

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SPESIFIKASI DAN PERFORMA BATERAI PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) OFF-GRID
PADA PERTANIAN ZERO FARMING**



DISUSUN OLEH:

JUINHAR TAMORRON

222214037

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA
2026**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SPESIFIKASI DAN PERFORMA BATERAI PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) OFF-GRID
PADA PERTANIAN ZERO FARMING**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada
program studi teknik elektro*



DISUSUN OLEH:

JUINHAR TAMORRON

222214037

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Judul : ANALISIS SPESIFIKASI DAN PERFORMA
BATERAI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA (PLTS) OFF-GRID PADA PERTANIAN ZERO
FARMING
Nama : JUINHAR TAMORRON
NIM : 222214037
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing 1


Dr. Ir. Martina Pineng, S.T., M.T
NIDN : 0901078502

Pembimbing 2


Lantana D. Rumpa, S.Kom., M.T
NIDN : 9221108401

Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik
Dr. H. Nidha, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIDN : 0902117802

Ketua Prodi Teknik Elektro


Ariyen Duri, S.T., M.T
NUPTK : 1734777678230102

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi Sebagian syarat-syarat dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja. Telah diseminarkan.

Pada hari Senin tanggal 03 Juli 2026

Nama : Juinhar Tamorron

Nim : 222214037

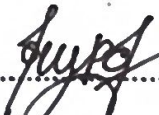
Program Studi : Teknik Elektro

Judul : Analisis Spesifikasi Dan Performa Baterai Pada
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid
Pada Pertanian Zero Farming

Dengan susunan dosen pembimbing dan dosen penguji sebagai berikut:

Dosen pembimbing

1. Dr. Ir. Martina Pineng, S.T., M.T

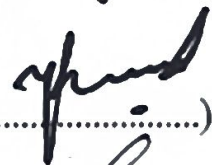
(.....)

2. Lantana Dioren Rumpa, S.Kom., M.T

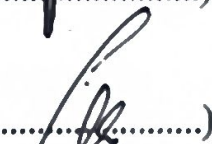
(.....)

Dosen Penguji

1. Ir. Yusri Ambabunga, S.T., M.T

(.....)

2. Bergita Gela M. Saka, S.Si., M.Sc

(.....)

3. Ariyen Duri', S.T., M.T

(.....)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini tidak terdapat karya yang telah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana disalahsatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali diterbitkan secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

MAKALE, 19 AGUSTUS 2026



JUINHAR TAMORRON

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* merupakan salah satu solusi penyediaan energi listrik mandiri yang sesuai diterapkan pada pertanian *zero farming*. Keandalan sistem sangat dipengaruhi oleh baterai sebagai media penyimpanan energi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis spesifikasi dan performa baterai pada sistem PLTS *off-grid* melalui analisis kebutuhan energi, penentuan kapasitas baterai, serta pengujian proses *charging* dan *discharging* berdasarkan parameter tegangan, arus, daya, energi, efisiensi baterai, dan *Depth of Discharge* (DoD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan kapasitas minimum baterai sebesar 112 Ah, sehingga dipilih baterai GEL 12 V 200 Ah untuk memenuhi kebutuhan energi dan menyediakan cadangan daya yang memadai. Pengujian menunjukkan rata-rata energi masuk ke baterai sebesar 429,72 Wh, energi keluar sebesar 355,33 Wh, dengan efisiensi rata-rata baterai mencapai 82,52%. Nilai rata-rata *Depth of Discharge* (DoD) sebesar 14,8% menunjukkan bahwa penggunaan kapasitas baterai masih berada dalam batas aman sehingga berpotensi memperpanjang umur pakai baterai. Berdasarkan hasil tersebut, baterai GEL 12 V 200 Ah mampu menyimpan dan menyuplai energi secara optimal, sehingga sistem PLTS *off-grid* dapat menyediakan pasokan listrik yang stabil, efisien, dan andal untuk mendukung operasional pertanian *zero farming*.

Kata kunci: PLTS *off-grid*, baterai GEL, performa baterai, efisiensi baterai, *Depth of Discharge* (DoD), *zero farming*.

ABSTRACT

An off-grid Solar Power Plant (PLTS) is an independent electricity generation system that is suitable for implementation in zero farming agriculture. The reliability of the system is highly dependent on the battery as the energy storage medium. This study aims to analyze the battery specifications and performance in an off-grid solar power system by evaluating energy demand, determining the required battery capacity, and testing the charging and discharging processes based on voltage, current, power, energy, battery efficiency, and Depth of Discharge (DoD) parameters. The results indicate that the minimum required battery capacity is 112 Ah; therefore, a 12 V 200 Ah GEL battery was selected to meet the energy demand while providing adequate backup capacity. Experimental testing showed an average charging energy of 429.72 Wh and an average discharging energy of 355.33 Wh, resulting in an average battery efficiency of 82.52%. The average Depth of Discharge (DoD) was 14.8%, indicating that the battery operated within a safe capacity range, which can potentially extend its service life. Based on these findings, the 12 V 200 Ah GEL battery is capable of storing and supplying electrical energy effectively, enabling the off-grid solar power system to provide a stable, efficient, and reliable electricity supply for supporting zero farming agricultural operations.

Keywords: *off-grid solar power system, GEL battery, battery performance, battery efficiency, Depth of Discharge (DoD), zero farming.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih, penyertaan, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Spesifikasi dan Performa Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid pada Pertanian Zero Farming" sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Skripsi ini merupakan hasil penelitian mengenai analisis spesifikasi dan evaluasi performa baterai pada sistem PLTS *off-grid* yang diterapkan pada pertanian *zero farming*. Penelitian dilakukan untuk menentukan spesifikasi baterai yang sesuai dengan kebutuhan energi serta menilai kinerjanya melalui proses *charging* dan *discharging*, sehingga diperoleh gambaran mengenai efisiensi, kapasitas penyimpanan, dan kemampuan penyaluran energi baterai dalam mendukung pengoperasian sistem PLTS yang andal dan berkelanjutan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan ketulusan, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik secara moral maupun materi, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terimakasih tersebut penulis sampaikan kepada:

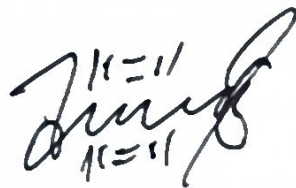
1. Prof. Dr. Oktavianus Pasoloran, S.E., M.Si., Ak.CA. Selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia Toraja.
2. Dr. Ir. Nitha, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.

3. Dr. Ir. Reni O. Tarru', S.T.,M.T.,IPM.,ASEAN Eng. Selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik.
4. Dr. Ir. Martina Pineng, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Lantana D. Rumpa, S.Kom., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi, serta koreksi yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, bimbingan, serta pelayanan yang baik kepada penulis selama menempuh pendidikan.
6. Kedua orang tua terkasih Agus Pappang Tasik selaku ayah dan Selvina Bulawan selaku ibu dari penulis, yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, doa, Motivasi yang tiada henti, baik dari segi materi dan moral. Penulis mengucapkan terimakasih atas pengorbanan, kerja keras, dan perhatian sehingga penulis semangat dalam menempuh pendidikan dan menyelesaikannya.
7. Jeiner Arrang dan Aljino Buttu Madika selaku saudara penulis, serta Perawati Sombo Makamban, yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan dan perhatian kepada penulis selama menempu pendidikan hingga selesai penyusunan tugas akhir ini.

8. Teman-teman mahasiswa program studi teknik elektro serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, bantuan, dan kebersamaan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
9. Yayasan Motivator Pembangunan Masyarakat (YMPM), yang telah memberikan kesempatan, dukungan, dan kerja sama yang diberikan kepada penulis, termasuk izin untuk memanfaatkan lahan pertanian zero farming sebagai lokasi penelitian, sehingga seluruh rangkaian penelitian dapat terlaksana dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi referensi bagi pembaca, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Elektro, terutama yang berkaitan dengan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* pada pertanian *zero farming*.

Makale, 06 Agustus 2026



Juinhar Tamorron

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	6
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	6
2.1.2 Prinsip Kerja PLTS	7
2.1.3 Komponen Utama PLTS	8
2.2 Jenis -Jenis PLTS	12
2.3 Sistem PLTS Off-Grid	15
2.3.1 Defensi dan Karakteristik PLTS Off-Grid	15
2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan PLTS Off-Grid.....	16

2.3.3 Aplikasi pada Daerah Pertanian	17
2.4 Konsep Pertanian Zero Farming	19
2.4.1 Pengertian Zero Farming.....	19
2.4.2 Prinsip dan Teknologi Pendukung.....	20
2.5 Baterai Pada PLTS	21
2.5.1 Fungsi dan Peran Baterai.....	21
2.5.2 Jenis-Jenis Baterai	21
2.5.3 Karakteristik Baterai.....	23
2.5.4 Parameter Penentuan Spesifikasi Baterai	24
2.6 Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.1.1 Waktu Penelitian	29
3.1.2 Tempat Penelitian.....	29
3.2 Alat dan Bahan.....	29
3.3 Variabel dan Desain Penelitian	30
3.3.1 Variabel Penelitian	30
3.3.2 Desain Penelitian.....	30
3.4 Prosedur penelitian.....	31
3.4.1 Istudi literatur	31
3.4.2 Penentuan spesifikasi baterai.....	31
3.4.3 Pengumpulan alat dan bahan	34
3.4.4 Perakitan plts-off grid.....	34
3.4.5 Uji coba alat.....	36
3.4.6 Uji performa baterai	36
3.4.7 Pengambilan data	37
3.4.8 Analisis dan pengolahan data	37

3.5 Diagram alir	38
3.6 Alur Kerja Proyek	39
3.7 Jadwal Penelitian.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil pengambilan data.....	41
4.2 Analisis data.....	45
4.3 Pembahasan hasil penelitian	51
BAB V PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	27
Tabel 3. 1 Alat dan bahan	29
Tabel 4. 1 Data pengukuran pertama pada posisi discharger.....	43
Tabel 4. 2 Data pengukuran pertama pada posisi charger	43
Tabel 4. 3 Data pengukuran kedua pada posisi discharger	43
Tabel 4. 4 Data pengukuran kedua pada posisi charger.....	44
Tabel 4. 5 Data pengukuran ketiga pada posisi discharger	44
Tabel 4. 6 Data pengukuran pertama pada posisi charger	44
Tabel 4. 7 Pengelolahan data discharger pertama.....	47
Tabel 4. 8 Pengelolahan data charger pertama.....	48
Tabel 4. 9 Pengelolahan data discharger kedua	48
Tabel 4. 10 Pengelolahan data charger ke dua.....	49
Tabel 4. 11 Pengelolahan data discharger ketiga	49
Tabel 4. 12 Pengelolahan data charger ketiga.....	50
Tabel 4. 13 Nilai rata-rata discharger (pengosongan).....	50
Tabel 4. 14 Nilai rata-rata charger (pengisian)	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya.....	9
Gambar 2. 2 Solar Charge Controller	10
Gambar 2. 3 Baterai	11
Gambar 2. 4 Inverter	12
Gambar 3. 1 Desain penelitian PLTS off-grid	30
Gambar 3. 2 Hasil perakitan plts off-grid	36
Gambar 3. 3 Diagram alir.....	38
Gambar 3. 4 Alur kerja proyek	39
Gambar 4. 1 1 pengukuran tegangan.....	42
Gambar 4. 2 Pengukuran arus	42
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan energi masuk dan energi keluar.....	51
Gambar 4.4 Grafik fisiensi baterai.....	52
Gambar 4.5 Grafik Depth of Discharger (DoD).....	52