



© 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



**PERENCANAAN PLTS ON-GRID PADA *ROOFTOP*
WORKSHOP PT ELNUSA**

LAPORAN CAPSTONE PROJECT

Disusun Oleh:

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| 1. Roji Pramanta | NIM. 2502432019 |
| 2. Muhammad Adhi Nugraha | NIM. 2502432012 |
| 3. Bayu Safrie Setiawan | NIM. 2502432005 |
| 4. Naufal Afif Amisesa | NIM. 2502432021 |

**D-IV TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN CAPSTONE PROJECT

PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* PADA *ROOFTOP WORKSHOP PT ELNUSA*

Oleh:

Muhammad Adhi Nugraha

NIM. 2502432012

Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Laporan Capstone Project telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Dr. Muslimin, Ir., S.T., M.T., IWE.
NIP : 197707142008121005

Pembimbing II

Yuli Mafendro D. E. S., S.Pd., M.T.
NIP : 199403092019031013

Client

Rudi Syarif Harahap
Workshop Manager

Ketua Program Studi

D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, M.T.
NIP : 199107212018032001

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 milik Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN CAPSTONE PROJECT

PERENCANAAN PLTS *ON-GRID* PADA *ROOFTOP WORKSHOP* PT ELNUSA

Oleh:

Muhammad Adhi Nugraha

NIM. 2502432012

Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir (Capstone Project) di Hadapan

Dewan Penguji pada tanggal 21 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma IV / Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknologi

Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Muslimin, Ir., S.T., M.T., IWE.	Moderator		30 Juli 2026
2	P.Jannus, S.T., M.T	Penguji 1		30 Juli 2026
3	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.	Penguji 2		30 Juli 2026
4	Arifia Ekayuliana, M.T.	Penguji 3		30 Juli 2026

Depok, 30 Juli 2026

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si

NIP : 197602252000121002

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 :

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 PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Adhi Nugraha

NIM : 2502432012

Program Studi : D4 - Teknologi Rekayasa Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan dalam *Capstone Project* ini adalah hasil karya sendiri bukan plagiasi karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam *Capstone Project* telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 01 Agustus 2026



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Muhammad Adhi Nugraha

NIM 2502432012



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
Ringkasan Eksekutif.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat.....	5
BAB II DESKRIPSI SITUASI AWAL	6
2.1 Deskripsi Capstone Project / Capstone Project Description	7
2.2 <i>Project Objectives, Expected Result, and Deliverables</i>	8
2.3 Kunjungan Lokasi	9
2.4 <i>Project Timeline</i>	11
BAB III METODOLOGI.....	12
3.1 Penjelasan Diagram Alir.....	12
3.2 Pengumpulan Data Proyek	13
3.2.1 Identifikasi Beban Listrik	13
3.2.2 Data Lokasi	16
3.3 Perancangan PLTS.....	17
3.3.1 Potensi Energi Matahari.....	17
3.3.2 Kapasitas PV	18
3.3.3 Perencanaan Struktur Bangunan	19
3.3.4 Perancangan Interkoneksi Sistem PLTS	22
3.4 Analisis Ekonomi PLTS	23
3.5 Manajemen Risiko.....	24
3.6 Regulasi Pemerintah PLTS On-Grid	24

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

BAB IV HASIL DAN DISKUSI	26
4.1 Hasil Audit Energi dan Potensi	26
4.2 Perancangan PLTS	28
4.2.1 Kapasitas Pada Sistem PLTS	28
4.2.2 Spesifikasi yang digunakan	32
4.2.3 Perancangan dengan <i>Software Pvsyst</i>	39
4.2 Perancangan Instalasi Sistem PLTS	42
4.3 Desain Teknis Bangunan	46
4.3.1 Luas Atap	46
4.3.2 Kemiringan Atap Bangunan	47
4.3.3 Analisa Potensi <i>Shading</i>	48
4.3.4 Arah Pemasangan Panel dan Perencanaan Model Sistem <i>Mounting</i> PLTS	49
4.3.5 Arah Pemasangan (Orientasi) Panel Surya	49
4.3.6 Perencanaan Model Sistem <i>Mounting</i>	50
4.4 Analisis Kekuatan Struktur Atap Gedung	51
4.4.1 Karakteristik Struktur	51
4.4.2 Analisis Kekuatan Struktur	54
4.5 Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	68
4.6 Analisis Kelayakan Ekonomi	73
4.7 Pembahasan Analisis Ekonomi	76
4.8 Analisis dan Pembahasan Manajemen Risiko	77
BAB V REKOMENDASI UNTUK KLIEN	84
DAFTAR PUSTAKA	85



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lokasi Workshop PT. Elnusa	8
Gambar 2. 2 Kunjungan Lokasi	9
Gambar 2. 3 Panel Sistem Kelistrikan Workshop	10
Gambar 2. 4 Breaker Mesin dan Utiliti Workshop	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proyek	12
Gambar 3. 2 Layout Plan Workshop 1	14
Gambar 3. 3 Layout Plan Workshop 2	15
Gambar 3. 4 Irradiasi Matahari	17
Gambar 4. 1 Inverter Huwawei Technology sun2000-115ktl-m2.....	33
Gambar 4. 2 Circuit Diagram Inverter Huwawei Technology sun2000-115ktl-m2.....	33
Gambar 4. 3 Inverter Huwawei Technology sun2000-50ktl-m2.....	35
Gambar 4. 4 Circuit Diagram Inverter Huwawei Technology sun2000-50ktl-m2.....	36
Gambar 4. 5 Spesifikasi Dimensi Panel Surya Longi Solar LR5-72HPH-550M G2.....	38
Gambar 4. 6 Project dan System Summary.....	39
Gambar 4. 7 Karakteristik Sistem PLTS	40
Gambar 4. 8 Estimasi Hasil Sistem PLTS.....	41
Gambar 4. 9 Single Line Diagram PLTS	41
Gambar 4. 10 Diagram Instalasi PLTS.....	42
Gambar 4. 11 Single Line Diagram Sistem PLTS.....	43
Gambar 4. 12 Single Line Diagram Distribusi PLTS.....	44
Gambar 4. 13 Rangka Atap Bangunan Workshop Elnusa.....	46
Gambar 4. 14 Tampak Samping Bangunan Workshop	48
Gambar 4. 15 Tampak Depan Bangunan Workshop	49
Gambar 4. 16 Arah Pemasangan Panel	50
Gambar 4. 17 Layout Instalasi PLTS Workshop	51
Gambar 4. 18 Struktur Bangunan Workshop	53
Gambar 4. 19 Struktur Portal Workshop	54
Gambar 4. 20 Hasil Mesh Geometri Struktur Portal Frame Workshop	55
Gambar 4. 21 Hasil Mass Properties Struktur Rangka	56
Gambar 4. 22 Hasil Simulasi Distribusi Tegangan	59
Gambar 4. 23 Detail Lokasi Titik Tegangan Maksimum	60
Gambar 4. 24 Hasil Simulasi Uji Lendutan (Displacement Plot)	61
Gambar 4. 25 Hasil Simulasi Faktor Keamanan (Factor of Safety)	63

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 2. 1 Project Timeline	11
Tabel 3. 1 Data Meterologi wilayah Serang, Banten	18
Tabel 3. 2 Matriks 5 x 5 Penilaian Risiko	24
Tabel 4. 1 Daya beban Maksimal Workshop PT. Elnusa Baker-Huges	26
Tabel 4. 2 Data irradiasi matahari wilayah Serang, Banten	27
Tabel 4. 3 Data irradiasi Aktual Pada Tanggal 27 Juli 2026	28
Tabel 4. 4 Kapasitas Output Sistem PLTS	29
Tabel 4. 5 Kapasitas Output Sistem PLTS	32
Tabel 4. 6 Persentase DC/AC Ratio	32
Tabel 4. 7 Spesifikasi Inverter Huwawei Technology sun2000-115ktl-m2	34
Tabel 4. 8 Spesifikasi Inverter Huwawei Technology sun2000-115ktl-m2	36
Tabel 4. 9 Spesifikasi Electrical Panel Surya Longi Solar LR5-72HPH-550M G2	38
Tabel 4. 10 Spesifikasi Material Penyusun Struktur	53
Tabel 4. 11 RAB Elektrikal	69
Tabel 4. 12 RAB Mekanikal	70
Tabel 4. 13 RAB Sipil	71
Tabel 4. 14 Operation & Maintenance	72
Tabel 4. 15 Capex Total	73
Tabel 4. 16 Manajemen Risiko	78
Tabel 4. 17 Nilai Asessmen sebelum Tindakan	82
Tabel 4. 18 Nilai Asessmen setelah tindakan	82

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



RINGKASAN EKSEKUTIF

Workshop PT. Elnusa-Baker Hughes memiliki kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dan menekan biaya operasional melalui investasi jangka panjang. Meskipun telah tersedia genset sebagai sumber listrik cadangan ketika terjadi gangguan pasokan dari jaringan PLN, sistem tersebut hanya berfungsi sebagai sumber daya darurat dan tidak mampu mengurangi konsumsi listrik harian. Oleh karena itu, pihak klien menginginkan solusi yang dapat menekan biaya listrik bulanan sekaligus mendukung penerapan energi bersih yang berkelanjutan.

Berdasarkan hasil identifikasi kondisi lapangan, Workshop PT. Elnusa memiliki potensi yang baik untuk penerapan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap. Potensi tersebut didukung oleh ketersediaan area rooftop yang cukup luas, kondisi atap yang relatif bebas dari bayangan (*shading*), lokasi di wilayah Serang, Banten dengan rata-rata iradiasi matahari sebesar 4,98 kWh/m²/hari, serta pola operasional workshop yang didominasi pada siang hari sehingga sesuai dengan karakteristik sistem PLTS On-Grid. Kondisi tersebut memungkinkan pemanfaatan energi surya secara optimal untuk menyuplai sebagian kebutuhan listrik workshop dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi dari jaringan PLN.

Hasil analisis teknis, kelistrikan, struktur, dan ekonomi teknik menunjukkan bahwa proyek perancangan PLTS Atap On-Grid berkapasitas 180 kVA pada rooftop Gedung Workshop PT. Elnusa dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan. Berdasarkan hasil audit energi dan analisis potensi lokasi, sistem dirancang menggunakan 364 unit modul surya berkapasitas 550 Wp dan 2 unit *Smart String Inverter* berkapasitas 115 kW dan 50 kW yang diproyeksikan mampu menghasilkan energi listrik sebesar 245.525,28 kWh per tahun. Kebutuhan investasi awal (*Capital Expenditure/CAPEX*) sebesar Rp1.983.468.929 mencakup pengadaan komponen utama serta rekayasa proteksi struktur terhadap beban gempa dan angin. Analisis kelayakan finansial selama umur teknis 20 tahun dengan tingkat suku bunga 6% menghasilkan nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp254.110.824, *Profitability Index* (PI) sebesar 1,1281, dan *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 7,64%. Investasi diproyeksikan kembali melalui *Discounted Payback Period* selama 15,17 tahun (15 tahun 2 bulan), sehingga sistem PLTS memberikan manfaat penghematan

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

biaya listrik dan mendukung tercapainya operasi workshop yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Workshop ESP, PLTS On-Grid, Struktur Portal Frame, Kelayakan Finansial, Manajemen Risiko.*

EXECUTIVE SUMMARY

PT. Elnusa-Baker Hughes Workshop needs to improve electrical energy efficiency and reduce operational costs through long-term investment. Although a generator set is available as a backup power source during PLN grid outages, this system only functions as emergency power and cannot reduce daily electricity consumption. Therefore, the client desires a solution that can lower monthly electricity bills while supporting the implementation of sustainable clean energy.

Based on the field assessment, the PT. Elnusa Workshop has strong potential for implementing a Rooftop Solar Power Plant (PLTS Atap) system. This potential is supported by the availability of a spacious rooftop area, relatively shading-free roof conditions, a location in Serang, Banten with an average solar irradiation of 4.98 kWh/m²/day, and workshop operational patterns dominated by daytime activities, which align perfectly with the characteristics of an On-Grid solar system. These conditions enable optimal solar energy utilization to supply a portion of the workshop's electricity needs and increase energy efficiency from the PLN grid.

Technical, electrical, structural, and engineering economic analyses indicate that the 180 kVA On-Grid Rooftop Solar Power Plant design project on the PT. Elnusa Workshop Building roof is highly feasible for implementation. Based on the energy audit and location potential analysis, the system is designed using 364 units of 550 Wp solar modules and 2 units of Smart String Inverters with capacities of 115 kW and 50 kW, which are projected to generate 245,525.28 kWh of electricity per year. The initial capital expenditure (CAPEX) of IDR 1,983,468,929 covers primary component procurement and structural protection engineering against seismic and wind loads. Financial feasibility analysis over a 20-year technical lifespan with a 6% interest rate yields a Net Present Value (NPV) of IDR 254,110,824, a Profitability Index (PI) of 1.1281, and an Internal Rate of Return (IRR) of 7.64%.



© 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

The investment is projected to break even within a Discounted Payback Period of 15.17 years (15 years 2 months), consequently, the solar power system provides electricity cost savings benefits and supports the achievement of more efficient, sustainable, and environmentally friendly workshop operations.

Keywords: *ESP Workshop, On-Grid Solar Power Plant, Portal Frame Structure, Financial Feasibility, Risk Management.*





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

Ketergantungan sektor industri di Indonesia terhadap energi fosil, khususnya batubara dan minyak bumi, masih berada pada tingkat yang sangat tinggi. Sektor ketenagalistrikan nasional saat ini masih didominasi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) konvensional yang menyumbang emisi gas rumah kaca (GRK) dalam jumlah signifikan dan mempercepat dampak pemanasan global. Guna memitigasi krisis lingkungan tersebut, Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional telah menetapkan target bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) sebesar 23% Kementerian ESDM Peluang Investasi EBT. Salah satu pilar teknologi yang paling akseleratif untuk mencapai target tersebut adalah pemanfaatan energi surya melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Mengingat letak geografis Indonesia yang berada di wilayah ekuator, potensi iradiasi matahari rata-rata nasional sangat melimpah, yakni mencapai $4,8 \text{ kWh/m}^2$ per hari (Afif F, 2022).

Sektor industri dan area manufaktur/bengkel (*workshop*) merupakan konsumen energi listrik skala besar yang umumnya memiliki profil beban konstan pada siang hari. Pemanfaatan atap gedung industri (*rooftop*) sebagai lokasi penempatan panel surya dinilai sangat efisien karena bersifat modular, menghemat penggunaan ruang tanah (*land use*), dan memanfaatkan struktur bangunan yang sudah ada (Damiri & Nugraha, 2021). Sistem PLTS yang paling tepat diintegrasikan pada kawasan industri aktif adalah sistem *On-Grid* (terhubung jaringan). Sistem *On-Grid* mengintegrasikan produksi listrik dari inverter panel surya secara langsung dengan jaringan distribusi utama PLN tanpa memerlukan media penyimpanan berupa baterai (Febriani, 2024). Keunggulan utama dari konfigurasi ini adalah kemampuan menekan biaya investasi awal sekaligus memaksimalkan penghematan tagihan listrik bulanan melalui pengurangan konsumsi *daytime load* (Zambak et al., 2023).

PT Elnusa Tbk sebagai bagian dari Pertamina Subholding Upstream memiliki komitmen dalam menerapkan prinsip Environmental, Social, and Governance

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

(ESG) serta mendukung pencapaian target Net Zero Emission melalui penerapan teknologi ramah lingkungan pada kegiatan operasional perusahaan. Salah satu fasilitas operasional yang memiliki konsumsi energi listrik cukup tinggi adalah Workshop PT Elnusa yang berlokasi di Cikande, Serang, Banten. Workshop tersebut memiliki kapasitas daya listrik terpasang sebesar 197 kVA yang digunakan untuk mengoperasikan berbagai mesin produksi dan peralatan pendukung, seperti mesin bubut, torque bench, stator dry-out, sand blast, mesin perakitan, sistem penerangan, serta peralatan utilitas lainnya. Berdasarkan hasil audit energi, total konsumsi energi listrik maksimum workshop mencapai sekitar 1.042,92 kWh per hari, dengan sebagian besar beban beroperasi pada pukul 08.00–16.00 WIB, yaitu bertepatan dengan waktu produksi maksimum energi dari panel surya. Kondisi ini menunjukkan bahwa profil beban listrik workshop sangat sesuai dengan karakteristik pembangkitan listrik PLTS On-Grid sehingga energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara langsung tanpa memerlukan sistem penyimpanan energi.

Selain memiliki profil beban yang sesuai, pihak PT Elnusa juga memiliki kebutuhan untuk menekan biaya konsumsi listrik bulanan sebagai bagian dari strategi efisiensi operasional jangka panjang. Selama ini seluruh kebutuhan listrik workshop masih bergantung pada pasokan PLN, sedangkan genset hanya digunakan sebagai sumber daya cadangan ketika terjadi gangguan pada jaringan listrik. Oleh karena itu, penggunaan sistem penyimpanan energi berupa baterai menjadi kurang ekonomis karena tidak memberikan manfaat yang signifikan terhadap pola operasi workshop. Di sisi lain, kondisi lahan di sekitar workshop sangat terbatas karena digunakan sebagai area mobilisasi kendaraan berat, penyimpanan material, serta aktivitas bongkar muat peralatan sehingga pemasangan PLTS tipe ground-mounted tidak memungkinkan. Sebaliknya, atap bangunan workshop memiliki area yang cukup luas, minim bayangan (shading), serta memperoleh paparan sinar matahari yang baik sepanjang hari sehingga sangat potensial dimanfaatkan sebagai lokasi pemasangan PLTS Atap.

Wilayah Serang, Banten, juga memiliki kondisi klimatologi yang mendukung pengoperasian PLTS dengan rata-rata iradiasi matahari sekitar 4,98 kWh/m²/hari, sehingga mampu menghasilkan energi listrik secara stabil sepanjang tahun. Potensi tersebut menjadi salah satu faktor utama yang mendukung implementasi PLTS Atap



© 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

pada Workshop PT Elnusa. Selain memberikan kontribusi terhadap pengurangan emisi karbon, implementasi PLTS juga diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan pada sektor industri, serta memberikan keuntungan ekonomi melalui penurunan biaya operasional perusahaan.

Meskipun demikian, implementasi sistem PLTS On-Grid pada kawasan industri memerlukan perencanaan teknis yang komprehensif agar sistem dapat beroperasi secara aman, andal, dan optimal. Variasi intensitas radiasi matahari akibat kondisi cuaca menyebabkan keluaran daya panel surya bersifat intermiten sehingga diperlukan pemilihan kapasitas inverter yang sesuai, konfigurasi rangkaian string yang tepat, analisis potensi shading, perencanaan tata letak modul surya, serta desain sistem interkoneksi dengan jaringan PLN yang memenuhi standar keselamatan. Selain itu, diperlukan sistem proteksi seperti Fuse HRC, Molded Case Circuit Breaker (MCCB), dan perangkat proteksi lainnya untuk mencegah gangguan hubung singkat maupun arus balik pada saat PLTS beroperasi secara paralel dengan jaringan listrik PLN. Dari aspek konstruksi, pemasangan PLTS Atap juga memerlukan analisis kekuatan struktur bangunan agar mampu menahan tambahan beban panel surya beserta sistem mounting secara aman selama umur operasi.

Selain kajian teknis, aspek ekonomi juga menjadi pertimbangan utama dalam menentukan kelayakan implementasi PLTS. Analisis investasi perlu dilakukan menggunakan parameter Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Profitability Index (PI), dan Discounted Payback Period (DPP) untuk mengetahui apakah investasi PLTS mampu memberikan keuntungan finansial selama umur operasi sistem. Hasil analisis tersebut akan menjadi dasar pengambilan keputusan bagi perusahaan dalam mengimplementasikan PLTS sebagai investasi energi jangka panjang yang tidak hanya mendukung pencapaian target ESG, tetapi juga meningkatkan efisiensi biaya operasional perusahaan.

Berdasarkan kebutuhan PT Elnusa dalam mengurangi konsumsi energi listrik dari PLN, karakteristik beban listrik workshop yang dominan pada siang hari,

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

keterbatasan lahan untuk pembangunan PLTS tipe ground-mounted, potensi iradiasi matahari yang tinggi di wilayah Serang, serta komitmen perusahaan terhadap penerapan energi bersih, maka dilakukan penelitian Capstone Project dengan judul **"Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap On-Grid pada Workshop PT Elnusa Tbk Serang, Banten."**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi latar belakang di atas, rumusan masalah yang dikaji pada *capstone project* ini adalah:

1. Kebutuhan dan potensi *project* sistem PLTS pada *workshop* PT. Elnusa Baker-Huges.
2. Bagaimana perencanaan sistem PLTS yang tepat untuk diaplikasikan pada *Workshop* PT Elnusa-Baker Huges Cikande, Serang?
3. Bagaimana rancangan struktur atap dan mounting untuk PV modul yang tepat?
4. Bagaimana rancangan elektrikal sistem (*Single Line Diagram*) dan sistem proteksi arus balik/gangguan kelistrikan saat PLTS terinterkoneksi dengan jaringan PLN?
5. Bagaimana upaya penghematan energi listrik dan ekonomi manajemen resiko perencanaan sistem PLTS yang tepat untuk diaplikasikan pada *Workshop* PT Elnusa-Baker Huges Cikande, Serang?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai melalui pengerjaan *capstone project* ini meliputi:

1. Menjabarkan hasil audit dan potensi energi untuk perancangan PLTS pada *workshop* PT. Elnusa Baker – Huges.
2. Merancang dari konfigurasi sistem PLTS berdasarkan spesifikasi yang tepat pada *Workshop* PT. Elnusa, serta letak (*layout*) panel surya, konfigurasi *inverter*, menggunakan perangkat lunak (PVsyst dan AutoCAD).
3. Merancang struktur mounting untuk PV modul pada atap *Workshop* PT. Elnusa.



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

4. Merancang skema proteksi dan distribusi elektrikal interkoneksi PLTS Atap *On-Grid* dengan sumber daya listrik eksisting (PLN) pada *Workshop* PT. Elnusa.
5. Menganalisis anggaran biaya investasi PLTS Atap *On-Grid* guna memberikan rekomendasi kelayakan finansial jangka panjang dan manajemen risiko yang akan terjadi pada PLTS atap.

1.4 Batasan Masalah

Dengan tujuan untuk memfokuskan bahasan dalam penyusunan *capstone project* agar permasalahan yang dikaji tidak semakin meluas ataupun keluar dari jalur yang ditentukan, maka dari itu dibutuhkan suatu batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam *project capstone* ini meliputi:

1. Perancangan sistem dan spesifikasi PLTS *rooftop On-Grid* pada *Workshop* PT.Elnusa-Baker Huges
2. Perancangan *mounting* PLTS pada struktur atap *Workshop* PT. Elnusa-Baker Huges
3. Perhitungan penggunaan daya listrik dan desain instalasi listrik PLTS dengan integrasi PLN (existing) pada *Workshop* PT. Elnusa-Baker Huges.
4. Perhitungan manajemen resiko pada *Workshop* PT. Elnusa-Baker Huges.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat *capstone project* sebagai berikut:

1. **Bagi Klien (PT Elnusa):** Mendapatkan rekomendasi desain teknis dan finansial yang tersitasi secara valid sebagai acuan implementasi nyata transisi energi menuju operasi *workshop* yang bersih, efisien, dan rendah emisi.
2. **Bagi Penulis / Mahasiswa:** Mengintegrasikan pemahaman teoretis lintas disiplin rekayasa (Kelistrikan, Sipil/Mekanikal, dan Manajemen Finansial) dalam memecahkan masalah berskala industri nyata.
3. **Bagi Politeknik Negeri Jakarta:** Menambah studi literatur dan referensi pembelajaran untuk perencanaan PLTS atap dengan sistem *On-Grid*.

BAB V REKOMENDASI UNTUK KLIEN

Berdasarkan hasil analisis, simulasi, dan perancangan teknis sistem PLTS (*Photovoltaic*) yang telah dilakukan oleh Tim Project, berikut adalah rekomendasi yang dikeluarkan kepada pihak manajemen PT Elnusa Tbk demi mengoptimalkan investasi dan kendalan sistem:

1. Direkomendasikan untuk mengimplementasikan sistem PLTS Atap jenis **On-Grid** dengan kapasitas total sebesar **200,2 kWp**. Konfigurasi sistem ini menggunakan **364 unit** modul surya tipe **Longi Solar LR5-72HPH-550M G2 550 Wp** dan **2 unit** Inverter tipe **Huwawei Technology sun2000-115ktl-m2. dan Huwawei Technology sun2000-50ktl-m2.** memastikan efisiensi konversi energi yang optimal sesuai dengan profil beban klien.
2. Berdasarkan analisis ekonomi teknik, proyek implementasi PLTS ini sangat direkomendasikan untuk dieksekusi dengan indikator keuangan sebagai berikut: Nilai Bersih Sekarang (*Net Present Value/NPV*) sebesar **+Rp 254.110.824,-**, Tingkat Pengembalian Internal (*Internal Rate of Return/IRR*) sebesar **7,64%**, dan Masa Pengembalian Modal (*Payback Period*) selama **15 tahun 2 bulan**.
3. Mengingat area Cikande memiliki tingkat polusi industri yang tinggi, jadwal pembersihan berkala (*solar PV washing*) pada item O&M wajib dilakukan minimal 4 kali dalam setahun untuk mencegah penurunan efisiensi akibat kerugian penumpukan debu (*soiling loss*).
4. Pada saat implementasi fisik di lapangan, koordinasi awal bersama pihak ketiga independent yaitu **Lembaga Inspeksi Teknis (LIT)** harus dilakukan sejak awal konstruksi untuk memastikan seluruh instalasi sesuai dengan *checklist* kepatuhan Sertifikat Laik Operasi (SLO) Ditjen Ketenagalistrikan ESDM.

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 PUSTAKA

- F. Afif and M. A., "Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia," vol. 6, no. 1, pp. 43–52, 2022.
- Badan Standardisasi Nasional, Manajemen Risiko—Pedoman Risk Management—Guidelines. Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional, 2018.
- S. Y. Baharuddin et al., PLTS Waste and Asset Management Plan: Rencana Pengelolaan Limbah dan Aset PLTS New Zealand-Maluku Access to Renewable Energy Support (NZMATES). 2021.
- D. J. Damiri and A. A. Nugraha, "Technical Performance and Economic Feasibility Simulation of 200 kWp Rooftop Solar Photovoltaic On-Grid on Industrial Estate Factory Building with Helioscope Software," Jurnal Rekayasa Elektrika, vol. 17, no. 2, 2021, doi:10.17529/jre.v17i2.19578.
- M. F. Hakim, H. Rahman, and B. Santoso, "Analisis Tahapan Instalasi Beserta Risk Analysis pada Project Instalasi PLTS Atap On-Grid Berkapasitas 132 kWp pada Gedung Workshop Mekanikal Elektrikal," Prosiding Politeknik Negeri Jakarta, 2023.
- [6] H. M. N. M. R. S. Fauzi A., "Analisa Kinerja PLTS On-Grid," 2024.
- [7] S. D. A. Febriani, "Analisis Tekno Ekonomi Pemasangan PLTS Rooftop On-Grid 120 kW (Studi Kasus PLTS di PT Santinilestari Energi Indonesia)," Jurnal Teknik Terapan, vol. 2, no. 2, 2024, doi:10.25047/jteta.v2i2.31
- [8] I. G. A. J. Ariawan, I. A. D. Giriantari, and I. W. Sukerayasa, "Perancangan PLTS Atap di Gedung Graha Sewaka Dharma," vol. 8, no. 3, 2021.
- [9] M. Hamim, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Penerangan dan Pompa Air pada Kolam Ikan," 2022.
- [10] International Energy Agency (IEA), A Roadmap to a Net Zero Energy Sector for Indonesia. Paris, France: International Energy Agency, 2021.
- [11] Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Roadmap dan Strategi Pengembangan Energi Baru Terbarukan.
- [12] S. L. Kramer, Geotechnical Earthquake Engineering. 2021.
- [13] A. K. Kyari and L. M. Lawal, "An Empirical Enquiry into Stakeholders' Perception of Electricity Pricing Methodology," International Journal of Energy Economics and Policy, vol. 11, no. 2, pp. 75–82, 2021, doi:10.32479/ijeep.10534.
- [14] A. Y. Naryanto, "Kajian Risiko Perencanaan Pemasangan Sistem Pembangkit Tenaga Surya 13 kW untuk Heater Pump Solar Water Heater di Hotel Aruna-



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

Nusa Tenggara Barat," 2025.

- [5] R. A. Nurapriyanti, "Perancangan dan Analisis Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid pada Sektor Industri," 2024.
- [6] Y. Pradian Baskoro, Skripsi Program Sarjana (Data judul skripsi dan universitas belum tersedia), 2023.
- [7] S. F. F. P. H. Purnomo D., "Design Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Ongrid pada Rooftop Blok M Plaza," 2025.
- [8] A. Y. Setiawan et al., "Perancangan Instalasi PLTS Atap On-Grid Kapasitas 18 kWp untuk Sistem Penerangan di Gedung Administrasi PLTU PT Cirebon Power Services dengan Monitoring IoT," 2024.
- [9] R. A. Syibramulis, "Penanggulangan Arus Harmonisa PLTS On-Grid Menggunakan Filter Pasif Single Tuned," 2023.
- [10] M. F. Zambak, K. Lubis, and A. Faisal, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Laboratorium Teknik UMSU Menggunakan Simulasi PVSyst," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 14, no. 2, p. 72, 2023, doi:10.22441/jte.2023.v14i2.003.
- [21] K. H. Hie, "Perancangan Teknis dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Sistem On-Grid di Kantor Bupati Sambas," 2023.
- [22] Adhi, "Analisis Kelayakan Ekonomi Proyek Pembangunan PLTS Off-Grid 2.400 WP untuk Rumah Tangga di Desa Wage, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo," 2025.
- [23] A. P. Wibowo, H. Rachman, and D. B. Santoso, "Analisis Ekonomi PLTS Atap On-Grid pada Gedung Workshop Mekanikal Elektrikal Berkapasitas 132 kWp," *Prosiding Politeknik Negeri Jakarta*, 2023.
- [24] M. Sechan, D. V. Ramadhan, and W. M. Soeroto, "Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Off-Grid pada Indeks di Kota Surabaya," *Action Research Literate*, vol. 8, no. 4, 2024.