

**PENGEMBANGAN DAN EVALUASI KINERJA SISTEM PLTS ATAP
SKEMA ZERO CAPEX DI PT ATMI DUTA ENGINEERING
MENGUNAKAN PENDEKATAN ADDIE:
ANALISIS TEKNIS DAN TEKNO EKONOMI**

TESIS

Oleh

Fransiskus Xaverius Suryadi

2305190007



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2026**

**PENGEMBANGAN DAN EVALUASI KINERJA SISTEM PLTS ATAP
SKEMA *ZERO CAPEX* DI PT ATMI DUTA ENGINEERING
MENGUNAKAN PENDEKATANADDIE:
ANALISIS TEKNIS DAN TEKNO EKONOMI**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister Teknik (MT)
Pada Program Studi Magister Teknik Elektro Program Pascasarjana
Universitas Kristen Indonesia

Oleh

Fransiskus Xaverius Suryadi

2305190007



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2026**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fransiskus Xaverius Suryadi

NIM : 2305190007

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Peminatan : Energi Terbarukan

Dengan ini menyatakan, bahwa Tesis saya yang berjudul "PENGEMBANGAN DAN EVALUASI KINERJA SISTEM PLTS ATAP SKEMA *ZERO CAPEX* DI PT ATMI DUTA ENGINEERING MENGGUNAKAN PENDEKATAN ADDIE: ANALISIS TEKNIS DAN TEKNO EKONOMI" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil perkuliahan, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tesis saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Elektro (M.T.) di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan sesuai dengan kaidah sitasi yang berlaku.
3. Bukan merupakan terjemahan dari buku atau jurnal yang menjadi acuan dalam tesis ini.

Apabila terbukti bahwa saya tidak memenuhi pernyataan di atas, tesis ini dianggap batal.

Jakarta, 15 Januari 2026



(Fransiskus Xaverius Suryadi)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
PROGRAM PASCASARJANA

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TESIS

**PENGEMBANGAN DAN EVALUASI KINERJA SISTEM PLTS ATAP SKEMA
ZERO CAPEX DI PT ATMI DUTA ENGINEERING MENGGUNAKAN
PENDEKATAN ADDIE: ANALISIS TEKNIS DAN TEKNO EKONOMI**

Oleh:

Nama : Fransiskus Xaverius Suryadi
NIM : 2305190007
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Peminatan : Energi Terbarukan

telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tesis untuk memperoleh gelar Magister Teknik Elektro (M.T.) pada Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 15 Januari 2026

Menyetujui:

Pembimbing I

(Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D.)

NIDN: 0327046205

Pembimbing II

(Dr. Rismen Sinambela, ST., MT., IPM.)

NIDN: 0317116903

Ketua Program Studi

Magister Teknik Elektro

(Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D.)

Dekan Program Pascasarjana

(Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak, M.Pd., P.A.)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
PROGRAM PASCASARJANA

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TESIS

Pada 15 Januari 2026 telah diselenggarakan Sidang Tesis untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister Teknik Elektro (M.T.) pada Program Studi Magister Teknik Elektro Fakultas Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Fransiskus Xaverius Suryadi

NIM : 2305190007

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Peminatan : Energi Terbarukan

Termasuk ujian tesis yang berjudul: **“PENGEMBANGAN DAN EVALUASI KINERJA SISTEM PLTS ATAP SKEMA ZERO CAPEX DI PT ATMI DUTA ENGINEERING MENGGUNAKAN PENDEKATAN ADDIE: ANALISIS TEKNIS DAN TEKNO EKONOMI”** oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji

Jabatan Penguji

Tanda Tangan

1. Dr. Ichsan, ST, B.Sc (H), M.Sc

Sebagai Ketua

2. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D.

Sebagai Anggota

3. Dr. Rismen Sinambela, ST., MT., IPM.

Sebagai Anggota

Jakarta, 15 Januari 2026



PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fransiskus Xaverius Suryadi

NIM : 2305190007

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Peminatan : Energi Terbarukan

Jenis Tugas Akhir : Tesis

Judul : PENGEMBANGAN DAN EVALUASI KINERJA SISTEM PLTS
ATAP SKEMA ZERO CAPEX DI PT ATMI DUTA ENGINEERING MENGGUNAKAN
PENDEKATAN ADDIE: ANALISIS TEKNIS DAN TEKNO EKONOMI

Menyatakan bahwa:

1. Tesis tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi manapun.
2. Tesis tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta. Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Jakarta, 15 Januari 2026



Fransiskus Xaverius Suryadi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya, sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik Elektro (M.T.) pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia, dengan judul: " PENGEMBANGAN DAN EVALUASI KINERJA SISTEM PLTS ATAP SKEMA ZERO CAPEX DI PT ATMI DUTA ENGINEERING MENGGUNAKAN PENDEKATAN ADDIE: ANALISIS TEKNIS DAN TEKNO EKONOMI ".

Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam bentuk moril maupun materiil. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- 1) Politeknik ATMI Surakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan studi jenjang magister di Universitas Kristen Indonesia.
- 2) Pak Rismen Sinambela dan Pak Leo Lisapaly selaku dosen pembimbing, yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan serta arahan sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
- 3) PT ADE dan PT HME yang telah memberikan dukungan berupa data, informasi, serta konsultasi teknis sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.
- 4) Anita Suryani, yang tercinta, atas dukungan, doa, dan semangat yang terus diberikan kepada penulis selama menempuh studi.
- 5) Thania, Quinn dan Lovelyn, anak-anak tercinta, yang selalu memberikan motivasi dan semangat, khususnya Thania yang telah

kembali sehat, sehingga menjadi sumber kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan studi ini.

- 6) Rekan-rekan ATMI yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses studi dan penyusunan tesis.
- 7) Seluruh dosen pengajar serta rekan-rekan mahasiswa di lingkungan Magister Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia sebagai tempat berbagi ilmu pengetahuan dan pengalaman akademik.
- 8) Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan kontribusi melalui referensi berupa jurnal, buku, dan sumber ilmiah lainnya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam tesis ini. Penulis berharap ke depannya dapat melakukan penelitian yang lebih baik dan lebih mendalam.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi pengetahuan bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan, khususnya dalam pengembangan dan evaluasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya atap dengan skema zero capex. Semoga karya ini dapat menjadi referensi dan bahan pengembangan penelitian selanjutnya.

Jakarta, 15 Januari 2026

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TESIS	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TESIS	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TESIS	iii
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.8 Sistematika Penulisan.....	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 8
2.1 <i>State of the Art</i> : Tren dan Perkembangan Terkini dalam Evaluasi dan Pembiayaan PLTS Atap.....	9
2.2 Energi Terbarukan	10
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	11
2.3.1 Potensi Energi Surya di Indonesia	12
2.3.2 Tantangan dan Peluang Implementasi PLTS di Indonesia	13
2.4 Komponen-komponen PLTS	13
2.4.1 <i>Photovoltaic</i>	13
2.4.2 <i>Inverter</i>	18

2.4.3	<i>Charge Controller</i>	19
2.4.4	Sistem PLTS	19
2.5	Standar dan Metodologi Evaluasi Performa PLTS	22
2.5.1	Standar Internasional IEA PVPS Task 13	23
2.5.2	Standar IEC 61724.....	23
2.5.3	Kebutuhan dan Tantangan Penerapan Standar di Lapangan: Kasus PT ADE	23
2.6	Analisis Teknis	24
2.6.1	Jumlah Panel Surya.....	24
2.6.2	Parameter analisis performa IEC61724-1	27
2.6.3	<i>Performance Loss Rate (PLR)</i>	30
2.6.4	Tantangan Iklim Tropis terhadap Performa PLTS	31
2.7	Model Pembiayaan <i>Zero Capex</i>	31
2.8	Analisis Teknik Ekonomi	33
2.8.1	Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>).....	34
2.8.2	Biaya Energi (<i>Cost of Energi</i>)	36
2.8.3	Analisis Kelayakan Investasi	37
2.9	Model ADDIE dan Adaptasinya dalam Evaluasi PLTS	41
2.10	Penurunan Emisi	42
2.11	Sintesis Literatur, <i>Gap Analysis</i> , dan Kontribusi Studi Kasus.....	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		46
3.1	Lokasi dan Obyek Penelitian	46
3.2	Pendekatan ADDIE dalam Metode	49
3.2.2	Tahap <i>Analysis</i>	51
3.2.3	Tahap <i>Design</i>	51
3.2.4	Tahap <i>Development</i>	52
3.2.5	Tahap <i>Implementation</i>	52
3.2.6	Tahap <i>Evaluation</i>	53
3.3	Variabel Penelitian	54
3.3.1	Operasionalisasi Variabel Penelitian.....	54

3.4	Sumber Data	56
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	57
3.6	Teknik Analisis Data	58
3.6.1	Interpretasi Kausal versus Korelatif dalam Analisis Deviasi Performa	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		60
4.1	Penerapan Kerangka ADDIE dalam Evaluasi Sistem PLTS PT ADE	60
4.2	Deskripsi Operasional dan Lingkungan PT ADE	61
4.2.1	Profil Energi PT ADE	61
4.2.2	Kondisi Lingkungan dan Potensi Energi Surya	63
4.3	Tahapan <i>Implementation</i> – Pengumpulan dan Penyajian Data.....	64
4.3.1	Sistem <i>On grid Zero Export</i>	64
4.3.2	Spesifikasi Teknis PLTS.....	65
4.3.3	Data Produksi Energi.....	67
4.3.4	Data Iradiasi dan Lingkungan	68
4.3.5	Data konsumsi dan tagihan listrik	71
4.3.6	Analisis <i>Performance</i> Hasil Simulasi.....	72
4.3.7	Analisis <i>Performance</i> Kondisi Aktual	74
4.4	Tahapan Evaluasi – Analisis Deviasi dan Evaluasi Kinerja	75
4.4.1	Perbandingan Analisis Hasil Produksi Energi.....	75
4.4.2	Perbandingan Analisis <i>Performance</i>	79
4.4.3	Analisis Tekno Ekonomi	92
4.4.4	Evaluasi Penerapan Model ADDIE dalam Penelitian	106
4.5	Ringkasan Hasil <i>Evaluation</i>	110
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		113
5.1	Kesimpulan	113
5.2	Rekomendasi.....	115
5.3	Penutup	116

DAFTAR PUSTAKA.....	118
---------------------	-----



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Operasionalisasi Variabel Penelitian.....	54
Tabel 3.1. (Sambungan) Operasionalisasi Variabel Penelitian	545
Tabel 4.1 Hubungan antara Tahapan Model ADDIE dan Proses Penelitian Aktual PLTS PT ADE.....	61
Tabel 4.2 Konsumsi Energi PT ADE 2020-2024.....	62
Tabel 4.3 Produksi energi PLTS berdasarkan simulasi.....	67
Tabel 4.4 Produksi energi PLTS berdasarkan aktual	68
Tabel 4.5 Data Iradiasi Simulasi.....	69
Tabel 4.6 Data Iradiasi Aktual.....	70
Tabel 4.7 Data Iradiasi Aktual.....	70
Tabel 4.8 Konsumsi dan tagihan listrik 2024 – 2025	72
Tabel 4.9 <i>Performance</i> PLTS hasil simulasi	73
Tabel 4.10 <i>Performance</i> PLTS kondisi aktual.....	74
Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Produksi	76
Tabel 4.12 Statistik Perbandingan Hasil Produksi.....	77
Tabel 4.13 Statistik Perbandingan yf	82
Tabel 4.14 Statistik Perbandingan yr	83
Tabel 4.15 Statistik Perbandingan PR.....	87
Tabel 4.16 Statistik Perbandingan CUF	90
Tabel 4.17 Estimasi Penghematan dari <i>Vendor</i>	93

Tabel 4.18 Rekap Biaya Penggunaan Energi Listrik selama 1 Tahun	95
Tabel 4.19 Biaya Investasi Awal.....	99
Tabel 4.20 Arus Kas.....	102
Tabel 4.21 Ringkasan Analisis Teknis dan Performa Sistem PLTS: Simulasi vs Aktual.....	111
Tabel 4.22 Perbandingan Penghematan Biaya Listrik: Proposal <i>Vendor</i> vs Aktual	111
Tabel 4.23 Hasil Analisis Ekonomi Sistem PLTS 41,8 kWp	112



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peluang Energi Matahari di Indonesia	12
Gambar 2.3. Ilustrasi Proses Terjadinya Listrik Pada Sel <i>Photovoltaic</i>	14
Gambar 2.4. Grafik Hubungan I-V di Modul PV	15
Gambar 2.5. Bentuk Sel <i>Photovoltaic</i> , Modul <i>Photovoltaic</i> , dan <i>Array</i>	16
Gambar 2.6. Pengaruh Suhu Terhadap Panel Surya	17
Gambar 2.7. Pengaruh Intensitas Radiasi pada Panel Surya.....	17
Gambar 2.8. Penempatan Panel Surya dengan Sudut kemiringan	18
Gambar 2.9. Sistem Mandiri (a) Tanpa Baterai (b) Dengan <i>Inverter</i> dan Baterai.	20
Gambar 2.10. Skema Sistem Terhubung Jaringan.....	21
Gambar 2.11. Sistem <i>Hybrid modul PV</i> dan Generator Diesel.....	22
Gambar 2.12. Sambungan Panel Surya.....	27
Gambar 3.1. PT. ADE	47
Gambar 3.2. Letak PT. ADE (titik koordinat: -7.5251920383955655, 110.77978128937986)	48
Gambar 3.3. Modul solar panel tampak samping	48
Gambar 3.4. Modul solar panel tampak atas	49
Gambar 3.5. <i>Software PVsyst</i>	56
Gambar 3.6. Aplikasi tampilkan <i>fusionsolar</i>	56
Gambar 3.7. Aplikasi tampilkan <i>fusionsolar</i> PT ADE.....	57
Gambar 4. 1. Lokasi PLTS PT ADE	65
Gambar 4.2. Data Sistem PLTS dari PVsyst	66
Gambar 4.3. Perbandingan Hasil Energi Simulasi vs Aktual.....	76

Gambar 4.4. Perbandingan Y_f dan Y_r	80
Gambar 4.5. Perbandingan PR	86
Gambar 4.6. perbandingan CUF	89



DAFTAR SINGKATAN

AC	<i>Alternating Current</i>
ADDIE	<i>Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation</i>
ADE	<i>ATMI Duta Engineering</i>
BMKG	<i>Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika</i>
CO ₂	<i>Karbon Dioksida</i>
CO _{2e}	<i>Karbon Dioksida Ekuivalen</i>
CUF	<i>Capacity Utilization Factor</i>
DC	<i>Direct Current</i>
DCF	<i>Discounted Cash Flow</i>
DPP	<i>Discounted Payback Period</i>
E	<i>Energi Listrik yang Dihasilkan</i>
GRK	<i>Gas Rumah Kaca</i>
H	<i>Iradiasi Matahari</i>
HME	<i>Hijau Makmur Energi</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEA PVPS	<i>International Energy Agency – Photovoltaic Power Systems Programme</i>
IRR	<i>Internal Rate of Return</i>
MARR	<i>Minimum Attractive Rate of Return</i>
NPV	<i>Net Present Value</i>
PI	<i>Profitability Index</i>
PLR	<i>Performance Loss Rate</i>
PLTS	<i>Pembangkit Listrik Tenaga Surya</i>
PLN	<i>Perusahaan Listrik Negara</i>
PR	<i>Performance Ratio</i>
PPA	<i>Power Purchase Agreement</i>
PV	<i>Photovoltaic</i>
kWh	<i>kilowatt-hour</i>
kWp	<i>kilowatt-peak</i>
Yr	<i>Reference Yield</i>
Yf	<i>Specific Yield</i>

ABSTRAK

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap dengan skema *zero capex* semakin luas diadopsi sebagai solusi penyediaan energi bersih tanpa kebutuhan investasi awal. Kesenjangan antara performa aktual dan proyeksi vendor masih jarang dikaji secara empiris, khususnya pada bangunan industri di wilayah tropis Indonesia yang memiliki variabilitas iradiasi tinggi dan kondisi operasional yang beragam. Penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab deviasi performa sistem PLTS berkapasitas 41,8 kWp di PT ATMI Duta Engineering (PT ADE) serta mengevaluasi kelayakan teknis dan keekonomiannya selama 12 bulan pertama operasi. Penelitian menggunakan pendekatan evaluatif dengan kerangka ADDIE, meliputi analisis kebutuhan, perancangan alat evaluasi, pengembangan model perhitungan, implementasi pemantauan data melalui Huawei FusionSolar, serta evaluasi kinerja dengan parameter *specific yield* (Y_f), *reference yield* (Y_r), *performance ratio* (PR), dan *capacity utilization factor* (CUF). Simulasi baseline dilakukan menggunakan PVsyst, sedangkan validasi parameter teknis mengacu pada IEC 61724. Aspek keekonomian dianalisis melalui perhitungan NPV, IRR, *Profitability Index* (PI), dan *Discounted Payback Period* (DPP). Hasil penelitian menunjukkan produksi energi aktual sebesar 50.219,69 kWh atau 14,5% lebih rendah dari proyeksi *vendor*. Nilai PR aktual mencapai 68,5% di bawah nilai simulasi 79% sedangkan CUF aktual sebesar 13,3% tidak memenuhi estimasi 16-18%. Penurunan kinerja dipengaruhi oleh variabilitas iradiasi, kenaikan suhu modul, *soiling loss*, serta fluktuasi efisiensi *inverter*. Penghematan biaya listrik tercatat Rp 9.882.171,00 per tahun 14,5% lebih rendah dari estimasi, meskipun proyek tetap layak dari sisi vendor dengan NPV positif sebesar Rp 152.568.763 dan IRR 10,39%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa deviasi performa sistem PLTS *zero capex* perlu diantisipasi melalui evaluasi teknis berbasis data aktual. Kerangka ADDIE terbukti efektif untuk menghasilkan analisis terstruktur dan dapat direplikasi pada proyek serupa.

Kata kunci: **PLTS atap, *zero capex*, performa sistem, IEC 61724, ADDIE, analisis teknoekonomi.**

ABSTRACT

The utilization of rooftop photovoltaic (PV) systems under a zero-capex scheme has been increasingly adopted as a solution for clean energy provision without upfront investment. However, the gap between actual system performance and vendor projections remains insufficiently explored empirically, particularly in industrial buildings located in Indonesia's tropical region, which is characterized by high solar irradiance variability and diverse operational conditions. This study aims to identify the factors contributing to performance deviations of a 41.8 kWp rooftop PV system installed at PT ATMI Duta Engineering (PT ADE) and to evaluate its technical and economic feasibility during the first 12 months of operation. An evaluative research approach based on the ADDIE framework was employed, encompassing needs analysis, evaluation tool design, development of calculation models, implementation of data monitoring through the Huawei FusionSolar platform, and performance evaluation using key indicators, namely specific yield (Y_f), reference yield (Y_r), performance ratio (PR), and capacity utilization factor (CUF). Baseline simulations were conducted using PVsyst, while technical parameter validation referred to IEC 61724 standards. The economic assessment was performed using Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Profitability Index (PI), and Discounted Payback Period (DPP). The results indicate that the actual annual energy production reached 50,219.69 kWh, which is 14.5% lower than the vendor's projected value. The observed performance ratio was 68.5%, significantly below the simulated value of 79%, while the actual CUF of 13.3% did not meet the estimated range of 16–18%. Performance degradation was mainly influenced by irradiance variability, elevated module temperatures, soiling losses, and fluctuations in inverter efficiency. Annual electricity cost savings amounted to IDR 9,882,171, approximately 14.5% lower than the estimated value. Nevertheless, from the vendor's perspective, the project remains economically viable, as indicated by a positive NPV of IDR 152,568,763 and an IRR of 10.39%. This study concludes that performance deviations in zero-capex rooftop PV systems must be anticipated through data-driven technical evaluations based on actual operational performance. The ADDIE framework is proven to be effective in delivering a structured and replicable analytical approach for similar PV projects.

Keywords: *rooftop photovoltaic system, zero capex, system performance, IEC 61724, ADDIE, techno-economic analysis.*