

**PERANCANGAN PLTS SISTEM *ON-GRID* DI ATAP GEDUNG
UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN LISTRIK FAKULTAS
TEKNIK UKI – JAKARTA**

SKRIPSI

Oleh:

YOFI GRECIA SITORUS

NIM: 1952050008



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

**PERANCANGAN PLTS SISTEM *ON-GRID* DI ATAP GEDUNG
UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN LISTRIK FAKULTAS
TEKNIK UKI – JAKARTA**

SKRIPSI

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

Oleh:

YOFI GRECIA SITORUS

NIM: 1952050008



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



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yofi Grecia Sitorus

NIM : 1952050008

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang ber judul "PERANCANGAN PLTS SISTEM *ON-GRID* DI ATAP GEDUNG UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN LISTRIK FAKULTAS TEKNIK UKI" 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 dianggap batal.

Jakarta, 4 Juli 2023



Yofi Grecia Sitorus



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

PERANCANGAN PLTS SISTEM *ON-GRID* DI ATAP GEDUNG UNTUK
MEMENUHI KEBUTUHAN LISTRIK FAKULTAS TEKNIK UKI - JAKARTA

Oleh :

Nama : Yofi Grecia Sitorus
NIM : 1952050008
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

18/01/2024

(Ir. Robinson Purba, MT)
NIDN : 0307015102

Pembimbing II

15/12/23

(Ir. Bambang Widodo, MT)
NIDN : 0330115901

Ketua Program Studi Teknik Elektro

18/01/2024

(Ir. Bambang Widodo, MT)
NIDN : 0330115901

Dekan Fakultas Teknik

31/01/2024

(Dicky Antensus, ST., M.Sc)
NIDN : 0901218801



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 : Yofi Grecia Sitorus
NIM : 1952050008
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “ PERANCANGAN PLTS SISTEM ON-GRID DI ATAP GEDUNG UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN LISTRIK FAKULTAS TEKNIK UKI - JAKARTA” oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1. Ir. Bambang Widodo, M.T	Ketua	(.....) 15/12/23
2. Ir. Robinson Purba, M.T	Anggota	(.....) 18/01/2024
3. Eva Magdalena Silalahi, S.T., M.T	Anggota	(.....) 18/01/2024
4. Susilo, S.Kom, M.T	Anggota	(.....) 30/01/2024

Jakarta, 4 Juli 2023



Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yofi Grecia Sitorus
NIM : 1952050008
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : PERANCANGAN PLTS SISTEM *ON-GRID* DI ATAP GEDUNG UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN LISTRIK FAKULTAS TEKNIK UKI - JAKARTA

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 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 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, 26 Juni 2023
Yang Menyatakan,



Yofi Grecia Sitorus

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul: **“Perancangan PLTS Sistem *On-Grid* Di Atap Gedung Untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Listrik Fakultas Teknik – UKI Jakarta”** dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Universitas Kristen Indonesia. Selesaiannya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kasih dan berkat yang Tuhan berikan kepada saya, karena menjadikan saya pribadi yang kuat dan mau berjuang hingga dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik dan juga memberikan pertolongan melalui perantara orang-orang yang telah memberikan dukungan dan bimbingan baik secara moral maupun material.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Pada kesempatan ini, dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Orang tua tercinta : Bapak Binahar Sitorus (+) / Ibu Nurdiana Butar-Butar yang sudah sangat sabar memberikan dukungan secara moral, materil, maupun spiritual agar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tidak lupa juga untuk kedua abang, kakak dan kakak ipar saya tersayang Feryanto Sitorus, SE, Ratih Monica Sitorus, S.Pd, Dedy David Sitorus, Putri Wahyuni, SE, yang selalu memberikan dukungan dan memenuhi segala kebutuhan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia, sekaligus Dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak waktu, tenaga serta bimbingannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

3. Bapak Ir. Robinson Purba, MT selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. David Parulian Sinaga, ST yang selalu memberikan doa, motivasi, serta meluangkan waktunya untuk berdiskusi terkait penulisan tugas akhir.
5. Teman-teman Prodi Elektro angkatan 2019, terkhusus untuk Mardelin Kastela, Blasius Rum Tukan, Jeni Lisdawati yang sudah meluangkan waktunya untuk berdiskusi terkait penulisan tugas akhir.
6. Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin.

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, 4 Juli 2023



Yofi Grecia Sitorus

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS.....	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.....	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	5
2.3 Energi Matahari.....	6
2.4 <i>Photovoltaic</i> (PV).....	7
2.4.1 Modul Surya	9
2.4.2 Karakteristik Panel Surya.....	12
2.4.3 Inverter DC - AC	14
2.5 kWh Meter Ekspor Impor.....	19
2.6 Ekonomi Teknik.....	19
2.6.1 Aspek Ekonomi	20
2.6.2 Aspek Biaya.....	20
2.6.3 <i>Net Present Cost</i> (NPC)	21
2.6.4 <i>Levelized Cost of Electricity</i> (LCOE)	21
2.6.5 <i>Break Event Point</i> (BEP).....	22
2.7 Gas Rumah Kaca.....	22
2.8 HOMER	23
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian.....	25
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.3 Analisis Beban Pada Fakultas Teknik UKI – Jakarta.....	27
3.4 Survey Lapangan dan Koleksi Data	27
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	28

3.6 Pengaturan HOMER	28
3.6.1 Mengatur Lokasi Penelitian.....	28
3.6.2 Mengatur Beban.....	29
3.6.3 Pengaturan Komponen PLTS	30
3.7 Penarikan Kesimpulan.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Umum.....	33
4.2 Data Perancangan.....	33
4.2.1 Data Radiasi Matahari.....	33
4.2.2 Data Beban	34
4.2.3 Menentukan Luas Atap Gedung	36
4.2.4 Menentukan Luas Modul Surya	37
4.2.5 Jumlah Modul Surya yang dibutuhkan untuk Memenuhi Kebutuhan ..	37
4.2.6 Menentukan Kebutuhan Inverter	38
4.2.7 Grid PLN	39
4.2.8 Biaya Komponen	38
4.2.9 Biaya Operasional & Pemeliharaan (O&M) PLTS	40
4.3 Pengolahan Data dan Hasilnya.....	40
4.3.1 Desain Sistem	41
4.3.2 Simulasi Data Beban.....	40
4.4 Hasil Perancangan	42
4.4.1 Analisis Hasil Pengolahan Data dari Aspek Teknis.....	43
4.4.2 Analisis Pengurangan Emisi CO ₂	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Lokasi	28
Tabel 3. 2 Teknik Pengumpulan Data	28
Tabel 4. 1 Potensi Radiasi Matahari.....	34
Tabel 4. 2 Data Total Pemakaian Beban	35
Tabel 4. 3 Spesifikasi Panel Surya.....	38
Tabel 4. 4 Spesifikasi Inverter	39
Tabel 4. 5 Biaya Komponen	39
Tabel 4. 6 Perbandingan Nilai Ekonomis.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen PLTS <i>On-Grid</i>	6
Gambar 2. 2 Interaksi Foton dengan Bahan Semikonduktor.....	8
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Modul Surya	9
Gambar 2. 4 Komponen Modul Surya	9
Gambar 2. 5 <i>Monocrystalline</i>	11
Gambar 2. 6 <i>Polycrystalline</i>	11
Gambar 2. 7 <i>Thin Film Photovoltaic</i>	12
Gambar 2. 8 Kurva I-V Sel Surya	12
Gambar 2. 9 Hubungan Input dan Output dari Inverter DC-AC (a) Diagram blok, (b) Tegangan keluaran, (c) Arus input	15
Gambar 2. 10 Inverter Setengah Jembatan (a) Rangkaian,(b) bentuk gelombang dengan beban resistif, (c) Arus beban dengan beban yang sangat induktif	16
Gambar 2. 11 Inverter Jembatan Penuh Fase Tunggal (a) Rangkaian, (b) Bentuk Gelombang, (c) Arus beban dengan beban yang sangat induktif	17
Gambar 2. 12 Bentuk Gelombang Inverter Tiga Fasa.....	19
Gambar 2. 13 Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Pembangkit Listrik	23
Gambar 2.14 Tampilan Utama HOMER	24
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3. 2 Tampilan Utama HOMER	29
Gambar 3. 3 Lokasi Penelitian.....	29
Gambar 3. 4 Pengaturan Beban Listrik	30

Gambar 3. 5 Pengaturan PV	30
Gambar 3. 6 Pengaturan Inverter	31
Gambar 3. 7 Pengaturan Grid	31
Gambar 4. 1 Kurva Intensitas Radiasi Matahari	34
Gambar 4. 2 Luas Atap Gedung.....	36
Gambar 4. 3 Desain Skematik Sistem PLTS	41
Gambar 4. 4 Pengaturan Beban.....	41
Gambar 4. 5 Temperatur Fakultas Teknik UKI – Jakarta	42
Gambar 4. 6 Metrik Ekonomi	42
Gambar 4. 7 Ringkasan Perbandingan Biaya Hasil HOMER.....	43
Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Grid tanpa PLTS	44
Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Grid Menggunakan PLTS	45
Gambar 4. 10 Hasil Pengurangan Emisi CO ₂ Menggunakan HOMER.....	46

DAFTAR SINGKATAN

PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PV	: <i>Photovoltaic</i>
Isc	: <i>Short Circuit Current</i>
Voc	: <i>Open Circuit Voltage</i>
MPP	: <i>Maksimum Power Point</i>
FF	: <i>Fill Factor</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
AC	: <i>Alternating Current</i>
P_{in}	: Daya Masukan
P_{max}	: Daya Masukan
P_{out}	: Daya keluaran
V_{max}	: Tegangan Maksimum
V_{mp}	: <i>Voltage At Maksimum Power</i>
W	: <i>Watt</i>
W_p	: <i>Watt Peak</i>
kWh	: <i>Kilo Watt Hour</i>
Si	: Silikon
NPC	: <i>Net Present Cost</i>
ROI	: <i>Return Of Investment</i>
IRR	: <i>Initial Rate of Return</i>
BEP	: <i>Break Event Point</i>
LCOE	: <i>Levelized Cost of Electricity</i>
O&M	: <i>Operation and Maintenance</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil simulasi HOMER.....	51
---	----



ABSTRAK

Penelitian ini merupakan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *On-Grid*, pada gedung Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia (FT UKI). Dalam menganalisis perancangan ini, baik dari sisi teknik maupun sisi ekonomi serta menentukan *Break Event Point* (BEP) digunakan alat bantu aplikasi HOMER. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yang mencakup pengumpulan, analisis dan penyajian data dalam bentuk angka. Setelah melakukan simulasi HOMER. PLTS terdiri dari 407 panel surya dengan total kapasitas daya keseluruhan adalah 150,890 Wp (watt peak), serta inverter sebanyak 16 unit dengan total kapasitas keseluruhan yaitu 160 kW (kilowatt), dan total biaya seluruh komponen adalah Rp. 1.245.305.649,95. Dalam segi ekonomi, penghematan biaya dari nilai *Net Present Cost* (NPC) pada perancangan ini adalah sebesar Rp. 830.000.000, menghemat biaya *Levelized Cost of Electricity* (LCOE) sebesar Rp. 227,87/kWh (kilowatt hour), serta menghemat biaya *Operation & Maintenance* (O&M) sebesar Rp. 142.000.000. Dari hasil kajian ini, diperoleh nilai BEP sekitar 7,27 tahun dengan total pengurangan karbon dioksida yang dapat dikurangi sebesar 129,185 kg CO₂.

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

ABSTRACT

This research is the design of an On-Grid Solar Power Plant (PLTS), at the Faculty of Engineering building of Universitas Kristen Indonesia (FT UKI). In analysing this design, both from the technical and economic sides and determining the Break Event Point (BEP), the HOMER application tool is used. This research uses a quantitative approach, which includes collecting, analysing and presenting data in the form of numbers. After doing the HOMER simulation. PLTS consists of 407 solar panels with a total overall power capacity of 150,890 Wp (watt peak), as well as 16 units of inverters with a total overall capacity of 160 kW (kilowatt), and the total cost of all components is Rp. 1,245,305,649.95. In terms of economics, the cost savings from the Net Present Cost (NPC) value of this design is Rp. 830,000,000, saving the Levelised Cost of Electricity (LCOE) cost of Rp. 227.87/kWh (kilowatt hour), and saving Operation & Maintenance (O&M) costs of Rp. 142,000,000. From the results of this study, a BEP value of around 7.27 years was obtained with a total carbon dioxide reduction of 129,185 kg CO₂.

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