



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KINERJA PLTS ON-GRID 400 WP PADA POS  
SATPAM GEDUNG I**

**TUGAS AKHIR**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**Abdillah Afif Ibnu Chusen**

**2303311047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KINERJA PLTS ON-GRID 400 WP PADA POS  
SATPAM GEDUNG I**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar**

**Dipolma Tiga**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**Abdillah Afif Ibnu Chusen**

**2303311047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2026**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Abdillah Afif Ibnu Chusen

NIM : 2303311047

Tanda Tangan :

Tanggal : 23-07-2026

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Abdillah Afif Ibnu Chusen  
NIM : 2303311047  
Program Studi : Teknik Listrik  
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja PLTS On-Grid 400 WP Pada Pos Satpam Gedung I

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 08 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Dezetty Monika, S.T., M.T.  
NIP. 199112082018032002

Pembimbing II : Fatahula, S.T., M.Kom.  
NIP. 196808231994031001

Depok, 22 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.  
NIP 197803312003122002

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Tugas Akhir yang penulis buat yaitu, *monitoring* sistem kelistrikan PLTS *on grid* dengan menggunakan microkontroler dan HMI yang dipasang pada pos-satpam guna mempermudah operator untuk *monitoring* sistem kelistrikan dari PLTS *on grid* tersebut serta meningkatkan efisiensi biaya dari penggunaan listrik pada pos-satpam.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Fatahula, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Dezetty Monika, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
3. Mamah dan Bapak yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 23 Juli 2026

Abdillah Afif Ibnu Chusen







**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**ABSTRAK**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid merupakan alternatif efisien untuk mengurangi konsumsi energi fosil, khususnya pada fasilitas kampus dengan beban konstan seperti pos satpam. Namun, performa nyata di lapangan sangat bergantung pada intensitas radiasi matahari dan variasi beban terpasang. Penelitian ini bertujuan mengkaji kinerja PLTS On-Grid berkapasitas 400 WP di Pos Satpam Gedung I Politeknik Negeri Jakarta. Sistem ini dilengkapi pemantauan lokal berbasis *Human Machine Interface* (HMI) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor PZEM, serta kWh meter EXIM untuk melacak parameter listrik dan aktivitas ekspor-impor energi secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan daya keluaran tertinggi mencapai 150,9 W pada beban resistif dan 135,42 W pada beban induktif. Efisiensi rata-rata modul monokristalin berada pada angka 12,42% (resistif) dan 12,07% (induktif), yang telah sesuai dengan standar pasar (12%–14%). Rasio performa sistem tercatat sebesar 114,66% untuk beban resistif dan 111,71% untuk beban induktif. Penurunan performa pada beban induktif dipengaruhi oleh faktor daya tertinggal (*lagging*) dan lonjakan arus awal (*inrush current*). Sistem ini juga terbukti handal dalam mengeksport dan mengimpor daya dengan jaringan PLN sesuai keseimbangan beban dan keluaran surya, sehingga mendukung efisiensi energi.

Kata kunci: PLTS On-Grid, Efisiensi Panel Surya, *Monocrystalline*, HMI, kWh Meter Exim.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**ABSTRACT**

*On-grid Solar Power Plants serve as an efficient alternative to reduce fossil fuel dependency, especially in campus facilities with steady loads like security posts. However, field performance heavily relies on solar radiation intensity and connected load variations. This study aims to analyze the performance of a 400 WP on-grid photovoltaic system at the Security Post of Building I, Jakarta State Polytechnic. The system features local monitoring based on a Human Machine Interface (HMI) using an ESP32 microcontroller, PZEM sensors, and an EXIM kWh meter to track electrical parameters and real-time energy export-import activities. Test results reveal that maximum power output reached 150.9 W under resistive loading and 135.42 W under inductive loading. The average efficiency of the monocrystalline modules was 12.42% for resistive loads and 12.07% for inductive loads, complying with market standards (12%–14%). Furthermore, the system's performance ratio achieved 114.66% on resistive loads and 111.71% on inductive loads. This performance drop under inductive loading is influenced by lagging power factor characteristics and inrush currents. The system also reliably exports and imports power with the PLN grid according to load demand and solar output, proving supporting in energy efficiency.*

*Keywords: On-Grid Solar Power Plant, Photovoltaic Module Efficiency, Performance Ratio, HMI, EXIM kWh Meter*

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

|                                                                |      |
|----------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN SAMPUL.....                                            | i    |
| HALAMAN JUDUL .....                                            | ii   |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....                           | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....                            | iv   |
| KATA PENGANTAR.....                                            | v    |
| ABSTRAK .....                                                  | vi   |
| ABSTRACT .....                                                 | vii  |
| DAFTAR ISI.....                                                | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                            | x    |
| DAFTAR TABEL .....                                             | xi   |
| DAFTAR PERSAMAAN .....                                         | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                        | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                                        | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                      | 2    |
| 1.3 Tujuan.....                                                | 3    |
| 1.4 Luaran.....                                                | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                   | 4    |
| 2.1 Potensi Energi Matahari di Indonesia.....                  | 4    |
| 2.2 Deskripsi Umum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)..... | 5    |
| 2.3 Jenis-Jenis PLTS.....                                      | 6    |
| 2.3.1 PLTS Off-Grid (Stand-Alone).....                         | 6    |
| 2.3.2 PLTS On Grid.....                                        | 7    |
| 2.3.3 PLTS Hybrid .....                                        | 8    |
| 2.4 Komponen Utama PLTS.....                                   | 9    |
| 2.4.1 Modul Fotovoltaik.....                                   | 9    |
| 2.4.2 Baterai .....                                            | 10   |
| 2.4.3 Inverter .....                                           | 11   |
| 2.5 Efisiensi Modul Fotovoltaik .....                          | 12   |
| 2.6 Rasio Performa .....                                       | 13   |
| 2.7 kWH Meter EXIM.....                                        | 14   |
| 2.8 ESP32 .....                                                | 15   |
| 2.9 HMI .....                                                  | 15   |
| 2.10 Monitoring.....                                           | 16   |
| 2.11 Komponen Parameter .....                                  | 17   |
| 2.9.1 DC Meter.....                                            | 17   |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                               |                                                  |           |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------|
| 2.9.2                                         | AC Meter.....                                    | 17        |
| 2.12                                          | MCB .....                                        | 17        |
| 2.13                                          | Terminal.....                                    | 18        |
| <b>BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....</b> |                                                  | <b>19</b> |
| 3.1                                           | Rancangan Alat.....                              | 19        |
| 3.1.1                                         | Deskripsi Alat.....                              | 19        |
| 3.1.2                                         | Cara Kerja Alat.....                             | 20        |
| 3.1.3                                         | Spesifikasi Alat.....                            | 21        |
| 3.1.4                                         | Diagram Blok.....                                | 22        |
| 3.1.5                                         | Flowchart Alat.....                              | 23        |
| 3.1.6                                         | Wiring Diagram.....                              | 24        |
| 3.2                                           | Realisasi Alat.....                              | 26        |
| <b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>                 |                                                  | <b>28</b> |
| 4.1                                           | Pengujian Efisiensi Modul Fotovoltaik .....      | 28        |
| 4.1.1                                         | Deskripsi Pengujian .....                        | 28        |
| 4.1.2                                         | Prosedur Pengujian.....                          | 28        |
| 4.1.3                                         | Data Hasil Pengujian.....                        | 29        |
| 4.1.4                                         | Analisis Data Pengujian .....                    | 31        |
| 4.2                                           | Pengujian Rasio Performa Modul Fotovoltaik ..... | 32        |
| 4.2.1                                         | Deskripsi Pengujian .....                        | 32        |
| 4.2.2                                         | Prosedur Pengujian.....                          | 33        |
| 4.2.3                                         | Data Hasil Pengujian.....                        | 33        |
| 4.2.4                                         | Analisis Data Pengujian .....                    | 36        |
| 4.3                                           | Pengujian Kinerja kWh Exim.....                  | 36        |
| 4.3.1                                         | Deskripsi Pengujian .....                        | 36        |
| 4.3.2                                         | Prosedur Pengujian.....                          | 37        |
| 4.3.3                                         | Data Hasil Pengujian.....                        | 38        |
| 4.3.4                                         | Analisis Data Pengujian .....                    | 39        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                     |                                                  | <b>41</b> |
| 5.1                                           | Kesimpulan.....                                  | 41        |
| 5.2                                           | Saran .....                                      | 42        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                   |                                                  | <b>43</b> |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>             |                                                  | <b>44</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                          |                                                  | <b>45</b> |

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Peta Potensi Energi Matahari di Indonesia .....                                          | 4  |
| Gambar 2. 2 Perkembangan Konsumsi Tenaga Listrik Nasional Berdasarkan Wilayah Usaha (dalam TWh)..... | 5  |
| Gambar 2. 3 Konfigurasi PLTS Off-Grid.....                                                           | 7  |
| Gambar 2. 4 Konfigurasi PLTS Off-Grid.....                                                           | 8  |
| Gambar 2. 5 Konfigurasi PLTS Hybrid .....                                                            | 8  |
| Gambar 2. 6 Modul Fotovoltaik Jenis Polikristalin .....                                              | 9  |
| Gambar 2. 7 Modul Fotovoltaik Jenis Monokristalin .....                                              | 9  |
| Gambar 2. 8 Modul Fotovoltaik Jenis Amorphous .....                                                  | 9  |
| Gambar 2. 9 Aki PLTS .....                                                                           | 11 |
| Gambar 2. 10 Grid Tie Inverter.....                                                                  | 11 |
| Gambar 2. 11 Bidirectional Inverter .....                                                            | 11 |
| Gambar 2. 12 KWh meter EXIM .....                                                                    | 14 |
| Gambar 2. 13 HMI DWIN DMG80480C070_15WTR 7 Inch .....                                                | 16 |
| Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Monitoring .....                                                     | 23 |
| Gambar 3. 2 Flowchart Cara Kerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid .....                | 23 |
| Gambar 3. 3 Flowchart Cara Kerja Sistem Monitoring PLTS On Grid .....                                | 24 |
| Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem Monitoring .....                                                     | 25 |
| Gambar 3. 5 Wiring Diagram ESP32 .....                                                               | 25 |
| Gambar 3. 6 Lokasi Pemasangan Box Panel & Kotak Kontak.....                                          | 26 |
| Gambar 3. 7 Lokasi Pemasangan Modul PV .....                                                         | 26 |
| Gambar 3. 8 Box Panel Pada Pos Satpam.....                                                           | 27 |
| Gambar 3. 9 Layout Komponen di Dalam Box Panel .....                                                 | 27 |
| Gambar 4. 1 Solar Power Meter.....                                                                   | 28 |
| Gambar 4. 2 Tang Ampere Fluke .....                                                                  | 29 |
| Gambar 4. 3 Grafik Efisiensi Beban Resistif .....                                                    | 32 |
| Gambar 4. 4 Grafik Efisiensi Beban Induktif .....                                                    | 32 |
| Gambar 4. 5 Solar Power Meter.....                                                                   | 33 |
| Gambar 4. 6 Tang Ampere Fluke .....                                                                  | 33 |
| Gambar 4. 7 Tang Ampere Fluke .....                                                                  | 37 |
| Gambar 4. 8 kWh Exim .....                                                                           | 37 |
| Gambar 4. 9 HMI.....                                                                                 | 37 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen.....                                                       | 21 |
| Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Ukur Pengujian Efisiensi Panel Surya Berbeban Resistif ..... | 29 |
| Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Ukur Pengujian Efisiensi Panel Surya Berbeban Induktif.....  | 30 |
| Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Ukur Sistem PLTS Berbeban Induktif .....                     | 34 |
| Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Ukur PLTS Berbeban Resistif.....                             | 34 |
| Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian kWh Exim Hari Pertama .....                                | 38 |
| Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian kWh Exim Hari Kedua .....                                  | 39 |







## DAFTAR PERSAMAAN

|      |    |
|------|----|
| 2.1) | 12 |
| 2.2) | 12 |
| 2.3) | 13 |
| 2.4) | 13 |
| 2.5) | 14 |
| 2.6) | 14 |



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan akan energi listrik di era digital saat ini terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penggunaan perangkat elektronik seperti *smartphone*, laptop, dan tablet. Perangkat-perangkat ini sudah menjadi kebutuhan primer dalam menunjang produktivitas dan konektivitas harian masyarakat. Menurut Badan Pusat Statistik (2025) hasil pendataan Survei Susenas 2024 menunjukkan bahwa 68,65% penduduk di Indonesia telah memiliki telepon seluler. Angka ini mengalami sedikit peningkatan jika dibandingkan dengan kondisi tahun 2023 yang mencapai 67,29%. Peningkatan jumlah penggunaan perangkat ini berdampak pada lonjakan kebutuhan energi listrik untuk pengisian daya perangkat itu sendiri, yang menuntut ketersediaan akses energi yang mudah dan andal di ruang publik.

Di sisi lain, isu pemanasan global dan krisis iklim mendorong pemerintah Indonesia untuk berkomitmen dalam transisi energi menuju Energi Baru Terbarukan (EBT). Sesuai dengan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN 2025-2034, Indonesia menargetkan bauran Energi Baru dan Terbarukan (EBT) pembangkitan pada akhir tahun 2034 sebesar 34,3% yang merupakan salah satu langkah PLN menuju Net Zero Emmission (Kementerian ESDM, 2025). Oleh karena itu, pemanfaatan potensi energi surya yang melimpah di Indonesia, dengan tingkat radiasi matahari yang dapat mencapai 7,5 kWh/m<sup>2</sup> (Deputi Bidang Klimatologi BMKG, 2023) menjadi salah satu solusi strategis untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil.

Salah satu upaya pemanfaatan potensi energi surya yang paling realistis dan efektif untuk dilakukan adalah pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada bangunan gedung. Di lingkungan kampus, pos satuan pengamanan (satpam) merupakan salah satu lokasi yang potensial untuk dipasang sistem PLTS. Pos Satpam memiliki profil beban yang unik dengan kebutuhan daya listrik yang relatif kecil, stabil, dan beroperasi selama 24 jam setiap hari untuk mendukung fungsi pengawasan. Khususnya pos satpam di belakang Gedung I Politeknik Negeri Jakarta, posisinya yang berdekatan dengan area parkir terbuka membuatnya





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memiliki tingkat *shading* yang rendah. Mengingat pasokan listriknya saat ini masih bergantung pada PLN, pos satpam Gedung I ini menjadi bangunan yang sangat strategis untuk di-*install* sistem PLTS.

Dalam implementasi PLTS, salah satu konfigurasinya yang cukup efisien adalah sistem On-Grid yang mengintegrasikan PLTS dengan PLN. Keunggulan utama sistem ini adalah efisiensi biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem lainnya karena tidak memerlukan komponen baterai yang mahal serta kemampuannya untuk mengeksport kelebihan daya ke PLN. Oleh karena itu, sistem kelistrikan menggunakan sistem PLTS On-Grid menjadi alternatif yang lebih efisien.

Meskipun potensi PLTS On-Grid sangat besar, performa aktual yang dihasilkan di lapangan seringkali bervariasi. Daya keluaran (output) dan efisiensi konversi sistem PLTS tidaklah konstan; nilainya sangat dipengaruhi oleh fluktuasi intensitas radiasi matahari serta karakteristik beban yang terhubung pada sistem. Perbedaan karakteristik beban ini dapat memberikan respon tegangan dan arus yang berbeda terhadap inverter On-Grid, yang pada akhirnya memengaruhi efisiensi transfer daya dari panel surya ke beban. Oleh karena itu, sekadar menginstalasi sistem PLTS tidaklah cukup; diperlukan sebuah evaluasi teknis yang komprehensif untuk mengetahui sejauh mana keandalan dan daya keluaran sistem beroperasi di bawah pengaruh variasi pembebanan tersebut.

Selain variasi beban, kurangnya transparansi dan pemantauan penggunaan energi menjadi tantangan lainnya yang sering dihadapi. Guna mengatasi hal tersebut, sistem modern perlu dilengkapi dengan fitur telemetering dan *Human Machine Interface* (HMI). Integrasi ini memungkinkan pemantauan parameter kelistrikan (tegangan, arus, daya) serta status sistem secara visual, sehingga memudahkan operator dalam melakukan pengawasan sistem kelistrikan secara efektif.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada tugas akhir ini akan membahas analisis kinerja PLTS On-Grid 400 WP pos satpam gedung I.

### 1.2 Rumusan Masalah

- a) Berapa daya yang dihasilkan oleh sistem PLTS On-Grid yang dibangun?





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- b) Berapa persentase efisiensi kinerja pada sistem PLTS On-Grid yang dibangun?
- c) Berapa rasio performa dari PLTS *On Grid* yang dibangun?
- d) Bagaimana kinerja kWh Exim dalam memonitor daya sistem PLTS?

### 1.3 Tujuan

- a) Mengetahui besar daya yang dihasilkan oleh sistem PLTS On-Grid yang dibangun.
- b) Mengetahui nilai efisiensi dari sistem PLTS On-Grid yang dibangun
- c) Mengetahui nilai rasio performa dari sistem PLTS On-Grid yang dibangun
- e) Mengetahui kinerja kWh Exim dalam memonitor daya sistem PLTS.

### 1.4 Luaran

- a) Tersedianya fasilitas kelistrikan PLTS On-Grid pos satpam gedung I yang diharapkan mampu mengurangi biaya listrik operasional.
- b) Terdapat laporan Tugas Akhir dan artikel mengenai monitoring PLTS *On-Grid* yang dapat digunakan sebagai acuan dalam membuat atau mengembangkan Tugas Akhir.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis data mengenai kinerja sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid 400 WP di Pos Satpam Gedung I, maka terdapat beberapa kesimpulan yang dapat ditarik, antara lain:

- a) Daya keluaran (output) yang dihasilkan oleh sistem PLTS bervariasi bergantung pada iradiasi matahari. Berdasarkan perhitungan data ukur pengujian modul fotovoltaik, daya output mencapai 150,9 W saat dihubungkan dengan beban resistif dan 135,42 W saat dihubungkan dengan beban induktif.
- b) Persentase efisiensi kinerja rata-rata dari modul fotovoltaik Monocrystalline yang digunakan tercatat sebesar 12,415% pada pembebanan resistif dan 12,074% pada pembebanan induktif. Secara keseluruhan, kinerja sistem dikategorikan baik karena telah mampu beroperasi sesuai dengan standar efisiensi untuk panel surya jenis Monocrystalline, yang umumnya berada pada kisaran 12% hingga 14%.
- c) Nilai rasio performa (Performance Ratio/PR) dari sistem yang terukur adalah sebesar 111,71% pada beban resistif dan 114,66 % pada beban induktif. Terjadinya penurunan rasio performa pada beban induktif sangat dipengaruhi oleh karakteristik beban dengan faktor daya tertinggal (lagging), di mana arus tertinggal dari tegangan, sehingga menyebabkan peningkatan arus total dan memperbesar rugi-rugi tembaga pada kabel distribusi AC. Selain itu, adanya lonjakan arus (inrush current) pada beban induktif memicu penurunan tegangan sesaat yang berpotensi menyebabkan inverter memotong produksi energi (derating).
- d) kWh Meter EXIM terbukti mampu memonitor dan bekerja dengan sangat baik dalam mendeteksi energi yang diekspor maupun diimpor secara akurat sesuai dengan dasar teorinya. Ketika daya aktif yang diproduksi PLTS melampaui kebutuhan beban, kelebihan energi disalurkan ke jaringan jala-jala PLN dan tercatat sebagai energi ekspor. Sebaliknya, ketika produksi surya menurun atau kebutuhan beban lebih besar dari



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

produksi PLTS, sistem secara otomatis mengambil kekurangan daya dari jaringan PLN yang tercatat sebagai energi impor.

**5.2 Saran**

Berdasarkan proses pembuatan, pengujian, dan analisis evaluasi yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem ke depannya:

- a) Pemeliharaan rutin terhadap komponen pemantauan (monitoring), seperti mikrokontroler ESP32, sensor DC PZEM-017, sensor AC PZEM-014, serta kWh Meter Ekspor-Impor perlu dilakukan. Hal ini bertujuan agar data parameter kelistrikan yang ditampilkan pada layar antarmuka *Human Machine Interface* (HMI) tetap akurat dan terpantau dengan baik secara real-time.
- b) Guna mempertahankan nilai efisiensi panel surya agar selalu bekerja maksimal di atas standar 12-14%, disarankan untuk menetapkan jadwal pemeliharaan (*maintenance*) rutin. Pembersihan permukaan modul surya di atap pos satpam Gedung I dari debu dan kotoran lingkungan sangat penting untuk memastikan intensitas radiasi matahari tidak terhalang.

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR PUSTAKA**

- ALA, et. al. (2024) RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING TEMPERATUR BEARING FD FAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP BERBASIS ARDUINO DAN THINGSPEAK, UNIVERSITAS DIPONEGORO.
- Aprilianti, K. P., Baghta, N. A., Aryani, D. R., Jufri, F. H., & Utomo, A. R. (2022). *Potential assessment of solar power plant: A case study of a small island in Eastern Indonesia*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Bernando Tambunan, H. (2021). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Deepublish Publisher.
- Emi, L., et. al. (2025). Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 75 kWp Untuk Mendukung Keberlanjutan Energi Di Wilayah Pesisir Jurnal Ilmiah Elco: *Electronic, Electrical, Electromedical, and computer* Volume 10 No 03, Universitas Halu Oleo.
- Febriana, H., Mulyana, E., & Trisno, B., (2024). EVALUASI KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA HYBRID PADA GEDUNG CENTRE OF EXCELLENCE UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA, Universitas Diponegoro.
- Gavra Jumpon E., Pravitasari, D., & Agung Kurniawan<sup>3</sup>, A. (2024). PERFORMANCE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ATAP BERKAPASITAS 1,1 MWP DI INDUSTRI DALAM KONTEKS PENINGKATAN KEMANDIRIAN ENERGI DAN PENGURANGAN BIAYA OPERASIONAL, RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro Vol. 7, No. 1, Universitas Tidar.
- Indah Pratiwi, T. (2022). KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON GRID KAPASITAS 400 Wp PADA PENDOPO GEDUNG D, Politeknik Negeri Jakarta.
- Janaloka (2017). Petunjuk pelaksanaan Net Metering dengan kWh meter EXIM. Petunjuk Pelaksanaan Net Metering dengan kWh Meter EXIM 2020 - Janaloka.com
- Kita, S. (2018). Segala Hal Yang Perl Anda Tahu Tentang Meter EXIM, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Lubis, Z. (2023). Analisis PLTA Hibrida dan PLTS Sebagai Energi Listrik. <https://solarkita.com/blog/segala-hal-yang-perlu-anda-tahu-tentang-meterexim>
- Ramadhani, B. (2018). Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Dos and Don'ts, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Samsurizal, et. al. (2021). Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), INSTITUT TEKNOLOGI PLN.
- Setiana (2024). Laporan Pelatihan Senior Engineer Perencanaan PLTS Level 7, Politeknik Negeri Jakarta.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



Abdillah Afif Ibnu Chusen

Lulusan dari SDN Karang Baru 02 pada tahun 2017, SMPN 1 Cikarang Barat pada tahun 2020, dan SMAN 1 Cikarang Barat pada tahun 2023. Sampai saat tugas akhir ini dibuat, penulis masih merupakan mahasiswa aktif di program studi D3 Teknik Listrik, jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LAMPIRAN**



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**