

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
BAB I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori .....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.1.1 Studi pada Sistem <i>Microgrid</i> .....	6
2.1.2 Studi pada Stabilitas Frekuensi.....	7
2.2 Dasar Teori .....	9
2.2.1 <i>Microgrid</i> .....	9
2.2.1.1 <i>Interconnected Mode</i> .....	10
2.2.1.2 <i>Islanded Mode</i> .....	11
2.2.2 Stabilitas Sistem Tenaga Listrik .....	11
2.2.2.1 Stabilitas Frekuensi .....	12
2.2.2.1.1 Frekuensi Nadir .....	13
2.2.2.1.2 <i>Rate of Change of Frequency (RoCoF)</i> .....	14
2.2.2.1.3 <i>Settling Time</i> .....	15
2.2.2.1.4 <i>Overshoot Frequency</i> .....	15
2.2.2.1.5 <i>Steady-state Frequency Deviation</i> .....	16
2.2.3 <i>Distributed Generation (DG)</i> .....	16
2.2.3.1 Teknologi DG .....	17
2.2.3.1.1 Diesel Genset.....	17

2.2.3.1.2	Pembangkit Berbasis Konverter / <i>Converter-Based Generator</i> .....	18
2.2.3.2	Kontrol Konverter .....	19
2.2.3.2.1	Konsep <i>Grid-Forming</i> vs <i>Grid-Following</i> ....	19
2.2.3.2.2	<i>Droop Control</i> .....	19
2.2.3.2.3	<i>Virtual Synchronous Machine (VSM)</i> .....	20
2.2.4	Simulasi <i>Root Mean Square (RMS)</i> .....	22
2.2.4.1	Step Beban ( <i>Load Step</i> ) .....	22
2.2.5	Aturan Jaringan ( <i>Grid Code</i> ) .....	23
BAB III Metode Penelitian .....		24
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir .....	24
3.1.1	Alat Tugas akhir .....	24
3.1.2	Bahan Tugas akhir .....	24
3.2	Alur Tugas Akhir .....	25
3.3	Pemodelan Sistem .....	26
3.3.1	Struktur Jaringan MV <i>Microgrid</i> .....	26
3.3.2	Komponen Sistem dan Parameter Utama .....	28
3.3.2.1	Parameter Saluran .....	28
3.3.2.2	Parameter Transformator .....	28
3.3.2.3	Parameter Beban .....	29
3.3.2.4	Parameter Pembangkit .....	29
3.3.2.4.1	<i>Eksternal Grid</i> .....	29
3.3.2.4.2	Sistem Nonhibrida .....	30
3.3.2.4.3	Sistem Hibrida .....	30
3.3.3	Pemodelan Teknologi Kontrol pada DG .....	31
3.3.3.1	Pemodelan Konverter - <i>Droop Control</i> .....	31
3.3.3.2	Pemodelan Konverter - VSM .....	31
3.3.3.3	Pemodelan Diesel Genset .....	32
3.3.4	Mode Operasi Sistem .....	33
3.3.5	Studi Kasus dan Titik Uji Frekuensi .....	34
3.3.5.1	Perancangan Studi Kasus dan Skenario Gangguan .....	34
3.3.5.2	Penentuan Titik Uji Frekuensi .....	35
3.4	Metode Perhitungan Metrik Stabilitas Frekuensi .....	36
3.4.1	Metrik 1: Frekuensi Nadir .....	36
3.4.2	Metrik 2: RoCoF .....	36
3.4.3	Metrik 3: <i>Settling Time</i> .....	37
3.4.4	Metrik 4: <i>Overshoot Frequency</i> .....	37
3.4.5	Metrik 5: <i>Steady-State Frequency Deviation</i> .....	37
BAB IV Hasil dan Pembahasan .....		38



4.1	Studi Kasus 1 : Stabilitas Frekuensi pada Sistem MV <i>Microgrid</i> Nonhibrida	38
4.1.1	Pelepasan 1 Unit DG – <i>Interconnected</i>	38
4.1.1.1	Pelepasan 1 Konverter – <i>Droop</i> pada Mode <i>Interconnected</i>	39
4.1.1.2	Pelepasan 1 Konverter – VSM pada Mode <i>Interconnected</i>	40
4.1.1.3	Pelepasan 1 Diesel Genset pada Mode <i>Interconnected</i>	41
4.1.2	Pelepasan 1 Unit DG – <i>Islanded</i>	43
4.1.2.1	Pelepasan 1 Konverter – <i>Droop</i> pada Mode <i>Islanded</i>	43
4.1.2.2	Pelepasan 1 Konverter – VSM pada Mode <i>Islanded</i>	44
4.1.2.3	Pelepasan 1 Diesel Genset pada Mode <i>Islanded</i>	46
4.1.3	<i>RMS – Load Step – Islanded</i>	47
4.1.3.1	Penambahan Beban saat Menggunakan Konverter – <i>Droop</i>	47
4.1.3.2	Penambahan Beban saat Menggunakan Konverter – VSM	49
4.1.3.3	Penambahan Beban saat Menggunakan Diesel Genset	50
4.1.4	Pelepasan <i>External Grid - Transition</i>	51
4.1.4.1	Respons Konverter – <i>Droop</i> saat Pelepasan <i>External Grid - Transition</i>	52
4.1.4.2	Respons Konverter – VSM saat Pelepasan <i>External Grid - Transition</i>	53
4.1.4.3	Respons Diesel Genset saat Pelepasan <i>External Grid - Transition</i>	54
4.2	Studi Kasus 2 : Stabilitas Frekuensi pada Sistem MV <i>Microgrid</i> Hibrida	56
4.2.1	Pelepasan 1 Unit DG pada Sistem Hibrida – <i>Interconnected</i>	56
4.2.1.1	Pelepasan DG ke-1 pada Sistem Hibrida Mode <i>Interconnected</i>	56
4.2.1.2	Pelepasan DG ke-2 pada Sistem Hibrida Mode <i>Interconnected</i>	58
4.2.1.3	Pelepasan DG ke-3 pada Sistem Hibrida Mode <i>Interconnected</i>	59
4.2.2	Pelepasan 1 Unit DG pada Sistem Hibrida – <i>Islanded</i>	60
4.2.2.1	Pelepasan DG ke-1 pada Sistem Hibrida Mode <i>Islanded</i>	61
4.2.2.2	Pelepasan DG ke-2 pada Sistem Hibrida Mode <i>Islanded</i>	62
4.2.2.3	Pelepasan DG ke-3 pada Sistem Hibrida Mode <i>Islanded</i>	63
4.2.3	<i>RMS – Load Step – Islanded</i> pada Sistem Hibrida	65
4.2.4	<i>Pelepasan External Grid - Transition</i> pada Sistem Hibrida	66
4.3	Analisis Perbandingan Kinerja Sistem	67
4.3.1	Analisis Komparatif Antar Teknologi DG pada Sistem Nonhibrida	67
4.3.2	Analisis Komparatif Kinerja Sistem Hibrida dan Nonhibrida	69



<b>BAB V</b>	<b>Kesimpulan dan Saran</b> .....	72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		75
<b>LAMPIRAN</b> .....		L-1
L.1	Perhitungan Rasio Gangguan.....	L-1
L.2	Respons Daya Aktif Unit DG pada Berbagai Skenario Gangguan .....	L-3
L.2.1	Plot P pada Sistem Nonhibrida .....	L-3
L.2.2	Plot P pada Sistem Hibrida .....	L-8
L.3	<i>Single-Line Diagram</i> Sistem MV <i>Microgrid</i> .....	L-13
L.3.1	SLD MV <i>Microgrid</i> - Diesel Genset .....	L-13
L.3.2	SLD MV <i>Microgrid</i> - Hibrida .....	L-14
L.4	Diagram Model Pengendali Sistem MV <i>Microgrid</i> .....	L-15
L.4.1	<i>Droop Control</i> .....	L-15
L.4.2	<i>Virtual Synchronous Machine (VSM)</i> .....	L-15
L.4.3	Sistem Eksitasi EXAC1.....	L-16
L.4.4	Sistem <i>Governor</i> DEGOV1 .....	L-16
L.5	<i>Source Code</i> .....	L-17
L.5.1	Frekuensi Nadir .....	L-17
L.5.2	RoCoF .....	L-19
L.5.3	<i>Settling Time</i> .....	L-24
L.5.4	<i>Overshoot Frequency</i> .....	L-27
L.5.5	<i>Steady-State Frequency Deviation</i> .....	L-29