

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PANEL SURYA
100 WP BERBASIS BLOCKCHAIN UNTUK KEAMANAN
DATA DAN TRANSPARANSI DATA ENERGI**

PROYEK AKHIR



Oleh:

MIGUEL EDUARDO SOARES DA SILVA NUNES

NIT : 30123003

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2026**

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PANEL SURYA
100 WP BERBASIS BLOCKCHAIN UNTUK KEAMANAN
DATA DAN TRANSPARANSI DATA ENERGI**

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya (A.Md.) pada
Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara.



Oleh:

MIGUEL EDUARDO SOARES DA SILVA NUNES

NIT: 30123003

**PROGRAM STUDI DIPOLMA III TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PANEL SURYA 100 WP BERBASIS BLOCKCHAIN UNTUK KEAMANAN DATA DAN TRANSPARANSI DATA ENERGI

Oleh:

Miguel Eduardo Soares da Silva Nunes
NIT. 30123003

Disetujui untuk diujikan pada:

Surabaya, 30 Juni 2026

Pembimbing I

: YUDHIS THIRO KABUL YUNIOR, M.KOM
NIP. 19870224 202203 1 003



Pembimbing II

: TEKAT SUKOMARDOJO, SS, MM
NIP. 19681124 199803 1 001



LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PANEL SURYA 100 WP BERBASIS BLOCKCHAIN UNTUK KEAMANAN DATA DAN TRANSPARANSI DATA ENERGI

Oleh:

Miguel Eduardo Soares da Silva Nunes
NIT. 30123003

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 30 Juni 2026

Panitia Penguji:

1. Ketua : DR. IR GUNAWAN SAKTI, ST, MT.
NIP. 19881001 20012 1 003
2. Sekretaris : Dr. SLAMET HARIYADI, S.T., M.M.
NIP. 19630408 198902 1 001
3. Anggota : YUDHIS THIRO KABUL YUNIOR, ST, M. KOM.
NIP. 19870224 202203 1 003



Mengetahui,
Ketua Program Studi
D3 Teknik Listrik Bandar Udara



Dr. Ir. GUNAWAN SAKTI, S.T., M.T.
NIP. 19881001 200912 1 003

ABSTRAK
PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PANEL SURYA 100 WP
BERBASIS BLOCKCHAIN UNTUK KEAMANAN DATA DAN
TRANSPARANSI DATA ENERGI

Oleh:

Miguel Eduardo Soares da Silva Nunes
NIT. 30123003

Peningkatan pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai sumber energi terbarukan memerlukan sistem monitoring yang mampu menyediakan informasi kondisi panel surya secara real-time. Namun, sistem monitoring konvensional yang menggunakan basis data terpusat masih memiliki kelemahan pada aspek keamanan, transparansi, dan integritas data. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring panel surya 100 Wp berbasis blockchain untuk meningkatkan keamanan dan transparansi data energi. Sistem dikembangkan menggunakan panel surya monocrystalline 100 Wp, sensor PZEM-017 sebagai pembaca parameter listrik, mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data, web dashboard sebagai media visualisasi, serta smart contract pada jaringan Ethereum Sepolia sebagai media penyimpanan data blockchain. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) yang meliputi tahap perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem. Parameter yang diamati meliputi tegangan, arus, daya, dan energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan monitoring secara real-time dengan rata-rata tegangan sebesar 13,72 V, arus 0,42 A, daya 5,82 W, dan energi 370,67 Wh. Hasil pengujian sensor PZEM-017 menunjukkan rata-rata error pengukuran tegangan sebesar 0,19% dengan tingkat akurasi 99,81%, sedangkan keberhasilan transaksi blockchain mencapai 100%. Seluruh data pengukuran berhasil disimpan pada blockchain dan diverifikasi melalui Etherscan menggunakan Transaction Hash, Block Number, dan Event Logs, sehingga menjamin keamanan, transparansi, dan integritas data. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring panel surya berbasis blockchain berhasil diimplementasikan dan mampu menyediakan pencatatan data energi yang aman, transparan, akurat, serta mendukung proses monitoring energi terbarukan secara real-time.

Kata kunci: Panel Surya, Monitoring Energi, Blockchain, ESP32, PZEM-017, E

ABSTRACT

Development of a Blockchain-Based 100 Wp Solar Panel Monitoring System for Energy Data Security and Transparency

by:

Miguel Eduardo Soares da Silva Nunes
NIT. 30123003

The increasing utilization of photovoltaic (PV) systems as renewable energy sources requires a monitoring system capable of providing real-time operational information. However, conventional monitoring systems that rely on centralized databases still face challenges related to data security, transparency, and integrity. This study aims to develop a 100 Wp solar panel monitoring system based on blockchain technology to improve the security and transparency of energy data. The proposed system integrates a 100 Wp monocrystalline solar panel, a PZEM-017 sensor for measuring electrical parameters, an ESP32 microcontroller for data processing, a web-based dashboard for real-time visualization, and a smart contract deployed on the Ethereum Sepolia blockchain for decentralized data storage. The research employed the Research and Development (R&D) method, including system design, implementation, testing, and evaluation. The monitored electrical parameters consisted of voltage, current, power, and energy. The experimental results showed that the system successfully performed real-time monitoring with an average voltage of 13.72 V, current of 0.42 A, power of 5.82 W, and accumulated energy of 370.67 Wh. The accuracy evaluation of the PZEM-017 sensor produced an average voltage measurement error of 0.19%, corresponding to an accuracy of 99.81%. Furthermore, all blockchain transactions were successfully executed, achieving a 100% transaction success rate. The recorded measurement data were permanently stored on the Ethereum blockchain and successfully verified through Transaction Hashes, Block Numbers, and Event Logs using Etherscan, ensuring data security, transparency, and integrity. The results demonstrate that the proposed blockchain-based monitoring system is capable of providing secure, transparent, accurate, and real-time energy monitoring for small-scale photovoltaic systems.

Keywords: *Solar Panel, Energy Monitoring, Blockchain, ESP32, PZEM-017, Ethereum, Internet of Things (IoT).*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan Proyek Akhir ini dengan baik. Proyek akhir yang berjudul “PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PANEL SURYA 100 WP BERBASIS BLOCKCHAIN UNTUK KEAMANAN DATA DAN TRANSOARANSI DATA ENERGI”, diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Ahli Madya (A.Md) Program studi Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara pada Politeknik Penerbangan Surabaya.

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proyek akhir ini, antara lain:

1. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir Gunawan Sakti, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Yudhis Thiro Kabul Yunior, M.Kom selaku Dosen Pembimbing 1 (satu) Proyek Akhir.
4. Bapak Tekat Sukomardojo, SS, MM. selaku Pembimbing 2 (dua) Proyek Akhir.
5. Bapak Dr. Ir Gunawan Sakti, ST, MT. selaku ketua penguji Proyek Akhir.
6. Para Dosen dan Instruktur Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah memberikan ilmu.
7. Keluarga yang memberikan kasih sayang, dukungan, dan doa kepada saya kapanpun dan dimanapun berada.
8. Teman-teman TLB XVII yang telah menyumbangkan pikiran, saran, dan motivasi.
9. Sahabat-sahabat yang membantu dalam memberikan dukungan dan doa.
10. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulisan Proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki penulis semata. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk menyempurnakan penulisan Proyek akhir ini. Semoga Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 30 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Prototipe Sistem Monitoring Panel Surya	5
2.2 Panel Surya (Photovoltaic)	5
2.3 Sensor Arus dan Tegangan.....	8
2.3.1 Sensor PZEm-017	8
2.3.2. Penerapan PZEM-017 pada Sistem PLTS	9
2.4 Liquid Crystal Display (LCD).....	10
2.5 Solar charger controller (SCC)	11
2.6 Relay	12
2.7 Teknologi <i>Internet of Things</i> (IoT).....	13
2.8 Teknik Blockchain.....	14
2.8.1 Definisi dan Karakteristik Blockchain.....	14
2.8.2 Mekanisme Kerja Blockchain.....	15
2.8.3 Algoritma Konsensus pada Blockchain	15
2.8.4 Perbandingan Blockchain dengan Platform IoT Konvensional.....	16

2.9 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	18
3.1 Desain Penelitian	18
3.2 Perancangan Alat	20
3.2.1 Desain Alat.....	20
3.2.2 Cara Kerja Sistem	21
3.2.3 Komponen Alat	22
3.3 Teknik Pengujian.....	26
3.4 Teknik Analisa Data.....	27
3.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	27
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Implementasi System	29
4.1.1 Implementasi Perangkat Keras.....	30
4.1.2 Analisis Implementasi Perangkat Keras.....	35
4.1.3 Implementasi Perangkat Lunak.....	35
4.2 Hasil Pengukuran Parameter Listrik.....	39
4.2.1. Pengujian Sensor Pzem-017.....	41
4.2.1. Pengujian Arus	44
4.2.2. Pengujian ESP32.....	47
4.2.4 Pengujian Tegangan Sensor Pzem-017 Selama 5 Hari.....	48
4.3 Analisis Kinerja Panel Surya	48
4.3.1 Perhitungan Efisiensi Rata-rata.....	50
4.3.2 Perhitungan Efisiensi Maksimum	50
4.4. Analisis Akurasi Sensor Pzem-017	53
4.4.1 Hasil Analisis Pengujian sensor Pzem-017	54
4.5. Analisis Keberhasilan Transaksi Blockchain	55
4.6 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu	56
4.7. Hasil Pengujian Penyimpanan Data Blockchain.....	56
4.7.1 Hasil Implementasi Sistem Monitoring PLTS Berbasis Blockchain....	57
4.7.2 Hasil Penyimpanan Data pada Blockchain.....	58
4.7.3 Verifikasi Data pada Etherscan.....	59
4.8 Hasil Pengujian Dashboard Monitoring	62

4.9 Pembahasan Hasil Grafik Tegangan, Arus, Daya dan Energi	67
BAB V	69
PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Panel Surya.....	7
Gambar 2. 2 Sensor Arus dan Tegangan PZEM-017.....	9
Gambar 2. 3 ESP32	10
Gambar 2. 4 LCD.....	11
Gambar 2. 5 Solar Charger Controller	12
Gambar 2. 6 Channel Relay Module.....	13
Gambar 2. 7 Mekanisme Kerja Blokchin.....	14
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Diagram Blok Perencanaan Alat	20
Gambar 3. 3 Flowchart Cara Kerja Alat	21
Gambar 4. 1 Panel Surya Monocrystalline	31
Gambar 4. 2 Solar Charge Controller.....	32
Gambar 4. 3 Sensor PZEM-017	32
Gambar 4. 4 Mikronkontroler ESP32.....	33
Gambar 4. 5 LCD I2C 16×2.....	33
Gambar 4. 6 Modul Relay 3 Channel.....	34
Gambar 4. 7 Baterai 12V	34
Gambar 4. 8 Tampilan dari Hospot handphone.....	35
Gambar 4. 9 Program Arduino	36
Gambar 4. 10 Program ESP 32	37
Gambar 4. 11 Smart contract.....	37
Gambar 4. 12 Ethereum tesnet Sepolia	38
Gambar 4. 13 Api Backend.....	39
Gambar 4. 14 Web Dashboard	39
Gambar 4. 15 Diagram Rangkaian Pengujian	42
Gambar 4. 16 Pengujian Tegangan	43
Gambar 4. 17 Hasil tampilan dari Dashboard	44
Gambar 4. 18 Pengujian Arus	44
Gambar 4. 19 Hasil tampilan dari Dashboard	45
Gambar 4. 20 Nilai grafik hasil minimum, maksimu dan nilai rata-rata.....	51
Gambar 4. 21 Hasil Penyimpanan Data Blockhain	57
Gambar 4. 22 Hasil tampilan Keberhasilan Blockchain dari Event Logs	59
Gambar 4. 23 Tampilan Informasi Blockchain	59
Gambar 4. 24 Hasil Verifikasi dari Etherscan monitoring Dashboard.....	62
Gambar 4. 25 Hasil Transaction Action Status Success	62
Gambar 4. 26 Hasil tampilan Seluruh Monitoring dari Dashboard	63
Gambar 4. 27 Grafik Tegangan dan Waktu.....	63
Gambar 4. 28 Grafik Arus dan Waktu.....	64
Gambar 4. 29 Grafik Daya dan Waktu	65
Gambar 4. 30 Grafik Energi dan Waktu.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Panel Surya.....	8
Tabel 2. 2 Perbandingan Kedua Pendekatan.....	16
Tabel 2. 3 Kajian Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 2. 4 Research Gap.....	19
Tabel 2. 5 Penelitian terdahulu yang relevan.....	20
Tabel 2. 6 Hasil Systematic Literature Review (SLR).....	23
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Statistik Pengukuran.....	40
Tabel 4. 2 Pengujian Tegangan.....	43
Tabel 4. 3 Pengujian Arus.....	45
Tabel 4. 4 Pengujian Tegangan Sensor Pzem-017.....	48
Tabel 4. 5 Perhitungan Efisiensi Rata-rata.....	50
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Sensor PZem-017.....	53
Tabel 4. 8 Ringkasan Hasil Validasi Sensor.....	55
Tabel 4. 9 Analisis Keberhasilan Transaksi Blockchain.....	55
Tabel 4. 10 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	56





DAFTAR PUSTAKA

- Components101. (2020, April 22). NodeMCU ESP8266. Diambil kembali dari Components101: <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>
- DataSheet. (2021, 6 14). JHD162A Datasheet - 16 Char x 2 Row, LCD Module. Diambil kembali dari DataSheet-PDF.info: <https://www.datasheet-pdf.info/entry/JHD162A>
- <https://www.datasheet-pdf.info/entry/JHD162A>. (2021, 6 14). Diambil kembali dari DataSheet-PDF.info: <https://www.datasheet-pdf.info/entry/JHD162A>
- Munawar, A., Muchtar, T., Akbar, Z., Munawar, A., Muchtar, T., & Akbar, Z. (2025). A Design and Development of an Energy Monitoring System for Solar Power Plants and Inverter Output as an Energy Source in Smart Homes. *Journal of Electrical and Automation Technology*, 4(1), 92–100. <https://doi.org/10.61844/jeat.v4i1.1159>
- Andrews, K., Ngo, L. B., & Amiruzzaman, Md. (2025). A Detailed Comparative Analysis of Blockchain Consensus Mechanisms. *arXiv.Org*, abs/2511.15730. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2511.15730>
- P. Pratim Bhattacharjee, C. Koley and S. Chatterjee, "Blockchain and IoT-Enabled Monitoring System Network for Distributed Hybrid Green Energy Using Federated Learning," 2025 International Conference on Circuit, Systems and Communication (ICCSC), Fez, Morocco, 2025, pp. 1-8, doi: 10.1109/ICCSC66714.2025.11135189. keywords: {Wireless sensor networks;Federated learning;Wind energy;Biological system modeling;Smart contracts;Web and internet services;Energy Internet;Hybrid power systems;Blockchains;Wireless fidelity;Edge Node;Distributed Federated Learning;distributed energy systems;Internet of Energy},
- Priharti, Wahmisari & Rosmawati, A & Wibawa, I. (2019). IoT based photovoltaic monitoring system application. *Journal of Physics: Conference Series*. 1367. 012069. 10.1088/1742-6596/1367/1/012069.
- Learning about Electronics. (2018). Diambil kembali dari Learning about Electronics: <https://www.learningaboutelectronics.com/Articles/How-to-build-a-DC-fan-circuit.php>

- Baashar, Yahia, Gamal Alkaws, Amm0061r Ahmed Alkahtani, Wahidah Hashim, Rina Azlin Razali, and Sieh Kiong Tiong. 2021. "Toward Blockchain Technology in the Energy Environment" Sustainability 13, no. 16: 9008. <https://doi.org/10.3390/su13169008>
- Baashar, Y., Alkaws, G., Alkahtani, A. A., Hashim, W., Razali, R. A., & Tiong, S. K. (2021). Toward Blockchain Technology in the Energy Environment. Sustainability, 13(16), 9008. <https://doi.org/10.3390/su13169008>
- Ben Abdallah, et al. (2023). *Blockchain Technology for Monitoring Energy Production for Reliable and Secure Big Data*. https://www.researchgate.net/publication/375677540_Blockchain_Technology_for_Monitoring_Energy_Production_for_Reliable_and_Secure_Big_Data
- Muklis, A. A., Suhanto, & Moonlight, L. S. (2019). RANCANG BANGUN KONTROL DAN MONITORING BATERAI UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS) MENGGUNAKAN ENERGI HYBRID DENGAN KONSEP INTERNET OF THING (IOT). SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP), 6.
- Sari Teknologi. (2024). Sari Teknologi - Robotik. Diambil kembali dari Sari Teknologi: <https://sariteknologi.com/product/power-supply-10a/>
- Söderby, K., & Hylén, J. (2024, 1 17). Getting Started with Arduino IDE 2. Diambil kembali dari Arduino docs: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v2/tutorials/getting-started-ide-v2/>
- Startech.com. (t.thn.). DC Power Adapter - 12V, 2A. Diambil kembali dari Startech.com: https://cdn3.evostore.io/documents/fusion/538762_datasheet.pdf
- Team, C. &. (2024, July 19). MIT App Inventor Tutorials for Beginners. Diambil kembali dari Create&Learn: <https://www.create-learn.us/blog/mit-app-inventor-tutorial-for-beginners/>
- vishay. (2024, Juli 1). 16 x 2 Character LCD. Diambil kembali dari vishay: <https://www.vishay.com/docs/37484/lcd016n002bcfhct.pdf>
- Wang, M. R. (2022). Made in china. Diambil kembali dari Made in china: <https://topsflo.en.made-in-china.com/product/swzQNLjCLAhU/China-12V-DC-Water-Pump-Datasheet.html>

- unta, P. J. (2022). Sistem Penyimpanan Energi Menggunakan Superkapasitor Dengan Buck Converter Dan Boost Converter. *Jurnal Elektro dan Teknologi Informasi*, 13-18.
- Junaidi, A., Yogiarto, A., Setiawan, D., & Naufal, A. R. (2025). Solar Panel Monitoring System with Microcontroller Based Data Storage. *International Journal of Advanced Science Computing and Engineering*. <https://doi.org/10.62527/ijasce.7.1.239>
- Anupkant, S., Kanaparthi, S., Cheruku, S., Adudhodla, M., Prasad, CG VN, & Manellore, PKR (2025). Desain dan implementasi sistem pemantauan microgrid yang didukung blockchain untuk manajemen energi jarak jauh. 1460–1464. <https://doi.org/10.1109/icc67310.2025.11336360>
- Fakhira, A. A., Sudarti, & Yushardi. (2023). Analisis Pemanfaatan Panel Surya Tipe Polycrystalline 100 Wp Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Pedesaan Di Indonesia. <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i4.1318>
- B., N. V. L., Mubarak, M. S., Aribowo, W., Umaroh, S. T., Ariyanto, S. R., Nurlita, I., & Rahmadian, R. (2025). Solar charging controller using DC-DC buck converter with cascaded PI controller for a sustainable renewable energy system. *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability*, 9(1), 119–127. <https://doi.org/10.22515/sustinere.jes.v9i1.444>
- Sutikno, T., Wahono, T., & Jopri, M. H. (2025). Monitoring the Charging of a Lithium-Ion Battery from a Photovoltaic Source Using a PZEM-017 Sensor via the ESP32-Based Internet of Things. 325–330. <https://doi.org/10.1109/eecsi67060.2025.11290698>
- Sutikno, T., Wahono, T., & Jopri, M. H. (2025). Monitoring the Charging of a Lithium-Ion Battery from a Photovoltaic Source Using a PZEM-017 Sensor via the ESP32-Based Internet of Things. 325–330. <https://doi.org/10.1109/eecsi67060.2025.11290698>
- Sutikno, T., Wahono, T., & Jopri, M. H. (2025). Monitoring the Charging of a Lithium-Ion Battery from a Photovoltaic Source Using a PZEM-017 Sensor via the ESP32-Based Internet of Things. 325–330. <https://doi.org/10.1109/eecsi67060.2025.11290698>

