

**ANALISA KONTINGENSI SISTEM KELISTRIKAN
DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA**



SKRIPSI

**Di Susun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Strara-1 Pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

Oleh:

WILDAN FIRDAUS

1523110004

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

2020

**ANALISA KONTINGENSI SISTEM KELISTRIKAN
DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA**



SKRIPSI

**Di Susun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Strara-1 Pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

Oleh:



WILDAN FIRDAUS

1523110004

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

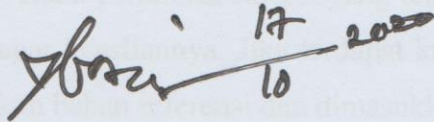
2020

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Wildan Firdaus
Nomor Pokok : 1523110004
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata-1 (S1)
Judul Skripsi : Analisis Kontingensi Sistem Kelistrikan Di PT. Pupuk
Sriwidjaja.

Disetujui oleh :

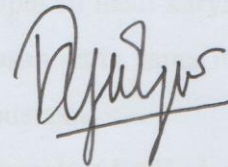
Pembimbing I,



Ir. H. Yuslan Basir, MT.

Palembang, Oktober 2020

Pembimbing II,



Dyah Utari Y.W, ST. MT.

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. H. Ishak Effendi, MT.

Mengetahui,

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Ir. H. Herman, MT

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wildan Firdaus
NIM : 1523110004
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Alamat : Jl. D.I Panjaitan Lr. Kompi No:341 RT/RW : 08/II
Kecamatan: Seberang Ulu II Kelurahan: Sentosa.
No. HP / Email : 085669355593 / Wildanfds@gmail.com
Judul Skripsi : Analisa Kontingensi Sistem Kelistrikan Di PT. Pupuk
Sriwidjaja

Dengan ini menyatakan :

Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumusan yang sama itu hanya dijadikan bahan referensi dan dimasukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan dan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang “Sistem Pendidikan Nasional” pasal 25, ayat 2 dan pasal 70.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Oktober 2020
Penulis



Wildan Firdaus

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Lakukanlah kebaikan sekecil apapun, karena engkau tidak tahu kebaikan yang mana akan membawamu ke surga."

(Imam Hasan Al-Basri)

"Wahai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar"

(QS Al-Baqarah 153)

*Alhamdulillah,
Dengan segenap rasa syukur
Atas nikmat dan bantuan-Nya
Saya persembahkan karya sederhana ini kepada*

- *Ibunda tercinta Nuryani dan ayahanda tercinta A.Halim*
- *Saudara-saudaraku M.Hadi Azhari, Asfuri Harisa Alaina, dan Lathifah Fauzziyyah*
- *Teman-teman satu Almamater*
- *Agamaku*

ABSTRAK

Kestabilan frekuensi dan tegangan (kontingensi) sangat berpengaruh bagi kualitas daya pada sistem kelistrikan PT. Pusri Palembang. Oleh karenanya suplai energi listrik haruslah memiliki tingkat keandalan yang tinggi agar proses produksi dapat berlangsung secara maksimal. Oleh karena itu PT. Pusri Palembang mempunyai 4 unit gas turbin generator dan 1 unit steam turbin generator untuk menjaga keandalan sistem kelistrikannya. Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisa kestabilan frekuensi dan tegangan (kontingensi) akibat salah satu unit pembangkit lepas kemudian akan di lakukan mekanisme load shedding untuk menjaga kestabilan sistem. Software yang digunakan dalam menganalisis kestabilan frekuensi dan tegangan (kontingensi) yaitu ETAP 12.6. Hasil simulasi menunjukkan bahwa lepasnya satu generator mengakibatkan sistem blackout karena tidak dapat menanggung beban, maka dari itu harus dilakukan mekanisme load shedding untuk menjaga sistem kelistrikan tetap dapat beroperasi.

Kata Kunci : Analisa, Kontingensi, Sistem Kelistrikan, ETAP, Pupuk Sriwidjaja.

ABSTRACT

Frequency and voltage stability (contingency) greatly affect the quality of power in the electrical system of PT. Pusri Palembang. Therefore, the electrical energy supply must have a high level of reliability so that the production process can take place optimally. Therefore, PT. Pusri Palembang has 4 gas turbine generator units and 1 steam turbine generator unit to maintain the reliability of its electrical system. In this final project, an analysis of frequency and voltage stability (contingency) will be carried out due to one of the loose generating units, then a load shedding mechanism will be carried out to maintain system stability. The software used in analyzing the frequency and voltage stability (contingency) is ETAP 12.6. The simulation results show that the release of one generator causes the system to blackout because it cannot bear the load, therefore a load shedding mechanism must be carried out to keep the electrical system operating.

Key words: Analysis, Contingency, System Electricity, ETAP, Pupuk Sriwidjaja.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “*Analisa Kontingensi Sistem Kelistrikan Di PT. Pupuk Sriwidjaja*” ini dengan baik. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada Yang terhormat:

- Ir. H. Yuslan Basir, MT, selaku pembimbing 1.
- Dyah Utari Yusa Wardhani, ST. MT, selaku Pembimbing 2.

Yang telah memberikan bantuan yang berupa pengarahan, bimbingan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Tridianti Palembang.
2. Ir.H. Ishak Effendi, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
3. Ir. H. Herman, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang
4. M. Helmi,S.T,M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.
5. Dosen-dosen serta Staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.

6. Asep Kurnialy, MAppSo selaku manager diklat di PT. Pusri Palembang beserta staf dan karyawannya.
7. Keluarga dan teman – teman seperjuangan yang telah memberikan dukungannya.

Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat walaupun penulis merasa masih banyak kekurangan dalam pembuatan skripsi ini.

Akhir kata penulis berdoa dan berharap semoga Allah SWT memudahkan jalan bagi hamba-hamba-Nya yang selalu menolong hamba-Nya yang lain dengan penuh keikhlasan. Aamiin..

Palembang , Oktober 2020

Penulis,

Wildan Firdaus

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan.....	iii
Lembar Persembahan	iv
Abstrak	v
Abstract	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja Turbin Uap	6
2.2 Siklus Rankine Turbin Uap.....	7
2.3 Komponen-Komponen Utama Sistem Turbin Uap.....	9
2.3.1 Casing Turbin	9
2.3.2 Rotor Turbin	10
2.4 Standar Kestabilan Frekuensi dan Tegangan.....	13
2.5 Perubahan Frekuensi Karena Beban Lebih.....	14
2.6 Analisis Kontingensi.....	16
2.7 Metode Newton – Raphson.....	17
2.8 Standar Pelepasan Beban	19
2.9 ETAP (<i>Electrical Transient Analysis Program</i>).....	21
2.10 Analisa Kestabilan Transien	22

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Smulsi Kestabilam Frekuensi dan Tegangan	24
3.2 Sistem Kelistrikan PT. Pusri Palembang	25
3.3 Kapasitas Pembangkitan PT. Pusri Palembang	25
3.4 Sistem Distribusi di PT. Pusri Palembang	26
3.5 Data Beban di PT. Pusri Palembang	31

BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

4.1 Permodelan Sistem Kelistrikan.....	32
4.2 Keadaan Normal Sistem	32

4.3 Skenario Kestabilan Frekuensi dan Tegangan	
(Kontingensi)	34
4.4 Hasil Simulasi Kestabilan Frekuensi dan Tegangan	
(Kontingensi)	35
4.4.1 Skenario 1.1 Gen 2006-J OFF: Generator 2006-J	
<i>Outage</i> dari Sistem (t=2s)	36
4.4.2 Skenario 2.1 Gen 5006-J OFF: Generator 5006-J	
<i>Outage</i> dari Sistem (t=2s)	40
4.4.3 Skenario 3.1 Gen 6P-6006-GT OFF: Generator	
6P-6006-GT <i>Outage</i> dari Sistem (t=2s)	45
4.5 Estimasi <i>Load Shedding</i>	50
4.5.1 Skenario 1.2 Gen 2006-J OFF: Generator 2006-J	
<i>Outage</i> dari Sistem (t=2s) + <i>Load Shedding</i>	50
4.5.2 Skenario 2.2 Gen 5006-J OFF: Generator 5006-J	
<i>Outage</i> dari Sistem (t=2s) + <i>Load Shedding</i>	55
4.5.3 Skenario 3.2 Gen 6P-6006-GT OFF: Generator	
6P-6006-GT <i>Outage</i> dari Sistem (t=2s) + <i>Load</i>	
<i>Shedding</i>	60
4.6 Analisa Hasil Simulasi	65
4.6.1. Simulasi Gen 2006-J	65
4.6.2 Simulasi Gen 5006-J	66
4.6.3 Simulasi Gen 6P-6006-GT	67

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68

DAFTAR PUSTAKA	69
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	71
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Diagram T-S	8
2.2 Casing Turbin Uap.....	9
2.3 Cincin Nosel dan Diafragma	10
2.4 Konstruksi Built-up Rotor	11
2.5 Konstruksi Solid Rotor	12
2.6 Konstruksi Rotor Solid dan Build-up Rotor	12
3.1 Flowchart Penelitian	24
3.2 Sistem Kelistrikan PT. Pusri Palembang Yang Sudah di Sederhanakan.....	25
4.1 Grafik Frekuensi dan Tegangan Bus 6P-4001-LVSG/MCC....	32
4.2 Grafik Frekuensi dan Tegangan Bus MCC#68	33
4.3 Grafik Frekuensi dan Tegangan Bus SG-51B	33
4.4 Grafik Frekuensi dan Tegangan Bus SG-3301	34
4.5 Skenario 1.1 Gen 2006-J OFF	36
4.6 Respon Frekuensi dan Tegangan Bus 6P-4001-LVSG/MCC Skenario 1.1	37
4.7 Respon Frekuensi dan Tegangan Bus MCC#68 Skenario 1.1..	37
4.8 Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-51B Skenario 1.1 ...	38
4.9 Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-3301 Skenario 1.1 ..	39

4.10	Skenario 2.1 Gen 5006-J OFF	40
4.11	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus 6P-4001-LVSG/MCC Skenario 2.1	41
4.12	Respon Frekuensi dan Tegangan MCC#68 Skenario 2.1	42
4.13	Respon Frekuensi dan Tegangan SG-51B Skenario 2.1.....	43
4.14	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-3301 Skenario 2.1 ..	44
4.15	Skenario 3.1 6P-6006P-GT OFF	45
4.16	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus 6P-4001-LVSG/MCC Skenario 3.1	46
4.17	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus MCC#68 Skenario 3.1..	47
4.18	Respon Frekuensi dan Tegangan SG-51B Skenario 3.1.....	48
4.19	Respon Frekuensi dan Tegangan SG-3301 Skenario 3.1	49
4.20	Skenario 1.2 2006-J OFF + <i>Load Shedding</i>	51
4.21	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus 6P-4001-LVSG/MCC Skenario 1.2.....	51
4.22	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus MCC#68 Skenario 1.2..	52
4.23	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-51B Skenario 1.2 ...	53
4.24	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-3301 Skenario 1.2 ..	54
4.25	Skenario 2.2 Gen 5006-J OFF + <i>Load Shedding</i>	55
4.26	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus 6P-4001-LVSG/MCC Skenario 2.2	56
4.27	Respon Frekuensi dan Tegangan MCC#68 Skenario 2.2.....	57
4.28	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-51B Skenario 2.2 ...	58

4.29	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-3301 Skenario 2.2 ..	59
4.30	Skenario 3.2 Gen 6P-6006-GT OFF + <i>Load Shedding</i>	60
4.31	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus 6P-4001-LVSG/MCC Skenario 3.2	61
4.32	Respon Frekuensi dan Tegangan MCC#68 Skenario 3.2.....	62
4.33	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-51B Skenario 3.2 ...	63
4.34	Respon Frekuensi dan Tegangan Bus SG-3301 Skenario 3.2..	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Skema Pelepasan Beban Tiga Langkah.....	20
2.2 Skema Pelepasan Beban Enam Langkah.....	20
2.3 Skema Pelepasan Beban Tiga Langkah Sistem 60 Hz dan 50 Hz	21
3.1 Data Kapasitas Pembangkit di PT. Pusri Palembang	26
3.2 Data Bus Utama Pada Sistem Kelistrikan di PT. Pusri Palembang.....	27
3.3 Data Transformator Pada Sistem Kelistrikan di PT. Pusri Palembang.....	27
3.4 Data Tie Transformator Pada Sistem Kelistrikan di PT. Pusri Palembang.....	30
3.5 Data Pembebanan Pada Masing-masing Generator.....	31
4.1 Skenario Kestabilan Frekuensi dan Tegangan (Kontingensi) .	35
4.2 Skenario Estimasi <i>Load Shedding</i>	50
4.3 Data Hasil Estimasi <i>Load Shedding</i>	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu aspek utama yang harus di penuhi dalam industri pupuk adalah listrik. Umumnya alat produksi pada sebuah pabrik berupa motor motor listrik baik berupa pompa, pemotong maupun kipas pendingin. Oleh karenanya suplai energi listrik haruslah memiliki tingkat keandalan yang tinggi agar proses produksi dapat belangsung secara maksimal. Salah satu indikator kualitas sistem tenaga listrik adalah kestabilan frekuensi dan tegangan. Ketidakstabilan sistem dapat terjadi akibat gangguan di sistem tenaga listrik.

Recovery sistem yang cepat juga dapat menjaga umur pakai dari alat-alat produksi, dalam hal ini adalah motor-motor listrik. Untuk menghidupkan motor-motor listrik tenaga yang dibutuhkan lebih besar dari pada yang di perlukan saat motor beroperasi sehingga biaya operasi juga akan meningkat. Sistem kelistrikan PT. PUSRI ditopang oleh 4 buah pembangkit berbahan baku gas (*Gas Turbine Generator*) GTG dan 1 buah (*Steam Turbine Generator*) STG yang merupakan pembangkit bertenaga uap. Semua pembangkit bertegangan sama yaitu 13,8 kV dan kapasitas pembangkit terbesar dimiliki oleh STG yaitu 38 MW.

Pada industri pupuk seperti di PT Pupuk Sriwijadja (PT. PUSRI) gangguan pada sistem tenaga listrik ini dapat mengganggu atau bahkan menghentikan proses produksi ammonia dan urea. Sehingga untuk mencegah

kerusakan pada bahan baku dan menjaga keberlangsungan produksi, gangguan harus segera diatasi atau mengalihkan proses produksi ke suplai tenaga lainnya.

Oleh karena itu, saya melakukan penelitian dengan judul “**Analisa Kontingensi Sistem Kelistrikan di PT Pupuk Sriwidjaja**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisis kestabilan frekuensi maupun tegangan (kontingensi) unit STG maupun GTG akibat salah satu generator pembangkit outage dari system PT. Pusri?
2. Bagaimana cara menjaga agar sistem kelistrikan PT. Pusri tidak *black out* pada saat salah satu generator pembangkit outage dari system PT. Pusri?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin di capai pada penelitian ini adalah menganalisis kestabilan frekuensi maupun tegangan (kontingensi) unit STG maupun GTG akibat salah satu generator pembangkit outage dari sistem PT. Pusri.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir lebih terarah, maka penulis memberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* ETAP (*Electrical and Transient Analysis Program*) 12.6.
2. Analisis kestabilan difokuskan pada kestabilan tegangan dan frekuensi.
3. Simulasi dilakukan dengan memilih 4 bus saja.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah:

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengadakan studi dari buku, internet, dan sumber bahan pustaka, atau informasi lainnya yang dapat menunjang penelitian.

2. Pengamatan di lapangan

Dilakukan dengan meninjau langsung ke lapangan untuk melakukan pengamatan secara langsung.

3. Pengambilan data

Dilakukan pengambilan data pada industri tempat melakukan penelitian.

4. Pengelompokan data, yang bertujuan untuk:

- a. Mengumpulkan dan mengelompokkan data agar lebih mudah dianalisis.
- b. Mengetahui kekurangan data sehingga kerja menjadi efisien.

5. Pengolahan data Dikerjakan dengan menerapkan dan melakukan simulasi aplikasi ETAP 12.6 serta melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik.

6. Analisa hasil pengolahan data Dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh simpulan sementara. Selanjutnya simpulan sementara ini akan diolah lebih lanjut pada bab pembahasan.
7. Simpulan Diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan dengan permasalahan yang diteliti. Simpulan ini merupakan hasil akhir dari semua masalah yang dibahas.

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan dalam tugas akhir ini terbagi atas lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 : Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang permasalahan, tujuan, serta batasan masalah dari tugas akhir ini, penjabaran mengenai metodologi pengerjaan dan sistematika penulisan.

BAB 2 : Tinjauan Pustaka

Bab ini menjabarkan mengenai teori-teori dan kajian pustaka yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB 3 : Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang flowchart simulasi dan sistem kelistrikan di PT. Pusri Palembang.

BAB 4 : Hasil Simulasi dan Analisis

Hasil simulasi yang dilakukan akan di bahas pada bab ini.

BAB 5 : Penutup

Pada bab ini diberikan kesimpulan dan saran dari studi literatur, hasil simulasi dan analisis yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Stodola, A. and Loewenstein, L. C. 1927. *Steam and Gas Turbines*, reprint of 6th Ed., 1945. Peter Smith, New York.
- [2] Kundur, P. (1994). *Power System Stability and Control*. USA, McGraw-Hill.
- [3] Subhan, M., Samaulah., H. & Basir, Y. (2013). Analisis Kontingensi Pada Subsistem 150 KV Lampung Setelah Beroperasinya PLTU Sibalang dan PLTP Ulu Belu Dengan Metode Aliran Daya. 2089-2942.
- [4] Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral. (2009). *Aturan Distribusi tenaga Listrik*. Available: [http:// ditjenpp.kemenkumham.go.id/arsip/bn/2009/bn25-2009Imp.pdf](http://ditjenpp.kemenkumham.go.id/arsip/bn/2009/bn25-2009Imp.pdf)
- [5] Marsudi, D. (2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [6] Firmansyah, A. (2019). Modul ETAP (Electrical Transient Analysis Program) PowerStation. Palembang, Politeknik Negri Sriwijaya.
- [7] IEEE, “Guide for Abnormal Frequency Protection for Power Generating Plants”, 1987. IEEE Std C37.106-1987.
- [8] Rakhmadian, Hilman, “Analisis Stabilitas Transien dan Mekanisme Pelepasan Beban di PT. Pupuk Kalimantan Timur Pabrik 5(PKT-5)”, 2013
- [9] Ir. Djiteng Marsudi, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Graha Ilmu, 2006, Edisi Kedua, Jakarta.