

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Juan Arya Satria

NPM : 187002037

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

Pemodelan dan Optimasi Microgrid

PV, Micro Hydro, dan Pembangkit Termal

Benar-benar merupakan hasil karya pribadi dan bukan merupakan hasil karya orang lain atau pihak manapun. Seluruh sumber yang dijadikan rujukan dan dikutip dalam laporan Tugas Akhir ini telah saya nyatakan dengan benar.

Tasikmalaya, 11 Januari 2023



Muhammad Juan Arya Satria
187002037

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “PEMODELAN DAN OPTIMASI *MICROGRID* PV, *MICRO HYDRO*, DAN PEMBANGKIT TERMAL” Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Siliwangi. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung, membantu kelancaran penulisan ini diantaranya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat, karunia dan ridho Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H Aripin selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Siliwangi.
3. Bapak Ir. Firmansyah Maulana SN, M.Kom. selaku Ketua jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Siliwangi.
4. Bapak Andri Ulus Rahayu, S.Pd., M.T. selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Siliwangi.

5. Bapak Dr. Ir. Asep Andang, M.T., IPM., Asean.Eng Selaku pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
6. Bapak Dr. Ir. Nurul Hiron, M.Eng., MM., IPU Selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
7. Dosen jurusan Teknik Elektro di Universitas Siliwangi yang telah membekali penulis dengan beberapa disiplin ilmu yang berguna.
8. Orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan doa, semangat, maupun finansial sehingga penulis mampu menyelesaikan masa studi perkuliahan.
9. Herris Sona Kurnia dan Putri Sonia Dwi Lestari sebagai saudara kandung penulis yang memberikan dukungan motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan masa studi perkuliahan.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Tasikmalaya, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN	ii
PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Penelitian	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4 Batasan Penelitian	I-4
1.5 Metodologi Penelitian	I-5
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Potensi Energi Terbarukan	II-1
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	II-3
2.2.1 Jenis Modul Surya.....	II-7
2.2.2 Karakteristik Sel Surya.....	II-9
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hydro (PLTMH)	II-15
2.3.1 Struktur PLTMH	II-15
2.3.2 Karakteristik PLTMH	II-16
2.4 Pembangkit Listrik Termal (PLTU).....	II-18
2.4.1 Prinsip Kerja PLTU.....	II-19
2.4.2 Bagian – Bagian PLTU	II-20

2.5	Microgrid.....	II-21
2.6	Interkoneksi Hybrid.....	II-24
2.7	Economic dispatch	II-25
2.8	Penelitian Terkait	II-28
BAB III METODE PENELITIAN		III-1
3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	III-1
3.1.1	Studi literasi.....	III-1
3.1.2	Observasi Lapangan	III-3
3.1.3	Perancangan Model	III-4
3.1.4	Pengujian Model	III-5
3.1.5	Validasi Model	III-5
3.1.6	Analisis Hasil Uji	III-6
3.1.7	Validasi Hasil	III-7
3.1.8	Kesimpulan.....	III-7
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	III-7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Konsumsi Beban	IV-1
4.2	Potensi Energi Air <i>Micro Hydro</i>	IV-2
4.3	Potensi Energi Surya	IV-4
4.4	Pemodelan dan Konfigurasi <i>Microgrid</i>	IV-7
4.4.1	Konfigurasi <i>Microgrid Cycle Charging</i>	IV-7
4.4.2	Pemodelan <i>Microgrid</i>	IV-7
4.5	Pengujian Simulasi <i>Microgrid</i>	IV-10
4.5.1	Simulasi Skenario 1.....	IV-10
4.5.1.1	Daya <i>Output</i> Pembangkit Listrik Tenaga Surya	IV-11
4.5.1.2	Daya <i>Output</i> Pembangkit Listrik Tenaga <i>Micro Hydro</i>	IV-12
4.5.2	Simulasi Skenario 2.....	IV-17
4.5.2.1	Daya <i>Output</i> Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	IV-18
4.5.2.2	Analisis Daya <i>Microgrid</i> Skenario 2	IV-19
4.5.3	Simulasi Skenario 3.....	IV-22
4.5.3.1	Daya <i>Output</i> Pembangkit Listrik Tenaga Surya	IV-23
4.5.3.2	Analisis Daya <i>Microgrid</i> Skenario 3	IV-24
4.5.4	Simulasi Skenario 4.....	IV-28
4.5.4.1	Analisis Daya <i>Microgrid</i> Skenario 4	IV-28

4.6 Analisis Skenario <i>Microgrid</i>	IV-32
4.6.1 Analisis Renewable Energy Resources	IV-32
4.6.2 Analisis Pembangkitan, Pemakaian, dan Kekurangan Daya Pada Setiap Skenario.....	IV-36
4.7 Penjadwalan Pembangkit Termal dengan <i>Economic Dispatch</i>	IV-39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-3
DAFTAR PUSTAKA	1
LAMPIRAN.....	LI-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sebaran Potensi Energi dari setiap provinsi.....	II-2
Gambar 2.2 Sebaran potensi energi baru terbarukan di Jawa Barat.	II-3
Gambar 2.3 Rangkaian Ekvivalen Photovoltaic	II-4
Gambar 2.4 Struktur Modul Monocrystalline.....	II-7
Gambar 2.5 Struktur Modul Polycrystalline	II-8
Gambar 2.6 Struktur Modul Thin-Film.....	II-8
Gambar 2.7 Karakteristik Sel Surya.....	II-9
Gambar 2.8 Karakteristik I-V Modul Monocrystalline.....	II-10
Gambar 2.9 Karakteristik P-V Modul Monocrystalline.....	II-10
Gambar 2.10 Karakteristik I-V Modul Polyocystalline.....	II-11
Gambar 2.11 Karakteristik P-V Modul Polycrystalline.....	II-11
Gambar 2.12 Karakteristik I-V Modul Amorphous.....	II-12
Gambar 2.13 Karakteristik P-V Modul Amorphous.....	II-12
Gambar 2.14 Grafik Perubahan Intensitas Cahaya/jam.....	II-14
Gambar 2.15 Grafik keluaran daya/jam.....	II-14
Gambar 2.16 Prinsip Kerja PLTMH	II-16
Gambar 2.17 Karakteristik Hubungan Debit Air dan Tinggi Jatuh Air.....	II-17
Gambar 2.18 Karakteristik Hubungan Debit Air dan Daya Turbin.....	II-17
Gambar 2.19 Karakteristik Hubungan Debit Air dan Efisiensi Turbin	II-18
Gambar 2.20 Ilustrasi Prinsip Kerja PLTU.....	II-19
Gambar 2.21 Desain Microgrid.....	II-22
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	III-1
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Observasi Lapangan	III-3
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Perancangan Model	III-4
Gambar 3.4 Struktur <i>Microgrid</i>	III-5
Gambar 3.5 Flowchart Analisis Hasil Uji.....	III-6
Gambar 4.1 Profil Beban Bulanan	IV-2
Gambar 4.2 Perencanaan Turbin Air <i>Micro Hydro</i>	IV-3

Gambar 4.3 Data Perencanaan Module PV SOL-P24250W	IV-7
Gambar 4.4 Skematik <i>Microgrid</i>	IV-8
Gambar 4.5 Produksi Listrik <i>Microgrid</i> Skenario 1	IV-11
Gambar 4.6 Kurva Produksi Energi Daya per Tahun PLTS Skenario 1.....	IV-11
Gambar 4.7 Profil Harian Produksi Daya PLTS Skenario 1.....	IV-12
Gambar 4.8 Kurva Produksi Daya per Tahun PLTMH Skenario 1	IV-12
Gambar 4.9 Profil harian Daya PLTMH Skenario 1.....	IV-13
Gambar 4.10 Grafik Pembangkitan dan Penggunaan Energi Listrik Pada 1 Januari 2021 Skenario 1	IV-15
Gambar 4.11 Grafik Pembangkitan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Bulan Januari 2021 Skenario 1	IV-15
Gambar 4.12 Kekurangan Daya 1 Tahun Skenario 1	IV-16
Gambar 4.13 Produksi Listrik <i>Microgrid</i> Skenario 2	IV-17
Gambar 4.14 Kurva Produksi Daya per Tahun PLTMH Skenario 1	IV-18
Gambar 4.15 Profil harian Daya PLTMH Skenario 2.....	IV-18
Gambar 4.16 Grafik Pembangkitan dan Penggunaan Energi Listrik Pada 1 Januari 2021 Skenario 2	IV-20
Gambar 4.17 Grafik Pembangkitan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Bulan Januari 2021 Skenario 2	IV-20
Gambar 4.18 Kekurangan Daya 1 Tahun Skenario 2	IV-21
Gambar 4.19 Produksi Listrik <i>Microgrid</i> Skenario 3	IV-23
Gambar 4.20 Kurva Produksi Energi Daya per Tahun PLTS Skenario 2.....	IV-23
Gambar 4.21 Profil Harian Produksi Daya PLTS Skenario 3.....	IV-24
Gambar 4.22 Grafik Pembangkitan dan Penggunaan Energi Listrik Pada 1 Januari 2021 Skenario 3	IV-25
Gambar 4.23 Grafik Pembangkitan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Bulan Januari 2021 Skenario 3	IV-26
Gambar 4.24 Kekurangan Daya 1 Tahun Skenario 3	IV-26
Gambar 4.25 Produksi Listrik <i>Microgrid</i> Skenario 4	IV-28
Gambar 4.26 Grafik Pembangkitan dan Penggunaan Energi Listrik Pada 1 Januari 2021 Skenario 4	IV-30

Gambar 4.27 Grafik Pembangkitan dan Penggunaan Energi Listrik Pada Bulan Januari 2021 Skenario 4	IV-30
Gambar 4.28 Kekurangan Daya 1 Tahun Skenario 4	IV-31
Gambar 4.29 Perbandingan Densitas Matahari Pada Dua Skenario	IV-33
Gambar 4. 30 Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Daya Terbangkit.....	IV-34
Gambar 4.31 Perbandingan Debit Air dan Daya Terbangkit.....	IV-35
Gambar 4.32 Perbandingan Pembangkitan, Pemakaian, dan Kekurangan Daya Pada 4 Skenario <i>Microgrid</i>	IV-38
Gambar 4.33 Perbandingan Variabel Biaya PLTU dan PLN pada 4 Skenario Sistem <i>Microgrid</i>	IV-45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Potensi Energi Baru Terbarukan di Indonesia.	II-1
Tabel 2.2 Perbedaan Modul Monocrystalline, Polycrystalline, dan Thin-Film..	II-9
Tabel 2.3 Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Daya Output.	II-13
Tabel 2.4 Klasifikasi PLTA	II-15
Tabel 2.5 Tipe pembangkit pada microgrid	II-23
Tabel 2.6 Kategori perangkat penyimpan energi.	II-24
Tabel 2.7 Penelitian Terkait	II-28
Tabel 3.1 <i>Timeline</i> Penelitian Tugas Akhir.....	III-8
Tabel 4.1 Konsumsi Listrik PMI Kab Cirebon Tahun 2021	IV-1
Tabel 4.2 Debit Air Rata – Rata Tiap Bulan	IV-3
Tabel 4.3 Rata-rata Solar GHI Bulanan	IV-4
Tabel 4.4 Skenario Desain PLTS 60kW	IV-9
Tabel 4.5 Skenario Solar Charger Controller.....	IV-9
Tabel 4.6 Skenario PLTMH 10 kW	IV-9
Tabel 4.7 Skenario Konverter	IV-9
Tabel 4.8 Jenis Penyimpanan.....	IV-10
Tabel 4.9 Skenario Simulasi	IV-10
Tabel 4.10 Data Pembebanan 2 Januari 2021 Skenario 1	IV-13
Tabel 4.11 Kekurangan Daya pada Sistem <i>Microgrid</i> Skenario 1.....	IV-16
Tabel 4.12 Data Pembebanan 2 Januari 2021 Skenario 2.....	IV-19
Tabel 4.13 Kekurangan Daya pada Sistem <i>Microgrid</i> Skenario 2.....	IV-21
Tabel 4.14 Data Pembebanan 2 Januari 2021 Skenario 3	IV-24
Tabel 4.15 Kekurangan Daya pada Sistem <i>Microgrid</i> Skenario 3.....	IV-27
Tabel 4.16 Data Pembebanan 2 Januari 2021 Skenario 4.....	IV-28
Tabel 4.17 Kekurangan Daya pada Sistem <i>Microgrid</i> Skenario 4.....	IV-31
Tabel 4.18 Perbandingan Densitas Energi Matahari 2 Januari 2021	IV-32
Tabel 4.19 Perbandingan Debit Air dan Daya Terbangkit Pada 2 Skenario....	IV-35

Tabel 4.20 Perbandingan Kebutuhan, Pemakaian, dan Kekurangan Daya Pada 4 Skenario.....	IV-37
Tabel 4.21 Pemakaian Bahan Bakar Pembangkit Listrik Uap Suralaya.....	IV-39
Tabel 4.22 Perhitungan Biaya dengan <i>Economic Dispatch</i> Pada 4 Skenario..	IV-43
Tabel 4.23 Perbandingan Variabel Biaya PLTU dan PLN pada 4 Skenario Sistem <i>Microgrid</i>	IV-44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Beban Gedung Palang Merah Indonesia Kab Cirebon.	L1-1
Lampiran 2. Debit Air WS Cimanuk UPTD PSDA Kab. Cirebon	L2-1
Lampiran 3. Hasil Simulasi <i>Homer Energy</i> densitas maksimum	L3-1