



Analisis Pengaruh Bayangan Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Rohana^{1*}, Muhammad Fitra Zambak², Ihsanurrizqie Indra Siregar³

^{1,2,3} Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

* E-mail: rohana.elektro.umsu@gmail.com

Abstract

In using PLTS, of course there are various obstacles that can cause the quantity of power produced to decrease. There are several factors that can cause a reduced power output from the solar power plant, one of which is the shadow. In this study, the PLTS output was calculated when it was covered with shadows and not covered with shadows, which was simulated using the Helioscope software. The simulation technique is carried out by covering the PLTS with the shadow produced by the building, where the resulting shadow is for shelter up to 25%, 50% and 75%. The load used in the simulation is the total load in the PT. KAI Medan Branch. The results of this study indicate that when the PLTS condition is covered by a shadow of 25%, the effective PLTS is used with a capacity of 453.4 kWp and the resulting output power is 534 MWh. In the shading condition of 50% effective PLTS that can be used is 300.2 kWp with an output power of 356.5 MWh and when conditions are 75% effective PLTS is only 176.1 kWp and an output power of 481 MWh.

Keywords: PLTS, Shading, Losses, Planning.

How to Cite: Rohana, R., Zambak, M. F., & Siregar, I. I. (2023). Analisis Pengaruh Bayangan Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 4(1), 77-90.

PENDAHULUAN

Data konsumsi energi mengalami peningkatan setiap tahunnya, peningkatan ini sejalan dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Terkhusus di Indonesia, peningkatan konsumsi energi ini akan menjadi suatu masalah apabila kebutuhan tidak mencukupi dari yang dibutuhkan. Kebijakan-kebijakan yang diambil oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) untuk menyediakan energi telah menunjukkan bahwa ketersediaan listrik yang ada sudah tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan listrik nasional. Apabila permasalahan kebutuhan listrik ini tidak diatasi maka pertumbuhan perekonomian nasional akan terganggu, mengingat segala aspek dalam lingkup masyarakat Indonesia bergantung pada energi listrik (Gross & Roppel, 2012).

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah dan para peneliti untuk memecahkan masalah kebutuhan energi listrik. Salah satu upaya yang dilakukan adalah mencari energi alternatif dan bersifat terbarukan. Energi alternatif yang terbarukan adalah cahaya matahari. Energi matahari diterima dengan jumlah 3×10 pangkat 24 Joule pertahunnya energi ini setara dengan 2×10^{17} Watt. Jumlah energi tersebut setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Dengan kata lain, dengan menutup 0.1% saja permukaan bumi dengan perangkat solar sel yang memiliki efisiensi 10% sudah mampu untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia (Jamal & Dewi, 2020). Energi yang dikeluarkan matahari

sangatlah besar setiap detiknya dan juga mengandung massa sehingga berat matahari akan berkurang ketika terjadi pelepasan energi (Rizki, dkk. 2020).

Indonesia adalah Negara tropis yang dilewati oleh garis katulistiwa, hal itu menyebabkan energi matahari yang diterima di Indonesia lebih efektif untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif terbarukan. Upaya yang telah dikembangkan untuk memanfaatkan cahaya matahari adalah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).

PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya akan lebih diminati jika dapat digunakan untuk keperluan yang relevan Energi yang dihasilkan PLTS sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari pada suatu tempat. Energi yang dihasilkan PLTS sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari pada suatu tempat. menurut Rahman & Hossain (2016) tentang cahaya dan jarak intensitas cahaya matahari dapat diukur secara langsung maupun mengambil data yang sudah tersedia.

Pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Komponen utama dari PLTS terdiri atas sel fotovoltaik. Fungsinya untuk menangkap panas matahari yang bisa diubah menjadi energi listrik. Panas yang telah ditangkap oleh fotovoltaik akan digunakan untuk memanaskan cairan yang setelahnya akan berubah menjadi uap. Uap inilah yang akan dipanaskan dan menghasilkan listrik (Mansur, 2019).

PLTS biasanya dirangkai dengan *off-grid* atau *on-grid*. PLTS *On-Grid* merupakan model yang terdiri dari dua sumber energi yaitu solar panel dan jaringan listrik PLN. Penggunaan solar panel / PLTS yang terhubung dengan jaringan listrik digunakan untuk mensuplai energi listrik di rumah tangga selama 24 jam (Purwanto, 2020). Sedangkan PLTS *Off Grid* disebut juga dengan stand-alone pv merupakan sistem pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu - satunya sumber energi utama. Untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan pada rumah tangga, maka digunakan rangkaian photovoltaic modul. Sistem ini biasanya diterapkan pada daerah yang tidak mendapat pasokan listrik PLN (Hattu, dkk. 2018).

Menurut Naim Kurniawati (2008) System PLTS memiliki kelebihan yaitu energi yang tidak pernah habis, bersih, ramah lingkungan, tidak membutuhkan bahan bakar serta umur panel surya investasi jangka Panjang.

Pada penggunaan PLTS tentu saja terdapat berbagai halangan yang dapat menyebabkan kuantitas dari daya yang dihasilkan menjadi berkurang. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan berkurangnya daya keluaran dari pembangkit listrik tenaga surya tersebut, yang pertama adalah faktor cuaca. Cuaca sangat mempengaruhi daya keluaran yang dapat dihasilkan pada PLTS, karena apabila cuaca cerah maka intensitas cahaya matahari yang didapat juga maksimal dan daya keluaran yang dihasilkan juga dapat maksimal, begitu pula sebaliknya. Namun pada cuaca cerah PLTS juga dapat menghasilkan daya keluaran yang tidak maksimal yang disebabkan oleh faktor bayangan (Roppel, dkk. 2012). Efek bayangan dapat mengurangi radiasi matahari dan berakibat pada penurunan energi yang dihasilkan oleh sistem. Namun, ketika bayangan hanya terjadi di sebgaiian *array*, maka akan ada pengurangan tegangan maksimum (mansur, 2019). Cara lain untuk menghindari masalah tersebut adalah menemukan dan memasang array pada daerah yang sedikit bahkan tidak ada bayangan pada siang hari (Alvianingsih, dkk. 2021).

Bayangan merupakan sesuatu yang menghalangi sinar matahari untuk masuk ke PLTS yang disebabkan oleh terhalangnya plts oleh beberapa benda seperti gedung, pepohonan dan lain lain. Hal ini juga dapat menyebabkan daya keluaran yang dihasilkan PLTS tidak maksimal (Sihotang, 2019). Maka dari itu penulis mengangkat judul analisis

pengaruh bayangan terhadap daya keluaran yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya. Tiap kolom diatur rata kiri-kanan. Gunakan tabel dan gambar dengan penyesuaian terhadap panjang lebar kolom. Pada halaman terakhir artikel Anda, atur panjang lebarnya agar sama besar. Gunakan tanda hubung otomatis dan pemeriksa ejaan (bila tersedia).

Lebih baik tidak mengubah ukuran-ukuran yang terdapat pada template ini, sehingga *copy paste* saja artikel yang sudah dibuat pada artikel ini untuk memudahkan dalam penyusunan artikel.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan terfokus pada losses pada panel surya yang terjadi akibat shading ataupun bayangan yang menutupi permukaan panel surya. Data yang pertama kali dibutuhkan adalah data intensitas cahaya matahari yang dapat diambil melalui software HelioScope. Apabila intensitas matahari pada lokasi penelitian didapat maka selanjutnya memanfaatkan program pada komputer untuk mempermudah penulis dalam menganalisis pengaruh bayangan pada panel surya.

Adapun program atau aplikasi yang digunakan adalah HelioScope. Aplikasi HelioScope membantu untuk mensimulasikan bayangan yang akan menutup PLTS, dimana simulasi shading dilakukan sebanyak 3 tahap yaitu bayangan menutup PLTS sebesar 25%, 50% dan 75%.

Simulasi dilakukan sepenuhnya menggunakan aplikasi Helioscope, dimana simulasi dilakukan 4 tahap yaitu simulasi tanpa shading, shading 25%, shading 50% dan shading sebesar 75% :

1) Simulasi Tanpa Shading

Simulasi tanpa shading ini dilakukan diawali dengan perencanaan PLTS pada lokasi penelitian dan menghitung berapa kapasitas terpasang dan daya keluaran pada PLTS yang telah dirancang. Pada tahap tanpa shading ini PLTS direct dengan cahaya matahari yaitu PLTS tidak terhalang oleh bayangan ataupun shading.

2) Shading 25%

Pada tahap ini simulasi shading digunakan, dimana shading akan diaplikasikan pada PLTS yang telah dirancang pada atap laboratorium fakultas Teknik UMSU. Dimana shading disetting melalui Gedung yang disumulasikan yang akan menutup 25% dari total 100% PLTS yang telah dirancang. Kemudian akan dihitung berapa kapasitas PLTS yang efektif digunakan dan berapa daya keluaran PLTS.

3) Shading 50% dan 75%

Pada tahap ini shading disetting menutupi 50% dan 75% bagian dari PLTS yang telah dirancang dan akan dihitung berapa kapasitas PLTS yang efektif digunakan dan berapa daya keluaran PLTS tersebut.

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah data simulasi yang telah dilakukan yaitu shading 25%, 50%, 75% dan tanpa shading kemudian akan dilihat berapa kapasitas PLTS yang efektif digunakan pada masing-masing shading. Dilihat juga daya keluaran yang dihasilkan PLTS pada masing-masing simulasi shading dan tanpa shading. Data dari masing-masing simulasi akan dirangkum kedalam satu table dan Digambar kedalam bentuk grafik kemudian akan dilihat perbandingan dari hasil simulasi yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan secara simulasi untuk melihat daya keluaran ataupun output PLTS yang dipasang pada gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan. Sesuai dengan slip pembayaran gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan, jumlah daya terpasang pada gedung disuplai penuh oleh PT.PLN dengan kapasitas daya tarif bisnis (B3) yaitu 240.000 VA atau 240 kVA. Dimana daya digunakan untuk mensuplai semua beban yang ada pada gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan.

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) disimulasikan kedalam software Helioscope. Pada simulasi ini PLTS dipasang off-grid atau berdiri sendiri (tidak terhubung dengan PLN) dengan suplai daya cadangan menggunakan genset.

Adapun tingkat intensitas cahaya matahari pada lokasi penelitian didapat melalui software HOMER. Data rata-rata intensitas cahaya matahari setiap harinya selama 12 bulan adalah sebesar 4,56 kWh/m²/hari. Menurut Pramudita, dkk (2021) PLTS adalah sistem pembangkit yang memanfaatkan sinar matahari yang nantinya akan dikonversikan menjadi energi listrik menggunakan PV. HOMER adalah suatu model sistem pembangkit skala kecil untuk mempermudah dalam mengevaluasi desain dari jaringan tunggal (off-grid) maupun jaringan yang terkoneksi dengan sistem (grid-connected). HOMER memungkinkan pemodelan untuk membandingkan banyak opsi desain yang berbeda berdasarkan manfaat teknis dan ekonomi mereka. Dengan menggunakan HOMER diharapkan dapat mengetahui konfigurasi sistem pembangkit yang optimal juga dapat mengetahui besar potensi energi terbarukan di Teknik Industri. Hasilnya dengan menggunakan HOMER di dapat konfigurasi yang optimal yaitu photovoltaic (PV)- Grid dengan 22.244 kWh/tahun untuk daya yang dihasilkan oleh PV dan 284.061 kWh/tahun daya yang disuplai oleh grid untuk memenuhi permintaan beban sebesar 305.305 kWh/tahun, dengan investasi awal sebesar \$13.597 pada HOMER menggunakan bunga sebesar 6 %.

Dari kapasitas PLTS yang ada dikalikan dengan 25% yaitu rugi – rugi pada sistem. Maka total kapasitas PLTS yang harus dipasang untuk mensuplai beban adalah sebesar 603.904 Wp. Apabila kapasitas PLTS per modul yang digunakan adalah sebesar 320 Wp maka jumlah PLTS yang harus dipasang adalah sebanyak 1.888 modul panel surya kapasitas 320 Wp.

Adapun Klasifikasi beban yang telah dihitung pada Gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan ini adalah sebagai berikut :

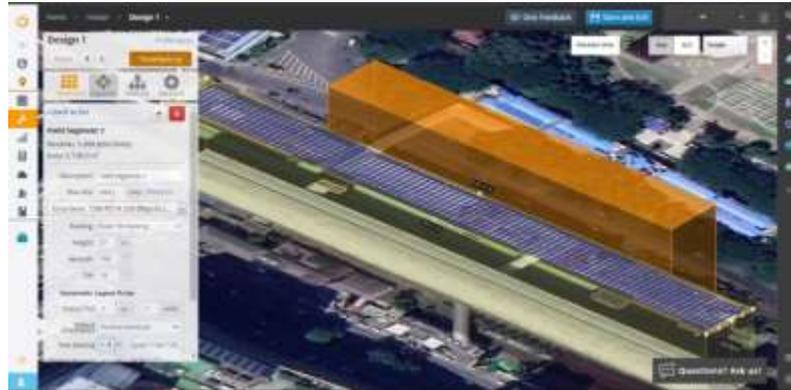
Tabel 1. Beban Gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan

No	Nama Area	Konsumsi Energi (kWh/Hari)			Jumlah
		Penerangan	AC	Beban Lain	
A	Lantai 1	33,134	357,33	212,127	602,591
B	Lantai 2	34,874	469,34	222,006	726,22
C	Lantai 3	32,913	441,56	396,958	871,31
	Total	100,921	1.268,23	828,891	2.203,042

Pada Tabel diatas dapat dilihat total beban pada Gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan adalah sebesar 2.203,042kWh/ hari atau 2.203.042 Wh/hari.

Setelah didapat jumlah modul yang akan dipasang untuk mensuplai beban yang ada, maka pada software Helioscope dilakukan simulasi pemasangan PLTS pada atap gedung PT.

KAI Bandara Cabang Medan. Adapun hasil pemasangan PLTS secara simulasi adalah sebagai berikut:

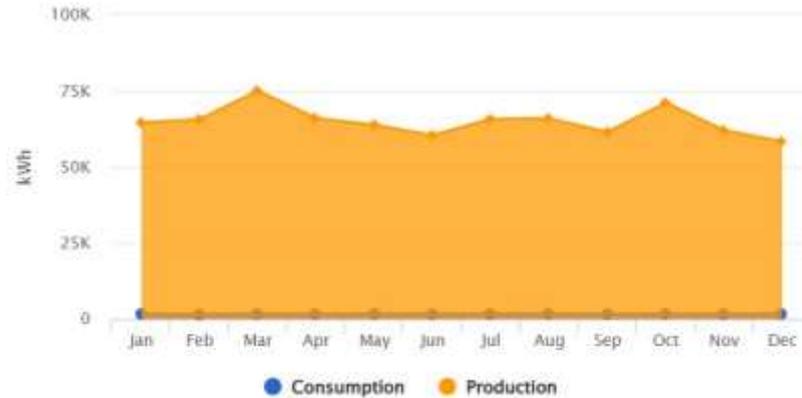


Gambar 1. Tampak Samping



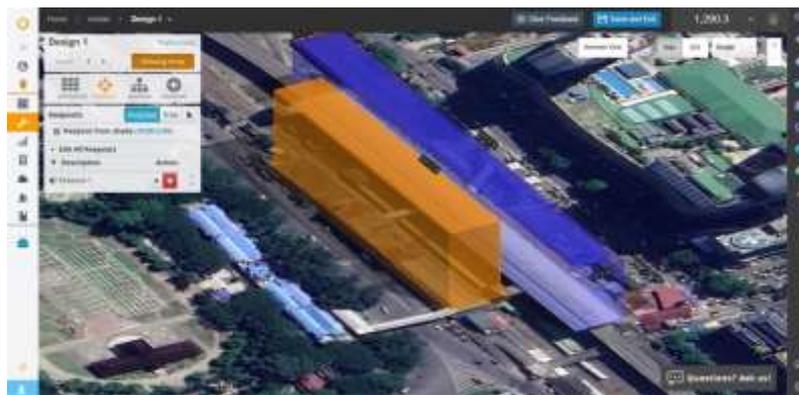
Gambar 2. Tampak Atas

Pada simulasi ini terpasang kapasitas PLTS dengan masing – masing panel Trina Solar TSM-PD14 dengan dimensi 1960 mm x 992 mm berkapasitas 320 Wp, dan dipasang pada *rooftop* dengan luas area 5.728 m². Dari PLTS yang terpasang sebanyak 1.888 modul plts dengan kapasitas 320 Wp dapat menghasilkan daya sebesar 604,2 kWp atau daya keluaran yang dapat dihasilkan per harinya sebesar 604,2 kWp x 4,56 (ESH pada lokasi penelitian) yaitu 2.755.152 Watt/hari. Adapun grafik daya keluaran PLTS adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Keluaran PLTS Tanpa Hambatan

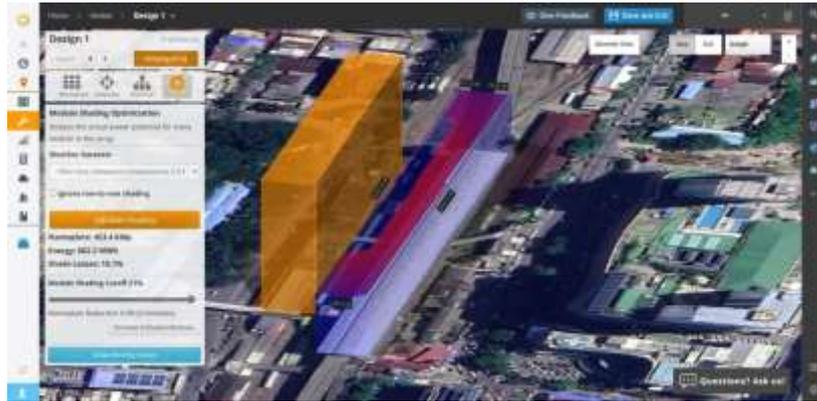
Maka dapat dilihat apabila PLTS terpasang tanpa adanya hambatan (bayangan) yang menutupi maka daya keluaran yang dihasilkan mampu untuk membebani total beban yang ada pada gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan. Untuk simulasi bayangan digunakan simulasi Gedung yang berada pada bagian samping gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan. Dimana luas bangunan yang akan disimulasikan sebagai penutup yang akan menjadi shading dan tinggi bangunan akan disesuaikan sesuai dengan kebutuhan shading yang akan digunakan.



Gambar 4. Bangunan sebagai simulasi bayangan yang akan digunakan

Pada penelitian ini dilakukan simulasi shading sebanyak 3 tahap, tahap pertama PLTS tertutup shading sebesar 25% tahap selanjutnya PLTS tertutup sebesar 50% dan terakhir sebesar 75%.

Pada simulasi ini pembangkit listrik tenaga surya yang telah tertutup shading oleh Gedung sebesar 25%. Dari jumlah total Modul panel surya sebanyak 1.888 modul, maka 25% yang akan ditutupi adalah sebanyak 472 Modul sehingga banyaknya modul yang tidak tertutup shading adalah sebanyak 1.416 Modul. Gedung disetting setinggi 60 m atau setara dengan gedung 13 lantai sehingga bagian PLTS tertutup sebesar 25%.



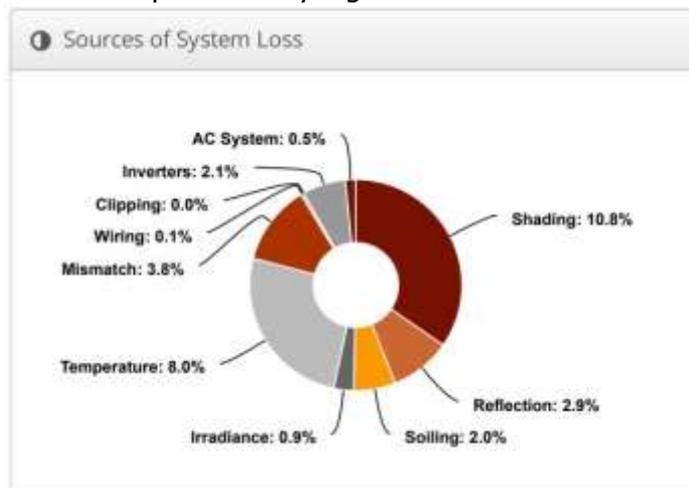
Gambar 5. Shading 25%

Pada gambar diatas dapat dilihat terdapat penurunan kapasitas efektif yang dapat digunakan yaitu dari 604,2 kWp menjadi 453,4 kWp. Pada tahap shading sebesar 25% Adapun daya keluaran total PLTS dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 6. Konsumsi Energi Shading 25%

Adapun grafik losses pada PLTS yang disimulasikan adalah sebagai berikut



Gambar 7. Rugi – Rugi pada PLTS

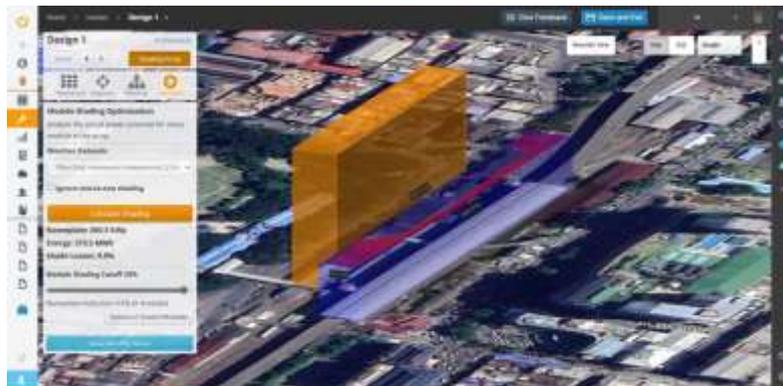
Dari hasil simulasi shading 25% terhadap PLTS dapat dilihat terdapat penurunan kapasitas dan daya keluaran yang diakibatkan shading paling besar yaitu sebesar 10.8%, Dimana losses ini berdampak kepada jumlah PLTS yang efektif digunakan (tidak terkena bayangan). Sehingga adapun hasil dari simulasi pada shading dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Hasil Shading 25%

Kapasitas Module Awal	604,2 kWp
Kapasitas Module Efektif Setelah Shading 25%	453,4 kWp
Penurunan (%)	24%

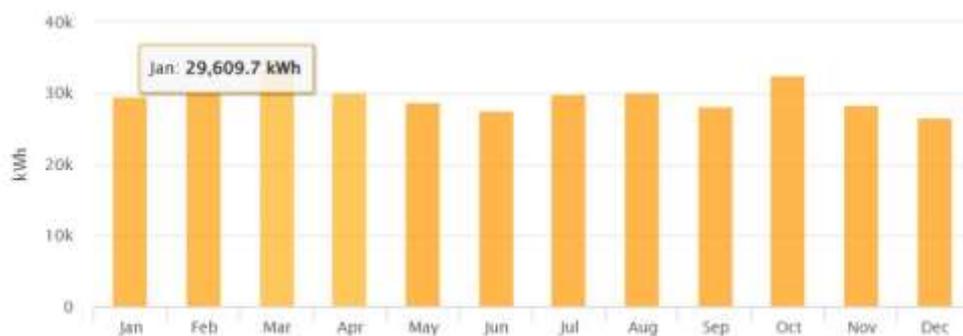
Dari hasil simulasi shading sebesar 25% dapat dilihat pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas awal sebesar 604,2 kWp hanya sebesar 453,4 kWp yang efektif digunakan. Sehingga akibat shading kapasitas PLTS mengalami penurunan sebesar 24%.

Simulasi selanjutnya yaitu simulasi pembangkit listrik tenaga surya yang tertutup shading oleh Gedung sebesar 50%. Dari jumlah total Modul panel surya sebanyak 1.888 modul, maka 50% yang akan ditutupi adalah sebanyak 944 Modul sehingga banyaknya modul yang tidak tertutup shading adalah sebanyak 944 Modul. Gedung disetting setinggi 71 m atau setara dengan gedung 16 lantai sehingga bagian PLTS tertutup sebesar 50%.



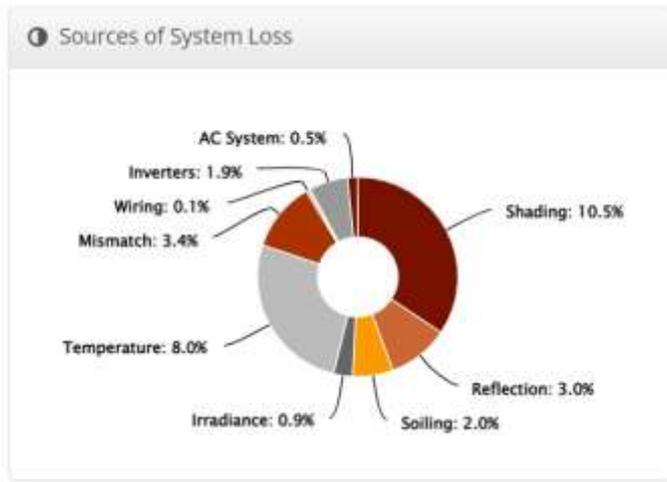
Gambar 8. Shading 50%

Pada gambar diatas dapat dilihat terdapat penurunan kapasitas efektif yang dapat digunakan yaitu dari 604,2 kWp menjadi 300,5 kWp. Pada tahap shading sebesar 50% Adapun daya keluaran total PLTS dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 9. Kosumsi Energi Shading 50%

Adapun grafik losses pada PLTS yang disimulasikan adalah sebagai berikut :



Gambar 10. Rugi – Rugi pada PLTS

Dari hasil simulasi shading 50% terhadap PLTS dapat dilihat terdapat penurunan kapasitas dan daya keluaran yang diakibatkan shading paling besar yaitu sebesar 10.5%, Dimana losses ini berdampak kepada jumlah PLTS yang efektif digunakan (tidak terkena bayangan). Sehingga adapun hasil dari simulasi pada shading dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3. Hasil Shading 50%

Kapasitas Module Awal	604,2 kWp
Kapasitas Module Efektif Setelah Shading 50%	300,5 kWp
Penurunan (%)	49%

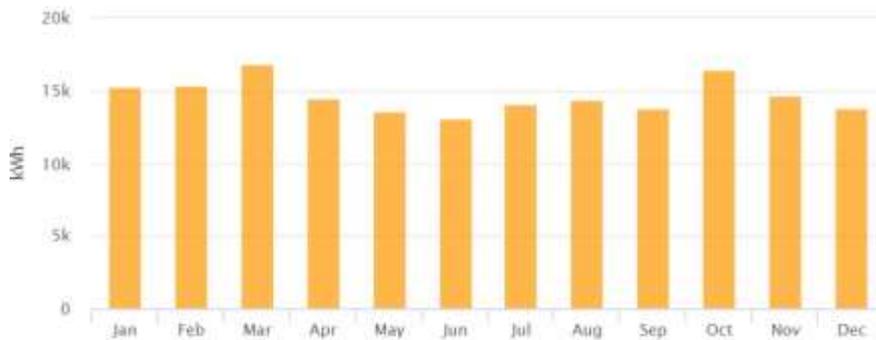
Dari hasil simulasi shading sebesar 50% dapat dilihat pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas awal sebesar 604,2 kWp hanya sebesar 300,5 kWp yang efektif digunakan. Sehingga akibat shading kapasitas PLTS mengalami penurunan sebesar 49%.

Simulasi pembangkit listrik tenaga surya selanjutnya adalah yang telah tertutup shading oleh Gedung sebesar 75%. Dari jumlah total Modul panel surya sebanyak 1.888 modul, maka 75% yang akan ditutupi adalah sebanyak 1.416 Modul sehingga banyaknya modul yang tidak tertutup shading adalah sebanyak 472 Modul. Gedung disetting setinggi 111 m setara dengan gedung 25 lantai sehingga bagian PLTS tertutup sebesar 75%



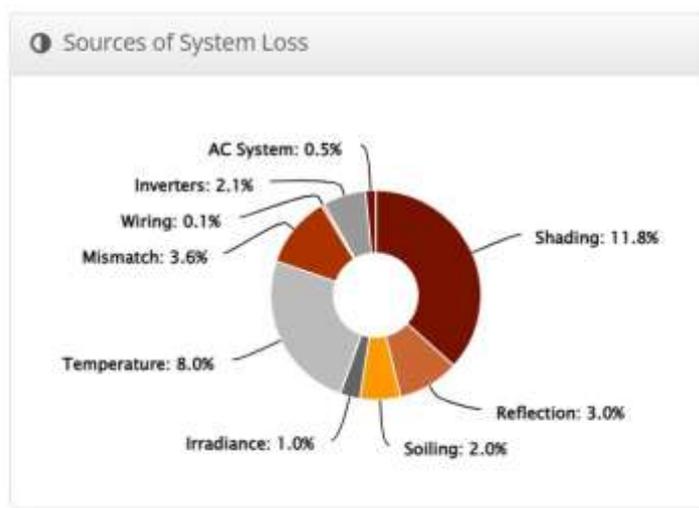
Gambar 11. Shading 75%

Pada gambar diatas dapat dilihat terdapat penurunan kapasitas efektif yang dapat digunakan yaitu dari 604,2 kWp menjadi 151 kWp. Pada tahap shading sebesar 25% Adapun daya keluaran total PLTS dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 12. Konsumsi Energi Shading 75%

Adapun grafik losses pada PLTS yang disimulasikan adalah sebagai berikut :



Gambar 13. Rugi – Rugi pada PLTS

Dari hasil simulasi shading 75% terhadap PLTS dapat dilihat terdapat penurunan kapasitas dan daya keluaran yang diakibatkan shading paling besar yaitu sebesar 11.8%, Dimana losses ini berdampak kepada jumlah PLTS yang efektif digunakan (tidak terkena bayangan). Sehingga adapun hasil dari simulasi pada shading dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4. Hasil Shading 75%

Kapasitas Module Awal	604,2 kWp
Kapasitas Module Efektif Setelah Shading 75%	151 kWp
Penurunan (%)	75%

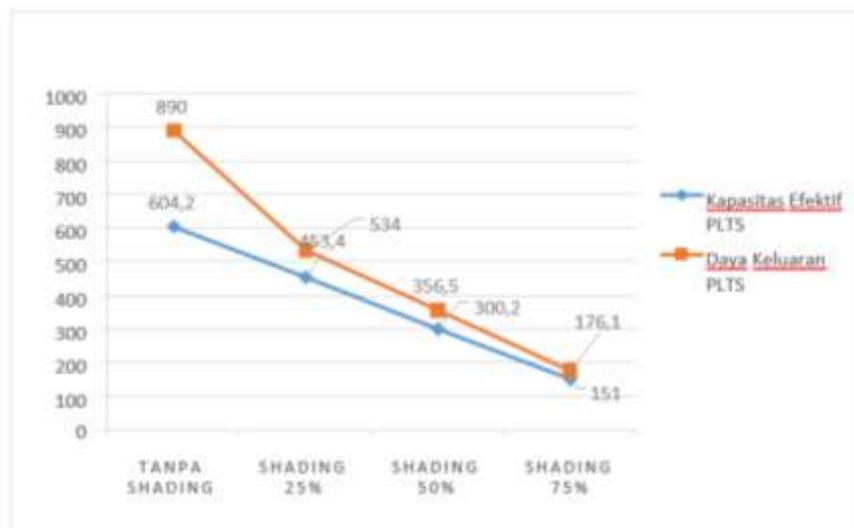
Dari hasil simulasi shading sebesar 75 % dapat dilihat pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas awal sebesar 604,2 kWp hanya sebesar 151 kWp yang efektif digunakan. Sehingga akibat shading kapasitas PLTS mengalami penurunan sebesar 75%.

Setelah dilakukan simulasi sebanyak 4 tahap yaitu tertutup bayangan sebesar 25%, 50% dan 75% serta simulasi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya direct ataupun tanpa terhalang oleh bayangan. Adapun hasil dari simulasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Simulasi Shading

Kapasitas Terpasang PLTS (Kw)	Shading	PLTS Efektif (kWp)	Daya Keluaran/Tahun (MWh)
604,2	Tanpa Shading	604,2	890,3
	Shading 25%	453,4	534
	Shading 50%	300,2	356,5
	Shading 75%	151	176,1

Dari table diatas dapat dilihat hasil simulasi dari shading yang telah dilakukan, terdapat kapasitas PLTS yang efektif digunakan apabila terdampak shading dan daya keluaran dari PLTS Ketika tertimpa shading dan tanpa shading.



Gambar 14. Grafik hasil Simulasi

Dari grafik simulasi dapat dilihat semakin besar shading yang mengenai PLTS maka semakin kecil pula jumlah panel yang efektif digunakan dan semakin kecil daya keluaran yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya. Pada keadaan tanpa shading PLTS dengan kapasitas 604 kWp dapat menghasilkan daya sebesar 890 MWh. Sedangkan pada kondisi shading 25% daya keluaran menurun menjadi 534 MWh, Ketika shading sebesar 50% daya keluaran yang dihasilkan sebesar 365MWh dan Ketika shading sebesar 75% pengurangan daya terjadi sangat signifikan menjadi 176 MWh. Dari data yang dijabarkan diatas, diketahui bahwa Apabila PLTS yang dipasang tidak ada halangan (shading) yang menutup bagian PLTS, maka sistem PLTS mampu untuk mensuplai beban yang ada pada Gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan. Namun ketika PLTS tertutup oleh bayangan maka semakin berkurang pula daya keluaran dari PLTS seperti pada grafik 4.12. Semakin besar permukaan PLTS tertutup oleh bayangan maka semakin besar pula presentase daya yang

berkurang. Maka dalam keadaan PLTS tertutup bayangan, PLTS hanya dapat mensuplai beban.

Tabel 6. Kemampuan PLTS mensuplai beban

Shading	Kapasitas Efektif PLTS (kWp)	Daya Keluaran PLTS / Tahun (MWh)	Daya Keluaran PLTS / Hari (kWh)	Beban / hari (kWh)			Total Beban/Hari (kWh)
				Penerangan	AC	Beban Lain	
				100,921	1.268,23	828,891	
No Shade	604,2	890,3	2.432	✓	✓	✓	2.203
25%	453,4	534	1.459	✓	✓	-	1.368
50%	300,2	356,5	974	✓	-	✓	929
75%	151	176,1	481	✓	-	-	100,921

Pada table diatas dapat dilihat apabila sistem PLTS tertutup bayangan 25% maka hanya mampu untuk membebani beban Penerangan dan AC saja yaitu sebesar 1.368 kWh/hari. Sedangkan untuk PLTS tertutup bayangan 50% maka sistem hanya mampu membebani penerangan dan beban lainnya yaitu sebesar 929 kWh/hari. Sedangkan jika sistem PLTS tertutup bayangan sebesar 75% maka hanya mampu membebani penerangan saja yaitu sebesar 100,921 kWh/hari.

Penelitian relevan dengan hasil penelitian ini adalah hasil penelitian Sapriilia, dkk (2019) yang menyatakan bahwa Energi listrik pembangkit tenaga surya yang terhubung ke jaringan terpadu bergantung pada intensitas radiasi matahari. Namun, pada beberapa area pembangkit tenaga surya masih terdapat pohon dan gedung disekitar nya yang dapat menutupi sebagian area permukaan panel surya (partial shading). Penelitian ini bertujuan untuk investigasi efek dari variabilitas radiasi matahari akibat partial shading terhadap daya keluaran sel surya 1 Wp. Berdasarkan hasil observasi pada pengujian pukul 10.00 – 14.00, tegangan terbuka dan arus hubung singkat pada sel surya mengalami penurunan seiring kenaikan intensitas partial shading. Semakin besar partial shading pada sel surya maka daya keluaran yang dihasilkan semakin rendah. Efek setengah partial shading dari total area sel surya mengakibatkan penurunan daya sebesar 88.2%. Seperempat shading mengakibatkan penurunan daya keluaran sel surya sebesar 75.6% dibandingkan daya pada kondisi normal. Selain itu Kenaikan suhu sel surya mengakibatkan penurunan tegangan terbuka yang cukup berarti.

Peningkatan penggunaan panel surya meningkat pada kehidupan sehari-hari. Peningkatan tersebut dilakukan dengan kesadaran untuk mengurangi penggunaan energi dari fosil dan juga mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan oleh energi fosil. Penggunaan panel surya dapat dilihat pada penerangan lampu jalan, rumah tangga, dan industry. Pada implementasinya tidak semua iradiasi matahari masuk kedalam panel surya, sehingga tercipta suatu keadaan yang disebut partial shading atau bayangan sebagian. Penelitian dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari partial shading terhadap panel surya dan keluaran daya panel surya. Penentuan pengaruh partial shading dilakukan dengan melakukan simulasi komputasi dan juga mengambil data secara langsung. Solar panel yang digunakan dalam percobaan ini ialah solar panel 250 WP. Total daya yang didapatkan pada setiap percobaan pada keadaan normal tanpa partial shading ialah 290 W, 300 W dan 286 W, sementara data yang didapatkan saat partial shading yaitu 260 W, 258 W, 256 W. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat partial shading dapat mengurangi besaran keluaran dari panel surya sebesar 10% hingga 14 % (Giyantara, 2020).

PENUTUP

Berdasarkan data yang diperoleh dan setelah melakukan penghitungan berdasarkan 3 (tiga) klasifikasi beban, maka diperoleh total beban pada Gedung PT. KAI Bandara Cabang Medan yang digunakan sebagai sample pada simulasi PLTS adalah sebesar 2.203,042kWh/hari. Pada simulasi perencanaan yang dilakukan menggunakan software Helioscope, daya keluaran PLTS berkapasitas 604,2 kWp tanpa shading atau direct dengan cahaya matahari adalah 890,3 MWh/tahun.

Pada saat kondisi PLTS tertutup bayangan sebesar 25%, PLTS yang efektif digunakan berkapasitas sebesar 453,4 kWp dan daya keluaran yang dihasilkan adalah sebesar 534 MWh. Pada kondisi shading 50% PLTS efektif yang dapat digunakan 300,2 kWp dengan daya keluaran 356,5 MWh dan pada saat kondisi 75% PLTS efektif hanya 176,1 kWp dan daya keluaran 481 MWh.

Setelah permukaan panel terkena shading sebesar 25%, PLTS hanya mampu membebani penerangan dan AC. Pada kondisi permukaan panel terkena shading sebesar 50%, PLTS hanya mampu membebani beban penerangan dan beban lainnya, sedangkan pada shading sebesar 75% PLTS hanya mampu membebani beban penerangan saja.

Dari kesimpulan diatas disarankan kepada peneliti lain untuk dapat menggunakan jenis aplikasi lainnya untuk mendapatkan hasil perbandingan simulasi pada bayangan yang bervariasi serta melakukan penelitian rugi – rugi atau losses pada PLTS diluar daripada dampak shading ataupun tertutup bayangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvianingsih, G., & Simanjuntak, J. C. H. (2021). Analisis Tekno-Ekonomi Hibrid Sistem PLTD PLTS Di Pulau Gersik, Belitung Menggunakan Perangkat Lunak Homer. *SUTET*, 11(1), 1-12. Doi: <https://doi.org/10.33322/sutet.v11i1.1372>
- Aprillia, B. S., Zulfahmi, M. R., & Rizal, A. (2019). Investigasi efek partial shading terhadap daya keluaran sel surya. *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, 5(2), 9-17.
- Giyantara, A., & Rizqullah, R. B. (2020). Pengaruh Partial Shading Terhadap Daya Keluaran Pada Panel Surya. In *Seminar Nasional Kahuripan* (pp. 279-283).
- Gross, C. A., & Roppel, T. A. (2012). *Fundamentals of electrical engineering*. CRC press.
- Hattu, E. P., Wabang, J. A., & Palinggi, A. (2018). Pengaruh Bayangan terhadap Output Tegangan dan Kuat Arus pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Politeknik Negeri Kupang*.
- Jamal, J., & Lewi, L. (2020, November). Analisis Kinerja Dan Laju Pengeringan Pada Pengering Hybrid Dengan Variasi Sumber Energi Pemanas. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 5, No. 1, pp. 148-153).
- Mansur, A. (2019). Analisa Dampak Bayangan Modul Terhadap Output PLTS: PLTS 50 kWp UPDL Makassar. *Energi & Kelistrikan*, 11(2), 160-170. Doi: <https://doi.org/10.33322/energi.v11i2.746>
- Naim Kurniawati. (2008). Aplikasi Sel Surya Pada komplek Perumahan Orchid Cycle. Universitas Hasanuddin.

- Pramudita, B. A., Aprillia, B. S., & Ramdhani, M. (2021). Analisis Ekonomi on Grid PLTS untuk Rumah 2200 VA. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 1(2).
- Purwanto, S. D., Fikri, M., & Christiono, C. (2020). Dampak Bayangan Pada Panel Surya Terhadap Daya Keluaran Photovoltaic. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 9(2).
- Rahman, M.A., Hossain, M.A., Das, B., (2016). Synthesis of TiO₂ Nanotube by Electrochemical Anodization of Ti Foil in Room Temperature. *Mechanical Engineering Research Journal*, 10, 90-93.
- Rizki, Fajar, dkk, (2020). Modifikasi Model Rak Alat Pengering Tipe Hybrid Pada Pengeringan Ikan Keumamah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1).
- Sihotang, G. H. (2019). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop di Hotel Kini Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).