



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Athariq Nurrachman

NIM : 41423110059

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2025



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Analisis Respon Frekuensi Sistem Tenaga Listrik Pada Kondisi
Transien Menggunakan Metode *Load Shedding***

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Disusun Oleh:

Nama : Atthariq Nurrachman

NIM : 41423110059

Pembimbing : Triyanto Pangaribowo, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh

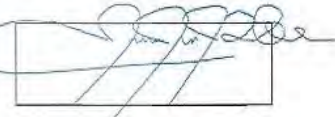
Nama : Atthariq Nurrachman
NIM : 41423110059
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Judul : Analisis Respon Frekuensi Sistem Tenaga Listrik Pada
Kondisi Transien Menggunakan Metode *Load Shedding*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Triyanto Pangaribowo, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 1240756657130123



Ketua Penguji : Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 7052763664130323



Anggota Penguji : Fadli Sirait
NIDN/NIDK/NIK : 1852754655131132



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwovo, ST. M.Sc

NIDN: 0314089201

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : ATTHARIQ NURRACHMAN
NIM : 41423110059
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : Analisis Respon Frekuensi Sistem Tenaga Listrik Pada Kondisi Transien Menggunakan Metode *Load Shedding*

Telah dilakukan pengecekan Similarity menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 03 Februari 2025** dengan hasil presentase sebesar **5%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Jakarta, 03 Februari 2025
Administrator Turnitin



Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Atthariq Nurrachman

N.I.M : 41423110059

Program Studi : SI Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : Analisis Respon Frekuensi Sistem Tenaga Listrik Pada
Kondisi Transien Menggunakan Metode *Load Shedding*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 03 Februari 2025



Atthariq Nurrachman

ABSTRAK

Pembangkit listrik merupakan suatu bagian dari sistem tenaga listrik yang berperan cukup krusial. Hal ini dikarenakan pembangkit listrik berperan untuk membangkitkan listrik yang nantinya akan dimanfaatkan oleh konsumen – konsumen listrik. Di Indonesia saat ini sebagian besar jenis pembangkit listrik yang digunakan yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan bahan bakar batubara. PLTU memanfaatkan uap air untuk memutar turbin uap yang terhubung dengan generator sehingga menghasilkan listrik. Saat ini sudah tersebar dimana – mana PLTU baik itu punya negara maupun swasta, hingga kepemilikan sendiri untuk menyuplai beban sendiri (*captive*). Seperti perusahaan PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Serang Mill yang memiliki PLTU untuk pemakaian sendiri.

Berjalannya roda produksi yang tanpa kenal waktu hingga 24 jam perminggu, secara tidak langsung PLTU *captive* milik PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Serang Mill haru beroperasi secara andal. Didalam proses produksi juga, melibatkan peralatan – peralatan yang tidak boleh mati dalam kondisi tidak terencana (*trip*), agar mencegah kerusakan pada bahan produksi yang nilai kerugiannya akan sangat besar apabila terjadi.

Gangguan transien yang muncul pada sistem tenaga listrik memiliki berbagai macam dampak yang ditimbulkan, salah satu nya gangguan yang menyebabkan frekuensi sistem turun (*Underfrequency*). Gangguan ini terjadi ketika suplai daya listrik dari unit pembangkit yang terintegrasi secara tiba – tiba hilang salah satu dan menyebabkan unit – unit lain memikul beban yang sangat besar sehingga kecepatan generator turun hingga frekuensi sistem menurun. Untuk dapat mengembalikan frekuensi sistem kepada keadaan normal, salah satu teknik yang bisa digunakan yaitu *Load Shedding* dengan *Under Frequency Relay* (UFR). Penerapannya dilakukan dengan mengatur parameter – parameter dari UFR seperti yang dilakukan pada penelitian ini dengan memperbaiki *setting* parameter UFR pada setiap skenario 1, 2, dan 3. Sehingga diperoleh nilai frekuensi akhri sistem secara berturut – turut untuk skenario 1, 2, dan 3 yaitu, 49,9 Hz, 49,9 Hz, dan 50,05 Hz.

Kata Kunci: Transien, Frekuensi, *Underfrequency*, Kestabilan, Generator

ABSTRACT

Power plants are part of the electric power system which plays a crucial role. This is because power plants play a role in generating electricity which will later be used by electricity consumers. In Indonesia, most of the types of power plants used are steam power plants (PLTU) with coal fuel. PLTU uses water vapor to rotate steam turbines connected to generators to generate electricity. Currently, it has spread everywhere coal-fired power plants, both state-owned and private, to their own ownership to supply their own burden (captive). Such as the company PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Serang Mill which has a coal-fired power plant for its own use.

The production wheel runs without knowing the time of up to 24 hours per week, indirectly the captive PLTU owned by PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Serang Mill must operate reliably. In the production process, it also involves equipment that must not die in unplanned conditions (trip), in order to prevent damage to production materials whose loss value will be very large if it occurs.

Transient disturbances that appear in the electric power system have various impacts, one of which is a disturbance that causes the system frequency to drop (Underfrequency). This disturbance occurs when the power supply from the integrated generating unit is suddenly lost, causing the other units to bear a very large load so that the generator speed drops until the system frequency decreases. To be able to restore the system frequency to normal conditions, one technique that can be used is Load Shedding with Under Frequency Relay (UFR). Its application is carried out by adjusting the parameters of the UFR as done in this study by fixing the UFR parameter settings in each scenario 1, 2, and 3. So that the final system frequency values are obtained successively down for scenarios 1, 2, and 3, namely, 49.9 Hz, 49.9 Hz, and 50.05 Hz.

Keywords: *Transient, Frequency, Underfrequency, Stability, Generator*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Respon Frekuensi Sistem Tenaga Listrik Pada Kondisi Transien Menggunakan Metode *Load Shedding*”, yang dimana skripsi ini sangat memiliki peran untuk dapat menyelesaikan program studi Sarjana (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dengan terselesaikannya skripsi ini, penulis sadah bahwa upaya untuk menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dengan keterlibatan pihak – pihak disekitar penulis. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang setulus – tulusnya kepada:

1. Bapak Triyanto Pangaribowo, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing penulis atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis selama proses penelitian hingga karya tulis skripsi bisa selesai dengan baik
2. Bapak Fernanda sebagai Supervisor Operasi PLTU PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Serang Mill atas pengarahan dan pertolonganya untuk memberikan kesempatan penulis dalam meneliti serta memberikan bahan – bahan untuk penelitian
3. Seluruh staff pengajar Fakultas Teknik Jurusan S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang sudah memberikan dedikasinya kepada penulis untuk mengajarkan materi – materi penting dan berguna untuk menyelesaikan penelitian dan skripsi ini
4. Seluruh karyawan dan kolega PLTU PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Serang Mill yang selalu mendukung penulis untuk menyelesaikan penelitian dan karya ilmiah skripsi ini
5. Kedua orang tua penulis yang tidak lepasnya mendo'akan penulis agar dapat dilancarkan proses penelitian hingga menyelesaikan skripsi

Selama proses penelitian yang dilakukan hingga terselesaikannya skripsi ini. Penulis sangat menyadari masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki lagi.

Agar penelitian ini dapat terus berkembang dan memberikan kontribusi nyata, maka penulis sangat terbuka menerima kritik dan saran yang sangat membangun dari semua pihak yang terkait. Terima kasih.

Jakarta, 3 Februari 2025



Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/ <i>COVER</i>	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu yang Relevan	6
2.2. Konsep Teori.....	8
2.2.1. Sistem Tenaga Listrik	8
2.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	10
2.2.3. Kestabilan Sistem Tenaga Listrik	14
2.2.4. Gangguan <i>Underfrequency</i> Sistem Tenaga Listrik	16
2.2.5. <i>Load Shedding</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1. Gambaran Penelitian	20
3.1.1. Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.1.2. Data – Data Penelitian	20
3.2. Diagram Alir Penelitian	29
3.3. Skenario Simulasi <i>Transient Stability Load Shedding</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Model Simulasi ETAP	33

4.2.	Simulasi <i>Transient Stability Analysis</i>	34
4.2.1.	Skenario 1 (STG UNIT#7 <i>TRIP</i>).....	34
4.2.2.	Skenario 2 (STG UNIT#6 <i>TRIP</i>).....	39
4.2.3.	Skenario 3 (STG UNIT#1 <i>TRIP</i>).....	42
4.3.	Analisa Respon Frekuensi (Parameter <i>Setting</i> UFR BN).....	44
4.3.1.	Respon Frekuensi Skenario 1 (STG UNIT #7 <i>TRIP</i>).....	44
4.3.2.	Respon Frekuensi Skenario 2 (STG UNIT #6 <i>TRIP</i>).....	46
4.4.	Evaluasi Respon Frekuensi.....	47
4.4.1.	Evaluasi <i>Setting</i> UFR Skenario 1	47
4.4.2.	Evaluasi <i>Setting</i> UFR Skenario 2	50
4.4.3.	Evaluasi <i>Setting</i> UFR Skenario 3	53
4.5.	Hasil Evaluasi Parameter <i>Setting</i> UFR.....	55
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1.	Kesimpulan.....	59
5.2.	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	9
Gambar 2.2 <i>Flow</i> diagram cara kerja PLTU	10
Gambar 2.3 Kondensor <i>shell and tube</i>	12
Gambar 2.4 <i>Cooling tower counter flow model</i>	12
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 4.1 Model SLD PLTU PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. Serang Mill pada ETAP 21.0.2	33
Gambar 4.2 Simulasi <i>Load Flow</i> model PLTU.....	34
Gambar 4.3 Simulasi <i>transient stability analysis</i> skenario 1	35
Gambar 4.4 <i>Stage</i> UFR skenario 1.....	37
Gambar 4.5 <i>Study Case load shedding</i> BN skenario 1	38
Gambar 4.6 Simulasi <i>transient stability analysis</i> skenario 2	39
Gambar 4.7 <i>Stage</i> UFR skenario 2.....	41
Gambar 4.8 <i>Study Case load shedding</i> BN skenario 2	42
Gambar 4.9 Simulasi <i>transient stability analysis</i> skenario 3	43
Gambar 4.10 Simulasi <i>load shedding</i> skenario 1	45
Gambar 4.11 Simulasi <i>Load Shedding</i> skenario 2	46
Gambar 4.12 Grafik frekuensi hasil evaluasi skenario 1	50
Gambar 4.13 Grafik frekuensi hasil evaluasi skenario 2	52
Gambar 4.14 Grafik frekuensi hasil evaluasi skenario 3	54
Gambar 4.15 Grafik respon frekuensi <i>final</i> skenario 1	56
Gambar 4.16 Grafik respon frekuensi <i>final</i> skenario 2	57
Gambar 4.17 Grafik respon frekuensi <i>final</i> skenario 3	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman penelitian terdahulu yang relevan	6
Tabel 3.1 Spesifikasi generator unit #1, #2, dan #3	21
Tabel 3.2 Spesifikasi generator unit #6	21
Tabel 3.3 Spesifikasi generator unit #7	22
Tabel 3.4 Spesifikasi HV transformator GI PLN	23
Tabel 3.5 Spesifikasi HV transformator unit #1, #2, dan #3	24
Tabel 3.6 Spesifikasi HV transformator unit #6	24
Tabel 3.7 Spesifikasi HV transformator unit #7	25
Tabel 3.8 Spesifikasi HV <i>circuit breaker</i>	26
Tabel 3.9 Konfigurasi unit pembangkit	27
Tabel 3.10 Data konsumsi daya listrik tiap <i>feeder</i>	27
Tabel 3.11 Urutan <i>load shedding feeder</i> berdasarkan BN	29
Tabel 3.12 Skenario simulasi <i>transient stability analysis</i>	32
Tabel 4.1 Tahapan dan <i>setting</i> UFR <i>load shedding</i> sesuai BN skenario 1	36
Tabel 4.2 Tahapan dan <i>setting</i> UFR <i>load shedding</i> sesuai BN skenario 2	40
Tabel 4.3 Tahapan dan <i>setting</i> UFR <i>load shedding</i> sesuai BN skenario 3	43
Tabel 4.4 Evaluasi <i>setting</i> UFR skenario 1	47
Tabel 4.5 Evaluasi <i>setting</i> UFR skenario 2	51
Tabel 4.6 Evaluasi <i>setting</i> UFR skenario 2	53
Tabel 4.7 Hasil evaluasi parameter <i>setting</i> UFR	55
Tabel 4.8 Perbandingan parameter respon frekuensi sistem	58