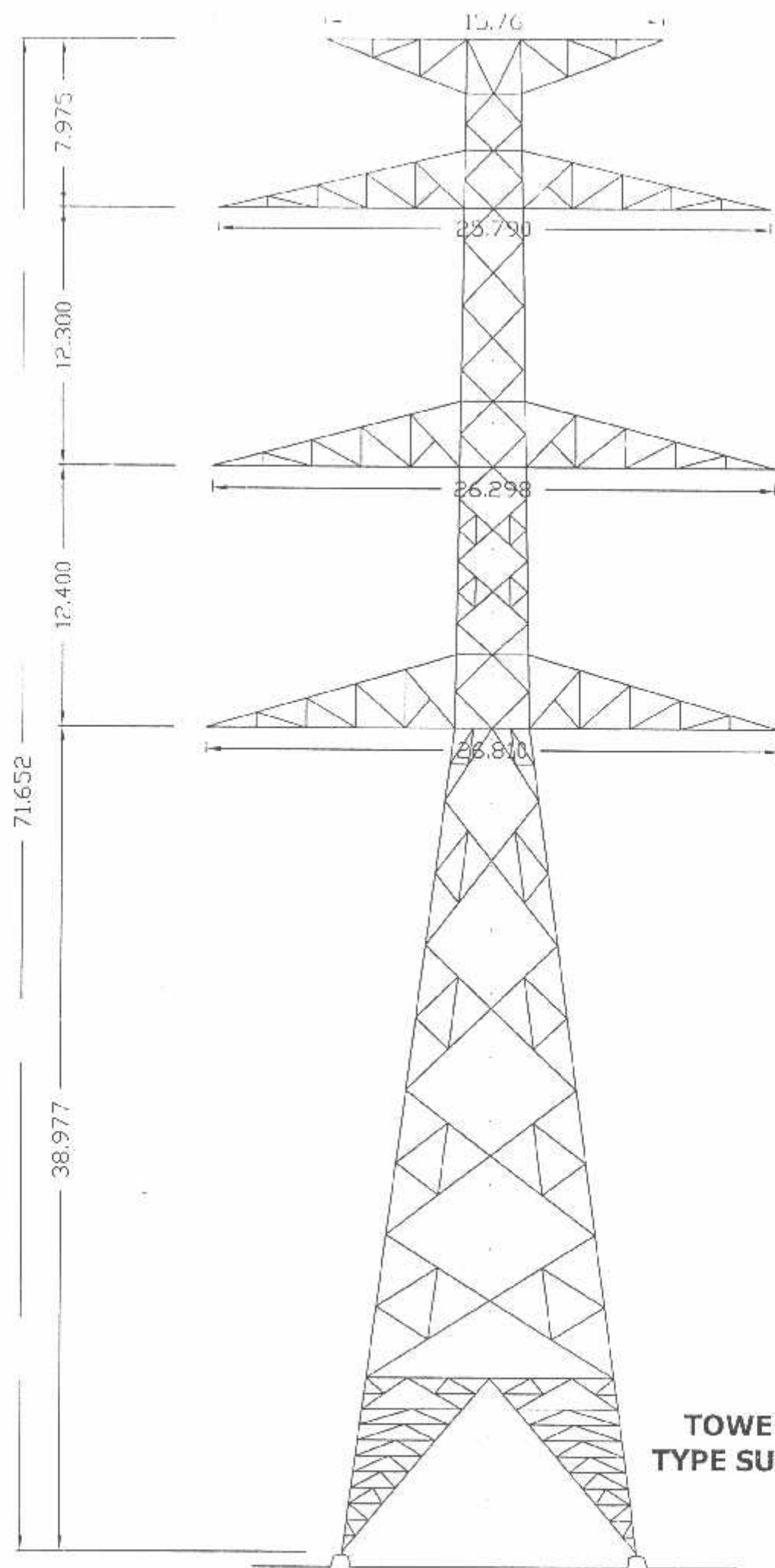
Keterangan  
Menara TST = Menara Tidak Sama Tinggi  
Menara ST = Menara Sama Tinggi





**TOWER 500KV  
TYPE TENSION**





**TOWER 500KV  
TYPE SUSPENSION**

merican Wire Group  
E. Hallandale Beach Blvd., Suite PH8  
Hallandale, Florida 33009  
Free: 1-800-342-7215 • Telephone: 1-954-455-3050 • Fax: 1-954-455-9886  
Email: thhnman@aol.com • Website: www.buyawg.com

# Gannet, ACSR Aluminum Conductor  
Steel Reinforced

ACSR Aluminum Conductor  
Steel Reinforced

Applications

Used as bare overhead transmission cable and as primary and secondary distribution cable, ACSR offers optimal strength for line design. Variable steel core stranding enables desired strength to be achieved without sacrificing ampacity.

Construction

Aluminum alloy 1350-H-19 wires, concentrically stranded about a steel core. Core wire for ACSR is available with class A, B, or C galvanizing; "aluminized" aluminum coated (AZ); or aluminum-clad (AW). Additional corrosion protection is available through the application of grease to the core or infusion of the complete cable with grease.

Specifications

ACSR bare conductor meets or exceeds the following ASTM specifications:

- B-230 Aluminum Wire, 1350-H19 for Electrical Purposes
- B-231 Aluminum Conductors, Concentric-Lay-Stranded
- B-232 Aluminum Conductors, Concentric-Lay-Stranded, Coated Steel Reinforced (ACSR)
- B-341 Aluminum-Coated Steel Core Wire for Aluminum Conductors, Steel Reinforced (ACSR/AZ)
- B-498 Zinc-Coated Steel Core Wire for Aluminum Conductors, Steel Reinforced (ACSR/AZ)
- B-500 Zinc Coated and Aluminum Coated Stranded Steel Core for Aluminum Conductors, Steel Reinforced (ACSR)

IFICATIONS

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| Name                      | Gannet        |
| WG                        | 666.6         |
| ing (Al/Stl)              | 26/7          |
| er Indiv. Wire - Aluminum | 0.1601 Inches |
| er Indiv. Wire - Steel    | 0.1245 Inches |
| er Steel Core             | 0.3730 Inches |
| er Complete Cable (O.D.)  | 1.014 Inches  |
| Per 1000ft - Al           | 628.7 Lbs     |
| Per 1000ft - Stl          | 288.5 Lbs     |

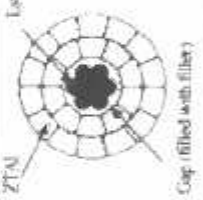
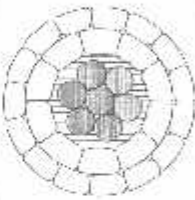
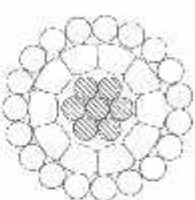
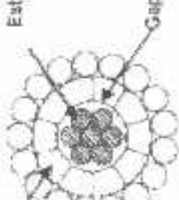
|                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| Weight Per 1000ft - Total      | 917.1 Lbs             |
| Weight - Al                    | 68.53 %               |
| Weight - Stl                   | 31.47 %               |
| Breaking Strength              | 26400 Lbs             |
| Resistance DC 20oC Per 1000ft. | 0.0255 $\Omega$ /8486 |
| Resistance AC 75oC per 1000ft. | 0.0313 $\Omega$ /8486 |
| Rating                         | 812 Amps              |



SUMITOMO ELECTRIC U.S.A., INC.

SUBSIDIARY OF SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD., JAPAN

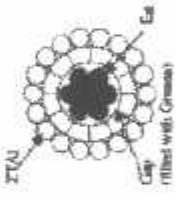
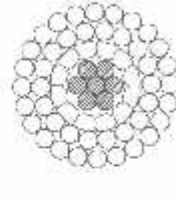
<Design exam pb >

| GAP type name                       |                      | Unit                   | GZTACSR<br>190 mm <sup>2</sup>                                                      | GZTACSR<br>240 mm <sup>2</sup>                                                     | GZTACSR<br>265 mm <sup>2</sup>                                                    | GZTACSR<br>290 mm <sup>2</sup>                                                    |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Construction                        | Nos./mm              |                        | ZTAL - 14/TW* (3.24)<br>ZTAL - 10/TW* (2.99)<br>EST* - 7/2.0                        | ZTAL - 15/TW*<br>ZTAL - 10/TW*<br>EST* - 7/2.4                                     | ZTAL - 19/3.1<br>ZTAL - 10/TW* (3.94)<br>EST* - 7/2.8                             | ZTAL - 17/3.55<br>ZTAL - 10/TW*<br>EST* - 7/2.8                                   |
|                                     | Cross sectional view |                        |  |  |  |  |
| Min. breaking strength              | Conductor            | kN                     | 62.6                                                                                | 86.1                                                                               | 107.5                                                                             | 110.5                                                                             |
|                                     | Steel core           |                        | 38.93                                                                               | 50.3                                                                               | 68.7                                                                              | 68.7                                                                              |
| Diameter                            | Conductor            | mm                     | 17.8                                                                                | 20.6                                                                               | 22.6                                                                              | 23.5                                                                              |
|                                     | Steel core           |                        | 6.0                                                                                 | 7.2                                                                                | 8.4                                                                               | 8.4                                                                               |
| gap between steel core and AL layer |                      | mm                     | 1.2                                                                                 | 1.2                                                                                | 1.2                                                                               | 1.2                                                                               |
|                                     | AL(ZT,ZTA)           |                        | 185.6                                                                               | 247.9                                                                              | 265.3                                                                             | 290.2                                                                             |
| Cross Sectional Area                | Steel                | mm <sup>2</sup>        | 22.0                                                                                | 31.7                                                                               | 43.1                                                                              | 43.1                                                                              |
|                                     | Total                |                        | 207.6                                                                               | 279.6                                                                              | 308.4                                                                             | 333.3                                                                             |
| Weight                              | AL                   |                        | 515.4                                                                               | 684.8                                                                              | 736.5                                                                             | 805.4                                                                             |
|                                     | Steel                |                        | 172.0                                                                               | 248                                                                                | 337                                                                               | 337                                                                               |
|                                     | Filler               |                        | 13.0                                                                                | 18.4                                                                               | 20.3                                                                              | 20.3                                                                              |
|                                     | Total                | kg/km                  | 700.4                                                                               | 951                                                                                | 1094                                                                              | 1163                                                                              |
| D.C. resistance at 20? (Max.)       |                      | Ω /km                  | 0.1591                                                                              | 0.120                                                                              | 0.1129                                                                            | 0.1034                                                                            |
| Modulus of elasticity               | Conductor            | GPa                    | 77.1                                                                                | 78.2                                                                               | 81.9                                                                              | 80.4                                                                              |
|                                     | Steel core           |                        | 205.9                                                                               | 205.9                                                                              | 205.9                                                                             | 206                                                                               |
| Coefficient of Linear Expansion     | Conductor            | × 10 <sup>-6</sup> /t? | 19.7                                                                                | 19.6                                                                               | 19.0                                                                              | 19.2                                                                              |
|                                     | Steel core           |                        | 11.5                                                                                | 11.5                                                                               | 11.5                                                                              | 11.5                                                                              |

\* TW : Trapezoid wire

EST : Extra high strength Zn galvanized steel

### <Design example >

| GAP type name                       |            | Unit                  | GZTACSR<br>340 mm <sup>2</sup>                                                      | GZTACSR<br>440 mm <sup>2</sup>                                                     | GZTACSR<br>520 mm <sup>2</sup>                                                    | TACSR<br>610 mm <sup>2</sup>                   |
|-------------------------------------|------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Construction                        |            | Nos./mm               | ZTAL - 18/3.8<br>ZTAL - 12/TW*<br>EST* - 7/3.8                                      | ZTAL - 15/4.8<br>ZTAL - 10/TW*<br>EST* - 7/3.1                                     | ZTAL - 42/3.5<br>ZTAL - 12/TW*<br>EST* - 7/3.4                                    | TAL - 54/3.8<br>ST - 7/3.8                     |
| Cross section view                  |            |                       |  |  |  | as same as standard<br>ACSR 610mm <sup>2</sup> |
| Min. breaking strength              | Conductor  | kN                    | 172.4                                                                               | 147                                                                                | 178.4                                                                             | 180                                            |
|                                     | Steel core |                       | 122.9                                                                               | 84.2                                                                               | 101.2                                                                             |                                                |
| Diameter                            | Conductor  | mm                    | 26.6                                                                                | 28.5                                                                               | 31.4                                                                              | 34.2                                           |
|                                     | Steel core |                       | 11.4                                                                                |                                                                                    | 10.2                                                                              |                                                |
| gap between steel core and AL layer |            | mm                    | 1.2                                                                                 | 1.2                                                                                | 1.2                                                                               | -                                              |
| Cross Sectional Area                | AL(ZT,ZTA) | mm <sup>2</sup>       | 342.3                                                                               | 439.1                                                                              | 523.6                                                                             |                                                |
|                                     | Steel      |                       | 79.4                                                                                | 52.8                                                                               | 63.6                                                                              |                                                |
|                                     | Total      |                       | 421.7                                                                               | 491.9                                                                              | 587.2                                                                             | 691.78                                         |
| Weight                              | AL         | kg/km                 | 945.5                                                                               |                                                                                    | 1453.5                                                                            | 2320                                           |
|                                     | Steel      |                       | 622.2                                                                               |                                                                                    | 497                                                                               |                                                |
|                                     | Filler     |                       | 31.4                                                                                |                                                                                    | 26.7                                                                              |                                                |
|                                     | Total      |                       | 1599.0                                                                              | 1658                                                                               | 1977                                                                              |                                                |
| D.C. resistance at 20° (Max.)       |            | Ω /km                 | 0.0859                                                                              | 0.0686                                                                             | 0.0576                                                                            | 0.0481                                         |
| Modulus of elasticity               | Conductor  | GPa                   | 88.9                                                                                | 79                                                                                 | 77.4                                                                              | 78.3                                           |
|                                     | Steel core |                       | 205.9                                                                               | 206                                                                                | 205.9                                                                             |                                                |
| Coefficient of Linear Expansion     | Conductor  | × 10 <sup>-5</sup> /° | 18.0                                                                                | 19.8                                                                               | 19.7                                                                              | 19.5                                           |
|                                     | Steel core |                       | 11.5                                                                                | 11.5                                                                               | 11.5                                                                              |                                                |

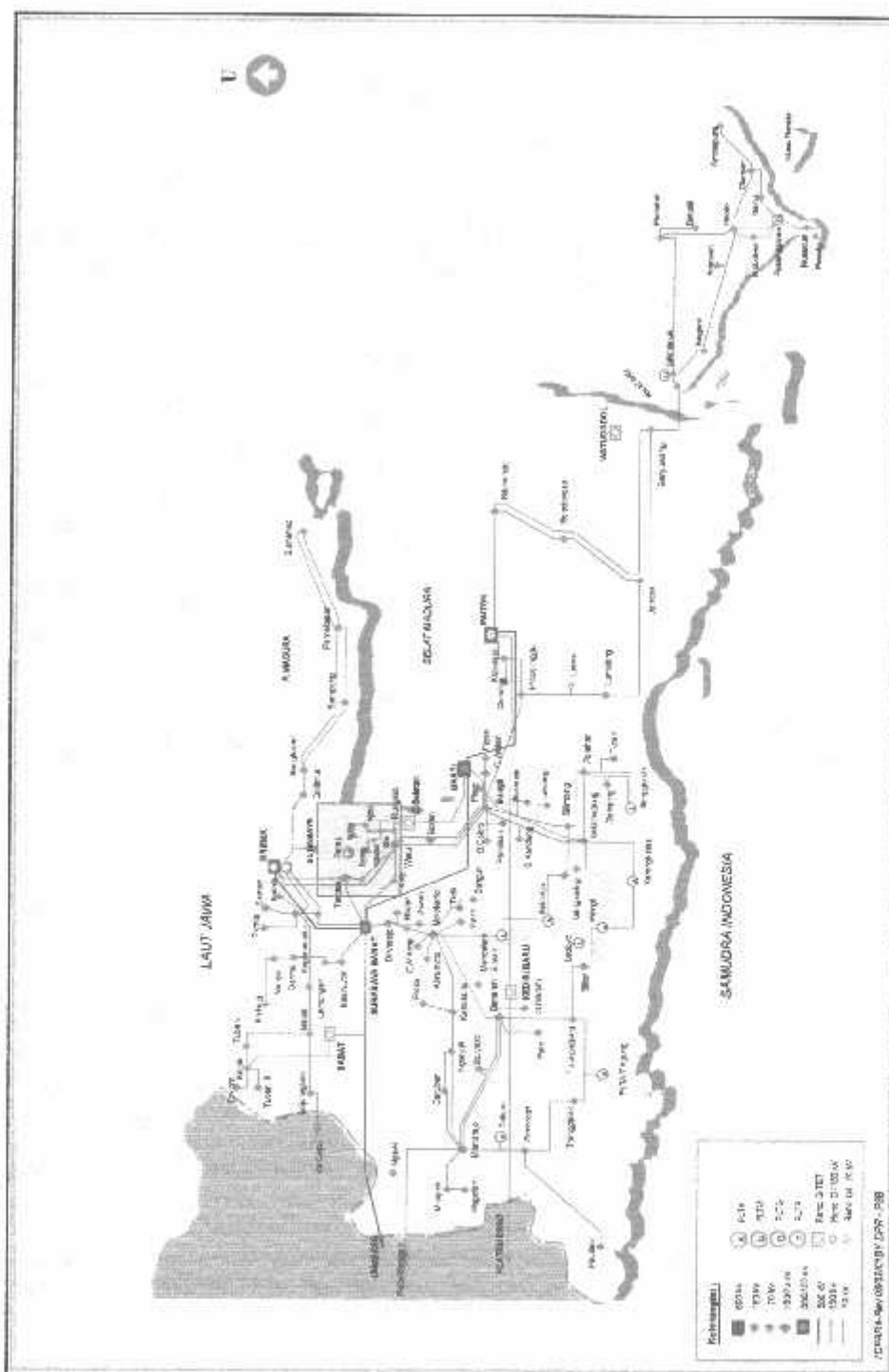
\* TW: Trapezoidal wire

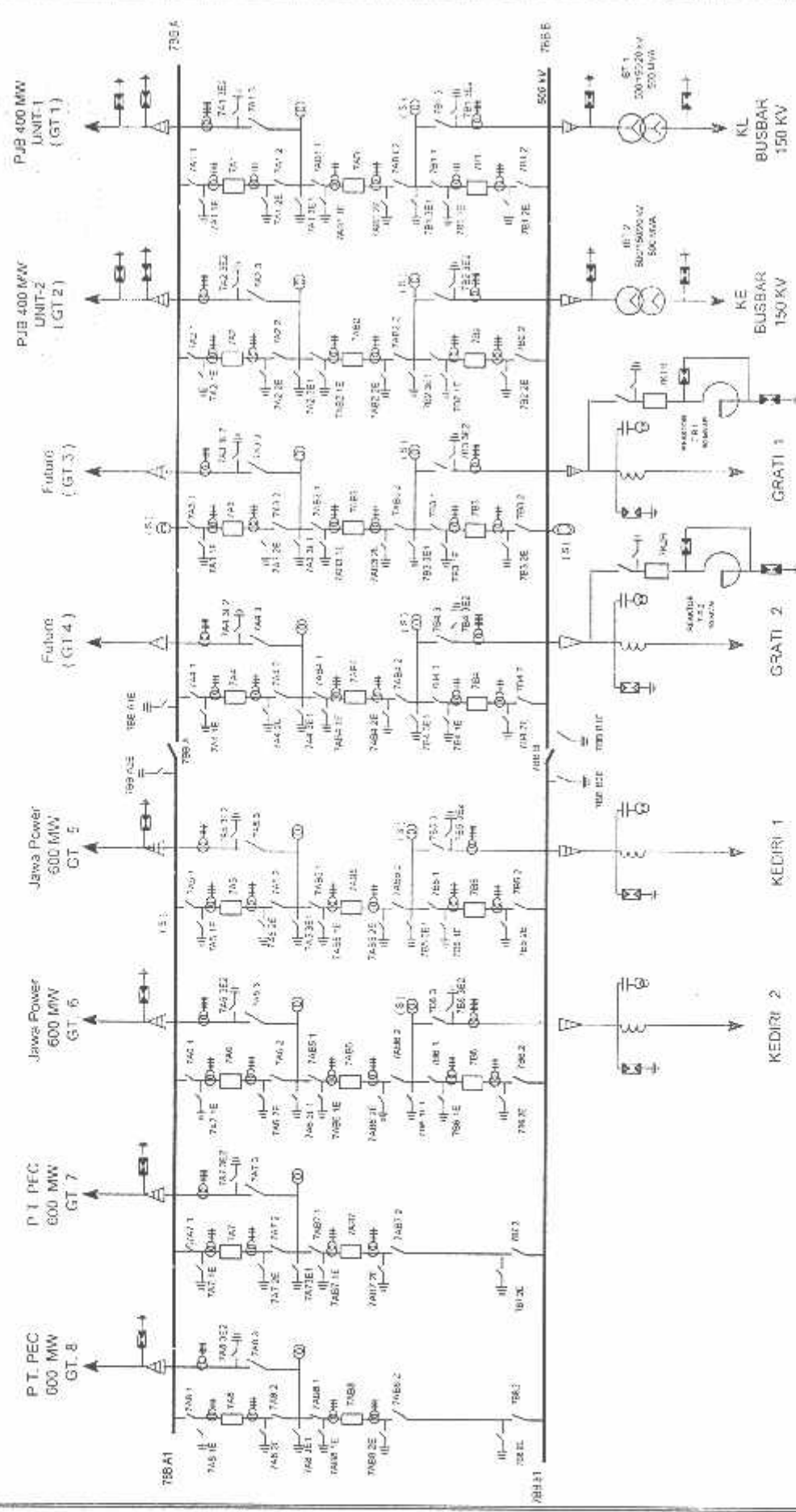
EST : Extra high strength Zn galvanized steel

ST : standard Zn galvanized steel

## JARINGAN TRANSMISI JAWA TIMUR &amp; BALI

Lampiran I - D



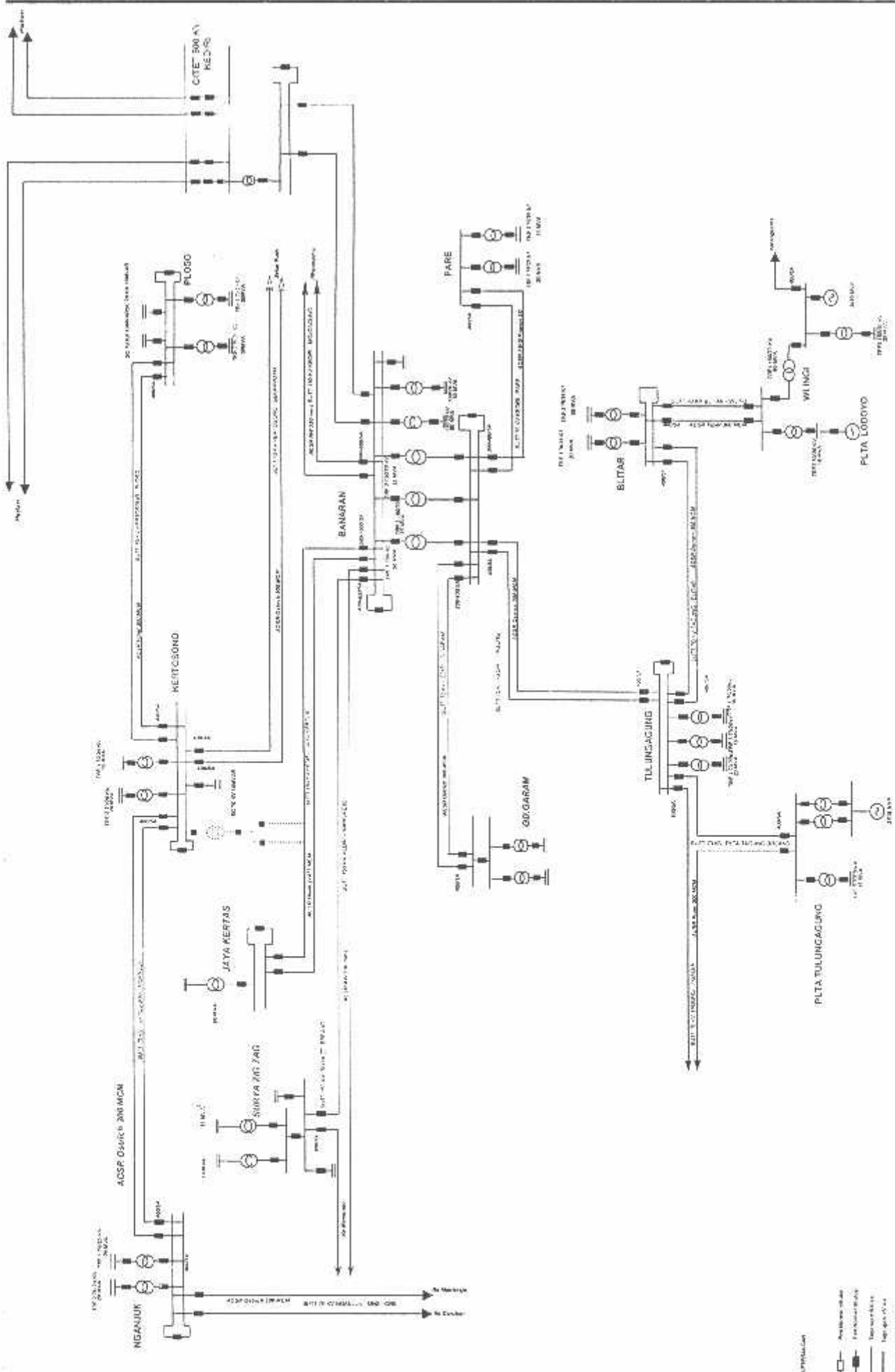




PT. PLN (Persero) P3B  
REDAKSI JAWA BARA JAYA  
UPI PRODI ELEKTRO

**SINGLE LINE DIAGRAM**  
**GITET PAITON**

|           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Disain    | Upemka    | Disetujui | Tanda     |
| Diketahui | Diketahui | Diketahui | Diketahui |

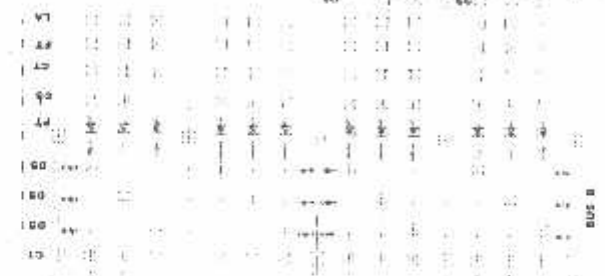
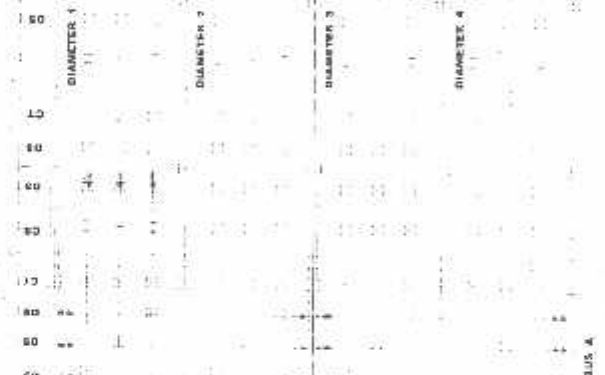






RUPT 150 KV  
LAMBANG

TRANSFORMATOR  
500/150 KV  
500 MVA



SISTEM 500 KV  
PUGAN

SISTEM 500 KV  
PATON

KONTROL  
PANEL

004

|          |                                                                  |         |          |        |
|----------|------------------------------------------------------------------|---------|----------|--------|
|          | PT PLN (PERSERO) PJB<br>REGION JAWA TIMUR DAN BALI<br>UPT KEDIRI |         |          |        |
|          | SITUASI                                                          |         |          |        |
|          | GITET 500 KV KEDIRI BARU                                         |         |          |        |
| DIBANGUN | TANGGAL                                                          | DIREKSI | DIREKTOR | POSISI |