

**ANALISIS ENERGI LISTRIK PLTS *ON-GRID* DENGAN
BOOST CONVERTER DAN *INVERTER* MENGGUNAKAN
MATLAB/SIMULINK**

SKRIPSI

Oleh:

BESTAN WARUWU

NIM: 2052050010



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2024**

**ANALISIS ENERGI LISTRIK PLTS *ON-GRID* DENGAN
BOOST CONVERTER DAN *INVERTER* MENGGUNAKAN
MATLAB/SIMULINK**

SKRIPSI

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

Oleh:

BESTAN WARUWU

NIM: 2052050010



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2024**



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bestan Waruwu

NIM : 2052050010

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Fakultas Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “ANALISIS ENERGI LISTRIK PLTS *ON-GRID* DENGAN *BOOST CONVERTER* DAN *INVERTER* MENGGUNAKAN MATLAB/SIMULINK” 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. Buku merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasi 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, 11 Juli 2024



Bestan Waruwu



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**ANALISIS ENERGI LISTRIK PLTS *ON-GRID* DENGAN *BOOST*
CONVERTER DAN *INVERTER* MENGGUNAKAN MATLAB/SIMULINK**

Oleh:

Nama : Bestan Waruwu
NIM : 2052050010
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, 11 Juli 2024

Menyetujui:

Pembimbing I,

(Ir. Bambang Widodo, MT)
NIDN: 033015901

Pembimbing II,

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

Ketua Program Studi Teknik Elektro,

(Ir. Bambang Widodo, MT)
NIDN: 033015901

Dekan Fakultas Teknik,

(Dicky Antonius, ST., M.Sc.)
NIDN: 032612610



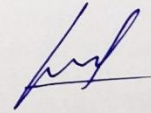
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 11 Juli 2024 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Bestan Waruwu
NIM : 2052050010
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir Yang berjudul “ANALISIS ENERGI LISTRIK PLTS *ON-GRID* DENGAN *BOOST CONVERTER* DAN *INVERTER* MENGGUNAKAN MATLAB/SIMULINK” oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Susilo, S.Kom., MT	Sebagai Ketua	
2. Prof. Atmonobudi Soebagio, MSEE, Ph.D.	Sebagai Anggota	
3. Ir. Bambang Widodo, MT	Sebagai Anggota	

Jakarta, 11 Juli 2024



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bestan Waruwu
NIM : 2052050006
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Analisis Energi Listrik PLTS ON-GRID dengan *Boost converter* dan *Inverter* menggunakan Matlab/Simulink.

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 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 Perundang-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, 18 September 2024

kan,

METERAI
TEMPEL
000AMX037523633
Bestan Waruwu

mealakukan simulasi.

6. Juga saya ucapkan terimakasih untuk teman-teman yang juga ikut mendoakan saya, sehingga dikuatkan sampai penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun teknik penyajian. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan yang baru bagi pembaca. Akhir kata, dengan penuh rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih yang sedalamnya kepada semua pihak. Tuhan Yesus Memberkati. Amin.

Jakarta, 11 Juli 2024



Bestan Waruwu

6. Juga saya ucapkan terimakasih untuk teman-teman yang juga ikut mendoakan saya, sehingga dikuatkan sampai penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun teknik penyajian. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan yang baru bagi pembaca. Akhir kata, dengan penuh rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih yang sedalamnya kepada semua pihak. Tuhan Yesus Memberkati. Amin.

Jakarta, 11 Juli 2024

Bestan Waruwu



DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN DEPAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR.....	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT.....	xvii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 18
1.1 Latar Belakang	18
1.2 Rumusan Masalah	22
1.3 Tujuan Penelitian.....	22
1.4 Batasan Masalah.....	23
1.5 Manfaat Penelitian.....	23
1.6 Metodologi Penelitian	24
1.7 Sistematika Penulisan.....	24
 BAB 2 LANDASAN TEORI	 26
2.1 Pendahuluan	26
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	26
2.3 Komponen PLTS.....	29
2.4 PLTS Sistem <i>On-Grid</i> dan <i>Off-Grid</i>	40
2.5 Matahari.....	41
2.5.1 Foton	43
2.6 Daya dan Faktor Daya	43
2.6.1 Daya Aktif (P) dan Daya Reaktif (Q)	44
2.6.2 Daya Sesungguhnya (S).....	44
2.6.3 Faktor Daya.....	45
2.7 Instalasi PLTS Rumahan	45
2.7.1 Menghitung Jumlah Dan Jam Operasioanal Beban (Ah).....	45
2.7.2 Penambahan Rugi-Rugi Sistem.....	46
2.7.3 Iradiasi Matahari Dalam ESH(H).....	46
2.7.4 Menentukan Jumlah Arus(A) Yang Dibutuhkan	46
2.7.5 Menentukan Jumlah Dan Rangkaian Modul	46
2.8 MATLAB (Simulink).....	47
2.8.1 Simulasi Simulink	48
2.8.2 Karakteristik Sel Surya.....	54
2.8.3 <i>Maximum Power Point Tracking</i> (MPPT)	56

2.8.4	<i>Pulse With Modulation (PWM)</i>	56
2.8.5	LCL Filter	57
2.8.6	<i>Proportional Integral Derivative Controller (PID Controller)</i> ..	58
2.8.7	<i>Phase Locked Loop (PLL)</i>	59
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	60
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	60
3.2	Tahapan Penelitian	60
3.2.1	Identifikasi Masalah	60
3.2.2	Studi Literatur	61
3.2.3	Pengumpulan Data	61
3.2.4	Analisis Data	61
3.2.5	Validasi dan verifikasi.....	62
3.2.6	Kesimpulan	62
3.3	Diagram Alir Penelitian	62
3.4	Tahapan Simulasi dan Pemodelan.....	64
BAB 4	ANALISA PENELITIAN.....	65
4.1	Pendahuluan	65
4.2	Data Beban	65
4.3	Data Iradiasi dan Temperatur	66
4.4	Pengolahan Data	68
4.4.1	Jumlah dan jam operasional beban	68
4.4.2	Rugi-rugi sistem	68
4.4.3	<i>Equivalent Sun Hour</i>	68
4.4.4	Menentukan jumlah aliran arus yang diperlukan	69
4.4.5	Menentukan jumlah dan rangkaian modul	69
4.5	Perhitungan Modul surya	70
4.6	Pemodelan	71
4.6.1	Pemodelan Panel Surya.....	71
4.6.2	Pemodelan <i>Boost Converter</i>	72
4.6.3	Pemodelan inverter.....	73
4.7	Hasil Simulasi.....	73
4.7.1	Simulasi <i>PV Array</i>	74
4.7.2	Output PV	75
4.7.3	Output <i>Boost Converter</i>	75
4.7.4	Output Inverter	76
4.7.5	Output jaringan (PLN)	78
4.8	Analisa simulasi	79
4.8.1	Analisa <i>output PV dan Boost converter</i>	79
4.8.2	Analisa output sistem	79
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran	82

DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN.....	85



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tipe dan karakteristik baterai[9].	34
Tabel 2. 2 Fakta tentang matahari.[8]	42
Tabel 4. 1. Data beban rumah penelitian.	65
Tabel 4. 2. Data iradiasi dan tempertur lokasi pada 14 Februari 2024.	67
Tabel 4.3. Spesifikasi panel yang digunakan.	70
Tabel 4. 4. Parameter gelombang iradiasi.	74
Tabel 4.5. Parameter temperature.	74
Tabel 4. 6. Parameter gelombang Tegangan (V) <i>Boost converter</i>	76
Tabel 4. 7. Parameter gelombang Arus (I) <i>Boost converter</i>	76
Tabel 4. 8. Keluaran Arus Inverter.....	77
Tabel 4. 9. Keluaran Tegangan Inverter.....	77
Tabel 4. 10. Parameter gelombang arus jaringan (PLN).....	78
Tabel 4. 11. Parameter gelombang tegangan jaringan (PLN).....	78
Tabel 4. 12. Parameter Tegangan PV (a) dan Boost converter (b).	79
Tabel 4. 13. Kinerja <i>boost converter</i> untuk menaikkan tegangan.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Proses pemisahan elektron hole pada panel surya[8]	28
Gambar 2.2.	Struktur silikon panel surya[9].	30
Gambar 2. 3	Proses panel surya menghasilkan energi listrik[9].	31
Gambar 2. 4	Rangkaian sel, modul, dan array panel surya[10].	32
Gambar 2. 5	Penggunaan SCC untuk mengatur pengisian baterai, dari panel surya[9].	33
Gambar 2. 6	Diagram Inverter 1 Fasa [9].	35
Gambar 2. 7	Prinsip kerja PWM [9].	35
Gambar 2. 8	(a). Konverter <i>buck</i> dasar tanpa filter. (b). Bentuk gelombang switching tidak tersaring [8].	37
Gambar 2. 9	Buck konverter dengan filter.[8]	38
Gambar 2. 10	Diagram <i>boost converter</i> . [8]	38
Gambar 2. 11	<i>Buck Boost converter</i> . [8]	39
Gambar 2. 12	Skema PLTS <i>on-grid</i> . [10]	40
Gambar 2. 13	Skema PLTS <i>off-grid</i> . [10]	40
Gambar 2. 14	Insolasi matahari pada waktu siang & sore. [11]	42
Gambar 2. 15	Segitiga Daya.	43
Gambar 2. 16	<i>Command Windows</i> (Sumber: Matlab).	49
Gambar 2. 17	<i>Simulink</i> (Sumber: Matlab).	49
Gambar 2. 18	Tampilan <i>interface Simulink</i> (Sumber: Matlab).	50
Gambar 2. 19	Klik pada Blank Model (sumber: Matlab).	50
Gambar 2. 20	<i>Library Browser</i> (Sumber: Matlab).	51
Gambar 2. 21	Tampilan <i>Library Browser</i> (Sumber: Matlab)	51

Gambar 2. 22 Rangkaian Ekuivalen Sel Surya [13].....	54
Gambar 2. 23 Kurva Karakteristik I-V.....	55
Gambar 2. 24 Diagram Block PWM (Sumber: Matlab).	57
Gambar 2. 25 Diagram Block PWM (Sumber: Matlab).	57
Gambar 2. 26. Block Diagram PI Controller (Sumber: Matlab).....	58
Gambar 2. 27 Diagram Block PR Controller (Sumber: Matlab).....	58
Gambar 2. 28 Block Diagram PLL (Sumber: Matlab).....	59
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian (sumber: MAPS).....	60
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	63
Gambar 4.1. Peta ESH Indonesia (<i>solargis</i>).....	69
Gambar 4.2. Pemodelan PV Array.....	71
Gambar 4.3. Iradiasi dan temperatur pada blok signal builder.	72
Gambar 4.4. Modeling <i>Boost converter</i>	72
Gambar 4.5. Pemodelan <i>Inverter</i>	73
Gambar 4.6. Simulasi PLTS <i>On-Grid</i>	73
Gambar 4.7. Simulasi simulink iradiasi dan temperatur 24 jam.	74
Gambar 4. 8 Gelombang keluaran tegangan (V) dan arus (I) dari PV tanpa beban.	75
Gambar 4. 9 Gelombang tegangan dan arus output dari <i>Boost converter</i>	75
Gambar 4. 10 Gelombang keluaran Arus (a), dan Tegangan (b) Inverter.....	77
Gambar 4. 11 Gelombang arus (atas) dan Tegangan (bawah) jaringan (PLN)	78

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penampakan panel surya canadian solar 300Wp.....	85
--	----



DAFTAR ISTILAH

AC	Alternating current
Ah	Ampere hour
DC	Direct current
ESH	Equivalent solar hours
MW	MegaWatt (10^6 W)
J	Joule
m	Meter (satuan panjang)
V	Volt (satuan tegangan)
PLN	Pembangkit listrik negara
PLTS	Pembangkit listrik tenaga surya
PV	Photovoltaic
RMS	Root mean square
W	Watt
Wh	Watt-hour
MW	MegaWatt (10^6 W)
∞	infinite

ABSTRAK

Studi ini berfokus pada pemodelan dan simulasi menggunakan MATLAB/Simulink untuk mengevaluasi kebutuhan pembangkit energi listrik bertenaga surya yang terhubung menggunakan sistem on-grid (terhubung ke jaringan/PLN) untuk mensuplai beban listrik rumah tangga dan penggunaan boost converter. Studi ini memanfaatkan beban AC 220V satu fasa di rumah tangga di Samarinda, Kalimantan Timur, sebagai acuan beban dan titik iradiasi matahari. Hasil simulasi menunjukkan bahwa total daya yang digunakan dalam beban harian rumah tangga mencapai 46,39762267 kWh. PLTS yang didesain memiliki jam operasional total sebesar 288,597653 Ah dan memerlukan aliran arus sebesar 65,59037567 A. Panel surya yang digunakan adalah Canadian Solar Modul CS60-300P, dengan konfigurasi 5 modul seri dan 8 modul paralel, sehingga total terdapat 40 modul. Pada keluaran *inverter*, diperoleh tegangan sebesar 204,07 V, arus sebesar 338,70 A, daya aktif (P) sebesar 54.262,04 W, daya reaktif (Q) sebesar -81.305,59 VAR, daya nyata (S) sebesar 97.749,53 VA, dan faktor daya sebesar 0,55 pada frekuensi 50 Hz. Simulasi menunjukkan bahwa penggunaan *boost converter* efektif dalam menaikkan tegangan, yang terlihat dari perubahan gelombang keluaran panel surya dan keluaran *boost converter* dengan kenaikan high dan low masing-masing sebesar $+1.330e+01$ dan $+2.265e+01$. Sementara itu, *inverter* memastikan daya yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan jaringan listrik rumah tangga.

Kata kunci: *boost converter*, *on-grid*, PLTS.

ABSTRACT

This study focuses on modeling and simulation using MATLAB/Simulink to evaluate the needs of solar-powered electricity generation connected using an on-grid system (connected to the grid/PLN) to supply household electrical loads and the use of a boost converter. The study utilizes a single-phase 220V AC household load in Samarinda, East Kalimantan, as a reference load and the point of solar irradiation. The simulation results show that the total power used in the daily household load reaches 46.39762267 kWh. The designed solar power plant (PLTS) has a total operational time of 288.597653 Ah and requires a current flow of 65.59037567 A. The solar panels used are Canadian Solar Module CS60-300P, with a configuration of 5 series modules and 8 parallel modules, resulting in a total of 40 modules. At the inverter output, a voltage of 204.07 V, a current of 338.70 A, active power (P) of 54,262.04 W, reactive power (Q) of -81,305.59 VAR, apparent power (S) of 97,749.53 VA, and a power factor of 0.55 at a frequency of 50 Hz were obtained. The simulation shows that the use of a boost converter is effective in increasing the voltage, as evidenced by the change in the waveform of the solar panel output and the boost converter output, with increases in high and low values of +13.30 and +22.65, respectively. Meanwhile, the inverter ensures that the generated power meets the needs of the household electrical grid.

Keywords: boost converter, on-grid, PLTS.