

**ANALISIS PLTS SISTEM *OFF-GRID* UNTUK MEMENUHI
KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PULAU TIDUNG,
KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA MENGGUNAKAN
SOFTWARE PVSYST**

SKRIPSI

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

Oleh:

MILA NOVITA

1852050019



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2022



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mila Novita
NIM : 1852050019
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir saya yang berjudul "ANALISIS PLTS SISTEM *OFF-GRID* UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA MENGGUNAKAN *SOFTWARE PVSYSY*" adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jumlah acuan yang tertera didalam 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 pada pernyataan diatas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 3 Agustus 2022



Mila Novita
1852050019



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
ANALISIS PLTS SISTEM *OFF-GRID* UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN
ENERGI LISTRIK PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA
MENGUNAKAN *SOFTWARE* PVSYSY

Oleh:

Nama : Mila Novita
NIM : 1852050019
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, 3 Agustus 2022

Menyetujui:

Pembimbing I

(Ir. Robinson Purba, MT)
NIDN : 0307015102

Pembimbing II

(Eva Magdalena Silalahi, ST., MT)
NIDN : 0328087408

Ketua Program Studi Teknik Elektro,

(Ir. Bambang Widada, MT)
NIDN : 0330115701

Dekan Fakultas Teknik

(Ir. Galuh Widati, M.Sc)
NIDN : 0326126103



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 3 Agustus 2022 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strada Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Mila Novita
NIM : 1852050019
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "ANALISIS PLTS SISTEM *OFF-GRID* UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA MENGGUNAKAN *SOFTWARE PVSYST*" oleh tim penguji yang terdiri dari:

No	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Ir. Bambang Widodo, MT	Ketua	
2.	Stepanus, ST., MT	Anggota	
3.	Ir. Robinson Purba, MT	Anggota	
4.	Eva Magdalena Silalahi, ST., MT	Anggota	

Jakarta, 3 Agustus 2022



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan Dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mila Novita
NIM : 1852050019
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judu : ANALISIS PLTS SISTEM *OFF-GRID* UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PVSYSY

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 diperguruan tinggi manapun;
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 dikemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan dari hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Jakarta, 3 Agustus 2022
Yang Menyatakan

Mila Novita



KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha atas berkat, kasih dan karunia-Nya maka Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul: “Analisis PLTS Sistem *Off-Grid* Untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Listrik Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta Menggunakan *Software* PVSYST”.

Penelitian ini dibuat dan disusun sebagai tugas akhir penulis, serta sebagai syarat yang harus dipenuhi guna menempuh sidang Ujian Sarjana serta untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia (TEKNIK UKI).

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis juga menyadari tidak sedikit kendala dan halangan yang dihadapi penulis. Penulis juga menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih terdapat kekurangan yang disebabkan keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Namun berkat bantuan dan kontribusi dari berbagai pihak maka penulisan dan penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Selama belajar di program studi teknik elektro, Teknik UKI, penulis mendapat banyak ilmu dan pelajaran yang bermanfaat bagi kehidupan serta wawasan penulis. Dalam proses pembuatan tugas akhir ini, penulis banyak dibantu, dan diberi arahan, dukungan serta semangat oleh orang-orang disekitar penulis.

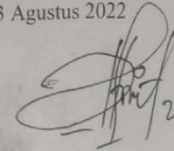
Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat yang luar biasa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT, Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia yang telah membantu penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Robinson Purba, MT selaku dosen pembimbing I dan Ibu Eva Magdalena Silalahi, ST, MT selaku dosen pembimbing II atas waktu, tenaga, dan sarannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman-teman sekelas teknik elektro angkatan 2018 Maria Fatima Wowo, Ezra Herty Yunita, Emilia Veronika, dan Jonsen yang telah membantu dan

memberikan arahan terselesaikannya tugas akhir ini sepanjang waktu perkuliahan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan. Akhir kata, penulis berkeyakinan bahwa penulisan tugas akhir ini akan memberikan manfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Jakarta, 3 Agustus 2022



Mila Novita



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR.....	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Metode Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN TEORI.....	7
2.1 Tenaga Surya	7
2.1.1 Apa Itu Tenaga Surya?.....	7
2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	7
2.2 Sistem Pembangkit PLTS	11
2.2.1 PLTS Sistem <i>Off-Grid</i>	11
2.2.2 PLTS Sistem <i>On-Grid</i>	12
2.3 Struktur Sel Surya.....	13
2.3.1 Sel Surya	13
2.3.2 Jenis Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>)	14
2.3.3 Konversi Matahari ke Energi Listrik.....	16
2.4 Daya Listrik	18

2.5	Baterai.....	18
2.5.1	Jenis-jenis Baterai	20
2.6	Prinsip Kerja PLTS.....	20
2.7	Kelebihan dan Kekurangan PLTS <i>Off-Grid</i>	22
2.8	PVSYST.....	22
2.9	Aspek Ekonomis Terhadap PLTS <i>Off-Grid</i>	23
2.9.1	Biaya Komponen Produksi	23
2.9.2	<i>Payback Period</i>	23
2.9.3	<i>Net Present Value (NPV)</i>	24
2.9.4	<i>BCR (Benefit Cost Ratio)</i>	25
2.9.5	<i>Analysis of LCC ('Life – Cycle Cost')</i>	25
2.9.6	<i>COE (Cost of Energy)</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Umum	28
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.3	Prosedur Penelitian	30
3.3.1	Tahapan Perencanaan.....	30
3.3.2	Studi Literatur	30
3.4	Mendapatkan dan Memproses Data.....	31
3.4.1	Mendapatkan Data	31
3.4.2	Pemrosesan Data.....	31
3.5	Analisis Data Awal.....	32
3.5.1	Mengumpulkan Data Potensi Surya.....	32
3.5.2	Pengumpulan Data Beban	33
3.6	Analisis Ekonomi.....	33
3.7	Simulasi Menggunakan PVSYST.....	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS		38
4.1	Umum	38
4.2	Data Penelitian.....	38
4.2.1	Data Radiasi Matahari di Pulau Tidung.....	38
4.2.2	Kebutuhan Listrik Pulau Tidung.....	39
4.3	Pengolahan Data Penelitian	39

4.3.1	Perhitungan PLTS <i>Standalone</i>	40
4.3.2	Perhitungan Daya Keluaran PLTS (<i>Off-Grid</i>)	40
4.3.3	Menentukan Kebutuhan Panel Surya	40
4.3.4	Menentukan Kapasitas Baterai	40
4.4	Analisis Hasil Pengolahan Data Penelitian	42
4.4.1	Biaya Pemeliharaan dan Operasional PLTS <i>Off Grid</i> di Pulau Tidun	42
4.4.2	Perhitungan LCC	42
4.4.3	Perhitungan COE (<i>Cost of Energy</i>) PLTS	43
4.4.4	Perhitungan Nilai <i>Net Present Value</i> (NPV)	44
4.4.5	Payback Period	44
4.4.6	Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR)	44
4.4.7	Kurva SOC Baterai	44
4.4.8	Hasil Perhitungan dan Simulasi PLTS <i>Off-Grid</i> pada PVSyst	45
4.4.9	Biaya Ekonomi Perhitungan Dengan <i>Software</i> PVSyst	48
BAB V KESIMPULAN		49
5.1	Kesimpulan	49
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hubungan Tegangan Rangkaian Terbuka Baterai dan SOC.....	19
Tabel 3.1	Informasi Lokasi Untuk PLTS Sistem <i>Off-Grid</i>	31
Tabel 3.2	Data Iradiasi Matahari di Pulau Tidung.....	32
Tabel 4.1	Rata-rata Penyinaran Harian pada Kemiringan Optimal Modul PV 10° Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Dihitung Menggunakan <i>Software</i> PVSyst.....	38
Tabel 4.2	Produksi Energi PLTS, SOC Baterai dan Probabilitas Kehilangan Beban.....	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Modul	8
Gambar 2.2 Bentuk Struktur dari Sel Surya	13
Gambar 2.3 Bentuk Panel Surya Monokristal.....	14
Gambar 2.4 Bentuk Panel Surya Polikristal.....	15
Gambar 2.5 Bentuk Sel Surya <i>Thin Film</i>	16
Gambar 2.6 Ilustrasi Cara Kerja PLTS	21
Gambar 2.7 Tampilan <i>Software</i> PVSYSY.....	22
Gambar 3.1 Langkah-langkah Alur Penelitian.....	29
Gambar 3.2 Tampilan Awal Menentukan Proyek	34
Gambar 3.3 Tampilan Menentukan Meteo <i>Database</i>	35
Gambar 3.4 Tampilan <i>Orientation, Variant</i>	36
Gambar 3.5 Penginputan Data Spesifikasi Komponen PLTS.....	36
Gambar 3.6 Tampilan <i>Running</i> (Menjalankan) Data pada Simulasi	37
Gambar 4.1 Suhu di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, setiap tiga jam dan perhari.....	39
Gambar 4.2 Grafik Ketinggian SOC.....	44
Gambar 4.3 Grafik Hasil Energi PV dan Kebutuhan Pengguna	44
Gambar 4.4 Kurva SOC Baterai dan Probabilitas Kehilangan Beban.....	47
Gambar 4.5 Biaya Ekonomi PLTS <i>Off-Grid</i> di Pulau Tidung.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Simulasi <i>Software</i> PVSYST PLTS <i>Off-Gird</i>	53
--	----



DAFTAR SINGKATAN

PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
Wp	: <i>Wattpeak</i>
VRLA	: <i>Valve Regulated Lead Acid</i>
NPV	: <i>Net Present Value</i>
DF	: <i>Discount Factor</i>
COE	: <i>Cost of Energy</i>
LCC	: <i>Life Cycle Coast</i>
BCR	: <i>Benefit Cost Ratio</i>
PR	: <i>Performance Ratio</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
DOD	: <i>Deep of Charge</i>
BCU	: <i>Battery Controlling Unit</i>
PV	: <i>Photovoltaic</i>
TFPV	: <i>Thin Film Photovoltaic</i>
a-Si	: <i>Amourphous Silicon</i>
CdTe	: <i>Cadmium Telluride</i>
CIGS	: <i>Copper Indium Gallium Selenide</i>
Ah	: <i>Ampere hour</i>
DCF	: <i>Discounted Cash Flow</i>
O&M	: <i>Operasional dan Maintenance</i>
CRF	: <i>Cost Recovery Factor</i>
PSH	: <i>Peak Sun Hours</i>
PLN	: <i>Perusahaan Listrik Negara</i>
SCC	: <i>Solar Charge Controller</i>
SOC	: <i>State of Charge</i>
GHI	: <i>Global Horizontal Irradiation</i>
PVSYST	: <i>Photovoltaic System</i>

ABSTRAK

Jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi Indonesia mendorong kebutuhan energi listrik di dalam negeri yang terus meningkat. Pada Tugas Akhir ini membahas tentang kebutuhan energi listrik di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu dengan menggunakan *software* PVSYST. Modul polikristalin 250 Wp dengan variabel sudut kemiringan 10° dan baterai *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) 12V/100Ah digunakan dalam penelitian ini untuk simulasi dan perhitungan ekonomis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran energi yang dihasilkan PLTS setiap harinya, rata-rata jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS, dan konsumsi daya keseluruhan Pulau Tidung. NPV, *Discount Factor* (DF), COE, *Payback Period*, dan LCC adalah metrik nilai ekonomi yang digunakan. Kenaikan suku bunga oleh Bank Indonesia dapat berdampak negatif terhadap nilai NPV investasi dengan menaikkan *Payback Period*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan PLTS menghasilkan listrik 31.490 MWh/tahun dalam setahun, Pulau Tidung membutuhkan listrik 86.275 kWh setiap hari, total investasi awal sebesar Rp. 1.781.331.000,- dan harga listrik untuk PLTS *off-grid* adalah Rp.1.471/kWh. Dari hasil simulasi, terjadi surplus energi PLTS pada bulan Agustus dan terjadi kekurangan energi listrik pada sisi konsumen masyarakat pada bulan Januari, Februari, Maret dan Desember. Namun, secara keseluruhan per tahun, listrik yang dihasilkan PLTS lebih dari kebutuhan masyarakat. Tambahan pasokan listrik yang dihasilkan PLTS setiap tahun adalah 87.965 kWh.

Kata kunci: Energi listrik, PLTS, PVSyst, biaya energi.

ABSTRACT

Indonesia's population and economic growth are driving up domestic demand for electrical energy. Using PVSYST software, this final project discusses the need for electrical energy on Tidung Island, Seribu Islands. For simulation and economic calculations, a 250 Wp polycrystalline module with a variable tilt angle of 10° and a Valve Regulated Lead Acid (VRLA) 12V/100Ah battery were used in this study. The goal of this study was to determine the quantity of energy produced by PLTS every day, the average amount of electrical energy produced by PLTS, and the overall power consumption of Tidung Island. The economic value metrics employed are NPV, Discount Factor (DF), COE, Payback Period, and LCC. An increase in interest rates by Bank Indonesia can reduce the NPV value of investments by lengthening the Payback Period. According to the findings of this study, PLTS generates 31,490 MWh/year of electricity in a year, Tidung Island requires 86,275 kWh of electricity every day, the total initial investment is Rp.1,781,331,000,- and the electricity price for off-grid PLTS is Rp.1,471/kWh. According to the simulation results, there is a PLTS energy surplus from August and an electrical energy shortage on the consumer side of the community in January, February, March, and December. However, the electricity produced by PLTS exceeds the community's needs on an annual basis. PLTS generates an additional 87,965 kWh of electricity each year.

Keywords: Electrical energy, PLTS, PVSyst, energy costs.