



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Monitoring Sistem Kelistrikan dan Energi Pada PLTS On-Grid Berbasis HMI

TUGAS AKHIR

Daffa Diaz Ihsan Muzakki
2303311084

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Monitoring Sistem Kelistrikan dan Energi Pada PLTS On-Grid Berbasis HMI

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga

Daffa Diaz Ihsan Muzakki
2303311084

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



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 : Daffa Diaz Ihsan Muzakki

NIM : 2303311084

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Juli 2026

**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



© 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 mengumumkan 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 : Daffa Diaz Ihsan Muzakki
NIM : 2303311084
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : *Monitoring Sistem Kelistrikan dan Energi Pada PLTS On-Grid Berbasis HMI*

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

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

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

Depok, 21 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyaniti, 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 mengumumkan 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 mikrokontroler 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. Pihak Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan izin untuk melakukan pemasangan alat untuk Tugas Akhir;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
5. 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, 22 Juli 2026

Daffa Diaz Ihsan Muzakki



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 salah satu solusi pemanfaatan energi terbarukan yang dapat digunakan untuk mengurangi konsumsi energi listrik dari jaringan PLN. Namun, pengoperasian PLTS memerlukan sistem pemantauan yang mampu menampilkan kondisi kelistrikan dan energi secara real-time agar kinerja sistem dapat diketahui dengan mudah. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan sistem monitoring kelistrikan dan energi pada PLTS On Grid berbasis Human Machine Interface (HMI). Sistem monitoring yang dikembangkan menggunakan sensor PZEM-017 untuk pengukuran parameter kelistrikan DC pada sisi panel surya, sensor PZEM-014 untuk pengukuran parameter kelistrikan AC pada sisi beban, serta kWh meter ekspor-impor untuk memantau aliran energi antara PLTS dan jaringan PLN. Seluruh data hasil pengukuran dikirimkan melalui protokol komunikasi Modbus RTU via RS485 ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses dan ditampilkan secara lokal pada HMI DWIN 7 inci. Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring yang dirancang telah berhasil bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan, yaitu mampu melakukan pemantauan parameter kelistrikan dan energi pada PLTS On-Grid secara akurat, responsif, dan mudah dipantau melalui antarmuka HMI.

Kata kunci: PLTS On-Grid, Monitoring Kelistrikan, ESP32, HMI, PZEM-014, PZEM-017, Modbus RTU.



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

ABSTRACT

On-grid solar power plants (PLTS) are a renewable energy solution that can be used to reduce electricity consumption from the PLN grid. However, PLTS operation requires a monitoring system capable of displaying electricity and energy conditions in real time to easily assess system performance. Therefore, this final project designs and implements an electricity and energy monitoring system for an on-grid PLTS based on a Human Machine Interface (HMI). The developed monitoring system uses a PZEM-017 sensor to measure DC electrical parameters on the solar panel side, a PZEM-014 sensor to measure AC electrical parameters on the load side, and an export-import kWh meter to monitor the energy flow between the PLTS and the PLN grid. All measurement data is sent via the Modbus RTU communication protocol via RS485 to an ESP32 microcontroller for local processing and display on a 7-inch DWIN HMI. Based on the test results, the designed monitoring system successfully performed as expected, namely monitoring electrical and energy parameters in the on-grid solar power plant accurately, responsively, and easily detected through the HMI interface.

Keywords: *On-grid solar power plant, electrical monitoring, ESP32, HMI, PZEM-014, PZEM-017, Modbus RTU.*



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	3
2.1.1 PLTS <i>Off Grid (Stand-Alone)</i>	3
2.1.2 PLTS <i>On grid</i>	3
2.2 Inverter	3
2.3 <i>Human Machine Interface (HMI)</i>	4
2.3.1 Fitur-Fitur DGUS II.....	4
2.3.2 Perangkat HMI.....	4
2.4 ESP32	5
2.5 MAX485.....	6
2.6 PZEM-017	6
2.7 PZEM-014.....	7
2.8 Protokol Komunikasi.....	7

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



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

2.8.1 Protokol Komunikasi Modbus RTU	8
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	9
3.1 Rancangan Alat.....	9
3.1.1 Deskripsi Alat	9
3.1.2 Cara Kerja Alat	10
3.1.3 Spesifikasi Alat	11
3.1.4 Diagram Blok.....	13
3.1.5 <i>Flowchart</i> Alat	14
3.1.6 <i>Wiring Diagram</i>	16
3.2 Realisasi Alat.....	17
3.2.1 Pemrograman Sensor PZEM-017	18
3.2.2 Pemrograman Sensor PZEM-014.....	18
3.2.3 Pemrograman kWh Meter EXIM	19
3.2.4 Pemrograman Integrasi ESP32 ke HMI.....	20
3.2.5 Daya Terpakai untuk Sistem <i>Monitoring</i>	22
BAB IV PEMBAHASAN.....	23
4.1 Pengujian Perbandingan Hasil Pengukuran.....	23
4.1.1 Deskripsi Pengujian Perbandingan Hasil Pengukuran.....	23
4.1.2 Prosedur Pengujian Perbandingan Hasil Pengukuran.....	23
4.1.3 Data Hasil Pengujian	25
4.1.4 Analisa Data Hasil Pengujian Perbandingan	28
4.2 Pengujian Delay <i>Startup</i> ESP32 dengan HMI.....	29
4.2.1 Deskripsi Pengujian Delay <i>Startup</i> ESP32 dengan HMI.....	29
4.2.2 Prosedur Pengujian Delay <i>Startup</i> ESP32 dengan HMI.....	30
4.2.3 Data Hasil Pengujian	30
4.2.4 Analisa Hasil Pengujian	31
4.3 Pengujian Kinerja Sistem <i>Monitoring</i>	32
4.3.1 Deskripsi Pengujian Kinerja Sistem <i>Monitoring</i>	32
4.3.2 Prosedur Pengujian Kinerja Sistem <i>Monitoring</i>	32
4.3.3 Data Hasil Pengujian	33
4.3.4 Analisa Hasil Pengujian	34
BAB V PENUTUP.....	43



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.1 Kesimpulan.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	45
LAMPIRAN.....	46





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 HMI DWIN DMG80480C070_15WTR	5
Gambar 2. 2 Mikrokontroler Esp32	6
Gambar 2. 3 Modul MAX485	6
Gambar 2. 4 PZEM-017	7
Gambar 2. 5 PZEM-014	7
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Monitoring	13
Gambar 3. 2 Flowchart Cara Kerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On grid	14
Gambar 3. 3 Flowchart Cara Kerja Sistem Monitoring PLTS On grid.....	15
Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem Monitoring	16
Gambar 3. 5 <i>Wiring</i> Diagram ESP32	17
Gambar 3. 6 Program Pembacaan PZEM-017	18
Gambar 3. 7 Program Pembacaan PZEM-014	19
Gambar 3. 8 Program Pembacaan kWh Meter EXIM	19
Gambar 3. 9 Program Pembacaan kWh Meter EXIM	20
Gambar 3. 10 Program Pembacaan kWh Meter EXIM	21
Gambar 3. 11 Konfigurasi HMI dengan ESP32	21
Gambar 3. 12 Alamat Variabel Pointer (VP) HMI	22
Gambar 4. 1 Sistem Bekerja Normal pada Serial Monitor	33
Gambar 4. 2 Sistem Bekerja Normal Pada HMI	33
Gambar 4. 3 Pengujian Error pada Serial Monitor	34
Gambar 4. 4 Pengujian Error pada HMI	34

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



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 Tabel Spesifikasi Alat	11
Tabel 3. 2 Tabel Total Daya Sistem Monitoring.....	22
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Alat Ukur dan PZEM-017.....	25
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Alat Ukur dan PZEM-014 Kesatu.....	26
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Alat Ukur dan PZEM-014 Kedua	26
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Alat Ukur dan PZEM-014 Ketiga	27
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Alat Ukur dan PZEM-014 Keempat	27
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Delay Startup ESP32 dengan HMI	30



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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengubah energicahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Photovoltaic sendiri merupakan fenomena fisika yang terjadi pada permukaan sel surya (solar cell) ketika menerima cahaya matahari. Selanjutnya, cahaya yang diterima diubah menjadi energi listrik. Hal ini disebabkan karena adanya energi foton cahaya yang membebaskan electron - elektron sehingga mengalir dalam sambungan semikonduktor tipe n dan p yang pada akhirnya menimbulkan arus listrik (Hendi et al., 2022).

Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi logis untuk menekan biaya listrik dan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Namun, permasalahan teknis utama yang sering muncul pada instalasi PLTS skala mikro ini adalah minimnya visibilitas terhadap profil penggunaan energi dan kinerja panel surya itu sendiri. Seperti yang dijelaskan oleh Al-Ali et al. (2020), integrasi sistem smart *monitoring* pada instalasi energi terbarukan adalah krusial untuk memastikan stabilitas sistem dan memungkinkan manajemen beban yang lebih cerdas. Oleh karena itu, untuk meningkatkan visibilitas terhadap penggunaan energi dan kinerja sistem tersebut dibutuhkannya sistem pemantauan yang efektif dengan menggunakan mikrokontroler, HMI, PZEM 017, dan PZEM 014 yang saling terintegrasi satu sama lain secara *real-time*.

PZEM 017 digunakan untuk mengukur sistem kelistrikan DC seperti tegangan, arus, daya, dan energi. Sementara itu PZEM 014 digunakan untuk mengukur sistem kelistrikan AC. Penggunaan mikrokontroler dalam sistem PLTS sendiri digunakan untuk menerima data hasil pengukuran dari sensor berdasarkan apa yang telah diprogram. Dengan mengintegrasika sistem tersebut menggunakan HMI, operator dapat memantau sistem PLTS tersebut melalui antarmuka yang menampilkan data secara *real-time*.

Sistem *monitoring* pada PLTS *on grid* ini juga berfungsi sebagai instrumen evaluasi kinerja inverter dan panel surya. Melalui data arus dan tegangan yang



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dikirimkan ke antarmuka pengguna, dapat dianalisis rasio antara daya yang dihasilkan PLTS dibandingkan dengan beban yang terpakai. Ketidakmampuan untuk memantau variabel-variabel ini seringkali menyebabkan kerusakan komponen tidak terdeteksi, yang berujung pada kerugian finansial jangka panjang. Oleh karena itu, perancangan sistem kelistrikan pos satpam ini menitikberatkan pada integrasi sensor PZEM (atau sejenisnya) dengan mikrokontroler untuk mengirimkan data yang akurat, memungkinkan pemantauan kesehatan sistem kelistrikan dan transparansi biaya secara komprehensif.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada tugas akhir ini akan membahas “*Monitoring Sistem Kelistrikan PLTS On Grid Pada Pos Satpam Gedung I*”.

1.2 Perumusan Masalah

Bersadarkan latar belakang tersebut, dapat didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana integrasi sensor PZEM dapat digunakan untuk memantau parameter kelistrikan panel surya seperti tegangan, arus, dan daya?
2. Apakah data yang dihasilkan dari PLTS yang diukur secara manual sama seperti data pengukuran yang dihasilkan dari sensor PZEM?
3. Apakah sistem pemantauan yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan deskripsi kerja?

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah yang ada, maka didapatkan tujuan pembuatan alat tersebut sebagai berikut:

1. Mengintegrasikan sensor PZEM untuk pemantauan data pengukuran secara *real-time*.
2. Mengetahui data hasil pengukuran secara manual sama atau tidak dengan data hasil pengukuran dengan sensor PZEM.
3. Mengetahui sistem *monitoring* telah bekerja sesuai dengan deskripsi cara kerja.

1.4 Luaran

1. Sebuah sistem pemantauan dengan antarmuka antarmuka berbasis HMI.
2. Laporan tugas akhir mengenai *monitoring PLTS on grid*.
3. Artikel mengenai *monitoring PLTS on grid* berbasis lokal HMI.

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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem *monitoring* kelistrikan dan energi PLTS *on grid* berbasis HMI, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* kelistrikan dan energi PLTS *on grid* berhasil direalisasikan dengan mengintegrasikan sensor PZEM-017, sensor PZEM-014, kWh meter ekspor-impor, mikrokontroler ESP32, serta HMI DWIN sebagai antarmuka pengguna. Sistem mampu menampilkan parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya, energi, serta data ekspor dan impor energi secara *real-time*.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PZEM-014 memiliki rata-rata error pengukuran tegangan sebesar 0,28% dengan tingkat ketepatan 99,72%, sedangkan pengukuran arus memiliki rata-rata error sebesar 3,06%. Sementara itu, sensor PZEM-017 memiliki rata-rata error pengukuran tegangan sebesar 2,28% dengan tingkat ketepatan 97,72%, dan rata-rata error pengukuran arus sebesar 2,76% dengan tingkat ketepatan 97,24%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua sensor memiliki akurasi yang baik dan masih berada dalam batas toleransi untuk aplikasi *monitoring* sistem kelistrikan skala kecil.
3. Pengujian komunikasi antara ESP32 dan HMI menunjukkan bahwa sistem memiliki waktu tunda (*delay*) rata-rata sekitar 1–2 detik sejak sistem dinyalakan hingga data pertama ditampilkan pada HMI. Nilai *delay* tersebut masih dapat diterima dan tidak mengganggu fungsi utama sistem *monitoring*, sehingga sistem mampu bekerja secara responsif dan mendekati *real-time*.
4. Pengujian kinerja sistem menunjukkan bahwa ESP32 mampu membaca data dari seluruh sensor, mengolah data, dan mengirimkannya ke HMI sehingga seluruh parameter dapat ditampilkan dengan baik. Selama kondisi operasi normal, sistem mampu melakukan *monitoring* secara kontinu tanpa kehilangan data, sedangkan pada kondisi gangguan komunikasi salah satu sensor, parameter dari sensor yang mengalami gangguan tidak dapat diperbarui,



© 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sementara parameter dari sensor lain tetap dapat ditampilkan sesuai kondisi sistem.

Secara keseluruhan, sistem *monitoring* yang dirancang telah bekerja sesuai dengan tujuan dan deskripsi kerja yang ditetapkan, yaitu mampu melakukan pemantauan parameter kelistrikan dan energi pada PLTS *on grid* secara akurat, responsif, dan mudah dipantau melalui antarmuka HMI.



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 PUSTAKA

- Aditya, S. (2025). Desain Antarmuka HMI Pada Sistem Kontrol Dan Monitoring Penggerak Reflektor Panel Surya.
- Akbar, A., Stefanie, A., Wahyudi, N. (2022). Implementasi Human Machine Interface Untuk Panel Motorcontrolcenter Perusahaan Kelapa Sawit Di PT. Solusi Indosistem Otomat.
- Ardiansyah, A. S. (2021). Perancangan PLTS Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo.
- Gaitan, N. C. (2025). Evaluation of the performance of the Modbus RTU communication protocol for consecutive address transactions and improvements related to ModbusE.
- Gifson, A. S. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid Di Ecopark Ancol.
- Haryanto, H. H. (2012). Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC.
- Mulyadi, I. H. (2021). Modul Komunikasi Modbus RTU Over RS485 Berbasis Arduino.
- Nurjaman, H., Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga.
- Priswanto, H. T. (2018). Desain Dan Simulasi Sistem HMI (Human Machine Interface) Berbasis Citect Scada Pada Konveyor Proses Di Industri.
- Saputra, F. (2024). Integrasi Sensor Kontrol dan Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Berbasis IOT.
- Setiawan, D., Eteruddin, H., Siswati, L. (2020). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik.
- Sianipar, R. (2014). Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
- Tosin. (2021). Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP pada Sistem Pick-By-Light. Komputika.



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

Daffa Diaz Ihsan Muzakki, lahir di Jakarta Utara pada tanggal 15 Agustus 2005. Lulus dari SDIT Muhajirin pada tahun 2017, SMPIT Ash Shiddiq tahun 2020, dan SMAIT Gema Nurani tahun 2023. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2026 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta (PNJ).



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

