

**ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA PLTD DAN
PLTS DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA
MENGUNAKAN HOMER**

SKRIPSI

Oleh:

EMILIA VERONIKA

NIM: 1852050010



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2022**

***ANALYSIS OF THE HYBRID POWER PLANTS OF PLTD AND
PLTS ON TIDUNG ISLAND, SERIBU ISLANDS, DKI JAKARTA
USING HOMER***

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH
GELAR SARJANA TEKNIK (S.T) PADA PROGRAM STUDI TEKNIK
ELEKTRO PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK

Oleh:

EMILIA VERONIKA

NIM: 1852050010



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2022



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Emilia Veronika
Nim : 1852050010
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang ber judul "ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA PLTD DAN PLTS DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA MENGGUNAKAN HOMER", 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 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 dianggap batal.

Jakarta, 2 Agustus 2022



(Emilia Veronika)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA PLTD DAN PLTS DI PULAU
TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA MENGGUNAKAN HOMER**

Oleh :

Nama : Emilia Veronika
Nim : 1852050010
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, 2 Agustus 2021

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 Widodo, MT)
NIDN : 030415901

Dekan,

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



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 2 Agustus 2022 telah dilaksanakan 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 : Emilia Veronika
Nim : 1852050010
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA PLTD DAN PLTS DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA MENGGUNAKAN HOMER" oleh tim penguji yang terdiri dari :

Dewan Penguji

Nama Penguji	Jabatan
1. Ir. Bambang Widodo, MT	Ketua
2. Ir. Robinson Purba, MT	Anggota
3. Eva Magdalena Silalahi, ST., MT	Anggota
4. Stepanus, ST., MT	Anggota

Tanda Tangan

Jakarta, 2 Agustus 2022



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Emilia Veronika
Nim : 1852050010
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA PLTD
DAN PLTS DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI
JAKARTA MENGGUNAKAN HOMER

Menyatakan bahwa :

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

Apabila di kemudian 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 akademik yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Jakarta, 2 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Emilia Veronika

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas seluruh berkat serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menuntaskan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini ialah kurikulum yang wajib dipenuhi buat memenuhi ketentuan menuntaskan pendidikan sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia. Judul Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut: **“ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA PLTD DAN PLTS DI PULAU TIDUNG, KEPULAUAN SERIBU, DKI JAKARTA MENGGUNAKAN HOMER”**.

Penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, maka dari itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada beberapa pihak, yaitu:

1. Untuk keluarga yang selalu memberikan dukungan doa, finansial, motivasi, semangat, dan nasehat kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kepada Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia (UKI) yang telah banyak meluangkan waktu membantu penulis selama masa perkuliahan.
3. Kepada Bapak Ir. Robinson Purba, MT, selaku pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah meluangkan banyak waktu dan pikiran untuk membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Kepada Ibu Eva Magdalena Silalahi, ST., MT yang merupakan pembimbing 2 Tugas Akhir dan telah memberikan banyak waktu dan pikiran kepada penulis untuk membantunya menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kepada Bapak Stepanus, ST., MT, sebagai dosen pembimbing akademik, yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis dalam masa perkuliahan.
6. Teruntuk semua anggota yayasan YKBN, selaku pemberi beasiswa selama 4 tahun penulis menempuh perguruan tinggi di kampus Universitas Kristen Indonesia.

Adalah tujuan penulis bahwa upaya akhir ini dapat ditingkatkan dengan bantuan umpan balik dan rekomendasi. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada para pembaca dan berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat,

Jakarta, 2 Agustus 2022



(Emilia Veronika)



DAFTAR ISI

JUDUL TUGAS AKHIR

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiv
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 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KERANGKA TEORI	7
2.1 Pendahuluan	7
2.2 Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida	7
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	8
2.3.1 Pemakaian atau penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)	8
2.3.2 Bentuk dan Bagian PLTD	9
2.3.3 Masalah PLTD	9
2.3.4 Cara Pengoperasian PLTD	10
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	11
2.4.1 Komponen Utama PLTS	12

2.4.1.1 Modul Sel Surya	12
2.4.1.2 Inverter	15
2.4.1.3 Solar Charger Controller (SCC)	16
2.4.1.4 Baterai.....	17
2.5 HOMER	17
2.5.1 Simulasi	17
2.5.2 Optimasi	18
2.5.3 Analisis Sensitivitas	18
2.5.4 Metode Untuk Menganalisis Data	18
2.5.4.1 Aspek Teknis.....	18
2.5.4.2 Aspek Ekonomis	19
BAB III Metode Penelitian	20
3.1 Metodologi Penelitian	20
3.2 Lokasi Penelitian	20
3.3 Rencana Waktu Penelitian	20
3.4 Perencanaan Penelitian.....	21
3.4.1 Riset Literatur	21
3.4.2 Survei Lapangan dan Koleksi Data.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Pendahuluan.....	23
4.2 Data Beban Pulau Tidung	24
4.3 Pengolahan Data dan Hasilnya	24
4.3.1 Pengolahan Data Beban Harian Pulau Tidung Dalam Bentuk Kurva.....	24
4.3.2 Pengolahan Data Potensi Radiasi Matahari Pulau Tidung	24
4.3.3 Pengolahan Data Pembangkit Listrik Hibrida Pulau Tidung	25
4.3.4 Pengolahan Data Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	26
4.3.5 Pengolahan Data Pembangkit Listrik Tenaga Surya	27
4.3.5.1 Panel Fotovoltaik	27
4.3.5.2 Inverter.....	28
4.3.5.3 Baterai.....	29
4.3.5.4 Grid PLN	29

4.4 Analisis Hasil Pengolahan Data Dari Aspek Teknis	29
4.4.1 Pembebanan PLTD + Grid PLN Sebelum Dihybrid PLTS	30
4.4.2 Pembebanan PLTD + Grid PLN Setelah Dihybrid PLTS	30
4.4.3 Perbandingan Pembebanan PLTD Sebelum dan Sesudah Adanya PLTS	30
4.5 Analisis Hasil Pengolahan Data Dari Aspek Ekonomi	32
4.5.1 Net Present Cost (NPC)	32
4.5.1.1 NPC PLTD + Grid PLN Sebelum Dihybrid PLTS Pada <i>HOMER</i>	32
4.5.1.2 NPC PLTH Yang Direncanakan di Pulau Tidung	32
4.5.1.3 Perbandingan NPC Sebelum dan Sesudah Adanya PLTS	32
4.5.2 Levelized Cost Of Energy (LCOE).....	33
4.5.2.1 LCOE PLTD + Grid PLN Sebelum Dihybrid PLTS	33
4.5.2.2 LCOE PLTD + Grid PLN Setelah Dihybrid PLTS	33
4.5.2.3 Perbandingan LCOE Sebelum dan Sesudah Adanya PLTS	34
4.6 Hasil Analisis Pengolahan Data Dari Dua Aspek	34
BAB V KESIMPULAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja PLTD	9
Gambar 2.2 Komponen Utama PLTS.....	12
Gambar 2.3 Solar Sel Monocrystalline Silicon.....	13
Gambar 2.4 Solar Sel Polycrystalline Silicon.....	14
Gambar 2.5 Solar Sel Thin-Film Solar Cells	15
Gambar 2.6 Inverter.....	16
Gambar 2.7 Solar Charge Controller	17
Gambar 2.8 Baterai	21
Gambar 3.1 Flowchart Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 4.1 Kurva Beban Harian Pulau Tidung	24
Gambar 4.2 Clearness Index dan Solar Irradiatioan di Pulau Tidung	25
Gambar 4.3 Sistem Hibrida pada <i>HOMER</i>	27
Gambar 4.4 Generator CAT-150kVA-50HZ-PP.....	39
Gambar 4.5 Pembebanan PLTD Sebelum Dihybrid PLTS.....	30
Gambar 4.6 Pembebanan PLTD Sesudah Dihybrid PLTS	30
Gambar 4.7 Sharing Beban PLTD + Grid PLN Sebelum Adanya PLTS.....	31
Gambar 4.8 Sharing Beban PLTD + Grid PLN Sesudah Adanya PLTS	31
Gambar 4.9 NPC PLTD Berdasarkan Hasil Simulasi Pada <i>HOMER</i>	32
Gambar 4.10 NPC PLTH Berdasarkan Hasil Simulasi Pada <i>HOMER</i>	32
Gambar 4.11 Biaya LCOE PLTD + Grid PLN Sebelum Dihybrid PLTS	33
Gambar 4.12 Biaya LCOE PLTH (PLTD + Grid PLN + PLTS) Selama Setahun.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rencana Waktu Penelitian.....	20
Tabel 4.1 Jumlah Beban Harian Rata-Rata Pulau Tidung.....	23
Tabel 4.2 Data Indeks Kecerahan dan Radiasi Sinar Matahari.....	25
Tabel 4.3 Spesifikasi PLTD Pada <i>HOMER</i>	26
Tabel 4.4 Spesifikasi Data Modul Sel Surya (PV) Pada <i>HOMER</i>	28
Tabel 4.5 Input Data Inverter Pada <i>HOMER</i>	28
Tabel 4.6 Spesifikasi Data Modul Baterai Pada <i>HOMER</i>	29
Tabel 4.7 Perbandingan Produksi Energi Listrik Pulau Tidung	30
Tabel 4.8 Perbandingan NPC Antara PLTD dan PLTH Yang Direncanakan Di Pulau Tidung	32
Tabel 4.9 Perbandingan LCOE PLTD dan PLTH Yang Direncanakan Di Pulau Tidung	34



DAFTAR SINGKATAN

PLTH	: Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
HOMER	: Hibrid Optimization Model for Energy Renewable
HSD	: High-Speed Diesel
MFO	: Marine Fuel Oil
NPC	: Net Present Cost
LCOE	: Levelized Cost of Energy
TFSC	: Thin-Film Solar Cells
BBM	: Bahan Bakar Minyak
SCC	: Solar Charge Controller
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
EBT	: Energi Baru Terbarukan
SM500	: SolarMax500
DKI	: Daerah Khusus Ibukota
kWh	: Kilowatt-hour
W	: Watt
RW	: Rumah Warga
RT	: Rumah Tangga
KK	: Kepala Keluarga
L	: Liter
kW	: Kilowatt
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
DC	: Direct Current
AC	: Alternating Current
PSU	: Power Supply Unit
UPS	: Uninterruptible Power Supply
V	: Volt
TL	: Tubular Lamp

Si

: Silikon



ABSTRAK

Pulau Tidung merupakan daerah terpencil yang jauh dari perkotaan yang terletak di Kepulauan Seribu Selatan, DKI Jakarta. Sumber utama energi listrik di Pulau Tidung adalah sistem yang dipasok oleh PT. PLN melalui kabel bawah laut, di mana bahan bakar fosil masih digunakan untuk menghasilkan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan bahan bakar fosil solar dengan PLTD sebagai sistem produksi hibrida untuk menciptakan energi di Pulau Tidung dengan memasok bahan bakar PLTD ke Pulau Tidung. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kelayakan teknis dan ekonomis PLTH menggunakan aplikasi HOMER. Berdasarkan hasil simulasi, diketahui bahwa PLTH (PLTS, PLTD, Grid PLN) secara teknis memungkinkan untuk digunakan. PLTH dapat menghasilkan daya 261.967 kWh per tahun, dimana kebutuhan listrik di Pulau Tidung sebesar 43.800 kWh/tahun. Setelah PLTD dihibrid dengan PLTS, persentase pembebanan pada sistem hibrid adalah pembebanan 75,9% (198.942 kWh/tahun) dari PLTS, pembebanan 0,667% (1.747 kWh/tahun) dari PLTD dan pembebanan 23,4% (61.279 kWh/tahun) dari Grid PLN. Dari segi ekonomi, NPC PLTH yang direncanakan di Pulau Tidung Rp.3.972.953.000 lebih rendah dibandingkan PLTD + Grid PLN sebelum dihibrid ke PLTS, yaitu Rp.11.684.970.000. Sementara itu LCOE PLTH yang direncanakan di Pulau Tidung lebih rendah dibandingkan PLTD + Grid PLN di Pulau Tidung, yaitu Rp.1.671,72/kWh untuk PLTH dan Rp.13.193,80/kWh pada PLTD + Grid PLN, sehingga dapat dikatakan bahwa PLTH yang direncanakan di Pulau Tidung lebih layak dioperasikan dibandingkan PLTD + Grid PLN karena dari segi ekonomi dan biaya yang dikeluarkan lebih murah dibandingkan PLTD + Grid PLN.

Kata Kunci : Energi Listrik, Ekonomi, PLTH, PLTS, PLTD, Homer.

ABSTRACT

Tidung Island is a remote area far from urban areas located in the South Thousand Islands, DKI Jakarta. The main source of electrical energy in Tidung Island is the system supplied by PT. PLN through submarine cables, where fossil fuels are still used to generate electricity. This study aims to integrate fossil fuel diesel with PLTD as a hybrid production system to create energy on Tidung Island by supplying PLTD fuel to Tidung Island. Therefore, the purpose of this study is to test the technical and economic feasibility of PLTH using the HOMER application. Based on the simulation results, it is known that PLTH (PLTS, PLTD, Grid PLN) is technically possible to use. PLTH can produce 261,967 kWh of power per year, where the electricity demand on Tidung Island is 43,800 kWh/year. After PLTD was hybridized with PLTS, the percentage of loading on the hybrid system was 75.9% (198,942 kWh/year) from PLTS, 0.667% (1,747 kWh/year) from PLTD and 23.4% (61,279 kWh/year) from PLTD. PLN Grid. From an economic point of view, the planned NPC of PLTH on Tidung Island is Rp.3,972,953 000 lower than PLTD + Grid PLN before being hybridized to PLTS, which is

Rp.11,684,970,000. Meanwhile, the LCOE of PLTH planned for Tidung Island is lower than that of PLTD + PLN Grid on Tidung Island, which is Rp.1,671.72/kWh for PLTH and Rp.13,193.80/kWh for PLTD + Grid PLN, so it can be said that the PLTH It is planned that Tidung Island is more feasible to operate than PLTD + PLN Grid because from an economic point of view and the costs incurred are cheaper than PLTD + PLN Grid.

Keyword: Electrical Energy, Economy, PLTH, PLTS, PLTD, Homer.