

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xxii
Intisari .....	xxvii
<i>Abstract</i> .....	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