

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PRAKATA	vi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vii
ABSTRACT	viii
INTISARI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Keaslian Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	7
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
2.1 Tinjauan Pustaka	9
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Optimasi Biaya Sistem PLTS-BESS	12
2.2.2 Perencanaan Pengembangan Pembangkit dalam Sistem <i>Iso-lated</i>	13
2.2.3 Potensi dan Karakteristik Energi Surya	14
2.2.3.1 Potensi Energi Surya di Provinsi Lampung	14
2.2.3.2 <i>Global Horizontal Irradiance (GHI)</i>	14
2.2.4 Desain Optimal PLTS dalam <i>Standalone Microgrid</i>	15
2.2.5 Peran BESS dalam <i>Standalone Microgrid</i>	15
2.2.6 Teknologi Baterai dalam <i>Microgrid</i>	16
2.2.7 Optimasi Ukuran BESS dalam <i>Microgrid</i>	17
2.2.8 Biaya dan Keekonomian <i>Microgrid</i> : NPC dan COE	18
2.2.8.1 Rumus NPC	19
2.2.8.2 Rumus COE	21
2.2.9 Metode Optimasi Sistem	21
2.2.10 Estimasi Produksi PV dibantu PVsyst	23
2.2.11 Dampak Lingkungan dan Regulasi	24
2.3 Pertanyaan Penelitian	25
2.4 Hipotesis	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Alat Penelitian	27
3.1.1 Perangkat Keras	27

3.1.2	Perangkat Lunak	27
3.2	Tahapan Utama Metodologi Penelitian	29
3.3	Bahan Penelitian	32
3.3.1	Data Kebutuhan Beban Listrik	32
3.3.2	Jaringan Tenaga Listrik di Pulau Tabuan	34
3.3.3	Justifikasi Asumsi Kekangan Luas Lahan untuk Instalasi PLTS	34
3.3.3.1	Alasan Penerapan Kekangan Lahan	35
3.3.3.2	Hasil Observasi Spasial Citra Satelit.....	36
3.4	Pemodelan Komponen.....	36
3.4.1	<i>Solar PV</i>	36
3.4.2	Penyimpanan Energi Baterai	39
3.4.3	<i>Inverter</i>	41
3.4.4	Pembangkit Diesel	42
3.4.5	Biaya Pemeliharaan PLTD Tabuan Tahun 2023	44
3.4.6	Sistem Pengaturan	45
3.4.7	Model Ekonomi	46
3.4.7.1	Parameter Ekonomi yang Digunakan	46
3.4.7.2	Fungsi Objektif <i>Net Present Cost (NPC)</i>	46
3.4.7.3	Perhitungan Total Biaya Tahunan Sistem (<i>Annu- alized Cost</i>)	49
3.4.7.4	<i>Levelized Cost of Energy (LCOE)</i>	49
3.4.7.5	Perhitungan Nilai Sisa Komponen (<i>Salvage Value</i>)	50
3.4.8	Kekangan Ketersediaan Lahan untuk Solar PV.....	51
3.4.9	Skema Operasi Penelitian.....	52
3.4.10	Desain Estimasi Produksi Energi PV dengan Kekangan Lu- as Lahan	55
3.4.11	Desain Integrasi PLTS dengan Pertimbangan Pertumbuhan Beban	59
3.4.12	<i>Levelized Cost of Energy (LCOE)</i> Selama Umur Proyek	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		62
4.1	Hasil Simulasi Teknis.....	62
4.1.1	Skenario Pertama <i>Business As Usual (3 Diesel Generator @100 kW)</i>	62
4.1.2	Skenario Kedua (Integrasi PV & BESS tanpa kekangan lahan)	63
4.1.3	Skenario Ketiga Sistem Usulan (Integrasi PV dengan Ke- kangan Lahan).....	67
4.2	Pembahasan Simulasi Teknis.....	69
4.2.1	Analisis <i>Unmet Load</i>	69
4.2.2	Analisis Perhitungan Emisi CO ₂	71
4.2.2.1	Dasar Pemodelan dalam Simulasi Optimasi Sis- tem Energi.....	71
4.2.2.2	Referensi Faktor Emisi dari EIA	71
4.2.2.3	Perhitungan Emisi untuk Tiga Skenario	72

4.2.2.4	Perbandingan Emisi CO ₂ dari Perhitungan dan Simulasi	72
4.2.3	Analisis Perhitungan Energi PV Tanpa Kekangan	73
4.2.3.1	Rumus Perhitungan Energi PV	73
4.2.4	Analisis Perbandingan Hasil Simulasi Teknis	74
4.2.5	Analisis Perbandingan Hasil Simulasi Teknis dengan Prediksi Pertumbuhan Beban	77
4.3	Analisis Ekonomi	81
4.3.1	Analisis <i>Cash Flow</i> Skenario dengan Kekangan	81
4.3.1.1	Analisis <i>Discounted Value</i>	81
4.3.1.2	Analisis <i>Salvage Value</i>	82
4.3.1.3	Analisis Ekonomi Total Sistem Skenario Dengan Kekangan	83
4.3.2	Perhitungan NPC dan COE untuk Skenario BaU	84
4.3.2.1	Indikator Ekonomi	84
4.3.2.2	Langkah Perhitungan NPC dan COE	84
4.3.2.3	Perbandingan Hasil	85
4.3.3	Analisis Perbandingan Ekonomi tanpa Proyeksi Beban	86
4.3.3.1	Indikator Ekonomi Dengan <i>Random Variability</i> tanpa Proyeksi Beban	86
4.3.3.2	Keuntungan Ekonomi Dengan <i>Random Variability</i> tanpa Proyeksi Beban	87
4.3.4	Analisis Perbandingan Keekonomian dengan Pertumbuhan Beban	88
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1	Kesimpulan	90
5.2	Saran	91
	DAFTAR PUSTAKA	93
	LAMPIRAN	L-1
L.1	Langkah Simulasi Estimasi Produksi Energi dari Sistem PV dengan Perangkat Lunak PVsyst	L-1
L.1.1	Langkah-Langkah Simulasi PVsyst dengan Kekangan Lahan	L-1
L.2	Tampilan	L-3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Pulau Tabuan, Provinsi Lampung [1]	3
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metode Penelitian.....	31
Gambar 3.2	Grafik Beban Pulau Tabuan	33
Gambar 3.3	Luas PLTD Tabuan [1].....	36
Gambar 3.4	Skenario Pertama : <i>Business as Usual</i>	53
Gambar 3.5	Skenario Kedua : Penetrasi PV Optimasi tanpa Kekangan Lahan	53
Gambar 3.6	Skenario Ketiga : Penetrasi PV dengan Kekangan Luas Lahan	55
Gambar 3.7	Proyeksi Pertumbuhan Beban Tahunan	59
Gambar 4.1	Grafik Kejadian Beban Tak Terlayani pada pukul 5 pagi	70
Gambar 1	Detail Parameter PV pada Aplikasi PVSyst [2]	L-4
Gambar 2	Detail Parameter PV yang dibutuhkan untuk Skenario Kedua [2]	L-5
Gambar 3	<i>Cash flow</i> dengan kekangan tahun 1-14	L-5
Gambar 4	<i>Cash flow</i> dengan kekangan tahun 15-29	L-6
Gambar 5	<i>Cash flow</i> dengan kekangan tahun 30-44	L-6
Gambar 6	<i>Cash flow</i> dengan kekangan tahun 45-50	L-7
Gambar 7	Hasil simulasi biaya skenario kedua selama 50 tahun.....	L-7
Gambar 8	Tampilan Data Klimatologis pada PVsyst [2]	L-8
Gambar 9	Data Meteorologi GHI Meteonorm 8.0 bulanan dari PVsyst [2]	L-8
Gambar 10	Nilai Optimal <i>Tilt & Azimuth</i> sebagai masukan untuk PVsyst [3]	L-9
Gambar 11	Tampilan Parameter PV dalam aplikasi PVsyst [2]	L-9
Gambar 12	Tampilan Parameter Inverter pada aplikasi PVsyst [2]	L-10
Gambar 13	Tampilan Keluaran Optimisasi Aplikasi HOMER [4]	L-10
Gambar 14	Perbandingan <i>Cost Saving</i> dari <i>Proposed System</i> terhadap BaU [4]	L-11
Gambar 15	Hasil Simulasi dengan Kekangan Tahun Pertama	L-11
Gambar 16	Hasil Simulasi dengan Kekangan Tahun ke-13	L-12
Gambar 17	Hasil Simulasi dengan Kekangan Tahun ke-50	L-12

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Ringkasan <i>Research Gap</i>	6
Tabel 3.1	Perbandingan Tiga Skenario Simulasi	35
Tabel 3.2	Perbandingan Jenis Panel Surya	37
Tabel 3.3	Parameter PV yang digunakan	37
Tabel 3.4	Tabel Parameter Baterai yang digunakan	41
Tabel 3.5	Tabel parameter inverter yang digunakan dalam simulasi	42
Tabel 3.6	Tabel Konsumsi Bahan Bakar Genset Diesel	43
Tabel 3.7	Rincian Biaya Pemeliharaan PLTD Pulau Tabuan Tahun 2023 ..	44
Tabel 3.8	Ringkasan Biaya Operasi dan Pemeliharaan (O&M) <i>Diesel Generator</i>	45
Tabel 3.9	Parameter <i>diesel generator</i> yang digunakan dalam simulasi	45
Tabel 3.10	Parameter ekonomi yang digunakan dalam simulasi	47
Tabel 3.11	Parameter Desain Sistem PV Pulau Tabuan	56
Tabel 3.12	Data Teknis dari Hasil Simulasi Estimasi Produksi PV	57
Tabel 4.1	Produksi Energi dan Konsumsi Bahan Bakar pada Skenario Pertama	62
Tabel 4.2	Tabel Analisis Teknis Skenario BaU	62
Tabel 4.3	Produksi Energi dan Konsumsi Bahan Bakar Skenario Kedua ..	64
Tabel 4.4	Tabel Analisis Teknis Skenario Kedua	64
Tabel 4.5	Ringkasan Kinerja Baterai Skenario Kedua	65
Tabel 4.6	Produksi Energi dan Konsumsi Bahan Bakar Skenario Ketiga ..	67
Tabel 4.7	Tabel Analisis Teknis Skenario Integrasi PV Usulan	68
Tabel 4.8	Ringkasan Kinerja Sistem Baterai Skenario Ketiga	68
Tabel 4.9	Analisis <i>Unmet Load</i>	71
Tabel 4.10	Koefisien Emisi CO ₂ untuk Bahan Bakar Diesel	71
Tabel 4.11	Perbandingan Emisi CO ₂ Perhitungan Manual & Simulasi	73
Tabel 4.12	Perbandingan <i>Output</i> Energi PV dari Perhitungan dan Simulasi	74
Tabel 4.13	Perbandingan Tiga Skenario Sistem Kelistrikan Pulau Tabuan ..	75
Tabel 4.14	Hasil Simulasi Tiga Skenario pada Tahun ke-1, 13, dan 50	78
Tabel 4.15	Total Biaya Sistem Berdasarkan Komponen	83
Tabel 4.16	Parameter Ekonomi Skenario BaU	84
Tabel 4.17	Perbandingan Hasil Perhitungan dan Simulasi	85
Tabel 4.18	Indikator Perbandingan Ekonomi tanpa Proyeksi Beban	86
Tabel 4.19	Perbandingan Keuntungan Ekonomi dengan <i>random variability</i>	87
Tabel 4.20	Perbandingan Keekonomian dengan Proyeksi Pertumbuhan Beban	88
Tabel 1	Data Beban Listrik Pulau Tabuan (kW)	L-3
Tabel 2	Cuplikan Data Energi Setahun PV Array dari PVSyst	L-4
Tabel 3	Perbandingan Parameter Baterai Skenario Kedua dan Ketiga ..	L-13

Tabel 4	Rincian Biaya Komponen Sistem.....	L-14
---------	------------------------------------	------