



PAPER – OPEN ACCESS

Perbandingan Nilai Iradiasi Dengan Perbedaan Cuaca, Sudut Kemiringan Dan Arah Azimuth Dengan Metode Pengukuran Langsung

Author : Isroq Bahanudin Naksabandi
DOI : 10.32734/ee.v4i1.1254
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 4 Issue 1 – 2021 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Perbandingan Nilai Iradiasi Dengan Perbedaan Cuaca, Sudut Kemiringan Dan Arah Azimuth Dengan Metode Pengukuran Langsung

Isroq Bahanudin Naksabandi^{a*}

^aMagister Teknik Elektro, Teknik Elektro, Insitut Teknologi-PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat 11750, Indonesia

naksabandit@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai perbandingan pada tiga keadaan yang berbeda, yaitu pertama pada sudut kemiringan yang divariasikan dari 11°, 12°, 13°, 14°, 15°, 16°. Kedua pada perbandingan arah azimuth utara, timur, selatan dan barat, serta ketiga pada perbedaan cuaca yang sering terjadi pada wilayah tersebut yaitu kabut (dampak dari gunung rinjani), hujan, cerah, cerah dan berkabut. Penelitian dilakukan dibawah kaki gunung Rinjani, daerah Sembalun Lombok timur. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai pemasangan sel surya secara permanen mendapatkan nilai yang optimal, sebagaimana tujuan dari pembangunan PLTS didaerah ini untuk daya listrik pos pemantauan gunung Rinjani yang dibutuhkan non stop 24 jam. Penelitian ini akan dilakukan dengan pengukuran secara langsung, dimana pengukuran ini dilakukan menggunakan alat *pyranometer* yang akan diukur dari terbit matahari hingga terbenam matahari. Dari masing-masing perbandingan ini, pada sudut kemiringan 14° diperoleh nilai yang paling tinggi. Pada perbedaan cuaca ini, meskipun dikatakan cuaca menjadi pengaruh terbesar *shading*, tapi tidak menutup kemungkinan bahwa pada keadaan hujan pun masih bisa menghasilkan daya listrik tapi hanya mencapai <30% dari cuaca normal. Pada arah azimuth, meskipun perbandingannya tidak terlalu signifikan tetapi pada arah azimuth barat memiliki nilai yang paling direkomendasikan pemasangannya.

Kata kunci: Nilai iradian; cuaca; arah azimuth; sudut kemiringan

Abstract

Angle inclination (tilt angle) was varied from 11°, 12°, 13°, 14°, 15°, 16°. The second is the comparison This research is conducted to obtain the comparative value in three different conditions, namely first, the of the north, east, south and west azimuth angle, and the third is the difference in weather that often occurs in the region, namely fog (impact of Mount Rinjani), rain, sunny, and foggy. The research was conducted in the foothills of mount Rinjani, Sembalun area, East Lombok. This is done to get the value of installing solar cells permanently to get the optimal value, as the goal of the construction of PLTS in this area for the electric power of the Mount Rinjani monitoring post which is needed 24 hours non-stop. This research will be carried out by direct measurement, where this measurement is carried out using a pyranometer which will be measured from sunrise to sunset. The research study found that the optimal tilt angle is 14° and azimuth angle, although the comparison is not too significant, the west azimuth angle is the most recommended for installation. As for the weather difference, even though the weather is said to be the biggest influence of shading, it does not rule out that even in rainy conditions it can still generate electricity but only reaches <30% of normal weather.

Keywords: irradiation value; weather; azimuth angle; tilt angle

1. Pendahuluan

Sinar matahari merupakan suatu energi yang sangat dibutuhkan untuk membangkitkan pembangkit listrik tenaga surya. Matahari merupakan energi terbarukan yang bersih, serta memiliki energi yang tidak terbatas [1]. Penyerapan energi matahari untuk menjadi tenaga listrik dilakukan dengan memanfaatkan alat yang dikenal dengan sebutan *photovoltaic* (sel surya)[2]. Sel surya terdiri dari lapisan semikonduktor tipe N dan tipe P, diantara kedua semikonduktor tersebut terdapat suatu sambungan yang dikenal dengan *PN-junction*. Semikonduktor tipe N memiliki muatan negatif, sedangkan semikonduktor tipe P memiliki muatan positif. Jika semikonduktor tersebut disinari matahari, maka akan menghasilkan suatu energi yang dapat membuat muatan negatif (elektron) pada semi konduktor tipe N berpindah ke semikonduktor tipe P dengan melompati *PN-junction*. Perpindahan muatan elektron inilah yang disebut dengan arus listrik. Hal inilah yang menyebabkan bahwasanya penggunaan sel surya tidak bisa lepas dari sinar matahari[3].

Penggunaan sel surya untuk membangkitkan tenaga listrik sangat dipengaruhi oleh keberadaan matahari. Pada saat siang hari energi listrik dapat dihasilkan, namun pada malam hari sel surya tidak dapat berfungsi. Keperluan kita dalam menggunakan listrik tentunya tidak bisa hanya siang hari saja, sedangkan pada malam harinya listrik dari sel surya akan mati. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi kekurangan pasokan listrik kita pada malam hari adalah dengan menggunakan baterai. Baterai akan menyimpan tenaga listrik saat diproduksi dan melepaskan saat diperlukan.

Efisiensi pembangkitan listrik oleh sel surya juga dipengaruhi oleh pergerakan matahari. sel surya sebaiknya didesain untuk dapat bergerak mengikuti arah peredaran matahari[4]. Ada beberapa teknologi yang digunakan untuk membuat panel surya tersebut dapat mengikuti arah pergerakan matahari, teknologi tersebut biasa dikenal dengan *solar tracking*. Namun jika dipasang *solar tracking* pada sel surya dengan kapasitas besar, tentunya tidak akan murah. Oleh karena itu, banyak sekali pengembang sel surya lebih memilih menggunakan pemasangan secara permanen tanpa mengikuti pergerakan matahari setiap waktu. Meskipun dipasang secara permanen, kita juga dapat mendapatkan hasil pengukuran yang optimal. Tentunya dengan mempertimbangkan banyak hal, yaitu arah pemasangan, sudut kemiringan pemasangan dll. Oleh karena itu, pada penelitian ini, akan menganalisis tingkat efisiensi pembangkitan listrik menggunakan sel surya berdasarkan: posisi kemiringan sel surya relatif terhadap permukaan datar; arah pemasangan alat berdasarkan arah mata angin; serta faktor cuaca di lapangan dengan pengukuran langsung.

Dikarenakan pergerakan bumi yang mengitari matahari memberikan nilai terhadap kemiringan panel surya yang akan dipasang. Besarnya daya yang dihasilkan *photovoltaic* sangat dipengaruhi oleh nilai iradian yang dihasilkan dari sinar matahari. Semakin besar nilai iradian yang dapat mengenai permukaan *photovoltaic*, maka semakin besar pula daya yang akan dihasilkan oleh *photovoltaic* tersebut. Faktor lain yang mempengaruhi daya yang dihasilkan *photovoltaic* yaitu *shading* (bayangan). Bayangan yang mengenai permukaan *photovoltaic* yang terpasangan akan menurunkan daya yang dihasilkan [5]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan menilai berapa Iradian (W/m^2) yang dihasilkan suatu *photovoltaic* jika adanya pengaruh perbedaan cuaca, karena disetiap daerah memiliki cuaca yang berbeda-beda, sehingga perlu dilakukan penelitian agar tidak terjadi kesalahan perencanaan pemasangan *photovoltaic*. Tentunya pemasangan juga sangat berpengaruh terhadap arah azimuth *photovoltaic* [1], karena arah azimuth sangat erat kaitannya dengan pergerakan bumi ketika berotasi. Semua metode penelitian ini akan dilakukan di daerah Sembalun-Lombok Utara dengan menggunakan pengukuran langsung. Adapun tujuan dilakukan penelitian di daerah ini yaitu, mencari nilai pemasangan yang optimal untuk PLTS yang digunakan untuk kebutuhan daya listrik suatu Pos Pengamatan Gunung Rinjani, hal ini dikarenakan pemasangan dilakukan secara permanen, sehingga perlu adanya pengukuran sebelum perencanaan PLTSnya. Dikarenakan daerah ini letaknya di lereng gunung rinjani, jadi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan pemasangan, yaitu kabut, hujan dll.

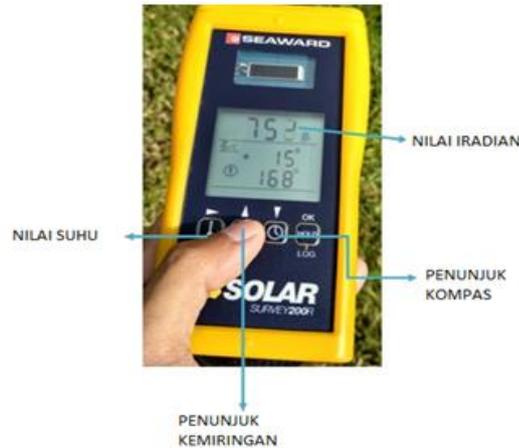
2. Metode Penelitian

2.1. Peralatan Pengujian

Peralatan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pyranometer*, yang berfungsi untuk mengukur tingkat iradiasi matahari. Alat ini merupakan alat yang genggam yang dapat dibawa secara mudah ke lapangan. Iradiasi matahari merupakan ukuran untuk menentukan tingkat daya yang dapat dihasilkan oleh suatu bidang datar, satuan yang digunakan adalah W/m^2 .

Alat ini akan mengkonversikan suatu hasil yang mana hasil ini penting untuk kita ketahui ketika merencanakan suatu pembangkit tenaga surya. Adapun nilai-nilai yang dapat dihasilkan dari *pyranometer* ini yaitu suhu ruangan ($^{\circ}C$), kemiringan suatu benda ($^{\circ}$), arah azimuth dan suhu PLTS ($^{\circ}C$). Suhu ruangan atau suhu sekitar dapat kita gunakan untuk melihat bagaimana cuaca yang sedang terjadi, cuaca yang cerah/ terik biasanya bersuhu $30-35^{\circ}C$.

Kinerja alat ini dengan dipasang pada suatu permukaan bidang datar, kemudian dengan adanya penyinaran sinar matahari tepat pada sensor cahaya yang terdapat pada *pyranometer* tersebut, akan ditampilkan suatu nilai iradian dalam satuan W/m^2 . Didalam *pyranometer* terdapat modul surya yang dapat mengkalkulasikan secara langsung dalam bidang per m^2 nya. Layar *pyranometer* memberikan data berupa suhu ruangan, suhu *photovoltaic*, sudut kemiringan terhadap bidang datar dan arah kompas 360° . Adapun gambar dari alat tersebut yaitu:



Gambar 1. Pyranometer

2.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Badan Geologi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Pos Keamanan Gunung Api yang berada di jalan Raya Sembalun Desa Sembalun Kec. Sembalun Kab. Lombok Timur NTB dengan koordinat $8^{\circ}25'$ LU dan $116^{\circ}28'$ BB/ $8,417^{\circ}$ LS $116,467^{\circ}$ BT.



Gambar 2. Lokasi Pos Pengamatan Gunung Api Rinjani

Lokasi ini tentunya saya ukur dikarenakan pentingnya penggunaan listrik untuk daerah ini, dimana lokasi ini dilakukan untuk menganalisa pergerakan Gunung Rinjani. Perlunya listrik dilokasi ini untuk memberikan peringatan tanda bahaya untuk warga sekitar. Keperluan listrik ini tentunya 24 jam nonstop karena bahaya tidak terprediksi datangnya kapan. Oleh karena itu, sel surya menjadi suatu alternatif *back up* pada lokasi ini.

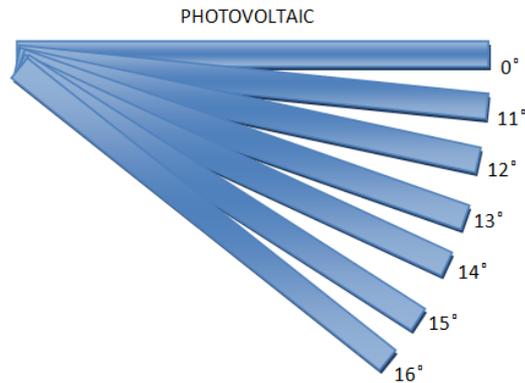
2.3. Unsur-unsur Pengujian

Ada beberapa unsur penelitian yang dilakukan dalam pengukuran ini yaitu:

- Perbedaan cuaca, Lombok merupakan daerah yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan[6]. Pengaruh cuaca menjadi sangat penting jika memasang *photovoltaic*, hal ini dikarenakan cuaca dapat menghambat atau menutupi sinar matahari yang jatuh kepermukaan *photovoltaic*. Pada kasus di Sembalun Lombok Utara yang lokasinya dilereng gunung Rinjani, seperti yang kita ketahui, didaerah lereng gunung memiliki cuaca yang tidak menentu dan terdapat kabut hitam pada waktu pagi dan sore hari. Hal ini yang menyebabkan adanya penurunan nilai iradiasi yang didapatkan. Perbandingan yang akan dilakukan yaitu pada keadaan cerah, hujan, kabut, mendung. Pada kondisi ini, cerah diartikan ketika cuaca sedang dalam keadaan terang dan terik, kondisi hujan pada diartikan sebagai kondisi dimana titik-titik air yang berjatuhan dari udara karena proses pendinginan. Kabut diartikan sebagai awan lembap yang melayang di dekat permukaan

tanah hasil dari gunung rinjani. Serta mendung diartikan sebagai awan gelap[7]. Perbedaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar penurunan nilai iradiasi yang dihasilkan pada perbedaan cuaca tersebut.

- Perbedaan kemiringan *photovoltaic*, Pada konstruksi pemasangan *photovoltaic*, pengguna harus benar-benar memperhatikan kemiringan *photovoltaic* yang akan dipasang, hal ini berkaitan dengan nilai iradian (W/m^2) yang dihasilkan oleh *photovoltaic* tersebut[8]. Jika terjadi perbedaan sudut kemiringan, nilai iradian (W/m^2) yang dihasilkan oleh *photovoltaic* pun akan berbeda-beda[9]. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian dengan perbandingan kemiringan sudut *photovoltaic* 11° - 16° dengan kenaikan setiap 1° . Ilustrasinya akan di lakukan sebagai berikut.



Gambar 3. Perbedaan nilai sudut kemiringan

Pada penelitian ini, *pyranometer* yang digunakan untuk mengukur nilai iradian akan dimiringkan sesuai dengan derajat kemiringan yang diinginkan, dalam *pyranometer* tersebut sudah terdapat nilai kemiringan suatu alat terhadap bidang datar dari benda tersebut. Sehingga ketika diletakkan akan membaca nilai sesuai dengan kemiringan alat tersebut. Hal ini bisa dilihat pada gambar 1. Nilai 11° - 16° dijadikan sebagai acuan, karena kemiringan didaerah Lombok optimalnya disudut tersebut. Sehingga perlu nilai pasti yang akan digunakan jika memasang panel surya secara permanen.

- Perbedaan Arah Azimuth, Garis besar perbedaan arah kemiringan ini diambil pada empat posisi yaitu arah utara, timur, selatan dan barat yang diwakilkan terhadap nilai-nilai azimuthnya. Tentunya pengambilan empat titik ini dilakukan untuk mencari nilai-nilai iradiasi yang tertinggi[10]. Maka pada percobaan ini akan dilakukan pada 4 posisi pemasangan yaitu, arah utara, timur, selatan, barat atau dari sudut 0° - 360° . Dikarenakan pengaruh ini pun akan dapat mengoptimalkan nilai iradian (W/m^2) yang dihasilkan[8]. Penelitian ini dilakukan dengan menempatkan empat *pyranometer* pada sudut kemiringan yang sama dan arah yang berbeda-beda, penelitian ini akan dilakukan selama sehari penuh.



Gambar 4. Pemasangan pada Perbedaan Arah Mata Azimuth.

2.4. Pelaksanaan Pengukuran

Pengukuran iradiasi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Siapkan data sheet pengukuran yang terdiri dari arah mata angin, waktu pengukuran, suhu ruangan dan nilai iradiasi.
- Siapkan *pyranometer* sebanyak 4 buah.
- Alat *pyranometer* diletakkan pada sebuah plat bidang dan masing-masing diarahkan ke arah utara, timur, selatan dan barat.
- Atur kemiringan suatu *pyranometer* tersebut sesuai dengan titik yang diinginkan, kemiringan *pyranometer* dapat disesuaikan dengan nilai kemiringan yang tercantum dialat. Adapun pengukuran disini dilakukan dari nilai 11° - 16° .
- Alat dinyalakan selama 10 menit hingga diperoleh hasil pengukuran
- Pencatatan data dilakukan terhadap tingkat iradiasi, sudut azimuth, suhu ruangan.
- Catat hasil pengukuran tersebut setiap 1 jam dari terbitnya matahari sampai terbenam.

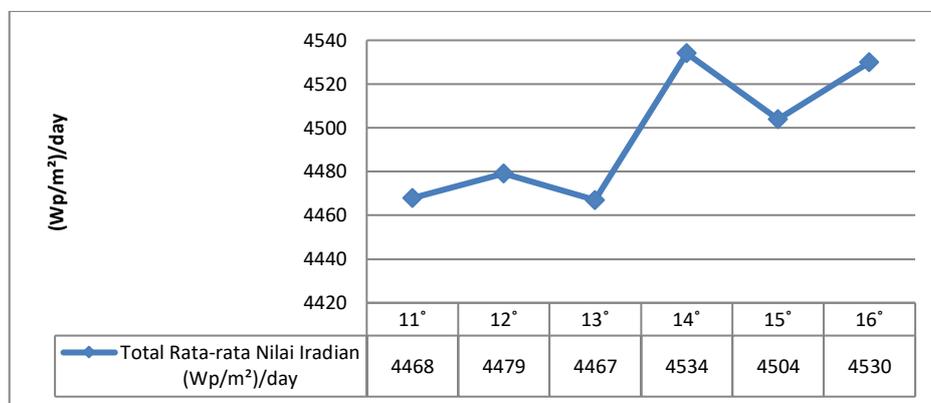
3. Hasil Dan Pembahasan

Setelah dilakukan percobaan untuk beberapa hari, data-data yang diperoleh tersebut diolah dengan menjumlahkan iradiasi yang diperoleh dari jam 06:00-17:00 / harinya. Maka dihasilkan sebuah data sebagai berikut:

Tabel. 1. Nilai Iradiasi pada masing-masing arah azimuth dan sudut kemiringan

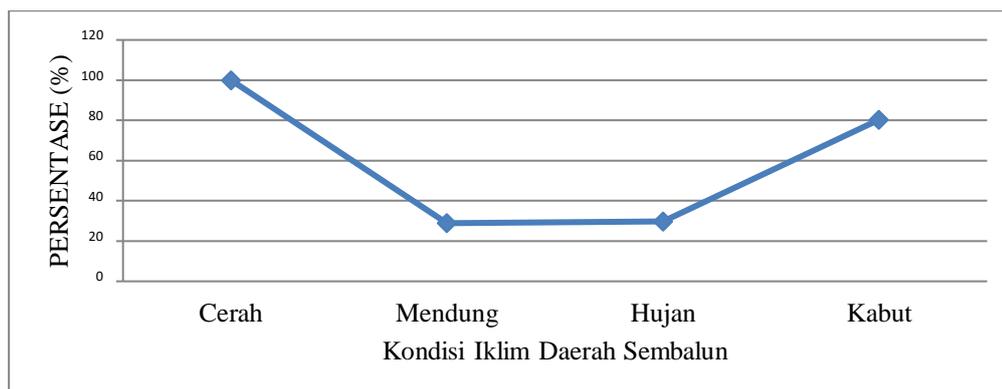
Arah azimuth	11° (Wp/m ²)/day	12° (Wp/m ²)/day	13° (Wp/m ²)/day	14° (Wp/m ²)/day	15° (Wp/m ²)/day	16° (Wp/m ²)/day
UTARA	3957	3950	3958	3920	3974	3916
TIMUR	3621	3569	3531	3497	3438	3366
SELATAN	4080	4157	4170	4217	4221	4154
BARAT	4468	4479	4467	4534	4504	4530

Dari tabel diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwasanya jika melihat dari arah pemasangan yang paling tepat, maka arah pemasangan yang paling direkomendasikan karena memiliki nilai yang paling tinggi adalah pemasangan pada arah azimuth barat.



Gambar 5. Nilai Iradian Masing -Masing Drajat Kemiringan

Nilai ini diambil untuk arah azimuth barat, karena merupakan arah azimuth yang memiliki nilai daya yang paling besar. Dari hasil penelitian diatas, diperoleh nilai yang tertinggi pada sudut kemiringan 14° , jika kita ambil kesimpulan, maka pada pemasangan sudut kemiringan 14° merupakan sudut kemiringan yang paling direkomendasikan, tentunya jika kita menggunakan solar tracking, tentunya pengukuran ini tidak perlu dilakukan, tapi karena solar tracking harganya mahal untuk dibangun pada kapasitas yang besar, maka dilakukan pemasangan secara permanen. Dan nilai 14° merupakan sudut yang paling direkomendasikan pemasangannya.



Gambar 6. Persentase Penurunan Nilai Iradian

Pada kondisi diatas, diambil perbandingan dari nilai cerah terhadap ketiga kondisi iklim didaerah sembalun. Pada kondisi ini, cuaca mendung menampilkan penurunan nilai iradian yang sangat besar, karena memberikan efek shading dari matahari terhadap *photovoltaic*. Meskipun kawah Gunung Rinjani sering mengeluarkan kabut, tapi tidak memberikan nilai penurunan yang sangat signifikan terhadap nilai iradian yang ditangkap oleh *photovoltaic* tersebut. Persentase ini diambil dari perbandingan cerah terhadap mendung, cerah terhadap hujan dan cerah terhadap kabut. Dimana nilai cerah akan dinyatakan sebesar 100%.

4. Kesimpulan dan Saran

Pada perbedaan cuaca sekalipun, *photovoltaic* sebenarnya masih dapat bekerja dan menangkap sinar matahari yang datang, tetapi kemungkinan yang ditangkap tidak sebesar pada saat cuaca cerah (normal) karena hanya mencapai <30% dari nilai daya pada cuaca cerah, hal ini disimpulkan untuk meninjau kembali pemasangan *photovoltaic* pada daerah yang rawan mendung hingga hujan. Penelitian ini menunjukkan untuk hasil kemiringan Sudut 14° memiliki nilai iradian yang paling tinggi, dan tentunya nilai ini adalah nilai yang sangat direkomendasikan untuk pemasangan *photovoltaic* secara permanen khususnya di daerah Sembalun-Lombok timur. Dari hasil penelitian yang didapat nilai arah barat memiliki nilai yang tertinggi, maka tentunya arah azimuth inilah yang sangat direkomendasikan pemasangannya untuk pemasangan *photovoltaic* secara permanen khususnya di daerah Sembalun-Lombok timur.

Pengukuran ini baik dilakukan jika menggunakan sistem pemasangan panel surya secara permanen atau tidak dapat dipindah-pindah (*solar tracking*), karena bagaimanapun juga jika menggunakan *solar tracking*, maka akan menghiraukan nilai sudut kemiringan alat. Karena sebagaimana fungsinya *solar tracking* akan mencari nilai iradiasi yang paling tinggi.

Referensi

- [1] Darussalam, Rudi, et al. 2016. "PENGATURAN ARAH AZIMUTH DAN SUDUT TILT PANEL PHOTOVOLTAIC UNTUK OPTIMALISASI RADIASI MATAHARI, STUDI KASUS: BANDUNG â€“JAWA BARAT." PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL). Vol. 5.
- [2] Kadir, Abdul. 1995. Energi: Sumber daya, inovasi, tenaga listrik, dan potensi ekonomi. Penerbit Universitas Indonesia.
- [3] Akhmad, Kholid (2005) "Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya Untuk Daerah Terpencil." *Dinamika Rekayasa* 1 (1): 29-33.
- [4] Situngkir, Haposan, and Muhammad Fadlan Siregar (2018) "Panel Surya Berjalan dengan Mengikuti Gerak Laju Matahari." *JET (Journal of Electrical Technology)* 3.3: 128-131.
- [5] Edwin, Hattu P D, Wabang A Jhon, Tuati Ambros, and Palinggi Aris. (2018) "PENGARUH BAYANGAN TERHADAP OUTPUT TEGANGAN DAN KUAT ARUS PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)." *ROTOR*, <https://doi.org/10.19184/rotor.v11i2.9343>.
- [6] Nandini, Ryke, and Budi Hadi Narendra. (2011) "Kajian Perubahan Curah Hujan, Suhu dan Tipe Iklim pada Zone Ekosistem di Pulau Lombok." *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan* 8(3): 228-244.
- [7] Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring. [Online] "<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri>"
- [8] Yadav, Amit Kumar, and S. S. Chandel (2013) "Tilt angle optimization to maximize incident solar radiation: A review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 23: 503-513.
- [9] Anderson, Eric, et al. (2003) "Solar panel peak power tracking system." *Worcester Polytechnic Institute* 12 : 28-30.
- [10] Duffie, John A., and William A. 2013. Beckman. *Solar engineering of thermal processes*. John Wiley & Sons,