



Institut Teknologi Nasional Malang

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
DESAIN DAN ANALISIS *POWER SHARING* PADA
ALTERNATING CURRENT MICROGRID DENGAN
METODE *DROOP CONTROL***

Lauretti Yovita Lumban Gaol
NIM 2212904

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Februari 2024



Institut Teknologi Nasional Malang

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
DESAIN DAN ANALISIS *POWER SHARING* PADA
ALTERNATING CURRENT MICROGRID DENGAN
METODE *DROOP CONTROL***

Lauretti Yovita Lumban Gaol
NIM 2212904

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Februari 2024

**“DESAIN DAN ANALISIS *POWER SHARING* PADA
ALTERNATING CURRENT MICROGRID DENGAN
METODE DROOP CONTROL”**

SKRIPSI


**LAURETTI YOVITA LUMBAN GAOL
2212904**


Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Energi Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

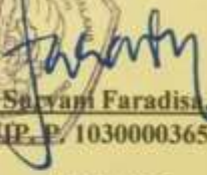
Dosen Pembimbing II


Awan Uji Kasmanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19800701 200501 1 002


Dr. Iryne Budi Sulistiawati, ST., MT.
NIP. 19770615 200501 1 002

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Dr. Armalia Saqyam Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

MALANG
Februari, 2024



PT INP PERSEKUTUAN
SAWI NADAMALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Rampok I : J. Belongor Suro-gare No 2 Telp. (0341) 551431 Jember; Fax. (0341) 553215 Malang 65143
Rampok II : J. Raya Karangsari Km 2 Telp. (0341) 417836 Fax. (0341) 417934 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Lauretti Yovita Lumban Gaol
NIM : 2212904
Program Studi : Teknik Elektro S-I
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2023/2024
Judul Skripsi : Desain dan Analisis Power Sharing Pada Alternating Current Microgrid Dengan Metode Droop Control
Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:
Hari : Rabu
Tanggal : 7 Februari 2024
Nilai : **87,50**

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.

NIP. P. 1030000365

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Widodo Pudi Muljanto, MT.

NIP. Y. 1028700171

Sekretaris Majelis Penguji

Sotvohadi, ST., MT.

NIP. Y. 1039700309

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT.

NIP. Y.1030100371

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lauretti Yovita Lumban Gaol
NIM : 2212904
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1/ Teknik Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 1272035104010003
Alamat : Jl. Kain Sutera, Kota Pematangsiantar,
Sumatera Utara
Judul Skripsi : Desain dan Analisis Power Sharing Pada
Alternating Current Microgrid dengan
Metode Droop Control

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, Februari 2024

Yang membuat pernyataan



(Lauretti Yovita Lumban Gaol)
NIM.2212904

ABSTRAK

DESAIN DAN ANALISIS *POWER SHARING* PADA AC *MICROGRID* DENGAN METODE *DROOP* *CONTROL*

Lauretti Yovita Lumban Gaol,
Awan Uji Krismanto,ST.,MT.,Ph.D.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST.
laurettiyovita@gmail.com

Dalam era modern, kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi serta perkembangan teknologi yang pesat. Energi Terbarukan merupakan solusi yang bisa diimplementasikan karena bersifat aman, andal, dan ramah lingkungan. Penggunaan sumber energi terbarukan dalam kelistrikan disebut dengan *Distributed Generation* (DG). Dalam makalah ini pendekatan analitis dilakukan untuk mengevaluasi metode *droop control* pada mode *islanding*. Kondisi *islanding* terjadi ketika microgrid terputus dari grid utama (PLN) dan *Distributed Generation* (DG) sepenuhnya mensuplai beban dalam sistem sepenuhnya. *Droop control* adalah solusi utama pada *power sharing* antar DG dalam jaringan mikro, dimana pada mode ini tidak ada dukungan dari jaringan distribusi listrik. Makalah ini mengusul mode simulasi *power sharing* dengan simulink. Microgrid terdiri dari tiga subsistem inverter paralel, dengan daya masing-masing diatur kapasitasnya sesuai dengan *case* yang akan dijalankan dan terhubung ke bus PCC (*Point-of-Common-Coupling*). Berdasarkan hasil simulasi, Inverter dengan *droop* yang lebih kecil yaitu 1% akan memberikan kontribusi daya lebih banyak saat terjadi peningkatan beban, dan sebaliknya

Kata Kunci : *Distributed Generation, Droop Control, Power sharing, Microgrid*

ABSTRACT

DESAIN DAN ANALISIS *POWER SHARING* PADA AC *MICROGRID* DENGAN METODE *DROOP* *CONTROL*

Lauretti Yovita Lumban Gaol,
Awan Uji Krismanto,ST.,MT.,Ph.D.
Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST.
laurettiyovita@gmail.com

In modern era, the need for electrical energy is increasing along with population growth and rapid technological developments. Renewable Energy is a solution that can be implemented because it is safe, reliable and environmentally friendly. The use of renewable energy sources in electricity is called Distributed Generation (DG). In this paper an analytical approach is taken to evaluate the droop control method in islanding mode. Islanding condition is a condition when the microgrid is disconnected from the main grid (PLN) and the load in the system is completely supplied by Distributed Generation. Droop control is the main solution for power sharing between DGs in a micro grid, where in this mode there is no support from the electricity distribution network. This paper proposes a power sharing simulation mode with Simulink. The microgrid consists of three parallel inverter subsystems, with each power capacity regulated according to the case to be run and connected to the PCC (Point-of-Common-Coupling) bus. Based on the simulation results, inverter with a smallest droop value of 1% will contribute more power when the load increases.

Keyword : *Distributed Generation, Droop Control, Power sharing, Microgrid*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat dan rahmatNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sesuai arahan Dosen Pembimbing dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penyusunan Skripsi memiliki banyak kendala, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak maka tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, S.T.,M.T.,Ph.D. selaku Rektor ITN sekaligus dosen Pembimbing I yang senantiasa selalu membimbing dengan sepenuh penuh hati.
2. Ibu Dr.Irrine Budi Sulistiawati, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa selalu membimbing dengan sepenuh penuh hati.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
4. Kedua orang tua atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
5. Teman-teman Alih Jenjang 2022 yang turut serta memberikan dukungan dan kontribusi selama menempuh perkuliahan

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan

Malang, Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	v
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Microgrid	5
2.1.1 Grid Connected.....	6
2.1.2 Islanding	7
2.2 Klasifikasi Microgrid	9
2.2.1 Alternating Circuit Microgrid	9
2.2.2 Direct Current Microgrid	11
2.2.3 Hybrid Microgrid.....	13
2.3 Distributed Generation	15
2.4 Inverter	16
2.5 Power Sharing	18
2.6 Daya	19
2.7 Jenis- Jenis Daya.....	19

2.7.1	Daya Aktif	20
2.7.2	Daya Reaktif	20
2.7.3	Daya Semu.....	20
2.8	Droop Control	21
2.8.1	P-F Droop	23
2.8.2	Q-V Droop.....	24
2.9	Hierarchical Control.....	25
2.10	<i>Simulink</i>	27
BAB III.....		29
METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Tahap Penelitian.....	29
3.2	Flowchart Sistem.....	30
3.3	Desain <i>Alternating Current Microgrid</i>	31
3.4	Desain Inverter	33
3.5	Data Sistem	34
BAB IV.....		35
HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Pengenputan Data Kapasitas Nominal Values dan Droop Values	35
4.1.1	Kapasitas Inverter dan Droop Values Sama.....	35
4.1.2	Kapasitas Inverter Berbeda Droop Values Sama	37
4.1.3	Kapasitas Inverter Dan Droop Values Berbeda	38
4.2	Hasil Simulasi	41
4.2.1	Hasil Simulasi <i>Case I</i>	41
4.2.2	Hasil Simulasi <i>Case II</i>	43

4.2.3 Hasil Simulasi <i>Case III</i>	45
BAB V	47
PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Microgrid	5
Gambar 2. 2 Mode Grid-Connection	7
Gambar 2. 3 Mode Islanding	8
Gambar 2. 4 <i>Alternating Current Microgrid</i>	10
Gambar 2. 5 <i>Direct Current Microgrid</i>	12
Gambar 2. 6 <i>Hybrid Microgrid</i>	14
Gambar 2. 7 Komponen Inverter Dua Tingkat	17
Gambar 2. 8 Karakteristik P-F Droop.....	23
Gambar 2. 9 Karakteristik Q-V Droop	25
Gambar 2.10 Hasil Pengukuran Inverter.....	26
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	29
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem	30
Gambar 3. 3 Diagram Rangkaian Operasi Paralel Sistem Microgrid	32
Gambar 3. 4 Rangkaian subsistem pada inverter.....	33
Gambar 4. 1 Block Parameter Kapasitas dan Droop: a) Inverter 1 b) Inverter 2 c) Inverter 3	36
Gambar 4. 2 Block Parameter Kapasitas dan Droop : a) Inverter 1 b) Inverter 2 c) Inverter 3	38
Gambar 4. 3 Block Parameter Kapasitas dan Droop : a) Inverter 1 b) Inverter 2 c) Inverter 3	39
Gambar 4. 4 Hasil Simulasi <i>Case I</i>	41
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran PCC.....	42
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Inverter.....	43
Gambar 4.7 Hasil Simulasi <i>Case II</i>	43
Gambar 4.8 Hasil Pengukuran PCC.....	44
Gambar 4.9 Hasil Pengukuran Inverter.....	45
Gambar 4.10 Hasil Simulasi <i>Case III</i>	45
Gambar 4.11 Hasil Pengukuran PCC.....	46
Gambar 4.12 Hasil Pengukuran Inverter.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Pengklasifikasian Distributed Generation	15
Tabel 3. 1 Parameter Sistem	30