



**STUDI PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PADA  
MASJID AL WAHDAH PARADISE RESORT CITY CIPUTAT  
DENGAN SOFTWARE PVSYST DAN HOMER PRO**

**LAPORAN TUGAS AKHIR APLIKATIF**

**LISA YOHANITA**  
41424120018  
**UNIVERSITAS**  
**MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2026**



**STUDI PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PADA  
MASJID AL WAHDAH PARADISE RESORT CITY CIPUTAT  
DENGAN SOFTWARE PVSYST DAN HOMER PRO**

**TUGAS AKHIR  
APLIKATIF**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**  
**LISA YOHANITA**  
**41424120018**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2026**

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lisa Yohanita

NIM : 41424120018

Fakultas/Program Studi : Teknik/ Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“ Studi Perancangan dan Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Masjid Al Wahdah Paradise Resort City Ciputat dengan Software PVsyst dan HOMER Pro” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 04 Agustus 2026



The image shows a yellow rectangular stamp with a grid pattern. Inside the stamp, there is a handwritten signature in blue ink. Below the signature, the text "METERAI TELEPON" is printed, followed by the number "64556ACX095711882". The name "Lisa Yohanita" is printed below the stamp.

Lisa Yohanita

### **SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY***

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

**Nama** : Lisa Yohanita  
**NIM** : 41424120018  
**Program Studi** : Teknik Elektro  
**Judul Tugas Akhir / Tesis**  
**/ Praktek Keinsinyuran** : **STUDI PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)  
PADA MASJID AL WAHDAH PARADISE RESORT  
CITY CIPUTAT DENGAN SOFTWARE PVSYST  
DAN HOMER PRO**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 11 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **12 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Jakarta, 11 Agustus 2026  
Administrator Turnitin,



**Itmam Haidi Syarif**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Lisa Yohanita  
NIM : 41424120018  
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Studi Perancangan dan Simulasi Sistem  
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada  
Masjid Al Wahdah Paradise Resort City Ciputat  
dengan Software PVsyst dan HOMER Pro

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 04 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

UNIVERSITAS

Ir. Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T.

NUPTK: 7052763664130323

Jakarta, 04 Agustus 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.  
NUPTK: 6639750651230132

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.  
NUPTK: 2146770671130403

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Setiap orang memiliki perjalanan hidup yang berbeda dalam menempuh pendidikan. Bagi penulis, penyusunan skripsi ini bukan sekadar memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, tetapi menjadi bukti bahwa tidak ada kata terlambat untuk belajar. Allah SWT selalu memiliki rencana terbaik, dan setiap perjalanan akan indah pada waktu yang telah ditetapkan-Nya. Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, kasih sayang, kesehatan, kekuatan, serta hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Studi Perancangan dan Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Masjid Al Wahdah Paradise Resort City Ciputat dengan Software PVsyst dan HOMER Pro" dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Setelah menyelesaikan pendidikan Diploma III pada tahun 2001 dan bekerja hingga tahun 2008, penulis memilih untuk fokus mendampingi keluarga sebagai ibu rumah tangga. Penulis tidak pernah membayangkan akan kembali menjadi mahasiswa setelah lebih dari dua puluh tahun meninggalkan dunia akademik. Namun pada tahun 2025, ketika mendampingi putra mengunjungi sebuah pameran pendidikan untuk mencari informasi perguruan tinggi, Allah SWT justru membuka jalan yang tidak pernah penulis bayangkan. Hari itu penulis tidak hanya mengantarkan anak mencari masa depannya, tetapi tanpa disadari Allah SWT juga sedang mengantarkan penulis kembali mengejar cita-cita yang sempat tertunda. Pada waktu yang hampir bersamaan, putri pertama penulis berhasil menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Elektro, yang semakin menguatkan keyakinan penulis untuk kembali menempuh pendidikan.

Kembali ke bangku kuliah setelah sekian lama tentu bukan hal yang mudah. Penulis harus beradaptasi dengan perkembangan teknologi, sistem pembelajaran digital, membaca jurnal ilmiah, hingga mempelajari perangkat lunak seperti PVsyst dan HOMER Pro. Namun setiap tantangan terasa lebih ringan karena

penulis tidak pernah menjalaninya sendirian. Allah SWT menghadirkan keluarga yang selalu berjalan bersama dalam setiap prosesnya. Suami yang senantiasa memberikan doa, kepercayaan, serta dukungan tanpa henti, putri yang Allah SWT hadirkan sebagai "guru kecil" yang dengan sabar mendampingi mama belajar kembali, dan putra yang selalu memberikan semangat serta pengertian menjadi kekuatan terbesar dalam perjalanan ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat, kasih sayang, kesehatan, kekuatan, kemudahan, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
2. Suami tercinta, Eep Saeful Maftuh, S.T., M.IST., yang selalu menjadi tempat pulang, sahabat berdiskusi, sekaligus penyemangat terbesar dalam perjalanan ini. Terima kasih atas doa, kasih sayang, kepercayaan, dan dukungan yang tidak pernah berhenti sehingga penulis memiliki keberanian untuk kembali melanjutkan pendidikan.
3. Anak-anak tercinta, Elisha Rachma Salsabila, S.T. dan Muhammad El Ghifari, yang selalu menjadi alasan penulis untuk terus belajar dan tidak mudah menyerah. Terima kasih atas kasih sayang, doa, kebersamaan, semangat, serta segala dukungannya.
4. Bapak Ir. Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing skripsi, atas kesabaran, motivasi, ilmu, dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi, serta kesediaannya meluangkan waktu untuk berdiskusi dan memberikan arahan akademik selama penulis menempuh pendidikan.
5. Bapak Fadli Sirait, S.Si., M.T., Ph.D., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, atas arahan, perhatian, serta kesediaannya menjadi tempat berdiskusi dan memberikan masukan dalam berbagai hal akademik.
6. Bapak Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc., dan Bapak Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyo, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng., ACPE.,

SMIEEE., selaku dosen penguji, atas koreksi, masukan, dan saran yang sangat berarti dalam penyempurnaan skripsi ini.

7. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, atas ilmu, pengalaman, bimbingan, dan pelayanan akademik yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
8. Dewan Kemakmuran Masjid (DKM) Masjid Al Wahdah Paradise Resort City Ciputat, atas izin, bantuan, dan kerja sama selama pelaksanaan penelitian.
9. Wahyuningrum serta seluruh rekan mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana yang telah menjadi teman berbagi ilmu, berdiskusi, dan saling memberikan semangat.
10. Seluruh keluarga, sahabat, rekan kerja, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas doa dan dukungan yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang energi baru dan terbarukan, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Akhir kata, penulis bersyukur atas kesempatan yang Allah SWT berikan untuk kembali menempuh pendidikan serta menghadirkan keluarga, guru, sahabat, dan orang-orang terbaik dalam setiap prosesnya. Semoga ilmu yang diperoleh menjadi ilmu yang bermanfaat, membawa keberkahan, dan menjadi amal jariyah. Pada akhirnya, belajar bukan tentang usia, melainkan tentang keberanian untuk memulai kembali dengan doa, usaha, dan pertolongan Allah SWT.

Jakarta, 4 Agustus 2026

Penulis

Lisa Yohanita

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lisa Yohanita  
NIM : 41424120018  
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Studi Perancangan dan Simulasi Sistem  
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada  
Masjid Al Wahdah Paradise Resort City Ciputat  
dengan Software PVsyst dan HOMER Pro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Jakarta, 04 Agustus 2026  
Yang menyatakan,

A handwritten signature in blue ink is written over a yellow 10,000 Rupiah stamp. The stamp features the number '10000' and the text 'METAL TEMPEL' and '03D82A0X063/13687'.

(Lisa Yohanita)

**STUDI PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PADA MASJID AL WAHDAH  
PARADISE RESORT CITY CIPUTAT DENGAN SOFTWARE PVSYST  
DAN HOMER PRO**

**LISA YOHANITA**

**ABSTRAK**

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik dari jaringan adalah memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di atap pada tempat ibadah. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) di Masjid Al Wahdah di Paradise Resort City Ciputat secara teknis dan berdasarkan aspek ekonomi. Analisa dilakukan melalui perhitungan beban listrik secara manual serta simulasi menggunakan PVsyst dan HOMER Pro. Tiga skenario yang dianalisis yaitu (1) skenario berupa PLTS on-grid untuk kebutuhan beban harian, (2) skenario berupa PLTS on-grid yang disesuaikan dengan kebutuhan energi siang hari, dan (3) skenario 3 berupa sistem hybrid dengan Battery Energy Storage System (BESS).

Hasil perancangan menunjukkan kapasitas aktual PLTS sebesar 12,76 kWp untuk skenario 1 dan skenario 3 serta 4,06 kWp untuk skenario 2. Hasil simulasi PVsyst menunjukkan produksi energi sebesar 18.895,43 kWh/tahun pada skenario 1 dan 6.105,76 kWh/tahun pada skenario 2. Pada Skenario 3, sistem hybrid menghasilkan energi sebesar 17.330,92 kWh/tahun dengan solar fraction 74,53%. Kapasitas PV pada HOMER Pro disesuaikan dengan kapasitas aktual, produksi energi Skenario 1 mencapai sekitar 18.207 kWh/tahun dan skenario 2 sekitar 5.793 kWh/tahun. Selisih hasil HOMER Pro terhadap PVsyst masing-masing sekitar 3,64% dan 5,12%, yang menunjukkan konsistensi hasil simulasi setelah menggunakan basis kapasitas yang sama.

Berdasarkan analisis ekonomi, ketiga skenario belum memenuhi seluruh kriteria kelayakan investasi. Skenario 2 memberikan hasil ekonomi terbaik dengan NPV sebesar -Rp10.949.445, IRR 4,87%, dan Profitability Index 0,83 sehingga menjadi alternatif yang paling direkomendasikan untuk kondisi saat ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas PLTS yang lebih besar tidak selalu memberikan kelayakan ekonomi yang lebih baik. Kesesuaian kapasitas sistem dengan profil beban, tingkat pemanfaatan energi surya, biaya investasi, dan regulasi yang berlaku menjadi faktor penting dalam menentukan konfigurasi PLTS yang optimal.

**Kata kunci:** PLTS atap, PVsyst, HOMER Pro, analisis techno-economic, sistem hybrid, kelayakan ekonomi.

**ANALYSIS OF DESIGN AND SIMULATION OF A ROOFTOP SOLAR PV  
SYSTEM USING PVSYST AND HOMER PRO AT AL WAHDAH MOSQUE  
PARADISE RESORT CITY CIPUTAT**

**LISA YOHANITA**

**ABSTRACT**

*The implementation of rooftop photovoltaic (PV) systems in religious buildings can contribute to reducing dependence on electricity supplied by the grid. This study aims to design and evaluate a PV system for Al Wahdah Mosque, Paradise Resort City, Ciputat, based on technical and economic aspects. The analysis was conducted using manual calculations and simulations with PVsyst and HOMER Pro. Three scenarios were evaluated: Scenario 1, an on-grid PV system designed to address daily electricity demand; Scenario 2, an on-grid PV system adjusted to daytime energy demand; and Scenario 3, a hybrid system integrated with a Battery Energy Storage System (BESS).*

*The design results indicate an installed PV capacity of 12.76 kWp for Scenarios 1 and 3 and 4.06 kWp for Scenario 2. The PVsyst simulation resulted in annual energy production of 18,895.43 kWh for Scenario 1 and 6,105.76 kWh for Scenario 2. In Scenario 3, the hybrid system produced 17,330.92 kWh/year with a solar fraction of 74.53%. After adjusting the PV capacity in HOMER Pro to match the actual installed capacity, the annual PV production reached approximately 18,207 kWh for Scenario 1 and 5,793 kWh for Scenario 2. The differences between the HOMER Pro and PVsyst results were approximately 3.64% and 5.12%, respectively, indicating improved consistency between the simulation results when equivalent PV capacities were applied.*

*Based on the economic analysis, none of the three scenarios fully satisfied the investment feasibility criteria. Scenario 2 showed the best economic performance, with an NPV of -IDR 10,949,445, an IRR of 4.87%, and a Profitability Index of 0.83, making it the most recommended alternative under the current conditions. The results indicate that a larger PV capacity does not necessarily provide better economic feasibility. The compatibility between system capacity and load profile, solar energy utilization, investment costs, and applicable regulations plays an important role in determining the optimal PV system configuration.*

**Keywords:** rooftop photovoltaic system, PVsyst, HOMER Pro, techno-economic analysis, hybrid system, economic feasibility.

## DAFTAR ISI

|                                                          |          |
|----------------------------------------------------------|----------|
| HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI .....                   | ii       |
| SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i> .....           | iii      |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                 | iv       |
| KATA PENGANTAR.....                                      | v        |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....            | viii     |
| TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB .....                      | viii     |
| ABSTRAK .....                                            | ix       |
| ABSTRACT .....                                           | x        |
| DAFTAR ISI.....                                          | xi       |
| DAFTAR TABEL .....                                       | xvi      |
| DAFTAR GAMBAR.....                                       | xviii    |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>                            | <b>1</b> |
| 1.1. Latar Belakang .....                                | 1        |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                               | 5        |
| 1.3. Tujuan .....                                        | 6        |
| 1.4. Batasan Masalah .....                               | 6        |
| 1.5. Sistematika Penulisan .....                         | 7        |
| <b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>                        | <b>8</b> |
| 2.1. Tinjauan Penelitian terdahulu .....                 | 8        |
| 2.2. <i>Research Gap</i> .....                           | 15       |
| 2.3. Energi Baru Terbarukan di Indonesia .....           | 17       |
| 2.3.1. Potensi Energi Baru Terbarukan di Indonesia ..... | 17       |
| 2.3.2. Regulasi Transisi Energi di Indonesia .....       | 20       |
| 2.3.3. Tantangan Transisi Energi di Indonesia.....       | 22       |
| 2.3.4. Peluang Transisi Energi di Indonesia.....         | 24       |
| 2.4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....         | 26       |
| 2.4.1. Definisi dan Karakteristik PLTS.....              | 26       |
| 2.4.2. Prinsip Kerja PLTS .....                          | 28       |

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.3. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi PLTS .....         | 29        |
| 2.4.4. Jenis Sistem Koneksi PLTS .....                                | 33        |
| 2.4.5. Jenis Instalasi PLTS .....                                     | 36        |
| 2.5. Parameter Evaluasi Kinerja PLTS .....                            | 39        |
| 2.5.1. Performance Ratio (PR) .....                                   | 39        |
| 2.5.2. <i>Specific Yield</i> .....                                    | 40        |
| 2.5.3. <i>Capacity Factor</i> .....                                   | 40        |
| 2.5.4. <i>Peak Sun Hour</i> (PSH) .....                               | 41        |
| 2.5.5. <i>Solar Irradiance</i> .....                                  | 41        |
| 2.5.6. Losses pada Sistem PLTS .....                                  | 41        |
| 2.6. Teknologi dan Komponen Utama PLTS.....                           | 42        |
| 2.6.1. Modul Surya.....                                               | 42        |
| 2.6.2. Inverter .....                                                 | 46        |
| 2.6.3. Baterai .....                                                  | 46        |
| 2.7. Parameter Analisis Ekonomi PLTS .....                            | 48        |
| 2.7.1. Capital Expenditure (CAPEX).....                               | 48        |
| 2.7.2. Operational Expenditure (OPEX) .....                           | 49        |
| 2.7.3. Depresiasi Aset .....                                          | 49        |
| 2.7.4. <i>Weighted Average Cost of Capital</i> (WACC) .....           | 50        |
| 2.7.5. Tingkat Diskonto.....                                          | 50        |
| 2.8. Penentuan Tarif Listrik PLTS dan Parameter Evaluasi Ekonomi..... | 51        |
| 2.8.1. <i>Levelized Cost of Electricity</i> (LCOE) .....              | 51        |
| 2.8.2. <i>Net Present Value</i> (NPV) .....                           | 52        |
| 2.8.3. <i>Profitability Index</i> (PI).....                           | 53        |
| 2.8.4. <i>Discounted Payback Period</i> (DPP) .....                   | 53        |
| 2.8.5. <i>Internal Rate Return</i> (IRR).....                         | 53        |
| 2.9. Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....                         | 54        |
| 2.9.1. PVSyst.....                                                    | 54        |
| 2.9.2. HOMER Pro.....                                                 | 55        |
| <b>BAB 3 METODOLOGI.....</b>                                          | <b>56</b> |
| 3.1. Pendekatan Penelitian .....                                      | 56        |

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2. Profil Penelitian.....                                                 | 58        |
| 3.3. Metode Pengumpulan Data.....                                           | 59        |
| 3.4. Tahapan Penelitian.....                                                | 60        |
| 3.4.1. Analisis Potensi Energi Surya.....                                   | 61        |
| 3.4.2. Analisis Beban Listrik.....                                          | 61        |
| 3.4.3. Perancangan Sistem PLTS Atap .....                                   | 62        |
| 3.4.3.1. Kapasitas Panel Surya .....                                        | 63        |
| 3.4.3.2. Jumlah Modul Surya .....                                           | 64        |
| 3.4.3.3. Kapasitas Inverter.....                                            | 64        |
| 3.4.3.4. Kapasitas Baterai.....                                             | 65        |
| 3.4.3.5. Estimasi Produksi Energi .....                                     | 65        |
| 3.4.4. Analisis Kelayakan Ekonomi.....                                      | 68        |
| 3.4.5. Evaluasi dan Analisis .....                                          | 68        |
| 3.5. Asumsi Penelitian .....                                                | 70        |
| 3.6. Kerangka Alur Penelitian.....                                          | 70        |
| <b>BAB 4 PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>                                | <b>74</b> |
| 4.1. Analisis Potensi Energi Surya di Lokasi Penelitian.....                | 74        |
| 4.1.1. Data Klimatologi Lokasi Meteonorm .....                              | 74        |
| 4.1.2. Penentuan Sudut Kemiringan dan Orientasi Optimal Panel Surya.....    | 73        |
| 4.2. Analisis Kebutuhan Beban Listrik Masjid .....                          | 76        |
| 4.2.1. Data Konsumsi Energi Listrik.....                                    | 76        |
| 4.2.2. Inventarisasi Peralatan Listrik.....                                 | 78        |
| 4.2.3. Validasi Inventarisasi Peralatan terhadap Data Konsumsi PLN.....     | 80        |
| 4.2.4. Analisis Profil dan Karakteristik Beban Harian.....                  | 81        |
| 4.2.5. Analisis Tarif Listrik Aktual sebagai Dasar Perhitungan Ekonomi..... | 84        |
| 4.3. Perancangan Sistem PLTS Atap Masjid Al Wahdah.....                     | 85        |
| 4.3.1. Skenario Perancangan Sistem PLTS Atap Masjid Al Wahdah.....          | 85        |
| 4.3.1.1. Skenario 1 PLTS On-Grid Beban Total .....                          | 86        |
| 4.3.1.2. Skenario 2 PLTS On-Grid Beban Siang Hari .....                     | 86        |
| 4.3.1.3. Skenario 3 PLTS Hybrid dengan BESS.....                            | 87        |
| 4.3.2. Dasar Perhitungan Kapasitas Sistem PLTS Atap Masjid Al Wahdah ..     | 87        |

|          |                                                                                  |     |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.2.1. | Perhitungan Skenario 1 PLTS On-Grid Beban Total.....                             | 88  |
| 4.3.2.2. | Perhitungan Skenario 2 PLTS On-Grid Beban Siang Hari.....                        | 90  |
| 4.3.2.3. | Perhitungan Skenario Hybrid dengan BESS.....                                     | 91  |
| 4.3.2.4. | Rekapitulasi Hasil Perhitungan Manual Tiga Skenario .....                        | 92  |
| 4.3.3.   | Penentuan Sudut Kemiringan Panel di Kondisi Atap Nyata.....                      | 93  |
| 4.3.4.   | Spesifikasi Komponen Utama.....                                                  | 95  |
| 4.3.5.   | Konfigurasi Array dan Validasi Tegangan .....                                    | 100 |
| 4.3.6.   | Tata Letak Panel di Atap Masjid.....                                             | 101 |
| 4.3.6.1. | Tata Letak Panel di Atap Masjid 22 Modul PV .....                                | 101 |
| 4.3.6.2. | Tata Letak Panel di Atap Masjid 7 Modul PV .....                                 | 103 |
| 4.4.     | Simulasi dengan Software PVsyst .....                                            | 105 |
| 4.4.1.   | Parameter dan Konfigurasi Simulasi.....                                          | 106 |
| 4.4.2.   | Simulasi PVSyst Skenario 1 PLTS On-Grid Beban Total.....                         | 109 |
| 4.4.3.   | Simulasi PVSyst Skenario 2 PLTS On-Grid dengan Beban Siang.....                  | 112 |
| 4.4.4.   | Simulasi PVSyst Skenario 3 Hybrid dengan BESS .....                              | 115 |
| 4.5.     | Perhitungan Keekonomian Sistem PLTS Atap Masjid Al Wahdah ...                    | 119 |
| 4.5.1.   | <i>Capital Expenditure</i> .....                                                 | 120 |
| 4.5.2.   | <i>Operational Expenditure</i> .....                                             | 122 |
| 4.5.3.   | Parameter Finansial Lainnya.....                                                 | 125 |
| 4.6.     | Analisis Keekonomian .....                                                       | 125 |
| 4.6.1.   | Analisis Keekonomian Skenario 1 PLTS On-Grid Beban Harian total                  | 128 |
| 4.6.2.   | Analisis Keekonomian Skenario 2 PLTS On-Grid Beban Siang Hari                    | 130 |
| 4.6.3.   | Analisis Keekonomian Skenario 3 Hybrid dengan BESS .....                         | 132 |
| 4.7.     | Simulasi dengan Software HOMER Pro.....                                          | 134 |
| 4.7.1.   | Parameter dan Asumsi Simulasi HOMER Pro .....                                    | 134 |
| 4.7.2.   | Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 1 (Skenario 1 PLTS On-Grid Beban Total)            | 135 |
| 4.7.3.   | Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 2 (Skenario 2 PLTS On-Grid Beban Siang Hari) ..... | 138 |

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.7.4. Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 3 (Skenario 3 PLTS Hybrid dengan BESS)..... | 140        |
| 4.8. Perbandingan Skenario Sistem PLTS Atap Masjid Al Wahdah .....               | 143        |
| 4.8.1. Perbandingan Hasil Simulasi PVSyst dan HOMER Pro .....                    | 145        |
| 4.8.2. Kelayakan Ekonomi Ketiga Skenario .....                                   | 147        |
| 4.8.3. Karakteristik Trade-Off Antar-Skenario .....                              | 148        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                          | <b>150</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                             | 150        |
| 5.2. Saran.....                                                                  | 151        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                      | <b>153</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                             | <b>156</b> |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 1. 1. Potensi Energi Baru Terbarukan di Indonesia .....                                                  | 1   |
| Tabel 2. 1. Rangkuman Penelitian Terdahulu .....                                                               | 8   |
| Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini .....                                       | 12  |
| Tabel 2. 3 Potensi dan Pemanfaatan EBT di Indonesia .....                                                      | 18  |
| Tabel 2. 4. Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik di Indonesia .....                                          | 19  |
| Tabel 2. 5. Regulasi Transisi Energi di Indonesia .....                                                        | 21  |
| Tabel 3. 1 Perbandingan Fungsi PVsyst dan HOMER Pro dalam Penelitian.....                                      | 57  |
| Tabel 3. 2 Kriteria Penilaian Parameter Kelayakan Ekonomi .....                                                | 69  |
| Tabel 4. 1 Data GHI dan Suhu Udara Rata-rata Bulanan Lokasi Penelitian .....                                   | 70  |
| Tabel 4. 2 Hasil Simulasi Variasi Sudut Kemiringan Panel Surya .....                                           | 74  |
| Tabel 4. 3 Rekapitulasi Data Pembelian Token Listrik Masjid Al Wahdah Periode<br>Desember 2025-Juli 2026 ..... | 76  |
| Tabel 4. 4 Inventarisasi Peralatan Listrik dan Kebutuhan Energi Harian.....                                    | 79  |
| Tabel 4. 5 Distribusi Kebutuhan Energi Harian per Kategori Peralatan.....                                      | 82  |
| Tabel 4. 6 Tabel Basis perhitungan.....                                                                        | 88  |
| Tabel 4. 7 Summary perhitungan .....                                                                           | 92  |
| Tabel 4. 8 Perbandingan Alternatif Pemasangan Panel Surya .....                                                | 94  |
| Tabel 4. 9 Spesifikasi Teknis Modul Surya Trina Solar TSM-NEG19RC-580....                                      | 95  |
| Tabel 4. 10 Spesifikasi Teknis Inverter Huawei SUN2000-10KTL-M2-380V ....                                      | 97  |
| Tabel 4. 11 Spesifikasi Teknis Inverter Huawei SUN2000-3.68KTL-L1 .....                                        | 98  |
| Tabel 4. 12 Spesifikasi Teknis Baterai SUNLIGHT Li.ONES 51,2V-100Ah ...                                        | 99  |
| Tabel 4. 13 Konfigurasi Array PV dan Validasi Tegangan .....                                                   | 100 |
| Tabel 4. 14 Tata Letak Panel Surya di Atap Masjid Al Wahdah.....                                               | 102 |
| Tabel 4. 15 Tata Letak Panel Surya Opsi 2 di Atap Masjid Al Wahdah .....                                       | 104 |
| Tabel 4. 16 Parameter Umum Simulasi PVsyst untuk Tiga Skenario .....                                           | 106 |
| Tabel 4. 17 Parameter Rugi-Rugi Array (Array Losses) yang Digunakan dalam<br>Simulasi PVsyst .....             | 107 |
| Tabel 4. 18 Nilai Faktor IAM pada Berbagai Sudut Datang Radiasi Matahari ..                                    | 107 |
| Tabel 4. 19 Perbandingan Konfigurasi Tiga Skenario Simulasi PVsyst.....                                        | 108 |

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 20 Neraca Energi Bulanan Hasil Simulasi Skenario 1 (VC0) .....                                                  | 109 |
| Tabel 4. 21 Neraca Energi Bulanan Hasil Simulasi Skenario 2 (VC1) .....                                                  | 112 |
| Tabel 4. 22 Neraca Energi Bulanan Hasil Simulasi Skenario 3 (VC2) .....                                                  | 116 |
| Tabel 4. 23 Skenario PLTS On-Grid Beban Total.....                                                                       | 120 |
| Tabel 4. 24 Skenario PLTS On-Grid Beban Siang Hari .....                                                                 | 121 |
| Tabel 4. 25 Skenario PLTS Hybrid dengan BESS.....                                                                        | 121 |
| Tabel 4. 26 Estimasi O&M Skenario PLTS .....                                                                             | 122 |
| Tabel 4. 27 OPEX 20 Tahun Skenario 1.....                                                                                | 122 |
| Tabel 4. 28 OPEX 20 Tahun Skenario 2.....                                                                                | 123 |
| Tabel 4. 29 OPEX 20 Tahun Skenario 3.....                                                                                | 124 |
| Tabel 4. 30 Tabel Parameter Finansial.....                                                                               | 125 |
| Tabel 4. 31 Parameter Umum dan Asumsi Ekonomi Simulasi HOMER Pro.....                                                    | 134 |
| Tabel 4. 32 Arsitektur Sistem Hasil Optimasi HOMER Pro Opsi 1.....                                                       | 135 |
| Tabel 4. 33 Ringkasan Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 1.....                                                               | 136 |
| Tabel 4. 34 Arsitektur Sistem Hasil Optimasi HOMER Pro Opsi 2.....                                                       | 138 |
| Tabel 4. 35 Ringkasan Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 2.....                                                               | 138 |
| Tabel 4. 36 Arsitektur Sistem Hasil Optimasi HOMER Pro Opsi 3.....                                                       | 140 |
| Tabel 4. 37 Ringkasan Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 3.....                                                               | 141 |
| Tabel 4. 38 Rekapitulasi Perbandingan Hasil Perhitungan Manual, Simulasi PVsyst, dan Simulasi HOMER Pro (Direvisi) ..... | 144 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1. 1 Kapasitas Instalasi <i>Solar Power</i> di Indonesia .....              | 2   |
| Gambar 2. 1 Bauran Energi Primer Nasional 2023.....                                | 18  |
| Gambar 2. 2 Rasio Elektrifikasi Indonesia .....                                    | 23  |
| Gambar 2. 3 Model Kolaborasi Pentahelix .....                                      | 26  |
| Gambar 2. 4 Sistem PLTS.....                                                       | 27  |
| Gambar 2. 5 Prinsip Kerja Modul Surya.....                                         | 28  |
| Gambar 2. 6 Semikonduktor P-N.....                                                 | 29  |
| Gambar 2. 7 Peta GHI.....                                                          | 30  |
| Gambar 2. 8 Sudut Kemiringan dan Azimuth.....                                      | 31  |
| Gambar 2. 9 Maintenance Sistem PLTS .....                                          | 32  |
| Gambar 2. 10 Efisiensi Modul PV .....                                              | 33  |
| Gambar 2. 11 PLTS On-Grid.....                                                     | 34  |
| Gambar 2. 12 PLTS Off-Grid .....                                                   | 35  |
| Gambar 2. 13 PLTS Hybrid .....                                                     | 36  |
| Gambar 2. 14 PLTS Ground Mounted.....                                              | 37  |
| Gambar 2. 15 PLTS Apung.....                                                       | 38  |
| Gambar 2. 16 PLTS Atap.....                                                        | 39  |
| Gambar 2. 17 Tingkatan Struktur Modul Surya .....                                  | 42  |
| Gambar 2. 18 Logo PVsyst .....                                                     | 55  |
| Gambar 2. 19 Logo HOMER Pro .....                                                  | 55  |
| Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....                                                | 59  |
| Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem PLTS Atap Masjid Al Wahdah.....                    | 61  |
| Gambar 3. 3 Diagram Proses Simulasi PVsyst dan HOMER Pro .....                     | 67  |
| Gambar 3. 4 Kerangka Alur Penelitian .....                                         | 71  |
| Gambar 4. 1 Grafik GHI dan PSH di Lokasi Penelitian .....                          | 72  |
| Gambar 4. 2 Perbandingan Produksi Energi Sistem PLTS Variasi Sudut Kemiringan..... | 75  |
| Gambar 4. 3 Profil Kebutuhan Energi Listrik Harian Masjid Al Wahdah.....           | 83  |
| Gambar 4. 4 Denah Tata Letak Panel Surya di Atap Masjid Al Wahdah.....             | 103 |

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 5 Denah Tata Letak Panel Surya Opsi 2 di Atap Masjid Al Wahdah Paradise Resort City Ciputat (Tampak Atas)..... | 105 |
| Gambar 4. 6 Normalized Production dan Performance Ratio Bulanan Skenario 1.....                                          | 110 |
| Gambar 4. 7 Diagram Kerugian (Loss Diagram) Skenario 1 .....                                                             | 111 |
| Gambar 4. 8 Normalized Production dan Performance Ratio Bulanan Skenario 2.....                                          | 113 |
| Gambar 4. 9 Diagram Kerugian (Loss Diagram) Skenario 2 .....                                                             | 114 |
| Gambar 4. 10 Normalized Production dan Performance Ratio Skenario 3 .....                                                | 117 |
| Gambar 4. 11 Diagram Kerugian dan Dispatch Energi Skenario 3 .....                                                       | 117 |
| Gambar 4. 12 Arsitektur Sistem dan Grafik Aliran Biaya (Cash Flow) Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 1 .....                 | 136 |
| Gambar 4. 13 Rincian Produksi dan Konsumsi Energi (Electrical) Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 1 .....                     | 137 |
| Gambar 4. 14 Arsitektur Sistem dan Grafik Aliran Biaya (Cash Flow) Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 2 .....                 | 139 |
| Gambar 4. 15 Rincian Produksi dan Konsumsi Energi (Electrical) Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 2 .....                     | 140 |
| Gambar 4. 16 Rincian Struktur Biaya (Cost Summary) Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 3.....                                  | 142 |
| Gambar 4. 17 Produksi dan Konsumsi Energi Bulanan Hasil Simulasi HOMER Pro Opsi 3.....                                   | 143 |