

**ANALISA RUGI RUGI DAYA PADA PENGHANTAR SUTET
275 KV PANGKALAN SUSU – BINJAI**

SKRIPSI

OLEH:

RIHOTLIAN MANULLANG

168120002



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 20/1/21

Access From (repository.uma.ac.id)20/1/21

**ANALISA RUGI RUGI DAYA PADA PENGHANTAR SUTET 275 KV
PANGKALAN SUSU – BINJAI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:
RIHOTLIAN MANULLANG
168120002

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 20/1/21

Access From (repository.uma.ac.id)20/1/21

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisa Rugi Rugi Daya pada Penghantar SUTET 275Kv
Pangkalan Susu – Binjai
Nama : Rihotlian Manullang
NPM : 16.812.0002
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh

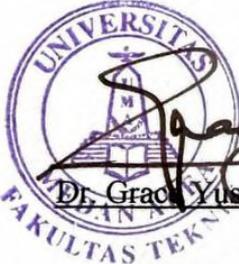
Komisi Pembimbing



Ir. Zulkifli Bahri, MT
Pembimbing I



Syarifah Muthia Putri, ST, MT
Pembimbing II



Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT
Dekan



Syarifah Muthia Putri, ST, MT
Ka.Prodi

Tanggal Lulus: 2 Oktober 2020

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 2 Oktober 2020



Rihotlian Manullang
168120002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rihotlian Manullang
NPM : 168120002
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis~~

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisa Rugi- rugi daya pada SUTET 275kV Pangkalan Susu- Binjai, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan saya ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 2 Oktober 2020

Yang menyatakan



(Rihotlian Manullang)

ABSTRAK

Saluran transmisi memiliki peran dalam penyaluran daya dari pembangkit ke beban. Analisa terhadap rugi-rugi daya pada penghantar transmisi dilakukan untuk mengetahui besaran rugi-rugi daya yang terjadi dalam penyaluran daya. Dengan mengetahui besaran rugi-rugi daya, dapat dilakukan tindakan untuk mengurangi daya yang hilang. Penelitian bertujuan untuk mengetahui rugi – rugi daya yang terjadi pada penghantar SUTET Pangkalan Susu – Binjai juga melakukan menghitung regulasi tegangan pada penghantar tersebut. Data untuk penelitian diperoleh dari logsheet harian dan diambil pada pukul 10.00, 19.00 dan 24.00, lalu dilakukan perhitungan rugi – rugi dan regulasi tegangan dengan menggunakan rumus. Hasil yang diperoleh yaitu nilai efisiensi transmisi rata – rata sebesar 99,16% dengan rugi-rugi daya sebesar 0,84% dan regulasi tegangan pada penghantar Pangkalan susu – Binjai rata – rata sebesar 1,93%

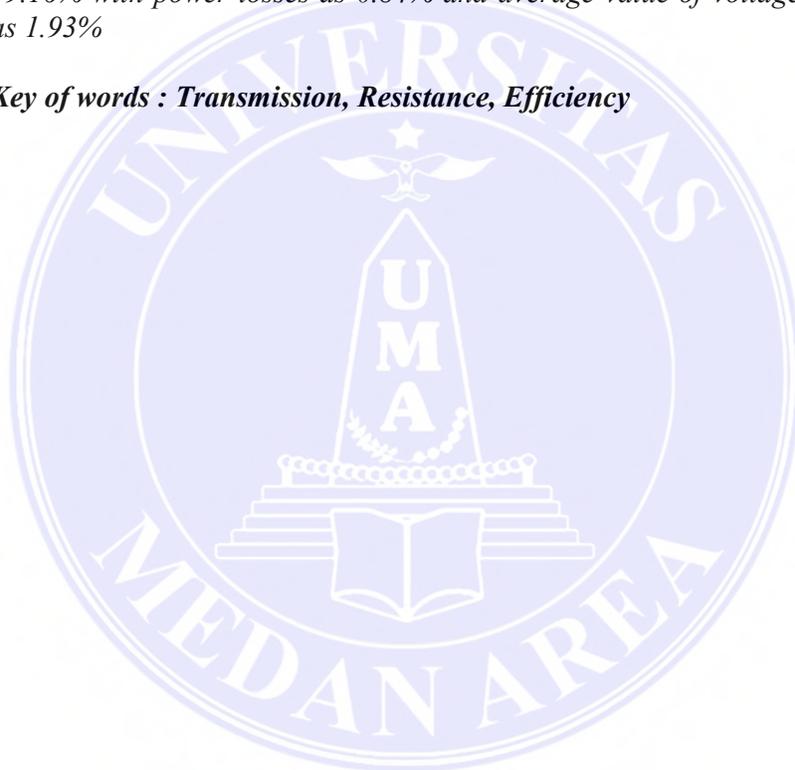
Kata Kunci : Transmisi, Resistansi, Efisiensi



ABSTRACT

Transmission line plays a role in power transferring power station to load. The analysis of power losses transmission line was done for finding out the extent of power losses that were occurred in power transferring. By knowing the extent of power losses, an action could be done for reducing the lost power. This research was done for knowing the power losses that were occurred in EHV Transmission line Pangkalan susu – Binjai and also calculating the voltage regulation on that line. Datas for this research were obtained from daily logsheet. They were taken at 10 am, 7 pm and 12 pm. The calculation of power losses and voltage regulation was done by using the formula. The result shown the average value of transmission efficiency as 99.16% with power losses as 0.84% and average value of voltage regulation as 1.93%

Key of words : Transmission, Resistance, Efficiency



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bagansiapiapi Pada tanggal 16 Juli 1997 dari ayah Basri Manullang dan ibu Juliana Napitupulu. Penulis merupakan putra ke-2 dari 6 bersaudara.

Tahun 2015 Penulis lulus dari SMA Negeri 12 Medan dan Pada tahun 2016 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT PLN (Persero) Jaringan dan Gardu Induk Pangkalan Susu yang beralamat di Jl. PLTU desa tanjung pasir, Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Dengan judul laporan praktek kerja lapangan (PKL) yaitu Pemeliharaan Trafo Arus (CT). Penulis juga melakukan pengambilan data untuk tugas akhir di PT PLN (Persero) Jaringan dan Gardu Induk Pangkalan Susu.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala berkat dan karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan tepat waktu dengan judul “**Analisa Rugi Rugi Daya Pada Penghantar Sutet 275 Kv Pangkalan Susu – Binjai**”.

Selama dalam proses penyelesaian skripsi ini, banyak sekali kendala dan tantangan yang dihadapi oleh penulis, namun semuanya teratasi berkat bantuan, dukungan serta dorongan dari berbagai pihak, atas bantuan, dukungan dan dorongan dari berbagai pihak tersebut, pada kesempatan ini dengan tulus dan rendah hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua penulis, atas segala motivasi, semangat, doa dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis
2. Keluarga besar Op. Steffie Yuniarty Deonita Manullang dan Op. Ira Napitupulu yang memberikan dukungan dan doa kepada penulis
3. Kakak penulis, Steffie Yuniarty Deonita Manullang S.Pd, dan adik-adik penulis Triani Lamhotria Manullang, Fraulina Aprilia Manullang, Jungste Sohn Hesekiel Manullang, Burju Parasian Manullang yang memberikan semangat dan menjadi motivasi bagi penulis
4. Bapak Ir. Zulkifli Bahri, MT selaku Pembimbing 1, yang senantiasa memberi arahan dan masukan kepada penulis
5. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT, selaku Pembimbing 2 dan Ketua Program Studi Teknik Elektro, yang membimbing penulis dalam penyelesaian skripsi

6. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ibu Susilawati S.Kom, M.Kom selaku Wakil Dekan Bidang Akademik
7. Seluruh Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik yang telah memberikan pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan
8. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah memberikan bantuan kepada penulis
9. Pimpinan PT PLN (Persero) UPT Medan beserta seluruh karyawan dan staf yang memberikan izin dan bantuan kepada penulis untuk melakukan pengambilan data dan penelitian di Gardu Induk Pangkalan Susu
10. Sahabat penulis, Tri Elia Marpaung yang memberikan dukungan kepada penulis
11. Teman seperjuangan Rysgi Kurniawan Sinulingga, yang menjadi teman bertukar pikiran dan saling membantu dalam penyelesaian skripsi
12. Seluruh teman angkatan '16, senior dan junior prodi Teknik Elektro Universitas Medan Area

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang turut serta memberikan bantuan dan sumbangan pemikiran, selama penulis melakukan penelitian maupun mengikuti perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih kurang sempurna, untuk itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Medan, 2 Oktober 2020

Rihotlian Manullang

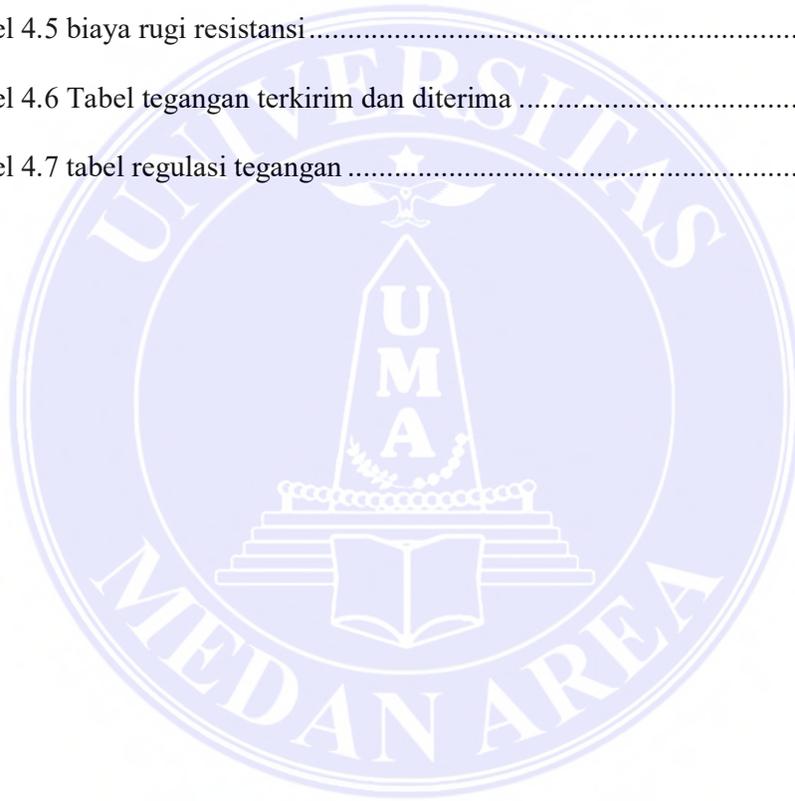
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Pembahasan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum	5
2.2 Rugi-rugi daya pada saluran Transmisi	7
2.2.1 Rugi Resistansi	7
2.2.2 Efek kulit (<i>skin effect</i>) pada konduktor	8
2.2.3 Rugi korona	9
2.2.4 Efisiensi Transmisi.....	11
2.3 Induktansi pada saluran Transmisi	12
2.4 Kapasitansi pada saluran Transmisi	14

2.5 Jatuh Tegangan.....	16
2.6 Memperbaiki Efisiensi SaluranTranmisi	17
BAB III	18
METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.1.1. Lokasi Penelitian.....	18
3.1.2. Waktu Penelitian.....	18
3.2. Metodologi Penelitian.....	19
3.3. Bahan dan Alat Penelitian.....	20
3.4. Langkah-langkah Penelitian.....	20
BAB IV	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	22
BAB V.....	31
PENUTUP.....	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	34

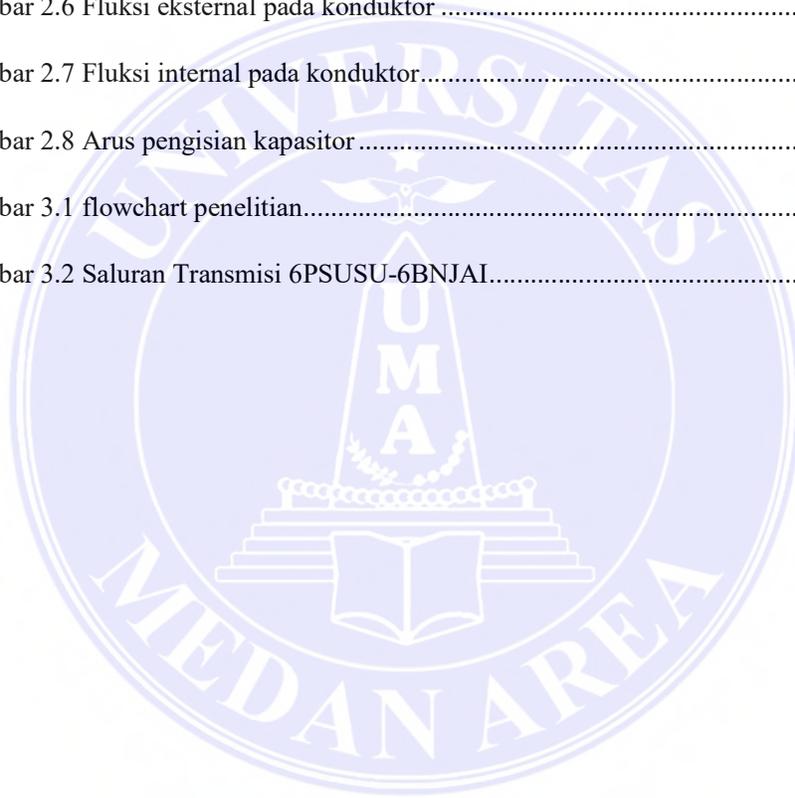
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	18
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Penghantar	22
Tabel 4.2 Tabel arus dan rugi resistansi.....	24
Tabel 4.3 Tabel daya terkirim dan diterima	25
Tabel 4.4 Tabel efisiensi transmisi	26
Tabel 4.5 biaya rugi resistansi.....	28
Tabel 4.6 Tabel tegangan terkirim dan diterima	29
Tabel 4.7 tabel regulasi tegangan	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian ekivalen saluran transmisi	5
Gambar 2.2 Rangkaian ekivalen saluran transmisi dengan mengabaikan G	6
Gambar 2.3 Medan magnet pada konduktor	8
Gambar 2.4 Impedansi dalam konduktor	8
Gambar 2.5 Korona pada saluran transmisi	9
Gambar 2.6 Fluksi eksternal pada konduktor	12
Gambar 2.7 Fluksi internal pada konduktor	14
Gambar 2.8 Arus pengisian kapasitor	15
Gambar 3.1 flowchart penelitian	19
Gambar 3.2 Saluran Transmisi 6PSUSU-6BNJAI	20



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem tenaga listrik memiliki 3 bagian, yaitu pembangkit, transmisi dan distribusi. Pembangkit umumnya terletak pada lokasi yang jauh dari pusat beban seperti perkotaan. Untuk itu diperlukan sebuah penghubung, yang menghubungkan pembangkit dengan pusat beban ini. Saluran transmisi adalah saluran yang menghubungkan antara pembangkit dengan beban melalui Gardu Induk. Pada gardu induk ini tegangan keluaran dari pembangkit ditransformasikan ke tegangan transmisi yang sesuai dengan kelas tegangan transmisi nya. Transformasi tegangan ini dilakukan untuk mengurangi jatuhnya tegangan akibat jarak yang jauh antara gardu induk yang ada di pembangkit listrik dengan gardu induk yang ada di perkotaan. Namun meski tegangan dinaikkan untuk mengurangi jatuh tegangan, rugi-rugi pada saluran transmisi tetap ada akibat jarak dan impedansi yang ada pada penghantar.

Analisa terhadap rugi-rugi daya pada penghantar transmisi dilakukan untuk mengetahui besaran rugi-rugi daya yang terjadi. Dengan mengetahui besaran rugi-rugi daya, dapat dilakukan tindakan untuk mengurangi daya yang hilang. Daya hilang yang terlampau besar pada saluran transmisi dapat memberikan kerugian bagi perusahaan. Daya listrik yang dapat disalurkan dan dijual berkurang. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan beban, pembangkit perlu membangkitkan daya yang lebih besar. Pada saluran transmisi, rugi-rugi daya sulit untuk ditiadakan, namun dapat dikurangi dengan melakukan perbaikan pada

saluran. Dengan mengurangi rugi – rugi daya di saluran transmisi, daya listrik dapat disalurkan secara maksimal.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar rugi-rugi daya pada penghantar SUTET 275 KV Pangkalan Susu - Binjai ?
2. Apakah rugi-rugi daya pada penghantar SUTET 275 KV Pangkalan Susu - Binjai masih sesuai dengan standar?
3. Berapa efisiensi penghantar SUTET 275 KV Pangkalan Susu - Binjai?
4. Apa yang menjadi penyebab timbulnya rugi – rugi daya pada penghantar SUTET 275 KV Pangkalan Susu - Binjai?
5. Bagaimana cara untuk mengurangi rugi-rugi daya pada penghantar SUTET 275 KV Pangkalan Susu - Binjai ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besar rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran udara tegangan ekstra tinggi
2. Mengetahui jumlah rugi-rugi daya yang diperoleh dan membandingkan dengan standar yang ada
3. Mengetahui efisiensi yang dimiliki penghantar
4. Menganalisa penyebab terjadinya rugi-rugi daya pada saluran
5. Mengetahui metode – metode yang dapat dilakukan untuk mengurangi rugi-rugi daya pada saluran

1.4. Batasan Penelitian

Mengingat begitu banyak luasnya permasalahan tersebut dan adanya berbagai keterbatasan, maka perlu dilakukan pembatasan ruang lingkup pengkajian. Dalam penelitian ini ruang lingkup pengkajian dibatasi pada pokok permasalahan :

1. Menghitung Rugi-rugi daya akibat tahanan pada saluran penghantar SUTET 275 KV Pangkalan Susu - Binjai
2. Tidak melakukan analisa terhadap tegangan jatuh pada penghantar SUTET 275 KV Pangkalan Susu - Binjai
3. Menghitung Regulasi Tegangan pada penghantar SUTET 275 KV Pangkalan Susu - Binjai

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Mendapatkan analisa mengenai besar rugi-rugi daya yang ada pada penghantar SUTET 275KV Pangkalan Susu - Binjai
2. Memberikan informasi mengenai besaran rugi-rugi daya pada penghantar SUTET 275KV Pangkalan Susu - Binjai
3. Memberikan rekomendasi perbaikan rugi – rugi berdasarkan efisiensi penghantar yang diperoleh dari penelitian

1.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Menjelaskan secara singkat tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika pembahasan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tentang teori-teori pendukung dalam penelitian ini sehingga hasil yang didapatkan lebih optimal.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Berisi tentang bagaimana metode penelitian dilakukan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data, pengolahan data dan langkah langkah penelitian.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Berisi penjelasan tentang hasil penelitian, Analisa Data dan pembahasannya.

5. Bab V Penutup

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

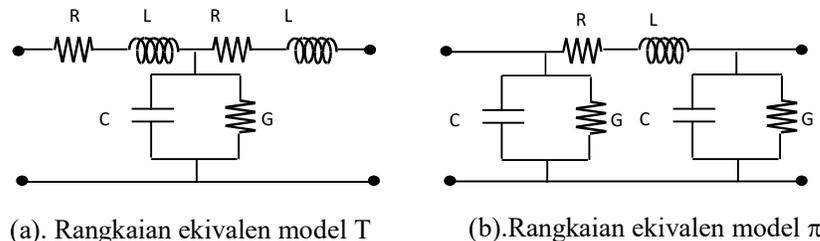
2.1 Gambaran Umum

Saluran-saluran transmisi membawa tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkitan ke pusat-pusat beban melalui saluran tegangan tinggi 150 kV atau melalui saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV. Pada sistem tenaga listrik, jarak antara pembangkit dengan beban yang cukup jauh, akan menimbulkan adanya penurunan kualitas tegangan yang diakibatkan oleh rugi-rugi pada jaringan (Didik Aribowo & Desmira, 2016, 32)

Pada saluran transmisi terdapat konstanta seperti :

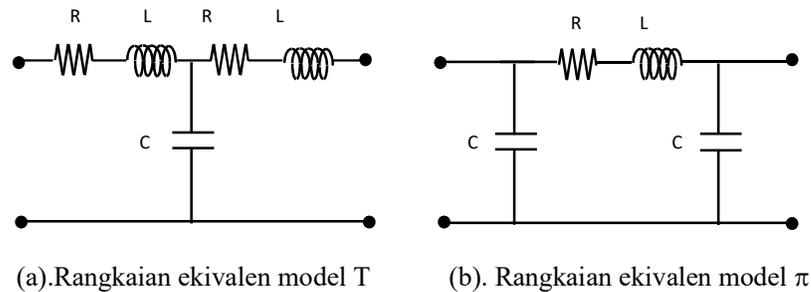
- a. Resistansi (Ohm)
- b. Induktansi (Henry)
- c. Kapasitansi (Farad)
- d. Konduktansi (mho), disebut juga sebagai resistansi bocor (*leakage resistance*)

Konstanta pada saluran transmisi, dibutuhkan untuk melakukan analisa pada saluran transmisi. Resistansi (R) dan induktansi (L) disebut dengan impedansi seri (*series impedance*) sedangkan kapasitansi (C) dan konduktansi (G) disebut dengan impedansi paralel (*shunt impedance*). Konstanta-konstanta ini membentuk rangkaian ekuivalen seperti pada gambar 2.1 dan gambar 2.2



Gambar 2.1 Rangkaian ekuivalen saluran transmisi

Konduktansi selalu diabaikan sehingga rangkaian ekivalen menjadi:



Gambar2.2 Rangkaian ekivalen saluran transmisi dengan mengabaikan G

Menghitung jatuh tegangan dan rugi-rugi perlu dilakukan untuk meningkatkan pelayanan dan efisiensi operasional. Perhitungan jatuh tegangan dipengaruhi oleh panjang penyulang, beban penyulang, penampang penyulang. Sedangkan rugi-rugi dipengaruhi oleh besarnya energi yang hilang di jaringan khususnya penyulang (Asri Akbar, 2015, 7)

Berdasarkan panjang saluran transmisi, maka saluran transmisi dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu:

- a. Saluran transmisi jarak pendek (*Short transmission Lines*) dengan panjang saluran hingga 50 mile atau 80 km
- b. Saluran transmisi jarak menengah (*Medium transmission Lines*) dengan panjang saluran hingga 150 mile atau 240 km
- c. Saluran transmisi jarak panjang (*Long transmission Lines*) dengan panjang saluran lebih dari 150 mile atau 240 km

Dalam setiap penyaluran daya listrik ke beban, pasti terdapat rugi – rugi daya yang diakibatkan oleh faktor – faktor tertentu seperti jarak saluran listrik ke beban yang terlalu jauh, yang juga akan mengakibatkan bertambahnya besar tahanan

saluran kabel yang digunakan. Kerugian daya suatu saluran merupakan perkalian arus pangkat dua dengan resistansi atau reaktansi dari saluran tersebut. (Rahmadian. 2015, 2)

2.2 Rugi-rugi daya pada saluran Transmisi

2.2.1 Rugi Resistansi

Rugi rugi daya pada saluran Transmisi disebabkan oleh tahanan yang dimiliki penghantar. Besar tahanan pada konduktor tergantung pada panjang, luas penampang dan bahan konduktor. Daya yang hilang pada saluran transmisi disebut dengan “efek joule” sesuai dengan hukum joule yaitu “Pembentukan panas persatuan waktu berbanding lurus dengan kuadrat arus”. Daya yang hilang pada saluran transmisi akibat adanya resistansi, hilang menjadi panas pada konduktor. Sehingga rugi-rugi daya pada saluran transmisi dapat dihitung dengan rumus:

$$\Delta P = I_{beban}^2 \times R \quad (2.1)$$

Dengan

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.2)$$

$$\% \Delta P = \frac{\Delta P}{P} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana :

ΔP : Rugi-rugi daya total (watt)

I_{beban} : Arus (A)

R : Resistansi Saluran (Ω)

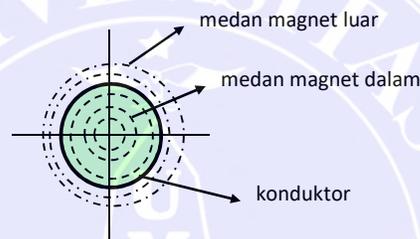
L : panjang saluran (m)

$\cos \Theta$: faktor daya beban

Besarnya tahanan yang dimiliki pada suatu konduktor tergantung pada panjang, luas penampang dan bahan konduktor tersebut (persamaan 2.2). sehingga semakin panjang sebuah penghantar, maka semakin besar nilai tahanan penghantar tersebut

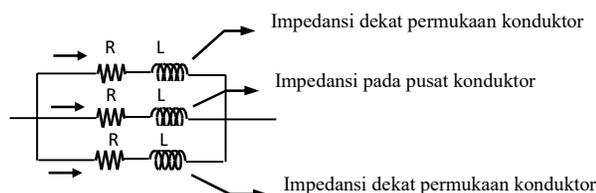
2.2.2 Efek kulit (*skin effect*) pada konduktor

Tahanan pada konduktor untuk arus bolak-balik dan arus searah tidak sama besarnya. Arus yang mengalir pada konduktor akan menimbulkan medan magnet yang konsentris terhadap pusat konduktor. Medan magnet yang timbul berada di dalam konduktor maupun di luar konduktor.



Gambar 2.3 Medan magnet pada konduktor

Makin dekat ke pusat konduktor makin besar kekuatan medan magnetnya (makin besar fluksinya). Medan magnet (fluksi) bersifat induktif, sehingga menimbulkan reaktansi induktif. Akibatnya reaktansi induktif yang berada didekat pusat konduktor lebih besar dibandingkan reaktansi induktif yang letaknya lebih jauh dari pusat konduktor. Atau impedansi yang berada di dekat pusat konduktor lebih besar dibandingkan impedansi yang berada lebih jauh dari pusat konduktor, lihat gambar 2.4.



Gambar 2.4 Impedansi dalam konduktor

Akibat impedansi yang tidak sama ini, distribusi arus tidak merata. Arus lebih banyak mengalir pada permukaan konduktor (impedansi lebih kecil) dibandingkan arus yang mengalir pada pusat konduktor. Peristiwa ini disebut dengan efek kulit (*skin effect*). Dari teori *skin effect* ini, maka untuk menghemat bahan konduktor dibuat konduktor berongga (*hollow conductor*).

2.2.3 Rugi korona

(Nurmiati Pasra, 2018, 106) Ionisasi udara mengakibatkan redistribusi tegangan pada gradient tegangan, ini menyebabkan gradien udara di antara dua elektroda lebih besar dari gradien udara normal, hal ini bisa menyebabkan terjadi lompatan api. Bila hanya sebagian udara antara dua elektroda yang terionisasikan, maka korona merupakan sampul (*envelope*) mengelilingi elektroda.



Gambar 2.5 Efek Korona pada saluran transmisi

(Sumber :Efek Korona pada Saluran Transmisi. Diakses melalui

<https://direktorilistrik.blogspot.com>, 14 Maret 2020)

Tanda terjadi corona:

- *Noise* (suara mendesis)
- Cahaya violet berbentuk lingkaran disekitar konduktor
- Bau ozone

Akibat yang ditimbulkan :

- Korosi pada konduktor
- Radio interferensi
- Rugi daya (watt)

Cara untuk mengurangi corona:

- Memperbesar jarak konduktor
- Memperbesar diameter konduktor
- Menggunakan *hollow conductor*
- Menggunakan *bundled conductor*

Rugi daya akibat korona dapat ditentukan dengan rumus :

$$P_c = \frac{241}{\delta} (f + 25) \left(\frac{r}{D}\right)^{\frac{1}{2}} (V - V_0)^2 \times 10^5 \text{ kWatt/km} \quad (2.4)$$

Dimana:

V : Tegangan fasa (line to netral) [kVolt]

V_0 : *Disruptive critical voltage* [kVolt]

Untuk menghitung *Disruptive Critical Voltage* digunakan rumus :

$$V_0 = 21,1 \delta r \ln \frac{D}{r} \text{ kV} \quad (2.5)$$

$$\delta = \frac{3,911 p}{273+t} \quad (2.6)$$

Dimana:

δ : kerapatan udara

p : tekanan udara [cm Hg]

t : temperatur udara [$^{\circ}\text{C}$]

Rugi korona total pada penghantar dapat ditentukan dengan rumus :

$$P_{koronatotal} = P_c \times L \quad (2.7)$$

2.2.4 Efisiensi Transmisi

Efisiensi sebuah saluran transmisi sangat diperlukan dalam penyaluran energi listrik. Tidak efisiennya saluran transmisi akan menyebabkan banyak daya yang hilang disepanjang saluran transmisi, sehingga pembangkit harus membangkitkan daya yang lebih untuk memenuhi kebutuhan daya sistem. Dalam penghitungan nilai efisiensi diperlukan nilai daya yang ada dikedua ujung saluran transmisi (daya terkirim dan daya diterima). Rugi daya total dapat ditentukan dengan menjumlahkan nilai rugi resistansi dengan rugi korona total. Maka dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{rugi} = \Delta P + P_{koronatotal} \quad (2.8)$$

Efisiensi pada saluran transmisi dapat dihitung dengan rumus :

$$\eta = \frac{P_r}{P_{s\ Total}} \times 100\% \quad (2.9)$$

Dimana:

η = Efisiensi pada transmisi

P_r = Daya Penerimaan

$P_{s\ Total}$ = Daya total Pengiriman

(Ghofur Bahrum Khosasih, 2016, 4) Kehilangan energi akibat dari rugi-rugi daya menyebabkan perusahaan pemasok listrik mengalami kerugian. Kerugian disebabkan karena energi yang ditransmisikan tidak diterima sebesar energi yang di kirim, sehingga energi yang dikirim tidak dapat terjual semua. dengan melakukan perhitungan rugi-rugi, kemudian menganalisa berapa besar dana yang dirugikan akibat rugi-rugi daya. Dilakukan melalui analisa menggunakan persamaan berikut :

$$E = p \times t \quad (2.10)$$

Keterangan :

E = Energi listrik (watt.jam)

p = Daya alat listrik (watt)

t = Lama pemakaian (jam)

$$\text{biaya listrik} = \left(\frac{E}{1000} \right) \times TTL \quad (2.11)$$

keterangan :

$\left(\frac{E}{1000} \right)$ = Pemakaian listrik (kWh)

TTL = Tarif tenaga listrik (Rp)

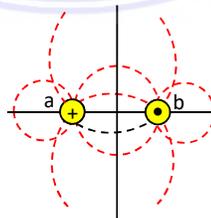
2.3 Induktansi pada saluran Transmisi

Pada saluran transmisi terjadi dua macam fluksi yang mengakibatkan timbulnya induktansi pada saluran yaitu:

1. Fluksi eksternal (fluksi di luar konduktor)
2. Fluksi internal (fluksi di dalam konduktor)

Fluksi eksternal pada saluran

Arus bolak-balik yang mengalir pada konduktor akan menimbulkan medan magnet/fluksi berubah-ubah yang melingkupi kedua konduktor tersebut sehingga timbul fluksi gandeng (*flux linkage*)



Gambar 2.6 Fluksi eksternal pada konduktor

Untuk saluran dua kawat, masing-masing garis fluksi yang berada diluar konduktor hanya satu kali menggandeng konduktor. Sedangkan bila konduktor merupakan koil, maka garis fluksi akan menggandeng lebih dari satu kali. Sesuai dengan banyaknya garis fluksi, masing-masing garis dikalikan dengan jumlah lilitan yang digandengkan dan hasilnya merupakan fluks gandeng total (*total flux linkages*).

Tegangan induksi juga dinyatakan dengan:

$$e = L \frac{di}{dt} \quad \text{volt} \quad (2.12)$$

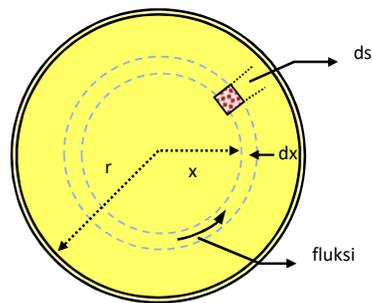
Induktansi suatu konduktor sama dengan fluksi gandeng konduktor per unit arus yang mengalir pada konduktor. Pada saluran yang terdiri dari dua konduktor, fluksi gandeng adalah jumlah fluksi gandeng dari masing-masing konduktor. Dalam satuan Standar Internasional (SI), satuan L adalah Henry yang sama dengan Wbt per Ampere, atau dinyatakan dengan rumus:

$$\tau = L.i \quad \text{Wbt} \quad (\text{Wbt: Weber-turn}) \quad (2.13)$$

Mutual inductance (induktansi bersama) antara dua sirkuit, misalnya antara dua konduktor, didefinisikan sebagai fluksi gandeng dari suatu sirkuit yang disebabkan arus dari sirkuit kedua per ampere yang disebabkan arus pada sirkuit kedua. Induktansi bersama dapat mempengaruhi saluran tenaga listrik dan telepon akibat kopling magnetik antara konduktor.

Fluksi internal

Selain fluksi eksternal terdapat juga fluksi internal (fluksi dalam konduktor) pada saluran (seperti pada efek kulit).



Gambar 2.7 Fluksi internal pada konduktor

Sumber : Analisa Sistem Tenaga, 1996

Besar induktansi internal adalah:

$$L_{\text{int}} = \frac{1}{2} \times 10^{-7} \text{ H/m} \quad (2.14)$$

Reaktansi induktif konduktor pada saluran transmisi satu fasa tunggal adalah:

$$X_L = 4,657 \times 10^{-3} f \log \frac{D_m}{D_s} \text{ ohm/mile} \quad (2.15)$$

dimana:

f = frekuensi

D_m = Geometric mean distance

$$GMD = \sqrt[m.n]{D_{ab}D_{bc}D_{ca}}$$

D_s = Geometric mean radius

$$GMR = \sqrt[m^2]{D_{aa}D_{ab}D_{ac}D_{ba}D_{bb}D_{bc}D_{ca}D_{cb}D_{cc}}$$

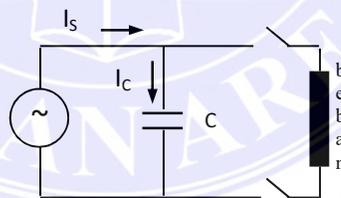
2.4 Kapasitansi pada saluran Transmisi

Reaktansi paralel saluran transmisi terdiri dari reaktansi kapasitif dan konduktansi. Konduktansi (G) dapat diabaikan karena pengaruhnya terhadap reaktansi paralel (*shunt reactance*) sangat kecil. Alasan lain untuk mengabaikan konduktansi adalah konduktansi selalu berubah-ubah. Konduktansi yang terjadi

misalnya: kebocoran pada isolator, pengotoran akibat debu yang melekat pada isolator dan korona yang menyebabkan kebocoran antara konduktor yang selalu berubah tergantung keadaan atmosfer.

Kapasitansi terjadi akibat adanya beda potensial antara konduktor. Kapasitansi menyebabkan konduktor tersebut bermuatan seperti yang terjadi pada pelat konduktor, bila terjadi beda potensial di antaranya. Kapasitansi antara penghantar sejajar adalah muatan per unit beda potensial ($C = q/V$). Kapasitansi antara penghantar sejajar adalah suatu konstanta yang tergantung pada ukuran dan jarak pemisah antara konduktor. Untuk saluran transmisi yang panjangnya kurang dari 80 km (50 mil) pengaruh kapasitansi ini dapat diabaikan.

Kapasitansi pada saluran transmisi menyebabkan arus pengisian. Arus pengisian ini mengalir dalam saluran transmisi walaupun transmisi dalam keadaan terbuka (tanpa beban). Arus pengisian ini mempengaruhi jatuh tegangan (*Voltage Drop*) pada saluran transmisi, faktor daya, efisiensi dan kestabilan sistem, lihat gambar 2.8



Gambar 2.8 Arus pengisian kapasitor

Kapasitansi antara konduktor adalah :

$$C_{ab} = \frac{q_a}{V_{ab}} = \frac{2\pi k}{\ln(D^2 / r_a r_b)} \text{ Farad/m} \quad (2.16)$$

Atau :

$$C_{ab} = \frac{0,0388}{\log(D^2 / r_a r_b)} \mu\text{F/mile} \quad (2.17)$$

2.5 Jatuh Tegangan

Efek dari adanya impedansi pada saluran transmisi adalah terjadinya jatuh tegangan diujung saluran. Perhitungan tegangan jatuh diperlukan untuk mengetahui nilai tegangan disisi penerimaan masih memenuhi standar atau tidak. Jatuh tegangan erat kaitannya dengan regulasi tegangan. Regulasi tegangan adalah pengaturan tegangan yang dilakukan untuk menjaga tegangan pada sistem tetap pada rentang nilai yang diharapkan. Toleransi tegangan yang diperbolehkan berdasarkan standar yaitu maksimum 5% dan minimum 10% dari nilai tegangan nominalnya. Nilai penurunan tegangan tergantung kepada dua hal yaitu :

1. Aliran arus melalui kabel – semakin besar arus, maka nilai tegangan jatuh semakin besar
2. Impedansi konduktor – semakin besar impedansi, maka nilai tegangan jatuh semakin besar

Hal tersebut diturunkan dari Hukum Ohm yaitu :

$$V = I \times Z \quad (2.18)$$

Untuk menghitung jatuh tegangan pada saluran transmisi dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\Delta_{regulasi} = \frac{V_S - V_R}{V_R} 100\% \quad (2.19)$$

$$V_{regulasi} = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi)}{V_R} \quad (2.20)$$

dimana :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_R \cos \phi} \quad (2.21)$$

2.6 Memperbaiki Efisiensi Saluran Transmisi

Saluran transmisi tidak mungkin mencapai efisiensi 100%, karena adanya resistansi konduktor sebagai penyebab utama rugi – rugi daya saluran. Penggunaan jenis konduktor merupakan salah satu cara untuk menurunkan rugi – rugi listrik dalam proses penyalurannya. Konduktor dengan jenis ACCC dikenal lebih handal dalam menyalurkan listrik dari pada jenis konduktor ACSR (Oktaria Handayani, 2019, 38)



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Nilai rugi- rugi pada penghantar SUTET P.Susu – Binjai adalah rata – rata 1,77 MW. Nilai rugi – rugi tertinggi diperoleh pada tanggal 21 januari 2020 pukul 19.00 sebesar 2,69 MW, sedangkan rugi- rugi terkecil diperoleh pada tanggal 27 januari 2020 pukul 10.00 sebesar 0,98 MW
2. Nilai efisiensi penghantar SUTET P.Susu – Binjai masih berada diatas standar yaitu 99,16%, sehingga tidak diperlukan adanya perbaikan. Nilai efisiensi tertinggi yaitu 99,44% pada tanggal 27 Januari 2020 pukul 10.00, sedangkan nilai efisiensi terendah yaitu 98,96% pada tanggal 21 dan 22 Januari pukul 19.00
3. Rata-rata efisiensi transmisi pada penghantar SUTET Pangkalan susu – Binjai sebesar 99,16% dan rugi-rugi daya sebesar 0,84%. Berdasarkan standar rugi – rugi IEC pada kabel transmisi akibat efek Joule sekitar 2,5%. Maka dapat disimpulkan bahwa penghantar SUTET Pangkalan Susu – Binjai masih berada pada kondisi standar.
4. Biaya kerugian akibat rugi – rugi pada penghantar SUTET P.Susu – Binjai diperoleh rata –rata sebesar Rp 60.984.290,12 per harinya. Dengan kerugian terbesar diperoleh pada tanggal 18 januari 2020 sebesar Rp 79.534.292,26 dan kerugian terkecil diperoleh pada tanggal 26 januari 2020 sebesar Rp 42.874.555,95
5. Nilai regulasi tegangan pada penghantar SUTET P.Susu – Binjai adalah rata – rata 1,93 % dengan nilai regulasi tegangan terbesar diperoleh pada tanggal 30

januari pukul 10.00 sebesar 3,31% dan nilai regulasi terkecil diperoleh pada tanggal 25 dan 26 januari 2020 pukul 10.00 sebesar 0,71%

6. Rugi – rugi daya yang terjadi pada SUTET Pangkalan susu – binjai diakibatkan oleh resistansi yang dimiliki oleh kabel ACSR Zebra yang digunakan, namun karena merupakan transmisi jarak pendek (69,9km) maka nilai resistansi tidak terlalu besar, sehingga rugi – rugi daya yang terjadi kecil.
7. Penghantar SUTET Pangkalan susu – binjai memiliki efisiensi yang tinggi dan rugi – rugi daya yang kecil, sehingga sistem yang digunakan sudah benar
8. Untuk memperbaiki nilai rugi – rugi yang besar pada saluran transmisi dapat dilakukan dengan mengganti konduktor dengan tingkat konduktivitas yang besar dan resistansi yang lebih kecil.

5.2 Saran

1. Jika diperoleh data yang lebih lengkap dapat dilakukan analisa rugi- rugi korona pada penghantar dan analisa tegangan jatuh pada penghantar SUTET P.Susu – Binjai
2. Penggantian konduktor ACSR menjadi konduktor ACCC dapat dilakukan untuk mendapatkan penghantar yang memiliki konduktivitas yang lebih tinggi dan resistansi yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Asri dan Surya. 2015. *Analisis Pehitungan Rugi-rugi Daya pada Gardu Induk PLTU 2 Sumut Pangkalan Susu dengan Menggunakan Program Simulasi Electrical Transient Analyzer*. Jurnal Singuda Ensikom. (online), Volume 12, No.32 (https://jurnal.usu.ac.id/index.php/singuda_ensikom/article/view/9293), diakses pada 28 November 2019)
- Ariwibowo, Didik dan Desmira. 2016. *Analisis Kerugian Daya pada Saluran Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi 500kV Unit Pelayanan Transmisi Cilegon Baru - Cibinong*. Volt Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro. (Online), Volume 1 No.1 (<http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/VOLT/article/view/816>), diakses pada 28 November 2019)
- Doraisamy KVR and Nisha Pai. 2016. *Transmission and Distribution Losses (Power)*. ELK Asia Pacific Journals (Online), Volume 2 issue 1 (<https://www.elkjournals.com>) diakses pada 13 Maret 2020)
- Handayani, Oktaria. Tasdik D., dan Christine W. 2019. *Analisis Perbandingan Efisiensi Penyaluran Listrik Antara Penghantar ACSR dan ACCC pada Sistem Transmisi 150kV*. Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah. (online), Volume 11, No.1 (<https://stt-pln.e-journal.id/energi/article/view/480>), diakses pada 28 November 2019)
- International Electrotechnical Commision. 2007. *Efficient Electrical Energy Transmission and Distribution*.
- Khosasih, Ghofur Barum. 2018. *Analisa Rugi-rugi Daya pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150kV pada Gardu Induk Jajar – Gondangrejo*. Electronic Theses and Dissertations. (Online) (<http://eprints.ums.ac.id/51530/>) diakses pada 28 November 2019)
- Pasra, Nurmiati. Andi M., dan Muhammad Oka A. 2018. *Analisa Efek Korona Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20kV Pada Gardu Beton*. Jurnal Ilmiah SUTET (Online), Volume 8 No. 2 (<https://stt-pln.e-journal.id/sutet/article/view/235/472>) diakses pada 28 November 2019)
- Rahmadhian. 2015. *Evaluasi Losses Daya pada Sistem Transmisi 150kV Sumatera Barat*. Ejournal bunghatta. (online), Volume 7, No.1 (<http://ejournal.bunghatta.ac.id/index.php?journal=JFTI&page=article&op=view&path%5B%5D=7365>), diakses pada 28 November 2019)
- Tim Penyusun. 2017. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. FT-UMA Medan.

LAMPIRAN

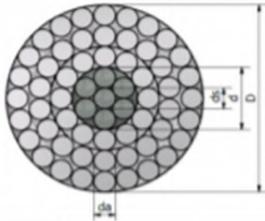


Single Line Diagram Transmisi Pangkalan Susu – Binjai (Warna biru)

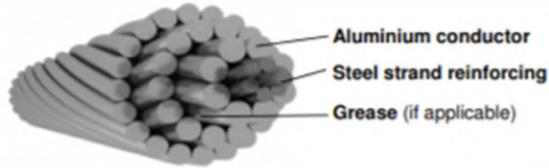
PENGHANTAR	ASSET YANG DIKELOLA											TAHUN OPERASI
	KONDUKTOR								275kV			
	SUTT		SKTT	LUAS PENAMPANG	JUMLAH			Route	Sirkit	I Nom	Tower	
	JENIS	TIPE			Per/Ph	Sirkit	Bay					
Binjai – Pangkalan Susu 1 275kV	ACSR	Zebra	-	2×430	2	2	2	69.90	69.90	1,822	217	2014
Binjai – Pangkalan Susu 2 275kV	ACSR	Zebra	-	2×430	2		2		69.90	1,822		2014

Data Penghantar Transmisi Binjai – Pangkalan Susu

M-TEC



ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) (A1/S1A) 7 Steel centre wires + 54 Aluminium wires



Construction and dimensions	Conductor name	Number/ Size	Steel core			Aluminium Outer layer(s)			Total Conductor			Outer layer Lay direction	Standard drum length m	Specification
			dia.	area	mass	Number/ Size	area	mass	dia.	area	mass			
			mm	mm ²	kg/km		mm ²	kg/km	mm	mm ²	kg/km			
			Nom.	Nom.	Nom.	Nom.	Nom.	Nom.	Nom.	Nom.	Nom.			
7 Steel + 54 Aluminium														
	Crow	7 / 2.92	8.76	46.88	368	54 / 4.27	773.28	2 090	34.38	820.16	2458	(Z) RH	2000	ASTM
	Antelope	7 / 2.97	8.91	48.50	381	54 / 2.97	374.11	1 011	26.73	422.60	1392	(Z) RH	2000	BS
	Bison	7 / 3.00	9.00	49.48	389	54 / 3.00	381.70	1 032	27.00	431.18	1420	(Z) RH	2000	BS
	Zebra	7 / 3.18	9.54	55.60	437	54 / 3.18	428.88	1 159	28.62	484.48	1630	(Z) RH	2000	BS EN
	Camel	7 / 3.35	10.05	61.70	485	54 / 3.35	475.96	1 287	30.15	537.66	1771	(Z) RH	2000	BS EN
	Moose	7 / 3.53	10.59	68.51	538	54 / 3.53	528.49	1 428	31.77	596.99	1967	(Z) RH	2000	BS EN
	Condor	7 / 3.08	9.24	52.15	410	54 / 3.08	402.33	1 088	27.72	454.49	1497	(Z) RH	2000	BS EN
	Cardinal	7 / 3.38	10.14	62.81	493	54 / 3.38	484.53	1 310	30.42	547.33	1803	(Z) RH	2000	BS EN
19 Steel + 54 Aluminium														
	Dinosaur	19 / 2.37	11.85	83.82	658	54 / 3.95	661.73	1 789	35.55	745.54	2483	(Z) RH	2000	BS EN

Physical properties	Conductor name	Modulus of Elasticity		Coefficient of linear expansion	UTS	Grease Nom. (Case 2)	Electrical Properties					
		Initial	Final				Resistance		Current rating	Short circuit rating	Creep constant	#Creep (nominal calculated)
		kN/mm ²		x10 ⁻⁶ /°C	kN	kg/km	dc	ac				
		Nom.					Ω/km	Ω/km				
7 Steel + 54 Aluminium												
	Crow	49.2	76.2	21.29	113.00	77	0.0373	0.0455	780	19.24	5.72	418
	Antelope	49.2	76.2	19.85	117.00	37	0.0771	0.0941	790	13.14	11.48	380
	Bison	47.3	73.2	19.85	119.00	38	0.0755	0.0923	800	13.28	11.48	380
	Zebra	47.3	73.2	19.91	133.00	43	0.0674	0.0821	860	14.11	11.48	380
	Camel	47.3	73.2	19.85	145.90	48	0.0606	0.0740	920	14.91	11.48	380
	Moose	47.3	73.2	19.85	161.00	53	0.0546	0.0666	980	15.75	11.48	380
	Condor	47.3	73.2	19.85	127.91	40	0.0717	0.0875	889	13.65	11.48	380
	Cardinal	47.3	73.2	19.85	149.00	49	0.0595	0.0727	1 022	15.05	11.48	380
19 Steel + 54 Aluminium												
	Dinosaur	46.7	72.3	19.89	203.66	63	0.0437	0.0532	1 110	17.73	11.24	382

Data Konduktor ACSR Zebra

	Tegangan terkirim (Vs)			Tegangan diterima (Vr)			Δ regulasi tegangan (%)		
4	10,00	19,00	24,00	10,00	19,00	24,00	10,00	19,00	24,00
5	281	281	281	276	276	276	1.81%	1.81%	1.81%
6	281	282	282	274	276	278	2.55%	2.17%	1.44%
7	284	283	283	278	277	279	2.16%	2.17%	1.43%
8	286	283	284	282	278	279	1.42%	1.80%	1.79%
9	281	282	282	274	277	276	2.55%	1.81%	2.17%
10	281	280	282	275	274	276	2.18%	2.19%	2.17%
11	282	281	282	273	274	279	3.30%	2.55%	1.08%
12	281	281	282	274	274	277	2.55%	2.55%	1.81%
13	281	279	281	274	274	274	2.55%	1.82%	2.55%
14	282	281	282	280	278	279	0.71%	1.08%	1.08%
15	283	281	282	281	278	279	0.71%	1.08%	1.08%
16	281	280	281	277	275	276	1.44%	1.82%	1.81%
17	279	283	284	273	277	278	2.20%	2.17%	2.16%
18	281	282	284	275	277	278	2.18%	1.81%	2.16%
19	281	280	280	272	274	275	3.31%	2.19%	1.82%

Tampilan Ms. Excel untuk hasil regulasi tegangan

	Arus (Ampere)			rugi rugi resistansi - $I^2 R$ (watt)			BIAYA RUGI RUGI			
11	10,00	19,00	24,00	10,00	19,00	24,00	10,00	19,00	24,00	total
12	439	541	475	1.658.978.02	2.519.452.19	1.942.221.74	Rp24.341.852.71	Rp22.180.450.89	Rp22.798.364.92	Rp69.320.568.53
13	590	524	441	2.152.046.25	2.363.601.00	1.674.138.43	Rp31.576.544.22	Rp20.808.386.89	Rp19.651.321.27	Rp72.036.252.38
14	491	541	516	2.075.269.85	2.519.452.19	2.291.980.91	Rp30.450.019.43	Rp22.180.450.89	Rp26.903.821.94	Rp79.534.292.26
15	437	425	409	1.643.896.48	1.554.853.42	1.439.985.79	Rp24.120.564.29	Rp13.688.431.92	Rp16.902.898.86	Rp64.111.895.07
16	460	546	428	1.821.491.95	2.566.237.68	1.576.881.76	Rp26.726.387.03	Rp22.592.335.33	Rp18.509.816.56	Rp67.828.538.92
17	431	559	417	1.599.065.05	2.689.894.26	1.496.868.68	Rp23.462.761.72	Rp23.680.968.27	Rp17.570.603.83	Rp64.714.333.83
18	472	554	452	1.917.765.89	2.641.989.71	1.758.686.63	Rp28.138.995.31	Rp22.259.231.95	Rp20.643.885.73	Rp72.042.112.98
19	442	540	435	1.681.729.45	2.510.146.75	1.628.883.81	Rp24.675.679.94	Rp22.098.528.70	Rp19.120.229.05	Rp65.894.437.70
20	450	490	454	1.743.157.46	2.066.825.22	1.774.284.66	Rp25.577.000.82	Rp18.195.667.84	Rp20.826.979.16	Rp64.599.647.82
21	360	401	398	1.115.620.78	1.384.204.76	1.363.570.94	Rp16.369.280.52	Rp12.186.095.73	Rp16.005.922.91	Rp44.561.299.16
22	368	403	365	1.165.754.85	1.398.046.72	1.146.825.45	Rp17.104.887.70	Rp12.307.955.93	Rp13.461.712.33	Rp42.874.555.95
23	338	537	483	983.433.49	2.482.333.70	2.008.194.87	Rp14.429.722.87	Rp21.853.671.55	Rp23.572.673.36	Rp59.856.067.78
24	464	419	386	1.853.307.80	1.511.261.57	1.282.985.13	Rp27.193.214.65	Rp13.304.663.23	Rp15.058.292.10	Rp55.553.169.99
25	351	424	375	1.060.537.00	1.547.545.07	1.210.526.02	Rp15.561.047.30	Rp13.624.091.55	Rp14.209.444.90	Rp43.394.583.75
26	413	488	425	1.468.289.51	2.049.987.61	1.554.853.42	Rp21.543.918.28	Rp18.047.434.91	Rp18.251.242.56	Rp57.842.595.75

Tampilan Ms. Excel untuk hasil rugi rugi dan biaya

Microsoft Excel - rugi rugi pengantar

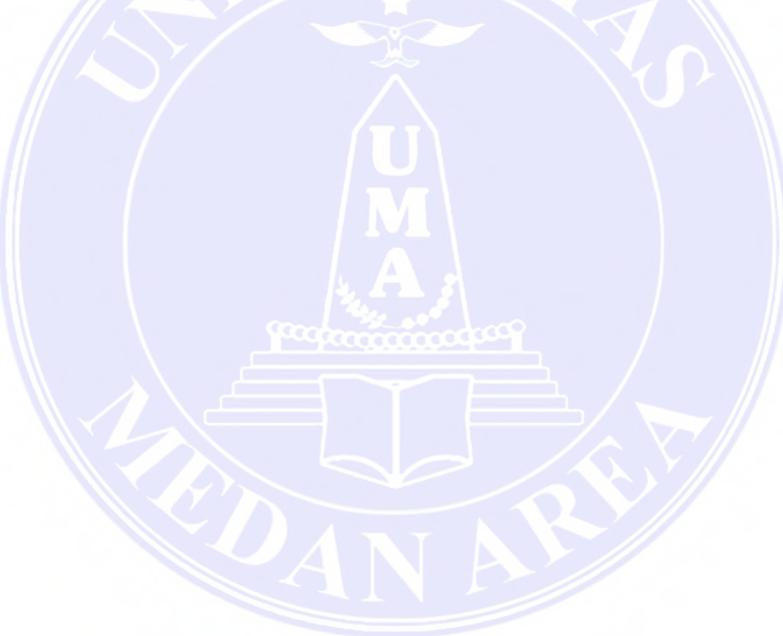
TABEL DAYA TERKIRIM (VS), DAYA DITERIMA (VR) DAN EFISIENSI TRANSMISI

MASUKKAN DAYA (PS)

HOME

	Ps (MW)			Pr (MW)			Efisiensi transmisi (%)		
7	10,00	19,00	24,00	10,00	19,00	24,00	10,00	19,00	24,00
8	196	249	230	194.34	246.48	218.06	99.15%	98.99%	99.12%
9	225	242	205	222.85	239.64	203.33	99.04%	99.02%	99.18%
10	231	250	240	228.92	247.48	237.71	99.10%	98.99%	99.05%
11	207	193	193	205.36	191.45	191.56	99.21%	99.19%	99.25%
12	210	257	198	208.18	254.43	196.42	99.13%	99.00%	99.20%
13	195	259	190	193.40	256.31	188.50	99.18%	98.96%	99.21%
14	213	253	209	211.08	250.36	207.24	99.10%	98.96%	99.16%
15	201	246	240	199.32	243.49	238.37	99.16%	98.98%	99.32%
16	203	227	215	201.26	224.93	213.23	99.14%	99.09%	99.17%
17	173	188	191	171.88	186.62	189.64	99.36%	99.26%	99.29%
18	177	191	175	175.83	189.60	173.85	99.34%	99.27%	99.34%
19	176	249	223	175.02	246.52	220.99	99.44%	99.00%	99.10%
20	212	190	177	210.15	188.49	175.72	99.13%	99.20%	99.28%
21	156	193	171	154.94	191.45	169.79	99.32%	99.20%	99.29%
22	187	226	197	185.53	223.95	195.45	99.21%	99.09%	99.21%

Tampilan Ms. Excel untuk hasil efisiensi transmisi



Nomor : 0010 /SDM.06.03/240600/2020
 Sifat : Biasa
 Lampiran : -
 Perihal : Ijin Pengambilan Data

14 Januari 2020

Kepada :
 Universitas Medan Area
 (Fakultas Teknik)
 Jl.Kolam No.1 Medan Estate
 Jl.Setia Budi No.79
 Jl.Sei SerayuNo.70 A

u.p Yth.Dekan

Menunjuk Surat dari Universitas Medan Area (Fakultas Teknik) .Jl.Kolam No.1 Medan Estate Jl.Setia Budi No.79 Jl.Sei SerayuNo.70 A Nomor : 46/FT.2/01.10/XII/2019 pada Tanggal 20 Desember 2019 Perihal Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir atas Nama :

No.	Nama Mahasiswa	Npm	Jurusan
1.	Rihotlian Manullang	168120002	Teknik Elektro

Dengan ini kami mengizinkan Pengambilan Data di Gardu Induk Pangkalan Susu mulai Tanggal 16 Januari 2020 sampai dengan Tanggal 30 Januari 2020 dengan ketentuan sbb :

1. Tidak dibenarkan melakukan tindakan yang dapat mengganggu kegiatan Operasional di Gardu Induk Pangkalan Susu.
2. PT PLN (Persero) UIP3B Sumatera Unit Pelaksana Transmisi Medan tidak memberi uang saku selama melaksanakan Pengambilan Data.
3. PT PLN (Persero) UIP3B Sumatera Unit Pelaksana Transmisi Medan tidak menanggung biaya apapun apabila mengalami Kecelakaan selama melaksanakan Pengambilan Data.
4. Mengikuti Peraturan Jam Kerja yang ada di ULTG dan Gardu Induk.
5. Meminta ijin untuk mengambil data dalam bentuk soft copy dan hard copy.
6. Dilarang mengambil foto dokumen dari lokasi peralatan tanpa seijin Manager Bagian.
7. Mematuhi segala peraturan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) berikut rambu-rambu yang ada ULTG dan Gardu Induk
8. Tidak diperbolehkan mempublikasikan hal-hal yang bersifat Rahasia.

Demikian disampaikan untuk dapat dipergunakan seperlunya, terimakasih.



Tembusan:

- 1.MAN ULTG Binjai
- 2.Supervisor Jaringan dan Gardu Induk Pangkalan Susu
- 3.Supervisor Jaringan dan Gardu Induk Binjai

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Jl. Listrik No.12, Kel. Petisah Tengah, Kec. Medan Petisah, Medan 20112
 © Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/1/21