

UNJUK KERJA PANEL SURYA 100 Wp *MONOCRYSTALLINE* DALAM MENGHASILKAN LISTRIK

Toar Maarviel Rumagit, Benny L. Maluegga, Nita C.V. Monintja

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Dunia saat ini diperhadapkan dengan permasalahan energi dimana semakin menipisnya persediaan minyak bumi serta dampak proses pembakaran dari energi tersebut berupa emisi gas buang. Salah satu alternatif adalah dengan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang salah satunya adalah dengan menggunakan Energi Matahari sebagai pembangkit energi listriknya.

Pemanfaatan energi matahari memerlukan suatu media pembangkit berupa Panel Surya (*PhotoVoltage*) dan kapasitas yang dihasilkan tergantung dari PV yang ada. Oleh karenanya maka perlu dilakukan suatu pengujian lapangan untuk mendapatkan nilai kapasitas sesungguhnya yang dapat dihasilkan dari PV tersebut berdasarkan sesuai tempat lokasi pengujiannya. Pengujian yang dilakukan berupa pengambilan data Daya Keluaran yang dihasilkan (*Pout*) dan Efisiensi PV, yang didapat dari data; Intensitas Cahaya (*Irr*), *Isc*, *Voc*. Pengambilan data dilakukan setiap 20 menit, dimulai dari jam 9.00 sampai jam 15.20.

Dari hasil pengambilan data yang didapat, Daya keluaran terbesar dari PV = 31,1823 Watt pada hari pertama dengan Intensitas Cahaya = 605,7 W/m², sedangkan Efisiensi terbaik pada hari kedua = 11,246 % dengan Intensitas Cahaya = 424,5 W/m². Terlihat bahwa Intensitas Cahaya sangat mempengaruhi kapasitas energi yang dapat dihasilkan oleh PV dan Efisiensi dipengaruhi dari temperatur pada permukaan PV-nya.

Kata Kunci : Intensitas Cahaya, Panel Surya, Efisien

ABSTRACT

The world is currently faced with an energy problem where the supplies of petroleum are depleting and the impact of the combustion process of this energy is in the form of exhaust emissions. One alternative is New and Renewable Energy (EBT) and one way is to use solar energy to generate electricity.

*Utilization of solar energy requires a generating medium in the form of a Solar Panel (*PhotoVoltage*) and the resulting capacity depends on the existing PV. Therefore it is necessary to carry out a field test to obtain the actual capacity value that can be generated from the PV based on the results according to the test location. The tests carried out were in the form of taking data on the resulting Output Power (*Pout*) and PV Efficiency, which were obtained based on the data; Luminous Intensity (*Irr*), *Isc*, *Voc*. Data collection is carried out every 20 minutes, starting from 9.00 to 15.20.*

From the results of data collection obtained, the greatest output power of PV = 31.1823 Watt on the first day with light intensity = 605.7 W/m², while the best efficiency on the second day = 11.246% with light intensity = 424.5 W/m². It can be seen that the intensity of light greatly affects the energy capacity that can be generated by PV and efficiency is affected by the temperature on the surface of the PV.

Keyword : Light Intensity, Solar Panel, Efficiency

1. Pendahuluan

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja, dimana energi juga adalah daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan meliputi energi mekanik, energi panas, dan lain-lain. Pada jaman modern saat ini energi listrik merupakan suatu hal yang sangat penting dan vital yang dibutuhkan oleh manusia. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi saat ini, kebutuhan energi dapat mengganggu keberlangsungan kegiatan manusia. Energi saat ini masih banyak bergantung pada batu bara dan minyak bumi yang mempunyai dampak pada situasi iklim dunia saat ini. Energi Baru dan Terbarukan (EBT, *Renewable Energy*) adalah salah satu alternatif energi yang mempunyai prospek sangat baik dalam pengembangannya untuk masa depan.

Potensi energi surya di Indonesia sangat besar yakni sekitar 4.8 kWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp, namun yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan *roadmap* pemanfaatan energi surya yang menargetkan kapasitas PLTS terpasang hingga tahun 2025 adalah sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Jumlah ini merupakan gambaran potensi pasar yang cukup besar dalam pengembangan energi surya di masa datang. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012).

Potensi pemanfaatan energi surya mempunyai peluang yang sangat besar di bumi Indonesia, walaupun kapasitas potensi energi mataharnya berbeda-beda untuk setiap lokasinya namun kapasitas yang dapat dihasilkan dari sinar matahari (Intensitas Cahaya) harus dapat mencukupi untuk dapat membangkitkan energi listrik melalui media

Solar Panel (PV), yang umum dikenal dengan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Penelitian ini melakukan pengujian dengan panel surya *Monocrystalline* 100 Wp dengan tujuan dapat menghasilkan listrik, dengan membuat rangkaian sistem PLTS untuk mendapatkan arus (I), tegangan (V) dan daya (Watt) berdasarkan kondisi Intensitas Cahaya (Irr).

1.1 Faktor Pengisi atau *Fill Factor* (FF)

Hubungan antara daya maksimum sesungguhnya yang dapat disediakan oleh panel dengan perkalian $I_{sc} \times V_{oc}$. Ini memberikan anda gambaran kualitas panel karena ini adalah indikasi tipe kurva karakteristik IV. Semakin dekat FF kepada 1, semakin banyak daya yang dapat diberikan oleh panel. Nilai umum biasanya berkisar antara 0,7 dan 0,8.

$$FF = \frac{V_m \cdot I_m}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \dots\dots\dots 1$$

Dimana :

- V_m = Tegangan pada titik kerja maksimum
- I_m = Arus pada titik kerja maksimum
- V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka (*open circuit voltage*)
- I_{sc} = Arus hubung singkat (*short circuit current*)

1.2 Efisiensi (η)

rasio antara daya listrik maksimum yang dapat diberikan oleh panel kepada beban dan daya dari radiasi surya (P_{in}) yang masuk ke panel. Ini biasanya sekitar 10-12%, tergantung pada tipe sel yang dipasang.

$$\eta_{\text{Panel surya}} = [(P_{out}) / (Irr \times A)] \times 100\% \dots\dots 2$$

Dimana:

- η = Efisiensi panel surya
- P_{out} = Daya (Watt)
- Irr = Intensitas Matahari (Watt/m²)
- A = Luas Penampang panel surya (m²)

2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kampus UNSRAT Jurusan Teknik Mesin posisi 1^o 27' 30.16"Lintang Utara, 124^o 49' 31.34" Bujur Timur dan waktu pelaksanaan penelitian : Dimulai pada bulan Maret 2023.

2.2. Bahan dan Alat Pada Instalasi PLTS

Instalasi pada perancangan ini terdiri dari beberapa komponen utama yaitu sebagai berikut:

- 1-Modul Fotovoltaik (Modul Surya) 100 Wp, *MonoChristalline*.
- 2-Baterai Basah, 70 Ah, 12V
- 3-Solar Charge Controller (SCC), Tesla, 20 A .
- 4-Inverter, Tesla, 1000 Watt.

2.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan diterapkan dalam penelitian ini yaitu :

- 1- Studi literatur

Merupakan tahapan persiapan pembelajaran dari materi yang akan di bahas dalam penelitian serta pengumpulan referensi-referensi sebagai bahan acuan dalam penelitian.

2-Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Tahap melakukan pengujian terhadap rangkaian PLTS Off Grid dengan PV 100 Wp dan untuk langkah pengambilan data dilakukan setiap 20 menit dari jam 09.00 sampai 15.00 wita.

3- Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data-data yang akan diambil diantaranya :

- Intensitas Cahaya (W/m²),
- Temperatur (°C),
- Tegangan (Volt),
- Arus (Ampere).

Avometer, digunakan untuk mendapatkan data ; Arus (Ampere), Tegangan (Volt) [DC].

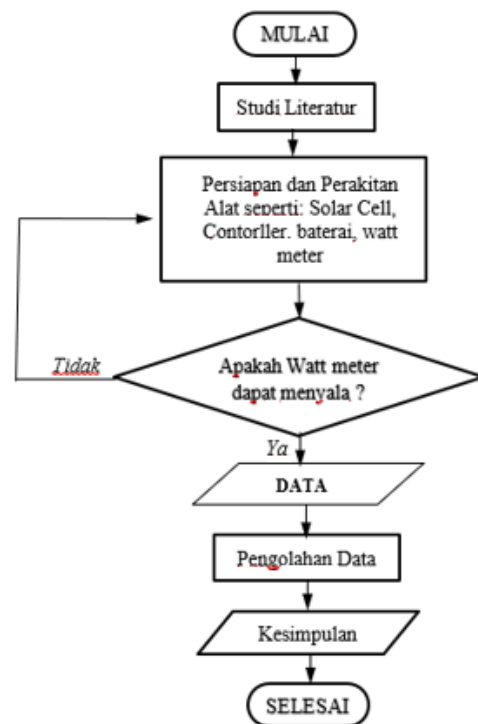
Solar Survey (Solar Meter) digunakan untuk mendapatkan data : Intensitas Cahaya (W/m²), Temperatur Permukaan PV (°C), Temperatur Sekitar (°C).

4- Pengolahan Data

>Sumber data,

Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data primer yang langsung didapatkan dari obyek pelaksanaan penelitian ini, yaitu pengukuran pada rangkaian panel surya yang telah dibuat.

>Variable yang diamati dan indicator pengujian, Penelitian ini dilakukan pada instalasi PLTS *Off Grid* (*Stand a Lone*). Sehingga setiap pengujian tersebut menghasilkan perbedaan pada beberapa performa dari PLTS.



Gambar 2.1 : Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.2 : Instalasi PLTS



Gambar 2.3 : Parameter Solar Panel 100 PV

2.4 Data Perhitungan :

Perhitungan ini diambil dari tabel tanggal 13-Maret-2023 pada jam 11.00 WITA.

1. Tahanan (Ω) (R) : [$V = I \cdot R$]

$$R = \text{Volt} / \text{Amp} \\ = 19,78 \text{ (Volt)} / 2,8 \text{ (Amp)} \\ = 7,06 \text{ Ohm}$$

2. Daya yang Masuk (Pin) :

$$P_{in} = I_{rr} \times A \\ = 880 \text{ (W/m}^2\text{)} \times 0,67 \text{ (m}^2\text{)} \\ = 589,6 \text{ Watt}$$

3. Daya yang Keluar (Pout) :

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \\ = 19,78 \text{ (Volt)} \times 2,8 \text{ (Amp)} \\ = 55,384 \text{ Watt}$$

4. Pengisian Daya (FF)

$$FF = \frac{V_m \cdot I_m}{V_{oc} \cdot I_{sc}} = \frac{18,1 \times 5,25}{19,78 \times 2,8} = 1,71575$$

5. Efisiensi Surya (η) :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

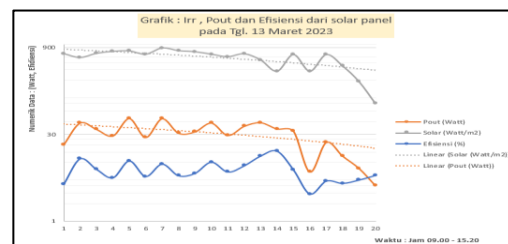
$$= (55,384 / 589,6) \times 100\% \\ = 9,393 \%$$

3. Hasil Penelitian

3.1 Hasil Pengolahan Data

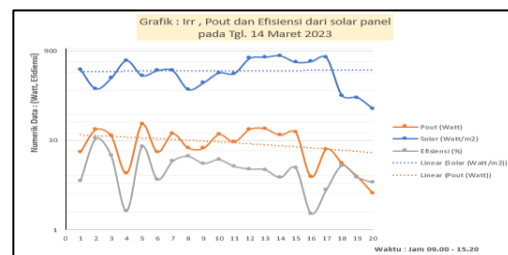
Hasil pengolahan data yang didapatkan selama 3 hari dari tgl.13-16 Maret 2023, pada posisi 1⁰ 27' 30.16" Lintang Utara ; 124⁰ 49' 31.34" BujurTimur dari jam 09.00 sampai 15.00 dengan waktu pengambilan data setiap 20 menit didapatkan :L

1- Data hubungan Intensitas cahaya terhadap daya keluar serta efisiensi dari panel solar selama 3 hari ;



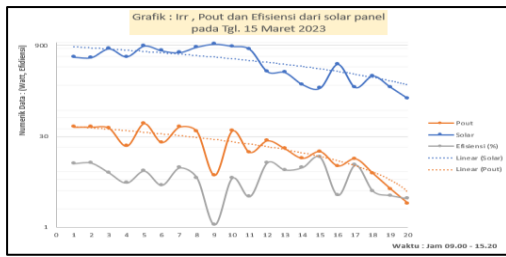
Gambar 3.1: Data tanggal 13 Maret 2023

Pada waktu ke-2 garis Pout naik sedangkan garis solar turun disebabkan oleh perubahan cuaca, mulai waktu ke-7 sampai ke-15 garis Pout naik turun sedangkan garis solar turun secara konstan dan hanya naik pada waktu ke-13 lalu turun lagi sehingga mempengaruhi tengangan yang masuk baterai. Efisiensi tertinggi yang didapatkan terdapat pada jam 13.20 dengan memiliki nilai 15,638% dan efisiensi terendah pada jam 14.00 dengan nilai 2,903%.



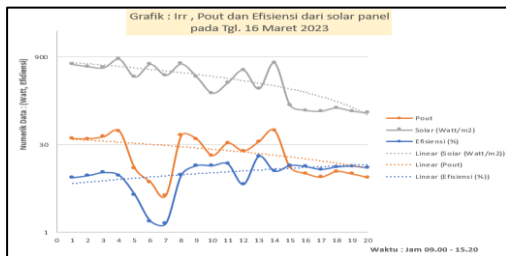
Gambar 3.2: Data tanggal 14 Maret 2023

Grafik di atas menunjukkan daya masuk naik sedangkan daya yang dihasilkan solar turun disebabkan oleh ampere yang turun meskipun temperature PV-nya tinggi itu disebabkan oleh awan tebal, karena awan tebal mempengaruhi daya yang akan dihasilkan. Perubahan cuaca yang signifikan berubah-ubah akan mempengaruhi ke daya yang akan dihasilkan meskipun temperatur solar tinggi. Pada jam 10.20, Efisiensi memiliki nilai 32,119% dan nilai efisiensi terendah pada jam 14.00 dengan nilai 1,858%.



Gambar 3.3: Data tanggal 15 Maret 2023

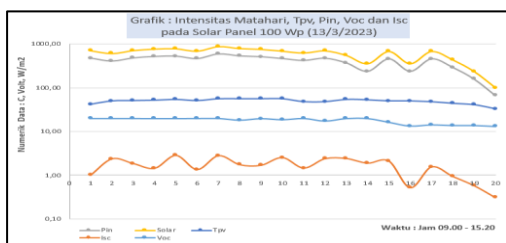
Grafik di atas memperlihatkan data solar mencapai titik tertinggi sedangkan grafik Pout turun drastis yang disebabkan oleh perubahan cuaca, nilai Pout tertinggi pada jam 10.20 dengan nilai 48,7563 Watt dan terendah pada jam 15.20 dengan nilai 2,4282 Watt. Nilai efisiensi tertinggi pada jam 13.40 dengan nilai 13,835% dan nilai terendah pada jam 11.40 dengan nilai 1,096%.



Gambar 3.4: Data tanggal 16 Maret 2023

Grafik di atas menunjukkan pada jam 10.00 sampai 11.20 P_{out} turun secara drastis disebabkan oleh perubahan cuaca awan tebal namun data solar tidak turun secara drastis karena hal tersebut disebabkan masih adanya cahaya pembiasan yang diterima oleh solar panel dan terlihat temperature solar masih tinggi sedangkan temperature sekitar rendah, pada jam 13.20 turun drastis lagi disebabkan oleh perubahan cuaca yang awalnya berawan tiba-tiba hujan. Nilai daya solar tertinggi pada jam 10.00 dengan nilai 833 W/m^2 dan titik terendah daya solar pada jam 15.20 dengan nilai 103 W/m^2 , titik efisiensi tertinggi pada jam 13.00 dengan nilai 19,159% dan titik terendah pada jam 10.40 dengan nilai 1,393%

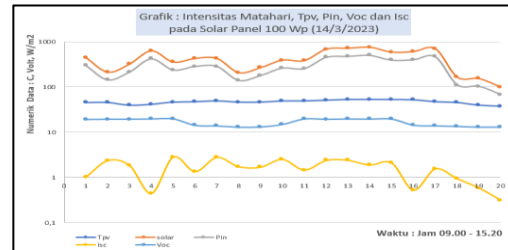
2- Data Luaran dari Isc dan Voc terhadap Intensitas Cahaya yang diterima selama 3 hari ;



Gambar 3.5: Data tanggal 13 Maret 2023

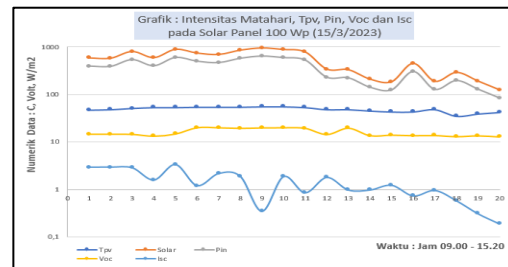
Grafik diatas menunjukkan bahwa pada waktu ke-7 sampai ke-11 untuk data ampere (Isc) selalu

berubah-ubah sedangkan data Watt (Pin) turun secara konstan hal itu disebabkan oleh cuaca yang berubah-ubah, dan temperatur PV hampir dibilang tidak memiliki perubahan yang signifikan disebabkan ketika cuaca berubah dari terang ke berawan, PV masih menyimpan panas cahaya matahari



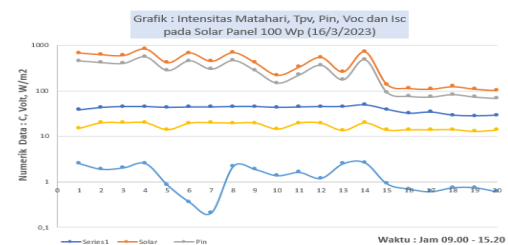
Gambar 3.6: Data tanggal 14 Maret 2023

Grafik diatas menunjukkan ketika data Isc naik data Pin dan solar turun seangkan grafik temperature juga turun, tapi turunnya tidak drastis, dimana hal tersebut ini disebabkan oleh awan tipis serta angin yang berhembus yang mempengaruhi turunnya temperatur pada permukaan panel. Pada waktu ke-4 sampai ke-7 data Isc turun naik sedangkan data Pin dan solar pada waktu ke-4 naik dan waktu ke-5 turun dan naik secara perlahan sampai waktu ke-7 serta turun secara drastis pada waktu ke-8, perubahan awan tebal pada waktu ke-4 sampai ke-7 diman perubahan awan tebal ke awan tipis serta berangin.



Gambar 3.7: Data tanggal 15 Maret 2023

Grafik di atas menunjukkan perubahan data Isc yang cukup drastis pada waktu ke-9, hal tersebut dipengaruhi oleh perubahan cuaca terdapat awan tipis dan angin yang mempengaruhi data Isc.



Gambar 3.8: Data tanggal 16 Maret 2023

Grafik diatas terlihat pada jam 10.00 terjadi penurunan yang sangat signifikan pada Isc dari 2,54 Amp menjadi 0,21 Amp pada jam 11.00, hal itu

disebabkan daya yang dihasilkan oleh pabel surya terhalang oleh awan tebal. Dan naik secara drastis pada jam 11.20 menjadi 2,21 Amp padahal pada data Pin dan data solar pada jam 10.00 sampai 11.00 perubahan grafiknya tidak berubah drastis seperti yang kita bahas pada grafik I_{sc} , dan juga grafik V_{oc} -nya pada jam 10.20 menunjukkan kenaikan dan konstan sampai jam 11.40 berbanding terbalik dengan grafik I_{sc} yang turun. Pada saat kondisi mulai hujan pada jam 13.20 semua grafik mulai dari data solar, Pin, V_{oc} , dan I_{sc} mulai turun secara bersamaan.

3.2 Pengambilan Data Lapangan

1- Pepenentuan posisi dan sudut panel surya.

Dengan menggunakan alat ukur Solar Survey dapat mengukur Sudut Panel, Intensitas Cahaya Matahari dan Temperatur Panel serta Temperatur Sekitar.



Gambar 3.9: Pengukuran Kemiringan Panel Surya dan Intensitas Cahaya Matahari.

2-Pengukuran Data dari Panel Solar.



Gambar 3.10: Pengambilan Data I_{sc} V_{oc} dari Panel Surya



Gambar 3.11: Posisi pengambilan data.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1-Instalasi PLTS *Off Grid*, *stand alone* harus ditempatkan pada posisi yang tetap dengan kemiringan yang sudah ditentukan (15°) agar keakuratan data tetap sesuai dengan lintasan matahari.

2-Nilai intensitas cahaya tertinggi yang didapatkan yaitu 32,119% sedangkan yang terendah 1,096% dan nilai rata-rata intensitas cahaya yang dihasilkan adalah 11,246% pada kondisi cuaca hujan PV masih menghasilkan daya walaupun dengan daya yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus Ramadhani, 2015, *Sesi 1 Dasar-dasar pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)*, GIZ. DEPARTMENT OF ENERGY RENEWABLE ENERGY MANAGEMENT BUREAU, 2009, *MANUAL for Solar PV Training*, provided by the Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Ikhsan, 2013, *Peningkatan Suhu Modul Dan Daya Keluaran Panel Surya Dengan Menggunakan Reflektor*, Jurnal ilmiah Dosen pada Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- I. W. G. A. Anggara, I. N. S. Kumara, and I. A. D. Giriantri, 2014, "*Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 KW Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran, Universitas Udayana*", Jurnal Spektrum, vol. 1, no. 1, pp. 118– 122.
- Japan International Cooperation Agency (JICA), 2009, "*Manual for Solar PV Training*", Depatemen of Energy Renewable Energy Management, Bureau.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2012. "*Matahari Untuk PLTS di Indonesia*".

- Diakses pada 13 Januari 2023,
<https://www.esdm.go.id/id/mediacenter/arsipberita/matahariuntukpltdiindonesia#:~:text=Potensi%20energi%20surya%20di%20Indonesia,adalah%20sebesar%200,87%20GW%20>.
- Klaus Jäger, Olindo Isabella, Arno H.M. Smets René A.C.M.M. van Swaaij Miro Zeman, 2014, “*Solar Energy Fundamentals, Technology, and Systems*”. Delft University of Technology.
- Konrad Mertens, 2014, “*PHOTOVOLTAICS FUNDAMENTALS, TECHNOLOGY AND PRACTICE*”, John Wiley & Sons Ltd, United Kingdom.
- Priyanto, B, 2013. “*Peningkatan Daya Keluaran Sel Surya Dengan Penambahan Intensitas Berkas Cahaya Matahari*”, Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 105-115
- Purwoto, B, H., Jatmiko, J., Fadilah, M, A., & Huda, I, F, 2018. “*Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif*”. Emitor: Jurnal Teknik Elektro, 18(1), 10-14.
- Rita Hariningrum, 2021, *Analisa Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya 100 WP Terhadap Daya Listrik*, Marine Science and Technology Journal, 1 (2), 67-76.
- Tomi Alamsyah, Ayong Hiendro, Zainal Abidin, 2021, *Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya*, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.