

**EVALUASI PELEPASAN BEBAN DI PT. PERTAMINA (PERSERO)
RU III PLAJU-SUNGAI GERONG**



SKRIPSI

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

RAHMAH HAMIDAH

03041281621041

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN**EVALUASI PELEPASAN BEBAN DI PT. PERTAMINA (PERSERO)
RU III PLAJU-SUNGAI GERONG****SKRIPSI**

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

RAHMAH HAMIDAH

03041281621041

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

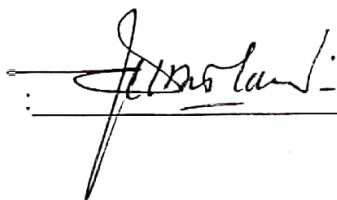
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

**Indralaya, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama**

Ir. M. Suparlan, M.S.
NIP : 195706061987031002

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan



Pembimbing Utama

: Ir. M. Suparlan, M.S.

Tanggal

: 15 Juli 2020

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmah Hamidah

Nim : 03041281621041

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**EVALUASI PELEPASAN BEBAN DI PT. PERTAMINA (PERSERO)
RU III PLAJU-SUNGAI GERONG**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya

Pada Tanggal : Juli 2020

Yang Menyatakan,



Rahmah Hamidah

NIM 03041281621041

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahmah Hamidah
NIM : 03041281621041
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 16 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Evaluasi Pelepasan Beban Di PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

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

Indralaya, Juli 2020



Rahmah Hamidah
NIM. 03041281621041


ABSTRAK
EVALUASI PELEPASAN BEBAN DI PT. PERTAMINA (PERSERO)
RU III PLAJU-SUNGAI GERONG

(Rahmah Hamidah, 03041281621041, 2020, 75 Halaman)

Suatu sistem tenaga listrik tidak selalu terhindar dari gangguan. Apabila salah satu pembangkit dalam suatu sistem pembangkitan mengalami gangguan, akan terjadi ketidakseimbangan antara daya yang dibangkitkan dengan beban yang terpasang. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan Frekuensi suatu sistem tenaga listrik. Oleh karena itu harus ada beban yang dilepas sebagai suatu skema pertahanan (sistem proteksi). Dari penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan oleh penulis di PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju- Sungai Gerong dengan menggunakan data teknis generator berupa daya mampu yang dibangkitkan generator, momen inersia, energi kinetik, rating pembangkit serta besar beban pada saat kondisi beban puncak dan beban rendah. Pelepasan beban dilakukan sebanyak 3 tahap, dengan frekuensi respon yang di atur pada setiap tahap yaitu, 49,50 Hz, 49,20 Hz dan 48,90 Hz. Besar beban yang dilepas pada setiap tahap yaitu sebesar 6,23 MW, 2,03 MW dan 1,90 MW. Pada setiap kemungkinan kasus yang digunakan, evaluasi skema pelepasan beban yang dilakukan dapat mengatasi setiap kemungkinan gangguan yang dapat terjadi. Pada kasus 1, kasus 4 dan kasus 6 pelepasan beban sampai tahap 1. Pada kasus 3 pelepasan beban terjadi sampai tahap 2. Pada kasus 2 dan kasus 5 terjadi sampai tahap 3, setiap kasus akan diatasi dengan kebutuhan pelepasan yang berbeda-beda menyesuaikan besarnya daya yg hilang.

Kata Kunci : Gangguan, Penurunan Frekuensi, Pelepasan Beban.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama


Ir. M. Suparlan, M.S.
NIP : 195706061987031002

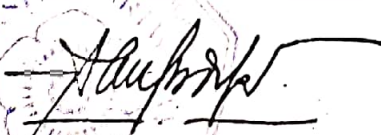
ABSTRACT
LOAD SHEDDING EVALUATION AT PT. PERTAMINA (PERSERO)
RU III PLAJU-SUNGAI GERONG

(Rahmah Hamidah, 03041281621041, 2020, 75 pages)

An electric power system does not always avoid interference. If one of the generators in a generation system experiences a disturbance, there will be an imbalance between generated power with installed load, which can cause frequency decrease of an electric power system. Therefore there must be a burden that is released as a defense scheme (protection system). From the research and calculations that have been done by the author at PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong using generator technical data in the form of generator's generated power, moment of inertia, kinetic energy, generator rating and magnitude during peak load and low load conditions. The results of load shedding evaluation scheme is carried out in 3 stages, with the frequency response set at each stage which is 49.50 hz, 49.20 Hz and 48.90 Hz. Load shedding at each stage are 6.23 MW, 2.03 MW and 1.90 MW. In every possible cases used, a load shedding evaluation scheme can overcome any potential disruption that can occur. In case 1, case 4 and case 6, the load shedding only reach stage 1. In case 3 the load shedding occurs until stage 2. In case 2 and case 5 occurs until stage 3, each the case will be dealt with by the need for release which varies according to the amount of power lost.

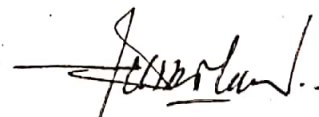
Kata Kunci : Interference, Frequency Decrease, Load Shedding.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Ir. M. Suparlan, M.S.
NIP : 195706061987031002

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	i
x	
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II	1
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.2 Kestabilan Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.3 Pelepasan Beban (Load Shedding).....	6
2.4 Auto Load Shedding.....	7
2.5 Laju Penurunan Frekuensi Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.5.1 Pengaruh Konstanta Inersia Terhadap Penurunan Frekuensi	10
2.6 Perhitungan Penurunan Frekuensi Karena Gangguan Unit Pembangkit.....	12
2.7 Penurunan Rumus Frekuensi Respon	15
2.7.1 Representasi Beban.....	16
2.7.2 Pengaruh Inersia Sistem	16

2.8 Persamaan Gerak.....	17
2.9 Penanggulangan Untuk Gangguan Beban Lebih.....	20
2.9.1 Mengoptimalkan Kapasitas Pembangkit Yang Masih Beroperasi	20
2.9.2 Rele Frekuensi Rendah (UFR).....	21
2.9.3 Pemisahan Sistem (Islanding).....	22
2.10 Pemilihan Beban Yang Dilepaskan	22
BAB III.....	23
METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Umum.....	23
3.2 Lokasi Analisa Data.....	24
3.3 Metode Penelitian.....	24
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB IV.....	27
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Sistem Tenaga Listrik PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong.....	27
4.2 Evaluasi Skema Pelepasan Beban di RU III Plaju-Sungai Gerong.....	28
4.3 Perhitungan Pelepasan Beban Pada Kondisi Beban Puncak 25,72 MW.....	34
4.3.1 Kasus 1 : GTG 2015-UA Mengalami Gangguan	34
4.3.2 Kasus 2 : GTG 2015-UB Mengalami Gangguan.....	38
4.3.3 Kasus 3 : GTG 2015-UC Mengalami Gangguan.....	43
4.4 Perhitungan Pelepasan Beban Pada Kondisi Beban Rendah 24,04 MW.....	47
4.4.1 Kasus 1 : GTG 2015-UA Mengalami Gangguan	47
4.4.2 Kasus 1 : GTG 2015-UB Mengalami Gangguan.....	51
4.4.3 Kasus 1 : GTG 2015-UC Mengalami Gangguan.....	56
BAB V.....	60
KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perubahan Frekuensi Sebagai Fungsi Waktu Dengan Adanya Pelepasan Beban.....	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 4.1 Single Line Diagram Sistem Kelistrikan PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong	27
Gambar 4.2 Grafik Frekuensi Terhadap Waktu Skema Pelepasan Beban Kasus 1.....	37
Gambar 4.3 Grafik Frekuensi Terhadap Waktu Skema Pelepasan Beban Kasus 2.....	42
Gambar 4.4 Grafik Frekuensi Terhadap Waktu Skema Pelepasan Beban Kasus 3.....	47
Gambar 4.5 Grafik Frekuensi Terhadap Waktu Skema Pelepasan Beban Kasus 4.....	51
Gambar 4.6 Grafik Frekuensi Terhadap Waktu Skema Pelepasan Beban Kasus 5.....	56
Gambar 4.7 Grafik Frekuensi Terhadap Waktu Skema Pelepasan Beban Kasus 6.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas Izin Frekuensi Sistem.....	9
Tabel 4.1 Spesifikasi GTG (Gas Turbine Generator) 2015-UA/UB/UC RU III Plaju-Sungai Gerong.....	28
Tabel 4.2 Gangguan yang Terjadi Pada Unit Generator Sistem Pembangkitan di RU III Plaju-Sungai Gerong.....	29
Tabel 4.3 Data Beban Puncak dan Beban Rendah di PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong.....	30
Tabel 4.4 Rencana Skema Pelepasan Beban di PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong.....	30
Tabel 4.5 Pembagian Zona Beban Yang Dilepas di Pt. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong.....	31
Tabel 4.6 Hubungan frekuensi terhadap waktu skema pelepasan beban kasus1.....	37
Tabel 4.7 Hubungan frekuensi terhadap waktu skema pelepasan beban kasus 2.....	42
Tabel 4.8 Hubungan frekuensi terhadap waktu skema pelepasan beban kasus 3.....	46
Tabel 4.9 Hubungan frekuensi terhadap waktu skema pelepasan beban kasus 4.....	50
Tabel 4.10 Hubungan frekuensi terhadap waktu skema pelepasan beban kasus 5.....	55
Tabel 4.11 Hubungan frekuensi terhadap waktu skema pelepasan beban kasus 6.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem penyaluran tenaga listrik terbagi atas, sistem pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi tenaga listrik dan sistem distribusi tenaga listrik. Suatu sistem tenaga listrik tidak selalu terhindar dari gangguan. Gangguan ini akan menyebabkan ketidakseimbangan baik berupa gangguan internal maupun eksternal. Untuk mengamankan kontinuitas dari sistem maka terdapat unit yang disebut unit pengaturan beban. Unit ini bertugas untuk menjaga keandalan sistem kelistrikan apabila terjadi kegagalan pada salah satu komponen dalam sistem tenaga listrik.

Apabila salah satu pembangkit dalam suatu sistem yang satu sama lain terhubung secara parallel mengalami gangguan maka harus ada beban yang dilepas sebagai skema pertahanan sistem tenaga listrik. Ketidakseimbangan antara kemampuan pembangkit dalam memenuhi kebutuhan beban yang terpasang berlebih, akan mengakibatkan terjadinya penurunan Frekuensi secara drastis yang berakibat fatal bagi suatu sistem tenaga listrik khususnya operasional instalasi penyaluran (Penghantar/Trafo). Pelepasan beban digunakan untuk mengamankan frekuensi sistem dan mengembalikannya ke batas nilai yang aman sebelum unit pembangkit yang mengalami gangguan keluar dari operasi sistem tenaga listrik tersebut.

Pada kasus gangguan beban lebih (Over Load) akan menyebabkan kerusakan pada peralatan seperti pada trafo daya, trafo arus dan peralatan lain yang akan menyebabkan padam total (Blackout) dan hilang tegangan pada sisi gardu induk. Oleh sebab itu pelepasan beban diperlukan dalam suatu sistem tenaga listrik untuk mencapai tujuan pengamanan.

Berdasarkan penelitian Riswanda Esha “Evaluasi Sistem pelepasan Beban Dengan Menggunakan Under Frequency Relay Pada Sistem Tenaga Listrik Di Industri Minyak dan Gas” Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Sriwijaya 2015 [1] dan Febi Aulia Rahmadani “Analisa Pelepasan Beban (Load Shedding) Menggunakan *Under Frequency Relay* (UFR) Pada Sistem Tenaga Listrik Gardu Induk Pauh Limo 150/20 kV” Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Andalas 2016 [2].

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir mengenai Evaluasi pelepasan beban di sistem tenaga listrik PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit III Plaju-Sungai Gerong.

1.2 Tujuan Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini, tujuan yang ingin dicapai adalah :

1. Evaluasi skema pelepasan beban dapat mengatasi setiap kemungkinan gangguan yang dapat terjadi di sistem kelistrikan PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai gerong.
2. Besar beban yang dilepas pada setiap tahap pelepasan beban cukup untuk mengatasi gangguan yang terjadi.
3. Melakukan pemilihan beban yang dilepas agar tidak mengganggu proses produksi di PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai gerong.

1.3 Perumusan Masalah

Suatu sistem tenaga listrik akan mengalami pemadaman total akibat penurunan frekuensi sistem melewati batas nilai yang diizinkan, saat dioperasikan pada kondisi frekuensi yang tidak sesuai dengan frekuensi nominal (under frequency) sebagai akibat dari gangguan satu atau lebih generator gagal beroperasi (trip). Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi suatu skema pelepasan beban untuk mengatasi berbagai kemungkinan gangguan yang dapat

terjadi di PT. Pertamina RU III Plaju-Sungai Gerong. Berikut perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Skema pelepasan beban harus bekerja cepat dan baik dalam mengatasi gangguan satu atau lebih unit pembangkitan.
2. Setting frekuensi dan besar beban yang dilepas pada setiap tahapan apakah sudah baik dan cukup untuk mengembalikan frekuensi sistem ke batas nilai yang aman.
3. Memperhatikan pemilihan setiap unit beban yang dilepas pada setiap tahap pelepasan beban.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat lebih terarah, maka batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Evaluasi pelepasan beban dilakukan pada lingkup sistem tenaga listrik di RU III Plaju-Sungai Gerong.
2. Hanya membahas skema pelepasan beban meliputi frekuensi yang disetting, besar beban yang dilepas, serta pemilihan beban yang dilepas.
3. Mengabaikan dan tidak melakukan perhitungan terhadap respon *Governor*.
4. Pada evaluasi hanya membahas penurunan frekuensi yang terjadi akibat dari kurangnya daya yang disuplai pembangkit untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan hasil studi pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat dasar teori yang menyangkut gangguan pada sistem tenaga listrik akibat beban lebih sehingga frekuensi turun dari nilai frekuensi nominal (awal) dan hal-hal yang dilakukan untuk menanggulangnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan diuraikan metode yang akan digunakan dalam rangka memperoleh data, informasi, serta perhitungan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data, hasil perhitungan dan evaluasi data yang dihasilkan saat dilakukan pelepasan beban pada sistem tenaga listrik di PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran akan ditarik kesimpulan dan didapatkan saran dari hasil yang telah didapat pada uraian bab 1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riswanda Esha, “Evaluasi Sistem pelepasan Beban Dengan Menggunakan Under Frequency Relay Pada Sistem Tenaga Listrik Di Industri Minyak dan Gas,” Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Sriwijaya 2015.
- [2] Febi Aulia Rahmadani “Analisa Pelepasan Beban (Load Shedding) Menggunakan *Under Frequency Relay* (UFR) Pada Sistem Tenaga Listrik Gardu Induk Pauh Limo 150/20 kV” Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Andalas, 2016.
- [3] B. Pandjaitan, *Praktik-pratik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*, 1st ed. yogyakarta: Penerbit ANDI, 2012.
- [4] N. N. W. G. A. A. N. Amrita, “Studi Kestabilan Sistem dan Pelepasan Beban (Load Shedding) Berdasarkan Standar IEEE di PT . Pertamina (Pers ero) Refinery Unit IV,” vol. 4, no. 1, pp. 66–75, 2017.
- [5] Putera DF, Penansang O, Soeprijanto A. “Analisis Kontigensi Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan dan Barat on Proc. Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik elektro FTI-ITS”. Surabaya 2010:12-17.
- [6] Achirul Ramadahani, Anung, “Penerapan OLS Untuk Meminimalisir Pemadaman Meluas Akibat Overload Pada Satu Penghantar,”vol.1, no.1,pp.5-6, 2015.
- [7] Addi Permadi “Skenario Pelepasan Beban (Load Shedding) Di PT. Pusri Menggunakan ETAP 6.0.0,” Tugas Akhir Teknik Listrik Politeknik Sriwijaya. Palembang 2013.
- [8] SPLN 1995 “ Batas Izin Frekuensi Sistem Tenaga Listrik”
- [9] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 37 tahun 2008, CC 2.0 “ karakteristik unjuk kerja jaringan”.
- [10] Firmansyah, Ari, “Studi Sistem Load Shedding RU IV Cilacap Menggunakan Software ETAP 7.5”, PT. Pertamina (Persero).
- [11] Marsudi, Ditjeng, “ Operasi Sistem Tenaga Listrik jilid 3”, pp. 293-297, 2006.

- [12] Purba, Monang Ali Wijaya, “Evaluasi Pelepasan Beban Sistem tenaga Listrik PT. Exspan Nusantara,” Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Sriwijaya 1997.
- [13] IR. H. Hazairin Samaulah, M.eng.,Ph.D, “Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik,” pp. 66-70, 2004.
- [14] UTL PT. Pertamina (Persero) RU III Plaju-Sungai Gerong, 2012 : MPS Sungai Gerong.
- [15] IEEE C37.106-1987 “ IEEE Guide For Abnormal Frequency Protection For Power Generating Plants”, 1987.