

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA MEKANIS
KONDUKTOR *ACSR* DENGAN KONDUKTOR *ACCR*
TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN
TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN
PADA SUTET 500 kV DI PAITON - KEDIRI**



Disusun Oleh :

M. ALI WAFA

02.12.083

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

MARET 2008

REPORT

THESE ARE THE RESULTS OF THE INVESTIGATION CONDUCTED BY THE BUREAU OF INVESTIGATION OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE IN CONNECTION WITH THE MATTER OF THE ALLEGED VIOLATION OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION ACT BY THE BUREAU OF INVESTIGATION OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE.

REPORT OF THE BUREAU OF INVESTIGATION OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE.

THESE ARE THE RESULTS OF THE INVESTIGATION CONDUCTED BY THE BUREAU OF INVESTIGATION OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE IN CONNECTION WITH THE MATTER OF THE ALLEGED VIOLATION OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION ACT BY THE BUREAU OF INVESTIGATION OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE.

REPORT OF THE BUREAU OF INVESTIGATION OF THE FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION OF THE DEPARTMENT OF JUSTICE.

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA MEKANIS KONDUKTOR
ACSR DENGAN KONDUKTOR ACCR TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR
ARUS SALURAN TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN
PADA SUTET 500 kV DI PAITON - KEDIRI**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :
M. ALI Wafa
NIM 02.12.083



Malang, Maret 2008
Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Ir. DJOJO PRIATMONO, MT
NIP. Y. 101 850 0107



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**

ABSTRAK

ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA MEKANIS KONDUKTOR ACSR DENGAN KONDUKTOR ACCR TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 kV DI PAITON – KEDIRI

(M. Ali Wafa, Nim 02.12.083, Teknik Elektro/T.Energi Listrik S-1)

(Dosen Pembimbing I : Ir. Teguh Herbasuki, MT)

(Dosen Pembimbing II : Ir. Djojo Priatmono, MT)

Kata Kunci: unjuk kerja mekanis, saluran transmisi, *ACSR* dan *ACCR*.

Saluran transmisi udara umumnya menggunakan konduktor jenis *ACSR* (Aluminium Conductor Alloy Reinforced) yang memiliki batas temperatur kerja yang diijinkan sebesar 90⁰C. Mempertimbangkan peningkatan kebutuhan daya listrik yang semakin pesat akhir-akhir ini, maka usaha menambah kapasitas saluran transmisi dilakukan dengan membangun saluran transmisi baru, akan tetapi diperlukan biaya yang sangat tinggi. Dewasa ini telah dikembangkan konduktor *ACCR* (Aluminium Conductor Composite Reinforced). Keunggulan dari konduktor jenis ini adalah tahan terhadap panas sampai 240⁰C, sehingga kemampuan hantar arusnya menjadi lebih tinggi dibandingkan konduktor *ACSR*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kemampuan hantar arus saluran terhadap unjuk kerja mekanis konduktor *ACCR* yang meliputi tegangan tarik, dan andongan, sehingga diharapkan dari hasil penelitian ini akan berguna untuk membangun struktur konstruksi saluran transmisi yang sesuai dengan sifat konduktor *ACCR*. Hasil simulasi memperlihatkan, bahwa dengan mempertahankan *ROW* dan tower yang ada, penggunaan konduktor *ACCR* dapat meningkatkan kapasitas penyaluran sistem transmisi sekitar 100 % dibanding dengan konduktor *ACSR*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat taufik dan hidayah-Nya serta pada junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga penulisan skripsi yang berjudul “ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA MEKANIS KONDUKTOR ACSR DENGAN KONDUKTOR ACCR TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 kV 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 S1 ITN Malang.
4. Ir. Teguh Herbasuki, MT selaku pembimbing pertama yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Djojo Priatmono selaku dosen pembimbing kedua saya.
6. Para Dewan Penguji yang telah banyak memberikan arahan dan masukan untuk memperbaiki penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Alm. Abdul Bari dan Ibuku Maimunah kalian telah membesarkan, mendidik dan selalu mendo'akanku sampai terwujud apa yang aku cita-citakan selama ini, tanpa kalian aku bukan siapa-siapa.
8. Kakakku, Adikku, Saudaraku “Fachmiandro”, Shinta, thank's atas dukungan dan do'a yang telah kalian berikan.
9. Dian choyrani, “Bidadari penyelamatku” semuanya ini dapat terwujud karena kamu, semangat, dukungan dan do'a yang tak pernah lelah untukku.

10. Kepada semua pihak dan juga teman-teman (ST '02) yang tidak mungkin di sebutin satu persatu 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.

Malang, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Pembahasan	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Metodologi Pembahasan	5
1.6. Kontribusi	6
1.7. Sistematika Pembahasan	6
BAB II PERENCANAAN SALURAN TRANSMISI	
2.1. Sistem Saluran Transmisi	8
2.2. Tegangan Transmisi	11
2.3. Komponen-Komponen Saluran Transmisi	12
2.3.1. Menara atau Tiang Transmisi.....	13
2.3.2. Isolator-Isolator	15
2.3.3. Kawat Penghantar	16
2.3.4. Kawat Tanah	17
2.4. Perencanaan Saluran Udara Tegangan Tinggi	17
2.4.1. Survey, Pengukuran dan Pemetaan Rute dari Saluran.....	18
2.4.2. Pengujian Tanah Tempat Menara-Menara,.....	19
2.4.3. Perencanaan dari Menara Beserta Traversnya.....	21

2.5. Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor	22
2.6. Pengaruh Tekanan Angin	22

BAB III METODE *CATENARY* UNTUK MENGHITUNG TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN KONDUKTOR

3.1. Rute	25
3.2. Menara Transmisi.....	25
3.3. Jenis Konduktor.....	31
3.3.1 Konduktor ACCR.....	32
3.4. Analisa pengaruh Temperatur Konduktor Akibat Perubahan..	34
3.4.1 Panas Yang Dibangkitkan Oleh Konduktor.....	35
3.4.2 Penyebaran Panas Konduktor	36
3.4.3 Persamaan Keseimbangan Panas	37
3.5. Perhitungan Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor	38
3.6. Perhitungan Span Equivalen	40
3.7. Algoritma Pemecahan Masalah.....	40
3.8. Flowchart Pemecahan Masalah.....	41

BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisa	42
4.1. Tegangan Tarik dan Andongan	42
4.2. Perhitungan Temperatur Konduktor Akibat Perubahan Kemampuan	43
4.3. Perhitungan Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor	49
4.4. Perhitungan Pengaruh Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran	51
4.5. Perhitungan span equivalen	56
B. Pembahasan.....	58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	61
-----------------------	----

5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel

2.1. Tekanan Angin Spesifik	23
2.2. Faktor Bentuk	23
3.1. Jumlah Menara SUTET 500 kV di Paiton – Kediri	26
3.2. Tabel Menara AA Ukuran dalam Meter	28
3.3. Tabel Menara BB-CC Ukuran dalam Meter	29
3.4. Tabel Menara DD-EE-FF Ukuran dalam Meter	30
4.1. Karakteristik SUTET 500 kV Paiton-Kediri	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	
2.1. Jaringan Transmisi 500 kV Jawa - Bali	8
2.2. Jenis-jenis Menara Baja	13
2.3. Isolator Gantung 250 mm	15
2.4. Isolator Jenis Pasak dan Isolator Pos Saluran	15
3.1 Skema Tower yang Terpasang pada SUTET 500 kV Paiton – Kediri	26
3.2 Skema Menara Transmisi	27
3.3. Spesifikasi Konduktor ACCR	33
3.4. Konduktor Dibentang Pada Dua Tiang Menara.....	39
3.5. Flowchart Pemecahan Masalah	41
4.1. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Temperatur Konduktor ACSR.....	48
4.2. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Temperatur Konduktor ACCR.....	48
4.3. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Andongan Konduktor ACSR.....	54
4.4. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Andongan Konduktor ACCR.....	54
4.5. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik Konduktor ACSR.....	55
4.6. Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik Konduktor ACCR	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan bentuk energi yang sangat cocok dan nyaman bagi manusia modern. Tanpa listrik, infrastruktur masyarakat sekarang tidak akan menyenangkan. Makin tinggi standar kehidupan manusia akan semakin meningkat pula kebutuhan energi listrik di seluruh dunia. Untuk mengimbangi meningkatnya kebutuhan energi listrik tersebut, usaha atas perencanaan dan pengembangan sistem listrik yang ada harus terus diupayakan. Perencanaan dan pengembangan penghantar sebagai salah satu komponen utama sistem transmisi saluran udara umumnya dititik beratkan pada peningkatan konduktivitas listrik, kekuatan mekanis dan pertimbangan biaya yang ekonomis.

Kawat penghantar yang biasa digunakan (konvensional) untuk saluran transmisi udara adalah kawat penghantar aluminium jenis *ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced)* yaitu kawat berlilit dengan inti serat baja di tengah yang dikelilingi oleh lapisan – lapisan serat aluminium. Konduktor jenis ini mempunyai sifat tahan panas yang terbatas walaupun konduktivitas listriknya tinggi, karena menggunakan bahan aluminium jenis *EC grade* sehingga tidak dapat memberikan peningkatan kemampuan hantar arus. Pada umumnya konduktor konvensional mempunyai batas temperatur yang diijinkan tidak melebihi 75°C pada pembebanan harian dan pada keadaan beban darurat boleh meningkat sampai 90°C .

Dewasa ini telah dikembangkan penghantar *ACCR* (*Aluminium Conductor Composite Reinforced*). Penghantar berlilit ini mempunyai inti serat paduan aluminium-matrik yang dikelilingi oleh serat aluminium dengan kandungan zirkonium. Aluminium dengan kandungan zirkonium mempunyai sifat konduktivitas dan ketahanan panas yang tinggi sedangkan paduan aluminium-matrik yang berada di tengah akan menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi tetapi berat yang lebih ringan dan konduktivitas yang lebih baik dari pada baja. Penghantar *ACCR* dapat beroperasi secara kontinyu pada temperatur 210°C dan 240°C pada kondisi darurat, sehingga akan menaikkan kapasitas penyaluran dua sampai tiga kali lebih besar dari pada menggunakan penghantar konvensional.

Kriteria unjuk kerja mekanis penghantar adalah penghantar harus tahan terhadap perubahan temperatur akibat arus yang dilewatkan dan harus tahan terhadap segala gaya-gaya atau tekanan/tarikan yang ada padanya akibat pembebanan mekanik maupun elektrik. Arus yang diperbolehkan (*allowable current*) untuk saluran transmisi udara dibatasi oleh kenaikan suhu yang disebabkan oleh mengalirnya arus dalam saluran tersebut. Permasalahan terhadap unjuk kerja mekanis konduktor 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. Dengan mengetahui pengaruh pembebanan arus saluran terhadap unjuk kerja mekanis konduktor *ACCR*, karena kemampuan hantar arus saluran transmisi merupakan fungsi elektrik, mekanis dan termis dari konduktor dan alat-alat pendukungnya.

Oleh karena itu skripsi ini akan menganalisa mekanisme konduktor *ACSR* terhadap kemampuan hantar arus saluran, 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 sebagai perbandingan terhadap konduktor *ACCR*, 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 :

“ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA MEKANIS KONDUKTOR *ACSR* DENGAN KONDUKTOR *ACCR* TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN, TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 kV DI PAITON – KEDIRI “

1.3 Tujuan Pembahasan

Untuk menganalisis karakteristik perubahan arus saluran terhadap unjuk kerja mekanis konduktor *ACSR* dan membandingkan dengan konduktor *ACCR* yang meliputi temperatur, tegangan tarik, dan andongan, sehingga diharapkan dari hasil penelitian ini akan berguna untuk membangun struktur konstruksi saluran transmisi yang sesuai dengan sifat konduktor tersebut.

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 tipe level tiang menara dianggap sama.
7. Tidak membahas faktor ekonomi.
8. Jaringan yang akan dianalisa adalah jaringan transmisi 500 kV di Paiton – Kediri.
9. 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 dan gambar.
 - a) Spesifikasi tiang (menara)
 - b) Berat konduktor
 - c) Tekanan angin maksimum
 - d) Temperatur kerja
 - e) Perbedaan ketinggian tower.
- #### **3. Melakukan analisa dengan menggunakan program Matlab 7.0.4**
- 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 unjuk kerja mekanis konduktor *ACSR* dengan konduktor *ACCR* terhadap tegangan tarik dan andongan konduktor, dengan demikian dapat diterapkan oleh pemerintah khususnya PT. PLN (persero), dalam membangun struktur konstruksi saluran transmisi yang sesuai dengan sifat dari konduktor tersebut serta dapat 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 : SISTEM SALURAN TRANSMISI

Disini akan menguraikan mengenai sistem saluran transmisi, tegangan transmisi, komponen – komponen utama.

saluran transmisi dan sedikit penjelasan perencanaan saluran udara tegangan tinggi yang telah ada.

BAB III : METODE *CATENARY* DALAM MENGHITUNG TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN KONDUKTOR

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

BAB IV : HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

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 dapat diketahui karakteristik konduktor *ACSR* dengan konduktor *ACCR*.

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.

BAB II

SISTEM SALURAN TRANSMISI

2.1 Sistem Saluran Transmisi



Sumber : Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2005. "Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional"

Gambar 2-1
Jaringan Transmisi 500 kV Jawa – Bali

Tenaga listrik sangat berguna karena tenaga listrik itu dapat dengan mudah ditransportasikan/dialurankan dan juga mudah diatur. Tenaga listrik dibangkitkan di pusat-pusat listrik tenaga (PLT), seperti : tenaga air (PLTA), tenaga uap (PLTU), tenaga panas bumi (PLTP), tenaga gas (PLTG), tenaga disel (PLTD), tenaga nuklir (PLTN), dan lain sebagainya.

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 dialurankan 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), kerana 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 perbaikannya lebih sukar bila terjadi gangguan hubungan-singkat dan kesukaran-kesukaran.

Menurut 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. kenaikan 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 penaikan 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 menyeragamkan 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

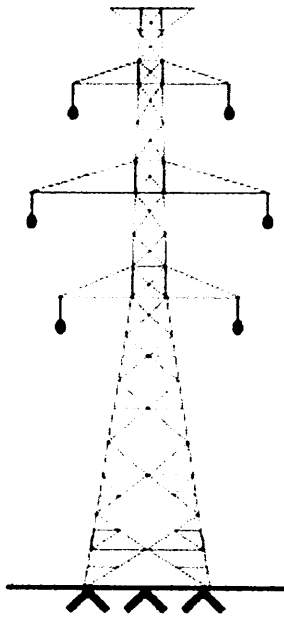
Tegangan nominal 30 kV hanya diperkenalkan untuk daerah asuhan dimana tegangan distribusi primer 20 kV tidak dipergunakan. Tegangan nominal 150 kV tidak dianjurkan dan hanya diperkenalkan berdasarkan hasil studi khusus. Penentuan deretan tegangan di atas disesuaikan dengan rekomendasi Internasional *Electrotechnical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

2.3 Komponen-komponen utama saluran transmisi

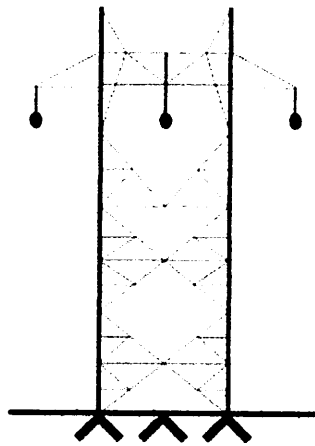
Komponen-komponen utama dari saluran transmisi terdiri dari :

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

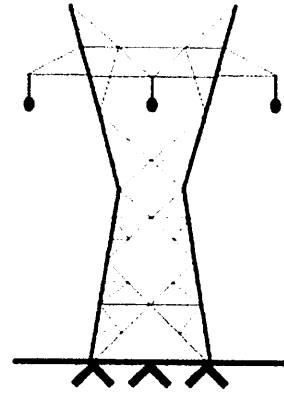
2.3.1 Menara atau Tiang Transmisi



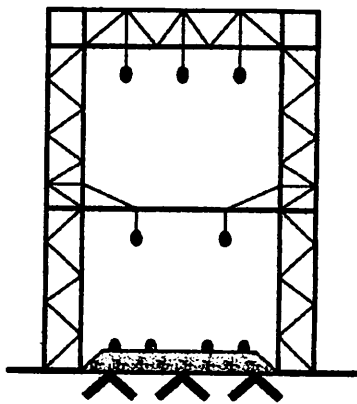
Menara Persegi



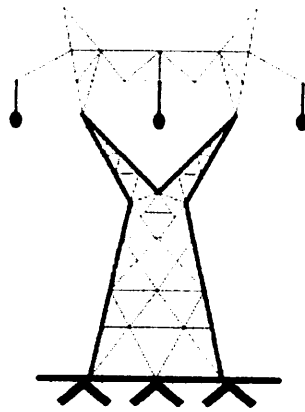
Persegi Panjang



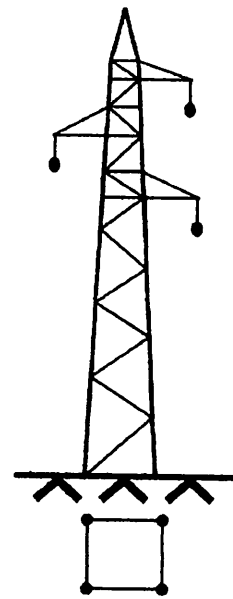
Korset



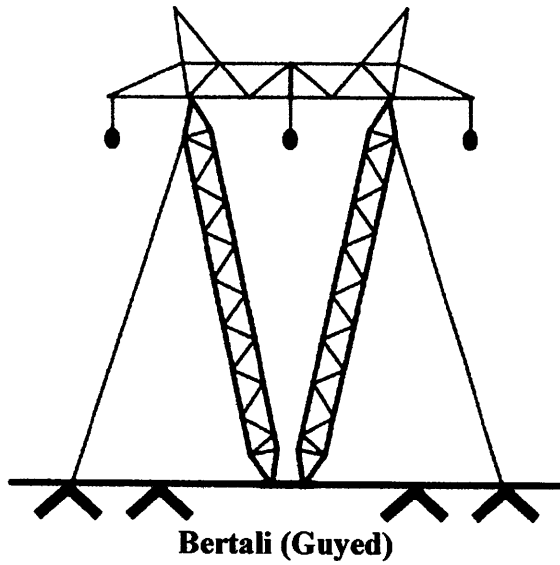
Gantry



Rotasi



M. C

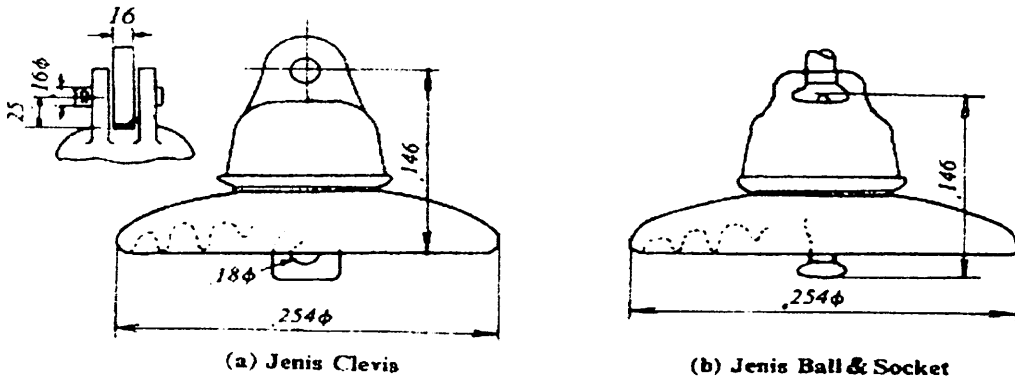


Gambar 2-2
Jenis-jenis Menara Baja

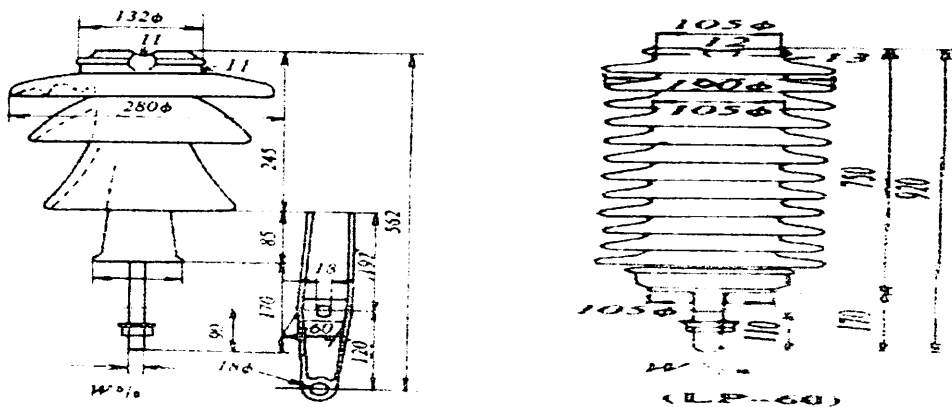
Menara atau tiang transmisi adalah suatu bangunan penopang saluran transmisi, yang bisa berupa menara baja, tiang baja, tiang beton bertulang dan tiang kayu umumnya digunakan pada saluran-saluran dengan tegangan kerja relative rendah (di bawah 70 kV) sedang untuk saluran transmisi tegangan tinggi atau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



Gambar 2-3
Isolator Gantung 250 mm



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%).

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),

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 (*conductor*) 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) Letak 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 elektromagnetik 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*). Tonggol 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 menyekerup 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 Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor

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

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

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

dengan:

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

2.6 Pengaruh Tekanan Angin

Berat spesifik dari kawat juga dipengaruhi tekanan yang ditimbulkan oleh angin. Dimana tekanan angin 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 (kg/mm^2)

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

v = kecepatan angin (m/detik)

F = luas permukaan kawat yang tegak lurus dengan arah angin (m^2)

Oleh karena tekanan angin tidak merata maka digunakanlah suatu koefesien 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 (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
didas 16 mm	1,0

Sumber : Hutahuruk, "Transmisi Daya Listrik".

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

$$W_w = P.d \dots\dots\dots(2.3)$$

$$W_a = \sqrt{W^2 + (W_w)^2} \dots\dots\dots(2.4)$$

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

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 mm² sepanjang 210,35 km.

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

3.1 Rute

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

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

3.2 Menara transmisi

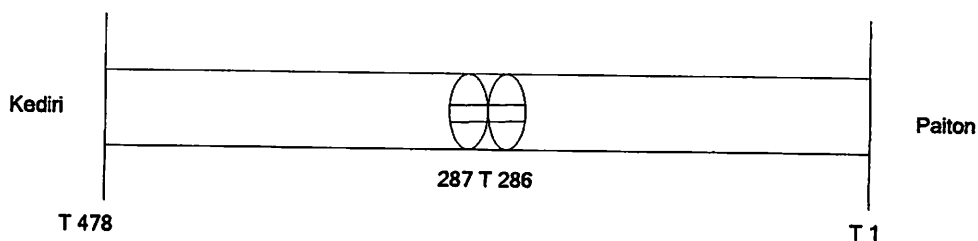
Berdasarkan referensi hasil survey yang dilakukan oleh pihak PLN dan konsultan type-type menara yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3-1
Jumlah Menara SUTET 500 kV di Paiton-Kediri

Tipe Menara	Ketinggian dan Jumlah Menara (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 :

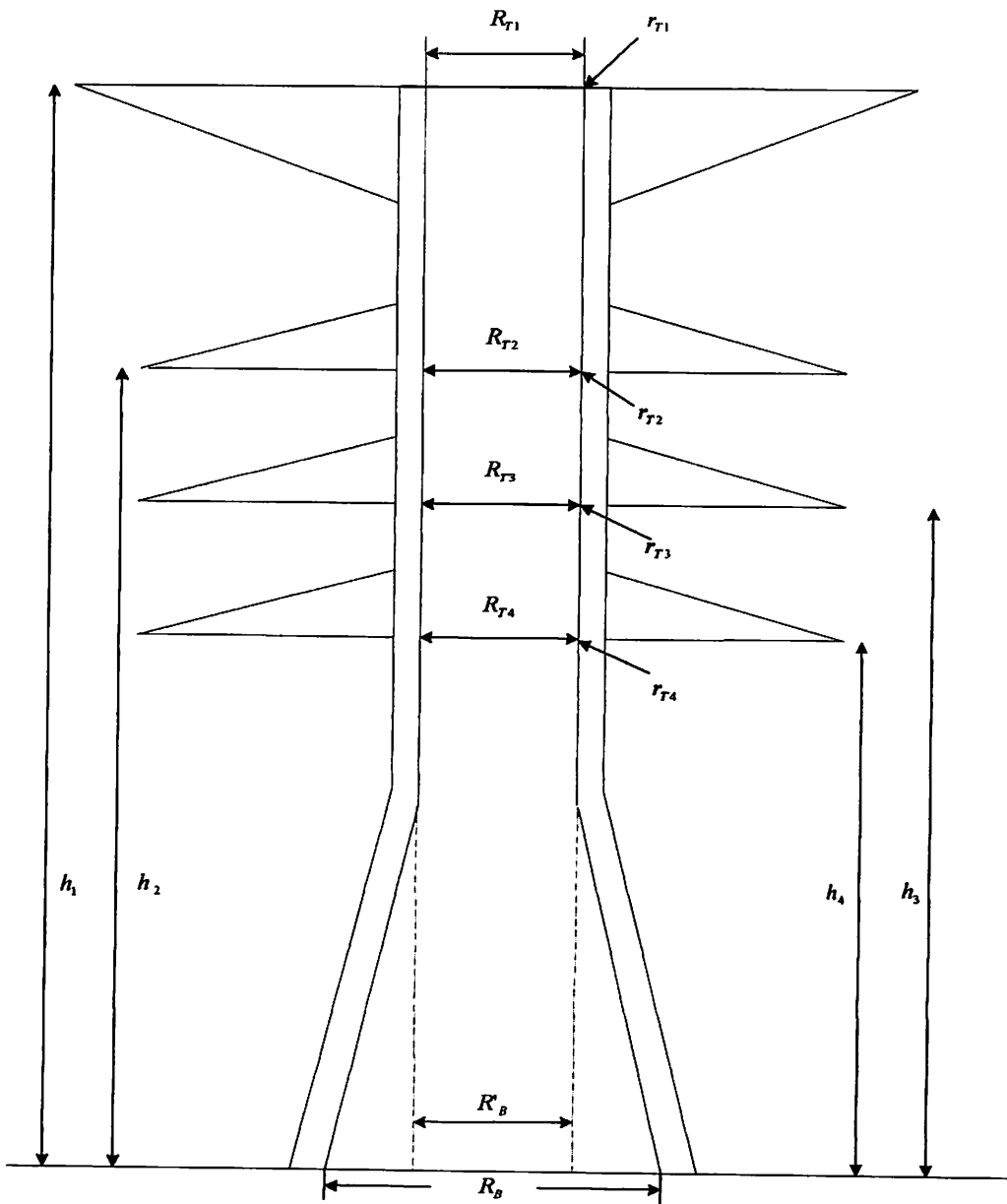
1. Wilayah UPT Probolinggo (Tower 1-287) = 287 tower + 2 senandang penurun.
2. Wilayah UPT Kediri (Tower 287-478) = 207 tower



Sumber PLN

Gambar 3-1
Skema Tower yang terpasang pada SUTET 500 kV Paiton-Kediri

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



gambar 3-2
Skema Menara Transmisi

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 3-4
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_B	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

3.3 Jenis 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 mm².
- Panjang rute : 210,35 km.
- Jenis : ACSR Gannet.
- Diameter konduktor : 25,75 mm.
- Luas penampang : 392,84 mm².
- Ratio AL/Steel : 26/7.
- Material : Kombinasi alumunium dengan baja.
- Diameter Alumunium : 4,07 mm.
- Diameter Baja : 3,16 mm.

- Arus nominal : 2800 Ampere
- Kapasitas Arus/phase : 920 Ampere
- Jumlah per-phase : 4.
- Jumlah *spacer* per-fasa : 8.
- Jarak gawang rata-rata : 350 m.
- Berat per-kilometer : 1365 kg.
- Tahanan maksimal/km/20°C : 0,08424 ohm.
- Tegangan tarik initial : 5,95 kg/mm²
- Modulus elastis : 8,538 x 10³ kg/mm².

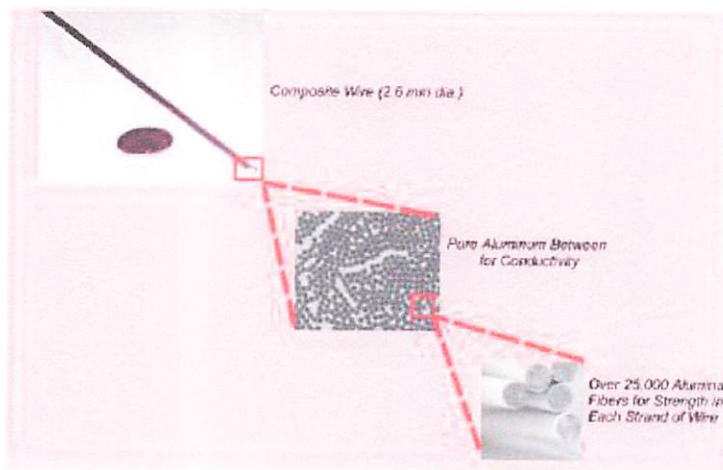
3.3.1 Konduktor ACCR

Penghantar berlilit ini mempunyai inti serat paduan aluminium-matrik yang dikelilingi oleh serat aluminium dengan kandungan zirkonium (Zr). Aluminium dengan kandungan zirkonium mempunyai sifat konduktivitas dan ketahanan panas (*thermal resistance*) yang tinggi sedangkan paduan aluminium-matrik yang berada ditengah akan menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi tetapi lebih ringan dan konduktivitas yang lebih baik dari pada baja. Serat inti ini terdiri atas ribuan serat aluminium oksida (*Nextel 3M's 650 ceramic*) dengan diameter yang sangat kecil.

Data teknis mengenai konduktor ACCR adalah sebagai berikut :

- Jenis : ACCR Drake
- Diameter konduktor : 25,2 mm.
- Luas penampang : 374 mm².

- Material : aluminium-matrik zirconium
- Kapasitas hantar arus : 1820 Ampere
- Berat per-kilometer : 1067 kg
- Tahanan maksimal/km/20°C : 0,0854 ohm.
- Tegangan tarik initial : 15,22 kg/mm²
- Modulus elastis : 77 x 10³ kg/mm².



(a)



(b)

Gambar 3-3
Spesifikasi Konduktor ACCR^[8]

Penghantar ACCR (*Aluminium Conductor Composite Reinforced*)

- (a) Inti komposit aluminium oksida.
- (b) Penampang penghantar ACCR dengan inti Al-Matrik komposit dikelilingi serat Al-Zr.

Penerapan konduktor ini memiliki beberapa keuntungan antara lain :

1. Penghantar ACCR dapat beroperasi secara kontinyu pada temperatur 210°C dan 240°C pada kondisi darurat, sehingga akan menaikkan kapasitas penyaluran (*ampacity*) sistem transmisi dua sampai tiga kali lebih besar dari pada konduktor konvensional.
2. Memiliki karakteristik mekanis yang sangat menguntungkan antara lain; tegangan tarik, berat dan diameter konduktor, sehingga memungkinkan pemasangan tanpa merubah ROW (*rights of way*) dan tower yang telah ada serta mengurangi waktu dan biaya pemasangan/pembangunan. Tahan terhadap korosi karena secara keseluruhan terbuat dari bahan aluminium.

3.4 Analisa Pengaruh 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.

3.4.1 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 (Ω /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 :

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

dengan:

α = 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)

3.4.2 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 .

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

dengan:

τ = konstanta Stefan Boltzman (5.702×10^{-8} Watt/m²)

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 (°K)

= 273 + t.

T_a = temperatur sekeliling (°K)

= 273 + t_a.

Sehingga persamaan panas diatas dapat dituliskan menjadi:

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

Sementara itu panas yang disebarkan secara konveksi adalah:

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

dengan:

p = tekanan udara (atmosfir)

Vm = kecepatan angin (m/detik)

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

$$= t - t_a$$

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

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

3.4.3 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 :

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

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

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:

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

dengan:

$$C_1 = \Delta \cdot E \cdot dc$$

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

$$C_3 = 17,9 \times 10^{-8} \cdot e$$

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

3.5 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^2).

– W_a = berat akhir dari konduktor (kg/m).

T = tegangan atau *tension* (Kg).

s = jarak antar menara (m).

E = Modulus elastis (kg/mm^2).

Selanjutnya dapat dihitung tegangan tarik konduktor sebagai berikut:

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

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

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

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

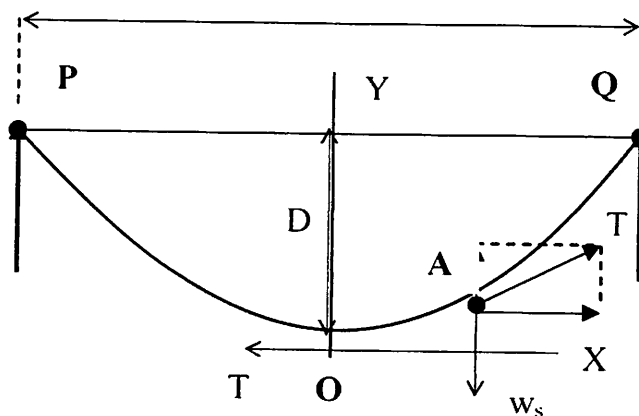
$$T_{AB} = T \left[1 + \frac{1}{8} \left(\frac{W \times s^2}{T} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(3.19)$$

dengan:

d = andongan (m).

L = panjang konduktor (m).

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



Gambar 3-4
Konduktor Dibentang Pada Dua Tiang Menara^[3]

3.6 Perhitungan Span Equivalen

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

$$L_e = \sqrt{\left(\frac{L_1^3 + L_2^3 + L_3^3 + \dots + L_n^3}{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n} \right)} \dots\dots\dots(3.28)$$

dengan:

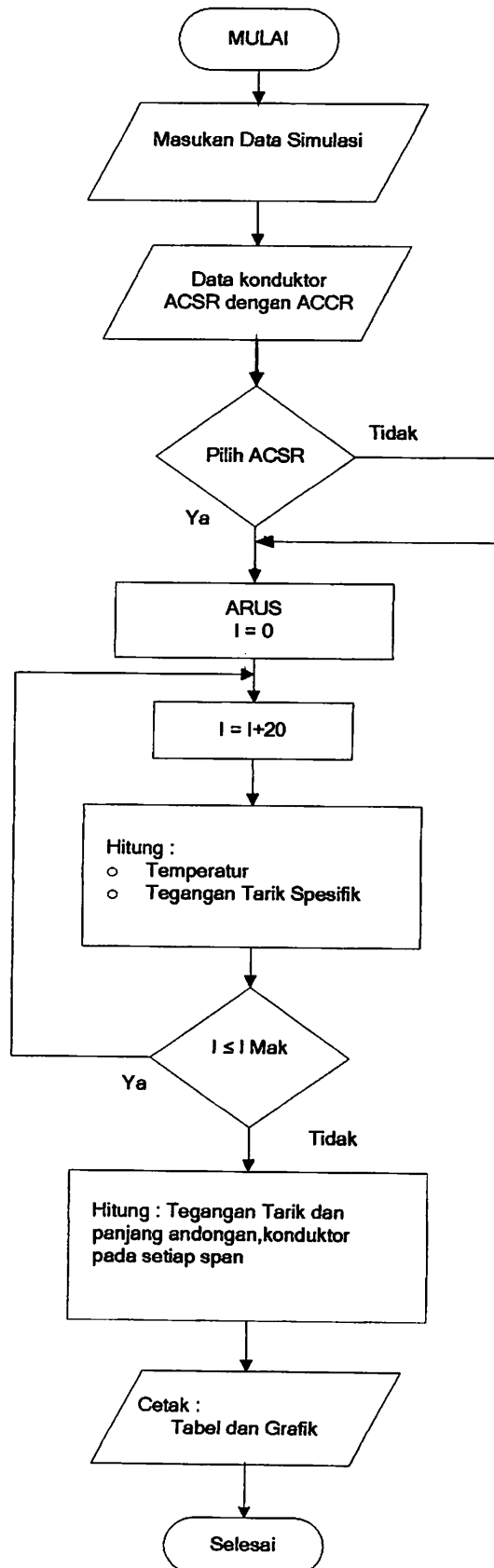
L_n = panjang span ke-n

L_e = panjang span equivalent

3.7 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. Memasukkan data masing – masing konduktor
4. Pilih *ACSR* atau *ACCR*
5. Arus sama dengan nol ditambah 20 ampere
6. Hitung temperatur dan tegangan tarik yang dipengaruhi arus saluran
7. Apakah I kurang atau sama dengan I maksimal ***jika Tidak*** hitung tegangan tarik dan andongan yang di pengaruhi arus saluran, ***jika Ya*** kembali ke langkah 5
8. Cetak tabel dan grafik
9. Selesai

3.8 Flowchart Pemecahan Masalah

Gambar 3-5
Flowchart Pemecahan Masalah

BAB IV

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisa

4.1 Tegangan Tarik dan 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.

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

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.

4.2 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 :

$$W_c + W_s = W_k + W_r$$

Dengan ketentuan :

$$e \quad \quad \quad : 0,5.$$

$$t_a \quad \quad \quad : 40^\circ\text{C}.$$

$$p \quad \quad \quad : 1 \text{ atm}.$$

$$V_m \quad \quad \quad : 10 \text{ ms}^{-1}.$$

Setelah mendapatkan data-data yang lengkap maka dapat dihitung antara kedua konduktor tersebut

- Panas yang ditimbulkan oleh rugi-rugi listrik untuk konduktor ACSR

$$W_c = I^2 R_m$$

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

$$= \frac{1 + (0,00813xt)}{1 + (20 \times 0,00813)} \times (8,4249 \times 10^{-5})$$

$$= 7,246 \times 10^{-5} (1 + 0,00813t) \text{ ohm/m.}$$

$$W_c = (500)^2 \text{ Ampere} \times [7,246 \times 10^{-5} (1 + 0,00813t)] \text{ ohm/m}$$

$$= 18,11 (1 + 0,00813t) \text{ Watt/m.}$$

- Panas yang ditimbulkan oleh rugi-rugi listrik untuk konduktor ACCR

$$W_c = I^2 R_m$$

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

$$= \frac{1 + (0,00854xt)}{1 + (20 \times 0,00854)} \times (9,89 \times 10^{-5})$$

$$= 8,447 \times 10^{-5} (1 + 0,00854t) \text{ ohm/m.}$$

$$W_c = (500)^2 \text{ Ampere} \times [8,447 \times 10^{-5} (1 + 0,00854t)] \text{ ohm/m}$$

$$= 22,92 (1 + 0,00854t) \text{ Watt/m.}$$

- Panas yang ditimbulkan oleh penyerapan panas dari matahari.

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

$$= 0,6 \times 1000 \text{ W/m}^2 \times 0,02575 \text{ m}$$

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

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

$$= 0,6 \times 1000 \text{ W/m}^2 \times 0,0252 \text{ m}$$

$$= 15,12 \text{ Watt/m.}$$

- Panas yang disebarkan secara konveksi.

$$\begin{aligned}
 W_k &= 18 \cdot \Delta t \cdot \sqrt{p \cdot V m \cdot dc} \\
 &= 18 \times (t-40) \sqrt{1(\text{atmosfer}) \times 10(\text{m / detik}) \times 0,02575 \text{m}} \\
 &= 9,14 (t-40) \text{ Watt/m.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_k &= 18 \cdot \Delta t \cdot \sqrt{p \cdot V m \cdot dc} \\
 &= 18 \times (t-40) \sqrt{1(\text{atmosfer}) \times 10(\text{m / detik}) \times 0,0252 \text{m}} \\
 &= 9,03 (t-40) \text{ Watt/m.}
 \end{aligned}$$

- Panas yang disebarkan secara radiasi.

$$\begin{aligned}
 W_r &= 17,9 \times e \times \left[\left(\frac{273+t_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{273+t_a}{100} \right)^4 \right] \cdot dc \\
 &= 17,9 \times 0,5 \times \left[\left(\frac{273+t_c}{100} \right)^4 - \left(\frac{273+t_a}{100} \right)^4 \right] \times 0,02575 \text{m} \\
 &= 0,230462 \left\{ \left[\frac{273+t}{100} \right]^4 - [95,98] \right\} \text{ Watt/m.}
 \end{aligned}$$

Maka,

$$W_c + W_s = W_k + W_r$$

$$19,5(1 + 0,00403t) \text{ Watt/m} + 15,456 \text{ Watt/m} = 9,14 (t - 4) \text{ Watt/m} + 0,230462$$

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

$$19,5 + 0,07878585t + 15,456 = 9,14t - 365,6 + [(0,230462 \times 10^{-8}) \times (273 + t)^4 - 22,128]$$

$$34,96 + 0,078585t = 9,14t + [(0,0230462 \times 10^{-8}) \times (273 + t)^4 - 387,728]$$

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

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 :

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

di mana :

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

$$C_2 = \sqrt{p \cdot V \cdot m \cdot dc}$$

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

Dengan data sebagai berikut :

$$\alpha = 0,6.$$

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

$$dc = 0,02575 \text{ m.}$$

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

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

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

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

$$= 0,6 \times 1000 \times 0,02575$$

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

$$\begin{aligned}
 C_2 &= \sqrt{p.Vm.dc} \\
 &= \sqrt{1 \times 10 \times 0,02575} \\
 &= 0,5075
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 4C_3 &= 4 \times 17,9 \times 10^{-8} \cdot e.Ta \\
 &= 4 \times 17,9 \times 10^{-8} \times 0,5 \times 40 \\
 &= 1,432 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

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

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

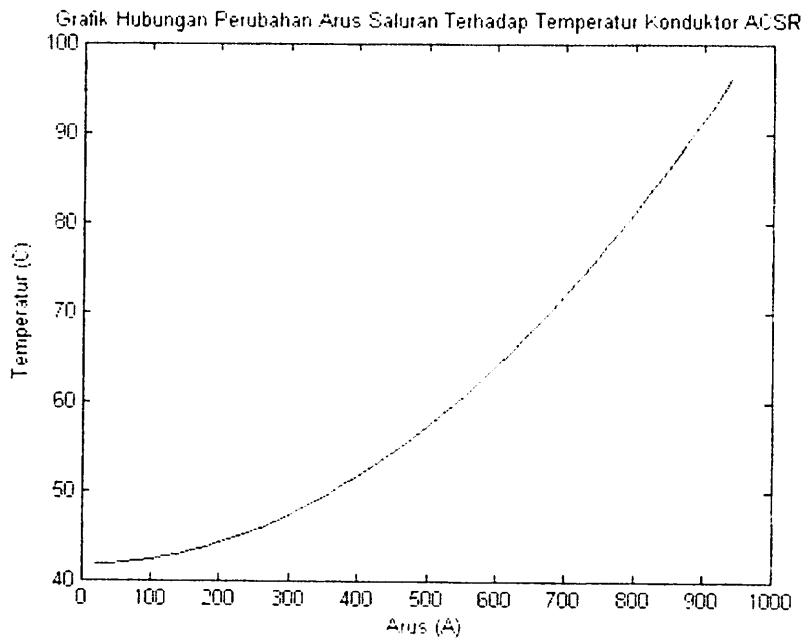
Maka bentuk polinomialnya adalah sebagai berikut

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

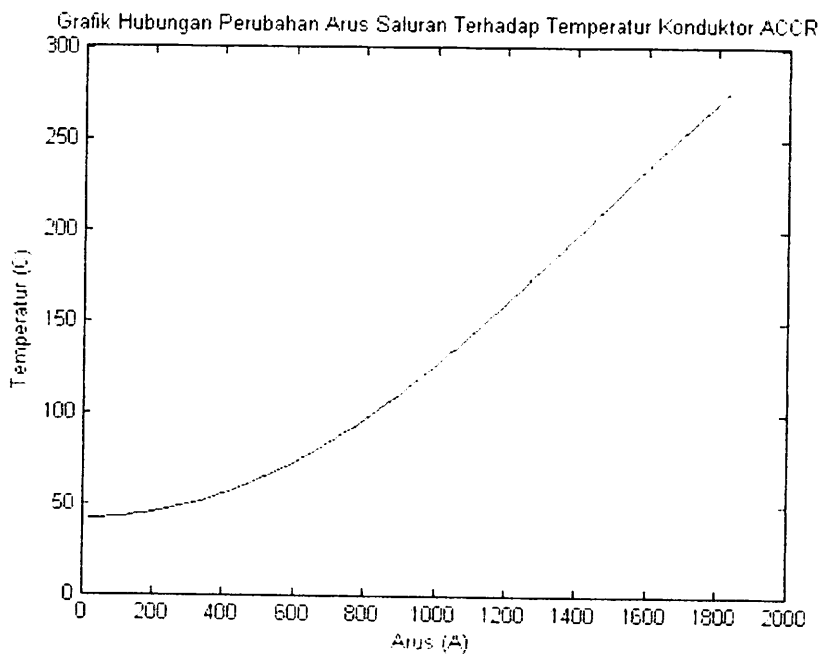
$$8,95 \times 10^{-8} \Delta t^4 + 1,432 \times 10^{-5} \Delta t^3 + 8,592 \times 10^{-4} \Delta t^2 + 9,157915$$

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

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 :



Gambar 4-1
Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap
Temperatur Konduktor ACSR



Gambar 4-2
Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap
Temperatur Konduktor ACCR

Hal ini terjadi karena arus yang mengalir dalam penghantar akan menimbulkan rugi-rugi listrik berupa energi panas yang besarnya berbanding kuadrat arusnya. Dengan batas temperatur operasi maksimal pada konduktor ACSR sebesar 90⁰C dan ACCR sebesar 240⁰C, maka arus maksimal yang diijinkan pada konduktor ACSR adalah 920 ampere dan untuk konduktor ACCR adalah 1820 ampere.

4.3 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)
- ❖ Jarak 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

$$C = H/G$$

$$= \frac{2365,439894}{1,6329}$$

$$= 1448,612832 \text{ m.}$$

$$b = \frac{(417,5)^2}{8 \times 1448,612832}$$

$$= 11,0876 \text{ m.}$$

Jadi besar andongan yang terjadi pada jarak kedua menara tersebut adalah sebesar 11,0876 meter.

4.4 Perhitungan Pengaruh Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Tegangan Tarik dan Andongan Konduktor

Perhitungan tegangan tarik dan andongan di hitung berdasarkan :

- Menara yang sama tingginya

Menara nomor 147 : AA-3

Menara nomor 148 : AA-3

Jarak antara menara : 415,7 m.

Pada suhu 40°C maka :

$$\begin{aligned} \text{Beban angin } (W_w) &= P.d \\ &= 10 \times 25,75 \times 10^{-3} \\ &= 0,2575 \text{ kg/m.} \end{aligned}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} q_1 &= \frac{W_a}{W} \\ &= \frac{1,65309}{1,6329} \end{aligned}$$

$$= 1,0124$$

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

$$= \frac{2390}{392,84}$$

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

$$t = 40^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$$

$$= 20^\circ\text{C}$$

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

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

$$= - 23.3293$$

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

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

$$= 1088,6959$$

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,

$$T = f_2 \times A$$

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

$$= 2328,0313 \text{ Kg.}$$

$$d = \frac{Wxs^2}{8T}$$

$$= \frac{(1,6329) \times (415,7)^2}{8 \times 2328,0313}$$

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

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

$$= 415,7 \left[1 + \frac{1}{24} \left(\frac{1,6329 \times 415,7}{2328,0313} \right)^2 \right]$$

$$= 417,3077 \text{ m.}$$

$$T_{AB} = T \left[1 + \frac{1}{8} \left(\frac{Wxs}{T} \right)^2 \right]$$

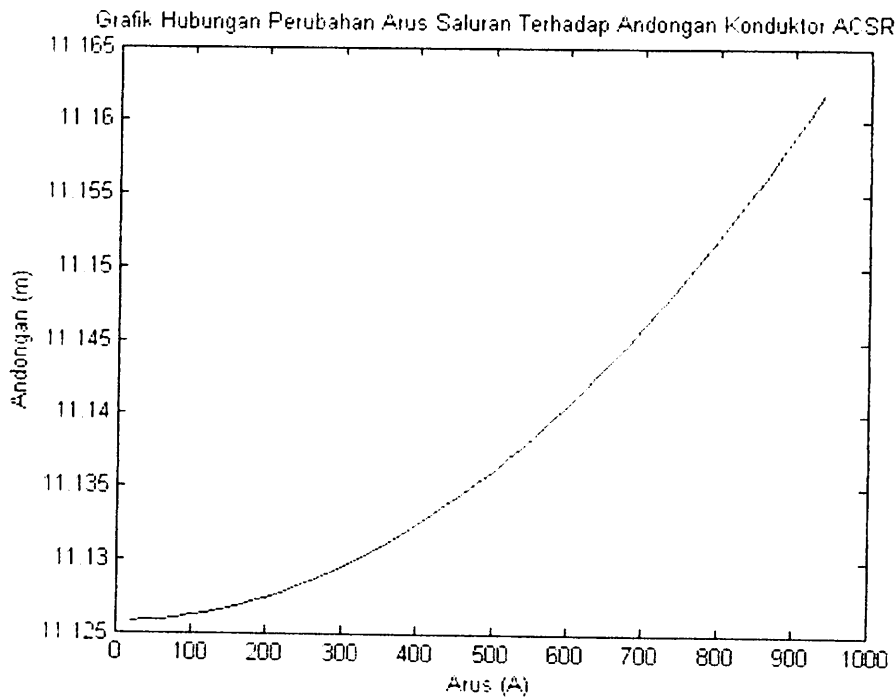
$$= 2328,0313 \left[1 + \frac{1}{8} \left(\frac{1,6329 \times 415,7}{2228,0313} \right)^2 \right]$$

$$= 2353,8817 \text{ Kg}$$

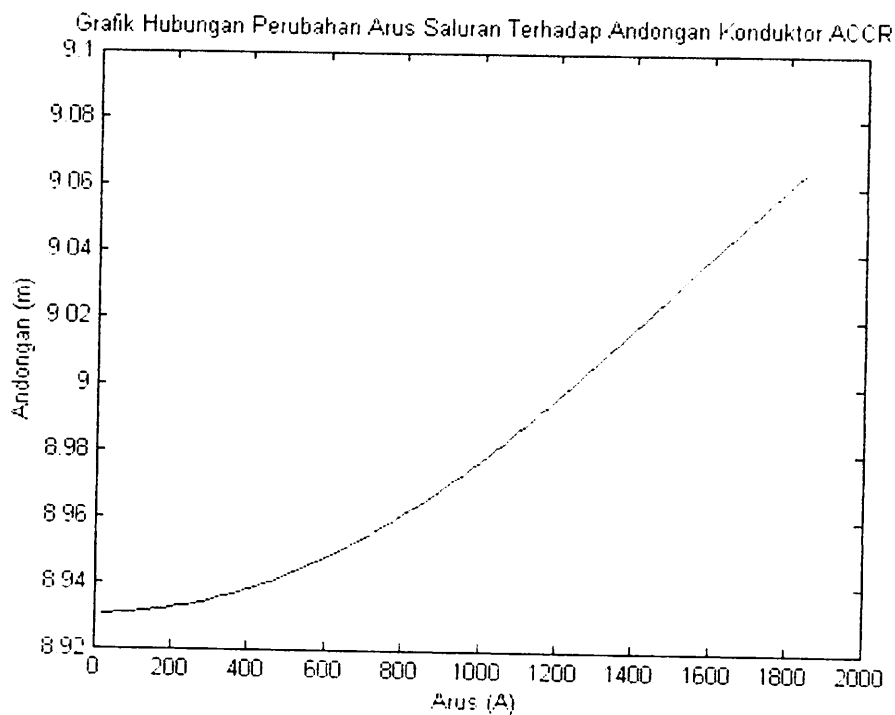
Dari hasil perhitungan terlihat bahwa semakin besar span dan suhunya maka andongan akan bertambah besar sedangkan tegangan tarik horisontalnya akan semakin berkurang.

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

Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Andongan



Gambar 4-3
Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap
Andongan Konduktor ACSR

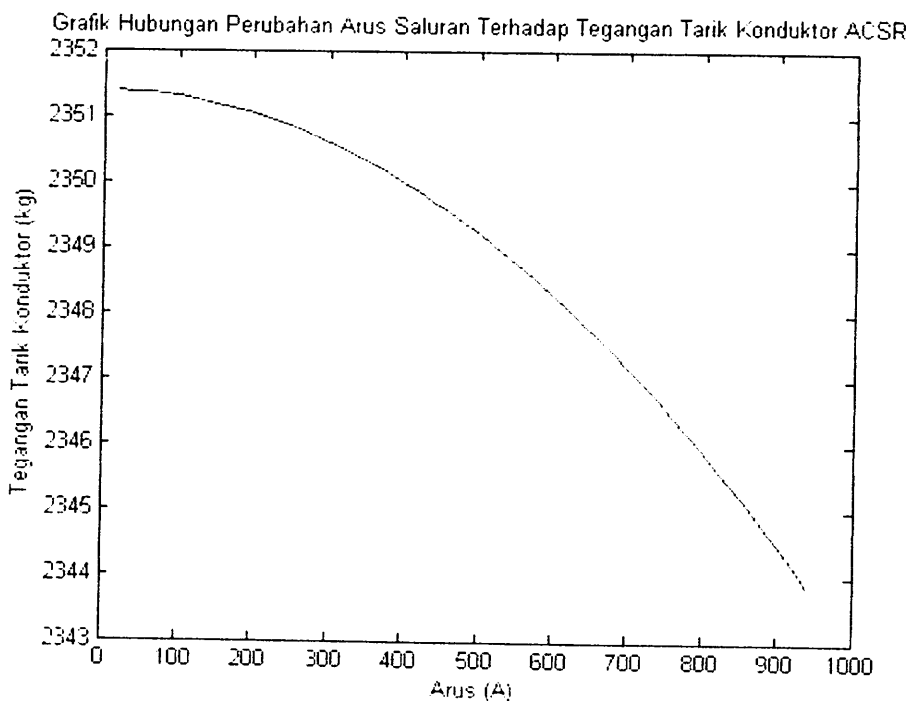


Gambar 4-4
Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran
Terhadap Andongan Konduktor ACCR

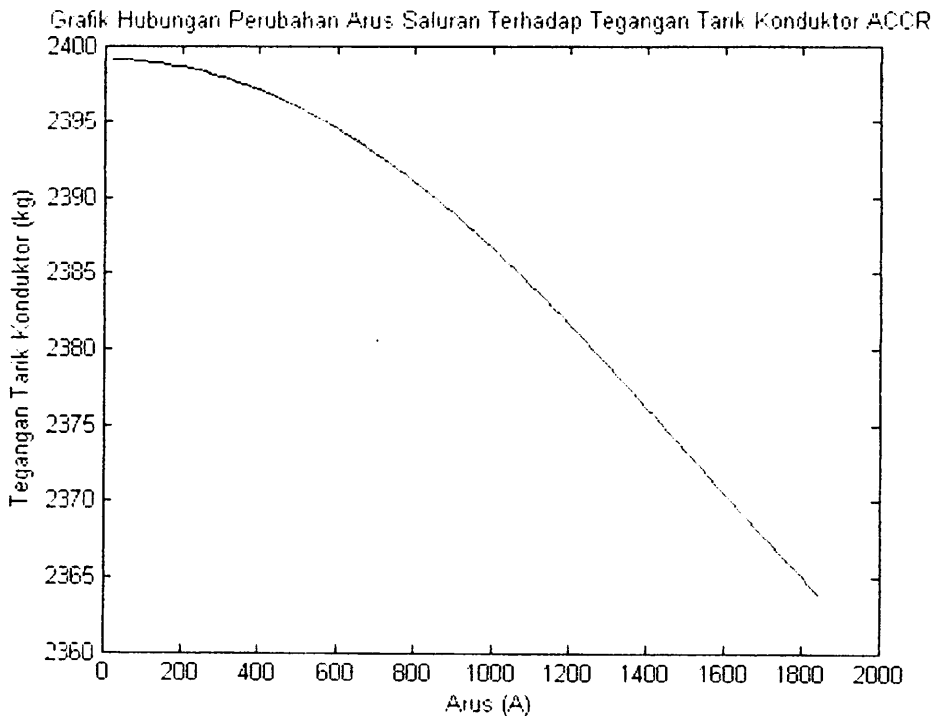
Perubahan kemampuan hantar arus saluran akan mengakibatkan berubahnya andongan konduktor. Apabila arus saluran bertambah besar maka akan mengakibatkan andongan pada konduktor akan besar pula..Dengan terjadinya pemuaian/pemuluran pada konduktor akan menyebabkan regangan (*strain*) pada kawat penghantar turun sehingga tegangan tarik konduktor juga akan menurun.

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

Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik



Gambar 4-5
Grafik Perubahan Kemampuan Hantar Arus Saluran Terhadap
Tegangan Tarik konduktor ACSR



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

bahwa kenaikan arus pada konduktor akan mengakibatkan menurunnya tegangan tarik konduktor. maka konduktor ACCR memiliki tegangan tarik yang lebih tinggi dari pada konduktor ACSR, hal ini disebabkan konduktor ACCR memiliki kekuatan tarik nominal lebih besar.

4.5 Perhitungan Span Equivalen

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

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

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

B. PEMBAHASAN

Skripsi ini menganalisa mekanisme konduktor *ACSR* terhadap kemampuan hantar arus saluran, 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 sebagai pembanding terhadap konduktor *ACCR*, dengan demikian diharapkan dari hasil analisa ini akan berguna untuk membangun struktur konstruksi saluran transmisi yang sesuai dengan sifat dari konduktor tersebut.

Pada dasarnya pemilihan konduktor *ACSR* ini karena Konduktor jenis ini mempunyai sifat tahan panas yang terbatas karena menggunakan bahan aluminium jenis *EC grade* sehingga tidak dapat memberikan peningkatan kemampuan hantar arus. Pada umumnya konduktor konvensional mempunyai batas temperatur yang diijinkan tidak melebihi 75°C pada pembebanan harian dan pada keadaan beban darurat boleh meningkat sampai 90°C .

Adapun data mengenai konduktor yang di pakai pada SUTET 500 kV Paiton – Kediri menggunakan jenis *ACSR* gannet $4 \times 392,84 \text{ mm}^2$ dengan spesifikasi kawat berlilit dengan inti serat baja di tengah yang dikelilingi oleh lapisan – lapisan serat aluminium. Dengan total berat konduktor per-kilometer sebesar 1365 kg. Pada saluran Paiton – Kediri arus yang di hantarkan sebesar 2800 Ampere saat pembebanan harian maka pada masing – masing konduktor di aliri arus sebesar 710 ampere. Sedangkan untuk konduktor jenis *ACCR* dapat menghantarkan 1680 ampere pada keadaan pembebanan harian.

Karena konduktor *ACCR* mempunyai karakteristik yang lebih baik serta berat yang lebih ringan dibanding konduktor *ACSR* karena penghantar *ACCR* mempunyai inti serat paduan aluminium-matrik yang dikelilingi oleh serat aluminium dengan kandungan zirkonium. Aluminium dengan kandungan zirkonium mempunyai sifat konduktivitas dan ketahanan panas yang tinggi sedangkan paduan aluminium-matrik yang berada di tengah akan menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi tetapi berat yang lebih ringan di banding dengan konduktor *ACSR*.

Penerapan konduktor ini memiliki beberapa keuntungan antara lain :

1. Penghantar *ACCR* dapat beroperasi secara kontinyu pada temperatur 210°C dan 240°C pada kondisi darurat, sehingga akan menaikkan kapasitas penyaluran (*ampacity*) sistem transmisi dua sampai tiga kali lebih besar dari pada konduktor konvensional.
2. Memiliki karakteristik mekanis yang sangat menguntungkan antara lain; tegangan tarik, berat dan diameter konduktor, sehingga memungkinkan pemasangan tanpa merubah ROW (*rights of way*) dan tower yang telah ada serta mengurangi waktu dan biaya pemasangan/pembangunan. Tahan terhadap korosi karena secara keseluruhan terbuat dari bahan aluminium.

Oleh karena itu jika dalam pemakaian kontinyu/pembebanan harian konduktor *ACSR* memerlukan $4 \times 392,84 \text{ mm}^2$ untuk menyalurkan 2800 ampere pada SUTET Paiton – Kediri maka bila penggunaan konduktor *ACCR* hanya memerlukan $2 \times 374 \text{ mm}^2$. Sehingga konduktor *ACCR* dapat meningkatkan

kapasitas hantar arus saluran sampai dua kali lipat lebih besar dibanding konduktor *ACSR*. Maka penggunaan konduktor *ACCR* di samping lebih ringan juga mempunyai kekuatan tarik yang lebih besar dan nilai andongan yang lebih pendek dari pada konduktor *ACSR*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada Saluran Udara Tegangan Extra Tinggi jalur Paiton - Kediri menggunakan konduktor *ACSR* berpenampang $4 \times 392,84 \text{ mm}^2$ untuk menyalurkan arus pada pembebanan harian sebesar 2800 Ampere dengan temperatur kerja 75°C dan 3760 ampere pada pembebanan maksimum dengan temperatur maksimum sebesar 90°C . Sementara untuk konduktor *ACCR* berpenampang $2 \times 374 \text{ mm}^2$ adalah 3640 ampere pada temperatur kerja maksimum 240°C dan 3360 ampere pada temperatur pembebanan harian 210°C . Jadi dengan menggunakan konduktor *ACCR* kapasitas penyaluran pada pembebanan harian/pemakaian kontinu dapat ditingkatkan dua kali lebih besar di banding konduktor *ACSR*.
2. Konduktor *ACCR* memiliki spesifikasi berat yang lebih ringan dan tegangan tarik yang lebih besar sehingga dalam pemasangannya memerlukan panjang kawat dan andongan yang lebih pendek dibanding konduktor *ACSR*.
3. Dengan mempertahankan ROW (*Rights Of Way*) tower yang ada, maka penggunaan konduktor *ACCR* dengan ukuran penampang yang lebih kecil di banding konduktor *ACSR* (selisih 18.77 mm^2), dapat menaikkan kapasitas penyaluran sistem transmisi menjadi dua kali lebih besar.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini belum dibahas mengenai bagaimana pengaruh waktu terhadap perubahan karakteristik mekanik kedua konduktor tersebut, sehingga penelitian ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar, A. Dan Kuwahara, S., *Teknik Tenaga Listrik*, Vol.II, Jakarta: Pradnya Paramita, 1990.
- [2] Dauglass, D.A., Motlis, Y. Dan Seppa, T. "IEEE'S Approach For Increasing Transmission Line Ratings in North America", 2003
- [3] Hutauruk, T.S. 1993. *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta : Erlangga
- [4] M. A. Elhribawy , L. S. Jennings and W.W.L. Keerthipala : "*Temperature and Earth Resistivity Effects in Calculation of Electromagnetic Field*" : Proc,IEEE Vol 129.
- [5] "*Sag-tension Calculations*" A Tutorial Developed for the IEEE TP&C Line Design Subcommittee.
- [6] V N Rikh. "*Conductor Spacings in Transmission Lines and Effect of Long Spans with Steep Slopes in Hilly Terrain.*" *Journal of The Institution of Engineers*" India.
- [7] 3M corporation.. *Conductor and Accessory Testing*. Aluminum Conductor Composite Reinforced (ACCR) Technical Notebook, 2003,

LAMPIRAN

Form



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : M. ALI WAFA
NIM : 02.12.083
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK
KERJA MEKANIS KONDUKTOR ACSR
DENGAN KONDUKTOR ACCR
TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR
ARUS SALURAN TEGANGAN TARIK
DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 kV
PAITON - KEDIRI

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

Hari : Rabu
Tanggal : 19 Maret 2008
Dengan Nilai : 78,4 (B+) *Zuf*



Ketua Panitia

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
NIP. Y. 101 8100 036

Panitia Ujian :

Sekretaris Panitia

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 103 9500 274

Anggota Penguji :

Penguji Pertama

(Ir. Widodo Pudji M, MT)
NIP. Y. 102 8700 171

Penguji Kedua

(Ir. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 102 8800 188



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : M ALI WAFA
NIM : 02.12.083
Masa Bimbingan : 16 Januari 2008 s/d 16 juli 2008
Judul Skripsi : ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA MEKANIS
KONDUKTOR ACSR DENGAN KONDUKTOR ACCR
TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS
SALURAN TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN
PADA SUTET 500 kV PAITON - KEDIRI

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Penguji
1.		Dasar konduktor yang akan di analisa?	
2.		Kesimpulan	

Disetujui :

Penguji kedua

(Ir. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 102 8800 188

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

(Ir. Teguh Herbasuki, MT)
NIP. Y. 103 8900 209

Dosen Pembimbing II

(Ir. Djojo Ptiatmono, MT)
NIP. Y. 101 8500 107



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

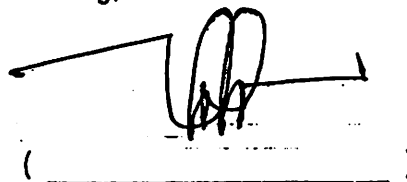
Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : M. ALI WAFA
NIM : 0212083
Perbaikan meliputi :

- Dasar pemilihan konduktor yg akan di analisa.

- Kesimpulan

Malang,


(_____)



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN- 375 /III.TA-2/2/07
Lampiran : -
Perihal : Survey

Malang, 27 Nopember 2007

Kepada : Yth. Pimpinan
PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur - Bali
Jl. Suningrat No. 45 Taman
Di - Sidoarjo

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Saudara agar Mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik dapat diijinkan untuk melaksanakan survey pada perusahaan yang saudara pimpin untuk mendapatkan data - data guna penyusunan Skripsi dengan Judul : Analisa Unjuk Kerja Konduktor ACSR Terhadap Kemampuan Hantar Arus Saluran Tegangan Dan Andongan Menggunakan Metode Catenary

Mahasiswa tersebut Adalah :

M Ali Wafa Nim. 02.12.083

Adapun lamanya Survey adalah : 7 Hari

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Nip. Y.1018100036



Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak. **Ir. Teguh Herbasuki, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M ALI WAFA
Nim : 02.12.083
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / ~~Pendamping~~ *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

“ANALISIS UNJUK KERJA KONDUKTOR ACSR TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN, TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN MENGGUNAKAN METODE CATENARY PADA SUTET 500 kV PAITON - KEDIRI ”

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. 1039500274

Malang, Desember 2007

Hormat Kami,

M. ALI WAFA
NIM. 0212083

*) coret yang tidak perlu



Lampiran : 1 (satu) berkas
Pemhimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak. **Ir. Djojo Priatmono, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
M A L A N G

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M ALI Wafa
Nim : 02.12.083
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing ~~Utama~~ / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

“ANALISIS UNJUK KERJA KONDUKTOR ACSR TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN, TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN MENGGUNAKAN METODE CATENARY PADA SUTET 500 kV PAITON - KEDIRI ”

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, Desember 2007

Hormat Kami,

M. ALI Wafa
NIM. 0212083

Ketua

Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Impraptono, MT
NIP. 1039500274

*) coret yang tidak perlu



**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1**

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa : M. Ali Wafa		Nim : 0212083	
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	16 Januari 2008		Ruang :
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang**)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektro Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. Lainnya		
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Analisis Unjuk Kerja Mekanis Konduktor ACCR Terhadap Kemampuan Hantar Arus Saluran, Tegangan Tarik Dan Andongan Pada Sutet 500 kV Paiton-Kediri		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan kelompok Dosen Keahlian	Analisis Perbandingan Unjuk Kerja		
6.	Catatan :			
7.	Persetujuan Judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I		Disetujui, Dosen Keahlian II	
Mengetahui, Ketua Jurusan.		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP . P . 1039500274		Ir. Teguh Herbasuki, MT NIP . P . 1038900209		

Perhatian :

- Keterangan : *) Coret yang tidak perlu
 **) dilingkari a, b, c,atau g, sesuai bidang Keahlian.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

INISI (PERSERO) MALANG
PERSERIKATAN ANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 1 Februari 2008

Nomor : ITN-064/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir. **TEGUH HERBASUKI, MT**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : M. ALI WAFA
Nim : 0212083
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

16 Januari 2008 s/d 16 Juni 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 1 Februari 2008

Nomor : ITN-063/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. **DJOJO PRIATMONO, MT**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : M. ALI Wafa
Nim : 0212083
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/1 selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

16 Januari 2008 s/d 16 Juni 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasannya yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

F. Yudi Limpraptono
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M ALI WAFA
 Nim : 02.12.083
 Masa Bimbingan : 16 Januari 2008 s/d 16 Juli 2008
 Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA MEKANIS KONDUKTOR ACCR TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 kV PAITON – KEDIRI

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	21/01/08	revisi : tujuan : Bab III teori & data Bab IV = analisa	
2.	27/01/08	Gambar z.z. Judul dipastikan!	
3.	04/02/08	Bab IV = seharusnya masuk bab III	
4.	16/02/08	Bab IV. Analisis	
5.	24/02/08	Kons. bab V kesimpulan	
6.	05/03/08	Revisi bab IV & analisis	
7.	08/03/08	Acc seminar	
8.	15/03/08	Acc ujian	
9.			
10.			

Malang,
 Dosen Pembimbing I,

Ir. Teguh Herbasuki, MT
 NIP. Y 1038900209



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M ALI WAFA
Nim : 02.12.083
Masa Bimbingan : 16 Januari 2008 s/d 16 Juli 2008
Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA MEKANIS KONDUKTOR ACCR TERHADAP KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN PADA SUTET 500 kV PAITON – KEDIRI

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing I,

Ir. Djojo Priatmono, MT
NIP. Y 1018500107

LAMPIRAN

Data

TABEL HASIL PERHITUNGAN
PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN
TERHADAP TEMPERATUR, TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN
UNTUK KONDUKTOR ACSR JENIS GANNET 4 x 392,84 mm²

Arus (A)	Temp (°C)	Teg Tarik (kg)	Andongan (M)
20	41.768	2351.612	11.125
40	41.843	2351.602	11.125
60	41.967	2351.585	11.125
80	42.141	2351.561	11.125
100	42.365	2351.529	11.125
120	42.638	2351.491	11.125
140	42.961	2351.446	11.125
160	43.334	2351.395	11.126
180	43.756	2351.336	11.126
200	44.228	2351.270	11.126
220	44.749	2351.198	11.127
240	45.320	2351.118	11.127
260	45.941	2351.032	11.127
280	46.611	2350.939	11.128
300	47.331	2350.839	11.128
320	48.100	2350.732	11.129
340	48.919	2350.618	11.129
360	49.787	2350.497	11.130
380	50.705	2350.370	11.131
400	51.672	2350.236	11.131
420	52.688	2350.095	11.132
440	53.753	2349.947	11.133
460	54.868	2349.792	11.133
480	56.031	2349.630	11.134

500	57.244	2349.462	11.135
520	58.505	2349.287	11.136
540	59.816	2349.105	11.137
560	61.175	2348.917	11.138
580	62.582	2348.722	11.139
600	64.038	2348.520	11.139
620	65.543	2348.311	11.140
640	67.095	2348.096	11.142
660	68.696	2347.875	11.143
680	70.344	2347.646	11.144
700	72.040	2347.412	11.145
720	73.784	2347.170	11.146
740	75.575	2346.923	11.147
760	77.412	2346.669	11.148
780	79.296	2346.408	11.150
800	81.227	2346.141	11.151
820	83.204	2345.868	11.152
840	85.226	2345.589	11.154
860	87.294	2345.304	11.155
880	89.406	2345.012	11.156
900	91.563	2344.715	11.158
920	93.764	2344.411	11.159

TABEL HASIL PERHITUNGAN
PENGARUH PERUBAHAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS SALURAN
TERHADAP TEMPERATUR, TEGANGAN TARIK DAN ANDONGAN
UNTUK KONDUKTOR ACCR 374 mm²

Arus (A)	Temp (°C)	Teg Tarik (kg)	Andongan (M)
20	41.700	2399.108	8.930
40	41.793	2399.093	8.930
60	41.948	2399.067	8.931
80	42.166	2399.031	8.931
100	42.446	2398.985	8.931
120	42.787	2398.929	8.931
140	43.191	2398.863	8.931
160	43.657	2398.786	8.932
180	44.185	2398.699	8.932
200	44.775	2398.602	8.932
220	45.427	2398.495	8.933
240	46.141	2398.378	8.933
260	46.917	2398.251	8.934
280	47.755	2398.113	8.934
300	48.655	2397.965	8.935
320	49.617	2397.807	8.935
340	50.640	2397.639	8.936
360	51.725	2397.461	8.937
380	52.872	2397.273	8.937
400	54.080	2397.075	8.938
420	55.349	2396.867	8.939
440	56.680	2396.648	8.940
460	58.072	2396.420	8.941
480	59.525	2396.182	8.941

500	61.039	2395.934	8.942
520	62.614	2395.676	8.943
540	64.249	2395.409	8.944
560	65.944	2395.131	8.945
580	67.700	2394.844	8.946
600	69.515	2394.547	8.948
620	71.390	2394.241	8.949
640	73.325	2393.924	8.950
660	75.318	2393.599	8.951
680	77.370	2393.264	8.952
700	79.480	2392.919	8.954
720	81.648	2392.566	8.955
740	83.873	2392.203	8.956
760	86.154	2391.831	8.958
780	88.492	2391.450	8.959
800	90.886	2391.061	8.961
820	93.335	2390.662	8.962
840	95.837	2390.255	8.964
860	98.393	2389.839	8.965
880	101.002	2389.416	8.967
900	103.663	2388.983	8.969
920	106.374	2388.543	8.970
940	109.136	2388.095	8.972
960	111.946	2387.640	8.974
980	114.804	2387.177	8.975
1000	117.708	2386.706	8.977
1020	120.658	2386.229	8.979
1040	123.652	2385.745	8.981
1060	126.688	2385.254	8.983
1080	129.766	2384.757	8.985

1100	132.883	2384.254	8.987
1120	136.038	2383.745	8.988
1140	139.230	2383.230	8.990
1160	142.457	2382.710	8.992
1180	145.717	2382.185	8.994
1200	149.008	2381.656	8.996
1220	152.329	2381.122	8.998
1240	155.677	2380.584	9.000
1260	159.052	2380.042	9.003
1280	162.450	2379.497	9.005
1300	165.871	2378.948	9.007
1320	169.312	2378.397	9.009
1340	172.771	2377.843	9.011
1360	176.246	2377.287	9.013
1380	179.736	2376.729	9.015
1400	183.238	2376.169	9.017
1420	186.751	2375.608	9.020
1440	190.273	2375.046	9.022
1460	193.802	2374.484	9.024
1480	197.335	2373.921	9.026
1500	200.873	2373.358	9.028
1520	204.412	2372.794	9.030
1540	207.951	2372.232	9.032
1560	211.488	2371.670	9.035
1580	215.023	2371.109	9.037
1600	218.553	2370.549	9.039
1620	222.077	2369.990	9.041
1640	225.594	2369.433	9.043
1660	229.103	2368.877	9.045
1680	232.602	2368.324	9.047

1700	236.090	2367.773	9.050
1720	239.566	2367.223	9.052
1740	243.030	2366.677	9.054
1760	246.479	2366.133	9.056
1780	249.914	2365.591	9.058
1800	253.334	2365.052	9.060
1820	256.738	2364.517	9.062

**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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
48-49	AA+3	436.6	Menara TST	Kertasono
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
96-97	AA+6	414.3	Menara TST	Bulujarang Lor
97-98	AA+6	444.9	Menara ST	Bulujarang 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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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 PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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	Penataan
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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

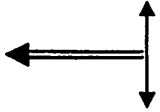
**WILAYAH KERJA UPT PROBOLINGGO
SUTET 500 KV PAITON – KEDIRI (No. T 1 S/D 289)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
264-265	AA+6	477.20	Menara TST	Kebunwaris
265-266	AA+9	511.90	Menara TST	Kemiri Sewu
266-267	AA+9	442.30	Menara ST	Kemiri Sewu
267-268	AA+12	267.00	Menara TST	Kemiri 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	Wilayah kerja UPT Probolinggo  Wilayah kerja UPT Kediri	Kebonagung
289-290	AA+6	468.30		Wakukosek
				Wates Negro
				Jumlah Tower 289 Set
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	Pandamarum
333-334	CC-3	392.20	Menara TST	Pandamarum
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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)**

Nomor Menara	Tipe Menara	Gawang (m)	Keterangan	Lokasi
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
474-75	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 207 Set
Panjang circuit = 173.646,60 kMs				

Sumber: Data dari PLN

Keterangan

Menara TST = Menara Tidak Sama Tinggi

Menara ST = Menara Sama Tinggi

**Nama Penghantar Dengan Type Penghantar
Region Jawa Timur & Bali**

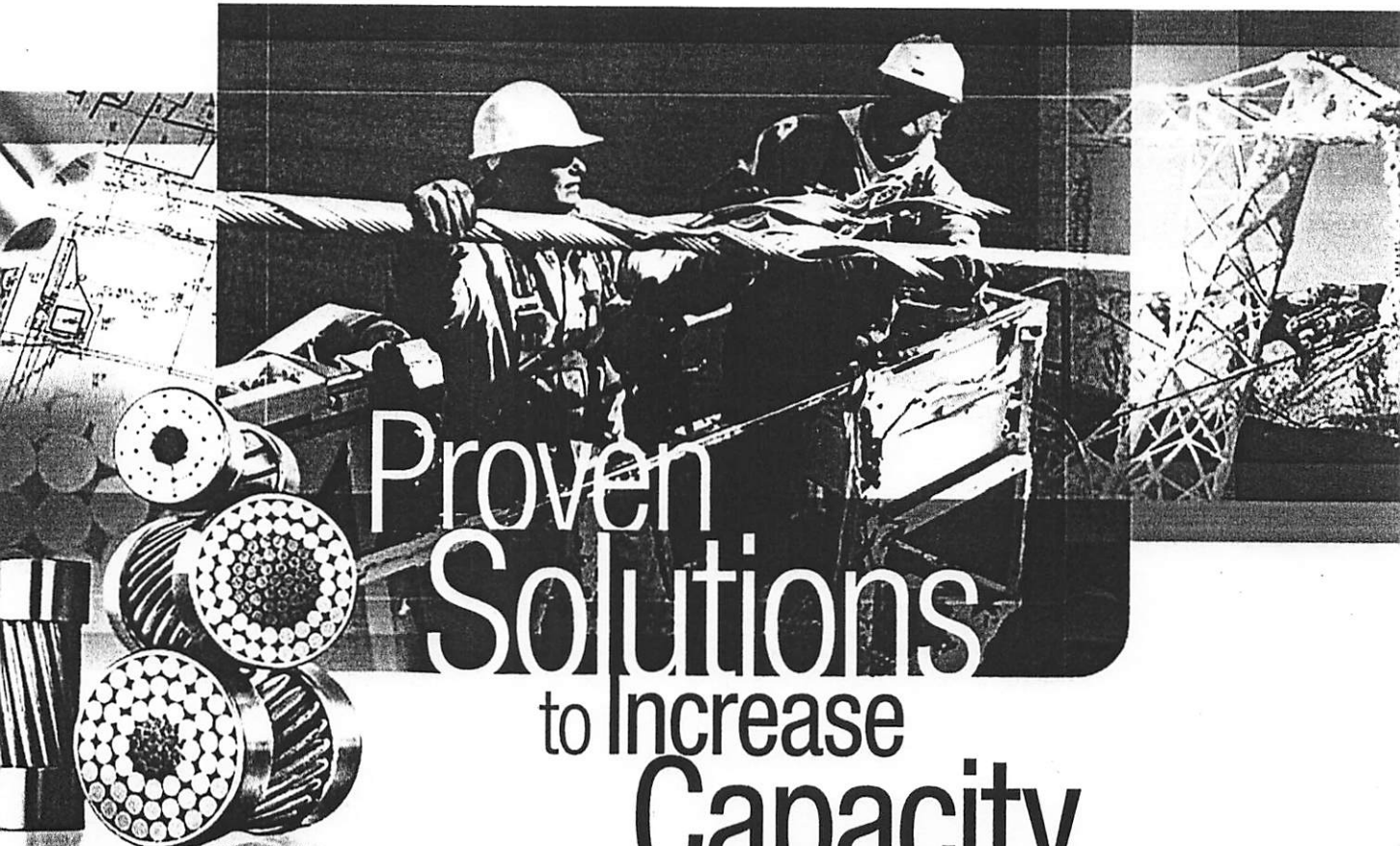
No.	Name	Type TypLne, TypTow*	Length km
1	ALTAP-SBBRT 1	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	17.970
2	ALTAP-SBBRT 2	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	17.970
3	ASARI-KAPAL	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	23.310
4	BABAT-BJGRO 1	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	35.300
5	BABAT-BJGRO 2	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	35.300
6	BABAT-TUBAN 1	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	31.922
7	BABAT-TUBAN 2	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	31.922
8	BDRAN-BNGIL	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	19.310
9	BDRAN-PRONG	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	15.050
10	BJGRO-CEPU 1	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	30.970
11	BJGRO-CEPU 2	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	30.970
12	BKLAN-SAMPG	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	47.700
13	BKLAN-SMNEP	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	119.943
14	BLKDN-LWANG	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	20.910
15	BNDWS-JMBER 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	39.662
16	BNDWS-JMBER 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	39.662
17	BNGIL-BCKRO 1	OHL-150kV-ZEBRA 484.50mm (1620A)	6.200
18	BNGIL-BCKRO 2	OHL-150kV-ZEBRA 484.50mm (1620A)	6.200
19	BNGIL-BDRAN	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	15.050
20	BNGIL-BLBNG 1		40.000
21	BNGIL-BLBNG 2		40.000
22	BNGIL-BLKDN	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	27.770
23	BNGIL-GDTAN 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	16.085
24	BNGIL-GDTAN 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	16.805
25	BNGIL-LWANG	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	34.680
26	BNGIL-PDAAN 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	9.700
27	BNGIL-PDAAN 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	9.700
28	BNGIL-PRONG	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	11.700
29	BNRAN-GGRAM 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	4.950
30	BNRAN-GGRAM 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	4.950
31	BNRAN-JKTAS 1	OHL-150kV-HAWK 2x281.10mm (1200A)	31.615
32	BNRAN-JKTAS 2	OHL-150kV-HAWK 2x281.10mm (1200A)	31.615
33	BNRAN-MNRJO	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	47.330
34	BNRAN-PARE 1	OHL-70kV-ACSR/PIGEON 99.22mm (310A)	15.841
35	BNRAN-PARE 2	OHL-70kV-ACSR/PIGEON 99.22mm (310A)	15.841
36	BNRAN-PEDAN 1	OHL-500kV-ACSR-GANNET 392.84mm (2400A)	205.000
37	BNRAN-PEDAN 2	OHL-500kV-ACSR-GANNET 392.84mm (2400A)	205.000
38	BNRAN-SYZAG	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	12.250
39	BNRAN-TLGNG 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	29.200
40	BNRAN-TLGNG 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	29.200
41	BWNGI-GLMKN 1	4_ACSR 240-nom 645(150)	13.255
42	BWNGI-GLMKN 2	4_ACSR 240-nom 645(150)	14.255

43	CERME-MNYAR 2	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	7.640
44	CERME_MNYAR 1	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	7.640
45	DARMO-WARU 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	10.670
46	DARMO-WARU 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	10.670
47	DLOPO-PNRGO	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	15.500
48	DRYJO-BBDAN	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	13.200
49	DRYJO-MIWON	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	0.750
50	DRYJO-TARIK	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	17.900
51	GDTAN-PIER	OHL-150kV-ZEBRA 484.50mm (1620A)	21.183
52	GDTAN-RJOSO 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	10.487
53	GDTAN-RJOSO 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	10.487
54	GLMNK-NGARA 1	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	38.040
55	GLMNK-NGARA 2	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	38.040
56	GLMNK-PMRON	OHL-150kV-HAWK 2x281.10mm (1200A)	75.900
57	GLTMR-BKLAN 1	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	16.000
58	GLTMR-BKLAN 2	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	16.000
59	GNYAR-AMPRA 1	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	33.760
60	GNYAR-AMPRA 2	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	33.760
61	GNYAR-SANUR 1	OHL-150kV-PATRIDGE 152.70mm (400A)	16.500
62	GNYAR-SANUR 2	OHL-150kV-HAWK 2x281.10mm (1200A)	16.380
63	GRATI-GDTAN	OHL-150kV-ZEBRA 484.50mm (1620A)	10.743
64	GRATI-PIER	OHL-150kV-ZEBRA 484.50mm (1620A)	31.935
65	GRBRU-SBBRT 1	OHL-500kV-ACSR-DOVE 327.94mm (1200A)	23.000
66	GRBRU-SBBRT 2	OHL-500kV-ACSR-DOVE 327.94mm (1200A)	23.000
67	GRBRU-TNDES 1	OHL-150kV-TWIN 2x240.00mm (2730A)	13.760
68	GRBRU-TNDES 2	OHL-150kV-TWIN 2x240.00mm (2730A)	13.760
69	GRLMA-ALAP	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	4.930
70	GRLMA-GLTMR 1		6.740
71	GRLMA-GLTMR 2		6.740
72	GRLMA-SGMDU 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	3.900
73	GRLMA-SGMDU 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	3.900
74	GRLMA-SGMDU 3	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	6.030
75	GTENG-BWNGI	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	33.950
76	JMBER-BWNGI	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	82.595
77	JMBER-GTENG	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	64.708
78	KAPAL-BTRTI	OHL-150kV-PATRIDGE 152.70mm (400A)	38.170
79	KAPAL-GNYAR 1	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	19.210
80	KAPAL-GNYAR 2	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	19.210
81	KAPAL-NSDUA	OHL-150kV-PATRIDGE 152.70mm (400A)	30.910
82	KAPAL-PBIAN	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	17.220
83	KBAGN-GPGAN	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (1)	27.120
84	KBAGN-PAKIS 1	OHL-150kV-ZEBRA 484.50mm (1620A)	12.900
85	KBAGN-PAKIS 2	OHL-150kV-ZEBRA 484.50mm (1620A)	12.900
86	KBAGN-PLHAN 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	11.425
87	KBAGN-PLHAN 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	11.425
88	KBAGN-SGRUH	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (1)	25.775
89	KBAGN-SKLNG 1	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	15.100
90	KBAGN-SKLNG 2	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	15.100

91	KBAGN-STAMI 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	27.950
92	KBAGN-STAMI 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	27.950
93	KEREK-MLWNG 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	9.000
94	KEREK-MLWNG 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	9.000
95	KEREK-TBAN3 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	2.016
96	KEREK-TBAN3 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	2.016
97	KJLAN-UJUNG 1	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	8.200
98	KJLAN-UJUNG 2	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	8.200
99	KJTIM-CERME	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	23.300
100	KRSAN-GDING	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	19.137
101	KRSAN-PBLGO 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	30.239
102	KRSAN-PBLGO 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	30.239
103	KTSNO-NGJUK 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	16.675
104	KTSNO-NGJUK 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	16.675
105	KTSNO-PLOSO 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	24.800
106	KTSNO-PLOSO 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	24.800
107	LJANG-JMBER	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	60.530
108	LJANG-TNGUL	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	32.080
109	LNGAN-BABAT 1	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	12.910
110	LNGAN-BABAT 2	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	12.910
111	LWANG-KBAGN 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	25.805
112	LWANG-KBAGN 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	25.805
113	Line		9.500
114	Line(1)		28.710
115	Line(2)		28.710
116	MDLAN-SIMAN	OHL-70kV-ACSR/PIGEON 99.22mm (310A)	4.304
117	MIWON-TARIK	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	18.650
118	MJAGN-BNRAN 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	27.600
119	MJAGN-BNRAN 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	27.600
120	MNRJO-CRBAN	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	16.858
121	MNRJO-DLOPO	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	14.000
122	MNRJO-MRGEN 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	22.920
123	MNRJO-MRGEN 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	22.920
124	MNRJO-NGAWI	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	51.750
125	MNRJO-NGJUK	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	16.500
126	MNRJO-PNRGO	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	29.500
127	MNRJO-SRGEN	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	78.674
128	MNYAR-MSBAR	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	1.410
129	MPION-BDRAN	OHL-70kV-ACSR/THERMAL 160.00mm (440A)	2.900
130	MRGEN-MGTAN 1	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	14.400
131	MRGEN-MGTAN 2	OHL-70kV-ACSR/PIPER 187.48mm (440A)	14.400
132	NGAGL-SIMPG 1	CAB-150kV-AL 800.00mm (740A)	3.860
133	NGAGL-SIMPG 2	CAB-150kV-AL 800.00mm (740A)	3.860
134	NGARA-ASARI	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	44.400
135	NGARA-KAPAL	OHL-150kV-HAWK 281.10mm (580A)	67.710
136	NGAWI-SRGEN	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	37.924
137	NGJUK-CRBAN	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	16.500
138	NSDUA-PSGRN	OHL-150kV-PATRIDGE 152.70mm (400A)	13.410

235	TARIK-BNGUN 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	6.900
236	TGLEK-PNRGO 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	38.800
237	TGLEK-PNRGO 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	38.800
238	TLGNG-BLTAR 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	31.200
239	TLGNG-BLTAR 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	31.200
240	TLGNG-TGLEK	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	27.600
241	TLGNG-TLGPA	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	38.387
242	TLGPA-TGLEK	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	5.400
243	TNDES-DARMO 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	4.530
244	TNDES-DARMO 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	4.530
245	TNDES-SWHAN 1	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	3.200
246	TNDES-SWHAN 2	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	3.200
247	TNGUL-JMBER	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	28.450
248	TUBAN-KEREK 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	14.060
249	TUBAN-KEREK 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	14.060
250	TUREN-ATURE1	OHL-70kV-ACSR/CU 50.00mm (300A)	10.450
251	TUREN-ATURE2	OHL-70kV-ACSR/CU 50.00mm (300A)	10.450
252	UDAAN-GBONG 1	CAB-150kV-CU 240.00mm (550A)	3.030
253	UDAAN-GBONG 2	CAB-150kV-CU 240.00mm (550A)	3.030
254	UNGAR-PEDAN 1	Pedan-Ungar	75.000
255	UNGAR-PEDAN 2	Pedan-Ungar	75.000
256	WARU-BDRAN4	OHL-70kV-ACSR/THERMAL 160.00mm (440A)	7.560
257	WARU-BDRAN5	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	7.680
258	WARU-BNGIL	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	21.750
259	WARU-ISPDO 1	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	1.200
260	WARU-ISPDO 2	OHL-150kV-DOVE 327.94mm (600A)	1.200
261	WARU-KLANG 2	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	10.740
262	WARU-KLANG-1	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	10.740
263	WARU-MPION	OHL-70kV-ACSR/THERMAL 160.00mm (440A)	4.660
264	WARU-RNKUT 1	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	4.760
265	WARU-RNKUT 2	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	4.760
266	WARU-SWHAN 1	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	10.730
267	WARU-SWHAN 2	OHL-150kV-DOVE 2x327.94mm (1200A)	10.730
268	WLNGI-BLTAR 1	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	11.730
269	WLNGI-BLTAR 2	OHL-70kV-ACSR/OSTRICH 176.71mm (440A)	11.730

3M™ Aluminum Conductor Composite Reinforced (ACCR)
Technical Summary



Proven
Solutions
to Increase
Capacity

More amps on the same
size wires, for your most
challenging applications

3M

The strong, lightweight, high capacity conductor

3M™ Aluminum Conductor Composite Reinforced (ACCR) is an all-aluminum-based conductor designed to improve transmission capacity, even in challenging situations and environments.

The tremendous advantages of 3M ACCR are due to innovations in the materials used. Compared to conventional steel core conductors, the 3M ACCR core has:

- Equivalent strength and durability,
- Better corrosion resistance,
- Higher electrical conductivity, and
- Less weight,
- Equivalent modulus,
- Lower thermal expansion.

This permits the use of higher operating temperatures, which in turn leads to higher ampacities. Both the core and the outer aluminum-zirconium strands contribute to the overall conductor strength and conductivity.

Physical Properties	Unit	Linnet 336	Ibis 397	Hawk 477	Dove 557	Grosbeak 63
Designation		ACCR_340-T16	ACCR_405-T16	ACCR_470-T16	ACCR_573-T16	ACCR_637-T16
Stranding		26/7	26/7	26/7	26/7	26/7
Diameter						
Indiv Core Wire	in	0.089	0.097	0.105	0.116	0.122
Indiv Al Wire	in	0.114	0.125	0.134	0.149	0.156
Total Core	in	0.267	0.291	0.314	0.347	0.365
Total Conductor	in	0.724	0.791	0.852	0.941	0.991
Area						
Aluminum	in ²	0.267	0.318	0.369	0.450	0.500
Total Area	in ²	0.310	0.370	0.429	0.524	0.581
Weight						
Core	lbs/ft	0.066	0.078	0.090	0.110	0.122
Aluminum	lbs/ft	0.320	0.382	0.443	0.540	0.599
Total Weight	lbs/ft	0.385	0.460	0.533	0.650	0.721
Strength	lbs	13,900	16,500	19,200	23,100	25,600
Thermal Elongation						
Core	10 ⁻⁶ /°C	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Aluminum	10 ⁻⁶ /°C	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
Complete Cable	10 ⁻⁶ /°C	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7
Heat Capacity						
Core	W-sec/ft-°C	10	11	13	16	18
Aluminum	W-sec/ft-°C	139	165	192	234	259

Electrical Properties						
Resistance						
DC @ 20°C	ohms/mile	0.2568	0.2153	0.1855	0.1521	0.1370
AC @ 25°C	ohms/mile	0.2629	0.2204	0.1899	0.1558	0.1403
AC @ 50°C	ohms/mile	0.2889	0.2422	0.2087	0.1712	0.1542
AC @ 75°C	ohms/mile	0.3150	0.2640	0.2275	0.1866	0.1681
AC @ 100°C	ohms/mile	0.3410	0.2858	0.2463	0.2020	0.1820
AC @ 210°C	ohms/mile	0.4555	0.3818	0.3290	0.2699	0.2431
AC @ 240°C*	ohms/mile	0.4867	0.4080	0.3516	0.2884	0.2597
Geometric Mean Radius	ft	0.0245	0.0267	0.0288	0.0318	0.0335
Reactance (1 ft spacing, 60hz)						
Inductive X _a	ohms/mile	0.450	0.439	0.430	0.418	0.412
Capacitive X _a		0.1039	0.1012	0.0990	0.0961	0.0945
Ampacity						
210° C	amps	942	1,058	1,167	1,331	1,426
240° C*	amps	1,010	1,135	1,253	1,430	1,533

* Emergency operating temperature, 1,000 hours cumulative. Ampacity ratings were calculated using IEEE Std. 738-1993, with inputs of 40°C air temperature, 2.0 ft/s wind, and emissivity and absorptivity of 0.5, at sea level.

Physical Characteristics

Aluminum Strands

The aluminum strands are composed of an aluminum-zirconium alloy and are round in shape, although trapezoidal is also available. The minimum conductivity of any individual aluminum strand is not less than 60 percent of the International Annealed Copper Standard (IACS).

The aluminum-zirconium strands are a hard drawn aluminum with mechanical properties very similar to 1350-H19 aluminum (23-25 ksi, 158-172 MPa) ultimate tensile strength. This is NOT a soft annealed aluminum. The addition of a small amount of zirconium to the aluminum confers the property of heat resistance. That is, the aluminum-zirconium may be heated to high temperatures, without softening (annealing) and losing its strength like 1350-H19 aluminum would. Thus when the aluminum-zirconium cools to ambient temperatures, it retains its strength.

Core Strands

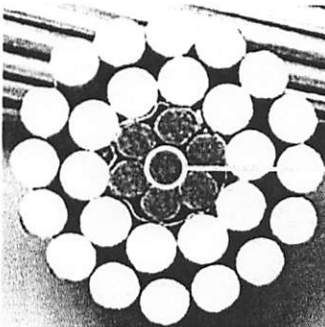
The core strands contain aluminum oxide fibers embedded in high-purity aluminum forming a wire. This type of material is called a fiber reinforced metal matrix. It contains NO polymers or plastic: the base material is metallic aluminum. This material confers the properties that make 3M ACCR conductor lightweight, while performing with high strength and low sag at high temperatures. This is because the fiber reinforced metal matrix composite has strength equivalent to steel, with weight (density) similar to aluminum, but with less thermal expansion than steel and strength retention at high temperatures. Additionally, some of the secondary properties are also favorable. These include low creep, high electrical conductivity (from the aluminum constituent), and corrosion resistance (similar to aluminum).

Conductor Stranding

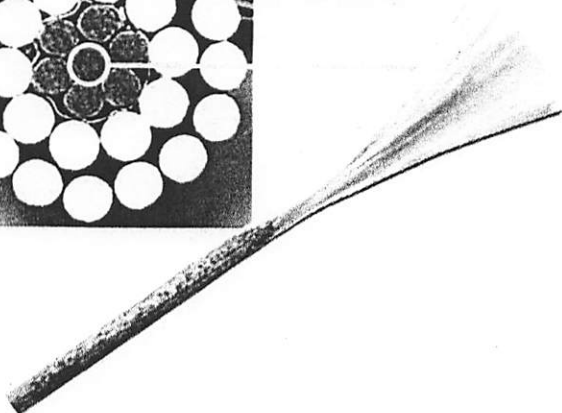
3M ACCR uses constructions that are very similar to ACSR. It uses most of the same dimensions for wire sizes and conductor sizes. Aluminum-zirconium layers are helically stranded using the same lay lengths and lay directions as ACSR. The core wires are also helically stranded but use longer lay lengths than the steel cores found in ACSR.

3M™ Aluminum Fiber Core

Each strand of 3M ACCR core wire is reinforced with tens of thousands of ultra-high-strength aluminum oxide fibers. The result is a solution specifically designed for high-temperature operation – providing dramatic ampacity gains with significantly less sag than standard options.



Closeup of 3M ACCR core material, consisting of aluminum oxide fibers embedded in high-purity aluminum.



TECHNICAL INFORMATION AND DATA; PRODUCT USE. Technical information and data, recommendations, and other statements provided by 3M are based on information, tests, and experience which 3M believes to be reliable, but the accuracy or completeness of such information is not guaranteed. Before use, Buyer must evaluate and determine whether the 3M product is suitable and appropriate for a particular use and intended application.

WARRANTY AND LIMITED REMEDY. Unless stated otherwise in 3M's product literature, packaging inserts or product packaging for individual products, 3M warrants that each 3M product meets the applicable specifications at the time 3M ships the product. Individual products may have additional or different warranties as stated on product literature, packaging inserts or product packages. **3M MAKES NO OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ANY IMPLIED WARRANTY ARISING OUT OF A COURSE OF DEALING, CUSTOM OR USAGE OF TRADE.** Buyer is responsible for determining whether the 3M product is fit for a particular purpose and suitable for user's application. If the 3M product is defective within the warranty period, your exclusive remedy and 3M's and seller's sole obligation will be, at 3M's option, to repair the product, replace the product, or refund the purchase price.

LIMITATION OF LIABILITY. Except where prohibited by law, 3M and seller will not be liable for any loss or damage arising from the 3M product, whether direct, indirect, special, incidental or consequential, regardless of the legal theory asserted, including warranty, contract, negligence or strict liability.

3M

Electrical Markets Division
High Capacity Conductors

3M Center, Building 251-2A-39

St. Paul, MN 55144-1000

Phone: 800-364-3577

Fax: 551-736-0431

www.3M.com/ACCR

Please recycle. Printed in USA.

Issued: 11/07 © 3M 2007.

All rights reserved. 5890HB

80-6016-0279-2

PLS-CADD is a trademark of Power Line Systems, Inc.

3M is a trademark of 3M.

Used under license by 3M subsidiaries and affiliates.

Powerline Conductor Accelerated Testing Facility (PCAT)

Overview:

The Powerline Conductor Accelerated Testing facility (PCAT) at Oak Ridge National Laboratory (ORNL) in Oak Ridge, Tennessee is a unique outdoor test facility for conducting both thermal stress and age characterization of advanced power line conductors. The facility includes a 2MW DC power supply which can vary the loading of the conductor under test up to 600 Vdc and 5000 Adc. The low voltage nature of the facility permits extensive instrumentation of the test conductor's surface and core temperatures by means of thermocouples as well as simultaneous measuring of conductor tension, sag, and environmental conditions (e.g., wind, solar, ambient). The facility consists of five 161kV-rated steel transmission poles, which have extensive support to ensure mechanical stability, with two poles at each of the two dead ends and one in the center with a crossarm. The test line forms the load for the power supply by making a loop connecting the plus side of the power supply to the conductor with the returning end connected to the minus side of the power supply. Currently, the facility permits testing of 1200 ft (one span out and back) to 2400 ft (two spans out and back) ft of conductor length at one time.

Description:

The Powerline Conductor Accelerated Testing facility (PCAT), which was commissioned and dedicated in March 2003, supports the urgent need to address issues associated with electricity transmission reliability and security in the US. Figures 1 and 2 show a view of the PCAT site and its design. It is the first of four operational facilities that comprise the Department of Energy's (DOE) National Transmission Technology Research Center (NTTRC). PCAT is part of DOE's effort to address the growing demands for electric power at a time when the amount of electricity that can be currently transmitted over power lines is dropping. PCAT provides a facility to test and evaluate advanced power transmission technologies with the potential to increase the capacity and reliability of the U.S. T&D network. Technologies to be characterized include new composite and improved conventional conductors, advanced sensors and controls, and power electronics.

The PCAT facility, which was constructed in late 2002 and became operational in early 2003, is located within a mile of the main ORNL campus. It consists of a closed-loop of 2400 ft of advanced composite conductor mounted on 161kV steel transmission poles. The advanced conductor and line accessories are being tested for thermo-cycling and high-current situations as well as conductor characterization (e.g., sag, tension, conductor temperature) at rated and emergency loading. A 2-MW dc power supply fed by a 13.5kV/4160V transformer provides power for the site. TVA designed the PCAT structures and installed poles, hardware, conductor and accessories at the site.

The highly instrumented PCAT yields important data about the performance of advanced conductors and their line accessories under high temperatures and high current, varying current loads, and naturally varying environmental conditions. The tests provide both the manufacturer and utilities with conductor performance data under accelerated field-like operating conditions. These tests short-circuit the need for utilities to conduct long-term and controlled demonstration

tests of advanced conductors. With the PCAT tests showing that new conductors perform as designed under extreme conditions, electric utilities will take greater interest in replacing their existing lines with the advanced conductors. Widespread usage of advanced transmission line conductor has the potential to increase the efficiency of energy transmission and provide one way of solving the problems of growing energy demand and transmission bottlenecks.



Figure 1. Aerial view of PCAT including its power supply and instrumentation trailers, transmission line structures and current conductor under test.

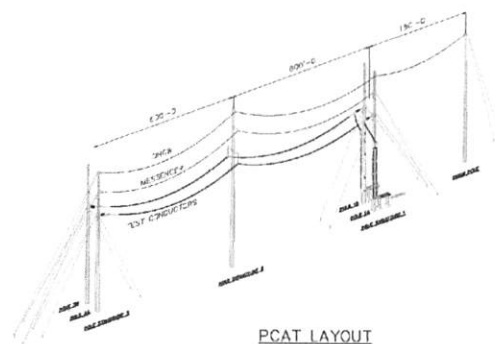


Figure 2. PCAT design layout showing the pole structures and supports.

PCAT Tests:

The first technology being tested at PCAT is an aluminum conductor composite-reinforced (ACCR) cable, which is an advanced conductor developed by 3M Corporation. Testing on this first conductor and its associated accessories began in March of 2003 and will be completed in the Fall. The conductor's associated high-performance accessories and splices are manufactured by Alcoa Fujikora and Preformed Line Products. The accessories are being tested in conjunction with the 3M conductor. ACCR, which is a promising replacement for conventional conductors, addresses the issues of transmission line capacity and reliability. High current loads produce heat, which cause transmission lines to sag and prematurely age and could degrade their performance if the design operating temperature is exceeded for extended periods. ACCR uses 3M's Nextel 650 ceramic fibers, embedded in an aluminum matrix, to make a composite wire which is lighter, more conductive, and with less stretch when heated by current flow as do conventional conductors. The addition of zirconium to the aluminum wire surrounding the composite core of the conductor makes the conductor more resistant to deformation or annealing at higher temperatures.

ACCR wire operates at temperatures of up to 240°C (464°F) under emergency conditions and 210°C (410°F) under normal conditions with no degradation of its properties, while conventional aluminum-conductor steel-reinforced wires can operate only at 100°C (212°F) or below. The higher operating temperature allows ACCR to transmit two to three times more power than Aluminum Conductor Steel Reinforced (ACSR) cable. Thus, ACCR can replace traditional wires on existing transmission towers and rights-of way (ROWs), avoiding the cost and environmental impact of building new towers and acquiring new ROWs.

ORNL researchers are testing 3M's small-, medium-, and large-diameter conductor cables successively. The tests are evaluating the overall performance of the conductor to verify

predictions of computer models by looking at sag and tension data, such as stress/strain curve and knee point. Each test is consisting of multiple cycles (up to 500) of simulated thermo-cycling and is being run from five to six months. During each cycle, the conductor is being subjected to its peak load and then returning it to normal load—the equivalent of 30 years of peak loads.

Long-Term Tests:

Long-term plans for the PCAT facility include performance characterization of other advanced conductors and existing conductors (e.g., ACSS). PCAT provides the first step in conductor testing by providing a highly instrumented test facility operating at low voltage but high current. The next step is high-voltage testing of the conductor at the Powerline Conductor Operational Testing Facility (PCOT). PCOT, a DOE high-voltage transmission test facility under development, will be operated jointly by TVA and ORNL. It provides a controlled high-voltage operating environment where the conductors/cables under test can be operated in various loading modes, heavily instrumented, and accessible for joint government and industry testing.

Point of Contact:

John Stovall
Oak Ridge National Laboratory (ORNL)
Phone: (865) 574-5198
email: stovalljp@ornl.gov

Tom Rizy
Oak Ridge National Laboratory(ORNL)
Phone: (865) 574-5203
email: rizydt@ornl.gov

SEGALA PUJA DAN PUJI SYUKUR KEHADIRAT ALLAH SWT DAN
JUNJUNGAN NABI BESAR MUHAMMAD SAW Atas Limpahan Rahmat
dan Karunianya yang telah di berikan Kepada kita semua.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Untuk (Alm)Bpk. Abdul bari dan My Best Mom Maimunah..., Tanpa
kalian aku bukan siapa"!!!

BIDADARI KU Rani..., Kamu adalah sumber dari segala inspirasiku
semua ini dapat berjalan juga karena kamu...,perhatian, dukungan dan
do'a n rasanya semua ucapan terima kasih disini adalah juga milikmu.
Kakak, Adik q, fachmianDro, Shinta n Kayung..., Thx Buddy!! sumpah
ente bener" ngedukung n bantu ane selama ini.,
saoedara SeperJOEangaN HELmi(Kates), Gandul (Moko), Ashe(Sigit),
MadE(GraNk),Budiman,Heru Wow...kita berangkat sama" Akhirnya
Selesai Juga!!meskipun qta Sering nongkrong n ngopi bareng di dekat
Studio Band Yang ga Jelas gt...,wkwkwkwkw!!!thx 4 u Guys.

KoenAm(NanaNg),Gepeng(ridlwan),Joanico Da Costa Lemos(*ini Nama
ap judul Lagu y...hehe*), Big TOM"(didid),Ethock.Woi".....

Para Bonek" Mania yang punya kebErunTUNgan ky artis yg lg naek
daun...Bener" ky semangat PEJOEANG '45!!Gud Luck brother.
thx juga boeat semua temen" ST 02 yg byk membantu.

perkataan sedikit
dan mengandung petunjuk
pada kebenaran itu adalah perkataan terbaik...
begitupun dengan ilmu yang sedikit
tapi bermakna besar dalam hidup ini
dibanding dengan banyak ilmu akan tetapi
tidak dapat digunakan dengan baik...,
Tidak ada yang sempurna di Dunia ini akan tetapi
tidak ada juga yang tidak mungkin di dunia ini!!
berusahalah selagi masih bisa...!

AKAH