

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
ON-GRID DI GEDUNG LEMBAGA PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UKI-JAKARTA
MENGUNAKAN APLIKASI *PVSYST***

SKRIPSI

Oleh

BLASIUS RUM TUKAN

NIM: 1952050019



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

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
ON-GRID DI GEDUNG LEMBAGA PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UKI-JAKARTA
MENGUNAKAN APLIKASI *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

BLASIUS RUM TUKAN

NIM: 1952050019



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

2023



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Blasius Rum Tukan
NIM : 1952050019
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *ON-GRID* DI GEDUNG LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UKI-JAKARTA MENGGUNAKAN APLIKASI *PVSYST*" 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, 27 Juni 2023




Blasius Rum Tukan



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *ON-GRID* DI
GEDUNG LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA
MASYARAKAT UKI-JAKARTA MENGGUNAKAN APLIKASI *PVSYST*

Oleh :

Nama : Blasius Rum Tukan
NIM : 1952080019
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 Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 27 Juni 2023

Menyetujui:

Pembimbing 1

(Ir. Robinson Purba, M.T)

NIDN. 0307015102

Pembimbing 2

(Ir. Bambang Widodo, M.T)

NIDN. 0330115901

Ketua Program Studi Teknik Elektro



(Ir. Bambang Widodo, M.T)

NIDN. 0330115901

Dekan Fakultas Teknik



(Dicky Antonius, S.T., M.Sc)

NIDN. 0301218801



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 27 Juni 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 : Blasius Rum Tukan
NIM : 1952050019
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *ON-GRID* DI GEDUNG LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UKI-JAKARTA MENGGUNAKAN APLIKASI *PVSYST*" oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ir. Bambang Widodo, M.T	Sebagai Ketua	
2. Prof. Atmonobudi Soebagio, Ph.D	Sebagai Anggota	
3. Ir. Robinson Purba, M.T	Sebagai Anggota	
4. Stepanus, S.T., M.T	Sebagai Anggota	

Jakarta, 27 Juni 2023



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Blasius Rum Tukan
NIM : 1952050019
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On-Grid* di Gedung Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UKI-Jakarta Menggunakan Aplikasi *PVSyst*

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 Non eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), 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, 27 Juni 2023

Yang Menyatakan,




Blasius Rum Tukan

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kehadurat Tuhan Yang Maha Esa atas seluruh berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On-Grid* di Gedung Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UKI-Jakarta menggunakan Aplikasi PVSyst” dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi ketentuan dalam menuntaskan Pendidikan sarjana pada Progran Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, maka dari itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada beberapa pihak, yaitu:

1. Bapak Ir. Bambang Widodo, M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro dan sebagai dosen Pembimbing Akademik dari penulis.
2. Bapak Ir. Robinson Purba, M.T selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Bambang Widodo, M.T selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir.
3. Kedua orang tua penulis yang memberikan dukungan lewat doa dan semangat sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ikatan Alumni Teknik Elektro terkhususnya Bapak Ir. Djoko Sutjiaman yang telah memberikan beasiswa kepada penulis.
5. Saudara-saudari penulis terkhususnya Vindro, Rostin, dan Santos yang selalu memberi dukungan melalui finansial kepada penulis.

Dengan segala rasa hormat penulis menyadari penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca yang membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu bagi pembaca.

Jakarta, 27 Juni 2023



Blasius Rum Tukan



DAFTAR ISI

PERNTATAAN 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.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum.....	6
2.2 Energi Matahari di Indonesia.....	6
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	7
2.3.1 Energi Matahari.....	7
2.3.2 Modul Surya.....	10
2.3.3 Inverter.....	17

2.4 Ekonomi Teknik.....	21
2.5 Gas Rumah Kaca.....	23
2.6 Teori <i>PVSyst</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Umum.....	25
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	27
3.3 Analisis Sistem PLTS.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Umum.....	34
4.2 Data Penelitian.....	34
4.3 Pengolahan dan Hasil Data.....	37
4.4 Analisis Terhadap Hasil Pengolahan Data.....	40
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Urutan Penyalaan Sakelar dengan keluarannya.....	20
Tabel 4.1 Data Radiasi Matahari di Gedung LPPM.....	35
Tabel 4.2 Biaya Komponen PLTS.....	40
Tabel 4.3 Biaya O&M komponen.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta potensi energi matahari di Indonesia.....	7
Gambar 2.2	Komponen PLTS <i>On-grid</i>	9
Gambar 2.3	Komponen dasar sel surya.....	10
Gambar 2.4	Proses konversi energi cahaya menjadi energi listrik.....	12
Gambar 2.5	Jenis-jenis modul surya.....	14
Gambar 2.6	Kurva I-V.....	15
Gambar 2.7	(a) Inverter setengah jembatan, (b) bentuk gelombang untuk inverter setengah jembatan, (c) inverter jembatan penuh, dan (d) bentuk gelombang inverter jembatan penuh.....	17
Gambar 2.8	Rangkaian inverter setengah jembatan 3 fasa.....	19
Gambar 2.9	Gelombang rangkaian inverter 3 fasa.....	20
Gambar 2.10	Bentuk gelombang keluaran inverter.....	21
Gambar 2.11	Tingkat emisi gas rumah kaca pada sector pembangkit listrik.....	24
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	26
Gambar 3.2	Gedung LPPM.....	27
Gambar 3.3	Tampilan awal <i>PVSyst</i>	30
Gambar 3.4	Tampilan pada menu <i>database</i>	30
Gambar 3.5	Tampilan pada menu <i>geographical coordinated</i>	31
Gambar 3.6	Tampilan pada menu <i>monthly mateo</i>	31
Gambar 3.7	Tampilan pada menu <i>grid-conneted</i>	32
Gambar 3.8	Tampilan pada menu <i>orientation</i>	32
Gambar 3.9	Tampilan pada menu <i>system</i>	33
Gambar 4.1	Data beban listrik di gedung LPPM.....	36
Gambar 4.2	Luas atap.....	37
Gambar 4.3	Penentuan beban puncak pada gedung.....	39
Gambar 4.4	Hasil simulasi PLTS <i>On-grid</i> menggunakan <i>PVSyst</i>	43
Gambar 4.5	Hasil perhitungan ekonomi Teknik menggunakan <i>PVSyst</i>	44
Gambar 4.6	Hasil pengurangan emisi CO ₂ menggunakan <i>PVSyst</i>	47

DAFTAR SINGKATAN

PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
W	<i>Watt</i>
Wh	<i>Watt hour</i> (watt jam)
kWh	<i>Kilowatthour</i> (kilowatt jam), satuan penggunaan energi listrik dalam kilowatt dikalikan dengan jam/waktu pemakaian
Wp	<i>Watt Peak</i> , besarnya energi listrik yang dapat dihasilkan dari modul surya
kWp	<i>KiloWatt Peak</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
CO ₂	Karbon dioksida
LPPM	Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTMH	Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
Genset	Generator set
O&M	<i>Operations & Maintenance</i>
LCC	<i>Life Cycle Cost</i> (Biaya siklus hidup)
DF	<i>Discount Factor</i> (Faktor diskon)
CRF	<i>Capital Recovery Factor</i> (Faktor pemulihan modal)
NPV	<i>Net Present Value</i> (selisih antara seluruh kas bersih sekarang dengan investasi awal)
LCOE	<i>Levelized Cost of Electricity</i> (Besarnya biaya listrik yang dihasilkan oleh sebuah pembangkit)
BEP	<i>Break Even Point</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Bukti bimbingan tugas akhir.....	52
Lampiran 2. Pengambilan data beban listrik.....	58
Lampiran 3. Hasil simulasi aplikasi <i>PVSystem</i>	60



ABSTRAK

PLTS yang dirancang pada gedung LPPM UKI-Jakarta, merupakan PLTS *on-grid* dengan tujuan untuk menurunkan tagihan biaya listrik. Dalam menganalisis perancangan ini, baik dari sisi teknik maupun sisi ekonomi, digunakan alat bantu aplikasi *PVSyst*. Intensitas radiasi sinar matahari pada lokasi penelitian sebesar 1654,1 kWh/m² pertahun dan energi listrik yang dapat dihasilkan sebesar 17.726 kWh/tahun dengan menggunakan modul surya, kapasitas 10.675 Wp. Penghematan biaya pembayaran listrik dengan menggunakan PLTS sebesar Rp15.953.400 dan *break even point* dari PLTS yaitu 9,64 tahun, dihitung setelah dilakukan pembangunan. Pembangunan PLTS ini juga mengurangi emisi CO₂ di Jakarta, akibat penggunaan energi listrik dari bahan bakar fosil sebesar 158,1 ton selama 25 tahun. Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan ekonomi teknik dari PLTS yang dibangun, ditemukan pengurangan biaya penggunaan energi listrik sebesar 50% dari biaya pembayaran listrik total tiap tahunnya.

Kata kunci: PLTS, *on-grid*, ekonomi teknik, *PVSyst*.

ABSTRACT

The PLTS designed in the LPPM UKI-Jakarta building is an on-grid PLTS with the aim of lowering electricity bills. In analyzing this design, both from a technical and economic perspective, the PVSyst application tool was used. The intensity of solar radiation at the study site is 1654.1 kWh/m² per year and the electrical energy that can be generated is 17,726 kWh/year using solar modules, a capacity of 10,675 Wp. Savings in the cost of paying for electricity using PLTS amounted to IDR 15,953,400 and the break even point of PLTS is 9.64 years, calculated after construction has been carried out. The construction of this PLTS also reduces CO₂ emissions in Jakarta, due to the use of electricity from fossil fuels by 158.1 tons for 25 years. Based on the simulation results and engineering economic calculations from the PLTS being built, a reduction in the cost of using electricity was found to be 50% of the total cost of paying for electricity each year.

Keywords: *PLTS, on-grid, technical economic, PVSyst.*