

MODEL EMPIRIS PERFORMANSI PANEL SURYA TERHADAP RADIASI MATAHARI DI KOTA DUMAI

**Tegar Lagsmana¹, Tegar Fahrur Rozi², Bobby Demeianto³, M. Zaki Latif Abrori⁴,
Mega Lazuardi Umar⁵, Rizqi Ilmal Yaqin⁶**

^{1,2,3,4,6}Prodi Permesinan Kapal, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai

Jl. Wan Amir No.1, Pangkalan Sesai, Kec. Dumai Barat, Dumai, Riau 28826

⁵Prodi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi

Jl. Raya Jember No.KM13, Kawang, Labanasem, Kec. Kabat, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur 68641

E-mail : ¹tegarboy@gmail.com, ²rozi123@gmail.com, ³bobby.demeianto@gmail.com, ⁴zakli.latif@kkp.go.id ,
⁵megalazuardiumar@poliwangi.ac.id ⁶ilmal.yaqin29@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu jenis mesin konversi energi matahari atau terbarukan yang sekarang banyak digunakan untuk mensuplai energi listrik. Penelitian ini bertujuan menganalisa model empiris hubungan daya masuk panel surya terhadap radiasi serta suhu panel surya dengan efisiensi panel surya di kota Dumai. Panel surya yang digunakan 100WP dengan pengukuran luaran daya dan potensi radiasi serta suhu lingkungan maupun suhu panel surya. Analisis performansi menggunakan persamaan yang menghitung daya luaran dan efisiensi dari panel surya. Sedangkan untuk menganalisis hubungan antara suhu antara radiasi matahari dengan daya panel surya menggunakan persamaan linier serta hubungan antara suhu panel dengan efisiensi panel surya menggunakan persamaan polynomial. Hasil dari studi penelitian ini potensi radiasi matahari Kota Dumai 4,013 kWh/m².hari, suhu lingkungan 36,08 °C, suhu panel surya 38,59 °C, daya luaran panel surya 0,203 kWh/m²-hari serta rata-rata efisiensi sebesar 8,9. Hubungan antara radiasi matahari dengan panel surya memiliki korelasi linier. Sedangkan hubungan suhu panel terhadap efisiensi panel surya memiliki korelasi polynomial. Dampak dari penelitian ini bahwa panel surya dapat digunakan dalam aplikasi lanjutan dalam kehidupan.

Kata Kunci: Linear, Panel Surya, Polynomial, Radiasi Matahari.

1. PENDAHULUAN

Energi matahari (surya) adalah sumber energi dari berbagai sumber energi yang tergolong sumber energi terbarukan. Beberapa dekade pemerintah sudah menerapkan penggunaan energi terbarukan. Sehingga penggunaan energi matahari menjadikan salah satu solusinya. Energi terbarukan yang berasal dari matahari atau surya dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan memanfaatkan mesin konversi energi berupa pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Dimana pada PLTS terdapat sebuah komponen panel surya sebagai kolektor energi matahari. Panel surya merupakan komponen/ alat dari PLTS untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan panel surya dapat dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat pengguna untuk memenuhi kebutuhan daya listrik pada peralatan elektronik. Penggunaan PLTS sangat berkembang pesat dengan memanfaatkan energi terbarukan berupa energi matahari. Berdasarkan letak geografis Indonesia yang terletak diantara garis katulistiwa sehingga Indonesia memiliki potensi yang besar dalam penggunaan energi matahari (Alfanz et al., 2015). Hal ini dikarenakan Indonesia memiliki waktu penyinaran yang lebih lama dari pada negara lainnya. Artinya pengaruh letak suatu PLTS masih tergantung dengan lama penyinaran dan daya radiasi matahari. Energi matahari di Indonesia berpotensi untuk digunakan sebagai PLTS secara mandiri maupun skala industri. Energi matahari adalah energi alternatif yang memiliki radiasi panas dengan nilai radiasi rata-rata di Indonesia

mencapai $4,5 \text{ kWh/m}^2\text{-hari}$ sampai dengan $4,8 \text{ kWh/m}^2\text{-hari}$ atau dapat dikonversi menjadi 675 Wh-hari . Nilai radiasi yang dikonversi menjadi energi listrik tersebut bisa dihasilkan menggunakan panel surya dengan kapasitas 100 Wp , dengan konversi efisiensi pada panel surya sekitar 15% . Energi matahari merupakan energi yang ramah lingkungan, tidak akan pernah habis, serta gratis dan bebas biaya, oleh karena itu sumber energi matahari dapat dikembangkan dalam penggunaannya untuk memasok daya listrik pada kelistrikan pengguna dengan konsep pembangkit tenaga surya (PLTS) (Hasrul et al., 2021).

Penggunaan Panel surya sebagai sumber listrik pengganti PLN sudah banyak dikembangkan. Dalam dunia kelautan dan perikanan beberapa alat sudah menggunakan Panel surya guna mengganti suplai daya listrik dari PLN. Beberapa contoh peralatan kelautan dan perikanan antara lain Bagan Tancap (Lestari et al., 2020), Kapal Nelayan (Nugraha, 2020), Penggerak pompa kolam budidaya (Demeianto et al., 2021; Nurhadi et al., 2021), Mesin pelontar pakan ikan dan lainnya. Metode pemberian pakan ikan umumnya mesin yang digunakan masih menggunakan listrik PLN. Kajian yang dilakukan oleh (Tohari & Istiqlaliyah, 2022) mesin pelontar pakan ikan dengan sistem PLTS dapat menggunakan 2 buah panel surya berkapasitas 40 Wp dengan sudut kemiringan pemasangan sebesar 10° terhadap bidang datar. Sehingga sistem tersebut dapat menghasilkan daya pengisian $12,80 \text{ watt}$. Arus rata – rata yang dihasilkan untuk pengisian baterai adalah $0,94\text{A}$. Sehingga penggunaan panel surya sebagai pemasok suplai daya listrik pada peralatan perikanan sangat dapat dikembangkan. Namun penggunaan mesin mesin perikanan tersebut belum dapat digunakan secara optimal sehingga perlu adanya kesesuaian kajian teknis yang mendalam tentang efisiensi, radiasi dan daya yang dihasilkan panel surya sehingga dapat diperhitungkan. Beberapa parameter tersebut menjadi poin penting guna dapat meningkatkan optimalisasi peralatan perikanan.

Penggunaan panel surya dalam memenuhi kebutuhan listrik perlu mengetahui beberapa parameter yang mempengaruhinya. Akhir akhir ini beberapa penelitian penggunaan panel surya telah dilakukan. Penelitian Jufrizel (2017) mendapatkan hasil yaitu penggunaan panel surya di Kota Dumai perlu ditingkatkan karena memiliki potensi aspek ekonomi yang dapat meningkat. Disisi lain, penelitian tentang efisiensi panel surya banyak dilakukan, salah satunya oleh Putri (2020) yang mendapatkan hasil yaitu performansi dari panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut adalah radiasi matahari, suhu dan kecepatan angin. Selain itu, peningkatan suhu panel mengakibatkan tegangan pada rangkaian terbuka (V_{oc}) menurun nilainya dan daya luaran dari panel surya juga menurun. Kenaikan suhu panel surya memiliki pengaruh pada kinerja dan efisiensi listrik panel surya. Penelitian dari Frendi (Syamsudin, 2018) menjelaskan bahwa adanya aktivitas matahari dapat mempengaruhi nilai radiasi matahari. Sedangkan untuk energi matahari yang sampai ke bumi juga bersamaan dengan nilai medan magnetik sekitar bumi serta jumlah partikel bermuatan tergantung dengan energi yang dipancarkan matahari. Fenomena tersebut mengubah intensitas sinar kosmik yang akan ke permukaan bumi. Penelitian dari Umar (2020) juga menjelaskan bahwa model panel surya dengan empat parameter disimulasikan dengan aplikasi matlab dengan persamaan model satu diode. Hasil dari pemodelan tersebut divalidasi dengan datasheet dan eksperimen yang dilakukan. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa perbandingan nilai error daya luaran panel surya dari datasheet dan eksperimen sebesar 0.03% dan 3.54% .

Berdasarkan penelitian terdahulu belum adanya penelitian tentang hubungan radiasi matahari terhadap daya yang dihasilkan panel surya, terutama di kota Dumai. Sehingga masih belum ada informasi tentang potensi energi terbarukan berupa efisiensi dan daya yang dihasilkan panel surya terhadap radiasi matahari yang memiliki karakteristik yang berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya. Radiasi matahari sangat tergantung oleh kondisi cuaca di setiap tempat. Selain itu, belum ada model empiris untuk menggambarkan profil karakteristik energi matahari pada setiap momen tertentu. Penelitian tentang hubungan daya masuk panel surya terhadap radiasi matahari di kota Dumai masih belum ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisa model empiris hubungan daya masuk panel surya terhadap radiasi serta suhu panel surya dengan efisiensi panel surya di kota Dumai. Dampak dari penelitian ini menjadi rujukan serta menjadi bahan pengembangan model empiris radiasi matahari dan daya masuk photovoltaik, sehingga dimanfaatkan para pelaku industri terutama pada bidang energi terbarukan di masa sekarang atau masa akan datang.

2. METODE

2.1 Panel Surya

Peralatan paling utama dalam penelitian ini adalah Panel Surya. Panel surya adalah mesin yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik.. Panel surya memiliki satuan daya yaitu *wattpeak* (Wp). Panel surya dalam penelitian ini memiliki spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 1. Panel yang digunakan menggunakan merek Maysun buatan Dubai, UEA. Dengan daya maksimum 100 Wp. Dengan dimensi panel surya sebesar 1020x670x30 mm. Tata letak panel surya diletakkan diatas mesin pelontar pakan ikan yang ditunjukkan pada Gambar 1. Panel surya diletakkan dengan kondisi bersih yang dibersihkan dengan air. Kemudian diletakkan pada posisi yang langsung terkena energi matahari. Posisi panel surya diletakkan dengan sudut 30°.

Tabel 1. Panel surya yang digunakan

No	Spesifikasi	Nilai	Satuan
1	Merek	Maysun	-
2	Model	S100P-36	-
3	Rate Maximum power (PM)	100	W
4	Tolerance	0~+5	
5	Voltage at P_{mx} (VMP)	18,2	A
6	Current at P_{max} (IMP)	5,3	A
7	Open circuit voltage (VOC)	21,51	V
8	Short circuit current (ISC)	5,88	A
9	Normal operating cell temp (NOCT)	46±2	°C
10	Maximum system voltage	1000V	DC
11	Maximum series fuse rating	10	A
12	Operating temperature	-40 to + 85	°C
13	Application class	Class a	
14	Fire safety class	Class c	
15	Cell technology	Poly-si	
16	Weight	6,9	kg
17	Dimension	1020*670*30	mm



Gambar 1. Panel surya yang digunakan di penelitian

2.2 Pengukuran Daya Luaran Panel Surya

Penelitian ini menggunakan panel surya 100 Wp. Dengan melakukan pengambilan data arus dan voltase mulai dari pukul 06.00 WIB sampai dengan 18.00 WIB. Pengambilan data menggunakan watt meter dan multimeter dengan interval 30 menit setiap pengambilan data. Secara garis besar, panel surya yang digunakan dalam penelitian akan berfungsi dengan alur kerja yaitu pada saat radiasi matahari masuk ke panel surya langsung ke kontak MCB DC panel surya kemudian langsung ke SCC dan aki dari MCB DC nya mengarah langsung juga ke SCC. Pengukuran tegangan dengan tegangan SCC selalu diperhatikan agar tidak terjadi *short* pada sambungan kabel-kabelnya.

2.3 Pengukuran Radiasi Matahari

Pengukuran radiasi matahari dilakukan dengan menggunakan solar power meter dengan merek TES-133 buatan Taiwan. Pengukuran radiasi matahari dilakukan dari pukul 06.00 WIB sampai dengan 18.00 WIB. Interval pengukuran dilakukan dalam 30 menit. Sehingga setiap 30 menit dari rentang waktu radiasi matahari dilingkungan panel surya diukur. Kemudian pengukuran tersebut dengan satuan W/m^2 di catat. Dalam Teknik pengukuran radiasi matahari alat ukur harus diletakkan tegak lurus terhadap energi matahari yang menyinari. Kemudian sensor dihadapkan dan untuk pengukuran tidak berubah maka digunakan penahanan pengukuran sehingga nilai yang diukur pada waktu itu dapat terbaca.

2.4 Pengukuran suhu lingkungan dan panel surya

Pengukuran suhu lingkungan menggunakan termo hygro meter yang di letakkan di sekitar panel sehingga dapat mengetahui suhu lingkungan yang ada di daerah panel. Sedangkan pengukuran suhu panel menggunakan thermometer gun inframerah dengan merek BENETECH GM 320 dengan interval suhu $-50^{\circ}C$ hingga $380^{\circ}C$. Pengukuran suhu lingkungan dan suhu panel surya sama dengan pengukuran radiasi yaitu dilakukan dari pukul 06.00 WIB sampai dengan 18.00 WIB dengan durasi waktu 30 menit. Teknik pengukuran suhu panel surya termogun ditembakkan pada bagian panel yang bersih dan terkena radiasi matahari secara langsung.

2.5 Performansi Panel Surya

Performansi panel surya ditunjukkan dengan nilai efisien panel surya yang diperoleh dari daya luaran panel surya dengan energi radiasi matahari yang didapatkan. Evaluasi performansi dilakukan dengan mencari faktor pengisi. Faktor pengisi daya merupakan ukuran kualitas pada panel surya yang didapat dengan perbandingan daya maksimum secara teoritis dengan daya output pada rangkaian. Parameter yang menunjukkan hal tersebut adalah perkalian antara tegangan maksimum diperoleh dan arus maksimum yang diperoleh dibagi dengan perkalian tegangan pada rangkaian terbuka. Persamaan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan 1 (Hidayat et al., 2021).

$$FF = \frac{V_{\max} \times I_{\max}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (1)$$

Dimana FF adalah faktor pengisian dari panel surya, $V_{\max}$ merupakan tegangan maksimum (volt), $I_{\max}$ merupakan arus maksimum (ampere), V_{oc} adalah tegangan pada rangkaian terbuka (volt) dan I_{sc} merupakan arus pada rangkaian pendek (ampere). Daya maksimum yang diperoleh dari panel surya dapat dihitung dengan persamaan :

$$P_m = V_{\max} \times I_{\max} \quad (2)$$

Dimana P_m adalah daya maksimum luaran dari panel surya (W), $V_{\max}$ merupakan tegangan maksimum luaran (volt) dan $I_{\max}$ merupakan arus maksimum luaran (Ampere). Daya masuk dari panel surya didapat dari hasil perkalian intensitas radiasi matahari yang diukur dengan luas area panel surya. Perhitungan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_{in} = I_r \times A \quad (3)$$

Dimana P_{in} adalah daya input dari radiasi matahari (W), I_r adalah intensitas radiasi matahari (W/m^2) yang diukur dan A adalah luas permukaan panel surya (m^2). Daya luaran dari panel surya adalah hasil dari perkalian tegangan terbuka dengan arus hubungan singkat serta dikali dengan faktor pengisi yang didapat melalui panel surya, maka digunakan persamaan :

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (4)$$

Dimana P_{out} adalah daya keluaran (w), V_{oc} adalah tegangan pada rangkaian terbuka (volt), I_{sc} adalah arus rangkaian pendek (ampere) dan FF adalah arus pengisi. Untuk mendapatkan efisiensi sel surya digunakan persamaan sebagai berikut

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana η merupakan efisiensi panel surya (%), P_{in} merupakan daya input hasil radiasi matahari (watt) dan P_{out} merupakan daya maksimum luaran panel surya (watt). Efisiensi panel surya merupakan perbandingan daya luaran dengan daya intensitas matahari yang diperoleh. Hasil performansi disajikan dalam diagram terhadap waktu penyinaran. Diagram tersebut nantinya akan dianalisa dengan hasil pengukuran yang telah dilakukan. Hasil kalkulasi rata-rata akan disajikan dalam bentuk tabel untuk mengetahui daya radiasi, daya luaran panel surya dan efisiensi yang dilakukan.

2.6 Analisis Statistik Model Empiris

Analisis statistik digunakan untuk mengetahui hubungan antara radiasi matahari dan daya luaran dari panel surya serta hubungan suhu panel surya pada efisiensi panel surya. Data radiasi dan daya luaran panel yang sudah didapatkan di studi eksperimen dikumpulkan sehingga menjadikan grafik scatter/ titik. Kemudian dianalisa menggunakan *fitting curve*. Hal yang sama dilakukan pada hubungan suhu panel surya dengan efisiensi panel

Gorontalo, 08 Desember 2022

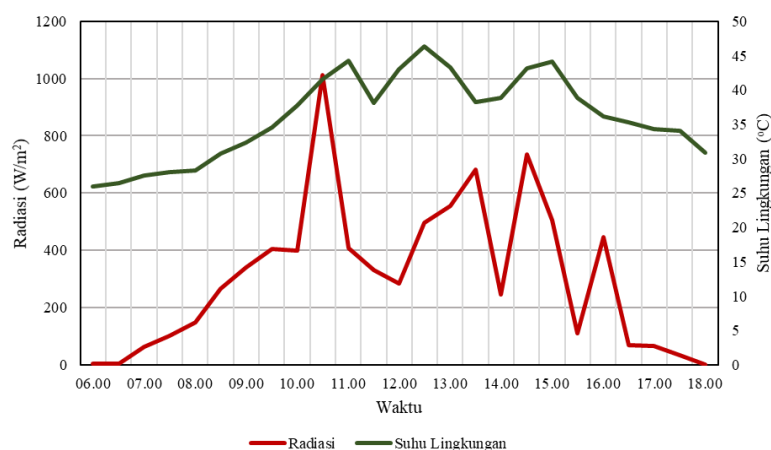
surya. Penggunaan fitur trendline digunakan untuk membuat fitting data dan memperoleh persamaan yang dihasilkan dari *fitting curve* tersebut. Grafik yang digunakan yaitu pada hubungan Data radiasi dan daya luaran panel menggunakan jenis linear sedangkan hubungan suhu panel surya dengan efisiensi panel surya menggunakan *polynomial*. Indikator statistic yang digunakan dalam mengevaluasi dari model empiris yaitu koefisien *determination* atau *root square* (R^2). Formulasi matematika dalam menentukan *root square* (R^2) dapat ditunjukkan pada persamaan 1.

$$R^2 = 1 - \sqrt{\frac{\sum (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{\sum (X_{obs,i} - \bar{X}_{obs})^2}} \quad (6)$$

Dimana $x_{obs,i}$ adalah data yang diperoleh dari eksperimen dengan waktu i , $x_{model,i}$ adalah data modeling yang dihasilkan dari persamaan yang sudah dari *fitting curve*. Dengan n adalah jumlah dari data yang dianalisa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Lingkungan

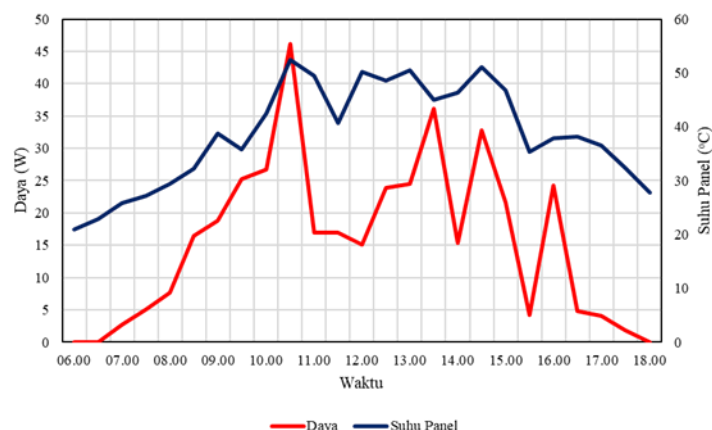


Gambar 2. Kondisi lingkungan panel surya

Pada studi penelitian pengambilan data radiasi matahari ini dilakukan pada tanggal 25 November 2022. Hasil dari pengukuran nilai radiasi matahari dan suhu lingkungan disajikan dalam interval 06.00 hingga 18.00 WIB seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai radiasi matahari tertinggi sebesar 1011 W/m² pada puncak grafik di pukul 10:30. Sedangkan nilai terendah pada pukul 18.00 yaitu sebesar 1,2 W/m² Waktu yang paling efektif dalam penyinaran dari pukul 08.00 - 16.00. Hal ini terlihat pada tren nilai radiasi yang didapatkan dari hasil pengukuran. Nilai radiasi matahari dan suhu lingkungan bervariasi secara fluktuatif dengan rentang 1,2 W/m² hingga 1001 W/m² dan 26°C hingga 46,4°C. Nilai fluktuatif akibat cuaca tidak menentu di sekitaran kota Dumai yaitu cuaca mendung. Kondisi lingkungan saat cuaca mendung berada di pukul 08.30, 12.30, 14.00 dan 15.30. Hal ini akan mempengaruhi panel surya kurang mendapatkan sinar matahari tidak mencapai sel surya (Umar, Wardhana, & Yaqin, 2021). Keterkaitan dengan cuaca yang tidak menentu menyebabkan penurunan radiasi matahari serta diiringi dengan suhu lingkungan. Hal ini sama dengan penelitian dari (Umar et al., 2021).

Gorontalo, 08 Desember 2022

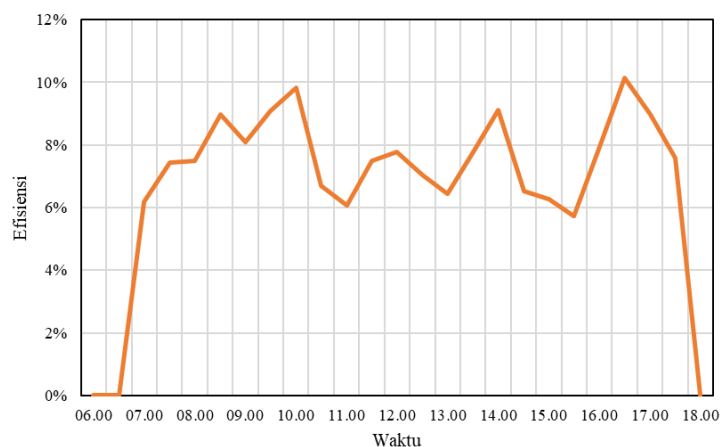
3.2. Efisiensi Panel Surya



Gambar 3. Energi luaran dan suhu dari panel surya

Pada gambar 3 menunjukkan pengukuran energi luaran dan suhu dari panel surya dengan kolektor panas pada cuaca mendung dengan temperatur panel yang bervariasi. Aly (2018) berpendapat bahwa semakin tinggi intensitas sinar radiasi matahari akan meningkatkan energi luaran panel surya dan menaikkan suhu temperatur panel surya dalam panel akibatnya adalah temperatur panel akan meningkat karena terjadi perpindahan panas secara konveksi dari panel ke udara. jika diamati nilai suhu tertinggi pada pukul 10.30 dengan nilai 52,5°C dan untuk suhu terendah pada pukul 06.00 dengan suhu 29°C. Daya luaran tertinggi pada pukul 10.30 dengan kapasitas sebesar 47Watt dan daya terendah sebesar 16Watt pada pukul 06.30. Suhu panel yang sangat tinggi disebabkan radiasi sehingga suhu panel harus membutuhkan pendingin.

Pada gambar 4 menunjukkan efisiensi panel surya di Kota Dumai. Pada pengukuran nilai rata-rata efisiensi panel surya adalah sebesar 6,7%. Dengan efisiensi tertinggi pada pukul 16.30 sebesar 10,1% dan efisiensi terendah secara bervariasi pada pukul 06.00-06.30, sedangkan letak stabilnya efisiensi terletak di pukul 07.30 sampai jam 08.30. Saat cuaca mendung di kota Dumai, nilai efisiensi panel surya pada siang hari lebih besar daripada pagi dan sore hari, hal ini dikarenakan panel surya berada pada suhu yang lebih tinggi dibandingkan suhu lingkungan saat pagi dan sore hari. Keadaan ini dikarenakan konversi energi dari radiasi menjadi listrik, Huang (Huang et al., 2001) menyatakan bahwa kenaikan suhu panel surya diakibatkan konversi energi menjadi berbanding terbalik dengan efisiensi luaran panel surya.



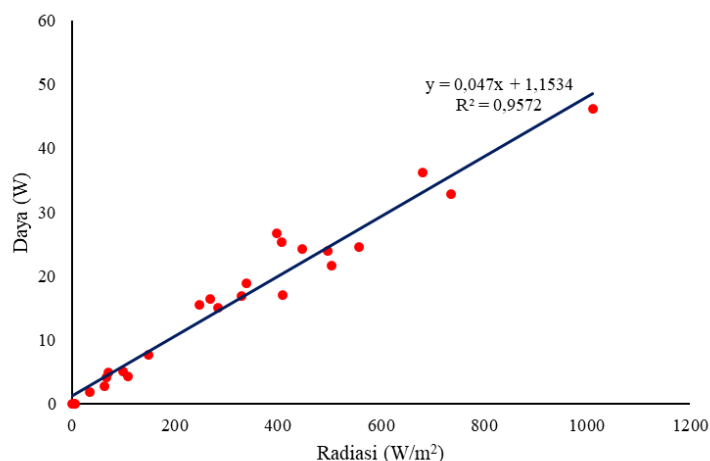
Gambar 4. Efisiensi panel surya

Hasil efisiensi dan performansi panel surya ditunjukkan pada Tabel 2 ditampilkan hasil data penelitian yang menunjukkan bahwa hasil panel surya yang diletakkan sebagai penelitian dengan interval pengambilan data setiap 30 menit mendapatkan radiasi yang masuk berjumlah 4,013 kWh/m²-hari dengan suhu lingkungan rata-rata 36,08 °C yang dipengaruhi oleh cuaca mendung, sedangkan suhu panel yang didapat yaitu 38,59°C, dengan daya luaran yang didapat pada gambar 2 sebesar 0,203 kWh/m²-hari. sedangkan nilai efisiensi rata-rata pada panel surya pada satu hari 6,7%. Hasil penelitian yang telah dilakukan dalam iklim Indonesia, hasilnya juga sesuai dengan penelitian dari ((Aly et al., 2018; Slimani et al., 2016)) yang menghasilkan peningkatan dari efisiensi terjadi pada saat panel surya memiliki suhu panel yang optimal dengan penambahan fluida pendingin.

Tabel 2. Efisiensi harian panel surya

Parameter	Nilai	Satuan
Radiasi Matahari	4,013	kWh/m ² -hari
Suhu Lingkungan	36,08	°C
Suhu Panel	38,59	°C
Daya Luaran	0,203	kWh/m ² -hari
Efisiensi	6,7	%

3.3. Hubungan antara Radiasi Matahari dengan Daya Panel Surya



Gambar 5. Hubungan radiasi matahari dengan daya luaran panel surya

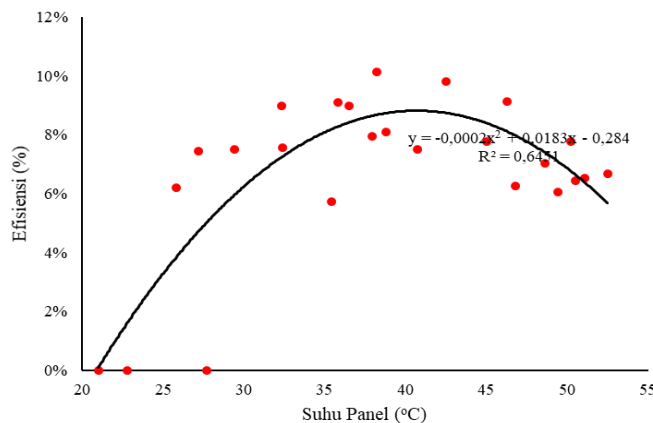
Hasil eksperimen dari pengukuran radiasi matahari dengan daya luaran panel surya diplot dan dianalisa menggunakan *fitting curve* berbentuk linier. hasil fitting plot tersebut akan mengetahui korelasi hubungan dari radiasi matahari dengan daya luaran panel surya. Hasil dari *fitting curve* menghasilkan persamaan linier sebagai berikut

$$y = 0,047x + 1,1534 \quad (7)$$

Dari persamaan tersebut y melambangkan output daya yang akan dihasilkan sedangkan x adalah radiasi matahari yang diterima panel surya. Persamaan linier ini menunjukkan bahwa nilai daya luaran dari panel surya berbanding lurus dari energi radiasi yang diterima dari panel surya (Firman et al., 2017). Namun dari beberapa kejadian adapun konstanta atau yang mempengaruhi dari daya yang keluaran panel surya. Dari penelitian ini diidentifikasi adanya faktor suhu dan kualitas panel surya akan mempengaruhi konstanta dari persamaan tersebut. Hasil evaluasi fitting curve dinyatakan dengan koefisien determinasi atau R². Berdasarkan Gambar 5 ditunjukkan bahwa nilai tingkat kepercayaan R² yang dihasilkan yaitu sebesar 0,9572. Hal ini menandakan bahwa nilai kepercayaan cukup besar dan lebih dari 90% (R² > 0,90). Fenomena ini menjadikan bahwa radiasi matahari dan daya luaran panel surya terdapat korelasi atau hubungannya. Namun hasil evaluasi dari pembahasan di atas kondisi cuaca yang mendung

dan tidak teratur dapat menyebabkan nilai R^2 yang berubah-ubah. Oleh karena itu perlunya pengambilan data dengan kondisi cerah menjadi bahan pertimbangan selanjutnya sebagai pembandingan nilai yang sudah ada.

3.4. Hubungan antara Suhu Panel dengan Efisiensi Panel Surya



Gambar 6. Hubungan suhu dan efisiensi panel surya

Hasil eksperimen dari pengukuran suhu panel surya dengan efisiensi panel surya diplot dan dianalisa menggunakan *fitting curve* berbentuk polinomial. Hasil fitting plot tersebut akan mengetahui korelasi hubungan dari suhu panel surya dengan efisiensi dari panel surya. Hasil dari *fitting curve* menghasilkan persamaan polinomial sebagai berikut

$$y = -0,0002x^2 + 0,0183x - 0,284 \quad (7)$$

Dari persamaan tersebut y melambangkan efisiensi panel surya yang akan dihasilkan sedangkan x adalah suhu panel surya yang diukur pada daerah panel surya. Persamaan polinomial ini menunjukkan bahwa nilai suhu panel akan menunjukkan efisiensi yang paling tinggi pada titik suhu tertentu. Sama halnya dengan perbandingan radiasi dan daya luaran panel surya, dari beberapa kejadian adapun konstanta atau yang mempengaruhi dari perubahan karakteristik dari panel surya. Dari penelitian ini diidentifikasi adanya faktor suhu lingkungan, cuaca yang tak menentu dan kualitas panel surya akan mempengaruhi konstanta dari persamaan tersebut. Hasil evaluasi fitting curve dinyatakan dengan koefisien determinasi atau R^2 . Berdasarkan Gambar 6 ditunjukkan bahwa nilai tingkat kepercayaan R^2 yang dihasilkan yaitu sebesar 0,6451. Hal ini menandakan bahwa nilai kepercayaan masih kecil dan di kurang dari 90% ($R^2 < 0,90$). Fenomena ini menjadikan bahwa suhu panel surya dengan efisiensi panel surya masih belum ada korelasinya. Namun hasil evaluasi dari pembahasan di atas kondisi cuaca yang mendung dan tidak teratur menyebabkan nilai R^2 menjadi kurang dari 0,90. Oleh karena itu perlunya pengambilan data dengan kondisi cerah menjadi bahan pertimbangan selanjutnya sebagai pembandingnya.

4. KESIMPULAN

Tujuan penelitian ini menganalisa model empiris hubungan daya masuk panel surya terhadap radiasi serta suhu panel surya dengan efisiensi panel surya di Kota Dumai. Hasil dari studi penelitian ini potensi radiasi matahari Kota Dumai 4,013 kWh/m².hari, suhu lingkungan 36,08°C, suhu panel surya 38,59°C, daya luaran panel surya 0,203kWh/m².hari serta rata-rata efisiensi sebesar 8,9. Hubungan antara radiasi matahari dengan panel surya memiliki korelasi linier. Sedangkan hubungan suhu panel terhadap efisiensi panel surya memiliki korelasi polinomial. Dampak dari penelitian ini bahwa panel surya dapat digunakan dalam aplikasi lanjutan dalam kehidupan. Rekomendasi dari penelitian ini yaitu melakukan riset penelitian dengan memperhatikan kondisi cuaca dan memperpanjang interval waktu pengambilan data agar perubahan kondisi data akibat perubahan cuaca tidak terlalu cepat.

PUSTAKA

- Alfanz, R., Maulana, F. K., & Haryanto, H. (2015). Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTS-PLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal. *Setrum*, 4(2), 34–42.
- Aly, S. P., Ahzi, S., Barth, N., & Abdallah, A. (2018). Using energy balance method to study the thermal behavior of PV panels under time-varying field conditions. *Energy Conversion and Management*, 175, 246–262. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.09.007>
- Demeianto, B., Yaqin, R. I., Nur Arkham, M., Imawan, B., Bastian, K., & Mulyani, I. (2021). Edukasi Teknologi Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Aquaponik Di Kelurahan Tanjung Palas Kota Dumai. *Al Khidmat*, 4(2), 86–93.
- Firman, M., Herlina, F., & Sidiq, A. (2017). Analisa Radiasi Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Untuk Penerangan Bagian Luar Mesjid Miftahul Jannah Didesa Benua Tengah Kecamatan Takisung. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 2(2), 98–102.
- Hasrul, R., Arsenly, A., Wafa, R. A., Ate, H. J., Muhammad, A., Sambaliung, J., Kec, N., Ulu, S., Samarinda, K., & Timur, K. (2021). Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif. *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, 5(9), 79–87.
- Hidayat, T. N., Subodro, R., & Sutrisno. (2021). Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10wp, 20wp, Dan 30wp. *Jurnal CRANKSHAFT*, 4(2), 9–18.
- Huang, B. J., Lin, T. H., Hung, W. C., & Sun, F. S. (2001). Performance Evaluation Of Solar Photovoltaic / Thermal Systems. *Solar Energy*, 70(5), 443–448. www.elsevier.com/locate/solener
- Jufrizel, & Irfan, M. (2017). Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI)* 9, 430–436.
- Lestari, D. P., Hadi, A. P., & Rahman, F. A. (2020). Penerapan Teknologi Panel Surya Pada Bagan Tancap Untuk Peningkatan Tangkapan Ikan Diteluk Jor, Kabupaten Lombok Timur. *Abdi Insani*, 7(2), 104–112. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v7i2.308>
- Nugraha, I. M. A. (2020). Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Kapal Nelayan: Suatu Kajian Literatur. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(2), 101–110. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.vol.4.no.2.76>
- Nurhadi, Khambali, Kasijanto, Rifa'i, M., & Wiharya, C. (2021). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Penggerak Pompa Air Kolam Lele Baponik di UKM Citara Desa Banjararum, Kec. Singosari, Kab. Malang. *JURNAL APLIKASI DAN INOVASI IPTEKS "SOLIDITAS" (J-SOLID)*, 4(1), 24–36. <https://doi.org/10.31328/js.v4i1.1782>
- Putri, R., Meliala, S., & Zuraída. (2020). Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah. *Journal of Electrical Technology*, 5(3), 117–120.
- Slimani, M. E. A., Amirat, M., Bahria, S., Kurucz, I., Aouli, M., & Sellami, R. (2016). Study and modeling of energy performance of a hybrid photovoltaic/thermal solar collector: Configuration suitable for an indirect solar dryer. *Energy Conversion and Management*, 125, 209–221. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.03.059>
- Syamsudin, F. I. (2018). Analisis Pengaruh Aktivitas Matahari Terhadap Perubahan Iklim. *Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*, 179–183.
- Tohari, M. L. N., & Istiqlalayah, H. (2022). Aplikasi Energi Alternatif Sinar Matahari Pada Mesin Pelontar Pakan Ikan Mandiri Berbasis Microcontroller. *Jurnal Mesin Nusantara*, 5(1), 22–29. <https://doi.org/10.29407/jmn.v5i1.17520>
- Umar, M. L., Wardhana, P. B. W., Finali, A., Hanafi, A. F., & Yaqin, R. I. (2021). Studi Eksperimen Panel Surya Dengan Kolektor Pemanas Udara. *Jurnal Teknologi Terapan* |, 7(2), 86–91.
- Umar, M. L., Wardhana, P. B. W., & Yaqin, R. I. (2021). Kaji Energi Luaran Dan Efisiensi Sistem Photovoltaic Thermal (PV/T) Dengan Kolektor Pemanas Udara. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-VII*, 520–525.
- Umar, M. L., & Yaqin, R. I. (2020). Studi Numerik Dengan Model Empat Parameter Untuk Memprediksi Daya Luaran Dari Panel Surya. *Infotekmesin*, 11(2), 125–129. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v11i2.253>

