

**ANALISIS STABILITAS PERALIHAN (TRANSIENT)
SISTEM TENAGA LISTRIK PADA PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA DIESEL (PLTD) MERAWANG**

Disusun dan dikumpulkan oleh
Gianni Murni Galia Sarjana S-1



**JURISAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2017**

SKRIPSI/TUGAS AKHIR

ANALISIS STABILITAS PERALIHAN (*TRANSIENT*) SISTEM
TENAGA LISTRIK PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA DIESEL (PLTD) MERAWANG

Dipersiapkan dan disusun oleh

HASYIM ASHARI
1021311015

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Tanggal 20 Juli 2017

Pembimbing Utama,

Pendamping Pembimbing,

Asmat, S.T., M.Eng.
NP. 307608018

Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.
NIP. 1985081020121201001

Penguji,

Penguji,

Muhammad Jumnahdi, S.T., M.T
NP. 307010044

Tri Hendrawan B, S.T., M.T.
NP. 307196007

SKRIPSI/TUGAS AKHIR

**ANALISIS STABILITAS PERALIHAN (*TRANSIENT*) SISTEM
TENAGA LISTRIK PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA DIESEL (PLTD) MERAWANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh

HASYIM ASHARI
1021311015

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal 20 Juli 2017

Pembimbing Utama,

Pendamping Pembimbing,


Asmat, S.T., M.Eng
NP. 307608018


Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.
NIP. 1985081020121201001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Irwan Dinata, S.T., M.T.
NP.1988503102014041001

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : HASYIM ASHARI

NIM : 102 13 11 015

Judul : ANALISIS STABILITAS PERALIHAN (*TRANSIENT*) SISTEM TENAGA LISTRIK PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL (PLTD) MERAWANG

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan didalam karya skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar, tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.



Baluninko 20 Juli 2017



HASYIM ASHARI
102 13 11 015

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : HASYIM ASHARI
NIM : 102 13 11 015
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Fakultas : TEKNIK

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non exclusive Royalti-Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul : **Analisis Stabilitas Peralihan (*Transient*) Sistem Tenaga Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Merawang.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Balunjuk
Pada tanggal : 20 Juli 2017
Yang menyatakan

METERAI
TEMPEL
08C6BAEF5186358C5

6000
HASYIM ASHARI

INTISARI

Pada pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) Merawang terdiri dari 9 unit pembangkit dan 9 unit trafo penaik tegangan (*Step Up*) dari 6.3 kV ke 20 kV, dari tegangan 20 kV tersebut disalurkan pada beban dan terhubung (interkoneksi) dengan gardu induk (GI) Bukit Semut Sungailiat. Pada gardu induk Bukit Semut terhubung dengan gardu induk (GI) Air Anyir melalui saluran transmisi 150 kV. Terjadinya gangguan pada saluran transmisi 150 kV dan bus dapat memberikan dampak ketidakstabilan sistem pada PLTD Merawang. Dalam menganalisis stabilitas transien pada PLTD Merawang terdapat dua kondisi generator, yaitu kondisi 9 generator beroperasi dan 7 generator beroperasi. Analisis transien yang dilakukan menggunakan metode numerik Rung-Kutta. Pada saat 9 generator PLTD Merawang beroperasi diketahui waktu pemutusan kritis tercepat yaitu 0,11 detik yang terjadi gangguan 3 fasa pada saluran di titik D, saluran di titik E, dan saluran di titik F. Sedangkan pada saat 7 generator PLTD Merawang beroperasi diketahui waktu pemutusan tercepat yaitu 0.12 detik yang terjadi gangguan 3 fasa pada titik yang sama.

Kata kunci: Persamaan Ayunan, Persamaan Daya Elekrtik, Stabilitas Peralihan, dan Waktu Pemutusan Kritis.



ABSTRAK

In the Merawang diesel power plant (PLTD) consists of 9 units of power plants and 9 units of step up transformer from 6.3 kV to 20 kV, from the 20 kV voltage is supplied to the load and connected (interconnect) with the substation (GI) Bukit Semut Sungailiat. The substation at Bukit Semut is connected to substation (GI) Air Anyir substation through a 150 kV transmission line. The occurrence of interference on 150 kV transmission lines and buses can have an impact of system instability on the Merawang PLTD. In analyzing the transient stability of Merawang PLTD there are two generator conditions, that are condition 9 generators operate and 7 generators operate. The transient analysis is performed by reducing the admittance matrix during and after the disturbance, then calculating the electric power equation and the swing equation. The transient analysis is performed using the Rung-Kutta numerical method. At the time of 9 generators of Merawang PLTD operating, it is known that the fastest critical breaking time is 0.11 second which occurs 3 phase noise at channel at point D, channel at point E, and channel at point F. While at 7 generators of Merawang PLTD operating is known time of disconnection The fastest is 0.12 seconds that occurs 3 phase noise at the same point

Keywords: *Critical termination time, Electrical Power Equation, Swing Equation, and Transient Stability*



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT. Atas dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Asmar, S.T.,M.Eng, Selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir dan juga selaku Pembimbing Akademik Tahun Angkatan 2013 kelas A Teknik Elektro
2. Bapak Wahri Sunanda, S.T.,M.Eng, Selaku Pembimbing Pendamping Skripsi dan juga selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung
3. Bapak Muhammad Jumnahdi,S.T., M.T Selaku Penguji Kesatu Tugas Akhir
4. Bapak Tri Hendrawan B,S.T.,M.T, Selaku Penguji Kedua Tugas Akhir
5. Bapak Irwan Dinata, S.T.,M.T, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
6. Dosen-Dosen Dan Staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
7. Ayahanda Supari Dan Ibunda Zamzami Yang Telah Memberikan Dukungan Moral Serta Semangat Yang Luar Biasa
8. Kakak perempuan saya Riski Purwani,S.Pdi. adik adik saya Diah Tri Lestari, Ibnu Salikin dan Ratna Kusuma Dewi
9. Rekan Seperjuangan Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung 2013.
10. Rekan seluruh kader LDK Al-Madaniah Universitas Bangka Belitung

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“Analisis Stabilitas Peralihan (*Transient*) Sistem Tenaga Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Merawang”

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi sistem kelistrikan area bangka, kondisi kestabilan PLTD Merawang disaat terjadi gangguan pada saluran Transmisi dan bus, Reduksi Matriks Admitansi, Persamaan daya elektrik, Persamaan ayunan, dan waktu pemutusan disaat terjadi gangguan.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu peneliti mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Balunujuk, 20 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
INTISARI.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.2.2 Pengertian Kestabilan.....	7
2.2.3 Kestabilan Tetap.....	8
2.2.4 Kestabilan Dinamis.....	9
2.2.5 Kestabilan Peralihan.....	9
2.2.6 Persamaan Ayunan.....	10
2.2.7 Persamaan Sudut Daya.....	14
2.2.8 Pemodelan Mesin Majemuk Studi Kestabilan Peralihan.....	17
2.2.9 Waktu Pemutusan Kritis.....	20
2.2.10 Sistem Per-Unit.....	22
2.2.11 Penghapusan Simpul dengan Aljabar Matriks.....	23
2.2.12 Kurva Ayunan.....	24

BAB III METODE PENELITIAN	
3.1	Bahan Penelitian26
3.2	Alat Penelitian26
3.3	Langkah Penelitian27
3.3	Rancangan Penelitian28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	<i>Single line diagram</i> kelistrikan area Bangka.....30
4.2	Data kondisi awal setelah disederhanakan31
4.2.1	Pembagian jenis-jenis bus.....31
4.2.2	Data saluran32
4.2.3	Data Pembangkitan dan Pembebanan.....33
4.2.4	Data Transformator.....34
4.3	Perubahan data sistem kedalam per-unit35
4.4	Hasil Analisis Transien.....38
4.4.1	Analisis Transien disaat 9 Generator Beroperasi.....38
4.4.1.1	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Pada Bus 740
4.4.1.2	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Pada saluran Transmisi Bus 6 ke 743
4.4.1.3	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Pada saluran Transmisi Bus 5 ke 646
4.4.1.4	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Titik D49
4.4.1.5	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Titik E.....52
4.4.1.6	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Titik F.....55
4.4.1.7	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Titik G59
4.4.2	Analisis Transien disaat 7 generator beroperasi.....60
4.4.2.1	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Pada Bus 762
4.4.2.2	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Pada saluran Transmisi Bus 6 ke 765
4.4.2.3	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Pada saluran Transmisi Bus 5 ke 668
4.4.2.4	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Titik D71
4.4.2.5	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Titik E.....74
4.4.2.6	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Titik F.....77
4.4.2.7	Analisis Transien disaat Terjadi Gangguan Titik G80
4.4.3	Pembahasan Program Matlab82
4.4.3.1	Pembentukan Matriks Selama dan Setelah Gangguan83
4.4.3.2	Penghapusan Matriks83
4.4.3.3	Perhitungan Persamaan daya elektrik84
4.4.3.3	Perhitungan Persamaan ayunan85
4.4.3.3	Plot Kurva Ayunan (Grafik Ayunan)86
BAB V PENUTUP	
5.1	Kesimpulan50
5.2	Saran50

DAFTAR PUSTAKA

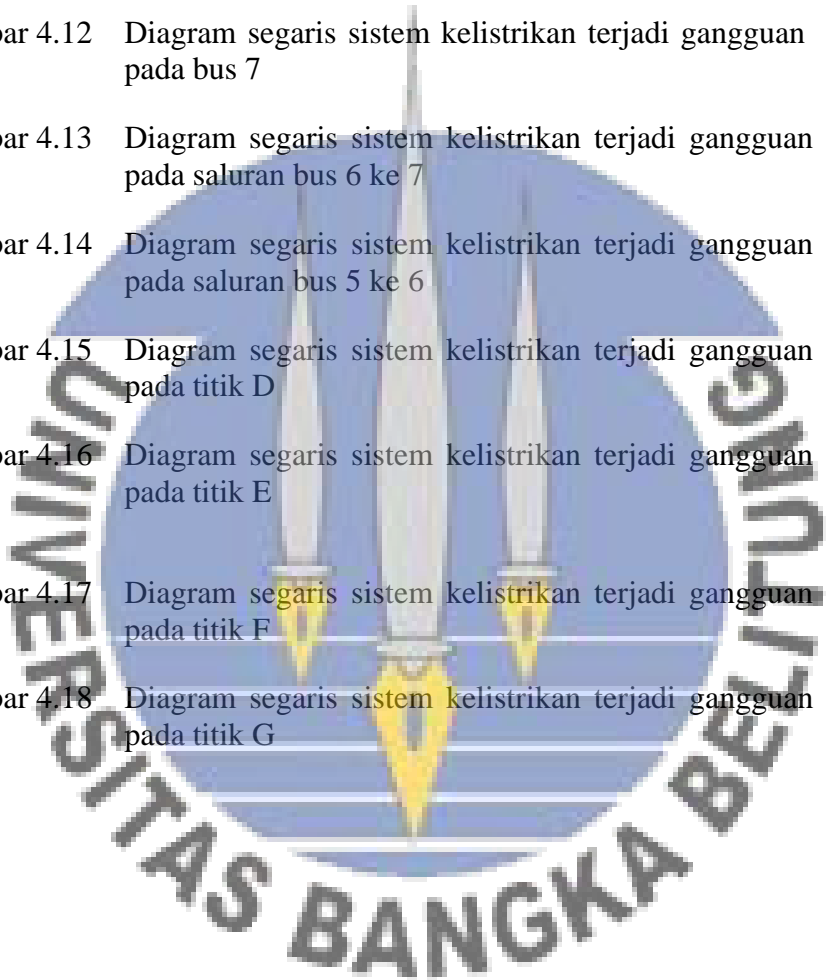
LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1	Diagram segaris sistem tenaga listrik sederhana 7
Gambar 2.2	Representasi rotor mesin yang membandingkan arah perputaran serta momen putar mekanis dan elektrik 11
Gambar 2.3	Diagram fasor mesin serempak untuk studi kestabilan peralihan 15
Gambar 2.4	Skema jaringan untuk studi kestabilan 16
Gambar 2.5	Jala-jala yang diperbesar dari suatu sistem daya 18
Gambar 2.6	Lengkung sudut daya yang menunjukkan sudut pemutusan kritis δ_{cr} luas A_1 dan A_2 adalah sama 20
Gambar 2.7	Kurva Ayunan 24
Gambar 3.1	Diagram alir langkah penelitian 26
Gambar 3.2	Diagram alir analisis stabilitas peralihan 28
Gambar 4.1	Diagram segaris kelistrikan area bangka 30
Gambar 4.2	Diagram segaris pembangkit dan kelistrikan setelah disederhanakan 31
Gambar 4.3	Diagram admitansi untuk jaringan sebelum gangguan 38
Gambar 4.4	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada bus 7 40
Gambar 4.5	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada saluran bus 6 ke 7 43
Gambar 4.6	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada saluran bus 5 ke 6 46
Gambar 4.7	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada titik D 49
Gambar 4.8	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada titik E 52

Gambar 4.9	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada titik F	55
Gambar 4.10	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada titik G	58
Gambar 4.11	Diagram admitansi untuk jaringan sebelum gangguan	61
Gambar 4.12	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada bus 7	60
Gambar 4.13	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada saluran bus 6 ke 7	65
Gambar 4.14	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada saluran bus 5 ke 6	68
Gambar 4.15	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada titik D	71
Gambar 4.16	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada titik E	74
Gambar 4.17	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada titik F	77
Gambar 4.18	Diagram segaris sistem kelistrikan terjadi gangguan 3 fasa pada titik G	80



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data nama dan tipe setiap bus sistem kelistrikan setelah disederhanakan	31
Tabel 4.2	Data penyulang 20 kV	32
Tabel 4.3	Data SUTT 150 kV	33
Tabel 4.4	Data Generator pada PLTD Merawang	33
Tabel 4.5	Data pembebanan pada Bus	34
Tabel 4.6	Data Transformator pada Pembangkit	35
Tabel 4.7	Studi aliran daya pada sistem setelah disederhanakan	36
Tabel 4.8	Data saluran dan Transformator, semua nilai dalam per satuan dengan dasar 150 kV, 100 MVA	36
Tabel 4.9	Data tentang rel dan nilai aliran beban sebelum gangguan (9 Generator Beroperasi) dalam per satuan dengan dasar 150 kV, 100 MVA	37
Tabel 4.10	Data tentang rel dan nilai aliran beban sebelum gangguan (7 Generator Beroperasi) dalam per satuan dengan dasar 150 kV, 100 MVA	38

DAFTAR ISTILAH

<i>Bus</i>	:	Bagian yang menghubungkan sisi saluran dengan sisi pembangkit atau gardu induk
<i>Infinite</i>	:	Bagian bus yang kokoh
<i>Transient</i>	:	Peralihan
<i>Dynamic</i>	:	Dinamis
<i>Steady State</i>	:	Keadaan tetap
<i>Incremental</i>	:	Perubahan kecil
<i>switching</i>	:	Saklar pemutus
<i>Swing Equation</i>	:	Persamaan Ayunan
<i>Accellarating torque</i>	:	Momen putar percepatan
<i>Retarding</i>	:	Momen putar perlambatan



DAFTAR SINGKATAN

PLTD	:	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTU	:	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLTG	:	Pembangkit Listrik Tenaga Gas
GI	:	Gardu Induk
kV	:	Kilo Volt
MVA	:	Mega Volt Amper
MVA _r	:	Mega Volt Amper Reaktif
p.u	:	Per unit
Pf	:	<i>Power faktor</i>
MW	:	Mega Watt

