

SKRIPSI

**ANALISIS BATAS TRANSFER DAYA
PLTU SUMSEL 8 (2X621 MW)
PADA SUTET 275 KV MUARA ENIM - GUMAWANG**

HARRIZKI TRI SUSANDO

2310017111038



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG**

2024

**ANALISIS BATAS TRANSFER DAYA
PLTU SUMSEL 8 (2X621 MW)
PADA SUTET 275 KV MUARA ENIM – GUMAWANG**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

HARRIZKI TRI SUSANDO

2310017111038



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS BATAS TRANSFER DAYA
PLTU SUMSEL 8 (2X621 MW)
PADA SUTET 275 KV MUARA ENIM – GUMAWANG

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-I) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

Harrizki Tri Susando
NPM : 2310017111038

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Ir. Cahayahati, M.T
NIDN : 930 500 331

Diketahui Oleh

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,


Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T
NIK : 990 500 496

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,


Ir. Arzul, MT
NIDN : 941 100 396

LEMBAR PENGUJI

ANALISIS BATAS TRANSFER DAYA

PLTU SUMSEL 8 (2X621 MW)

PADA SUTET 275 KV MUARA ENIM – GUMAWANG

SKRIPSI

Harrizki Tri Susando

NPM : 2310017111038

Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi

Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro

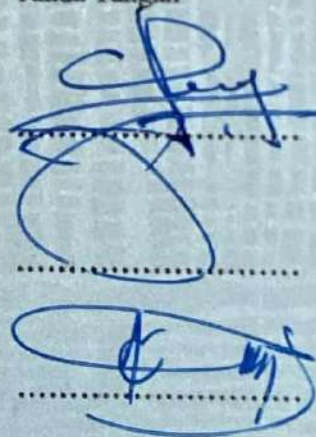
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

Hari : Sabtu, 22 Februari 2025

No. Nama

1. **Ir. Cahayahati, M.T**
(Ketua dan Penguji)
2. **Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc**
(Penguji)
3. **Ir. Arnita, M.T**
(Penguji)

Tanda Tangan



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul **"Analisis Batas Transfer Daya PLTU Sumsel 8 (2X621 MW) Pada SUTET 275 kV Muara Enim – Gumawang"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

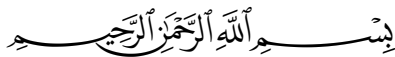
Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Pekanbaru, 05 Maret 2025



Tri Susando
NPM 10017111038

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah ﷻ. Shalawat dan salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada Rasulullah ﷺ, kepada keluarga, dan kepada para sahabatnya.

Alhamdulillah, berkat taufiq dan rahmat dari Allah ﷻ sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Analisa Batas Transfer Daya PLTU Sumsel 8 (2X621MW) Pada SUTET 275 kV Muara Enim - Gumawang”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam Menyusun skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga laporan ini dapat diselesaikan :

1. Kepada kedua Orang tua, Istri, Saudara/i, Khalid Al-Fatih, Zia Safaluna dan seluruh keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan serta semangat dalam meraih cita dan harapan penulis.
2. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Arzul, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Cahayahati, M.T selaku Dosen Pembimbing.
5. Bapak Dr. Ir. Ija Darmana, MT. IPM. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Mirzazoni., ST., MT selaku Dosen Pengampu Mata Kuliah Metode Riset.
7. Bapak/Ibu seluruh dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
8. Rekan dan teman seperjuangan Teknik Elektro Kelas Mandiri angkatan 2023.

Semoga ilmu dalam skripsi ini bermanfaat untuk dapat dijadikan salah satu referensi bagi pihak yang membutuhkan khususnya dalam memajukan ilmu pengetahuan ketenagalistrikan di Indonesia.

Tiada gading yang tak retak, tidak ada yang sempurna. Oleh karena itu gagasan, kritikan, dan saran penulis terima dengan senang hati. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan.

Pekanbaru, 07 Februari 2025


Harrizki Tri Susando

ABSTRAK

Sumatera merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia dengan pertumbuhan beban listrik yang terus meningkat, sehingga diperlukan pasokan listrik yang kontinu, berkualitas, andal dan efisien. Pada *quarter* pertama tahun 2024 telah beroperasinya PLTU Sumsel 8 (2 X 621 MW) yang merupakan PLTU terbesar di Sumatera saat ini. Beroperasinya pembangkit dengan kapasitas sangat besar akan membuat perubahan signifikan dalam pengaturan operasi *real time* serta memiliki resiko yang harus di mitigasi agar tidak menjadi potensi gangguan dalam pengaturan operasi sistem tenaga listrik. Sehingga diperlukan simulasi analisa aliran daya terkait batasan pengaturan daya maksimal dari operasi pembangkit tersebut berdasarkan thermal limit penghantar dan untuk mengetahui ancaman potensi *over load* penghantar akibat adanya keterbatasan daya hantar (*bottleneck*) pada penghantar 275 kV eksisting demi menjaga sistem agar tetap andal dan aman dari segala potensi ancaman.

Kata Kunci : Analisa Aliran Daya, Over Load, Bottleneck

ABSTRACT

Sumatera is one of the biggest island in Indonesia which have electricity growth continuing to increase, the need for continuity of electricity, quality, reliable and efficient of electricity supply become essential. In the first quarter of 2024 Coal Power Plant Sumsel 8 (2x621 MW) has been operated which is currently become the highest capacity coal power plant in Sumatera. Operation of generator with high capacity will make significant change in dispatch real time operation and has risks that must be mitigated so that it does not become a potential disruption in the operation of the electric power system. Cause of that it is necessary to simulate load flow analysis to know the limit of maximum power from the generator based on the thermal limit of the conductor, and to know if there is a potential threat of conductor over load due limited conductivity (bottleneck) on the existing 275 kV conductor in order to keep the system reliable and safe from all potential threats.

Key Word : Load Flow Analysis, Over Load, Bottleneck

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	ivv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Penelitian.....	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	6
2.2.2 Sistem Transmisi	9
2.2.3 Daya Listrik	13
2.2.4 Susut Daya.....	19
2.2.5 Analisis Aliran Daya	21
2.2.6 Analisis Aliran Daya Metode Newton – Raphson	24
2.2.7 DigSILENT Power Factory 15.1	28
2.3 Hipotesis	29
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	30
3.2 Alur Penelitian.....	30
3.3 Prosedur Menggunakan DigSILENT	32
3.3.1 Aktivasi Project	33

3.3.2 Data Pembangkit	33
3.3.3 Data Transmisi.....	34
3.3.4 Data Transformator.....	35
3.3.5 Data Beban	36
3.3.6 Data Shunt Kompensator.....	36
3.3.7 Simulasi Aliran Daya	37
3.3.8 Simulasi Hubung Singkat	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Data Sistem Kelistrikan Sumater Selatan - Lampung	46
4.2 Single Line Diagram Permodelan Sistem Kelistrikan Sumbagsel (PLTU Sumsel 8)	51
4.3 Hasil dan Analisis Aliran Daya.....	52
4.3.1 Hasil Simulasi Tegangan Bus Gardu Induk	52
4.3.2 Aliran Daya Pada Penghantar SUTET 275 kV Muara Enim – Gumawang.....	59
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja PLTU.....	7
Gambar 2.2 Saluran Udara Tegangan Tinggi / Extra Tinggi	9
Gambar 2.3 Switch Gear Gardu Induk SF6	12
Gambar 2.4 Switch Yard Gardu Induk Konvensional	12
Gambar 2.5 Segitiga Daya	16
Gambar 2.6 Beban Induktif dan Beban Kapasitif	17
Gambar 2.7 Aplikasi DigSILENT Power Factory 15.1	25
Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian	32
Gambar 3.2 Aktivasi Project.....	33
Gambar 3.3 Single Line Diagram Outlet PLTU Sumsel 8.....	33
Gambar 3.4 Data Pembangkit	34
Gambar 3.5 Data Transmisi	35
Gambar 3.6 Data Transformator	35
Gambar 3.7 Data Beban	36
Gambar 3.8 Data Shunt Kompensator	37
Gambar 3.9 Simulasi Load Flow	37
Gambar 3.10 Calculation Method	38
Gambar 3.11 Hasil Analisa Aliran Daya.....	38
Gambar 3.12 Short Circuit Location.....	39
Gambar 3.13 Circuit Event	39
Gambar 3.14 Short-Circuit Event	40
Gambar 3.15 Define Switch Event.....	40
Gambar 3.16 Switch Event	41
Gambar 3.17 Simulation Event.....	41

Gambar 3.18 Variable Set.....	42
Gambar 3.19 Study Case.....	42
Gambar 3.20 Variable Set.....	42
Gambar 3.21 Dynamic Study Case	43
Gambar 3.22 Subplot	43
Gambar 3.23 Area Grafik.....	44
Gambar 3.24 Initial Condition	44
Gambar 3.25 Run Simulation.....	45
Gambar 3.26 Grafik Simulasi Tegangan.....	45
Gambar 4.1 Single Line Diagram Digsilent.....	51
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Skenario 1 PLTU Sumsel 8 (2 X 621 MW)	53
Gambar 4.3 Grafik Tegangan Hasil Simulasi Skenario 1	54
Gambar 4.4 Hasil Simulasi Skenario 2 PLTU Sumsel 8 (2 X 500 MW)	55
Gambar 4.5 Grafik Tegangan Hasil Simulasi Skenario 2	56
Gambar 4.6 Hasil Simulasi Skenario 3 PLTU Sumsel 8 (2 X 300 MW)	57
Gambar 4.7 Grafik Tegangan Hasil Simulasi Skenario 3.....	58
Gambar 4.8 Grafik Pembebanan SUTET 275 kV Lumut Balai – Muara Enim - Gumawang	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Konduktor Sistem Kelistrikan Sumatera Selatan	46
Tabel 4.2 Data Trafo Sistem Kelistrikan Sumatera Selatan.....	47
Tabel 4.3 Data Beban Kelistrikan Sumatera Selatan	48
Tabel 4.4 Data Beban Kelistrikan Lampung.....	48
Tabel 4.5 Data Pembangkitan Terpasang.....	49
Tabel 4.6 Batas Rentang Variasi Tegangan	52
Tabel 4.7 Tegangan Bus Gardu Induk Sekitar PLTU Sumsel 8	58
Tabel 4.8 Hasil Simulasi Aliran Daya SUTET 275 kV Muara Enim – Gumawang.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem interkoneksi ketenagalistrikan pulau Sumatera dibagi menjadi 3 Subsistem diantaranya Subsistem Sumatera Bagian Utara meliputi daerah penyaluran listrik Provinsi Aceh dan Provinsi Sumatera Utara, kemudian Subsistem Sumatera Bagian Tengah meliputi Provinsi Riau, Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Jambi, dan Subsistem Sumatera Bagian Selatan meliputi Provinsi Sumatera Selatan - Bangka, Provinsi Bengkulu dan Provinsi Lampung.

Sistem kelistrikan yang menghubungkan antara pusat pembangkit dan pusat beban pada umumnya terpisah sejauh ratusan hingga ribuan kilometer. Saluran transmisi membawa tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkit menuju pusat beban, Indonesia menggunakan transmisi tegangan tinggi 150 kV, transmisi tegangan ekstra tinggi 275-500 kV, dan subtransmisi tegangan 70 kV. [1]

Operasi sistem tenaga listrik melibatkan operasi dari berbagai jenis peralatan/komponen yang saling interkoneksi seperti pembangkit, saluran transmisi, transformator, reaktor, kapasitor, pemutus rangkaian (PMT), dan peralatan pendukung lainnya. Operasi Sistem ini berpotensi mengalami gangguan komponen yang saling berhubungan yang disebabkan oleh misalnya petir, binatang, atau penuaan peralatan (*ageing equipment*), *human error*, dan lain-lain.

U.G.Knight mengungkapkan pendapat bahwa “sudden disturbances on power system may result from factors external to the system itself, such as weather or environment, or internal factors such as insulation failure on some item of power plant.[2]

Operasi sistem tenaga listrik membutuhkan perhatian/penanganan yang tepat dan terpadu dari semua pelaku yang terlibat dalam pengusahaan sistem tersebut, mengingat persyaratan operasi sistem tenaga listrik harus berlangsung secara kontinu, andal, ekonomis, dan berkualitas.

Pengelola operasi sistem PT PLN (Persero) memegang peranan utama dalam mengoordinasikan operasi sistem dalam rangka mempertahankan keamanan dan keandalan sistem untuk kepentingan pelaku usaha atau pemakai

jaringan dan konsumen tenaga listrik. Semua pelaku usaha atau pemakai jaringan dan konsumen tenaga listrik harus mematuhi perintah atau instruksi pengelola operasi sistem pada batas pengoperasian peralatan yang aman dan disepakati dalam rangka pemenuhan tanggung jawab keamanan sistem. [3]

Merujuk pada pasal 28 dan pasal 29 undang-undang nomor 30 tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, PLN selaku Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk kepentingan umum wajib menyediakan tenaga listrik secara terus-menerus, dalam jumlah yang cukup dengan mutu dan keandalan yang baik. Dengan demikian PLN harus mampu melayani kebutuhan tenaga listrik saat ini maupun di masa yang akan datang agar PLN dapat memenuhi kewajiban yang diminta oleh undang-undang tersebut. Sebagai langkah awal PLN harus dapat memperkirakan kebutuhan tenaga listrik serta kemampuan peralatan-peralatan tenaga listrik paling tidak hingga 10 tahun ke depan. [4]

Berdasarkan Rencana Operasi Tahun 2023 PT PLN (persero) Unit Induk Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Sumatera menyampaikan bahwa terdapat pembangkit listrik tenaga uap terbesar pada Sistem Tenaga Listrik Sumatera yang akan beroperasi / *commercial operation date* (COD) pada November 2023 yaitu PLTU IPP Sumsel 8 (2 X 621 MW).[5]

Dengan beroperasinya pembangkit tersebut akan terjadi perubahan *load flow* Sistem Tenaga Listrik Sumatera pada awal tahun 2024, sehingga diperlukan analisa *load flow* terkait batasan pengaturan daya maksimal dari operasi pembangkit tersebut berdasarkan *thermal limit* penghantar eksisting jika terdapat ancaman potensi *over load* penghantar akibat adanya keterbatasan daya hantar (*bottleneck*) pada penghantar 150 kV eksisting demi menjaga sistem agar tetap andal dan aman dari segala potensi ancaman.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan maka penulis merumuskan rumusan masalah, sebagai berikut:

Berapa besar transfer daya PLTU Sumsel 8 (2X621 MW) yang dapat disalurkan dengan kondisi SUTET 275 kV Muara Enim – Gumawang 1 penghantar ?

1.3. Batasan Masalah

Agar penulisan skripsi ini dapat terarah dan menghindari pembahasan yang terlalu luas maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Analisa batasan transfer maksimum pada kondisi real time pada lingkup thermal limit penghantar dengan kondisi jaringan tahun 2024.
2. Menggunakan metode simulasi newton-raphson pada aplikasi DIgSILENT Power Factory.
3. Data instalasi jaringan, pembangkit, dan beban trafo pada simulasi menggunakan data dari PT PLN (persero) UIP3B Sumatera tahun 2024.
4. Skripsi ini tidak membahas tentang kajian dari dampak operasinya PLTU Sumsel 8 terhadap stability frequency, stability tegangan, dan stability sudut rotor di Sistem Tenaga Listrik Sumatera.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Memberikan analisa batasan operasi maksimum PLTU Sumsel 8 pada saat kondisi sistem normal untuk menghindari potensi *over load* pada SUTET 275 kV Muara Enim - Gumawang

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi terkait perubahan *load flow* dan penghantar eksisting yang berpotensi *over load*.
2. Dapat menjadi referensi PT PLN (persero) untuk menghitung biaya Take or Pay (TOP) PLTU Sumsel 8.
3. Dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian berikutnya mengenai kajian stability untuk mitigasi resiko operasinya PLTU Sumsel 8 (2X621 MW).