



ANALISIS PANAS PERMUKAAN DAN SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA KAPASITAS 10WP (WATT PEAK) TIPE MONOCRYSTALLINE TERHADAP LAJU PENGISIAN BATERAI KAPASITAS 12 VOLT

Reiner Revor Dolvie Tanor¹, Jemmy Charles Kewas², David O. Mapaliey³

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Manado

Email: reinertanor@gmail.com

jemmycharles@unima.ac.id

ABSTRACT

Reiner Revor Dolvie Tanor, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Manado State University, June 2022, Analysis Of The Influence Of Surface Heat And Tilling Angle Solar Panel Capacity 10wp (Watt Peak) Monocrystalline Type On Charging Rate Of The Battery Capacity 12 Volt, Supervisors: Jemmy Charles Kewas & David O, Mapaliey, ST, M.Eng.

This research focuses on the Effect of Surface Heat and Tilt Angle of 10 WP (Watt Peak) Monocrystalline Solar Panels on the Charging Rate of 12 Volt Capacity Batteries. The purpose of this study is to find out how the effect of the surface temperature of the solar panel on the rate of charging the battery and to determine the rate of charging the battery at a specified angle position. the method used is a quasi-experimental method (quasi-experimental) which is a type of experimental research where the researcher is able to control the variables studied. The results showed that 2o West latitude got the highest average value with 0.073 Ampere with an average temperature of 48.7 oC and the lowest average current value was at 2o South Latitude with 0.042 Ampere with an average temperature of 40.4 oC. The surface temperature of the solar panel on the battery charging rate is highest at 2o West latitude 0.073 Ampere with an average temperature of 48.7 oC and the lowest result is at 2o South Latitude with 0.042 Ampere with an average temperature of 40.4 oC. The battery charging rate in each cardinal direction (LS, LU, LT, LB) with an angle of 2o is: South latitude 0.042 Ampere, North latitude 0.52 Ampere, East latitude 0.066 Ampere and West latitude 0.073 Ampere.

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada Pengaruh Panas Permukaan Dan Sudut Kemiringan Panel Surya Kapasitas 10 WP (Watt Peak) Tipe Monocrystalline Terhadap Laju Pengisian Baterai Kapasitas 12 Volt. Tujuan penelitian ini Untuk mengetahui bagaimana pengaruh suhu permukaan panel surya terhadap laju pengisian batrai dan Untuk mengetahui laju pengisian batrai pada posisi sudut yang ditentukan. metode yang digunakan adalah metode eksperimen Semu (quasi eksperimen) yaitu jenis penelitian eksperimen dimana peneliti mampu mengontrol variabel yang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 2° Lintang Barat mendapat nilai rata-rata tertinggi dengan 0,073 Ampere dengan suhu rata-rata 48,7 °C dan nilai rata-rata arus terendah pada 2° Lintang Selata dengan 0,042 Ampere dengan suhu rata-rata 40,4 °C. Suhu permukaan panel surya terhadap laju pengisian batrai yang paling tinggi di hasilkan pada 2° Lintang Barat 0,073 Ampere dengan suhu rata-rata 48,7 °C dan hasil paling rendah pada 2° Lintang Selata denga 0,042 Ampere dengan suhu rata-rata 40,4 oC. Laju pengisian baterai

pada masing-masing arah mata angin (LS, LU, LT, LB) dengan sudut kemiringan 2° adalah: Lintang Selatan 0,042 Ampere, Lintang Utara 0,52 Ampere, Lintang Timur 0,066 Ampere dan Lintang Barat 0,073 Ampere.

Kata kunci : Sel Surya, *Monocrystalline 10 WP* , Sudut Kemiringan, Laju Pengisian Baterai.

I. PENDAHULUAN

Pemakaian *solar cell* di Indonesia mempunyai prospek yang sangat baik, mengingat bahwa secara geografis sebagai negara tropis, melintang garis katulistiwa berpotensi *energy* surya yang cukup baik. Pemanfaatan Tenaga Surya melalui konversi *Photovoltaic* telah banyak diterapkan antara lain, penerapan sistem individu dan sistem hybrid yaitu sistem penggabungan antara sumber *energy* konvensional dengan sumber *energy* terbarukan (Gultom, 2015).

Untuk memaksimalkan intensitas matahari yang diterima oleh panel surya, perancangan sistem membutuhkan sudut kemiringan yang tepat dari panel surya untuk menerima radiasi matahari maksimum. Sudut kemiringan optimal panel surya merupakan salah satu faktor penentu terhadap penerimaan jumlah radiasi matahari dalam jumlah maksimal, sehingga akan berdampak terhadap daya keluaran panel surya (Ali, S., & Pandria, T. A .2019).

Kemudian sistem penyimpanan energi yang biasa dipakai untuk penyimpanan energi keluaran sel surya adalah baterai. Baterai ini digunakan karena sel surya memiliki karakteristik daya keluaran yang tidak stabil, berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang jatuh pada permukaannya, sedangkan beban umumnya menyaratkan suplai daya yang stabil, dan apabila daya masukannya berubah-ubah maka dapat merusak beban tersebut (Adityawan, E. 2010).

Berdasarkan uraian maka penulis hendak melakukan penelitian tentang “Analisis Pengaruh Panas Permukaan Dan Sudut Kemiringan Panel Surya Kapasitas 10 WP Tipe Monocryslline Terhadap Laju Pengisian Baterai Kapasitas 12 Volt”.

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penggunaan bahan bakar fosil yang dominan menyebabkan emisi gas buang yang berdampak pada lingkungan dalam hal ini perubahan iklim.
2. Semakin tinggi temperature panel surya, daya listrik yang dihasilkan akan berkurang.
3. Besarnya intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sel fotovoltaik dipengaruhi oleh letak lokasi pemasangan.
4. Sudut kemiringan optimal panel surya merupakan salah satu factor penentu laju pengisian baterai.
5. Pentingnya baterai yang ideal dalam proses penyimpanan daya yang berubah-ubah.

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Panel surya yang digunakan adalah tipe *Monocrystalline* kapasitas 10 wp.
2. Baterai kapasitas 12 Volt

3. Sudut panel surya dimiringkan 2° LT, 2° LB, 2° LS, 2° LU.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah, Bagaimana pengaruh suhu permukaan panel surya terhadap laju pengisian batrai dan Melakukan analisa laju pengisian batrai pada posisi sudut yang ditentukan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut kemiringan panel surya tipe *Monocrystalline 10 wp* yang optimal dalam menghasilkan daya *Output*.

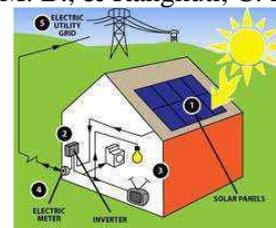
Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat menjadi referensi dalam membuat rancangan sistem pembangkit listrik tenaga terbarukan yang lebih efektif dengan memberikan solusi terhadap hasil penelitian.
2. Meningkatkan efektifitas dan daya tarik dalam penggunaan dan pengalihan pembangkit listrik tenaga fosil menjadi tenaga *energy* terbarukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sinar Matahari

Energi matahari merupakan sumber energi yang utama bagi kehidupan di bumi. Selain itu panas matahari juga berperan penting dalam menjaga kehidupan di bumi ini. Tanpa energi panas dari matahari maka seluruh kehidupan di muka bumi akan sangat dingin dan tidak ada makhluk hidup yang sanggup dengan keadaan seperti itu. Energi panas matahari merupakan energi yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber cadangan energi terutama bagi negara yang terletak di daerah khatulistiwa termasuk Indonesia, di mana matahari dapat bersinar sepanjang tahun (Dwicaksono, M. B., & Rangkuti, C. 2018).



Gambar 1 Sketsa pemanfaatan energi surya

(Sumber : Napitupulu, dkk, 2017)

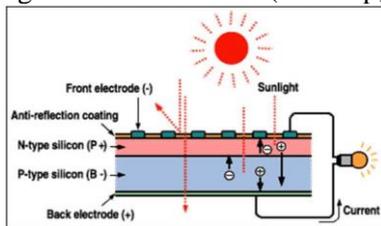
2.2 Panel Surya

Panel surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik dengan prinsip fotovoltaik. Modul surya adalah kumpulan beberapa sel surya, dan panel surya adalah kumpulan beberapa modul surya (Suryana. D, 2016).



Gambar 2 Panel Surya
(Sumber : Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. 2017)

Panel surya terdiri dari beberapa sel surya yang di susun sedemikian rupa sehingga didapatkan output sesuai dengan yang diinginkan. Dari kumpulan sel surya ini dapat dikonversi cahaya matahari menjadi listrik arus searah. Dengan menambahkan baterai yang dihubungkan dengan panel surya, maka daya hasil konversi cahaya matahari menjadi listrik dapat disimpan sebagai cadangan energi listrik. Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe P dan N P-N junction semiconductor yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik (Harahap, P. 2020).



Gambar 3 Proses pengubahan energi matahari
(Sumber : Harahap, P. 2020)

Jenis-jenis Panel Surya

1. Polycrystalline
2. *Thin Film Solar cell* (TFSC)
3. *Monocrystalline*

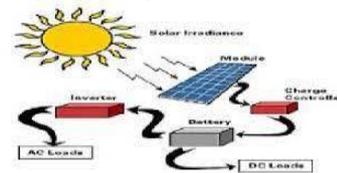
Jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis. Kira-kira hampir sama seperti pembuatan keripik singkong. Satu singkong diiris tipis-tipis, untuk menghasilkan kepingan-kepingan keripik yang siap digoreng. Singkong yang mudah diiris tipis-tipis, beda dengan kristal silikon murni yang membutuhkan teknologi khusus untuk mengirisnya menjadi kepingan-kepingan kristal silikon yang tipis. Dengan teknologi seperti ini, akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, sekitar 15% - 20% (Fitryah, 2015).



Gambar 4 Panel surya Monocrystalline
(Sumber : Magga R & Arifin Y. 2015)

Prinsip Kerja Sel Surya (*Photovoltaic*)

Prinsip kerja dari *photovoltaik* adalah *energy* foton pada cahaya matahari ini menghasilkan *energy* kinetik yang mampu melepaskan elektron-elektron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik. *Energy* kinetik akan makin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Intensitas cahaya matahari tertinggi diserap bumi di siang hari sehingga menghasilkan tenaga surya yang diserap bumi ada sekitar 120.000 Terra Watt. Jenis logam yang digunakan juga akan menentukan kinerja dari pada sel surya (Arrasyid A. H, 2017).



Gambar 5 Sistem kerja sel surya
(Sumber : Engelbertus, T. 2016)

2.3 Panas Permukaan Panel Surya

Modul/panel surya merupakan media pengkonversi energi foton matahari menjadi energi listrik, dimana penggunaannya selalu terpapar cuaca langsung. Kondisi lingkungan akan selalu berubah, seperti intensitas radiasi matahari yang fluktuatif, iklim, kecepatan angin dan cuaca. Faktor kondisi lingkungan tersebut tentunya akan berpengaruh terhadap perubahan temperatur permukaan panel, yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi daya yang dibangkitkan oleh sel surya tersebut (Rizali, M & Irwandy, 2015).

Tegangan listrik yang dihasilkan oleh suatu panel surya tidak hanya tergantung kepada besarnya intensitas radiasi yang diterimanya, namun kenaikan temperatur pada permukaan panel surya juga dapat menurunkan besar tegangan listrik (Suryana D. & Ali. M.M, 2016).

2.4 Sudut Kemiringan Terhadap Radiasi Matahari

Agar maksimum energi listrik keluaran dari sel surya maksimum, maka permukaan panel harus selalu mengarah ke sudut datangnya matahari. Di Indonesia, energi listrik keluaran dari sel surya yang optimum

dapat diperoleh apabila panelnya diarahkan dengan kemiringan sudut sebesar lintang lokasi pembangkit tenaga surya tersebut berada (Assiddiq, H., & Bastomi, M. 2019).

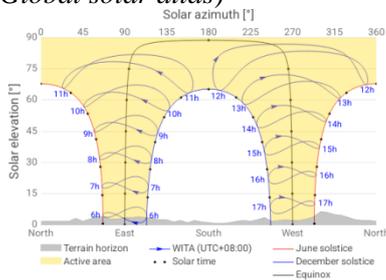
Sudut kemiringan (tilt angle) panel surya adalah sudut panel surya pada arah latitude terhadap garis horizontal, dan sudut azimuth adalah sudut penyimpangan panel surya terhadap garis lintang. Sudut kemiringan dan sudut azimuth panel surya pemasangan tetap sangat mempengaruhi total daya yang dapat dihasilkan panel surya (Yassir, Y. 2019).

Kemiringan panel surya di setiap wilayah berbeda-beda, hal itu di karenakan posisi matahari yang berubah, untuk mengetahui kemiringan panel surya yang efektif sesuai wilayah, dapat dilihat pada *global solar atlas*, seperti pada table dibawah.

Table 1 Laporan Global solar atlas di Tondano

Output daya Photovoltaic spesifik	1420.6 kWh/kWp
Iradiasi normal langsung	1351.5 kWh/m ²
Iradiasi horizontal global	1767.5 kWh/m ²
Iradiasi horizontal difus	834.2 kWh/m ²
Iradiasi miring global pada sudut optimal	1768.4 kWh/m ²
Kemiringan optimal modul PV	2/180 °
Suhu udara	22.6 °C
Ketinggian medan	693 m

(Sumber : *Global solar atlas*)

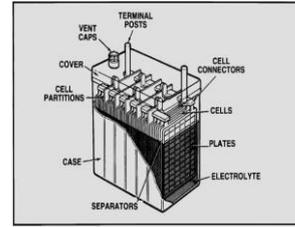


Gambar 6 Diagram jalur matahari di Tondano (Sumber : globalsolaratlas.info)

2.5 Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energy yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikkan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversible adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara

proses regenerasi dari elektroda –elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewatkan arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel (asy'ari, H, 2019).



Gambar 7 Komponen Baterai (Sumber : Asy'ari, H, 2019)

Pada proses pengisian (charging) dan pengosongan (discharging) perlu diperhatikan nilai tegangan dan arus proses pengisian dan pengosongan, agar tidak terjadi pengisian maupun pengosongan yang berlebihan (overcharge dan overdrain). Hal ini dilakukan agar umur baterai menjadi lebih panjang dan energi yang disimpan menjadi lebih optimal. Seiring dengan semakin lamanya baterai digunakan, kondisi cell masing-masing baterai menjadi tidak sama. Sehingga pada saat proses pengisian maupun pengosongannya, kapasitas yang tersimpan di tiap baterai menjadi tidak sama lagi (Astriani dkk, 2018).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen semu (quasi eksperimen) yaitu jenis penelitian eksperimen dimana peneliti tidak mampu mengontrol variabel yang diteliti. Pada dasarnya eksperimen semu merupakan pengembangan dari penelitian *true experimental* dimana pengontrolan variabel luar sulit dilakukan.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Panas permukaan panel surya dan Sudut kemiringan panel surya.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Arus listrik dan Laju pengisian baterai.

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Minahasa Kecamatan Tondano Selatan, dengan waktu pelaksanaan penelitian yaitu pada 1 November – 1 Desember 2021..

Alat Dan Bahan Penelitian :Panel Surya, Baterai Aki, Watt Meter, Solar Charge Controller, Lampu, Kabel, Inclinometer Smartphone Compas.

Table 2 Tabel Pengambilan Data

Jam (WITA)	Sudut Kemiringan	Suhu Permukaan Panel Surya	Laju Pengisian Baterai
10.00	2°		
11.00	LT, LB, LS,		
12.00	LU		

13.00			
14.00			
15.00			

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Data Hasil Pengujian Suhu Dan Tegangan Yang Di Hasilkan Oleh Panel Surya

Pengujian laju pengisian Baterai oleh Photovoltaic dilakukan selama 16 hari (4 hari LS, 4 hari LU, 4 hari LT dan 4 hari LB), akan tetapi akan disajikan dengan 1 hari berdasarkan hasil terbaik dari salah satu pengujian yang ada. Adapun hasil pengujian suhu dan tegangan pada panel surya adalah sebagai berikut:

Table 3 data hasil perhitungan suhu dan tegangan

Jam	Sudut Kemiringan							
	2° LS		2° LU		2° LT		2° LB	
	Suhu °C	Laju pengisian Baterai (A)	Suhu °C	Laju pengisian Baterai (A)	Suhu °C	Laju pengisian Baterai (A)	Suhu °C	Laju pengisian Baterai (A)
10.00	41.6	0.003	43.1	0.015	44.5	0.013	44.3	0.019
11.00	38.6	0.015	41.6	0.034	47.1	0.024	50.7	0.042
12.00	38.9	0.045	35.8	0.044	46.1	0.059	54.6	0.059
13.00	44.6	0.051	35.0	0.053	45.3	0.080	51.9	0.087
14.00	44.3	0.068	39.1	0.070	40.8	0.105	47.8	0.101
15.00	34.4	0.074	47.2	0.099	33.1	0.115	43.0	0.133
Rata-rata	40.4	0.042	40.3	0.052	42.8	0.066	48.7	0.073

Level kapasitas maksimum pada baterai adalah dengan bacaan 12 Volt. Untuk mengetahui laju pengisian baterai dapat ditentukan menggunakan persamaan.

$$AH = \frac{ET}{Vs}$$

$$\text{Pengisian Baterai} = \frac{AH}{\text{Kapasitas Baterai}}$$

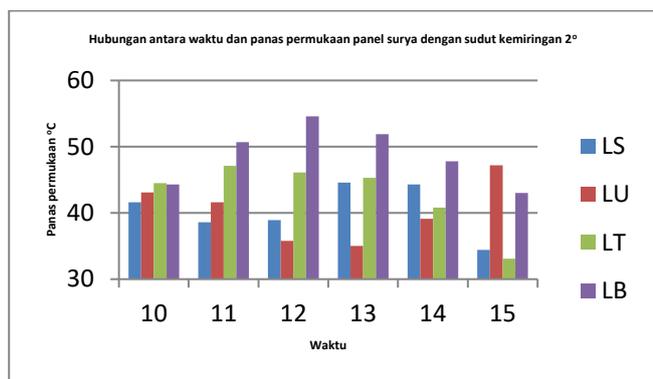
Keterangan :

AH = Kuat arus per jam (Ah)

ET = Energi sistem (Wh)

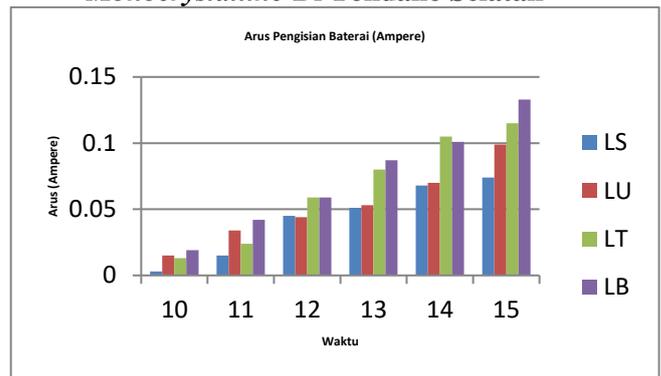
Vs = Tegangan system baterai (v)

A. Hubungan Antara Suhu Permukaan Dan Waktu Panel Surya 10 Wp Tipe Monocrystalline Di Tondano Selatan



Gambar 8 Grafik hubungan antara perubahan waktu penyinaran matahari terhadap temperatur panel sel surya

B. Hubungan Antara Arus Pengisian Batrai Dan Waktu Panel Surya 10 Wp Tipe Monocrystalline Di Tondano Selatan



Gambar 9 Grafik hasil pengukuran arus pengisian baterai (ampere)

4.2 Analisa Pengisian Batrai Oleh Panel Surya

Dari hasil pengamatan memperlihatkan bahwa 2° Lintang Barat mendapat nilai rata-rata tertinggi dengan 0,073 Ampere dengan suhu rata-rata 48,7 °C dan nilai rata-rata arus terendah pada 2° Lintang Selata dengan 0,042 Ampere dengan suhu rata-rata 40,4 °C bisa dilihat dimana ada perbedaan yang signifikan, dimana suhu permukaan sangat berpengaruh pada laju pengisian baterai. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan daya yang dihasilkan yaitu temperatur permukaan panel sel surya sangat berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan dari panel surya. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh suatu panel surya tidak hanya tergantung kepada besarnya intensitas radiasi yang diterimanya, namun kenaikan temperature pada permukaan panel surya juga dapat menurunkan besar tegangan listrik tersebut. Perubahan temperatur pada panel surya selain disebabkan oleh temperature lingkungan sekitar, juga disebabkan oleh bahan silicon sel-sel surya yang mampu menyerap energi foton sekaligus panas dari radiasi matahari.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian yang dilakukan didapat hasil sebagai berikut:

1. Suhu permukaan panel surya terhadap laju pengisian batrai yang paling tinggi di hasilkan pada 2o Lintang Barat 0,073 Ampere dengan suhu rata-rata 48,7 oC dan hasil paling rendah pada 2o Lintang Selata denga 0,042 Ampere dengan suhu rata-rata 40,4 oC.
2. Laju pengisian baterai pada masing-masing arah mata angin (LS, LU, LT, LB) dengan sudut kemiringan 2o adalah: Lintang Selatan 0,042 Ampere, Lintang Utara 0,52 Ampere, Lintang

Timur 0,066 Ampere dan Lintang Barat 0,073 Ampere.

REFERENSI

- Adityawan, E. (2010). Studi karakteristik pencatutan solar cell terhadap kapasitas sistem penyimpanan energi baterai. Universitas Indonesia., Depok.
- Ali, S., dan Pandria, T. A. (2019). Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 4(1).
- Arrasyid, A. H. (2017). Analisis perencanaan penerangan jalan umum dan lampu taman berbasis photovoltaik di universitas pakuan bogor. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, 1(1).
- Assiddiq, H., dan Bastomi, M. (2019). Analisis pengaruh perubahan temperatur panel terhadap daya dan efisiensi keluaran sel surya poycrystalline. *Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(1), 33-39.
- Astriani, dkk. (2018). Penyeimbangan State of Charge Baterai Lead Acid Pada Prototipe Battery Management System. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 17(1), 43-52.
- Ay'ari, H (2019), Pengisian Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Pada Sistem Energi Surya. *Edu Elekrika Journal*, 8(2),73-77.
- Dwicaksono, M. B., & Rangkuti, C. (2018). Perancangan, pembuatan, dan pengujian kompor energi matahari portabel tipe parabola kipas. In *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan* (pp. 41-48).
- Engelbertus, T. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Catu Daya Tambahan Pada Hotel Kini Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- Fitryah, Nur. (2015). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta: Universitas Trisakti
- Globarsolaratlas.info. Juli 2021. Laporan Global Solar Atlas di Tondano. Diakses pada 6 November 2021, dari <https://globalsolaratlas.info/detail?m=site&c=1.301211,124.910898,11&s=1.301211,124.910898>
- Gultom. (2015). Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *J. Mudira Indure*, 1(3), 33-42.
- Harahap, P. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 73-80.
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2(1).
- Magga, R., dan Arifin, Y. (2015). Desain Hybrid Panel Surya Tipe Monocrystalline dan Thermal Kolektor Fluida Air. *Jurnal IPTEK*, 19(2), 67-74.
- Napitupulu, dkk. (2017). Pengaruh Material Monokristal Dan Polikristal Terhadap Karakteristik Sel Surya 20 Wp Dengan Tracking Sistem Dua Sumbu. Medan. Laporan Penelitian. Universitas Hkbp Nomensen.
- Suryana, D. (2016). Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya). *Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri*, 1(2).
- Suryana, D. (2016). Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya). *Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri*, 1(2).
- Yassir, Y. (2019). Optimasi Sudut Penyimpangan Panel Surya Terhadap Garis Lintang dengan Metode Algoritma Genetika, Studi Kasus: Kampus Politeknik Negeri Lhokseumawe. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* (Vol. 3, No. 1, p. 52).