

DAFTAR ISI

TESIS	<i>i</i>
TESIS	<i>ii</i>
TESIS	<i>iii</i>
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	<i>iv</i>
PRAKATA	<i>v</i>
DAFTAR ISI.....	<i>vii</i>
DAFTAR TABEL.....	<i>ix</i>
DAFTAR GAMBAR	<i>x</i>
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	<i>xi</i>
INTISARI.....	<i>xii</i>
ABSTRACT.....	<i>xiii</i>
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Keaslian dan Kontribusi Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	11
2.3 Pertanyaan Penelitian.....	25
2.4 Hipotesis	25
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Alat dan Bahan.....	26
3.2 Tahapan Penelitian.....	27
3.3 Metode Penelitian	29
3.4 Pengumpulan Data Simulasi	30
3.5 Pemodelan Sistem Kelistrikan Khatulistiwa.....	31
3.6 Validasi Model Simulasi.....	35
3.7 Penyusunan Skenario Simulasi	38
3.8 Simulasi Dekopling Sistem Khatulistiwa dan Sistem Sarawak.....	40
3.9 Metode Evaluasi Hasil	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Simulasi Gangguan N-1 Saat Interkoneksi Terhubung	42
4.2 Simulasi Gangguan N-1 Setelah Pelepasan Interkoneksi	43
4.3 Simulasi Gangguan N-1 Setelah Pelepasan Interkoneksi dengan Penerapan Under Frequency Load Shedding (UFLS).....	46

4.4 Simulasi Gangguan N-1 Setelah Pelepasan Interkoneksi pada Konfigurasi Sistem Berdasarkan RUPTL 2029 dengan Penerapan Under Frequency Load Shedding (UFLS)	48
4.5 Perbandingan Respon Frekuensi pada Keempat Skenario Operasi	50
4.6 Evaluasi Terhadap <i>Grid code</i>	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian ini	9
Tabel 2.2 Perbandingan ketentuan frekuensi pada <i>Grid code</i> Kalimantan dan Sarawak	21
Tabel 2.3 Komposisi pembangkit Sistem Khatulistiwa tahun 2025 [31]	22
Tabel 2.4 Rencana Penambahan Pembangkit Berdasarkan RUPTL 2025–2034.....	24
Tabel 3.1 Pemodelan Governor Pembangkit	33
Tabel 3.2 Pemodelan Beban Dari Data Aktual	34
Tabel 3.3 Menyamakan Pembangkitan	35
Tabel 3.4 Membandingkan Parameter Tegangan Pada Simulasi Load Flow.....	36
Tabel 3.5 Skenario Simulasi Penelitian	38
Tabel 3.6 Pengaturan Skema Under Frequency Load Shedding (UFLS)	39
Tabel 3.7 Parameter Simulasi	40
Tabel 3.8 Ringkasan Pelaksanaan Simulasi	40
Tabel 4.1 Parameter Respons Frekuensi pada Kondisi Interkoneksi Terhubung.....	43
Tabel 4.2 Parameter Respons Frekuensi pada Kondisi Pelepasan Interkoneksi	45
Tabel 4.3 Setting Under Frequency Load Shedding (UFLS).....	47
Tabel 4.4 Parameter Respon Frekuensi pada Kondisi Pelepasan Interkoneksi dengan Penerapan UFLS	48
Tabel 4.5 Parameter Respon Frekuensi Sistem Berdasarkan Konfigurasi RUPTL 2029 dengan Penerapan UFLS	49
Tabel 4.6 Perbandingan Parameter Respon Frekuensi Ketiga Skenario Operasi	51
Tabel 4.7 Peningkatan Kinerja UFLS Dibandingkan Kondisi Tanpa Mitigasi.....	51
Tabel 4.8 Evaluasi Kesesuaian Frekuensi Nadir terhadap Permen ESDM No 20 Tahun 2020 Mengenai <i>Grid Code Kalimantan</i>	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Stabilitas Sistem Tenaga Listrik [14]. [15]	11
Gambar 2.2 Tahapan respons frekuensi sistem setelah gangguan. [17] [18].....	12
Gambar 2.3 Model dinamis generator–beban pada analisis respons frekuensi. [20].....	15
Gambar 2.4 Konsep sistem interkoneksi antar area tenaga listrik. [22]	17
Gambar 2.5 Ilustrasi kondisi sistem sebelum dan sesudah pelepasan interkoneksi (decoupling). [22]	17
Gambar 2.6 Transformasi kurva beban kronologis menjadi Kurva Lama Beban (<i>Load Duration Curve</i>) serta ilustrasi pengelompokan beban dasar, beban menengah, dan beban puncak. [27]	19
Gambar 2.7 Dokumen regulasi Aturan Jaringan Sistem Kalimantan dan Sarawak State <i>Grid code</i> sebagai acuan operasi sistem interkoneksi. [29] [30]	20
Gambar 2.8 Konfigurasi jaringan Sistem Khatulistiwa dan interkoneksi dengan Sistem Sarawak. [22]	22
Gambar 2.9 Bauran produksi energi Sistem Khatulistiwa berdasarkan energi primer. [31]	23
Gambar 2.10 Susunan pembangkit Sistem Khatulistiwa pada kondisi beban tertinggi. [31]	23
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	27
Gambar 3.2 Konfigurasi Sistem Khatulistiwa	31
Gambar 3.3 Pemodelan Sistem Sarawak sebagai <i>external grid</i> pada GITET Mambong 275 kV dalam model simulasi.....	32
Gambar 3.4 Hasil simulasi loadflow dari model.	35
Gambar 3.5 Response frekuensi sebelum dilakukan simulasi lepas pembangkit.....	37
. Gambar 4.1 Respon Frekuensi saat Gangguan Pembangkit	42
Gambar 4.2 Grafik Transien Respon Frekuensi, Perbesaran dari Gambar 4.1	43
Gambar 4.3 Respons Frekuensi Sistem Setelah Pelepasan Interkoneksi.....	44
Gambar 4.4 Grafik Transien Perbesaran dari Gambar 4.3.....	44
Gambar 4.5 Respon Frekuensi Sistem Setelah Dekopling dengan Penerapan UFLS	46
Gambar 4.6 Grafik Transien Perbesaran dari Gambar 4.5.....	47
Gambar 4.7 Respon Frekuensi Sistem Berdasarkan Konfigurasi RUPTL 2029 dengan Penerapan UFLS	49
Gambar 4.8 Perbandingan Respons Frekuensi pada Empat Skenario Operasi.....	50

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang / Singkatan	Arti
ΔP	Perubahan daya akibat gangguan (MW)
Δf	Perubahan frekuensi sistem (Hz)
Ks	Kekakuan frekuensi (<i>Frequency Stiffness</i>) sistem (MW/Hz)
H	Konstanta inersia pembangkit (s)
f	Frekuensi sistem (Hz)
f_0	Frekuensi nominal sistem (50 Hz)
f_{nadir}	Frekuensi minimum setelah gangguan (Hz)
Δt	Selang waktu (s)
RoCoF	<i>Rate of Change of Frequency</i> (Hz/s)
MW	Megawatt
MVA	Mega Volt Ampere
kV	Kilovolt
Hz	Hertz
RMS	<i>Root Mean Square</i>
UFLS	<i>Under Frequency Load Shedding</i>
UFR	<i>Under Frequency Relay</i>
ADS	<i>Automatic Defense Scheme</i>
AGC	<i>Automatic Generation Control</i>
LDC	<i>Load Duration Curve</i>
N-1	Kondisi lepasnya satu elemen sistem tenaga (<i>single contingency</i>)
DIgSILENT PowerFactory	Perangkat lunak analisis dan simulasi sistem tenaga listrik
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
PLN	PT PLN (Persero)
SEB	<i>Sarawak Energy Berhad</i>
IPP	<i>Independent Power Producer</i>
GI	Gardu Induk
SUTET	Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLTG	Pembangkit Listrik Tenaga Gas
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTBm	Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa
PLTBg	Pembangkit Listrik Tenaga Biogas