

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
(PLTS) SISTEM *ON-GRID* BERBASIS HOMER UNTUK
MEMENUHI ENERGI LISTRIK DI SEKOLAH MENENGAH
PERTAMA NEGERI (SMPN) 1 TERIAK, BENGKAYANG
KALIMANTAN BARAT**

SKRIPSI

Oleh:

**JENNI LISDAWATI
NIM: 1952050016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2023**

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
(PLTS) SISTEM *ON-GRID* BERBASIS HOMER UNTUK
MEMENUHI ENERGI LISTRIK DI SEKOLAH MENENGAH
PERTAMA NEGERI (SMPN) 1 TERIAK, BENGKAYANG
KALIMANTAN BARAT**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

**JENNI LISDAWATI
NIM: 1952050016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2023**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jenni Lisdawati

NIM : 1952050016

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SISTEM *ON-GRID* BERBASIS HOMER UNTUK MEMENUHI ENERGI LISTRIK DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI (SMPN) 1 TERIAK, BENGKAYANG KALIMANTAN BARAT" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini di anggap batal.

Jakarta, 4 Juli 2023



Jenni Lisdawati



PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)
SISTEM *ON-GRID* BERBASIS HOMER UNTUK MEMENUHI ENERGI
LISTRIK DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI (SMPN) 1
TERIAK, BENGKAYANG KALIMANTAN BARAT

Oleh:

Nama : Jenni Lisdawati
NIM : 1952050016
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 4 Juli 2023

Menyetujui,

Pembimbing I

(Ir. Robinson Purba, MT)

NIDN: 0307015102

Pembimbing II

(Eva Magdalena Silalahi, ST., MT)

NIDN: 0328087408

Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Barbara Widada, MT)
NIDN: 0301138901

Dekan Fakultas Teknik

(Dicky Antonius, ST., M.Sc)
NIDN: 0301218801



PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 4 Juli 2023 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Jenni Lisdawati
NIM : 1952050016
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SISTEM *ON-GRID* BERBASIS HOMER UNTUK MEMENUHI ENERGI LISTRIK DI SEKOLAH MENENGAH PERTAMA NEGERI (SMPN) 1 TERIAK, BENGKAYANG KALIMANTAN BARAT” oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ir. Bambang Widodo, MT	Sebagai Ketua	
2. Ir. Robinson Purba, MT	Sebagai Anggota	
3. Eva Magdalena Silalahi, ST., MT	Sebagai Anggota	
4. Susilo, S.Kom., MT	Sebagai Anggota	

Jakarta, 4 Juli 2023



PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jenni Lisdawati
NIM : 1952050016
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)
Sistem *On-Grid* Berbasis Homer Untuk Memenuhi Energi
Listrik Di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1
Teriak, Bengkayang Kalimantan Barat

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi mana pun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta, 4 Juli 2023
Yang Menyatakan,




Jenni Lisdawati

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya yang berlimpah, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem *On-Grid* Berbasis Homer Untuk Memenuhi Energi Listrik Di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Teriak, Bengkayang Kalimantan Barat”** dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun dan diselesaikan sebagai syarat untuk mengakhiri program pendidikan Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Keberhasilan penyelesaian tugas akhir ini tidak dapat dipisahkan dari dukungan dan bimbingan yang diberikan oleh banyak pihak, baik secara moral maupun materi. Oleh karena itu, dengan rasa hormat yang mendalam, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Effendi S.Th. dan Ibu Kartini serta keluarga besar yang telah memberikan kasih sayang tiada hingga, doa yang tulus, bimbingan serta motivasi dan semangat yang membangun bagi anaknya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia (UKI).
3. Bapak Ir. Robinson Purba, MT selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan, arahan, dan motivasi sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Ibu Eva Magdalena Silalahi, ST, MT selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dengan sabar tahap demi tahap hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

5. Bapak/Ibu Yayasan Kasih Bagi Negeri (YKBN) yang sudah memberikan kesempatan kepada penulis untuk memperoleh beasiswa selama 4 Tahun untuk berkuliah di Universitas Kristen Indonesia (UKI).
6. Kepada Kepala Sekolah SMP NEGERI 1 TERIAK yang bersedia memberikan izin untuk melakukan penelitian Tugas Akhir ini hingga selesai.
7. Kepada Billy Cristian Wendo Dwisanda ST yang telah membantu saya dalam penyusunan Tugas Akhir, dan selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk materi, membantu penulis ketika mengalami kesulitan dalam mengerjakan Tugas Akhir.
8. Kepada teman dan sahabat saya Girce, Helda, Frensius, dan Mardelin yang senantiasa membantu dikala saya mengalami kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir dan membantu dalam menggunakan aplikasi HOMER yang digunakan dalam pembuatan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, dan mengingat kemampuan dan pengalaman yang masih kurang serta terbatas dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka mohon masukan dan saran agar penulis dan membaca memperoleh wawasan yang lebih mendalam lagi.

Jakarta, 4 Juli 2023



Jenni Lisdawati

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Permasalahan.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Umum	9
2.2 Energi Matahari	9
2.2.1 Potensi Energi Matahari di Indonesia.....	11
2.2.2 Energi Listrik	12
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	13
2.4 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Listrik (PLTS)	14
2.5 Fotovoltaik (PV)	15
2.5.1 Karakteristik Sel Surya	15
2.5.2 Jenis-jenis Sel Surya Digolongkan Berdasarkan Teknologi Pembuatan.....	17
2.6 Inverter	22
2.6.1 Inverter Satu Fasa	22
2.6.2 Inverter Tiga Fasa	23
2.7 Sistem Pembangkit Listrik <i>On-Grid</i> (PLTS)	23
2.8 Analisis Ekonomi PLTS	24
2.8.1 Aspek Biaya.....	24
2.8.2 <i>Net Present Cost</i> (NPC).....	25
2.8.3 <i>Levelized Cost of Electricity</i> (LCOE).....	25
2.8.4 <i>Break Even Point</i> (BEP)	26
2.9 <i>Software</i> HOMER.....	26
2.9.1 Simulasi	26

BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	28
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.3 Analisa Beban Pada SMP NEGERI 01 TERIAK	30
3.4 Survei Lapangan dan Koleksi Data.....	31
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.6 Pengaturan HOMER	32
3.6.1 Mengatur Lokasi Penelitian.....	32
3.6.2 Mengatur Beban.....	33
3.6.3 Pengaturan Komponen PLTS	34
3.7 Penarikan Kesimpulan	35
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Umum	36
4.2 Data Perencanaan.....	36
4.2.1 Data Radiasi Matahari	36
4.2.2 Data Beban.....	37
4.2.3 Perhitungan Kebutuhan <i>Photovoltaic</i>	38
4.2.4 Menentukan Jumlah Inverter	39
4.2.5 <i>Grid</i>	40
4.2.6 Biaya Komponen	40
4.2.7 Biaya Pemeliharaan atau O&M dari PLTS	40
4.3 Simulasi HOMER	41
4.3.1 Konfigurasi Perancangan.....	41
4.3.2 Data Beban.....	41
4.3.3 Simulasi Perancangan.....	42
4.4 Kajian aspek Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	42
4.4.1 Aspek Teknis	42
4.4.2 Aspek Ekonomis	44
4.4.3 Perbandingan PLTS+ <i>Grid</i> dan <i>Grid</i> 100% Tanpa PLTS	45
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
 DAFTAR PUSTAKA	 49
 LAMPIRAN.....	 54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Informasi Lokasi SMP Negeri 1 Teriak Bengkayang	31
Tabel 3.2 Teknik Pengumpulan Data	32
Tabel 4.1 Potensi Intensitas Iradiasi Sinar Matahari	36
Tabel 4.2 Data Beban	37
Tabel 4.3 Spesifikasi PV	38
Tabel 4.4 Spesifikasi Inverter	39
Tabel 4.5 Biaya Komponen	40
Tabel 4.6 Perbandingan Aspek Ekonomi	46
Tabel 4.7 Perbandingan Aspek Energi	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Menampilkan Spektrum Matahari AM1 Setelah Melalui Efek Penyerapan Atmosfer, Bersama Dengan Plot Spektrum Benda Hitam Ekstraterestrial Dan Energi Kumulatif Berdasarkan Panjang Gelombang	11
Gambar 2.2 Peta Potensi Energi Surya Indonesia	12
Gambar 2.3 Prinsip PLTS.....	15
Gambar 2.4 Bagian-Bagian Batang Kristal Silikon.	18
Gambar 2.5 <i>Silicon Monocrystalline</i>	19
Gambar 2.6 <i>Silicon Polycrystalline</i>	20
Gambar 2.7 <i>Thin Film Solar</i>	21
Gambar 2.8 Skematik konfigurasi inverter tiga fasa.	23
Gambar 2.9 Tampilan HOMER	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian	30
Gambar 3.3 Tampilan Utama HOMER.....	33
Gambar 3.4 Lokasi Penelitian	33
Gambar 3.5 Pengaturan Beban Listrik	34
Gambar 3.6 Pengaturan PV	34
Gambar 3.7 Pengaturan Inverter.....	35
Gambar 3.8 Pengaturan <i>Grid</i>	35
Gambar 4.1 Sistem Konfigurasi Perancangan.....	41
Gambar 4.2 Profil Data Beban Harian	42
Gambar 4.3 Penawaran Sistem Pembangkit.....	42

Gambar 4.4 Hasil Analisis Konfigurasi.....	43
Gambar 4.5 Hasil Simulasi <i>Grid</i> +PLTS.....	43
Gambar 4.6 Diagram Konsumsi Energi Listrik.....	44
Gambar 4.7 Hasil Simulasi Homer <i>Grid</i> 100% Tanpa PLTS	44
Gambar 4.8 Total NPC, LCOE Pada PLTS + <i>Grid</i>	44
Gambar 4.9 NPC dan LCOE <i>Grid</i> 100% tanpa PLTS	45



DAFTAR SINGKATAN

PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
HOMER	<i>Hybrid Optimization Model for Energy Renewble</i>
BEP	<i>Break Event Point</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
kWh	<i>kilo-Watt-Hour</i>
kW	<i>kilo Watt</i>
DC	<i>Direct Current</i>
V	<i>Volt</i>
EBT	Energi Baru Terbarukan
LCOE	<i>Levelized Cost of Energy</i>
NPC	<i>Net Present Cost</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
W_λ	Kerapatan radiasi spektrum elektromagnetik (W/m^2 /meter panjang gelombang)
c	Kecepatan cahaya (m/detik)
λ	Panjang gelombang (m)
T	Temperatur ($^{\circ}K$)
e	Energi
I_{sc}	Arus <i>Short Circuit</i> (A)
P_{out}	Daya Keluaran Sel Surya (W)
FF	<i>Fill Factor</i>

P_{in}	Daya Masuk Sel Surya (W)
V_{oc}	Tegangan <i>Open Circuit</i> (V)
η	Efisiensi (%)
n	Masa Kerja Modul PV (tahun)
s	Investasi awal
T	Tahun
S	Biaya investasi awal
n	Total tahun
i	<i>Interest</i> , tingkat suku bunga bank (%)
N	Total tahun proyek
COE	<i>Cost of Energy</i> atau Biaya Energi (Rp/kWh)
CRF	<i>Cost Recovery Factor</i> atau faktor pemulihan modal
AkWh	Energi yang dibangkitkan tahunan (kWh/tahun)
LCC	Biaya siklus hidup (<i>Life Cycle Cost</i>)
MPW	Biaya nilai sekarang untuk total biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun atau selama umur proyek
P	<i>Present</i> , nilai sekarang biaya tahunan selama umur proyek
N	<i>Numbers</i> , lama <i>life time</i> proyek
A	<i>Annual</i> , biaya tahunan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 <i>Summary System and Base Case System</i>	54
Lampiran 1.2 <i>Cost Summary</i>	54
Lampiran 1.3 <i>Cash Flow</i>	55
Lampiran 1.4 <i>Electrical Energy Production</i>	55
Lampiran 1.5 <i>Keluaran PV</i>	56
Lampiran 1.6 <i>Grid</i>	56
Lampiran 1.7 <i>Keluaran Inverter</i>	57



ABSTRAK

PLTS yang dirancang pada gedung SMPN 1 Teriak, Bengkayang Kalimantan Barat dengan daya 6600 W, merupakan PLTS *on-grid* dengan tujuan untuk menurunkan tagihan biaya listrik. Dalam perancangan ini dan analisis terhadap hasil perancangan, baik dari sisi teknik maupun sisi ekonomi, digunakan aplikasi Homer. Berdasarkan analisa terhadap perancangan, maka diperoleh hasil yaitu, kapasitas PLTS sistem *On-Grid* adalah 0,250 kW/modul dengan jumlah modul *Photovoltaic* (PV) 27 unit dan 3 unit inverter, total biaya kedua komponen adalah Rp. 130.397.740. Kebutuhan daya listrik per hari adalah 14.500 Wh atau 14,5 kWh. PLTS sistem *On-Grid* memproduksi energi listrik sebesar 9.969 kWh per tahun (65,5%), sementara energi listrik yang diproduksi oleh *Grid* mencapai 5.254 kWh/hari (34,5%) dengan total produksi energi listrik sebanyak 15.223 kWh per tahun (100%). Hasil simulasi Homer juga memperlihatkan bahwa, nilai *Net Present Cost* (NPC) sistem PLTS+*Grid* Rp.36.064.610 dan nilai *Levelized Cost of Electricity* (LCOE) sistem PLTS+*Grid* Rp.189,47/kWh lebih rendah dari nilai LCOE sistem *Grid*. Dan lamanya waktu pengembalian modal, *Break Event Point* (BEP), sistem PLTS+*Grid* adalah 5,36 tahun.

Kata Kunci: PLTS, *On-Grid*, NPC, LCOE, HOMER

ABSTRACT

PLTS designed in the SMPN 1 Teriak Bengkayang building, West Kalimantan with a power of 6600 W, is an on-grid PLTS with the aim of reducing electricity bills. In this design and analysis of the design results, both from the technical and economic sides, the Homer application is used. Based on the analysis of the design, the results were obtained, namely, the capacity of the On-Grid PLTS system is 0.250 kW / module with the number of Photovoltaic (PV) modules 27 units and 3 inverter units, the total cost of the two components is Rp. 130,397,740. The need for electrical power per day is 14,500 Wh or 14.5 kWh. The On-Grid solar system produces electrical energy of 9,969 kWh per year (65.5%), while the electrical energy produced by the Grid reaches 5,254 kWh / day (34.5%) with a total electrical energy production of 15,223 kWh per year (100%). Homer's simulation results also showed that the Net Present Cost (NPC) value of the PLTS+Grid system was Rp.36,064,610 and the Levelized Cost of Electricity (LCOE) value of the PLTS+Grid system was Rp.189.47/kWh lower than the LCOE value of the Grid system. And the length of payback for the Break Event Point (BEP) PLTS+Grid system is 5.36 years.

Keywords: *PLTS, On-Grid, NPC, LCOE, HOMER*

