



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PRAKATA	v
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vi
ABSTRACT	vii
INTISARI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori Komponen / Peralatan	6
2.2.1 Generator sinkron	6
2.2.2 Governor	11
2.2.3 Power System Stabilizer	12
2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	14
2.2.4.1 Definisi	14
2.2.4.2 Efek Penetrasi PLTS Pada Kestabilan Transien	15
2.2.4.3 Current Source Inverter	15
2.2.5 Battery Energy Storage System	18
2.2.5.1 Sistem Penyimpanan Energi Baterai (BESS).....	18
2.2.5.2 Pengendalian Respon Frekuensi Primer (PFR).....	20
2.2.5.3 Pengendalian Respon Inersia (IR)	20
2.2.5.4 Model Pengendali Frekuensi	21
2.3 Power System Stability.....	21
2.3.1 Kestabilan frekuensi	22
2.3.1.1 Frequency Response	23
2.3.1.2 Inersia Sinkron	25
2.3.1.3 Virtual Inersia	26
2.3.1.4 RoCoF	26
2.3.2 Stabilitas Transien.....	27
2.3.2.1 Swing Equation (Persamaan Ayunan)	27
2.3.2.2 Equal Area Criterion (Kriteria Sama Luas)	30
2.4 Proteksi Line Transmisi	32



2.4.1	Source Impedance Ratio	32
2.4.2	Distance Relay	33
2.4.3	<i>Line Current Differential Relay</i>	34
2.5	Batasan pada <i>Grid Code</i>	36
2.6	Hipotesis.....	38
BAB III Metode Penelitian.....		39
3.1	Alat dan Bahan Tesis	39
3.1.1	Alat Tesis	39
3.1.2	Bahan Tesis.....	39
3.1.3	RUPTL 2021 - 2030	40
3.1.4	Implementasi Sistem.....	41
3.1.4.1	Kondisi Eksisting dan Pembangkit Konvensional..	41
3.1.4.2	Pemodelan PLTS, BESS dan Pembebanan	43
3.2	Diagram Alur.....	47
3.3	Manfaat dan Kriteria Produk	47
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....		49
4.1	Pengujian Kestabilan Frekuensi	49
4.1.1	Pengujian N-1 dengan BESS 5 MW	49
4.1.2	Pengujian N - 1 <i>Curtaiment</i> PLTS.....	56
4.1.3	Pengujian dengan BESS 10 MW	61
4.2	Pengujian Kestabilan Sudut Rotor	63
BAB V Kesimpulan dan Saran.....		69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....		71
LAMPIRAN		L-1
L.1	Pemodelan Pada Digsilent.....	L-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi Generator	7
Gambar 2.2	Model <i>Sub Transient</i> Generator	10
Gambar 2.3	Ilustrasi Koordinat dq Pada Model <i>Sub-Transient</i> Generator	11
Gambar 2.4	Blok Diagram <i>Governor</i>	12
Gambar 2.5	Blok Diagram PSS	13
Gambar 2.6	Respon BESS Terhadap Naik-Turun Frekuensi	19
Gambar 2.7	Blok Diagram <i>frequency Controller</i>	21
Gambar 2.8	<i>Bagan Power System Stability</i>	22
Gambar 2.9	Respon Frekuensi [1]	23
Gambar 2.10	Kriteria Sama Luas	30
Gambar 2.11	<i>SLD Line Current Differensial Relay</i>	34
Gambar 3.1	Rencana Pengembangan Sistem Kelistrikan Ambon 2030 ..	41
Gambar 3.2	SLD Sistem Ambon.....	41
Gambar 3.3	<i>Flow Chart</i> Pembebanan PLTS	43
Gambar 3.4	Rata-rata energi PLTS per 1 kWp di lokasi	44
Gambar 3.5	Langgam Beban	46
Gambar 3.6	<i>Flow Chart</i> Penelitian	47
Gambar 4.1	Grafik N-1 Pukul 09.00	52
Gambar 4.2	Grafik Sudut Rotor 09.00	53
Gambar 4.3	Grafik N-1 Pukul 11.00	54
Gambar 4.4	Grafik N-1 Pukul 11.00 dengan <i>Curtailment</i>	59
Gambar 4.5	Respon Inersia dan Virtual Inersia	62
Gambar 4.6	Grafik N-1 Dengan BESS 10 MW	63
Gambar 4.7	Respon Frekuensi dan Sudut Rotor Tanpa Penetrasi PLTS ..	65
Gambar 4.8	Respon Frekuensi dan Sudut Rotor dengan Penetrasi PLTS 75 MWp	66
Gambar 1	Pemodelan <i>SLD Grid</i>	L-1
Gambar 2	<i>Model Engine</i> PLTMG.....	L-2
Gambar 3	<i>Model Engine</i> PLTD Sambelia	L-3
Gambar 4	<i>Model Governor</i>	L-4
Gambar 5	Model PSS	L-4
Gambar 6	Model AVR.....	L-5
Gambar 7	Model RMS PLTS	L-6
Gambar 8	<i>Model PWM Converter</i> PLTS	L-6
Gambar 9	<i>Model Batteray Sistem</i>	L-7



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daftar Pustaka Lain	5
Tabel 2.2	Perbandingan Teknologi Baterai	19
Tabel 2.3	Klasifikasi Panjang Saluran Berdasarkan SIR	32
Tabel 3.1	Rencana Neraca Daya Sistem Kelistrikan Ambon 2021 s/d 2030	40
Tabel 3.2	Spesifikasi Sistem Kelistrikan Ambon Saat Ini	42
Tabel 3.3	Spesifikasi Generator	42
Tabel 3.4	Daya Mampu PLTS Ambon 75 MWp dan Per Blok 15 MWp ..	45
Tabel 4.1	Operasi Pembangkit untuk Pengujian N-1	50
Tabel 4.2	Simulasi Lepas Pembangkit N - 1 pada Berbagai Waktu	51
Tabel 4.3	Operasi Pembangkit untuk Pengujian N-1 Setelah <i>Curtailment</i>	57
Tabel 4.4	Simulasi Lepas Pembangkit N - 1 pada Berbagai Waktu	58
Tabel 4.5	Simulasi Lepas Pembangkit N - 1 pada Berbagai Waktu BESS 10 MW	61
Tabel 4.6	Perbandingan Operasi Sistem pada Berbagai Skenario PLTS...	64
Tabel 4.7	Pengaruh Jumlah Blok PLTS Beroperasi terhadap Frekuensi dan Selisih Sudut Rotor	64
Tabel 4.8	Hasil Simulasi Fault Line Transmisi Passo - Sirimau, Per Wak- tu <i>Clearing Time</i>	67
Tabel 4.9	Hasil Simulasi Fault Line Transmisi Waai - Passo, Per Waktu <i>Clearing Time</i>	67
Tabel 4.10	Hasil Simulasi Fault Line Transmisi Passo - Hative Besar, Per Waktu <i>Clearing Time</i>	68