

**ANALISIS ALIRAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID 3540 WP
MENGUNAKAN KWH METER DUA ARAH DI
LABORATORIUM TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK
UKI – JAKARTA DENGAN BEBAN MESIN PENCACAH
SAMPAH 2 HP**

SKRIPSI

oleh :

MENARA IMMANUEL SITUMORANG

NIM : 2052050002



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

**ANALISIS ALIRAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID 3540 WP
MENGUNAKAN KWH METER DUA ARAH DI
LABORATORIUM TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK
UKI – JAKARTA DENGAN BEBAN MESIN PENCACAH
SAMPAH 2 HP**

SKRIPSI

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

oleh :

MENARA IMMANUEL SITUMORANG

NIM : 2052050002



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



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Menara Immanuel Situmorang

Nim : 2052050002

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “ANALISIS ALIRAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID 3540 WP MENGGUNAKAN KWH METER DUA ARAH DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK UKI – JAKARTA DENGAN BEBAN MESIN PENCACAH SAMPAH 2 HP” 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, 8 Juli 2024



(Menara Immanuel Situmorang)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

ANALISIS ALIRAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
(PLTS) ON-GRID 3540 WP MENGGUNAKAN KWH METER DUA ARAH DI
LABORATORIUM TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK UKI – JAKARTA
DENGAN BEBAN MESIN PENCACAH SAMPAH 2 HP

oleh:

Nama : Menara Immanuel Situmorang
NIM : 2052050002
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Tenaga 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, 6 Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Prof. Atmonobudi, MSEE, Ph.D)
NIDN. 0312105002

(Judo Ignatius Nempung, S.T., M.T.)
NIDN. 0326116804

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dekan Fakultas Teknik

(Bambang W. W., M.T.)
NIDN. 0301215901

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



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 : Menara Immanuel Situmorang

NIM : 2052050002

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Fakultas Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir Yang berjudul “ANALISA ALIRAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS ON-GRID) 3540 WP MENGGUNAKAN KWH METER DUA ARAH DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK UKI - JAKARTA DENGAN BEBAN MESIN PENCACAH SAMPAH 2 HP” oleh tim penguji yang terdiri dari:

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

Jakarta, 11 Juli 2024



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Menara Immanuel Situmorang

Nim : 2052050002

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Judul : Analisis Aliran Daya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid 3540 Wp Menggunakan kWh Meter Dua Arah Di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik UKI-Jakarta Dengan Beban Mesin Pencacah Sampah 2 Hp

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.

Jakarta, 8 Juli 2024



Menara Immanuel Situmorang

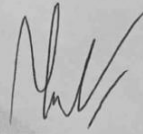
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat memutuskan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan kurikulum yang wajib harus dipenuhi untuk memenuhi ketentuan memutuskan pendidikan sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia. Skripsi ini merupakan hasil dari upaya kerja keras dan usaha yang dilakukan penulis selama masa studi di perguruan tinggi. Judul Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut **"ANALISIS ALIRAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID 3540 WP MENGGUNAKAN KWH METER DUA ARAH DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK UKI – JAKARTA DENGAN BEBAN MESIN PENCACAH SAMPAH 2 HP"**. Penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan tugas akhir ini, maka dari itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada beberapa pihak yaitu:

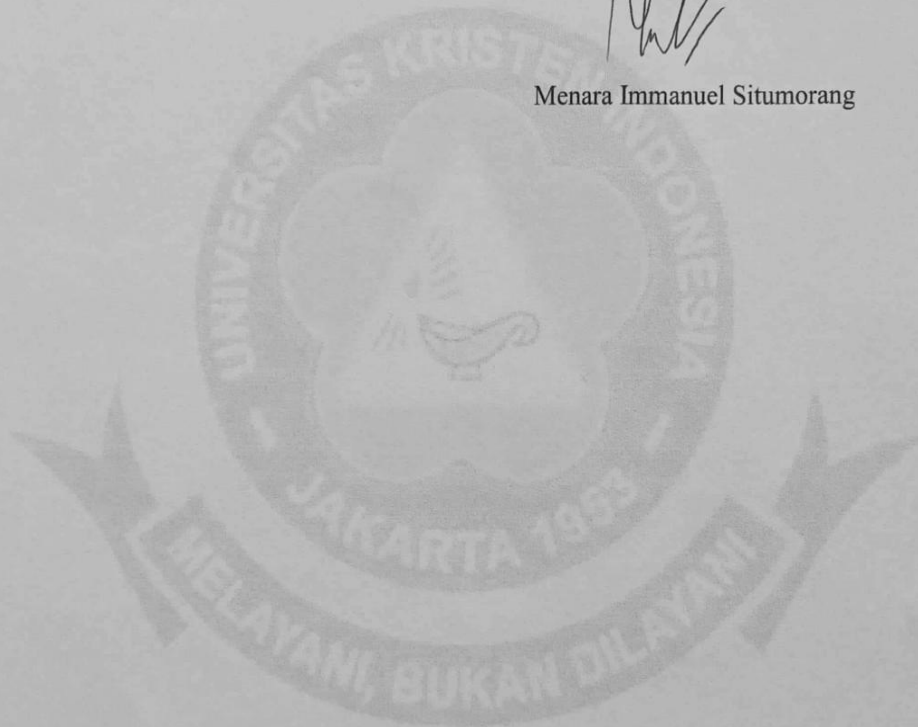
1. Bapak Prof. Atmonobudi, MSEE, Ph.D selaku pembimbing I Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membantu penulis menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Judo Ignatius Nempung, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar dan teliti dalam membimbing, memberikan waktu dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi.
3. Bapak Ir. Bambang Widodo, M.T. selaku Kaprodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
4. Bapak Dwi dan Bapak Rio yang telah membantu menuangkan ide, motivasi dan ilmu yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi.
5. Teman – teman dari angkatan 2020 yang memberikan support kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi.
6. Orang tua tercinta Ibu Ria dan Kak Magda yang selalu memberikan doa, dukungan, nasehat dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsinya.

7. *Last but not least*, kepada diri saya sendiri terimakasih banyak telah berjuang sejauh ini dan memilih untuk tidak menyerah dalam kondisi apapun, saya bangga pada diri saya sendiri bisa menyelesaikan Skripsi ini dengan penuh lika-liku kehidupan yang dijalani.

Jakarta, 8 Juli 2024



Menara Immanuel Situmorang



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR.....	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN PENGUJI TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Metode Penelitian.....	9
1.7 Sistematika Penulisan.....	10
BAB II	12
LANDASAN TEORI	12
2.1 Pengertian Listrik.....	12

2.1.1 Tegangan Listrik (Volt).....	13
2.1.2 Arus Listrik (Ampere).....	13
2.1.3 Energi	13
2.2 Segitiga Daya	14
2.2.1 Daya Aktif.....	14
2.2.2 Daya Reaktif.....	15
2.2.3 Daya Semu	15
2.2.4 Faktor Daya.....	16
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	17
2.3.1 Prinsip Dasar PV Sel Surya.....	18
2.3.2 Material PV Sel Surya.....	19
2.4 Regulasi dan Standar Terkait Pemasangan Sistem PLTS	19
2.5 PLTS On – Grid	20
2.6 Aliran Daya Grid	22
2.7 Meter Elektronik.....	23
2.8 Meter kWh Digital.....	23
2.8.1 Prinsip Kerja Meter Digital.....	24
2.9 Tingkat Keakurasian.....	24
2.10 kWh Ekspor Impor (Exim).....	25
2.11 Alat Pencacah Sampah Organik	27
2.11.1 Sistem Transmisi.....	28
2.11.2 Pulley	28
2.11.3 V-belt	29
BAB III.....	30
METODE PENELITIAN.....	30

3.1 Tempat, Waktu dan Subjek Penelitian	30
3.2 Metode Penelitian.....	30
3.3 Diagram Alur Penelitian.....	32
3.4 Variabel Penelitian	33
3.5 Identifikasi Masalah	34
3.6 Studi Literatur.....	35
3.7 Teknik Pengumpulan Data	35
3.8 Komponen Sistem PLTS	35
3.9 Analisis Data	38
3.10 Prosedur Pengambilan Data	39
BAB IV	41
HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Data Penelitian	41
4.1.1 Pengambilan Data Pada Hari Kamis, 4 Juli 2024	42
BAB V	50
KESIMPULAN	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengukuran Tanpa Beban Pada Hari Rabu, 24 Juli 2024	44
Tabel 4.2 Pengukuran Data Pada Hari Rabu, 24 Juli 2024	45
Tabel 4.3 Pengukuran Data Pada Hari Rabu, 24 Juli 2024	47
Tabel 4.4 Pengukuran Data Pada Hari Rabu, 22 Juli 2024	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rasio Elektrifikasi 2021 2022.....	1
Gambar 1.2 Cara Kerja Meteran EXIM.....	3
Gambar 2.1 Penjumlahan trigonometri daya aktif, reaktif, dan daya yang sebenarnya	15
Gambar 2.2 Skema Photovoltaic.....	18
Gambar 2.3 Skema system PLTS On-Grid	20
Gambar 2.4 Grafik Keakurasian	25
Gambar 2.5 kWh Expor Impor (EXIM)	26
Gambar 2.6 Diagram kWh meter ekspor/impor Net Metering.....	27
Gambar 2.7 Diagram kWh meter ekspor/impor Gross Metering	28
Gambar 2.8 Mesin Pencacah Sampah 2 HP	29
Gambar 3.1 PV Mono dan Polly dengan Rangkaian Paralel	37
Gambar 3.2 Inverter Solana On – Grid	37
Gambar 3.3 Spesifikasi Inverter Solana On – Grid	38
Gambar 3.4 MCB AC/DC	38
Gambar 3.5 Spesifikasi kWh EXIM HIKING TOMNZ DDS238-2 SW TYPE	39
Gambar 4.1 Blok Diagram PLTS On-Grid 3540 Wp.....	43

Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Ekspor – Impor Energi Pada Saat Tanpa Beban.....	44
Gambar 4.2 Grafik Faktor Daya Saat Tanpa Beban	44
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Ekspor – Impor dengan Beban Mesin Pencacah Sampah 2 Hp	45
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Ekspor – Impor dengan Beban Mesin Pencacah Sampah 2 Hp	46
Gambar 4.4 Grafik Faktor Daya dengan Beban Mesin Pencacah Sampah 2 Hp	46
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Ekspor – Impor Saat Tanpa Beban	47
Gambar 4.6 Grafik Faktor Daya Pada Saat Tanpa Beban	48
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Ekspor – Impor dengan Beban Mesin Pencacah Sampah 2 Hp	49
Gambar 4.8 Grafik Faktor Daya dengan Beban Mesin Pencacah Sampah 2 Hp	50
Gambar A4.1 Pengambilan data dengan beban mesin pencacah	54
Gambar A4.2 Pengambilan data pada saat tanpa beban	54
Gambar A4.3 Pengukuran Arus Pada Beban Mesin Pencacah Sampah 2 Hp	55
Gambar A4.4 Pengukuran Tegangan Pada Mesin Pencacah Sampah 2 Hp	55

DAFTAR SINGKATAN

kWh	: kilowatt hour
V	: Volt
I	: Kuat Arus
HP	: Horse Power (daya
P	: Daya Listrik
PF	: Power Factor (Faktor Daya)
AC	: Alternating Current
DC	: Direct Current
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PV	: Photovoltaic
EXIM	: Expor Impor



ABSTRAK

PLTS yang terpasang di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik UKI – Jakarta adalah sistem PLTS On-Grid yang berperan penting dalam pengembangan teknologi dan penelitian di bidang teknik mesin dan energi. Mesin pencacah sampah dengan daya 2 HP, yang digunakan untuk mendaur ulang sampah menjadi bahan yang dapat dimanfaatkan kembali, merupakan bagian dari upaya keberlanjutan dan pengelolaan limbah yang efisien. Untuk mendukung operasional mesin pencacah sampah dan mengurangi biaya listrik, laboratorium ini memasang sistem PLTS On-Grid dengan kapasitas 3540 Wp. Berdasarkan hasil pengukuran daya pada saat tanpa beban dan dengan beban mesin pencacah sampah 2 HP, terjadi ekspor energi sebesar 8 kWh dan impor energi sebesar 1 kWh dalam waktu 11 jam. Faktor daya pada kondisi tanpa beban adalah sebesar 0,96 - 1, yang sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh PLN. Namun, pada saat menggunakan beban mesin pencacah sampah 2 HP, faktor daya menurun menjadi 0,1 – 0,72, yang tidak memenuhi standar PLN. Rendahnya faktor daya ini disebabkan oleh pengaruh beban induktif dari motor induksi satu fasa seperti mesin pencacah sampah 2 HP.

Kata Kunci: Aliran daya, PLTS On – Grid, kWh Meter Dua Arah

ABSTRACT

The PLTS installed at the Mechanical Engineering Laboratory, Faculty of Engineering, UKI Jakarta is an On-Grid PLTS that plays a significant role in the development of technology and research in the fields of mechanical engineering and energy. The 2 HP waste shredder, used to recycle waste into reusable materials, is part of the efforts towards sustainability and efficient waste management. To support the operation of the waste shredder and reduce electricity costs, the laboratory has installed an On-Grid PLTS with a capacity of 3540 Wp. Based on power measurement data under no-load and load conditions with the 2 HP waste shredder, there was an energy export of 8 kWh and an energy import of 1 kWh over 11 hours. The power factor under no-load conditions was good, ranging from 0.96 to 1, which meets the standards set by PLN. However, the power factor when using the 2 HP waste shredder load ranged from 0.1 to 0.72, which does not meet PLN standards. The low power factor is due to the inductive load effect of the single-phase induction motor, such as that of the 2 HP waste shredder.

Keywords: *Power flow, On-Grid PV System, Bidirectional kWh Meter*