

**SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID
(PV, PLTMH, GENSET)**

SKRIPSI

Oleh :

FELIX ANDREAS GURNING

1752050003



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2023

**SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID
(PV, PLTMH, GENSET)**

SKRIPSI

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

Oleh :

FELIX ANDREAS GURNING

1752050003



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2023



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Felix Andreas Gurning
Nim : 175200003
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa Tugas Akhir dengan judul "SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID (PV, PLTMH, GENSET)" adalah:

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

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

Jakarta, 9 Maret 2026

(Felix Andreas Gurning)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

“SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID (PV, PLTMH, GENSET)”

Oleh :

Nama : Felix Andreas Gurning

Nim : 1752050003

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, 9 Maret 2026

Menyetujui,

Pembimbing 1

(Ir. Bambang Widodo, M.T)
NIDN : 0330115901

Pembimbing 2

(Susilo S.Kom)
NIDN : 0315057902



(Ir. Bambang Widodo, M.T)
NIDN : 0330115901



(Dikky Antonius, S.T, M.Sc)
NIDN : 0301218801



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 4 April 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 :

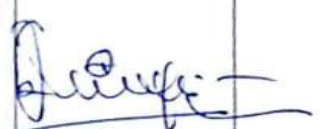
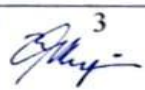
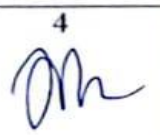
Nama : Felix Andreas Gurning

Nim : 1752050003

Program Studi : Teknik Elektro

Peminatan : Teknik Energi Listrik

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID (PV, PLTMH, GENSET)" oleh tim penguji yang terdiri dari :

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

Jakarta, 9 Maret 2026



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Felix Andreas Gurning
Nim : 1752050003
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID
(PV, PLTMH, GENSET)

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, 4 April 2023

Felix Andreas



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan dan anugerah-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul: **“SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID (PV, PLTMH, GENSET)”** 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 bantuan banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan baik secara moral maupun materiil.

Dengan segala rasa 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.

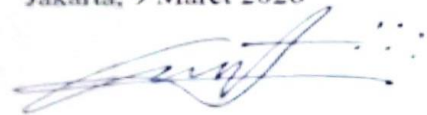
Pada kesempatan ini dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Widodo, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Susilo S.Kom selaku dosen pembimbing II dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir dan selalu membimbing dalam proses penyelesaian masa studi;
3. Bapak Ir. Bambang Widodo, M.T selaku Kaprodi dan seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia yang telah memberikan inspirasi dan ilmu kepada penulis selama menempuh kuliah;
4. Orang tua saya, Bapak Rihat Gurning, Ibu Murni Rostani Sitinjak yang selalu memberikan doa, dukungan material, motivasi, dan mendidik dengan penuh kasih.
5. Saudara-saudara saya, Kakak saya, Elisabeth Jessica Gurning yang selalu memberikan doa, dukungan material, motivasi, dan memberi semangat selama menempuh kuliah;
6. Bapak Dwi Sunarto yang telah meluangkan waktu dan tenaga dalam membantu proses pembuatan kerangka panel surya dan perakitan panel simulator pembangkit listrik tenaga hybrid;

7. Saudara David Parulian Sinaga, David Soaloon Siahaan yang telah banyak membantu saya serta meluangkan waktunya untuk berdiskusi terkait penulisan Tugas Akhir;
8. Saya juga berterima kasih kepada diri saya sendiri karena mau berjuang dan berusaha terhadap segala kesulitan yang dialami dari awal perkuliahan sampai penulisan Tugas Akhir ini selesai.

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, 9 Maret 2026



(Felix Andreas Gurning)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Metode Penelitian.....	5
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	8
2.1.1 Sistem Operasi Pada PLTH	10
2.2 PLTS	13
2.2.1 Prinsip Kerja Modul Surya	13
2.2.2 Rumus Perhitungan Energi yang Dihasilkan	16
2.2.3 Komponen utama PLTS.....	18
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).....	26
2.3.1 Prinsip Kerja Mikrohidro	27
2.3.2 Komponen Utama Mikrohidro	30
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Genstet (PLTG)	31
2.4.1 Prinsip Kerja dan Komponen–Komponen PLTG	32
2.4.2 Komponen PLTG	34

2.5 Buck-Boost.....	35
BAB III METODELOGI PENELITIAN	37
3.1. Waktu dan Tempat	38
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	38
3.3 Perencanaan Sistem	40
3.3.1 PLTS	40
3.3.2 PLTMH	42
3.3.3 Panel Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	43
3.3.4 Rangkaian Penelitian	44
3.3.5 Prosedur Penelitian	45
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA.....	47
4.1 Deskripsi Data Secara Umum	47
4.2 Hasil Data Pengujian	47
4.2.1 Pengukuran PV	47
4.2.2 Pengukuran PLTMH dan Genset.....	50
4.2.3 Pengukuran Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	51
4.3 Analisis Pengukuran.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan-bahan yang dibutuhkan pada PLTS.	38
Tabel 3.2 Perlengkapan yang digunakan pada PITMH.	39
Tabel 3.3 Bahan-bahan yang digunakan pada Panel Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid 39	
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Hari ke 47	47
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Hari ke 2 48	48
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Hari ke 3 48	48
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Hari ke 4 49	49
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Hari ke 5 49	49
Tabel 4.6 Rata-rata hasil dari pengukuran PV 50	50
Tabel 4.7 Arus dan Tegangan keluaran PLTMH dan genset..... 50	50
Tabel 4.8 Arus dan Tegangan keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Hari Ke 1 51	51
Tabel 4.9 Arus dan Tegangan keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Hari Ke 2 52	52
Tabel 4.10 Arus dan Tegangan keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Hari Ke 3 52	52
Tabel 4.11 Arus dan Tegangan keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Hari Ke 4 51	51
Tabel 4.12 Arus dan Tegangan keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Hari Ke 54	54
Tabel 4.13 Rata-rata Arus dan Tegangan keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Hari Ke 5 54	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PLTH Sistem Serial.....	11
Gambar 2.2 PLTH Sistem Serial.....	12
Gambar 2.3 PLTH Sistem Paralel	13
Gambar 2.4 PN Junction.....	14
Gambar 2.5 Karakteristik Diode Pada Kondisi Gelap Dan Teriluminasi	15
Gambar 2.6 Skema pemanfaatan energi matahari pada PLTS	18
Gambar 2.7 Modul surya atau PV jenis Monocrystalline Silicon.....	19
Gambar 2.8 Modul surya atau PV jenis Polycrystalline Silikon	20
Gambar 2.9 Modul surya atau PV jenis Thin Film Solar Cel.....	21
Gambar 2.10 Modul surya atau PV jenis Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic.....	22
Gambar 2.11 Rangkain alat pengatur modul surya atau SCC (Solar Charger Controler)...	23
Gambar 2.12 Baterai / Accu	25
Gambar 2.13 Inverter	25
Gambar 2.14 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	29
Gambar 2.15 PLTD	35
Gambar 2.16 Rangkaian Buck-Boost Konverter	36
Gambar 2.17 Rangkaian Buck-Boost Konverter pada saat <i>switch ON</i>	36
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 3.2 PLTS.....	40
Gambar 3.3 PLTMH.....	42
Gambar 3.4 Panel Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	43
Gambar 3.5 Rangkaian Simulator Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid	45

DAFTAR SINGKATAN

V	: Voltase/Tegangan
I	: Arus
P	: Daya
PV	: Photovoltaic
WP	: Watt Power
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
SCC	: Solar Charger Controller
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTB	: Pembangkit Listrik Tenaga Bayu(Angin)
PLTAH	: Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan
PLTA	: Pembangkit Listrik Tenaga Air
VA	: Volt Amper
DC	: Direct Current
AC	: Alternating Current
OHV	: Overhead Valve
CIS	: Cast Iron Sleeve
AVR	: Auto Voltage Regulator
PWM	: teknologi Pulse width modulation

ABSTRAK

Indonesia memiliki kekayaan alami yang cukup cocok untuk menghasilkan listrik. Saat ini, negara ini sangat bergantung pada sumber energi hingga seperti diesel, gas, dan batubara untuk menjalankan fasilitas tenaga panas bumi. Namun demikian, karena posisi khatulistiwa yang menguntungkan, Indonesia menerima masuknya sinar matahari sepanjang tahun yang konsisten, memposisikannya lebih baik untuk memanfaatkan energi matahari. Selain itu, pola angin yang menguntungkan dan curah hujan yang teratur di negara ini memberikan peluang lebih lanjut untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga surya, angin, dan air (PLTS, PLTB, dan PLTPH) . Mengingat kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat serta penyaluran listrik belum merata ke seluruh daerah maka pembangkit listrik sistem hybrid ini akan sangat membantu masyarakat bila sistem hybrid ini dapat diterapkan secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan simulasi pembangkit listrik hibrida, menawarkan solusi energi alternatif melalui integrasi tiga jenis generator yang berbeda: fotovoltaik (PV), daya mikro-hydro (MH), dan generator konvensional. Pengaturan hibrida ini menggunakan serangkaian sistem terkoordinasi yang dilibatkan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan distribusi daya. Pada penelitian ini didapatkan hasil tegangan sebesar 134,015429 V dan arus 0.029817 A untuk beban 8 Watt, untuk beban 18 Watt sebesar 132,584 V dengan arus 0,0560046 A dan untuk beban 23 Watt sebesar 131,490971 Watt dengan arus 0.078103 A.

Kata kunci : Pembangkit listrik tenaga Hybrid, Panel Surya, PLTMH, Genset

ABSTRACT

Indonesia has a natural wealth that is quite suitable for producing electricity. At present, this country is very dependent on energy sources to diesel, gas and coal to run geothermal power facilities. However, because of the favorable equatorial position, Indonesia accepts the entry of consistent sunlight throughout the year, positioning it is better to utilize solar energy. In addition, a profitable wind pattern and regular rainfall in this country provide further opportunities for the construction of solar, wind and water power plants (PLTS, PLTB, and PLTPH). Considering the community's need for electrical energy is increasing and the distribution of electricity has not been evenly distributed to all regions, this hybrid system power plant will greatly help the community if this hybrid system can be applied directly. This study aims to develop hybrid power generation simulations, offering alternative energy solutions through the integration of three different types of generators: Photovoltaic (PV), Micro-hydro power (MHP), and conventional generators. This hybrid regulation uses a series of coordinated systems involved to improve the efficiency of production and power distribution. In this study the voltage results were 134,015429 V and a current of 0.029817 A for an 8 watt load, for a load of 18 watts of 132,584 V with a current of 0.050046 A and for a load of 23 watt of 131.490971 watts with a current of 0.078103 A.

Keywords: Hybrid power plant, Solar Panel, PLTMH, Genset