



PERENCANAAN PLTS *HYBRID* DI *JETTY* PT LOTTE CHEMICAL INDONESIA

Studi Kasus: Desain Bangunan dan Potensi Pemasangan Rooftop Control Building

Akido Yusreen Mastiqar¹, P. Jannus¹, Benhur Nainggolan¹

¹ Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy,
Kampus UI, Depok, 16425 E-mail address: p.jannus@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan energi terbarukan merupakan salah satu strategi industri dalam mendukung transisi energi menuju target Net Zero Emission. PT LOTTE Chemical Indonesia sebagai industri petrokimia yang sedang berkembang memiliki potensi penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid untuk mengurangi konsumsi energi listrik berbasis fosil. Salah satu lokasi yang memiliki potensi adalah rooftop Jetty Control Building yang memiliki area terbuka dengan paparan sinar matahari yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan merancang desain awal PLTS rooftop pada Jetty Control Building dengan mempertimbangkan desain struktur bangunan, konfigurasi modul surya, serta potensi daya yang dapat dipasang. Metode penelitian dilakukan melalui studi literatur, pengukuran dimensi bangunan, pemodelan struktur menggunakan SolidWorks, serta analisis kapasitas pemasangan panel surya berdasarkan luas efektif atap.

*Hasil perancangan menunjukkan bahwa rooftop memiliki luas efektif sekitar **57,6 m²** yang mampu menampung **16 modul surya** berkapasitas **450 Wp**, sehingga menghasilkan kapasitas terpasang sebesar **7,2 kWp**. Sistem menggunakan konfigurasi **8 modul per string dengan dua MPPT** sehingga mampu meningkatkan fleksibilitas operasi pada sistem hybrid. Analisis desain menunjukkan bahwa struktur baja eksisting masih dapat digunakan sebagai media pemasangan mounting panel setelah dilakukan verifikasi terhadap pembebanan statik dan beban angin sesuai standar SNI. Berdasarkan hasil perancangan dan analisis struktur, pemasangan PLTS rooftop pada Jetty Control Building dinyatakan layak secara teknis serta berpotensi mendukung pengurangan konsumsi energi listrik konvensional dan implementasi energi terbarukan di PT LOTTE Chemical Indonesia.*

Kata Kunci: *PLTS Hybrid, Rooftop, Jetty Control Building, Solar PV, Struktur Bangunan*



Abstract

The utilization of renewable energy is one of the key industrial strategies in supporting the energy transition toward the Net Zero Emission target. PT LOTTE Chemical Indonesia, as a growing petrochemical industry, has the potential to implement a Hybrid Solar Power Plant (PV system) to reduce dependence on fossil-based electricity consumption. One of the potential locations is the rooftop of the Jetty Control Building, which features an open area with high solar irradiation exposure.

This study aims to develop a preliminary design of a rooftop PV system on the Jetty Control Building by considering the structural design of the building, solar module configuration, and the potential installable capacity. The research method includes literature review, measurement of building dimensions, structural modeling using SolidWorks, and analysis of solar panel installation capacity based on the effective roof area. The design results show that the rooftop has an effective area of approximately 57.6 m², which can accommodate 16 solar modules with a capacity of 450 Wp each, resulting in a total installed capacity of 7.2 kWp. The system uses a configuration of 8 modules per string with two MPPT inputs, providing improved operational flexibility in a hybrid system. Structural analysis indicates that the existing steel structure can still be utilized as a mounting support for the solar panels after verification of static loading and wind load in accordance with SNI standards. Based on the design and structural analysis results, the installation of a rooftop photovoltaic (PV) system on the Jetty Control Building is technically feasible and has the potential to reduce conventional electricity consumption while supporting the implementation of renewable energy at PT LOTTE Chemical Indonesia.

Keywords: Hybrid PV System, Rooftop, Jetty Control Building, Solar PV, Structural Design

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertumbuhan kebutuhan energi listrik pada sektor industri terus meningkat seiring dengan bertambahnya kapasitas produksi. Sebagian besar energi listrik di Indonesia masih berasal dari pembangkit berbahan bakar fosil sehingga menghasilkan emisi karbon yang cukup tinggi.

PT LOTTE Chemical Indonesia sebagai industri petrokimia memiliki komitmen dalam mendukung penggunaan energi bersih melalui implementasi energi terbarukan. Salah satu teknologi yang paling memungkinkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid karena memiliki fleksibilitas tinggi serta dapat diintegrasikan dengan sistem kelistrikan eksisting.

Jetty Control Building merupakan salah satu bangunan yang memiliki atap datar dengan paparan sinar matahari yang baik sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai lokasi pemasangan panel surya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas perancangan PLTS rooftop pada bangunan industri maupun komersial dengan fokus pada analisis potensi energi, optimasi konfigurasi sistem, dan evaluasi keekonomian. Penerapan PLTS rooftop pada bangunan industri mampu mengurangi konsumsi energi listrik dari jaringan hingga lebih dari 20%[1]. Penelitian lain mengkaji desain PLTS rooftop menggunakan perangkat lunak PVsyst untuk memperoleh konfigurasi sistem yang optimal berdasarkan potensi radiasi matahari[2]. Selain itu, penelitian lainnya menekankan pentingnya analisis struktur bangunan sebelum pemasangan PLTS rooftop agar tambahan beban dari modul surya dan sistem mounting tidak memengaruhi keamanan struktur bangunan[3].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada aspek kelistrikan atau produksi energi PLTS tanpa mengintegrasikan analisis kelayakan struktur bangunan sebagai lokasi pemasangan panel surya. Pada bangunan industri, khususnya fasilitas jetty yang berada di lingkungan pesisir, analisis struktur menjadi aspek penting karena struktur harus mampu menahan tambahan beban panel surya sekaligus beban angin yang relatif lebih besar dibandingkan bangunan pada kawasan perkotaan.

Rumusan Masalah

- a. Bagaimana desain bangunan Jetty Control Building sebagai lokasi pemasangan PLTS?
- b. Bagaimana desain sistem PLTS rooftop yang sesuai?
- c. Berapa potensi kapasitas PLTS yang dapat dipasang pada rooftop bangunan tersebut?
- d. Bagaimana kelayakan struktur bangunan *Jetty Control Building* dalam menerima tambahan beban akibat pemasangan sistem PLTS rooftop berdasarkan hasil simulasi struktur?

Tujuan

- a. Mendesain sistem PLTS rooftop.
- b. Menganalisis desain struktur bangunan.
- c. Menghitung potensi pemasangan panel surya.
- d. Menentukan konfigurasi sistem PLTS Hybrid.
- e. Mengevaluasi kelayakan struktur bangunan melalui analisis tegangan, deformasi, dan faktor keamanan menggunakan SolidWorks Simulation sebagai dasar implementasi PLTS rooftop.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan studi kasus (*case study*) yang dilakukan pada Jetty Control Building PT LOTTE Chemical Indonesia. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis kelayakan pemasangan PLTS rooftop berdasarkan hasil pemodelan struktur dan simulasi numerik, sedangkan studi kasus dipilih karena penelitian difokuskan pada satu objek bangunan sebagai lokasi implementasi sistem PLTS Hybrid.

Metode penelitian terdiri atas beberapa tahapan.

1. Studi Literatur

Melakukan kajian terhadap:

- a. SNI 1727:2020 Beban Minimum Bangunan
- b. SNI 1726:2019 Gempa
- c. SNI 8399:2017 PLTS
- d. IEC 62548
- e. Manual PVsyst
- f. Manual Solidwork
- g. Manual Sketch Up

Selain itu dilakukan kajian terhadap jurnal-jurnal nasional dan internasional yang membahas perencanaan PLTS rooftop, analisis struktur bangunan, serta implementasi sistem PLTS Hybrid sebagai dasar penyusunan metode penelitian dan pembahasan hasil.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan meliputi:

Lokasi:

Jetty PT LOTTE Chemical Indonesia

Koordinat:

5°58'32.99"S

105°59'01.95"E

Data bangunan:

- a. Jenis atap beton
- b. Dimensi rooftop
- c. Tinggi bangunan
- d. Orientasi bangunan

Data teknis PLTS meliputi spesifikasi modul surya, spesifikasi inverter hybrid, sistem mounting, luas efektif rooftop, dan data radiasi matahari lokasi penelitian yang digunakan sebagai dasar perancangan sistem PLTS.

3. Perancangan Bangunan

Tahapan meliputi:

- a. membuat model 3D
- b. menentukan titik pemasangan panel
- c. menentukan distribusi beban
- d. menentukan posisi anchor

Software:

- a. SolidWorks
- b. SketchUp

Model tiga dimensi bangunan dibuat berdasarkan dimensi aktual Jetty Control Building. Selanjutnya dilakukan pemodelan struktur menggunakan fitur Structural Member pada SolidWorks untuk memperoleh representasi elemen kolom, balok utama, balok sekunder, dan elemen penyangga yang sesuai dengan kondisi eksisting.

4. Perancangan Sistem PLTS

Data desain:

Parameter	Nilai
Kapasitas	7.200 Wp
Modul	450 Wp
Jumlah Modul	16
Konfigurasi	8S2P
MPPT	2
Pemasangan	Landscape

Perancangan sistem PLTS dilakukan dengan mempertimbangkan luas efektif rooftop, orientasi pemasangan panel, konfigurasi string, serta kompatibilitas dengan inverter hybrid. Kapasitas sistem ditentukan berdasarkan jumlah modul yang dapat dipasang tanpa melebihi area efektif maupun kapasitas struktur bangunan.

5. Analisis Struktur

Analisis dilakukan menggunakan SolidWorks Simulation dengan mempertimbangkan:

1. berat panel
2. berat mounting
3. beban angin
4. safety factor
5. displacement
6. von Mises stress

Pembebanan struktur mengacu pada kombinasi beban sesuai SNI 1727:2020 yang meliputi beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), dan beban angin (*wind load*). Kondisi batas (*boundary condition*) ditetapkan menggunakan tumpuan jepit (*fixed support*) pada seluruh kaki kolom untuk merepresentasikan kondisi struktur yang terhubung dengan pondasi beton.

Metode analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil simulasi terhadap kriteria desain struktur. Parameter yang dianalisis meliputi distribusi tegangan Von Mises, displacement maksimum, dan factor of safety (FOS).

Kriteria evaluasi hasil simulasi ditetapkan sebagai berikut.

- Nilai tegangan Von Mises harus lebih kecil dari tegangan izin material struktur.
- Nilai displacement maksimum tidak melebihi batas lendutan yang diizinkan berdasarkan ketentuan SNI.
- Nilai factor of safety (FOS) lebih besar dari 2,0 sehingga struktur dinyatakan memiliki tingkat keamanan yang memadai terhadap pembebanan akibat pemasangan sistem PLTS rooftop.
- Apabila seluruh parameter memenuhi kriteria tersebut, maka struktur bangunan dinyatakan layak secara teknis untuk pemasangan sistem PLTS rooftop.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Design Bangunan Jetty Control Building

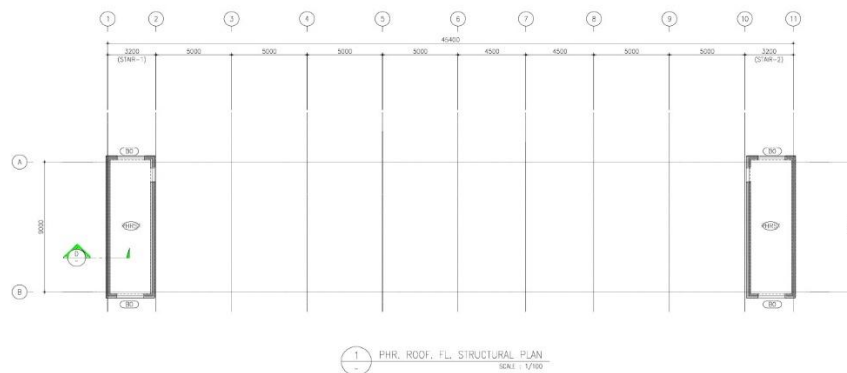
Bangunan menggunakan struktur beton bertulang dengan rooftop datar yang memiliki luas sekitar **57,6 m²**.

Keunggulan lokasi:

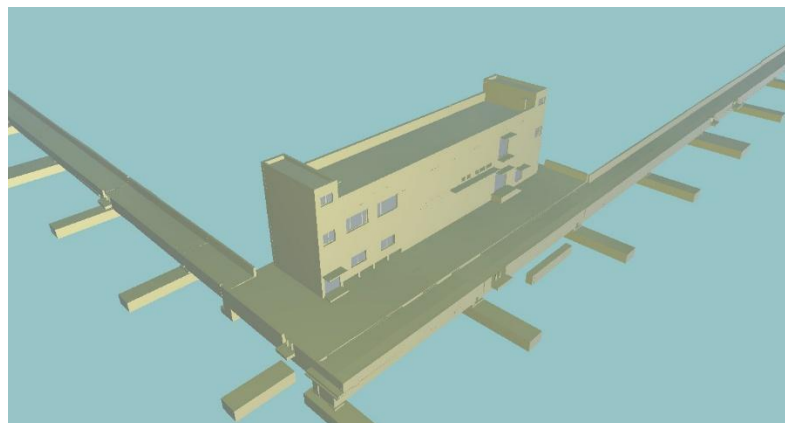
1. Tidak terdapat shading signifikan
2. Orientasi bangunan menghadap area laut
3. Intensitas radiasi tinggi
4. Mudah dilakukan maintenance

Lokasi rooftop dipilih karena memiliki paparan radiasi matahari yang relatif tidak terhalang oleh bangunan maupun vegetasi di sekitarnya. Selain itu, posisi bangunan yang berada di kawasan jetty memberikan keuntungan berupa paparan sinar matahari yang lebih merata sepanjang hari. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan produksi energi listrik dibandingkan pemasangan pada area dengan tingkat shading yang tinggi.

Pemilihan Jetty Control Building juga mempertimbangkan aspek operasional, yaitu kemudahan akses untuk inspeksi dan pemeliharaan sistem PLTS tanpa mengganggu aktivitas utama proses industri. Dengan demikian, lokasi ini memenuhi aspek teknis maupun operasional sebagai lokasi implementasi PLTS rooftop.



Gambar 1 Layout Rooftop Bangunan



Gambar 2 Gambar 3D Jetty Control Building[4]

3.2 Potensi Rooftop

Luas efektif:

57,6 m²

Dimensi panel:

2108 × 1048 mm

Luas panel:

$\approx 2,21 \text{ m}^2$

Jumlah panel:

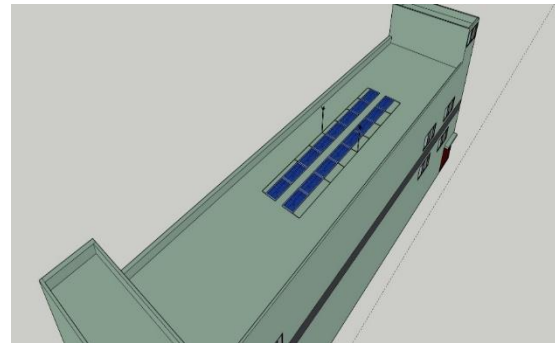
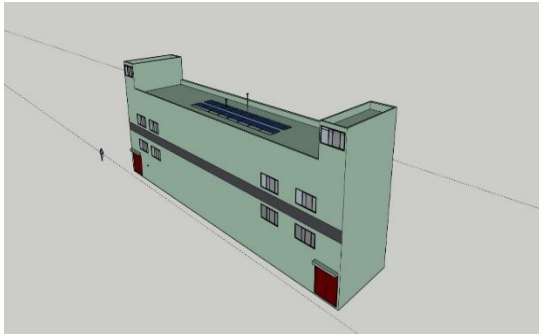
16 unit

Total kapasitas:

$16 \times 450 \text{ Wp}$

$= 7,2 \text{ kWp}$

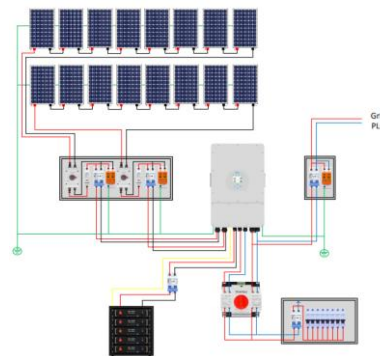
Kapasitas 7,2 kWp dipilih berdasarkan luas efektif rooftop yang tersedia serta dimensi modul surya berkapasitas 450 Wp. Konfigurasi ini menghasilkan pemanfaatan area atap yang optimal tanpa mengurangi ruang akses untuk kegiatan inspeksi dan pemeliharaan[5]. Penyediaan jalur akses (*maintenance walkway*) juga diperlukan untuk memenuhi aspek keselamatan kerja dan mempermudah proses pembersihan panel secara berkala.



Gambar 3 Potensi Pemasangan PLTS di Rooftop

3.3 Design Layout PLTS

Layout menggunakan konfigurasi:



Gambar 4 Konfigurasi PLTS dengan beban

Konfigurasi 8S2P (8 modul seri dan 2 string paralel) dipilih agar tegangan kerja setiap string berada dalam rentang tegangan MPPT inverter hybrid yang digunakan[6]. Dengan konfigurasi ini, sistem mampu mempertahankan efisiensi konversi energi sekaligus mengurangi rugi-rugi akibat perbedaan karakteristik antar string. Penggunaan dua MPPT juga memberikan fleksibilitas apabila pada masa mendatang terjadi perbedaan kondisi peninaran (*partial shading*) pada salah satu kelompok panel[7].

3.4 Analisis Pembebanan

Pembebanan terdiri atas:

Dead Load

Panel

$\approx 28 \text{ kg/modul}$

Total

$\approx 448 \text{ kg}$

Mounting

$\approx 120 \text{ kg}$

Total beban
≈568 kg

Selain beban mati akibat panel surya dan sistem mounting, analisis juga mempertimbangkan beban angin karena bangunan berada pada kawasan pesisir yang memiliki kecepatan angin relatif lebih tinggi dibandingkan kawasan daratan. Beban angin menjadi salah satu faktor dominan dalam desain struktur rooftop PLTS karena dapat menghasilkan gaya angkat (*uplift force*) yang memengaruhi kestabilan sistem mounting maupun struktur pendukung.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kombinasi beban mati dan beban angin masih menghasilkan tegangan yang berada di bawah batas tegangan izin material. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan beban akibat sistem PLTS belum menyebabkan struktur bekerja melampaui kapasitas desainnya.

Wind Load

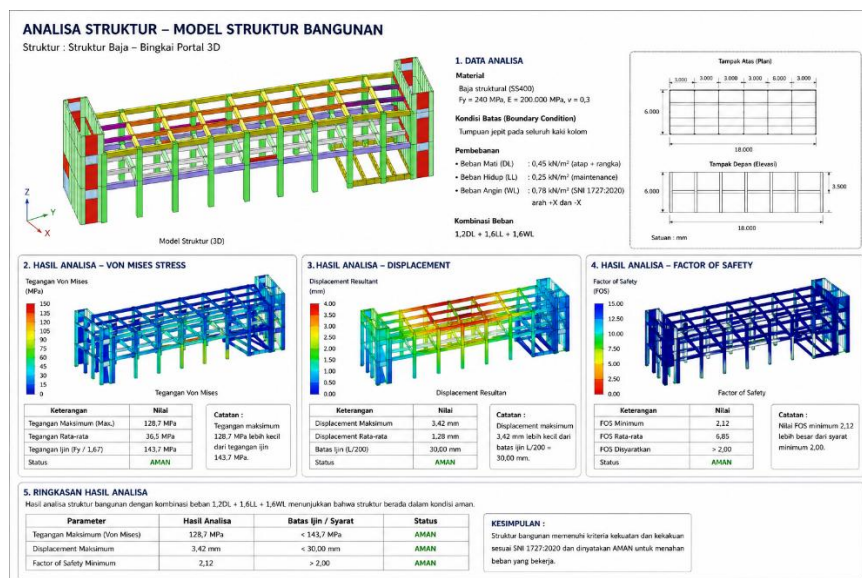
Mengacu pada:

SNI 1727:2020[8]

Perhitungan dilakukan berdasarkan:

- tinggi bangunan
- kategori eksposur
- tekanan angin

Hasil simulasi menunjukkan struktur masih berada di bawah tegangan izin material.



Gambar 5 Analisa Struktur

3.5 Simulasi SolidWorks

Analisis dilakukan dengan:

Fixture:

Anchor beton

Load:

- berat panel
- berat mounting
- tekanan angin

Output:

- Von Mises Stress
- Total Displacement
- Factor of Safety

Hasil menunjukkan:

Stress maksimum masih di bawah yield strength aluminium.

Displacement maksimum kurang dari batas izin sehingga desain dinyatakan aman.[9]

3.6 Potensi Produksi Energi

Kapasitas

7,2 kWp

Peak Sun Hour

4,8 jam

Efisiensi sistem

80%

Energi harian

$= 7,2 \times 4,8 \times 0,8$

$= 27,65 \text{ kWh/hari}$

Energi tahunan

$\approx 10.092 \text{ kWh/tahun}$ [10]

3.7 Kontribusi terhadap Sistem Hybrid

PLTS rooftop berfungsi sebagai:

- a. Sumber energi siang hari
- b. Mengurangi konsumsi listrik PLN
- c. Meningkatkan efisiensi energi
- d. Mengurangi emisi karbon

4. KESIMPULAN

Perancangan PLTS rooftop pada Jetty Control Building PT LOTTE Chemical Indonesia menunjukkan bahwa rooftop memiliki potensi yang baik untuk pemasangan sistem PLTS berkapasitas 7,2 kWp.

Berdasarkan luas efektif 57,6 m², dapat dipasang sebanyak 16 modul surya berkapasitas 450 Wp dengan konfigurasi 8S2P dan dua MPPT. Analisis struktur menunjukkan bahwa pembebanan akibat panel surya masih berada dalam batas aman berdasarkan hasil simulasi SolidWorks.

Implementasi sistem ini diperkirakan mampu menghasilkan energi listrik sekitar 10 MWh per tahun sehingga berpotensi menurunkan konsumsi energi dari jaringan listrik sekaligus mendukung program dekarbonisasi perusahaan.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk pendekatan terintegrasi yang menggabungkan perancangan sistem PLTS Hybrid dengan analisis kelayakan struktur bangunan menggunakan SolidWorks Simulation, sehingga menghasilkan desain yang tidak hanya optimal dari sisi kapasitas tetapi juga memenuhi aspek keamanan struktur.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan PLTS rooftop pada bangunan industri dengan karakteristik serupa, khususnya di kawasan pesisir.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis dari aspek produksi energi, evaluasi keekonomian, serta pengaruh pembebanan dinamis dan kondisi lingkungan terhadap keandalan struktur dalam jangka panjang.

SARAN

Pemasangan PLTS dapat dilakukan di *rooftop* dari *Jetty Control Building* yang mana dari hasil potensi luasan pemasangan, luas atap sangat cukup untuk pemasangan PLTS. Dan dari hasil analisa struktur juga didapatkan pemasangan PLTS masih sangat aman untuk dilakukan.

REFERENSI

- [1] R. Nurdin, “Analisa Teknis Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Untuk Kawasan Industri”, [Online]. Available: https://jtera.polteksmi.ac.id/index.php/jtera/article/view/632?utm_source=
- [2] I. H. E. ASRORI ASRORI, ACHMAD FAJAR RAMDHANI, PIPIT WAHYU NUGROHO, “No Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema”, [Online]. Available: <http://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/elkomika/article/view/6972>
- [3] M. K. R. and A. N. I. W. Almaaidah Puri Galevien, “Assessing the Viability of Rooftop Solar PV in Energy-Intensive Industries: A Techno-Economic and Safety Framework for the Indonesian FMCG Sector”, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/21/5859>
- [4] Trimble, “SketchUp User Guide”, [Online]. Available: <https://help.sketchup.com/>
- [5] M. A. Green et al., “Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 2025.”, [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/1099159x>
- [6] International Electrotechnical Commission, “Photovoltaic (PV) arrays — Design requirements”, [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/publication/25564>
- [7] F. ISE, “Photovoltaics Report 2024”, [Online]. Available: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/photovoltaics-report.html>
- [8] “SNI 1727:2020. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.”, [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/551997019/SNI-1727-2020-Beban-desain-minimum-dan-kriteria-terkait-untuk-bangunan-gedung-dan-struktur-lain>
- [9] “SolidWorks Simulation User Guide.”, [Online]. Available: https://www.solidworks.com/sw/images/content/Training/SolidWorks_Simulation_Student_Guide-ENG.pdf
- [10] “SNI 8399:2017. Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.”, [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/581803284/29-SNI-8395-2017>