

Rancang Bangun Sistem Pembangkit Hybrid Dengan Tenaga Matahari Dan Tenaga Angin

Ahmad Akbar¹⁾, Putrie Aurelia Riyono²⁾*, Muhammad Arya Delwizar³⁾, Elkim Dwijayanto Malia⁴⁾, Indra Kelana⁵⁾, Nur Rani Alham⁶⁾

¹²³⁴⁵⁶Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Article Info

Article history:

Received :
February 17th, 2021

Revised :
Apr 25th, 2021

Accepted
Juni 27th, 2021

ABSTRACT

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan sehari – hari yang sangat penting bagi manusia. Listrik digunakan untuk menyalakan alat – alat yang digunakan sehari hari seperti menyalakan lampu, TV, kulkas, dan lain lain. Energi listrik dapat dibangkitkan dengan mudah, sudah banyak pembangkit listrik yang dapat menciptakan listrik dari energi baru terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Kedua pembangkit tersebut dapat dikombinasikan agar dapat membentuk sistem baru yaitu sistem Hybrid. Pada penelitian ini merancang sebuah sistem hybrid dari pembangkit energi panas matahari dan energi angin. Sistem yang dibentuk menggunakan sistem penyimpanan tenaga yaitu dengan baterai. Kemudian energi dari baterai tersebut dapat memberikan energi ke beban. Daya rata – rata yang dihasilkan dari rancangan PLTS sebesar 0,474 Watt dan rata – rata pembangkit angin sebesar 9,378 Watt. Kemudian rata – rata dari Sistem hybrid menghasilkan daya sebesar 0,551 Watt.

Kata kunci: EBT, PLTS, Sistem Hybrid.

ABSTRAK

Electrical energy is one of the most important daily needs for humans. Electricity is used to power tools that are used daily, such as turning on the lights, TV, refrigerator, and others. Electrical energy can be generated easily, there are already many power plants that can create electricity from new and renewable energy such as solar power plants (PLTS) and wind power plants (PLTB). The two generators can be combined to form a new system, namely the Hybrid system. In this study design a hybrid system of solar thermal energy and wind energy. The system formed uses a power storage system that is with a battery. Then the energy from the battery can provide energy to the load. The average power generated from the PLTS design is 0.474 Watt and the average wind generator is 9.378 Watt. Then the average hybrid system produces a power of 0.551 Watt.

Keywords: EBT, PLTS, Sistem Hybrid.

Copyright © 2020 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF
All rights reserved

Corresponding Author:

Putrie Aurelia Riyono

Study Program of Electrical Engineering
Faculty Engineering, Mulawarman University,
Jalan Kuaro, Samarinda 75119, Kalimantan Timur, Indonesia
Email: aurelputrie08@gmail.com, & ryadelwizar@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan sehari – hari yang sangat penting bagi manusia. Kebutuhan listrik semakin meningkat sedangkan pembangkit listrik masih kebanyakan menggunakan sumber fosil, yang dimana sumber energi tersebut dapat sewaktu waktu habis dan tidak dapat diperbaharui. Masalah ini akan sangat berdampak sangat buruk untuk kedepannya sehingga perlunya energi baru yang dapat diperbaharui. Energi

alternatif sangat dibutuhkan untuk menggantikan penggunaan fosil sebagai sumber energi pembangkit listrik konvensional.

Semakin meningkatnya kebutuhan energi listrik maka mendorong manusia untuk memanfaatkan sumber energi listrik yang ada. Energi baru terbarukan merupakan solusi untuk pasokan energi untuk menggantikan energi fosil yang masih digunakan hingga sekarang. Penggunaan energi baru terbarukan juga dapat mengurangi kerusakan lingkungan.

Di Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5-4,8 KWh/m²/hari [4]. Indonesia juga merupakan negara beriklim tropis, hal ini menguntungkan untuk mengembangkan pembangkit yang bersumber dari alam. Energi angin dan energi matahari merupakan contoh dari energi alam yang dapat digunakan untuk membangun pembangkit energi listrik. Kedua energi tersebut dapat digabungkan sehingga membentuk sebuah sistem bernama hybrid.

Terlihat bahwa tenaga matahari mempunyai potensi yang paling tinggi dibandingkan dengan energi lainnya, tetapi yang dimanfaatkan hanya sekitar 0,87 GW saja [1]. Dikarenakan Indonesia adalah negara yang memiliki potensi listrik yang cukup tinggi maka Pemanfaatan sistem hybrid solar panel dan bayu merupakan solusi untuk menciptakan pembangkit listrik pengganti dari pembangkit listrik konvensional.

Teknologi solar cell dengan memanfaatkan penyerapan energi radiasi matahari yang dikonversikan menjadi energi listrik [2]. Solar cell yang diaplikasikan pada kehidupan sehari – hari memerlukan pengujian alat agar dapat memastikan prototipe bekerja secara optimal dengan efisiensi yang tinggi [6].

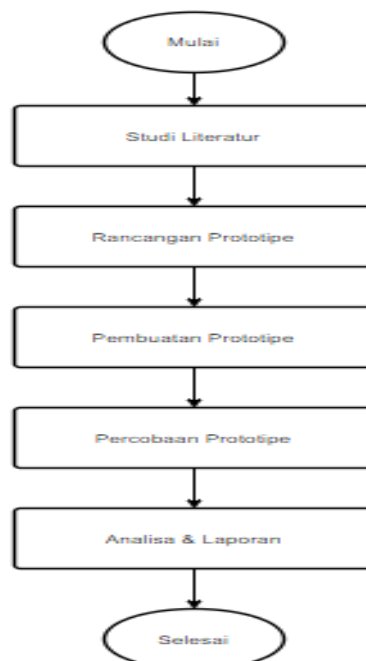
Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) merupakan salah satu jenis turbin angin yang tidak harus diarahkan ke sumber angin. Turbin jenis ini memiliki poros atau sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus [5].

Pada penelitian kali ini dilakukan perhitungan awal atau perancangan awal energi yang dihasilkan oleh sistem hybrid. Kemudian melakukan perakitan prototipe alat dan menghitung keluaran yang dihasilkan. Setelah mendapatkan hasil energi yang dihasilkan dari prototipe kemudian membandingkan hasil keluaran dengan perhitungan awal kemudian menarik kesimpulan dari kedua data tersebut.

2. METODOLOGI

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang kami gunakan diilustrasikan dalam diagram alir (flowchart) seperti gambar 1. Tahapan Penelitian ini dimulai dari studi literatur.

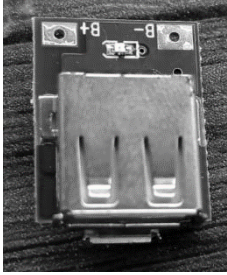

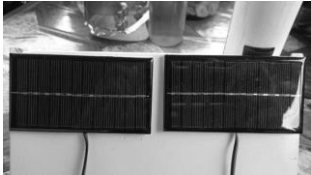




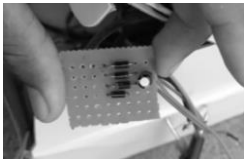


Gambar 2. Tahapan penelitian

2.2 Tempat, Alat dan Bahan

Pembuatan prototipe ini dilaksanakan pada akhir mei hingga awal juni, bertempat di Samarinda. Komponen – komponen utama yang kami gunakan sebagai berikut :

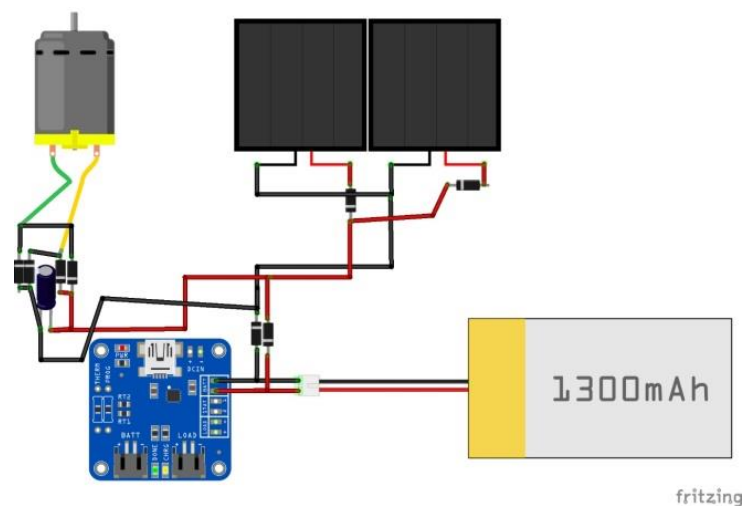
Tabel 1. Komponen Utama

No	Komponen Utama	Spesifikasi
01	Modul Charger 	Dengan spesifikasi : <ul style="list-style-type: none"> • Tegangan input : 3.7 – 5.5 Volt • Tegangan output : 5 Volt • Arus input : 1 A • Arus output : max 1 A • Efisiensi : 85% (input 3.7v, output 5v 1A) • Suhu kerja : -10 s/d 85 C
02	Dinamo 	Dengan Spesifikasi :
03	Solar Panel 	Dengan spesifikasi : <ul style="list-style-type: none"> • 2 buah solar panel • Tegangan : 6 Volt • Kuat Arus : 0,2 A
04	Anemometer 	Dengan spesifikasi <ul style="list-style-type: none"> • Range : 0-30 m/s • Resolusi : 0,1 m/s • Kisaran suhu udara : -10 s/d 45 C • Akurasi : 2 C • Kelembaban pengoperasian : kurang dari 90% RH
05	Multitester 	Dengan spesifikasi : <ul style="list-style-type: none"> • Tegangan DC : 200 mV – 1000 V • Tegangan AC : 200 – 750 V • Arus DC : 2000 uA – 10 A

06	Penyearah Arus 	Dengan spesifikasi : <ul style="list-style-type: none"> • Diode : 4 buah • Kapasitor : 16 v 10uf (1 buah)
07	Baterai Charger 	Dengan spesifikasi : <ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas : 11000 mAh • Tegangan : 3,7 V
08	Baling-baling 	Dengan spesifikasi : <ul style="list-style-type: none"> • Sebanyak 4 buah baling • Luas penampang : 10 x 30 cm

2.3 Rangkaian Skematik

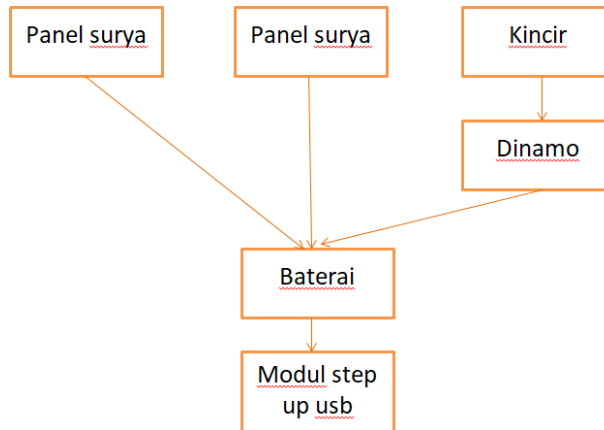
Rancangan skematik dari prototipe ini dapat dilihat pada ilustrasi berikut :



Gambar 2. Rangkaian Skematik Prototipe

2.4 Blok Diagram Alat

Berikut adalah blok diagram alat pada perancangan prototipe ini :



Gambar 3. Diagram Blok Alat

2.5 Perhitungan Potensi Listrik

Pada prototipe panel surya menggunakan *solar cell* sebagai sumber energi listrik. Sehingga didapatkan daya yang dihasilkan sebagai berikut :

$$A = Panjang \times Lebar \dots\dots\dots (1)$$

$$W = Ir \times A \dots\dots\dots (2)$$

$$P = V \times I \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

Ir = intensitas cahaya matahari

W = energy yang diserap

I = kuat arus (A)

V = tegangan (Volt)

P = daya (Watt)

Untuk panel yang digunakan memiliki daya sebesar 1,2 WP dan tegangan dari panel sebesar 6 V serta arus sebesar 0,2 A. dalam penelitian digunakan dua buah panel yang di paralelkan yang dimana tanganan keluaran sebesar 6V dan arus yang dikeluarkan sebesar 0,4 A. jadi total daya maksimal yang dapat di hasilkan yaitu 2,4 WP.

$$2,4 \times 5 = 12 \text{ WH (watt - peak)}$$

Jadi solar panel akan menghasilkan daya sekitar 12 Watt per hari.

Perhitungan potensi daya turbin angin disini kami menggunakan turbin di area perkotaan yang kecepatan anginnya kecil, sehingga didapatkan daya sebagai berikut :

$$Ek = 0,5 \cdot m \cdot v^2 \dots\dots\dots (4)$$

$$P_{in} = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

m = massa udara yang mengalir persatuan waktu kg

v = kecepatan angin

ρ = massa jenis udara, $1,225 \text{ kg/m}^3$

A = luas penampang melintas arus angin yang ditangkap kincir m^2

C_p = koefisien daya pada turbin (0,593)

Untuk diameter yang akan kami gunakan berdiameter 90 cm, dan perkiraan kecepatan angin sebesar $v = 1,38 \text{ m/s}$, sehingga didapatkan daya sebagai berikut :

$$A = \pi r^2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$A = 3,14 \times 0,45^2$$

$$A = 0,636 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = 0,5 \cdot (1,225) \cdot (0,636) \cdot (1,38)^3 (0,593)$$

$$P_{in} = 0,6071 \text{ watt}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Hybrid Pv-Bayu Menggunakan Multitester

Pengukuran pada hybrid PV-Bayu menggunakan multitester tegangan memiliki nilai kuat arus dan tegangan dalam tiga kali percobaan dengan waktu yang berbeda beda.

Pada rangkaian hybrid digunakan dioda sebagai pengganti dari modul charge untuk melindungi baterai dari *over-load* dan juga untuk menahan daya menuju turbin angin agar tidak berputar dikarenakan diberi daya oleh panel surya. Modul charge pada prototipe digunakan untuk menggunakan daya listrik yang telah tersimpan pada baterai.

Hasil pengukuran dapat terlihat seperti pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Pada Pv-Bayu

Pecobaan	Waktu	Tegangan (V)	Kuat Arus (A)
1	07.00	5,43	0,13
2	11.00	5,13	0,0144
3	17.00	5,46	0,16

Pada tabel diatas menunjukkan hasil dari percobaan pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali dengan waktu yang berbeda Antara setiap percobaan pengujian. Pengujian pertama pukul 07.00 menghasilkan nilai tegangan sebesar 5.43 volt dan nilai arus sebesar 0,13 ampere, pada pengujian kedua pukul 11.00 menghasilkan nilai tegangan sebesar 5,13 volt dan nilai arus sebesar 0,0144 ampere, pengujian ketiga keesokan harinya pada pukul 11.00 didapatkan nilai tegangan sebesar 5,46 dan kuat arus sebesar 0,16 ampere.

Dari ketiga percobaan pengujian hybrid pv-bayu didapatkan hasil yang berbeda dari setiap pengujiannya dalam rentang waktu yang berbeda, namun secara perbedaan tidak signifikan baik dalam nilai tegangan maupun nilai arus.

Pada percobaan perhitungan hybrid ditemukan juga hasil daya rata – rata sekitar 0,551 Watt dan tegangan yang dihasilkan cukup baik yaitu sekitar 5,2 V, tetapi arus yang dihasilkan pada percobaan ke 2 cukup kecil dari percobaan 1 dan 3. Faktor yang mempengaruhi pada percobaan kedua dikarenakan cuaca yang mendung dan kecepatan angin yang rendah sehingga menghasilkan daya yang keluar cukup kecil.

3.2 Pengukuran Pada PV Menggunakan Multitester

Pada pengukuran ini menggunakan papan Pv sebanyak dua buah yang memiliki nilai maksimal 6 volt dari satu buah papan Pv, dan percobaan kali ini dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dengan waktu yang berbeda-beda, seperti yang tercantum pada tabel 3 berikut ;

Tabel 3. Hasil Pengukuran Pada Pv

Pecobaan	Waktu	Tegangan (V)	Kuat Arus (A)
1	07.00	6,45	0,08
2	11.00	5,7	0,0114
3	17.00	5,45	0,16

Pada tabel diatas menunjukkan hasil dari percobaan pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali dengan waktu yang berbeda Antara setiap percobaan pengujian. Pengujian pertama pukul 07.00 menghasilkan nilai tegangan sebesar 6,45 volt dan nilai arus sebesar 0,08 ampere, pada pengujian kedua pukul 11.00 menghasilkan nilai tegangan sebesar 5,7 volt dan nilai arus sebesar 0,0114 ampere, pada pengujian ketiga pukul 17.00 didapatkan nilai tegangan sebesar 5,45 volt dan kuat arus sebesar 0,16 ampere.

Pada percobaan perhitungan pv didapatkan hasil yang cukup jauh dari perhitungan perancangan awal yang dimana energi yang dapat dihasilkan maksimal yaitu 2,4 Watt tetapi dalam pengambilan data hanya didapatkan rata – rata 0,474 Watt. Efisiensi daya yang dihasilkan yaitu 19,75 %. Hal ini cukup buruk untuk daya yang dihasilkan. Ada beberapa faktor yang mengakibatkan daya yang dihasilkan tidak maksimal, yaitu karena intensitas sinar matahari yang kurang baik, penempatan dari solar panel yang kurang strategis, dan terkena bayangan juga merupakan faktor yang cukup mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh panel surya.

3.3 Pengukuran Pada Bayu Menggunakan Multitester

Pada percobaan pengukuran Bayu menggunakan multitester dilakukan sebanyak tiga kali dalam waktu acak agar mendapatkan perbedaan nilai tegangan dan kuat arus yang didapatkan, kecepatan angin yang digunakan pada saat pengambilan data yaitu kecepatan angin yang bervariasi karena keadaan cuaca yang berubah – ubah dan tempat pengujian alat yang berpindah tempat, sehingga hasilnya berbeda dengan rancangan awal. Hasil dari tiga percobaan pengujian dicantumkan pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil Pengukuran Pada Bayu

Pecobaan	Waktu	Tegangan (V)	Kuat Arus (A)
1	07.00	0,02	0,000001
2	11.00	1,07	0,00001
3	17.00	0,5	0,0001

Pada tabel diatas menunjukkan hasil dari percobaan pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali dengan waktu yang berbeda Antara setiap percobaan pengujian. Pengujian pertama pukul 07.00 menghasilkan nilai tegangan sebesar 0,02 volt dan nilai arus sebesar 0 ampere, pada pengujian kedua pukul 11.00 menghasilkan nilai tegangan sebesar 1,07 volt dan nilai arus sebesar 0,000001 ampere, pada pengujian ketiga pukul 17.00 didapatkan nilai tegangan sebesar 0,5 volt dan kuat arus sebesar 0,0001 ampere.

Pada percobaan perhitungan bayu didapatkan hasil yang cukup jauh berbeda dari perhitungan awal yang dimana perkiraan daya yang dihasilkan sekitar 0,607 Watt, tetapi daya yang dihasilkan oleh turbin angin sangat kecil rata – rata sekitar 0,00001702 Watt. Faktor yang sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan adalah karena kecepatan angin pada saat dilakukan pengambilan data cukup rendah dimana pada percobaan satu kecepatan angin tidak dapat terukur pada anemometer, pada percobaan kedua kecepatan angin naik menjadi 0,1 m/s dan pada percobaan ketiga kecepatan angin menjadi 0,8 m/s. hal tersebut yang mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh turbin sangat kecil. Faktor lainnya adalah letak dari kincir angin tersebut kurang baik untuk mendapatkan sumber angin yang diinginkan.

3.4 Perhitungan Pengukuran Nilai Daya Pada Panel Surya

$$P = V \times I \quad \dots\dots\dots (3)$$

Percobaan I

$$P = 6,45 \times 0,08$$

$$P = 0,516 \text{ Watt}$$

Percobaan II

$$P = 5,7 \times 0,0114$$

$$P = 0,06498 \text{ Watt}$$

Percobaan III

$$P = 5,45 \times 0,16$$

$$P = 0,872 \text{ Watt}$$

3.5 Perhitungan Pengukuran Nilai Daya Pada Bayu

$$P = V \times I \quad \dots\dots\dots (3)$$

Percobaan I

$$P = 0,02 \times 0,000001$$

$$P = 0,00000002 \text{ Watt}$$

Percobaan II

$$P = 1,07 \times 0,00001$$

$$P = 0,0000107 \text{ Watt}$$

Percobaan III

$$P = 0,5 \times 0,0001$$

$$P = 0,00005 \text{ Watt}$$

3.6 Perhitungan Pengukuran Nilai Daya Pada Hybrid Pv-Bayu

$$P = V \times I \quad \dots\dots\dots (3)$$

Percobaan I

$$P = 5,43 \times 0,13$$

$$P = 0,7059 \text{ Watt}$$

Percobaan II

$$P = 5,13 \times 0,0144$$

$$P = 0,073872 \text{ Watt}$$

Percobaan III

$$P = 5,46 \times 0,16$$

$$P = 0,8736 \text{ Watt}$$

4. KESIMPULAN

Hasil dari percobaan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan rangkaian prototipe pembangkit listrik energi baru terbarukan yang tercipta dari penggabungan Pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga angin (bayu) sebagai berikut :

1. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan multimeter dengan selang waktu yang berbeda-beda yaitu percobaan pertama pada pagi hari pukul 7:00, kemudian siang pada pukul 11:00 dan hari selanjutnya pada pukul pada pukul 11:00.
2. Pada perhitungan pengukuran daya pada pv didapatkan hasil percobaan pertama yaitu 0,516 Watt, percobaan kedua sebesar 0,06498 Watt dan pada percobaan ketiga didapatkan daya sebesar 0,872 Watt.
3. Pada perhitungan pengukuran daya bayu pada percobaan pertama dihasilkan daya sebesar 0,054 Watt, pada percobaan kedua didapatkan daya sebesar 0,432 Watt dan pada percobaan ketiga didapatkan 27,648 Watt.
4. Pada percobaan gabungan sistem hybrid pertama didapatkan nilai daya sebesar 0,7059 Watt, kemudian percobaan kedua didapatkan nilai daya sebesar 0,073872 Watt dan pada percobaan ketiga didapatkan nilai daya sebesar 0,8736 Watt.
5. Hasil pengambilan data alat per parsial berbeda dengan hasil data setelah di hybrid yang dimana data pada percobaan pertama pv mendapatkan nilai 0,516 Watt, dan bayu mendapatkan 0,0000002 Watt, kemudian dijumlahkan akan menjadi 0,51600002 Watt. Tetapi hasil berbeda saat dilakukan uji coba hybrid, dimana nilai yang dihasilkan yaitu 0,8736 Watt. Faktor yang mempengaruhi yaitu perbedaan keadaan saat mengambil data, Sehingga daya yang dihasilkan oleh alat mengalami perubahan terus menerus atau tidak konstan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Alfita, R.V. Nahari, M. Pramudia, Kartika, "PKM Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Di Desa Sabiyan Kabupaten Bangkalan, Dinamisia," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 5, No. 2, pp. 305-311, April 2021.
- [2] H. Darsan, D. Prabowo, M. Saputra, Murhaban, "Perencanaan Pembangkit Listrik Hybrid Vawt Dan Solar Cell Secara Otomatis Untuk Penerangan Lampu Jalan," *Jurnal Mekanova*, Vol. 5, No. 1, pp. 44-53, April 2020.
- [3] A.F. Rozi, A.I. agung, M. Widyartono, A.C. Hermawan, "Penerapan Pembangkit Hybrid Sebagai Penggerak Kincir Air Pada Tambak Udang," *Jurnal Teknik elektro : UNESA*, Vol.10, No. 1, pp. 91-98, Januari 2021.
- [4] Y. Afrida, Fitriyono, B. Setiabudi, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Home System," *Jurnal Ilmiah teknik Elektro: Universitas Muhammadiyah Lampung*, Vol. 2, No.1, pp. 23-27, Mei 2021.
- [5] I. Nawawi, B. Fatkhurrozi, "Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Skala Kecil Pada Bangunan Bertingkat," *Jurnal Ilmiah teknik Elektro : Universitas Tidar*, Vol. 1, No 1, pp. 1-6, 2017.
- [6] N. R. Alham, F. H. Rumawan, Muslimin, R. M. Utomo, A. Maulana, "Aplikasi Photovoltaic Cell (PV) Terhadap Variasi Beban Elektrik Sebagai Energi Alternatif," *JTE UNIBA (Jurnal Teknik Elektro UNIBA)*, Vol. 5, No 2, pp. 1-7, April 2021.