

# Teknologi *Hybrid* Energi angin dan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Listrik

Mawardi<sup>1</sup>, Muh. Kivlan Wiguna<sup>2</sup>, St. Musdalifah Katjong<sup>3</sup>, Fatmawati Azis<sup>4</sup>, Mukhlisin<sup>5</sup>  
Politeknik Bosowa

Jl. Kapasa Raya No. 23 Kota Makassar

[mawardi.tls18@student.politeknikbosowa.ac.id](mailto:mawardi.tls18@student.politeknikbosowa.ac.id)<sup>1</sup>, [muhkivlan.tls18@student.politeknikbosowa.ac.id](mailto:muhkivlan.tls18@student.politeknikbosowa.ac.id)<sup>2</sup>,  
[stmusdalifahi.tls18@student.politeknikbosowa.ac.id](mailto:stmusdalifahi.tls18@student.politeknikbosowa.ac.id)<sup>3</sup>, [fatmawati.azis@politeknikbosowa.ac.id](mailto:fatmawati.azis@politeknikbosowa.ac.id)<sup>4</sup>,  
[mukhlisin@politeknikbosowa.ac.id](mailto:mukhlisin@politeknikbosowa.ac.id)<sup>5</sup>

## Abstrak

Energi angin dan energi matahari adalah salah satu energi terbarukan yang kini banyak dikembangkan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Kebutuhan energi listrik di Indonesia semakin bertambah seiring berjalannya waktu, namun ketersediaan sumber energi fosil sudah terbatas. Sistem *hybrid* merupakan salah satu pembangkit listrik alternatif yang tepat diaplikasikan dengan memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid adalah pembangkit yang menggunakan lebih dari satu pembangkit. Pada penelitian ini berfokus pada teknologi *hybrid* energi angin dan energi matahari sebagai sumber energi listrik yang menggunakan turbin angin tipe vertikal axis dan 2 unit panel surya dengan daya 50 watt/peak yang berfungsi sebagai sumber energi pada pembangkit listrik. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen. Berdasarkan penelitian, didapatkan bahwa tegangan rata-rata yang dihasilkan oleh turbin angin sebesar 1,3 volt dan panel surya 19,80 volt yang masing-masing akan diseimbangkan menjadi 12, 2 volt oleh buck konverter dan boost konverter. Tegangan akhir pada buck konverter dan boost konverter akan diubah menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) dan dinaikkan sebesar 223 volt yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik.

**Kata Kunci:** Energi Angin, Energi Matahari, Teknologi *Hybrid*.

## Abstract

*Wind energy and solar energy are one of the renewable energies that are now being developed in Indonesia to meet the needs of electrical energy. The need for electrical energy in Indonesia is increasing over time, but the availability of fossil energy sources is limited. The hybrid system is one of the alternative power plants that is appropriate to be applied by utilizing new renewable energy as a source of electrical energy. Hybrid Power Plant is a generated that uses more than one generator. This research focuses on hybrid technology of wind energy and solar energy as a source of electrical energy using a vertical axis wind turbine and 2 units of solar panels with a power of 50 watts/peak which functions as an energy source in power plants. The research method used in this study is experiments. Based on the research, it was found that the average voltage produced by the wind turbine is 1.3 volts and the solar panels are 19.80 volts, each of which will be balanced to 12.2 volts by buck converter boost converter. The final voltage on the buck converter boost converter will be converted into alternating current (AC) voltage and increased by 223 volts which can be used as a source of electrical energy.*

**Keywords :** Wind Energy, Solar Energy, Hybrid Technology.

## 1. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan primer dalam kehidupan manusia. Energi berasal dari sumber daya yang ada di alam maupun hasil konversi sumber daya alam. Sumber daya alam terbagi atas dua yaitu sumber daya energi fosil yang merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui, dan sumber daya non – fosil yaitu sumber daya yang dapat diperbaharui [1].

Energi terbarukan merupakan energi yang jumlahnya tidak terbatas. Sumber energi terbarukan dapat berasal dari matahari, air, angin, biogas. Keuntungan menggunakan energi

terbarukan adalah memiliki banyak sumber dan jumlah yang tidak terbatas, serta ramah lingkungan yang berarti energi terbarukan dapat mengurangi polusi udara akibat penggunaan energi fosil. Indonesia memiliki potensi untuk menghasilkan energi terbarukan yang berasal dari matahari, angin, air, dan biogas [2]. Energi angin dan matahari merupakan sumber energi terbarukan yang cukup populer, bersih dan akan selalu tersedia [3].

Energi matahari merupakan gelombang elektromagnetik yang dapat diserap dan diubah menjadi energi listrik. Energi matahari sangat

memungkinkan untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik di Indonesia, karena merupakan negara tropis dan juga melintasi garis khatulistiwa dimana pemanfaatan energi matahari dapat dimaksimalkan [4].

Energi angin adalah udara yang bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Energi ini dapat diubah menjadi energi listrik oleh kincir angin. Potensi energi angin di Indonesia telah diidentifikasi sekitar 978 MW, dengan kecepatan angin rata-rata 3,5 – 7 m/s. Teknologi turbin angin dapat bekerja dengan baik pada kecepatan 5 – 20 m/s [5].

Energi matahari yang memasuki atmosfer memiliki kerapatan daya rata-rata sebesar 1,2 kW/m<sup>2</sup>, tetapi hanya sekitar 560 W/m<sup>2</sup> yang diserap bumi. Menurut angka tersebut, maka energi matahari yang dapat dibangkitkan di Indonesia dengan luas daratan ±2 juta km<sup>2</sup> sebesar 5108 MW [6].

Kedua energi terbarukan yang memungkinkan untuk dimanfaatkan secara maksimal menurut kondisi alam Indonesia adalah energi angin dan energi matahari. Pengembangan suatu teknologi yang menggabungkan dua jenis pembangkit listrik yang disebut dengan pembangkit listrik tenaga *hybrid*. Pembangkit listrik tenaga *hybrid* adalah pembangkit listrik yang menggunakan lebih dari satu jenis pembangkit. Sistem *hybrid* merupakan salah satu pembangkit listrik alternatif yang tepat diaplikasikan dengan memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi [3].

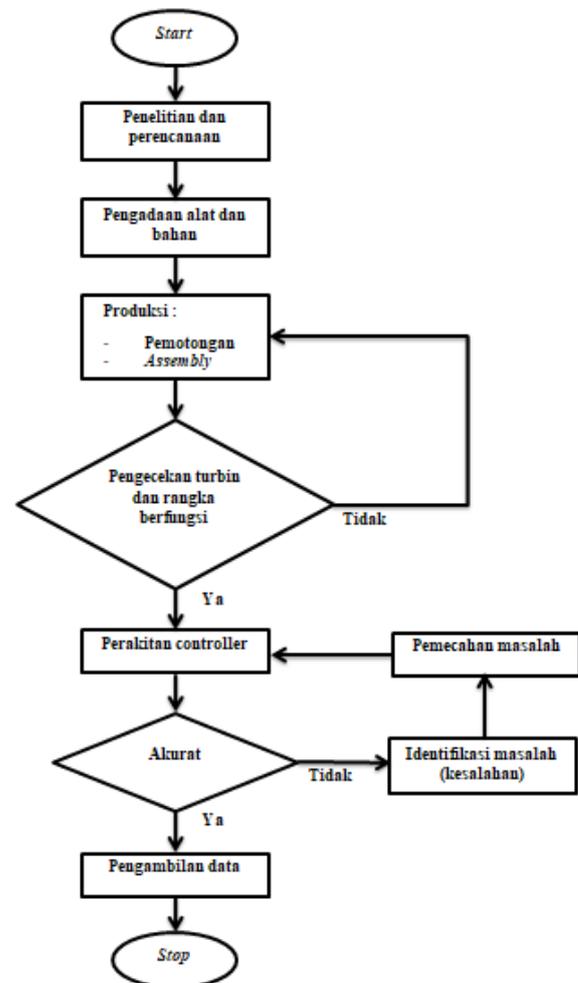
Kecepatan angin di bawah 5 m/s lebih cocok untuk pembangkit listrik tenaga angin dengan skala kecil, di mana pada kecepatan angin tersebut cocok untuk penggunaan turbin angin sumbu vertikal [5]. Turbin angin sumbu vertikal memiliki konstruksi bilah yang digunakan membentuk huruf S dengan meletakkan poros pada tengah, dan rotor sejajar dengan arah angin sehingga putaran bilah akan tetap konstan meskipun menerima angin dari segala arah. Turbin angin sumbu vertikal memiliki torsi yang tinggi sehingga dapat berputar pada kecepatan angin rendah [7].

Permasalahan yang muncul adalah energi matahari yang hanya tersedia pada siang hari saat cuaca cerah, sedangkan energi angin tersedia pada waktu yang tidak menentu dan sangat berfluktuasi tergantung cuaca dan musim [3]. Oleh karena itu, penelitian ini membuat alat

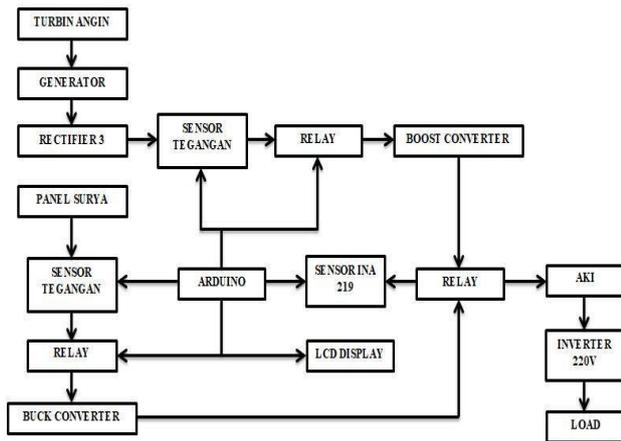
tentang teknologi *hybrid* energi angin dan energi matahari sebagai sumber energi listrik.

## 2. Metode

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen yang dilakukan dengan tahapan perencanaan alat, membuat alat dan melakukan uji coba terhadap alat yang sedang dibuat, dengan tujuan menemukan masalah sebab – akibat agar memperoleh hasil yang diinginkan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Diagram Alir Penelitian

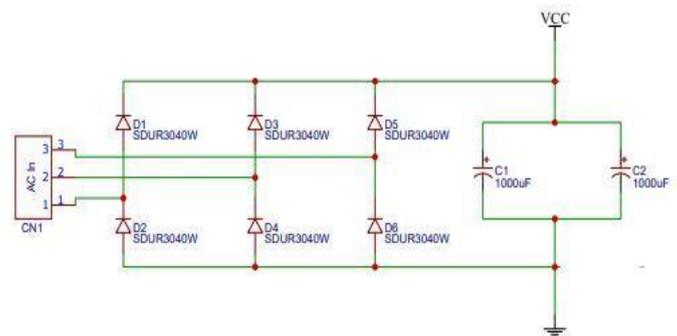


Gambar 2. 2 Blok Diagram Alat

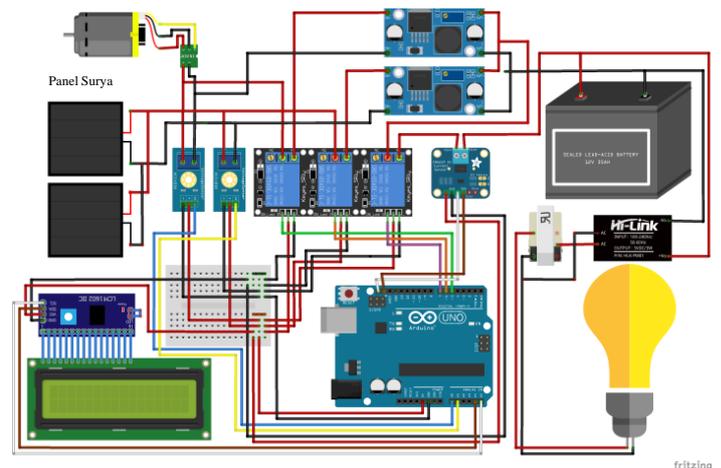
Keterangan :

- Turbin Angin, adalah sebuah alat yang dapat mengkonversi energi mekanik angin menjadi energi listrik. Angin akan memutar *blade* pada turbin, yang akan memutar generator dan menghasilkan energi listrik. Turbin angin yang digunakan adalah turbin angin sumbu vertikal.
- Generator *BLDC*, berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator yang digunakan adalah jenis *brushless direct current*.
- Rectifier 3 phase*, berfungsi sebagai penyearah gelombang yang mengubah sinyal AC (*alternating current*) menjadi sinyal DC (*direct current*).
- Panel surya, berfungsi sebagai sumber energi listrik yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya yang digunakan adalah tipe *polymer solar cell* dengan daya 50 *watt/peak*.
- Sensor tegangan, berfungsi membaca nilai tegangan suatu rangkaian.
- Relay*, berfungsi sebagai saklar elektronika yang dioperasikan secara listrik.
- Buck converter*, berfungsi untuk menurunkan tegangan DC.

- Boost converter*, berfungsi untuk menaikkan tegangan DC.
- Arduino uno*, berfungsi sebagai pengendali komponen elektronika.
- Sensor INA 219, berfungsi untuk membaca tegangan, arus, dan daya pada rangkaian.
- Aki, berfungsi sebagai baterai atau penampung dan penyuplai arus listrik. Aki yang digunakan adalah aki dengan tegangan 12 V dan 7,2 Ah.
- Inverter, sebagai pengubah tegangan 12 V menjadi 220 V. Inverter yang digunakan adalah inverter dengan modul *egs 2000*.



Gambar 2. 3 Skematik Rangkaian *Rectifier 3 Phase*



Gambar 2. 4 *Wiring Diagram* Alat

### 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil

#### 3.1.1 Hasil perancangan alat



Gambar 3. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid



Gambar 3. 2 Kontrol Pembangkit pada Panel Box

#### 3.1.2 Data pengujian

Hasil pengukuran dari tegangan keluaran pada kedua pembangkit, dan secara *hybrid* pada kedua pembangkit diambil satu kali dalam waktu pengujian selama 4 jam dengan skala pengambilan data setiap 15 menit. Lokasi pengujian bertempat pada Pantai Barombong, Kel. Barombong Kec. Tamalate Kota Makassar, Sulawesi selatan.

Tabel 3. 1 Hasil Pengukuran Turbin Angin

Waktu	Teg. Keluaran (V)	Kec. Angin (m/s)
13.05	0,8	2,9
13.20	1,0	3,1
13.35	1,2	3,9
13.50	1,0	3,0
14.05	2,1	5,5
14.20	1,8	4,9
14.35	2,2	6,3
14.50	2,3	6,3

15.05	1,6	3,6
15.20	2,5	6,5
15.35	1,4	3,2
15.50	1,0	3,0
16.05	0,8	2,9
16.20	0,8	2,8
16.35	0,6	2,4
16.50	0,7	2,5
Rata-rata	1,3	3,9

Tabel 3. 2 Hasil Pengukuran Panel Surya

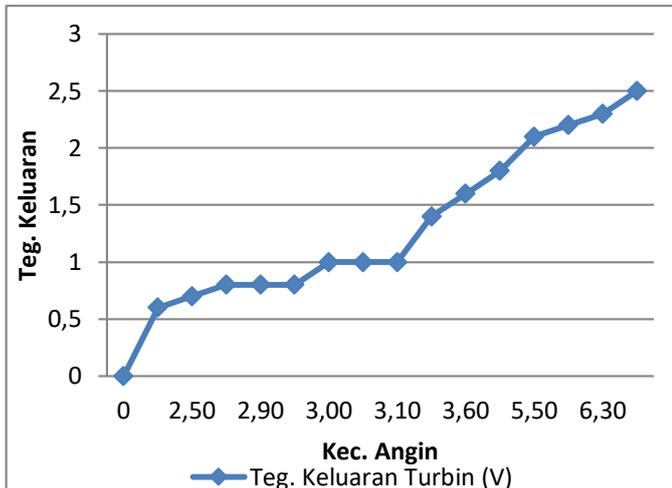
Waktu	Teg. Keluaran (V)	Radiasi matahari (W/m <sup>2</sup> )
13.05	20,19	876
13.20	20,19	883
13.35	21,19	1056
13.50	20,25	976
14.05	20,78	982
14.20	19,99	307
14.35	19,81	206
14.50	19,94	284
15.05	19,55	177
15.20	19,00	112
15.35	19,64	175
15.50	19,50	163
16.05	19,40	159
16.20	19,68	184
16.35	19,61	181
16.50	18,16	62
Rata-rata	19,80	424

Tabel 3. 3 Hasil Pengukuran Secara Hybrid dengan Beban Lampu 11 watt

Teg. Buckboost converter (V)	Teg. Inverter (V)	Teg. Aki (V)	Arus (A)
12,2	223	12,41	0,88
12,2	223	12,38	0,88
12,2	223	12,36	0,89
12,2	223	12,34	0,89
12,2	223	12,30	0,89
12,2	223	12,27	0,89
12,2	223	12,25	0,89
12,2	223	12,22	0,90
12,2	223	12,19	0,90
12,2	223	12,17	0,90
12,2	223	12,15	0,90
12,2	223	12,12	0,90
12,2	223	12,09	0,90
12,2	223	12,06	0,91
12,2	223	12,04	0,91
12,2	223	12,03	0,91

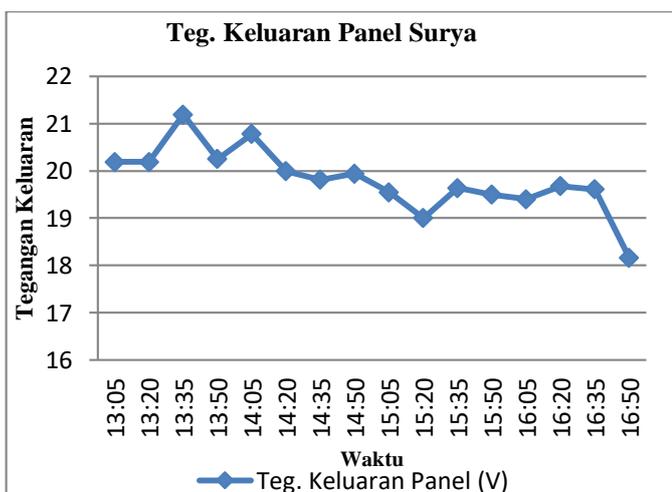
### 3.2 Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian selama 4 jam, tegangan tertinggi yang dihasilkan turbin angin 2,5 V pada kecepatan angin 6,5 m/s dan tegangan terendah 0,6 V pada kecepatan angin 2,4 m/s. Pengujian selama 4 jam turbin dapat menghasilkan tegangan keluaran dengan rata-rata 1,3 V pada kecepatan angin rata-rata 3,9 m/s.



Grafik 3. 1 Tegangan Keluaran Turbin Angin

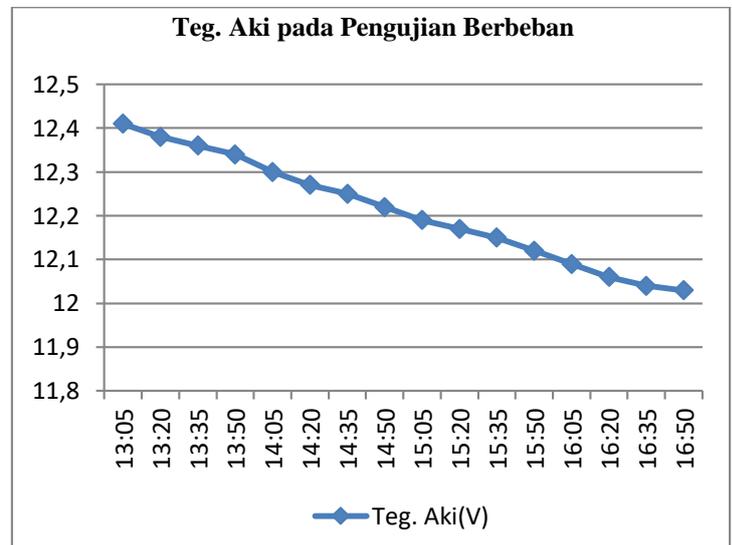
Kemudian, tegangan tertinggi yang dihasilkan oleh solar cell 21,19 V pada radiasi matahari 1056 W/m<sup>2</sup>, sedangkan tegangan terendah 18,16 V pada radiasi matahari 62 W/m<sup>2</sup>. Dengan data tersebut didapatkan rata-rata tegangan keluaran yang dihasilkan oleh solar cell selama 4 jam adalah 19,08 V dan rata-rata radiasi matahari 424 W/m<sup>2</sup>.



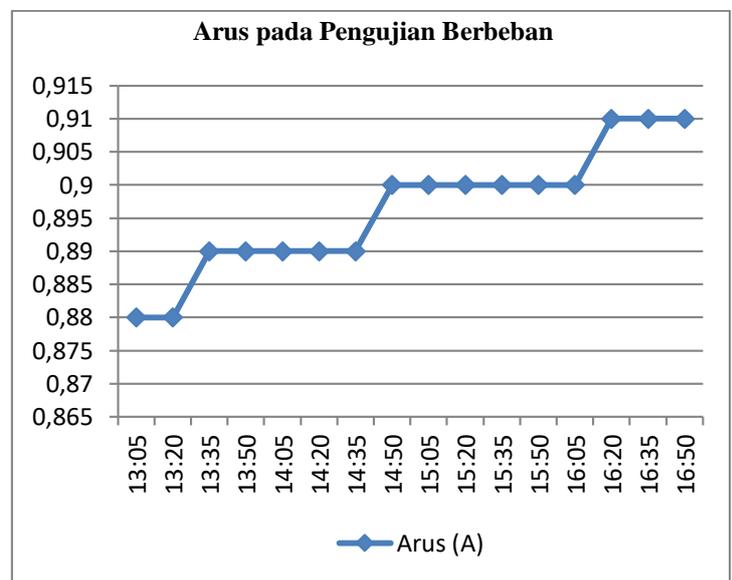
Grafik 3. 2 Tegangan Keluaran Panel Surya

Berdasarkan data pengukuran pada tabel 3.3 tegangan keluaran dari turbin angin akan dinaikkan oleh boost converter kemudian

tegangan keluaran dari panel surya akan diturunkan oleh buck converter. Masing-masing tegangan keluaran pembangkit akan diseimbangkan menjadi 12,2V yang akan mengisi aki kemudian diteruskan ke inverter dengan beban lampu sebesar 11 watt.



Grafik 3. 3 Tegangan Aki pada Pengujian Berbeban



Grafik 3. 4 Arus pada Pengujian Berbeban

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembangkit listrik tenaga bayu menghasilkan tegangan keluaran dengan rata-rata adalah 1,3 volt pada rata-rata kecepatan angin adalah 3,9 m/s.
2. Pembangkit listrik tenaga surya menghasilkan tegangan keluaran rata-rata 19,08 volt pada radiasi matahari rata-rata 424 W/m<sup>2</sup>.
3. Kondisi *hybrid* kedua pembangkit yang diseimbangkan dengan *boost converter* dan *buck converter* kemudian diteruskan untuk mengisi aki.
4. Kondisi alam berpengaruh besar terhadap hasil keluaran pada pembangkit. Semakin besar kecepatan angin akan memutar turbin angin semakin cepat begitu pun dengan radiasi sinar matahari yang semakin besar akan menghasilkan tegangan yang semakin besar.

### 4.2 Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian selanjutnya adalah gunakan *blade* dengan diameter yang lebih besar pada turbin angin agar angin yang dapat ditangkap semakin besar.

## Referensi

- [1] Raisa Akmalie, "Interaksi Kepentingan Stakeholder Dalam Rencana Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (Pltn) Di Indonesia," *repository.unair.ac.id*, 2020.
- [2] G Dwiguna and A Mubarak, "Implementasi Pengembangan Energi Baru Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Oleh Dinas Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat Di Solok Selatan," *Jurnal Mahasiswa Ilmu Adm. Publik*, vol. 2, no. 2, pp. 70-79, 2020.
- [3] F. H. Sumbang, "Rancang Bangun Unit Pembangkitan dan modul Pengukurannya Untuk Pembangkit Listrik tenaga Hybrid (Angin dan Matahari)," vol. 5, no. 3, p. 11, 2015.
- [4] N Huda, "Energi Baru Terbarukan Solar Cell Sederhana Untuk Sistem Penerangan Rumah Tangga," vol. 3 , no. 1, pp. 6-10, 2018.
- [5] Nurul Amandha Adistia, Rizky Aditya Nurdiansyah, Juno Fariko, Vincent, and Joni Welman Simatupang, "Potensi Energi Panas Bumi, Angin, dan Biomassa Menjadi Energi Listrik di Indonesia," *TESLA*, vol. 22, no. 2, pp. 105-116, Oct. 2020.
- [6] Damis Hardiantono and Frederik Haryanto Sumbang, "Rancang Bangun Unit Pembangkit dan Modul Pengukurannya Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Angin dan Matahari)," *Jurnal Ilmiah Mustek Anim*, vol. 5, no. 3, pp. 231-245, Dec. 2016.
- [7] Muhammad Rizky and Muh Muflih Mubarak, "RANCANG BANGUN TURBIN VERTIKAL AXIS PADA PLTB," 2020.

