

Pemetaan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Rooftop* pada Atap Gedung Perkantoran di Kabupaten Toraja Utara

Stefanus Duma^{1)*}, Yusri Ambabunga²⁾, Ishak Pawarangan³⁾, Lalu Mohammad Junaidi Idris⁴⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Kabupaten Toraja Utara, 91811, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Kota Mataram, 83115, Indonesia

*Corresponding author. E-mail: ishakupawarangan@ukitoraja.ac.id

Diterima 23 April 2025; Disetujui 29 April 2025

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi. Pembangkit listrik PLTS berpotensi dikembangkan di Indonesia dikarenakan prinsip kerja PLTS yang ramah lingkungan dan mempunyai tingkat polusi yang rendah serta termasuk dalam energi terbarukan. Pada penelitian ini dilakukan pemetaan terhadap potensi PLTS pada gedung perkantoran Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga'. Hasil penelitian menunjukkan luas total atap tersedia pada gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante sebesar 2.595,770545 m² dan pada gedung Kantor Bupati Toraja Utara Panga' sebesar 4238.563246 m², modul PV yang dapat terpasang pada gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante yaitu 116 panel dan pada gedung Kantor Bupati Toraja Utara Panga' berpotensi 193 panel. PV out yang dapat diperoleh pada gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante sebesar 0,052 MWh perhari dan 18,937 MWh pertahun dan PV out pada gedung Kantor Bupati Toraja Utara Panga' sebesar 0,087 MWh perhari dan 31,484 MWh pertahun.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Pemetaan, Energi Terbarukan, PV Out

ABSTRACT

A solar power plant is a power generation system that utilizes sunlight as an energy source. Solar power plants have the potential to be developed in Indonesia due to the working principles of solar power which are environmentally friendly and have a low level of pollution and are included in renewable energy. In this study, a mapping of the potential of solar power was carried out in the office building of the North Toraja Marante Joint Service Office and the North Toraja Panga' Regent's Office, where in this study the total roof area of the North Toraja Marante Joint Service Office building was 2,595,770545 m² and the Office building The Regent of North Toraja Panga' resulted in a roof area of 4238.563246 m² from the calculated roof area data, the PV modules that can be installed on the North Toraja Marante Joint Service Office building are 116 pcs and on the North Toraja Panga' Regent Office building the potential is 193 pcs. So that it can be obtained PV out in the North Toraja Marante Joint Office building of 0.052 MWh per day and 18,937 MWh per year and PV out in the North Toraja Panga' Regent's Office building of 0.087 MWh per day and 31.484 MWh per year. The results of this study are expected to be developed for further research to calculate the potential of PV mini-grid.

Keywords : Solar Power Plant, Mapping, Renewable Energy, PV Out

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya sumber daya alam. Kekayaan alam Indonesia salah satunya adalah potensi di bidang energi surya, dimana dari energi surya ini bisa di konversi menjadi energi listrik yang kemudian dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS (Paiman, 2016; Alim, Thamrin and W., 2023; Pijoh, Brahmana Duta P. K and Purba Parulian Lasman, 2024; Sugiyanti, Kurniawan and Pravitasari, 2024). Berdasarkan Perpres No. 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional yang

mengatur tentang pengembangan potensi energi surya per provinsi atau per daerah yang berisi pemanfaatan PLTS *rooftop* minimal 30% dari luas atap seluruh gedung pemerintahan yang ada di setiap provinsi dan mewajibkan 25% dari atap gedung bangunan perumahan.

Toraja Utara merupakan salah satu kabupaten yang sebagian besar penggunaan listriknya bersumber dari listrik PLN. Peningkatan pertumbuhan penduduk Toraja Utara berdampak pada penggunaan energi listrik yang terus meningkat sehingga

diasumsikan bahwa konsumsi daya di Toraja Utara semakin meningkat setiap tahunnya.

Terdapat sebuah masalah bahwa di beberapa daerah belum ada informasi jelas terkait dengan potensi PLTS tersebut terkait dimana, berapa besar potensi yang dapat dihasilkan, sehingga dibutuhkan sebuah pemetaan yang mampu menyediakan informasi berapa besar potensi *rooftop* yang dapat memudahkan pemerintah dalam melakukan pengembangan pada PLTS *rooftop* (Sankhya Pranata Adiguna, Setiawan and Dwi Giriantari, 2023). Sejalan dengan program pemerintah, maka penting untuk mengidentifikasi berapa besar potensi energi surya di suatu tempat tertentu, termasuk di kabupaten Toraja Utara untuk mengetahui berapa besar potensi PLTS *rooftop* yang dapat dihasilkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik tidak terbarukan yang selama ini digunakan (Karuniawan Eriko Arvin *et al.*, 2023; Yulfin, Wardhani and Purwaningsih, 2024). Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa PLTS *rooftop* dapat memberi kontribusi pada kebutuhan energi listrik (Yusuf, Ginting and Windarta, 2021; Nainggolan, Windarta and Sinaga, 2022; Tarigan, 2022; Octavia *et al.*, 2023; Sankhya Pranata Adiguna, Setiawan and Dwi Giriantari, 2023; Supriyatna, 2024; Utomo, 2024).

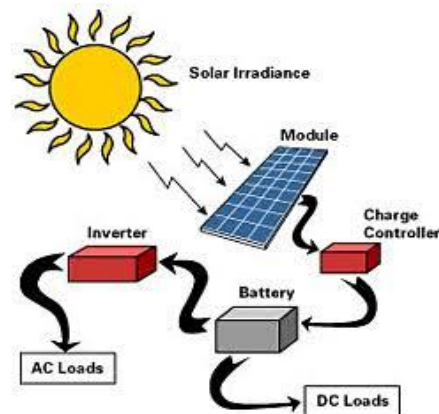
Dari permasalahan diatas, maka menjadi perlu untuk meneliti tentang pemetaan potensi energi surya *rooftop* gedung perkantoran di Toraja Utara dan hasil dari kajian nantinya diharapkan dapat memberikan kontribusi dan informasi terhadap potensi pembangkit listrik tenaga surya untuk menyuplai kebutuhan listrik di Toraja Utara.

2. KAJIAN LITERATUR Energi Listrik

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama sepanjang kehidupan manusia dimana energi listrik ini sangat dibutuhkan terutama untuk kebutuhan kinerja sebuah peralatan yang sumber tenaganya dari energi listrik. Ada beberapa solusi untuk pemanfaatan energi alternatif, salah satunya yaitu dengan adanya sumber energi terbarukan (Octavia *et al.*, 2023). Sumber energi terbarukan terdiri dari energi surya, energi angin, energi gelombang, dan energi perbedaan suhu air laut. Energi terbarukan tersebut merupakan energi alternatif yang lebih bersih, lebih aman, tidak berpolusi, dan persediaannya yang tidak terbatas.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS merupakan salah satu prinsip pembangkitan energi listrik yang memanfaatkan energi surya yang dipancarkan oleh matahari, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sistem pembangkit pada PLTS yaitu dengan mengubah cahaya matahari menjadi listrik dengan menggunakan *fotovoltaik* atau biasa disebut modul PV (Kurniawan *et al.*, 2023). PLTS atau sering juga disebut *solar cell* atau *solar energy* pada dasarnya adalah penghasil dari energi listrik, baik untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar baik secara mandiri maupun dikombinasikan dengan sumber energi lain atau biasa disebut *hybrid* (Pijoh, Brahmana Duta P. K and Purba Parulian Lasman, 2024). Struktur *fotovoltaik* (PV) pada PLTS yaitu terdiri dari bahan atau material semikonduktor *tipe n* (elektron) dan *tipe p* (hole) yang disatukan membentuk *pn junction* (Saragi *et al.*, 2022).

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perhitungan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Faktor konfigurasi atap perumahan, Konfigurasi rangkaian atau modul *fotovoltaik* PV kearah matahari secara maksimal sangat penting, agar modul PV dapat menghasilkan energi secara maksimal. Selain arah, sudut orientasi (*tilt angel*) dari modul PV juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum (Setiawan, Cendekia and Saputri, 2025).

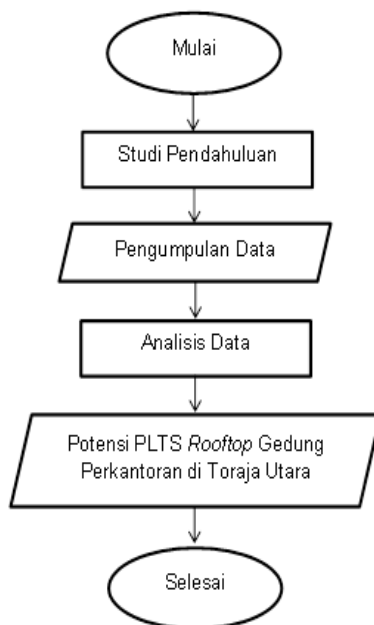
Faktor instalasi kabel dan penyaluran atau distribusi listrik, perancangan sebuah PLTS harus mempertimbangkan beberapa faktor yaitu faktor instalasi kabel dan faktor pada distribusi listrik, hal ini perlu pemikiran yang

detail. Struktur bangunan untuk sebuah PLTS mempunyai struktur yang berbeda, dan apabila bangunan tersebut tidak didesain untuk memiliki panel surya maka pemasangan tentu akan berbeda.

Intensitas radiasi matahari global, intensitas radiasi matahari sangat berpengaruh pada sebuah PLTS (Setiawan, Cendekia and Saputri, 2025), dimana PLTS akan bekerja apabila terdapat sinar matahari. Namun tidak semua daerah mendapatkan intensitas radiasi matahari yang sama. Lokasi dengan dengan matahari yang kuat dapat memanfaatkan PLTS dengan maksimal. tingkat radiasi matahari yang rendah akan sulit untuk memanfaatkan PLTS sebaliknya tempat dengan tingkat intensitas radiasi

3. METODE PENELITIAN

Diagram alir pada penelitian merupakan gambaran langkah-langkah yang disusun secara bertahap dari awal sampai akhir, dengan tujuan untuk mendapatkan data dan informasi serta memperoleh hasil yang menjadi tujuan dari penelitian. Adapun diagram alir ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Penentuan batas lokasi kajian merupakan langkah untuk menentukan batas dari lokasi atau tempat penelitian. Lokasi tersebut merupakan lokasi gedung perkantoran yang diyakini gedung tersebut bisa untuk dipasangkan panel surya atap atau *rooftop*.

Lokasi kajian dapat ditentukan dengan cara mapping luas perkantoran yang masuk dalam lokasi kajian.

Penentuan luas area perkantoran, Penentuan luas area *rooftop* atau area atap, diukur dengan menggunakan aplikasi Arcgis dimana aplikasi ini akan menampilkan luas dan koordinat atap gedung perkantoran tersebut secara otomatis setelah melakukan digitasi pada atap.

Penentuan intensitas radiasi matahari global, dalam menghitung intensitas matahari global, dibutuhkan data yaitu koordinat, ketinggian serta keadaan iklim dari lokasi yang akan dihitung berapa besaran intensitas radiasinya

Teknik Analisis Data

Perhitungan luas atap tersedia, perhitungan luas untuk sebuah fasilitas pembangkit listrik tenaga surya jenis *rooftop* atau atap, berguna untuk memberikan gambaran dalam perhitungan potensi PLTS *rooftop*. Oleh karena itu, terdapat rugi rugi listrik yang akan timbul akibat faktor seperti desain atap perumahan serta pemilihan modul PV (*fotovoltaik*). Perlu dilakukan pemodelan yang sesuai standarisasi model perumahan. Model atap perumahan yang sesuai untuk pemasangan modul PV yaitu atap dua sisi dengan kemiringan sekitar $\theta = 30^\circ$ terhadap permukaan tanah.

Perhitungan daya keluaran, dalam menghitung hasil daya keluaran sebuah PLTS, tidak lepas dari adanya rugi rugi energi yang terjadi dikarenakan beberapa faktor, yaitu rugi efisiensi modul PV, rugi akibat depresiasi model PV, rugi akibat sudut tilt dan azimuth, dan rugi instalasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dimulai dengan pengumpulan data, yaitu data dari gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga' yang menjadi tempat penelitian serta mengetahui besar intensitas radiasi matahari yang jatuh pada daerah sekitar perkantoran tersebut. Dalam pengumpulan data, juga dibutuhkan data besar konsumsi listrik dari kabupaten Toraja Utara sebagai acuan perhitungan kontribusi dari potensi PLTS pada gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga' terhadap total kebutuhan energi Toraja Utara. Analisis data dilakukan terhadap data yang telah

dikumpulkan yang terdiri dari perhitungan luas atap gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga'. Perhitungan luas atap dilakukan dengan metode pemetaan menggunakan aplikasi ArcGis (Nusantara and Dewanto, 2020; Supriyatna, 2024). Aplikasi ArcGis memetakan lokasi menggunakan citra satelit sehingga lokasi yang dipetakan terlihat secara nyata.

Meskipun semua faktor koreksi diperhitungkan dalam penelitian ini dengan asumsi bahwa atap perkantoran berada pada ketinggian sehingga faktor koreksi pada perhitungan luas atap masuk dalam koreksi yang diabaikan.

Setelah luas dari atap gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga' telah diketahui maka sudah bisa dilakukan perhitungan daya keluaran dari atap perkantoran tersebut. Setelah memperhitungkan rugi rugi dari modul PV maka data berapa besar potensi PLTS *rooftop* pada gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga' sudah dapat diketahui.

Lokasi kajian atau penelitian ditentukan menggunakan situs *google earth*, yaitu dengan melakukan mapping pada kedua daerah pada gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga'. Adapun hasil dari mapping kedua lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Mapping lokasi penelitian Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante



Gambar 5. Mapping lokasi penelitian Kantor Bupati Toraja Utara Panga'

Data Luas Atap Perkantoran

Luas atap tersedia dari gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga' dihitung dengan menggunakan aplikasi ArcGis. Adapun hasil digitasi luas atap ditunjukkan Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data Luas Atap Gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante

Nama Gedung	Luas Atap Gedung (m ²)
Gedung 1	1.057,979975
Gedung 2	639,807323
Gedung 3	255,363064
Gedung 4	200,147204
Gedung 5	71,769602
Gedung 6	200,453918
Gedung 7	170,249459
Total atap tersedia	2.595,770545

Tabel 2. Data Luas Atap Gedung Kantor Bupati Toraja Utara Panga'

Nama Gedung	Luas Atap Gedung (m ²)
Gedung 1	3.496,21842
Gedung 2	327,222336
Gedung 3	415,12249
Total atap tersedia	4238,563246

Data Intensitas Radiasi Matahari

Situs dari aplikasi *global solar atlas* digunakan untuk memperoleh data intensitas radiasi matahari global seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Data Iradian Gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante

Nama Gedung	Irradian (kWh/m ²) per hari	Irradian (kWh/m ²) per tahun
Gedung 1	5.116	1867.2
Gedung 2	5.117	1867.6
Gedung 3	5.114	1866.5
Gedung 4	5.115	1866.9
Gedung 5	5.112	1865.7
Gedung 6	5.111	1865.6
Gedung 7	5.111	1865.5

Tabel 4. Data Iradian Gedung Kantor Bupati Toraja Utara Panga'

Nama Gedung	Irradian (kWh/m ²) per hari	Irradian (kWh/m ²) per tahun
Gedung 1	5.007	1827.7
Gedung 2	5.01	1828.6
Gedung 3	4.998	1824.3

Titik Koodinat Lokasi Gedung

Output tegangan *fotovoltaik* dihitung dengan menggunakan aplikasi *global solar atlas* (GSA). Aplikasi ini membutuhkan titik koordinat lokasi penelitian. Titik koordinat diketahui dengan menggunakan aplikasi ArcGis. Adapun lokasi atau titik koordinat dari gedung tempat penelitian ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Titik Koordinat Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante

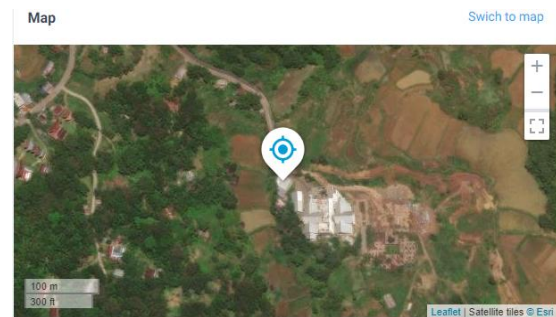
Nama Gedung	Titik koordinat x	Titik koordinat y
Gedung 1	119° 55' 2° 57' 27.822"	24.872" E S
Gedung 2	119° 55' 2° 57' 27.060"	25.696" E S
Gedung 3	119° 55' 2° 57' 27.478"	23.536" E S
Gedung 4	119° 55' 2° 57' 28.692"	24.045" E S
Gedung 5	119° 55' 2° 57' 28.912"	23.689" E S
Gedung 6	119° 55' 2° 57' 29.144"	23.378" E S
Gedung 7	119° 55' 2° 57' 29.470"	22.909" E S

Tabel 6. Titik Koodinat Kantor Bupati Toraja Utara Panga'

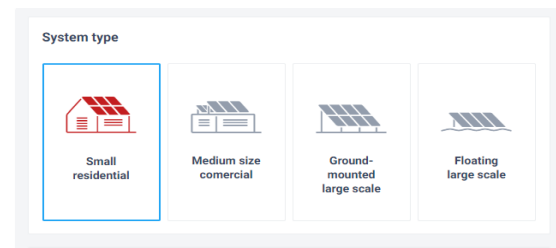
Nama Gedung	Titik koordinat x	Titik koordinat y
Gedung 1	119° 55' 2° 58' 37.559" E	23.457" S
Gedung 2	119° 55' 2° 58' 36.247" E	22.790" S
Gedung 3	119° 55' 2° 58' 35.590" E	21.983" S

Koordinat yang telah diketahui, diinput kedalam aplikasi *global solar atlas* dimana aplikasi ini akan mencari secara otomatis lokasi tersebut dan memastikan bahwa koordinat pada

Arcgis sudah sesuai dengan lokasi sebenarnya. Gambar 6 adalah map hasil pada *global solar atlas*.

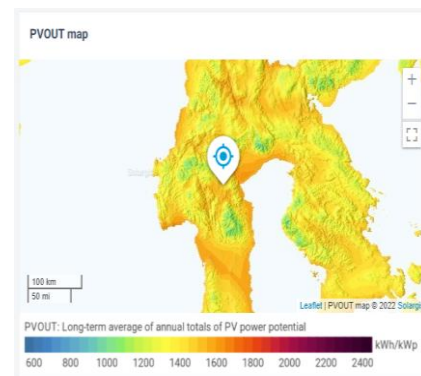
**Gambar 6.** Hasil Mapping Global Solar Atlas

Aplikasi *global solar atlas* perlu ditentukan jenis dari bangunan perkantoran dikategorikan jenis bangunan *Small Residential* mempunyai luas atap < 500 m² dan kategori *Medium Size Komersial* yaitu luasan atap >500 m². Gambar 7 memperlihatkan jenis dari bangunan perkantoran

**Gambar 7.** Jenis Bangunan Perkantoran

Setelah menentukan jenis bangunan dari data luasan atap maka diperoleh beberapa data dari *global solar atlas* dijabarkan sebagai berikut.

Data peta power potensial menunjukkan peta berupa titik titik dimana daerah yang berpotensi mempunyai tingkat radiasi sehingga berpotensi menghasilkan PV OUT dengan nilai tertentu. Gambar 8 menunjukkan peta *fotovoltaik* PV potensial.

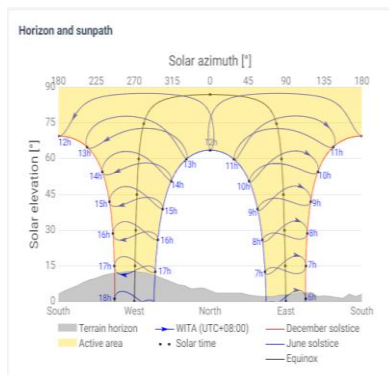
**Gambar 8.** Peta Fotovoltaik PV Potensial.

Map data merupakan data yang memperlihatkan data iradiasi, data sudut optimal dari modul PV, serta temperatur udara secara lebih detail baik perhari maupun per tahun ditunjukkan pada Gambar 9.

SITE INFO		
Map data Per year		
Direct normal irradiation	DNI	1189.5 kWh/m ² °
Global horizontal irradiation	GHI	1824.3 kWh/m ² °
Diffuse horizontal irradiation	DIF	923.6 kWh/m ² °
Global tilted irradiation at optimum angle	GHI opta	1826.6 kWh/m ² °
Optimum tilt of PV modules	OPTA	4 / 0 °
Air temperature	TEMP	21.0 °C °
Terrain elevation	ELE	815 m °

Gambar 9. Map Data Penelitian

Grafik potensi arah matahari akan memperlihatkan tingkat radiasi matahari dari pagi sampai sore hari. Gambar 10 menunjukkan grafik potensi radiasi matahari.



Gambar 10. Grafik Potensi Radiasi Matahari

Potensi radiasi perbulan merupakan data potensi yang memperlihatkan data potensi radiasi dari bulan januari sampai desember. Gambar 11 merupakan data potensi radiasi yang dibuat dalam bentuk grafik batang



Gambar 11. Grafik Potensi Radiasi Perbulan

Potensi *fotovoltaik* PV perbulan pada *global solar atlas* akan diperlihatkan dalam bentuk grafik batang sehingga akan terlihat berapa besar potensi *fotovoltaik* dari bulan januari sampai dengan desember. Gambar 12 adalah grafik potensi PV perbulan.



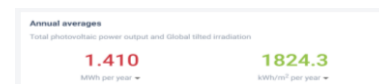
Gambar 12. Grafik Potensi PV Perbulan

Data potensi dari modul *fotovoltaik* perhari dari lokasi gedung akan diperlihatkan dalam bentuk kurva sehingga akan terlihat berapa besar daya yang dihasilkan modul PV dari jam 6.00 pagi sampai jam 6.00 sore. Gambar 4.12 adalah grafik potensi modul PV dalam satu hari.



Gambar 13. Grafik Potensi Modul PV Perhari

Daya total keluaran dan data total radiasi ditampilkan pada Gambar 14 baik data total per hari maupun data total per tahun.



Gambar 14. Data Output Total

Perhitungan Daya Output *Fotovoltaik* (PV)

Setelah mengolah seluruh titik koordinat dari lokasi gedung penelitian kedalam aplikasi *global solar atlas*, maka data perhitungan output dari *fotovoltaik* dapat diketahui. Tabel 7 dan 8 memperlihatkan data hasil perhitungan menggunakan *global solar atlas*.

Tabel 7. Data Output Tegangan *Fotovoltaik* Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante

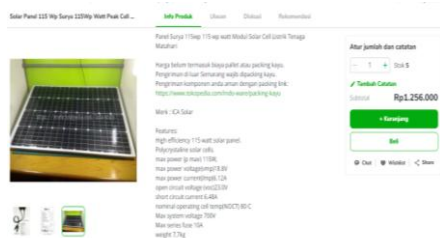
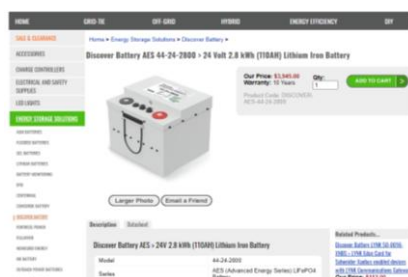
Nama Gedung	PV out per hari (MWh)	PV out per tahun (MWh)
Gedung 1	0.020	7,334
Gedung 2	0.012	4,401
Gedung 3	0.004	1,441
Gedung 4	0.004	1,441
Gedung 5	0.004	1,44
Gedung 6	0.004	1,44
Gedung 7	0.004	1,44

Tabel 8. Data Output Tegangan *Fotovoltaik* Kantor Bupati Toraja Utara Panga'

Nama Gedung	PV out per hari (MWh)	PV out per tahun (MWh)
Gedung 1	0.071	25,873
Gedung 2	0.008	2,826
Gedung 3	0.008	2,821

Perhitungan Biaya Komponen

Perhitungan estimasi biaya dilakukan untuk memperkirakan biaya investasi untuk menerapkan perangkat pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga'. Perhitungan estimasi biaya menggunakan bantuan aplikasi Homer. Perhitungan estimasi biaya melibatkan beberapa data mengenai berapa kapasitas, harga, ukuran, serta sensitifitas komponen yang akan digunakan. Komponen yang dihitung hanya terbatas pada panel solar sel atau PV dan baterai penyimpanan. Gambar 15 dan Gambar 16 menunjukkan spesifikasi komponen yang digunakan yaitu modul PV dan baterai.

**Gambar 15.** Modul PV yang Digunakan**Gambar 16.** Baterai yang Digunakan

Data Hasil Pemetaan Arcgis Tiap Lokasi

Seluruh data yang terkumpul berupa data Arcgis, data *Global solar atlas*, serta data Homer, maka data tersebut akan dimasukkan kembali kedalam aplikasi Arcgis untuk ditampilkan pada tabel *Identify*. Tabel *Identify* pada aplikasi Arcgis akan menunjukkan seluruh data yang telah didapatkan. Data hasil dapat diketahui dengan mengklik gedung mana yang

ingin diketahui hasil identifikasinya. Gambar 17 dan 18 menunjukkan hasil dari identifikasi salah satu gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan gedung Kantor Bupati Toraja Utara Panga'.

Identify	
Identify from:	<Top-most layer>
Titik koordinat marante GEO	
Gedung 1	
Location: 119.923621 -2.957756 Decimal Degrees	
Field	Value
a. Nama gedung	Gedung 1
b. Luas (m²)	1057.979975
c. Longitude	119° 55' 24.872" E
d. Latitude	2° 57' 27.822" S
e. Iradian perhari (kWh/m²)	5.116 (kWh/m²)
f. Iradian pertahun (kWh/m²)	1867.2 (kWh/m²)
g. Jenis PV	Polycrystalline
h. Tipe PV	ICA Solar 115 wp
i. Jumlah PV	50
j. Out PV (Wp)	5.750 (Wp)
k. Jumlah baterai	2
l. Tipe Baterai	Battery AES 44-24-2800>24 Volt 2.8 kWh (110AH)
m. Out power perhari (MWh)	0.012 (MWh)
n. Out power pertahun (MWh)	7.334 (MWh)
o. Biaya (PV dan Baterai)	Rp 176,421,523.00

Identified 1 feature

Gambar 17. Hasil Identifikasi Salah Satu Gedung Di Marante

Identify	
Identify from:	<Top-most layer>
Titik koordinat panga GEO	
119° 55' 37.559" E	
Location: 119.927112 -2.973232 Decimal Degrees	
Field	Value
a. Nama gedung	Gedung 1
b. Luas (m²)	3496.21842
c. Longitude	119° 55' 37.559" E
d. Latitude	2° 58' 23.457" S
e. Iradian perhari (kWh/m²)	5.007 kWh/m²
f. Iradian pertahun (kWh/m²)	1827.7 (kWh/m²)
g. Jenis PV	Polycrystalline
h. Tipe pv	ICA Solar 115 wp
i. Jumlah PV	160
j. Out PV (Wp)	18.400 (Wp)
k. Jumlah baterai	7
l. Tipe baterai	Battery AES 44-24-2800>24 Volt 2.8 kWh (110AH)
m. Out power perhari (MWh)	0.071 MWh
n. Out power pertahun (MWh)	25.873 MWh
o. Biaya (PV dan Baterai)	Rp598,635,330.50

Identified 1 feature

Gambar 18. Hasil Identifikasi Salah Satu Gedung Di Panga'

Hasil analisis serta identifikasi data memberikan informasi total potensi PLTS *rooftop* dari gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga' dikelompokkan dalam bentuk Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pemetaan Total

Variabel	Lokasi Penelitian	
	Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante	Kantor Bupati Toraja Utara Panga'
Total luas atap (m ²)	2.595,770545	4238.563246
PV Out total perhari (MWh)	0,052	0,087
PV Out total pertahun (MWh)	18,937	31,484
Modul PV Total	116 buah	193 buah
Baterai Total	9 buah	9 buah
Biaya total (Rp)	656.992.853	795.152.853

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *rooftop*/atap dari gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga' memiliki potensi untuk pengembangan PLTS *rooftop*. Hasil riset ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa atap gedung/rumah memberikan potensi untuk pengembangan PLTS sebagai energi terbarukan dan ramah lingkungan (Rega, Sinaga and Windarta, 2021; Nainggolan, Windarta and Sinaga, 2022; Aryanti and Rezky, 2023; Sianipar, Yonggi Puriza and Sunanda, 2023; Lukita *et al.*, 2024; Mursid *et al.*, 2024; Sukadana Wayan *et al.*, 2024; Utomo, 2024; Yulfin, Wardhani and Purwaningsih, 2024; Gunaldi *et al.*, 2025).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan aplikasi ArcGis, luas dari atap gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante adalah sebesar 2.595,770545 m² dan luas dari Kantor Bupati Toraja Utara Panga' adalah 4.238,563246 m². Analisis yang dilakukan pada gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante dan Kantor Bupati Toraja Utara Panga'dihasilkan potensi PV Out sebesar 0,052 (MWh) perhari dan 18,937 (MWh) pertahun pada gedung Kantor Dinas Gabungan Toraja Utara Marante, dan 0,087 MWh perhari, 31,484 MWh pertahun pada Kantor Bupati Toraja Utara Panga'. Data ini akan menjadi acuan pengembangan PLTS *rooftop* di Kabupaten Toraja Utara.

6. REFERENSI

- Alim, M.S., Thamrin, S. and W., R.L. (2023) 'Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Alternatif Ketahanan Energi Nasional Masa Depan', *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(3), pp. 2427–2435.
- Aryanti, A.I. and Rezky, M. (2023) 'Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Atap Kantor PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar dengan Sistem Hybrid', 22(1), pp. 157–171. Available at: [https://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8450/%0Ahttps://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8450/2/Studi Perencanaan Pembangkit Hybrid %28PLTS-PLTD%29 Di Pulau Kodingare Kabupaten Sinjai. Jurnal.pdf](https://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8450/%0Ahttps://repository.poliupg.ac.id/id/eprint/8450/2/Studi%28PLTS-PLTD%29%20Di%20Pulau%20Kodingare%20Kabupaten%20Sinjai.%20Jurnal.pdf).
- Gunaldi, G. *et al.* (2025) 'Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap untuk Mendorong Net Zero Emission di Kawasan Pemukiman', 1(1), pp. 32–39.
- Karuniawan Eriko Arvin *et al.* (2023) 'Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung Direktorat Politeknik Negeri Semarang Dengan Perangkat Lunak PVSYST', *Journal of Energy and Electrical Engineering (Jeee)*, 4(2), pp. 75–80.
- Kurniawan, D. *et al.* (2023) 'Kajian Lingkungan dari Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Energy Park Universitas Proklamasi 45', *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 7(1), p. 72. Available at: <https://doi.org/10.30588/jeemm.v7i1.1419>.
- Lukita, A. *et al.* (2024) 'Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung K4 Universitas Negeri Surabaya', 11(3).
- Mursid, S.P. *et al.* (2024) 'Rumah Mandiri Energi dengan PLTS Atap di Desa Cihanjuang', 13(November), pp. 24–31.
- Nainggolan, I.F., Windarta, J. and Sinaga,

- N. (2022) 'Perancangan PLTS Rooftop untuk Pemakaian Sendiri (PS) di PLTU Berau 2×7 MW', *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 3(3), pp. 187–200. Available at: <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.13442>.
- Nusantara, G.C. and Dewanto, B.G. (2020) 'Analisis Potensi Tenaga Surya Pada Permodelan Bangunan Tiga Dimensi Berdasarkan Data Open Street Map (Studi Kasus: Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)', *Elipsoida : Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 3(01), pp. 38–45. Available at: <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2020.7757>.
- Octavia, D. *et al.* (2023) 'Studi Potensi Plts Atap Di Makassar Untuk Meningkatkan Penggunaan Energi Terbarukan Dan Mengurangi Emisi Karbon', *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 12(4), pp. 233–246. Available at: <https://doi.org/10.25105/petro.v12i4.18281>.
- Paiman, M.R. (2016) 'Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Desa Talawaan', 5(2). Available at: [https://repository.polimdo.ac.id/id/eprint/550%0Ahttps://repository.polimdo.ac.id/550/1/Mikri Paiman.pdf](https://repository.polimdo.ac.id/id/eprint/550%0Ahttps://repository.polimdo.ac.id/550/1/Mikri%20Paiman.pdf).
- Pijoh, F., Brahmana Duta P. K and Purba Parulian Lasman (2024) 'Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Energi Ramah Lingkungan yang Berkelanjutan', *Industrial & System Engineering Journals*, 2(2), pp. 201–207. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.37477/isejou.v2i2.631>.
- Rega, M.S.N., Sinaga, N. and Windarta, J. (2021) 'Perencanaan PLTS Rooftop untuk Kawasan Pabrik Teh PT Pagilaran Batang', *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(4), pp. 888–901. Available at: <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i4.888>.
- Sankhya Pranata Adiguna, I.M., Setiawan, I.N. and Dwi Giriantari, I.A. (2023) 'Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Rooftop Kantor Pt Bali Cukup Mandiri', *Jurnal SPEKTRUM*, 10(2), p. 35. Available at: <https://doi.org/10.24843/spektrum.2023.v10.i02.p5>.
- Saragi, R. *et al.* (2022) 'Analisis Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan Lampu Jalan', *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), pp. 68–74. Available at: <https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v3i1.705>.
- Setiawan, R.A., Cendekia, L.E. and Saputri, A. (2025) 'Analisis Perhitungan Kebutuhan Sistem pada Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rumah Tangga 900 Watt', 3.
- Sianipar, R., Yonggi Puriza, M. and Sunanda, W. (2023) 'Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop untuk Perumahan di Pulau Bangka', *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 7(1), p. 38. Available at: <https://doi.org/10.22373/crc.v7i2.14538>.
- Sugiyanti, D., Kurniawan, A.A. and Pravitasari, D.D. (2024) 'Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Home System dengan Kapasitas 100 WP untuk Pengisian Daya Perangkat Elektronik', *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 7(2622 – 7002), pp. 239–246. Available at: <https://doi.org/10.30596/rele.v7i1.20463>.
- Sukadana Wayan *et al.* (2024) 'Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Atap on Grid System Pada Pt. Balifoam Nusa Megah Bali', *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 6, No(45), pp. 151–160. Available at: <https://creativecommons.org/licenses/>

by-sa/4.0/.

- Supriyatna, S. (2024) 'Pemetaan Potensi Energi Surya Berbasis Global Solar Atlas di Fakultas Teknik Universitas Mataram', *Dielektrika*, 11(2), pp. 146–153. Available at: <https://doi.org/10.29303/dielektrika.v11i2.385>.
- Tarigan, E. (2022) 'Simulasi Sistem PLTS Atap dan Harga Satuan Energi Listrik Untuk Skala Rumah Tangga di Surabaya', *Jurnal Rekayasa Elektroika*, 18(2), pp. 86–93. Available at: <https://doi.org/10.17529/jre.v18i2.25535>.
- Utomo, W. (2024) 'Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap untuk Perusahaan Pemasok Suku Cadang Investment Feasibility Analysis of Rooftop Solar Power Plant for Spare Parts Supply Company', 28(2), pp. 492–500. Available at: <https://doi.org/10.46984/sebatik.v28i2.2386>.
- Yulfin, M.D., Wardhani, D.H. and Purwaningsih, R. (2024) 'Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung PLN Unit Induk Distribusi Riau dan Kepri (UID RKR) Pekanbaru dengan Perangkat Lunak PVsyst', 2(4), pp. 264–270.
- Yusuf, I.M., Ginting, D. and Windarta, J. (2021) 'Pengujian Dan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop Kapasitas 1200Wp Dengan Sistem on Grid Pada Pt. Bpr Bkk Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara', *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), pp. 196–205. Available at: <https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.196-205>.