

**ANALISIS STABILITAS TRANSIEN MENGGUNAKAN  
POWER SYSTEM STABILIZER PADA PLTGU RIAU 275 MW**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**Arnel Mega Surya**

**2110017111046**



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

**PADANG**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS STABILITAS TRANSIEN MENGGUNAKAN POWER  
SYSTEM STABILIZER PADA PLTGU RIAU 275 MW**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**ARNEL MEGA SURYA**

**2110017111046**

Disetujui Oleh :

Pembimbing



**(Ir. Cahayahati, MT.)**

**NIK. 930 500 331**

Diketahui Oleh :

**Fakultas Teknologi Industri**

**Dekan,**



**Prof. Dr. Eng. Reni Resmiarti, ST., MT**

**NIK. 990 500 496**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Ketua,**



**Ir. Arzul., MT**

**NIK. 941 100 396**

**LEMBAR PENGUJI**

**ANALISIS STABILITAS TRANSIEN MENGGUNAKAN POWER  
SYSTEM STABILIZER PADA PLTGU RIAU 175 MW**

**SKRIPSI**

**ARNEL MEGA SURYA**

**2110017111046**

**Dipertahankan di depan penguji Skripsi Program Strata Satu (S-1)  
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas teknologi Industri Universitas  
Bung Hatta**

**Hari : Sabtu, 21 Januari 2023**


**No. Nama**

**Tanda Tangan**

**1. Ir. Cahayahati., MT  
(Ketua dan Penguji)**



**2. Dr. Ir. Ija Darmana., MT., IPM  
(Penguji)**



**2/3 2023**

**3. Ir. Yani Ridal., MT  
(Penguji)**



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul "**Analisis Stabilitas Transien Menggunakan Power System Stabilizer Pada PLTGU 275 MW**" 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, 18 Januari 2023



Amel Mega Surya

NPM : 2110017111046

## PRA KATA

AlhamduLillahi Rabbil'alamin. Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan penulis rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Stabilitas Transien Menggunakan Power System Stabilizer Pada PLTGU Riau 275 Mw”. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Teruntuk Papa dan Mama yang tak pernah berhenti mendo'akan satu persatu langkah yang dilalui penulis dan tak lupa pula untuk kakak pertama dan kakak kedua yang selalu memberi semangat dan motivasi kepada penulis.
2. Ibuk Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Arzul, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir.Cahayahati, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, arahan serta dukungannya dalam penyusunan skripsi ini
5. Staff Administrasi Jurusan yang telah membantu proses administrasi.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro kls Khusus 2021 yang telah memberikan motivasi dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu yang telah mendoakan penulis dan membantu terlaksananya penelitian ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga untuk membantu perbaikan yang lebih baik lagi untuk kedepannya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Pekanbaru, Januari 2023

Arnel Mega Surya

## Abstrak

Sesuai RUPTL (Rencana Umum Pengusahaan Tenaga Listrik) tahun 2019-2028 di sistem Sumatera tepatnya propinsi Riau akan beroperasi pembangkit IPP PLTGU Riau 275 MW pada tahun 2021. Dengan masuknya pembangkit PLTGU Riau 275 MW ke dalam sistem, selain meningkatkan pasokan daya juga berpengaruh terhadap kestabilan kelistrikan Sumatera. Kestabilan yang diamati adalah kestabilan frekuensi dan sudut rotor akibat pelepasan beban. Beberapa skenario dilakukan untuk melihat kestabilan frekuensi dan sudut rotor. Untuk mengatasi gangguan kestabilan frekuensi maka dilakukan skema pelepasan beban sehingga sistem dapat mempertahankan kestabilannya. Pada simulasi kestabilan transien tugas akhir ini terdapat gangguan untuk menguji kestabilan sistem yaitu pelepasan beban sistem pembangkit PLTGU Riau 275 MW dengan sistem infinite bus. Hasil penelitian berupa respon frekuensi akibat perubahan beban 0.01 p.u, 0.03 p.u dan 0.05 p.u secara keseluruhan. Hasil juga menunjukkan tingkat nilai damping rasio yang terbaik berdasarkan nilai batas toleransi yang ditetapkan  $> 5\%$  terdapat pada PSS setelah optimasi mampu meredam 62,8% pada perubahan beban 0,01 p.u, 62,98% pada perubahan beban 0,03 p.u dan 62,95% pada perubahan beban 0,05 p.u. Pada penelitian ini menggunakan software MATLAB untuk menjalankan simulasinya.

**Kata Kunci :** PLTGU, PSS, MATLAB, SMIB.

### **Abstact**

According to the 2019-2028 RUPTL (Rencana Umum Pengusahaan Tenaga Listrik), in the Sumatra system, to be precise, the province of Riau will operate the Riau 275 MW IPP PLTGU generator in 2021. With the inclusion of the Riau 275 MW PLTGU generator into the system, in addition to increasing the power supply it also affects stability Sumatra electricity. The stability observed is the stability of the frequency and angle of the rotor due to load shedding. Several scenarios were carried out to see the stability of the frequency and angle of the rotor. To overcome the disturbance of frequency stability, a load shedding scheme is carried out so that the system can maintain its stability. In the transient stability simulation of this final project, there is a disturbance to test the stability of the system, namely load shedding of the 275 MW Riau PLTGU generator system with an infinite bus system. The result of the research is the frequency response due to changes in load 0.01 p.u, 0.03 p.u and 0.05 p.u as a whole. The results also show that the damping ratio is the best based on the tolerance limit value set  $> 5\%$  found in PSS after optimization is able to dampen 62.8% at a change in load of 0.01 p.u, 62.98% at a change in load of 0.03 p.u and 62.95% at 0.05 p.u load change. In this study using MATLAB software to run the simulation.

**Keywords:** PLTGU, PSS, MATLAB, SMIB.



## DAFTAR ISI

<b>PRA KATA</b> .....	v
<b>Abstrak</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1    Latar belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1    Tinjauan Penelitian.....	5
2.2    Landasan Teori.....	6
2.2.1    Sistem Tenaga Listrik .....	6
2.2.1.1 Pusat Pembangkit.....	9
2.2.1.2 Transformator.....	9
2.2.1.3 Transmisi.....	15
2.2.1.4 Beban.....	15
2.2.1.5 Model Sistem Tenaga Listrik.....	153
2.2.2    Definisi Kestabilan Sistem Tenaga Listrik .....	155
2.2.2.1 Kestabilan Sudut Rotor .....	156
2.2.2.2 Kestabilan Tegangan.....	156
2.2.2.3 Kestabilan Frekuensi.....	158
2.2.3    Kestabilan Transien.....	19
2.2.4    Dinamika Rotor dan Persamaan Ayunan .....	19
2.2.5    Hal yang Mempengaruhi Kestabilan.....	20
2.2.5.1 Short Circuit.....	20
2.2.5.2 Kegagalan Generator.....	20

2.2.6	Metode Mempertahankan Kestabilan Sistem dari Gangguan .....	22
2.2.7	Standar yang Berkaitan dengan Kestabilan Transien.....	22
2.2.7.1	Standar Under Voltage .....	21
2.2.7.2	Standar Frekuensi .....	22
2.2.8	Kestabilan Transien (Kundur & Paserba, 2004.) .....	24
2.3	Hipotesis.....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>26</b>
3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.1.1	Alat Penelitian .....	26
3.1.2	Bahan Penelitian.....	26
3.2	Alur Penelitian .....	26
3.2.1	Rumus Kestabilan .....	26
3.2.2	Power Sistem <i>Stabilizer</i> .....	27
3.2.3	Metode.....	28
3.2.4	Algoritma dan Flowchart .....	29
3.3	Deskripsi Sistem dan Analisis .....	29
3.4	Analisis.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>34</b>
4.1	Gambar Sistem Tenaga Listrik .....	34
4.2	Data Sistem Tenaga Listrik.....	37
4.3	Rangkaian Simulasi.....	39
4.3.1.	Rangkaian Percobaan Tanpa PSS .....	40
4.3.2.	Rangkaian Percobaan PSS yang Belum Dioptimasi .....	40
4.3.3.	Rangkaian PSS Setelah Optimasi .....	41
4.4	Hasil Simulasi Kestabilan Sistem .....	42
4.2.1	Hasil Perubahan Frekuensi.....	42
4.2.2	Hasil Perubahan Sudut Rotor .....	51
4.5	Analisa General.....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>57</b>
5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>61</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Standar frekuensi Pembangkit WECC untuk frekuensi 60 Hz, IEEE Std C37.106-2003 (IEEE, IEEE Std, 2003) .....	233
<b>Tabel 2.2</b> Konversi frekuensi 60 Hz ke frekuensi 50 Hz (Rizky, 2017) .....	244
<b>Tabel 4.1</b> Parameter Generator .....	377
<b>Tabel 4.2</b> Parameter Eksitasi .....	377
<b>Tabel 4.3</b> Data Saluran .....	388
<b>Tabel 4.4</b> Data Kondisi Operasional .....	388
<b>Tabel 4.5</b> Data Konstanta SMIB .....	388
<b>Tabel 4. 6</b> Hasil Pengujian Respon Frekuensi Akibat Perubahan Beban 0,01 p.u	39
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Pengujian Respon Frekuensi Akibat Perubahan Beban 0,03 p.u	48
<b>Tabel 4. 8</b> Hasil Pengujian Respon Frekuensi Akibat Perubahan Beban 0,05 p.u	51
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil Pengujian Perubahan Rotor Akibat Perubahan Beban 0,01 p.u	51
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Pengujian Perubahan Rotor Akibat Perubahan Beban 0,03 p.u .....	542
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Pengujian Perubahan Rotor Akibat Perubahan Beban 0,05 p.u .....	554
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian Perubahan Rotor Akibat Perubahan Beban 0,05 p.u	55

**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar 2.1</b> Blok Diagram System Tenaga Listrik .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Skema Sistem Tenaga Listrik (Pawiloi, 2018) .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Pembangkit Listrik Tenaga Gas & Uap.....	9
<b>Gambar 2.4</b> Transformator .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Bus Koneksi ke Beban.....	12
<b>Gambar 2.6.1</b> Klasifikasi Stabilitas Sistem Tenaga (Kundur, P.1994) .....	16
<b>Gambar 2.7</b> Voltage Magnitude Event berdasarkan Standar IEEE 1159-1995 ..	23
<b>Gambar 2.8</b> Standar Kestabilan Frekuensi Pembangkit Berdasarkan IEEE Std C37.106-2003.....	23
<b>Gambar 2.9</b> Klasifikasi PSS (Kundur & Paserba, 2004, p. 1390).....	25
<b>Gambar 3.1</b> Flowchart Penelitian .....	29
<b>Gambar 3.2</b> Block Diagram Eksitasi .....	30
<b>Gambar 3.3</b> Pemodelan Governor .....	30
<b>Gambar 3.4</b> Block Diagram PSS .....	32
<b>Gambar 3.5</b> Diagram Alir Kestabilan System.....	32

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar belakang**

Salah satu dari bentuk energi yang memegang peranan penting dalam menunjang kehidupan manusia adalah energi listrik. Sangat pesatnya peningkatan pertumbuhan industri dan pertumbuhan perumahan saat ini, menyebabkan permintaan energi listrik juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan energi listrik memiliki manfaat yang begitu besar serta penting bagi kegiatan industri, kegiatan komersial maupun dalam kehidupan sehari-hari.

Besarnya permintaan energi listrik mengakibatkan perlunya membangun pusat-pusat pembangkitan energi listrik dengan kapasitas yang besar serta dalam jumlah yang cukup banyak. Karena apabila pembangunan pusat-pusat pembangkit listrik tidak dapat mengimbangi pesatnya pertumbuhan beban yang ada, maka keberlangsungan penyaluran energi listrik ke konsumen-konsumen dapat terganggu, yang menyebabkan kestabilan sistem tenaga menjadi tidak seimbang (Mahendradhata, 2021).

Sistem kelistrikan Sumatera merupakan yang terbesar kedua di Indonesia setelah sistem kelistrikan Jawa Bali. Pemenuhan akan infrastruktur tenaga listrik sudah menjadi kebutuhan paling mendasar di tengah masyarakat saat ini. Sesuai RUPTL (Rencana Umum Perusahaan Tenaga Listrik) tahun 2019-2028, maka pada tahun 2021 di propinsi Riau akan beroperasi pembangkit IPP PLTGU Riau 275 MW yang akan dibangun di daerah Tenayan, Pekanbaru (Yolnasdi,2021)

Beroperasinya pembangkit baru ini akan menyebabkan terjadinya perubahan aliran daya pada sistem yang sudah ada. Analisis aliran daya diperlukan untuk mengetahui dampak yang akan ditimbulkan pada sistem. Banyak pemadaman yang disebabkan oleh fenomena ketidakstabilan sistem (Pawiloi, 2018).

Penyebab utama ketidakstabilan tegangan adalah ketidakmampuan sistem tenaga untuk memenuhi permintaan daya reaktif. Masalah kestabilan yang sering terjadi di sini adalah masalah beban lebih, berkurangnya pasokan daya reaktif yang pada akhirnya akan menempatkan sistem pada kondisi voltage collapse dan akan terjadi kemungkinan terburuk yaitu terjadinya blackout. Kestabilan tegangan

biasanya termasuk saat terjadi gangguan besar (termasuk kenaikan beban atau transfer daya yang sangat besar).

Misalnya hubung singkat di bus transmisi, switching dan lain lain, maka unit pembangkit bisa keluar dari sistem atau lepas dari sistem, tetapi harus tetap kondisi stabil dalam hal tegangan dan frekuensi dan siap kembali sinkron bila gangguan sistem sudah dipulihkan. Sebuah generator yang tidak stabil akan dilepas dari sistem dan pelepasan ini dapat berpengaruh terhadap kestabilan sistem secara keseluruhan.

Kestabilan suatu system tenaga listrik sangat penting dalam operasi sistem tenaga. Ketidak seimbangan antara daya input mekanis dengan daya beban listrik pada sistem menyebabkan kecepatan rotor pada generator (frekuensi sistem) dan tegangan akan menyimpang dari kondisi normal sehingga akan menyebabkan kestabilan dari sistem terganggu. Ketidakstabilan sistem diakibatkan karena adanya gangguan baik itu gangguan besar maupun gangguan kecil. Gangguan kecil di sini dapat berupa perubahan beban secara tiba-tiba dan periodik sedangkan untuk gangguan besar disebabkan kesalahan pada sistem seperti gangguan hubung singkat, putus jaringan, pemindahan beban (Kundur). Apabila hal tersebut tidak segera diatasi dengan cepat baik berupa besar gangguan, maupun waktu terjadinya gangguan maka sistem akan bekerja menyimpang dari kondisi normal. Oleh sebab itu diperlukan peralatan kontrol pada sistem tenaga listrik yang mampu bereaksi secara otomatis terhadap penyimpangan. Peralatan kontrol governor, AVR (Automatic Voltage Regulator), dan sistem eksitasi menjadi peralatan kontrol yang harus dimiliki oleh sistem tenaga listrik sehingga kestabilan sistem tenaga listrik dapat dijaga (Suharto, 2015).

Kinerja unit dari sisi kestabilan di sisi unit pembangkit tergantung kepada kondisi kinerja sistem kontrol turbin dan sistem kontrol generator. Untuk memastikan bahwa sistem kontrol tersebut bekerja optimal dapat diketahui dari kondisi transien pada perubahan putaran/frekuensi, perubahan tegangan dan perubahan sudut rotor. Tahapan pertama untuk memeriksa kesiapan unit, bila terjadi gangguan bisa dilakukan dengan pelepasan beban, sehingga dapat diketahui kinerja kontrol turbin dan kontrol generator dalam menangani perubahan beban generator secara mendadak.

Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang kestabilan tegangan pada sistem tenaga listrik 150 kV setelah interkoneksi PLTGU Riau 275 MW. Seberapa besar pengaruh PLTGU terhadap kestabilan sistem setelah diinterkoneksi. Untuk membahas hal tersebut penulis memberi judul “Analisis Stabilitas Transien Menggunakan Power System Stabilizer Pada Pltgu Riau 275 Mw”.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam menganalisa stabilitas transien PLTGU Riau 275 MW pada sistem tenaga listrik 150 kV, maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana persamaan kondisi awal sistem tenaga dengan merumuskan aliran daya sistem tenaga listrik sebelum dan sesudah masuknya PLTGU Riau 275 MW?
2. Bagaimana persamaan kestabilan frekuensi dan sudut rotor sistem tenaga dengan memberikan beberapa skenario perubahan beban pada jaringan transmisi?
3. Bagaimana tingkat stabilitas frekuensi dan sudut rotor sistem tenaga setelah mengalami gangguan?

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk menyelesaikan analisis stabilitas transien PLTGU Riau 275 MW pada sistem tenaga listrik 150 kV, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Sistem kelistrikan jaringan transmisi 150 kV yang terhubung ke PLTGU Riau 275 MW.
2. Studi beban lepas pada sistem tenaga listrik 150 kV Riau

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah menganalisis stabilitas frekuensi dan sudut rotor transien pada PLTGU Riau 275 MW yang terhubung pada sistem tenaga listrik 150 kV dengan pelepasan beban menggunakan metoda critical clearing time (CCT) dengan aplikasi Matlab.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan masukan terhadap PT. PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Sumatera dalam menganalisis kestabilan frekuensi dan sudut rotor yang terjadi pada jaringan transmisi Sumatera dengan masuknya PLTGU Riau 275 MW.
2. Sebagai bahan acuan untuk akademisi maupun praktisi yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut.