
Analisis Perpindahan Panas Laju Konveksi Pada Panel Photovoltaic Terhadap Kapasitas Baterai Menghasilkan Listrik

Rahmat Hidayat¹, Moch Sholeh²

Universitas Sunan Giri Surabaya, rahmathidayat040122@gmail.com,
moch.sholeh70@gmail.com

Abstract

Penelitian ini mengeksplorasi analisis perpindahan panas laju konveksi pada panel photovoltaic (PV) dan dampaknya terhadap kapasitas baterai dalam menghasilkan listrik. Dalam era modern ini, pemanfaatan energi surya semakin meningkat sebagai solusi energi terbarukan yang berkelanjutan. Efisiensi panel PV sangat dipengaruhi oleh suhu operasionalnya. Suhu yang tinggi dapat menurunkan efisiensi konversi energi. Penelitian ini menggunakan panel PV dengan daya 50 Wp dan sistem pendingin berbasis konveksi paksa, di mana kipas angin berdiri 10 inci digunakan untuk menghasilkan aliran udara dengan kecepatan 28 m/s. Parameter yang diukur meliputi suhu permukaan panel, suhu lingkungan, dan output daya listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan konveksi paksa dapat menurunkan suhu operasional panel PV rata-rata sebesar 10°C, meningkatkan efisiensi konversi energi surya menjadi listrik. Penurunan suhu ini mempercepat pengisian baterai dan menghasilkan daya listrik yang lebih stabil. Melalui peningkatan laju perpindahan panas konveksi, koefisien perpindahan panas juga meningkat, menunjukkan hubungan positif antara laju aliran udara dan efisiensi pendinginan. Penelitian ini memberikan wawasan penting untuk pengembangan sistem pendingin yang lebih efektif bagi panel PV, yang dapat meningkatkan efisiensi energi dan memperpanjang umur sistem penyimpanan energi berbasis baterai.

Keywords

Perpindahan panas, laju konveksi, panel fotovoltaik, kapasitas baterai, energi terbarukan listrik

Corresponding Author

First name Last name

Affiliation, Country; e-mail@e-mail.com

1. INTRODUCTION

Energi terbarukan telah menjadi perhatian global beberapa dekade terakhir, bersamaan dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan dan mengatasi sikap bergantungnya terhadap bahan bakar fosil yang terbatas. Menurut Lubis (2007), "menyatakan Saat ini keadaan energi kembali mengingatkan kita akan pentingnya usaha yang sungguh-sungguh dan teratur Energi Terbarukan penting supaya segera melakukan pengembangan & menjalankan sumber energi terbarukan untuk memangkas rasa bergantung pada bahan bakar fosil". Dalam konteks ini, energi surya termasuk suatu sumber energi terbaru dengan jumlah banyak sekali tersedia di dunia. Penggunaan energi surya meningkat pesat dan teknologi fotovoltaik merupakan salah satu solusi terkemuka dalam merubah energi surya langsung menjadi listrik'.

Modul fotovoltaik merupakan sarana yang mengubah energi matahari ke energi listrik dengan menggunakan efek foto voltaik. Dengan meningkatnya permintaan akan sumber energi



terbarukan, penggunaan panel fotovoltaik meningkat baik pada skala swasta maupun industri. Namun, seperti teknologi energi lainnya, efisiensi panel surya ketika merubah energi menjadi listrik masih menjadi tantangan besar. Salah satu faktor yang berpengaruh efisiensi tersebut adalah perpindahan panas yang terjadi didalam panel. Perpindahan panas dalam modul fotovoltaik melibatkan perpindahan energi panas dari satu bagian modul ke bagian lain. Faktor-faktor seperti konveksi, konduksi & radiasi memengaruhi pola perpindahan panas ini. Di antara faktor-faktor tersebut, kecepatan konvektif merupakan aspek penting yang memerlukan pemahaman lebih lanjut.

Perpindahan panas melalui aliran fluida, seperti udara, yang mengelilingi modul surya disebut konveksi. Pola aliran udara dan sifat konveksi dapat memengaruhi suhu dan merupakan bagian dari panel dan kapasitas pembangkit listrik. Dengan meningkatkan pemahaman tentang laju perpindahan panas dan konveksi dalam modul fotovoltaik, Anda dapat meningkatkan efisiensi konversi energi dan mengoptimalkan desain modul. Oleh karena itu, untuk mendukung pengembangan teknologi tenaga surya yang lebih efisien & memiliki kelanjutan dimasa yang akan datang.

2. METHODS

Penelitian ini berjenis Penelitian kuantitatif untuk melakukan analisis perpindahan konveksi panas matahari menggunakan panel surya dan mengubahnya menjadi energi listrik. di lokasi yang terkena sinar matahari langsung. Penelitian dilakukan dengan mengukur parameter yang berkaitan dengan perpindahan konveksi panas, seperti suhu, intensitas sinar matahari, dan energi listrik, yang dikeluarkan panel surya, dalam kondisi percobaan berbeda.

Populasi penelitian mencakup semua sistem panel photovoltaic (PV) yang dilengkapi dengan baterai penyimpanan energi di berbagai lokasi geografis. Populasi ini mencakup berbagai jenis panel photovoltaic (PV) dan baterai yang dipasang di berbagai teknologi dan kapasitas, serta di lokasi yang berbeda, seperti pantai, pedesaan, dan kota.

Sampel untuk penelitian diambil dari populasi sesuai kriteria berikut: panel fotovoltaik yang digunakan memiliki kapasitas daya minimal 100 Wp; sistem fotovoltaik dilengkapi dengan baterai penyimpanan energi dengan kapasitas yang berbeda; dan lokasi pemasangan panel fotovoltaik berada di tiga jenis lingkungan berbeda: perkotaan, pedesaan, dan pantai.

Menurut John dan Wily (2007), "menyatakan Hukum Reynolds adalah bilangan tak berdimensi yang digunakan untuk memprediksi pola aliran fluida dan untuk menentukan kapan aliran akan berubah dari laminar menjadi turbulen". Ini juga digunakan dalam berbagai teknik untuk analisis dan desain sistem aliran. Setelah terkumpul semua data yang diperlukan, peneliti menggunakan Hukum Bilangan Reynolds adalah sebuah konsep yang menyatakan bahwa perilaku aliran fluida (misalnya, laminar atau turbulen) di sekitar suatu objek dapat diprediksi berdasarkan nilai Bilangan Reynolds (Re) dari aliran tersebut. Hukum ini ditemukan oleh ilmuwan Inggris bernama Osborne Reynolds

pada tahun 1883. Ada beberapa teknik analisis untuk menguji analisis data. Pengukuran Suhu: Mengukur suhu udara sekitar panel dan suhu permukaan panel untuk menghitung selisih suhu yang diperlukan dalam rumus perpindahan panas konveksi, Pengukuran Kecepatan Aliran: Mengukur kecepatan aliran udara di sekitar panel untuk digunakan dalam perhitungan bilangan Reynolds, Menggunakan data kecepatan aliran udara untuk menghitung bilangan Reynolds, yang memberikan informasi tentang jenis aliran (laminar, transisi, atau turbulen,)sekitar panel perhitungan koefisien konveksi menggunakan rumus perpindahan panas konveksi untuk menghitung koefisien, yang merupakan parameter penting dalam perpindahan panas konveksi.

3. FINDINGS AND DISCUSSION

3.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Tempat dan waktu penelitian dilaksanakan di rumah mas Darman Jalan Candi Sidoarjo. Waktu penelitian dilakukan selama periode waktu 5 jam dimulai pada 12 Desember 2023, pukul 10:30 WIB & akan selesai pada pukul 15:00 WIB.

3.2 Alat dan Bahan



Gambar panel sunwatt 3.1

Panel SunWatt 50 Wp adalah jenis panel surya dengan kapasitas daya maksimum 50Watt peak (Wp). Watt peak yaitu satuan yang digunakan untuk menunjukkan daya maksimum dapat dihasilkan oleh panel surya di bawah kondisi standar pengujian (STC), yaitu radiasi matahari 1000 W/m², suhu sel 25°C, dan spektrum AM 1.5. Panel surya ini menggunakan teknologi fotovoltaik untuk menghasilkan listrik. Berikut adalah spesifikasinya:

Sperifikasi panel sunwatt	
Power <u>maximum rate</u> [<u>pmax</u>]	50w
<u>Current at pmax</u> (IMP)	2.78A
<u>Voltage at pmax</u>	18.0v
Open <u>circuit voltage</u>	22.28V
<u>Dimesion</u>	450*560*25
<u>Short-circuit</u>	3.02A
EFISIENSI	20.70%
Ukuran alat	44 x 52 cm



Gambar thermogun 3.2

Thermal gun adalah perangkat non-kontak yang dapat mengukur suhu tubuh atau permukaan suatu benda tanpa kontak langsung. Alat ini disebut juga termometer inframerah atau termometer laser. Thermogun bekerja berdasarkan prinsip radiasi infra merah. Alat ini dilengkapi dengan sensor infra merah yang dapat mendeteksi radiasi termal dari benda yang diukur. Arahkan ke objek atau permukaan yang suhunya ingin Anda ukur, alat ini digunakan untuk mengukur permukaan modul panel surya pada saat uji coba.



Gambar digital anemometer 3.3

Anemometer yaitu sebuah perangkat yang berfungsi dalam mengukur kecepatan serta arah angin. Alat ini biasanya terdiri dari tiga empat kipas atau cangkir yang dipasang poros alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan pendingin pada penelitian ini



Gambar kipas angin 10 inch 3.4

Kipas angin adalah suatu alat yang menciptakan aliran udara dengan cara memutar baling-baling atau kipas angin. Kipas angin dipergunakan dalam membantu mendinginkan permukaan panel surya.



Gambar baterai 12v 7.0AH 3.5

Baterai yaitu perangkat yang bisa mengubah energi kimia ke energi listrik, yang kemudian dipergunakan untuk mengoperasikan alat elektronik. alat ini digunakan menyimpan listrik pada saat proses penelitian.

3.3 Data penelitian

Tabel penelitian tombol 1

parameter	nilai
Daya panel	50 wp
Kecepatan aliran udara	28 m/s
Suhu permukaan panel sebelum	45 °C
Suhu permukaan panel sesudah	35 °C
Waktu pengisian baterai	1 jam 43 menit
Output daya	8,06 watt

Berdasarkan tabel data hasil perhitungan yang diberikan, berikut adalah penjelasan menyeluruh untuk setiap parameter:

1. Nilai Daya Panel: 50 Wp
Penjelasan : Dalam kondisi standar (STC), kapasitas yang dapat dihasilkan oleh panel surya ditunjukkan oleh daya panel ini. Watt peak atau "Wp" adalah singkatan dari output daya puncak panel surya.
2. Nilai kecepatan aliran udara: 28 m/s
Penjelasan : Laju aliran udara yang melewati permukaan panel surya disebut kecepatan aliran udara. Ketika konveksi paksa digunakan untuk meningkatkan suhu, kipas angin menghasilkannya.
3. Suhu Permukaan Panel Sebelum Nilai 45°C
Penjelasan : Suhu awal permukaan panel surya sebelum proses pendinginan paksa dilakukan disebut suhu permukaan panel. Suhu yang lebih tinggi menunjukkan bahwa panel menerima sejumlah besar panas dari matahari. Suhu permukaan panel setelah nilai adalah 35 °C.
4. Waktu Isi Baterai Nilai: 1 jam 43 menit
Penjelasan : Waktu pengisian baterai adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh baterai panel surya mulai dari keadaan kosong hingga penuh. Waktu yang lebih singkat menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam mengkonversi dan menyimpan energi.
5. Output Energi: 8.06 watt

Penjelasan: Output daya adalah daya yang dihasilkan oleh panel surya setelah proses pendinginan diterapkan. Ini menunjukkan seberapa baik kinerja panel surya dalam menghasilkan listrik yang dapat digunakan atau disimpan dalam baterai.

Tabel data penelitian tombol 2

parameter	nilai
Daya panel	50 <u>wp</u>
Kecepatan aliran udara	37 m/s
Suhu permukaan panel sebelum	43,7 °C
Suhu permukaan panel sesudah	33,7 °C
Waktu pengisian baterai	1 jam 30 menit
<u>Output</u> daya	12.30 watt

Berdasarkan tabel data hasil perhitungan yang diberikan, berikut adalah penjelasan menyeluruh untuk setiap parameter:

1. Nilai Daya Panel: 50 Wp

Penjelasan: Dalam kondisi standar (STC), kapasitas nilai tertinggi yang dihasilkan oleh panel surya ditunjukkan oleh daya panel ini. Watt peak atau "Wp" adalah singkatan dari output daya puncak panel surya.

2. Nilai kecepatan aliran udara: 37 m/s

Penjelasan: Laju aliran udara yang melewati permukaan panel surya disebut kecepatan aliran udara. Ketika konveksi paksa digunakan untuk meningkatkan suhu, kipas angin menghasilkannya.

3. Suhu Permukaan Panel Sebelum: 43,7°C

Penjelasan: Suhu awal permukaan panel surya sebelum proses pendinginan paksa dilakukan disebut suhu permukaan panel. Suhu yang lebih tinggi menunjukkan bahwa panel menerima sejumlah besar panas dari matahari.

Suhu permukaan panel setelah nilai adalah 33,7 °C.

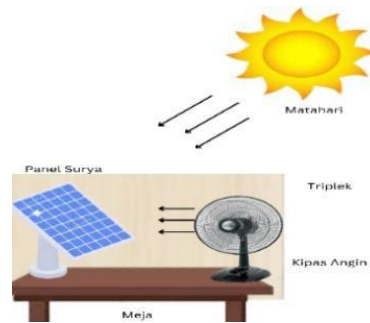
4. Waktu Isi Baterai: 1 jam 30 menit

Penjelasan: Waktu pengisian baterai adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh baterai panel surya dari keadaan kosong hingga penuh. Waktu yang lebih singkat menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam mengkonversi dan menyimpan energi.

5. Output Energi: 12,30 watt

Penjelasan: Output daya adalah daya yang dihasilkan oleh panel surya setelah proses pendinginan diterapkan. Ini menunjukkan seberapa baik kinerja panel surya dalam menghasilkan listrik yang dapat digunakan atau disimpan dalam baterai.

3.4 Analisis Hasil penelitian



Gambar skema laju konveksi panel 3.6

Berdasarkan hasil Analisa pengujian dan peneliti data-data Untuk mengestimasi laju perubahan panas melalui konveksi paksa, tahap awalnya adalah menghitung bilangan Reynold (9)

Diketahui:

Temperatur udara 31°C $\rho=1,168 \text{ kg/m}^3$ $V=28\text{m/s}$

$L=0,44 \text{ m}$

$\mu =1,930 \times 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$

$$RE = \frac{\rho \cdot V \cdot L}{\mu}$$

$$RE = \frac{(1,168 \times 28 \times 0,44)}{(1,930 \times 10^{-5})} \quad RE = 760,062,2$$

Langkah kedua mencari bilangan nuselt Diketahui: suhu udara 31°C

Bilangan Prandtl = 1.125 $Nu = 0.027 \cdot RE^{0,8} \cdot Pr^{0,33}$

$$Nu = 0.027 \times (760,062,2)^{0,8} \times (1,125)^{0,33}$$

$$Nu \approx 355,48$$

Langkah ketiga mencari koefisien konveksi Diketahui:

Temperatur udara 31°C $K=0.0257$

$$h = \frac{Nu \cdot k}{L} \quad h = \frac{142,918 \times 0,0257}{0,44}$$

$$h = 8,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$$

Langkah terakhir mencari laju nilai perpindahan panas konveksi $T_s=35^{\circ}\text{C}$

$$T_{\infty} = 31^{\circ}\text{C}$$

$$A = 0,242 \text{ m}^2$$

$$q = h \cdot A \cdot (T_s - T_{\infty}) \quad q = 8,35 \times 0,242 \times (35 - 31)$$

$$q = 8,06 \text{ wat}$$

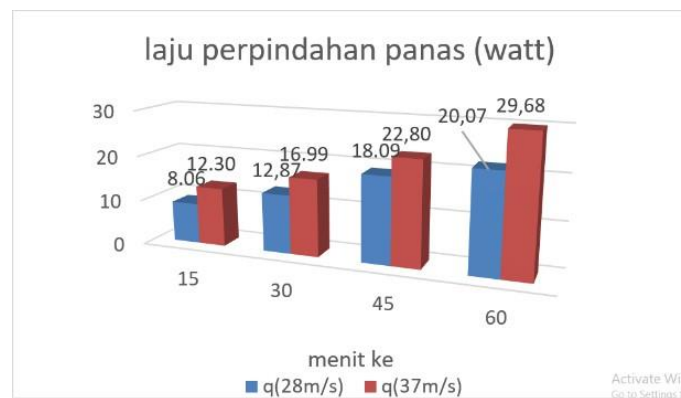
Jadi, pada pendinginan kecepatan tombol1=(28m/s)dengan nilai {Ts} 35⁰C terjadi laju perubahan panas konveksi sebanyak 8,06watt proses yang sama, maka untuk hasil perhitungan menggunakan kecepatan tombol1=(28m/s)kecepatan tombol 2=(37m/s) dengan nilai {Ts} terdapat pada Tabel berikut ini

3.5 Pembahasan

Tabel data hasil perhitungan

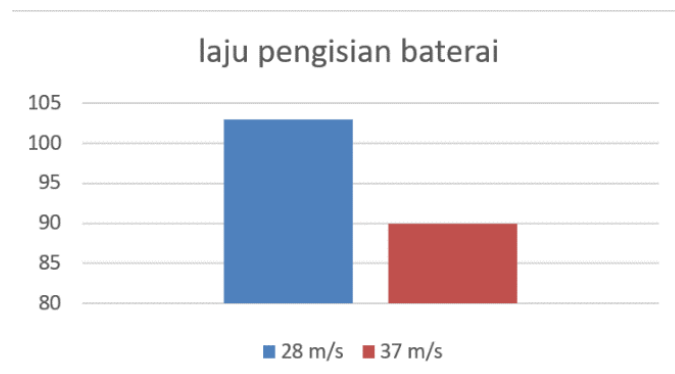
PENGUJIAN	No	T _s (°C)	T _∞ (°C)	H	Q (watt)
KECEPATAN TOMBOL1=[28M/S]	1	35	31	8,35	8,06
	2	37,5	31	8,35	12,87
	3	39,8	31	8,35	18,09
	4	41,3	31	8,35	20,07
KECEPATAN TOMBOL2=[37M/S]	1	33,7	31	19,90	12,30
	2	34,5	31	19,90	16,99
	3	36,7	31	19,90	22,80
	4	37,1	31	19,90	29,68

- Kecepatan aliran udara adalah 28 m/s
Semakin tinggi suhu permukaan {T_s}semakin banyak panas dilepaskan (Q). Ini menunjukkan bahwa, sesuai dengan hukum perpindahan panas Newton, perpindahan panas meningkat seiring dengan meningkatnya perbedaan suhu antara permukaan dan lingkungan T_s - T_∞. Koefisien perpindahan panas (H) tetap konstan pada 8.35 W/m²K selama pengujian dengan kecepatan ini, yang menunjukkan bahwa kondisi aliran udara tetap konstan selama pengujian.
- Kecepatan Aliran udara (37 m/s):
Berbeda dengan pengujian pada kecepatan 28 m/s, panas yang dilepaskan (Q) meningkat seiring dengan suhu permukaan T_s Selain itu, koefisien perpindahan panas (H) lebih tinggi, yaitu 19.90 W/m²K. Ini membuktikan kecepatan aliran udara yang lebih tinggi. perpindahan panas mengatakan bahwa suhu permukaan yang lebih tinggi meningkatkan koefisien perpindahan panas, yang berarti lebih banyak panas yang dilepaskan.



Gambar grafik laju perpindahan panas 3.1

Pada gambar diatas, terlihat grafik laju perpindahan panas pada ditiap kecepatan udara yang diwaktu selama 60 menit. tiap kecepatan udara, terjadi peningkatan nilai laju perpindahan panas, dan pada menit ke-30 terjadi peningkatan laju perpindahan panas dengan kecepatan tombol1=(28m/s) mendapat 12.87watt sedang kan, kecepatan tombol2=(37m/s) mendapatkan 16.99watt pada menit 45 kecepatan tombol1=(28m/S) kecepatan tombol2=(37m/s) mengalami peningkatan kecepatan perpindahan panas mencapai 26,02%. Jadi, nilai kecepatan udara dan perbedaan suhu (ΔT)= $\{T_s - T_\infty\}$ berpengaruh pada nilai laju kecepatan perpindahan panas.



Gambar laju pengisian baterai 3.2

Gambar tersebut menunjukkan diagram batang yang menunjukkan laju pengisian baterai pada dua kecepatan aliran udara yang berbeda: 28 m/s (ditunjukkan dengan batang biru) dan 37 m/s (ditunjukkan dengan batang merah). Berikut adalah penjelasan detail tentang data yang ditampilkan pada diagram tersebut.

1. Batang Biru (28 m/s):

Laju pengisian baterai pada kecepatan aliran udara 28 m/s adalah sekitar 103 menit yang menunjukkan bahwa laju pengisian baterai menurun pada kecepatan aliran udara 28 m/s daripada 37 m/s.

2. Batang merah (37 m/s):

Laju pengisian baterai adalah sekitar 90 menit pada kecepatan aliran udara 37 m/s. ini menunjukkan laju pengisian baterai lebih tinggi pada kecepatan aliran udara yaitu 37 m/s, dibandingkan dengan kecepatan 28 m/s.

Seperti yang ditunjukkan pada diagram, kecepatan aliran udara 37 m/s menghasilkan laju pengisian baterai yang lebih tinggi hanya membutuhkan waktu 90 menit sedangkan kecepatan aliran udara 28 m/s membutuhkan waktu pengisian 103 menit ini menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara ideal meningkatkan pengisian baterai.

4. CONCLUSION

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan seperti berikut:

1. Laju konveksi panas pada panel surya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas pengisian baterai.

2. Hubungan antara laju konveksi panas dan kapasitas baterai bersifat kompleks dan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu udara sekitar, kecepatan angin, dan karakteristik panel surya.
3. Efisiensi pengisian baterai bisa ditingkatkan dengan mendesign panel surya untuk meminimalkan kerugian panas akibat konveksi

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi lebih lanjut untuk memahami secara lebih mendalam interaksi antara laju konveksi panas dan kapasitas baterai pada berbagai kondisi lingkungan dan design panel surya.
2. Mengembangkan model matematika yang lebih akurat untuk memprediksi pengaruh laju konveksi panas terhadap kapasitas baterai dengan memperhitungkan berbagai variabel yang relevan.
3. Menerapkan teknologi-teknologi terbaru dalam desain panel surya untuk meningkatkan efisien pengisian baterai dengan meminimalisir kerugian panas akibat konveksi.

REFERENCES

- Alam, M. I., Nuhash, M. M., Zihad, A., Nakib, T. H., & Ehsan, M. M. International Conventional and Emerging CSP Technologies and Design Modifications: Research Status and Recent Advancements. *Journal of Thermofluids*.
- Azmi, M. S. F. M., Hussain, M. H., Rahim, S. R. A., Mid, E. C., Shaari, A. S., Hashim, N., ... & Ahmad, M. F. (2023, August). Hybrid Cooling System for Solar Photovoltaic Panel. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2550, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
- Hafid, A., Abidin, Z., Husain, S., & Umar, R. (2017). Analisa pembangkit listrik tenaga surya pulau balang lombo. *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 14(1), 6-12.
- Herwandi, M. L., & Radianto, D. (2021). Implementasi grid tie inverter pada pembangkit listrik tenaga surya on grid untuk golongan pelanggan rumah tangga masyarakat perkotaan. *Jurnal Eltek*, 19(1), 108-113. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 8(2).
- Lubis, A. (2007). Energi terbarukan dalam pembangunan berkelanjutan.
- Muner, M. (2021). pemanfaatan energi matahari melalui panel surya dengan beban mesin pengering larva BSF. *SKRIPSI*, (Doctoral dissertation, Universitas Yudharta).
- Napitupulu, R. A., Simanjuntak, S., & Sibarani, S. (2017). Pengaruh Material Monokristal dan Polikristal Terhadap Karakteristik Sel Surya 20 Wp dengan tracking sistem Dua Sumbu. *LPPM Universitas HKBP Nommensen Medan*.
- Nugraha, I. M. A., Ridhana, P. A., & Listuayu, K. (2018). Optimalisasi Pemasangan Panel Solar Home System Untuk Kehidupan Masyarakat Pedesaan di Ban Kubu Karangasem. *journal Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(1), 116-123.
- Nurhayati, T., Supari, S., & Nugroho, A. K. (2022). Instalasi Solar Home Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif di SD IT MTA Surakarta. *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, 6(1), 20-23.

- Najarudin, A. K. (2019). ANALISA TERMAL TANGKI AIR DENGAN MEDIA ISOLATOR SERBUK BATANG POHON KELAPA PADA SOLAR WATER HEATER. *SKRIPSI*, Universitas Pancasakti Tegal).
- Ningsi, S. (2021). Metode Elemen Hingga Untuk Perpindahan Panas Konduksi Steady State pada Domain 2D dengan Menggunakan Elemen Segitiga. *Jurnal saintifik*
- Peppas, A., Kollias, K., Taxiarchou, M., Mantelis, D., Politi, C., & Paspaliaris, I. Performance Analysis of BIPV Prototype System Installed in Greece and Main Affecting Parameters. *Jurnal Crimson publisher*
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, S. H. (2016). Analisis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP. *Jurnal Teknik*, 37(2), 59-63.