

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xxii
Intisari	xxvii
Abstract	xxviii
1 BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penulisan.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
2 BAB II DASAR TEORI.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 <i>Microgrid</i>	9
2.2.2 <i>Grid Code</i>	11
2.2.3 Motor Induksi	12
2.2.3.1 Prinsip Kerja	12
2.2.3.2 Rangkaian Elektris Motor Induksi	13
2.2.3.3 Pengaturan Kecepatan Motor Induksi	16
2.2.3.4 PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	19
2.2.4 Generator Sinkron.....	21
2.2.4.1 Prinsip Kerja	22
2.2.4.2 Reaksi Jangkar	23

2.2.4.3	Tegangan yang Dibangkitkan	24
2.2.5	Generator Induksi	26
2.2.5.1	Prinsip Kerja	27
2.2.5.2	Kebutuhan Daya Reaktif	30
2.2.6	Sinkronisasi Paralel.....	31
2.2.6.1	Syarat Utama Sinkronisasi Paralel Generator	32
2.2.6.2	Urutan Fase	32
2.2.6.3	<i>Voltage Magnitude</i>	33
2.2.6.4	Frekuensi	34
2.2.6.5	Sudut Fase	35
2.2.7	<i>Load sharing</i>	36
2.2.7.1	<i>Active Power (kW) Load sharing</i>	36
2.2.7.2	<i>Reactive Power (kVar) Load sharing</i>	39
3	BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1	Diagram Alir Penelitian	40
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	43
3.2.1	Alat Penelitian.....	43
3.2.2	Bahan Penelitian	44
3.3	Pembangkit Generator Sinkron.....	44
3.3.1	Penggerak Mula Generator Sinkron	47
3.3.2	Sistem Eksitasi Generator Sinkron	48
3.4	Pembangkit Generator Induksi	48
3.4.1	Penggerak Mula Generator Induksi	51
3.4.2	Kebutuhan Daya Reaktif Generator Induksi.....	52
3.5	Grid Sistem	53
3.6	Beban	54
3.7	<i>Capacitor Bank</i>	55
3.8	Operasi Paralel Sistem	56
3.8.1	Pengujian Penyambungan Generator.....	57
3.8.2	Pengujian Skenario 1	60
3.8.3	Pengujian Skenario 2	61

3.8.4	Pengujian Pemutusan Generator Induksi A pada sistem	64
3.8.5	Pengujian Pemutusan <i>Capacitor bank</i> pada sistem	64
3.8.6	Pengujian Pemutusan Generator Induksi B pada sistem.....	65
3.8.7	Pengujian Pemutusan beban pada sistem.....	66
4	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	68
4.1	Pengujian <i>Stand alone</i> Generator Sinkron dan Generator Induksi	68
4.1.1	Pengujian Generator Sinkron <i>Stand alone</i>	68
4.1.1.1	Pengujian Karakteristik <i>Starting Inverter</i> Generator Sinkron.....	68
4.1.1.2	Pengujian Karakteristik Operasi Inverter pada Penggerak mula Generator Sinkron	73
4.1.1.3	Pengujian Karakteristik Eksitasi Generator Sinkron Tanpa Beban	74
4.1.1.4	Pengujian Operasi Pembebanan Generator Sinkron	76
4.1.2	Pengujian Generator Induksi A <i>Stand alone</i>	80
4.1.2.1	Pengujian Karakteristik <i>Starting Inverter</i> Generator Induksi A .	80
4.1.2.2	Pengujian Karakteristik Operasi Inverter pada Penggerak mula Generator Induksi A.....	84
4.1.2.3	Pengujian Operasi Generator Induksi A Tanpa Beban	85
4.1.2.4	Pengujian Operasi Generator Induksi A Berbeban	87
4.1.3	Pengujian Generator Induksi B <i>Stand alone</i>	90
4.1.3.1	Pengujian Karakteristik <i>Starting Inverter</i> Generator Induksi B..	90
4.1.3.2	Pengujian Karakteristik Operasi Inverter pada Penggerak mula Generator Induksi B	94
4.1.3.3	Pengujian Operasi Generator Induksi B Tanpa Beban	96
4.1.3.4	Pengujian Operasi Generator Induksi B Berbeban	98
4.2	Pengujian Operasi Penyambungan Generator Induksi A pada <i>Testbed Microgrid</i>	101
4.2.1	Perubahan Tegangan Sistem.....	103
4.2.2	Perubahan Frekuensi Sistem.....	104
4.2.3	Perubahan Arus Keluaran pada Setiap Generator.....	105
4.2.4	Perubahan Daya Aktif Keluaran pada Setiap Generator.....	106

4.2.5	Perubahan Faktor Daya pada Setiap Generator	108
4.2.6	Perubahan Daya Reaktif pada Setiap Generator	109
4.3	Pengujian Skenario 1	111
4.3.1	Pengujian Operasi Paralel Generator Sinkron dan Generator Induksi terhadap Penambahan Beban	111
4.3.1.1	<i>Load sharing</i> Daya Aktif	118
4.3.1.2	<i>Load sharing</i> Daya Reaktif	121
4.3.1.3	Perubahan Faktor Daya	125
4.3.2	Pengujian Operasi Paralel Generator Sinkron dan Generator Induksi terhadap Penurunan Beban	126
4.3.2.1	<i>Load sharing</i> Daya Aktif	132
4.3.2.2	<i>Load sharing</i> Daya Reaktif	135
4.3.2.3	Perubahan Faktor Daya	139
4.3.3	Pengujian Operasi Paralel Generator Sinkron dan Generator Induksi terhadap Beban yang Fluktuatif	140
4.3.3.1	<i>Load Sharing</i> Daya Aktif	142
4.3.3.2	<i>Load Sharing</i> Daya Reaktif	144
4.3.3.3	Perubahan Faktor Daya	145
4.4	Pengujian Skenario 2	146
4.4.1	Pengujian Operasi Paralel Generator Sinkron dan Generator Induksi pada Beban Konstan terhadap Penambahan nilai <i>Duty Cycle</i> dan Frekuensi Penggerak Mula Generator Sinkron	149
4.4.1.1	<i>Load sharing</i> Daya Aktif	152
4.4.1.2	<i>Load sharing</i> Daya Reaktif	155
4.4.1.3	Perubahan Faktor Daya	156
4.4.2	Pengujian Operasi Paralel Generator Sinkron dan Generator Induksi pada Beban Konstan terhadap Penambahan <i>Duty Cycle</i> dan frekuensi Penggerak Mula Generator Induksi A	158
4.4.2.1	<i>Load sharing</i> Daya Aktif	161
4.4.2.2	<i>Load sharing</i> Daya Reaktif	165
4.4.2.3	Perubahan Faktor Daya	166

4.4.3	Pengujian Operasi Paralel Generator Sinkron dan Generator Induksi pada Beban Konstan terhadap Penambahan <i>Duty Cycle</i> dan Frekuensi Penggerak Mula Generator Induksi B	168
4.4.3.1	<i>Load sharing</i> Daya Aktif	171
4.4.3.2	<i>Load sharing</i> Daya Reaktif	174
4.4.3.3	Perubahan Faktor Daya	176
4.4.4	Pengujian Operasi Paralel Generator Sinkron dan Generator Induksi pada Beban Konstan terhadap Penambahan Arus Eksitasi.....	177
4.4.4.1	<i>Load sharing</i> Daya Aktif	179
4.4.4.2	<i>Load sharing</i> Daya Reaktif	182
4.4.4.3	Perubahan Faktor Daya	183
4.5	Pengujian Operasi Pemutusan Generator Sinkron dan Generator Induksi pada <i>Testbed microgrid</i>	184
4.5.1	Perubahan Tegangan Sistem	184
4.5.2	Perubahan Frekuensi Sistem	186
4.5.3	Perubahan Arus Keluaran pada Setiap Generator.....	187
4.5.4	Perubahan Daya Keluaran pada Setiap Generator	188
4.5.5	Perubahan Faktor Daya pada Generator Sinkron.....	190
4.5.6	Perubahan Daya Reaktif pada Setiap Generator	191
4.5.7	Perubahan Tegangan dan Frekuensi saat Beban Lepas dari Sistem	193
5	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	195
5.1	Kesimpulan	195
5.2	Saran	197
	DAFTAR PUSTAKA	198
6	LAMPIRAN	200
6.1	Dokumentasi Perangkat Keras	200
6.1.1	Generator dan Motor	200
6.1.2	Sistem Pengendali Penggerak Mula	201
6.1.3	<i>Variac</i>	202
6.1.4	<i>Capacitor Bank</i>	202

6.1.5	Busbar	203
6.1.6	Beban	203
6.1.7	<i>TestBed Microgrid</i>	204
6.2	Data Hasil Pengujian.....	205
6.2.1	Pengujian Operasi Paralel Generator terhadap Fluktuasi Beban ...	205
6.2.2	Pengujian Operasi Paralel Generator pada Beban Penuh terhadap Perubahan Nilai <i>Duty Cycle</i> Penggerak Mula Salah Satu Generator dan Perubahan Nilai Eksitasi	220
6.2.3	Operasi Penyambungan Generator Induksi	232