



Institut Teknologi Nasional Malang

**PENELITIAN – ENERGI LISTRIK
PERENCANAAN DESAIN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA HIBRID PLTB DAN PLTS DI LOKASI
EKOWISATA DESA GUNUNGREJO KECAMATAN
SINGOSARI KABUPATEN MALANG**

**Gilang Pradana Lasthari
18.12.014**

**Dosen pembimbing
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT
Ir. Ni Putu Agustini, MT.
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2022**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**PENELITIAN – ENERGI LISTRIK
PERNCANAAN DESAIN SISTEM PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA HIBRID PLTB DAN PLTS DI
LOKASI EKOWISATA DESA GUNUNGREJO
KECAMATAN SINGOSARI KABUPATEN MALANG**

**Gilang Pradana Lasthari
18.12.014**

**Dosen pembimbing
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
Ir. Ni Putu Agustini, MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN DESAIN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID PLTB DAN PLTS DI LOKASI EKOWISATA DESA GUNUNGREJO KECAMATAN SINGOSARI KABUPATEN MALANG

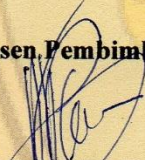
SKRIPSI

GILANG PRADANA LASTHARI
1812014

Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Teknik Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Widodo Padi Muljanto, MT.
NIP. Y. 1028700171

Dosen Pembimbing II


Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP. 1028700171

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

Malang, September 2022

PERNCANAAN DESAIN SISTEM PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA HIBRID PLTB DAN PLTS DI
LOKASI EKOWISATA DESA GUNUNGREJO
KECAMATAN SINGOSARI KABUPATEN MALANG

Gilang Pradana Lasthari
Dr.Ir. Widodo Pudji Muljianto, MT., Ir. Ni Putu Agusini, MT.
Gilangpradana295@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak—Sistem Pembangkit Listrik Hibrida (PLTH) merupakan terobosan energi terbarukan yang berkonsep penggabungan dua atau lebih sumber energi yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada. Tujuan utamanya untuk menghemat pemakaian bahan bakar dan mengurangi emisi termasuk CO₂. Dalam integrasinya sistem PLTH ini menggunakan sistem yang multi variable yang dimana membutuhkan bantuan perangkat lunak, dalam hal ini HOMER PRO mengoptimasikan integrasi PLTH berdasarkan nilai NPC terendah.

Studi kasus optimasi sistem PLTH di desa Gunungrejo mengintegrasikan PLTS dan PLTB. Hasil simulasi dan optimasi dengan bantuan perangkat lunak HOMER menunjukkan bahwa analisa sistem PLTH yang optimum untuk di terapkan di lokasi studi adalah integrasi antara PLTS dengan kontribusi sebesar 89,3% dan PLTB 10,7 % dengan nilai (NPC) sebesar US\$ 59.761 atau sebesar Rp 836.654000 dan Biaya CEO US\$ 0,128 per kWh atau kalau di rupiahkan berkisar Rp 1.792. Dengan asumsi per \$1= Rp 14.000

Kata Kunci— PLTH, Simulasi, NPC, Emisi CO₂, COE.

DESIGN OF HYBRID POWER GENERATING SYSTEM FOR PLTB AND PLTS IN ECO-TOURISM LOCATION, GUNUNGREJO VILLAGE, SINGOSARI DISTRICT, MALANG REGENCY

Gilang Pradana Lasthari

Dr.Ir. Widodo Pudji Muljianto, MT., Ir. Ni Putu Agustini, MT.

Gilangpradana295@gmail.com

ABSTRACT

The Hybrid Power Generation System (PLTH) is a renewable energy breakthrough with the concept of combining two or more different energy sources to meet the needs of the existing load. The main goal is to save fuel consumption and reduce emissions including CO₂. In the integration of this PLTH system, it uses a multi-variable system which requires software assistance, in this case HOMER PRO optimizes the integration of PLTH based on the lowest NPC value.

A case study of optimizing the PLTH system in Gunungrejo village integrating PLTS and PLTB. The results of the simulation and optimization with the help of the HOMER software show that the optimum PLTH system analysis to be applied at the study site is the integration between PLTS with a contribution of 89.3% and PLTB 10.7% with a value (NPC) of US\$ 59,761 or equal to Rp. 836.654000 and CEO Fee of US\$ 0.128 per kWh or if translated into Rp. 1,792. Assuming per \$1 = IDR 14,000

Keywords— PLTH, Simulation, NPC, CO₂ Emissions, COE

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada ALLAH SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan penelitian ini. Penulisan penelitian ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan penelitian ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Ketua Prodi Teknik Elektro ITN Malang
2. Bapak Dr.Ir. Widodo Pudji Muljianto, MT. Selaku dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran
3. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT. Selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abaham Lomi, MSEE. Selaku Dosen Penguji 1.
5. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT Selaku Dosen Penguji 2
6. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
7. Kedua orang tua dan keluarga penulis atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis,
8. Teman-teman Elektro ITN angkatan 2018 yang selalu mendukung satu sama lain.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan penelitian ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
KAJIAN PUSTAKA	5
2.1. Kajian Pustaka	5
2.2. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	6
2.2.1 Generator Foto Voltaik	7
2.2.2 Menentukan Jumlah Hubungan Seri Modul Foto Voltaik	8
2.2.3 Menentukan Jumlah Modul Foto Voltaik dalam Hubungan Paralel	9
2.2.4 Prinsip Kerja PLTS	10
2.2.5 Keunggulan dan Kelemahan PLTS	10
2.3. Baterai	12
2.4. Inverter Hibrida	12
2.5. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	13
Komponen – Komponen PLTB	15
Jenis – Jenis Turbin Angin	18
2.6. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida PLTB dan PLTS	21
2.7. HOMER (<i>Hibrida Optimization Model for Energy Renewable</i>)	22
2.7.1 <i>Net present cost (NPC)</i>	23
2.7.2 <i>Cost of energy (COE)</i>	24
2.7.3 <i>Break Event Point (BEP)</i>	24

2.7.4	<i>Net Present Value</i>	25
2.7.5	<i>Total Annualized Cost</i>	25
2.7.6	<i>Simple payback</i>	25
2.7.7	<i>Return on Investment (ROI)</i>	26
2.7.8	<i>Internal rate of return (IRR)</i>	26
BAB III	27
METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1	Lokasi Pengambilan Data	27
3.2	Kondisi Meteorologi.....	28
3.2.1	Angin	28
3.2.2	Potensi Radiasi Matahari	29
3.2.3	Data Beban Harian.....	30
3.3	Metode Penelitian	32
3.3.1	Simulasi	32
3.3.2	Optimasi.....	32
3.3.3	Analisa Senesitivitas	32
3.3.4	Perhitungan Data.....	33
3.3.5	Biaya Net Total Masa Kini (Total Net Present Cost) .	34
3.3.6	Syarat Batas Biaya Energi (Levelized Cost of Energy)	34
3.3.7	Perhitungan Emisi	35
3.4	Flowchart Perencanaan Sistem Pembangkit Tenaga Listrik Hibrid PLTS dan PLTB	36
3.5	Algoritma alur kerja.....	37
3.6	Model PLTH Ekowisata desa Gunungrejo	39
3.7	Komponen-komponen penyusun PLTH	39
BAB IV	43
HASIL SIMULASI	43
4.1	Data Kebutuhan bebanan PLTH Ekowisata Gunungrejo.....	43
4.2	Hasil Simulasi	44
4.3	Parameter Konfigurasi	45
4.4	Kondisi PLTH.....	45
4.5	Parameter Produksi dan Konsumsi Energi Listrik	46
4.5.1	Rincian produksi PV: Generic flat plate	48
4.5.2	Rincian produksi turbin angin: 3 kW	49
4.5.3	Baterai: EnerSys PowerSafe SBS 190F	50
4.5.4	Konverter: System Converter	51
4.6	Biaya-Biaya	52

4.6.1 Break Event Point (BEP)	54
4.6.2 Operasi dan maintenance	57
BAB V	58
KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya.....	7
Gambar 2. 2 Skema sistem PLTS	10
Gambar 2. 3 Inventer Hibrida	13
Gambar 2. 4 Potongan Turbin Angin	16
Gambar 2. 5 Ilustrasi PLTH Secara Skematik	19
Gambar 2. 6 Turbin Angin Sumbu Vertikal.....	20
Gambar 2. 7 Ilustrasi PLTH Secara Skematik	22
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Ekowisata Kedok ombo Desa Gunungrejo ...	27
Gambar 3. 2 Kecepatan Angin Rata-rata di Desa Gunungrejo.....	28
Gambar 3. 3 Indeks Kecerahan dan Radiasi Sinar Matahari di Desa Gunungrejo	30
Gambar 3. 4 Kurva Beban Harian Ekowisata Gunungrejo	31
Gambar 3. 5 Flowchart.....	36
Gambar 3. 6 Model Sistem PLTH Ekowisata desa Gunungrejo	39
Gambar 4. 1 Sistem PLTH yang optimal	44
Gambar 4. 2 Hasil Simulasi PLTH	44
Gambar 4. 4 Hasil Produksi Listrik.....	46
Gambar 4. 5 Hasil Konsumsi Listrik.....	47
Gambar 4. 6 Grafik Produksi Listrik per bulan	47
Gambar 4. 7 Produksi Listrik PV harian dalam setahun	49
Gambar 4. 8 Produksi Listrik Turbin angin harian dalam setahun.....	49
Gambar 4. 9 Sistem keluaran baeteai harian dalam setahun	50
Gambar 4. 10 Sistem keluaran konverter harian dalam setahun.....	51
Gambar 4. 11 Grafik aliran biaya PLTH selama 25 tahun	53
Gambar 4. 12 Grafik Break event point	55
Gambar 4. 13 Grafik akumulasi kas proyek selama 25 tahun	57
Gambar 4. 14 Akumulasi biaya operasi dan maintenance	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Kecepatan Angin	28
Tabel 3. 2 Hasil Radiasi Matahari	30
Tabel 3. 3 Data penggunaan kebutuhan harian	31
Table 4. 1 Data Kebutuhan Harian.....	43
Table 4. 2. Cost Summary	44
Table 4. 3 Parameter Konfigurasi PLTH.....	45
Table 4. 4 Data Hasil Simulasi Kondisi PLTH	46
Table 4. 5 Hasil produksi energi bulanan	48
Table 4. 6 Tabel Spesifikasi PV: <i>Generic flat plate</i>	48
Table 4. 7 Tabel spesifikasi tubin angin <i>Generik 3 kW</i>	49
Table 4. 8 Tabel spesifikasi baterai: <i>EnerSys PowerSafe SBS 190F</i>	50
Table 4. 9 Tabel spesifikasi konverter: <i>System Converter</i>	51
Table 4. 10 Tabel harga komponen	54
Table 4. 11 Hasil Produksi	54
Table 4. 12 Tabel Rincian <i>Cash Flow</i> per tahun	55
Table 4. 13 Tabel rincian asumsi biaya proyek.....	56