

**ANALISA PENGATURAN BEBAN PLTU SUMSEL 1 (300 MW)
PADA SISTEM TENAGA LISTRIK SUMATERA**

SKRIPSI

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

Oleh:

IRWANSYAH

2410017111099



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

2026

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PENGATURAN BEBAN PLTU SUMSEL 1 (300 MW) PADA
SISTEM TENAGA LISTRIK SUMATERA**

SKRIPSI

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


Oleh:

IRWANSYAH

2410017111099

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Dr. Ir. Hidayat, MT., IPM

NIDN : 1031057001

Diketahui Oleh

Fakultas Teknologi Industri

Dekan,

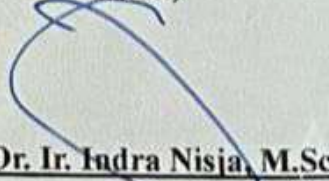


Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.

NIDN : 1012097403

Prodi Teknik Elektro

Ketua,



Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc

NIDN : 1028076501

LEMBAR PENGUJI

ANALISA PENGATURAN BEBAN PLTU SUMSEL 1 (300 MW) PADA
SISTEM TENAGA LISTRIK SUMATERA

SKRIPSI

IRWANSYAH

2410017111099

*Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Hari : Senin, 16 Februari 2026*

No. Nama

Tanda Tangan

1. Dr. Ir. Hidavat, MT., IPM
(Ketua dan Penguji)
2. Ir. Azul, M.T
(Penguji)
3. Mirzazoni, ST. MT.
(Penguji)


.....

.....

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul “Analisa Pengaturan Beban PLTU SUMSEL 1 (300 MW) Pada Sistem Tenaga Listrik Sumatera” 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.

Padang, 16 Februari 2026



Irwansyah

2410017111099

ABSTRAK

PLTU Sumsel 1 dengan kapasitas 300 MW merupakan salah satu pembangkit tenaga uap yang berperan penting dalam memasok energi listrik ke sistem tenaga listrik Sumatera, sebagai pembangkit baseload pada sistem interkoneksi Sumatera. Variasi beban harian pada sistem tenaga listrik menuntut pembangkit untuk melakukan penyesuaian daya secara optimal agar frekuensi sistem tetap stabil dan efisiensi operasi tetap terjaga. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pengaturan beban PLTU Sumsel 1 dalam merespon perubahan beban pada sistem tenaga listrik Sumatera serta pengaruhnya terhadap kestabilan sistem.

Metode penelitian dilakukan dengan pengumpulan data pembebanan pembangkit data operasi pembangkit, serta parameter sistem tenaga listrik. Analisis dilakukan menggunakan konsep aliran daya (load flow), karakteristik governor turbin, serta pembebanan saluran transmisi untuk melihat pengaruh perubahan beban terhadap distribusi daya pada sistem. Hasil analisis menunjukkan bahwa PLTU Sumsel 1 mampu mengikuti variasi beban sistem dengan pola pengoperasian sebagai pembangkit beban dasar (baseload), dengan rentang operasi optimal pada 70%–95% kapasitas daya terpasang. Perubahan beban sistem mempengaruhi pembagian daya antar pembangkit pada saluran transmisi.

Kata kunci: Pengaturan beban, Kestabilan sistem, Digsilent

ABSTRACT

The Sumsel 1 Steam Power Plant (PLTU Sumsel 1), with a capacity of 300 MW, is a steam-fired power plant that plays a crucial role in supplying electricity to the Sumatran power system, acting as a baseload generator in the Sumatran interconnection system. Daily load variations in the power system require the plant to optimally adjust its power to maintain stable system frequency and maintain operational efficiency. This study aims to analyze the load regulation characteristics of the Sumsel 1 Steam Power Plant (PLTU Sumsel 1) in response to load changes in the Sumatran power system and their impact on system stability.

The research method involved collecting plant load data, plant operating data, and power system parameters. The analysis used load flow concepts, turbine governor characteristics, and transmission line loading to examine the effect of load changes on power distribution in the system. The analysis results indicate that the Sumsel 1 Steam Power Plant (PLTU Sumsel 1) is able to adapt to system load variations by operating as a baseload generator, with an optimal operating range of 70%–95% of installed capacity. Changes in system load affect power distribution between generators on the transmission line.

Keywords: Load regulation, System stability, Digsilent

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	5
2.2.2 Sistem Transmisi	14
2.2.3 Daya Listrik.....	27
2.2.4 Analisis Aliran Daya	31
2.2.5 DigSILENT Power Factory 21.....	38
2.2.6 Teori Pengaturan Beban Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	44
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	44
3.2 Lokasi dan Objek Penelitian	44
3.3 Alur Penelitian.....	45
3.4 Aspek Teknis	47
3.4.1 Studi Analisa dan Simulasi.....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Sistem Tenaga Listrik Sumatera.....	52
4.2 Data Sistem Tenaga Listrik Sumatera	53
4.3 Hasil dan Analisa Aliran Daya	57

4.4 Analisa Pengaturan Beban (Load Dispatch)	67
BAB V PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data tipe konduktor	55
Tabel 4. 2 Data pembangkit IPP Sumbagsel	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen komponen pembangkit listrik tenaga uap	5
Gambar 2.2 Proses konversi energi PLTU	6
Gambar 2. 3 Siklus fluida kerja sederhana pada PLTU	7
Gambar 2. 4 Siklus rankine ideal.....	8
Gambar 2. 5 Siklus rankine sederhana	9
Gambar 2. 6 Proses PLTU.....	11
Gambar 2. 7 Penampang konduktor.....	18
Gambar 2. 8 Jenis tower transmisi.....	22
Gambar 2. 9 Gardi induk konvensional	23
Gambar 2. 10 Gardu induk Gas Insulated Switchgear (GIS)	23
Gambar 2. 11Pemutus tenaga dan simbol	25
Gambar 2. 12 Pemisah dan simbol	26
Gambar 2. 13 Segitiga daya.....	30
Gambar 2. 14 Beban induktif dan kapasitif	31
Gambar 2. 15 Aplikasi DigSilent Power Factor 21	38
Gambar 2. 16 Perubahan Frekuensi	40
Gambar 2. 17 Ilustrasi kesetimbangan beban dan pembangkit	41
Gambar 2. 18 Perubahan frekuensi	42
Gambar 3. 1 Flowchart alur penelitian	46
Gambar 3. 2 Data active project.....	47
Gambar 3. 3 Data Single Line Diagram.....	48
Gambar 3. 4 Input karekteristik penghantar transmisi.....	48
Gambar 3. 5 Input karekteristik beban pembangkit	49
Gambar 3. 6 Daftar beban pembangkit.....	50
Gambar 3. 7 Curva pot	50
Gambar 3. 8 Area element variable.....	51
Gambar 3. 9 Grafik beban penghantar.....	51
Gambar 4. 1 Data load flow, DMN dan Beban Puncak Sistem Sumatera	53
Gambar 4. 2 Kurva beban sistem sumatera	54
Gambar 4. 3 Kurva beban subsistem dan sistem Sumatera	55
Gambar 4. 4 Single Line Diagram DigSilent	57
Gambar 4. 5 Hasil simulasi skenario 1 pembebanan pkl. 03:00 Wib	58
Gambar 4. 6 Pembebanan pembangkit Pkl 03.00 Wib	60
Gambar 4. 7 Hasil simulasi skenario 2 pembebanan Pkl 07:00 Wib	61
Gambar 4. 8 Pembebanan pembangkit Pkl 07:00 Wib	62
Gambar 4. 9 Hasil simulasi skenario 3 pembebanan Pkl 13:00 Wib	63
Gambar 4. 10 Pembebanan pembangkit Pkl 13:00 Wib.....	64
Gambar 4. 11 Hasil simulasi skenario 4 pembebanan Pkl 19:00 Wib	65

Gambar 4. 12 Pembebanan pembangkit Pk1 19:00 Wib.....	66
Gambar 4. 13 Pola pembebanan pembangkit PLTU Sumsel 1 selama 24 jam	68

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan modern. Ketersediaan listrik yang andal, berkualitas, dan berkelanjutan sangat menentukan kelancaran aktivitas industri, bisnis, serta kehidupan rumah tangga. Dalam skala nasional, pertumbuhan kebutuhan listrik terus meningkat seiring dengan laju pembangunan infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi masyarakat. Salah satu wilayah yang mengalami pertumbuhan signifikan adalah Pulau Sumatera.

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. [H. Sujatmiko, 2009]

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.” [Knight, U.G. 1972]

PLTU Sumsel 1 merupakan bagian dari program 35.000 MW yang dicanangkan pemerintah dan memiliki kapasitas sebesar 2×300 MW (600 MW) saat ini masih beroperasi 1 unit yang beroperasi tanggal 1 Agustus 2025. Pembangkit ini menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utama dan dirancang untuk menjadi salah satu tulang punggung penyedia energi di sistem Sumatera bagian selatan. Beroperasinya pembangkit ini diharapkan dapat memperkuat keandalan sistem

interkoneksi Sumatera serta meningkatkan efisiensi pembangkitan energi.[RUPTL PLN 2021-2030]

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. [Grid Code PT PLN (Persero), 2020]

Penelitian ini akan difokuskan pada analisa pengaturan beban dengan mempertimbangkan data beban sistem Sumatera serta dampaknya terhadap pengoperasian pembangkit lain. Simulasi sistem digunakan menggunakan aplikasi DIGSILENT untuk mengamati perubahan alokasi pembebanan dan efisiensi sistem. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik yang lebih optimal di masa depan, khususnya di wilayah Sumatera.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh pengoperasian PLTU Sumsel 1 terhadap distribusi pembebanan pembangkit eksisting PLTU di sistem Sumatera
2. Bagaimana strategi optimal pengaturan beban yang dapat diterapkan setelah beroperasinya PLTU Sumsel 1

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan secara fokus, terarah, dan mendalam, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisa hanya dilakukan pada PLTU SUMSEL 1 di sistem interkoneksi Sumatera.
2. Fokus pada pengaruh operasional PLTU Sumsel 1 terhadap pengaturan beban pembangkit dan penghantar.

3. Skripsi ini tidak membahas tentang kajian dari dampak operasinya PLTU Sumsel 1 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 :

1. Menganalisis perubahan pembebanan pembangkit eksisting PLTU setelah PLTU Sumsel 1 beroperasi.
2. Mendapatkan rekomendasi pembebanan serta strategi pengaturan beban yang optimal dari pembangkit

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait perubahan *load flow* bagi Dispatcher dalam pengaturan beban.
2. Menjadi referensi PT PLN (persero) untuk menghitung biaya Take or Pay (TOP) PLTU SUMSEL 1.
3. Menjadi bahan kajian akademik tentang dampak pembangkit baru terhadap sistem interkoneksi.