

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) *Portable* Berbasis IoT

Novela Sucira Iyullela^{1*}, Nur Khozin¹, Eko Sulistyo¹, Surojo¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*Email : 33214novelanovela52@gmail.com

Received: 16 Februari 2023; Received in revised form : 3 Juli 2023; Accepted : 25 Juli 2023

Abstract

The problem is that water sources in some places have erratic water discharge. Therefore, make a portable hydropower plant so that it can be moved in a place that has a high water discharge that can monitor the rpm, voltage and current of the generator and battery and is expected to be used as a cheap and environmentally friendly alternative power plant. The methodology in making this hydropower plant uses a 100 Watt DC generator with a 12-bladed breadshot turbine type and is controlled using LM393 sensors and INA219 sensors with a monitoring system using the Blynk application by utilising IoT-based technology. The test was conducted by testing the effect of generator rpm speed on generator current and voltage, battery charging and discharging time, and testing the monitoring system using the Blynk application. From the test results, it is obtained that the minimum generator rpm that must be achieved when charging the battery is 425 rpm with the power obtained of 12.19 Watt. Charging a 50 Ah capacity battery at the hydropower plant takes 6 hour and 38 minutes with a charging current of 6,7A. While for battery discharge using a 12V 75Watt lamp load takes 7 hours 25 minutes.

Keywords: Breadshot; Blynk; Hydropower portable; IoT.

Abstrak

Kendala sumber air di beberapa tempat memiliki debit air yang tidak menentu. Maka diusulkan pembuatan PLTA yang *portable* sehingga dapat dipindah- pindahkan di tempat yang memiliki debit air yang tinggi yang dapat memonitoring rpm, tegangan dan arus generator serta baterai dan diharapkan dapat digunakan sebagai pembangkit listrik alternatif yang murah dan ramah lingkungan. Metodologi dalam pembuatan PLTA ini menggunakan generator DC 100 watt dengan jenis turbin breadshot 12 sudu dan dikontrol menggunakan sensor LM393 dan sensor INA219 dengan sistem monitoring menggunakan aplikasi *Blynk* dengan memanfaatkan teknologi berbasis IoT. Pengujian dilakukan dengan menguji pengaruh kecepatan rpm generator terhadap arus dan tegangan generator, lama pengisian dan pengosongan baterai, serta pengujian sistem monitoring menggunakan aplikasi *Blynk*. Dari hasil pengujian diperoleh minimal rpm generator yang harus dicapai saat melakukan pengisian baterai sebesar 425 rpm dengan daya yang diperoleh sebesar 12,19 watt. Pengisian baterai kapasitas 50 Ah pada PLTA memerlukan waktu selama 6 jam 38 menit dengan arus pengisian sebesar 6,7 A. Sedangkan untuk pengosongan baterai menggunakan beban lampu 12 V 75 watt memerlukan waktu 7 jam 25 menit.

Kata kunci: Breadshot; Blynk; IoT; PLTA *portable*.

1. PENDAHULUAN

Listrik adalah energi utama yang sangat penting bagi perkembangan teknologi saat ini. Hampir semua peralatan elektronik disupply oleh listrik. PLTA yaitu salah satu pembangkit yang sering digunakan untuk menghasilkan listrik [1]. PLTA sendiri merupakan mesin pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga air dalam pengaplikasiannya. Secara umum PLTA merupakan suatu mekanisme konversi

energi yang terdiri dari bendungan, waduk, turbin, pipa air, dan generator [2]. Selama ini masih banyak penggunaan sumber energi listrik dari bahan yang tidak terbarukan, salah satunya batubara dan gas. Penggunaan listrik yang tanpa henti dari bahan yang tidak terbarukan dapat menjadi pemicu pemanasan global yang dapat meningkatkan efek rumah kaca [3]. Sehingga penggunaan energi terbarukan sangat dibutuhkan untuk menekan dampak dari

penggunaan listrik seperti pembangunan PLTA yang sangat berperan penting dalam menghasilkan berbagai manfaat baik bagi lingkungan maupun masyarakat dan dapat menyelesaikan masalah krisis energi saat ini [4]. Dalam sebuah sistem PLTA, terdapat beberapa tipe turbin yang dapat digunakan yaitu salah satunya pengaplikasian dengan tipe turbin *breadshot* yang sangat cocok digunakan untuk head yang sedang serta cocok diaplikasikan pada sumber air aliran datar [5].

Berdasarkan permasalahan krisis energi listrik dan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, maka potensi dari sumber daya air dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin dengan merancang PLTA untuk memenuhi kebutuhan energi listrik [6]. Pemanfaatan PLTA ini dapat diterapkan di prov Bangka Belitung karena banyaknya media pengaplikasian seperti aliran sungai ataupun tambang timah yang tidak digunakan lagi. Peneliti terdahulu pernah membuat suatu alat *prototype* PLTS Namun masih mengalami beberapa kekurangan yakni ukuran kincir yang besar, tidak praktis, sulit dalam perawatan dan membutuhkan aliran air yang deras [7]. Oleh karena itu perlu adanya inovasi pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang dapat menggerakkan turbin dengan debit air yang sedang dan dapat di pindah-pindahkan sesuai adanya aliran air, dari alasan ini kami mengajukan penelitian pembuatan PLTA tipe *breadshot* yang *portable* berbasis *IoT*. Dengan adanya penelitian ini diharapkan PLTA ini dapat digunakan di daerah aliran sungai yang mempunyai debit air yang sedang hingga tinggi, tidak memerlukan pembangunan sarana fisik yang mahal serta pembangkit ini dapat dipindah-pindahkan sesuai dengan adanya aliran air. Dengan memanfaatkan teknologi *IoT* yang dapat digunakan untuk mempermudah pengguna dalam *me-monitoring* atau melihat perubahan parameter yang terukur dalam pembangkit listrik tenaga air dari jarak jauh. Parameter pengukuran yang dapat diamati adalah rpm, arus dan tegangan pada generator, serta kapasitas baterai.

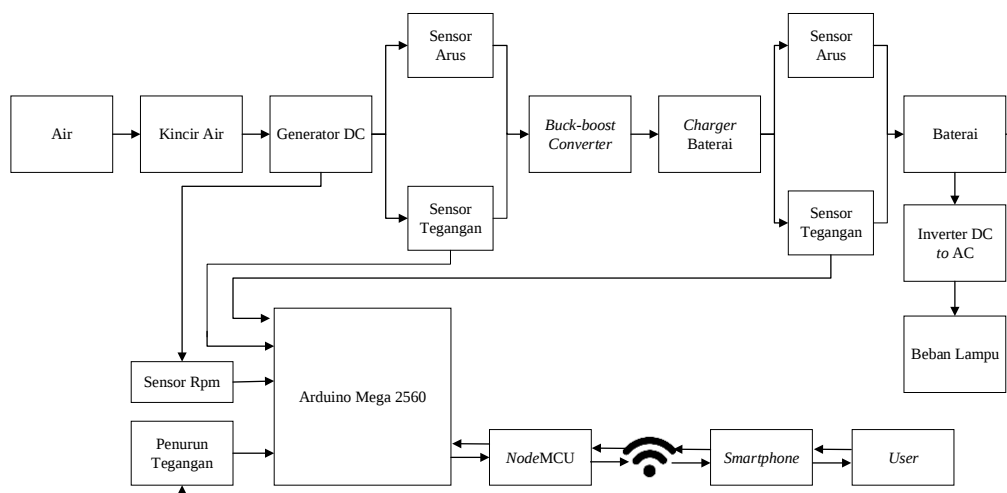
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini yaitu studi literatur dengan mencari referensi mengenai

beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang terkait sehingga hasilnya dapat dirumuskan pada pembuatan PLTA ini, melakukan *survey* dan pengumpulan data untuk menentukan sumber daya air yang dapat dimanfaatkan sebagai tempat yang efisien untuk peletakan pembangkit agar dapat bekerja secara optimal. Perancangan dan pembuatan konstruksi, sistem kontrol dan *monitoring*. Tahap pembuatan pembangkit meliputi pembuatan konstruksi pembangkit dan pembuatan transmisi pembangkit. Konstruksi pembangkit dibuat dengan menggunakan aluminium dengan ketebalan 1,2 mm sebagai bahan utama pembuatan turbin, besi *hollow* dengan ukuran 4 x 4 cm dan ukuran 4 x 2 cm sebagai bahan pembuatan dudukan turbin dan kerangka panel box, panel box dibuat dengan lapisan bahan plat aluminium dengan ketebalan 0,5 mm yang digunakan untuk penyimpanan komponen elektrik dan akrilik yang digunakan sebagai tempat dudukan komponen elektrik yang diletakkan di dalam panel box. Transmisi dibuat menggunakan *v-belt* dengan rasio 1:4:2. Sistem kontrol dibuat dengan menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai *mikrokontroler* dengan *inputan* sensor INA219, *NodeMCU* ESP8266 dan LCD 20x4 yang diletakkan pada *panel box*, sensor LM393 yang diletakkan pada dudukan kerangka besi di belakang generator. Sistem *monitoring* pada pembangkit ini memanfaatkan teknologi *IoT* sehingga data yang diperoleh dapat di-*monitoring* secara langsung dengan menggunakan *smartphone* melalui aplikasi *blynk*. Pembuatan sistem *monitoring* dilakukan dengan membuat desain yang akan ditampilkan pada aplikasi melalui *website blynk*. Aplikasi *blynk* yg dibuat dapat mengetahui perubahan di setiap pembacaan data pada sensor INA219 dan sensor LM393 dengan melakukan pemrograman komunikasi antara Arduino Mega2560, *NodeMCU* dan *Blynk*.

Pengujian dilakukan di perairan Pantai Matras dengan menguji pengaruh rpm generator terhadap arus dan tegangan *output* generator, lama pengisian baterai dan lama pemakaian baterai terhadap beban 2 buah lampu DC 25 watt, serta pengujian hasil pembacaan sensor pada aplikasi *blynk*. Adapun blok diagram kerja sistem

pembangkit listrik tenaga air (PLTA) *portable* berbasis *IoT* dapat dilihat pada Gambar 1.



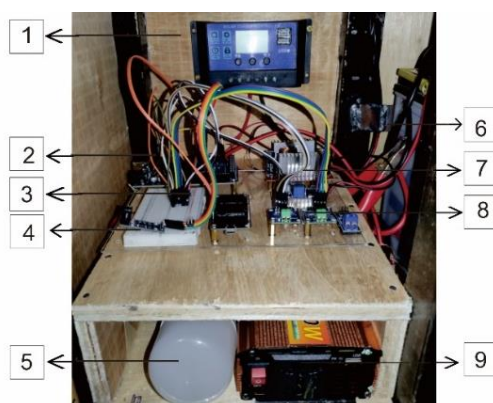
Gambar 1. Blok Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) *Portable* Berbasis *IoT*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hardware Elektrik Pembangkit Listrik Tenaga Air

Hasil dari pembuatan hardware elektrik sistem kontrol dan *monitoring* pembangkit listrik tenaga air dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Rangkaian sistem kontrol dan *monitoring* terdiri dari mikrokontroler Arduino Mega2560, modul

sensor INA219, modul sensor LM393, dan *nodeMCU* ESP8266 yang digunakan sebagai modul *wifi* sebagai media penghubung antara *hardware* elektrik ke aplikasi *blynk* pada *smartphone*. Pada sub bab ini diberikan hasil dan analisis suatu variabel 1 terhadap sistem yang diteliti. Hasil pengolahan data penelitian dapat disajikan dalam tabel dan/atau grafik untuk mempermudah pembaca memahami hasil penelitian.



Keterangan :

1. Solar charger controller
2. Arduino Mega2560
3. NodeMCU ESP8266
4. Sensor LM393
5. Lampu DC
6. Baterai
7. Buck-boost converter
8. Sensor INA219
9. Inverter

Gambar 2. *Hardware* Elektrik Sistem Kontrol dan *Monitoring* Pembangkit Listrik Tenaga Air *Portable*



Gambar 3. *Panel Box* Sistem Kontrol dan *Monitoring* Pembangkit Listrik Tenaga Air *Portable*

3.2. Hardware Mekanik Pembangkit Listrik Tenaga Air

Hasil dari pembuatan *hardware* mekanik pembangkit listrik tenaga air

portable berbasis *IoT* secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 4.

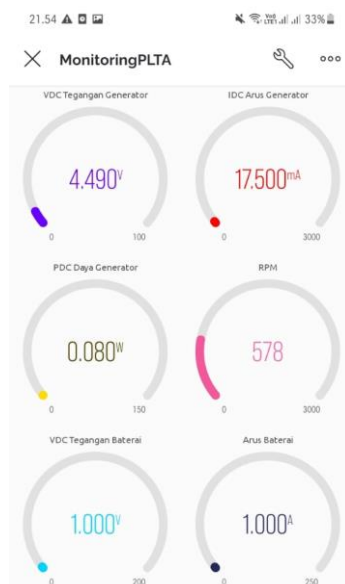


Gambar 4. Konstruksi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) *Portable* Berbasis *IoT*

3.3. Aplikasi Monitoring pada Smartphone

Aplikasi *monitoring* pada Gambar 5 dibuat dengan menggunakan *website* blynk *IoT* yang dikoneksikan dengan modul *wifi* NodeMCU ESP8266. Pada aplikasi *blynk* data yang akan ditampilkan yaitu nilai tegangan

dan arus generator, rpm generator, serta tegangan dan arus pada baterai yang dapat memudahkan pengguna untuk dapat memantau kondisi pembangkit dari jarak jauh.



Gambar 5. Tampilan *Monitoring* PLTA pada Aplikasi *Blynk IoT*

3.4. Hasil Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Air *Portable*

Pengujian pembangkit listrik tenaga air (PLTA) *portable* berbasis *IoT* dilakukan di

perairan Pantai Matras. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

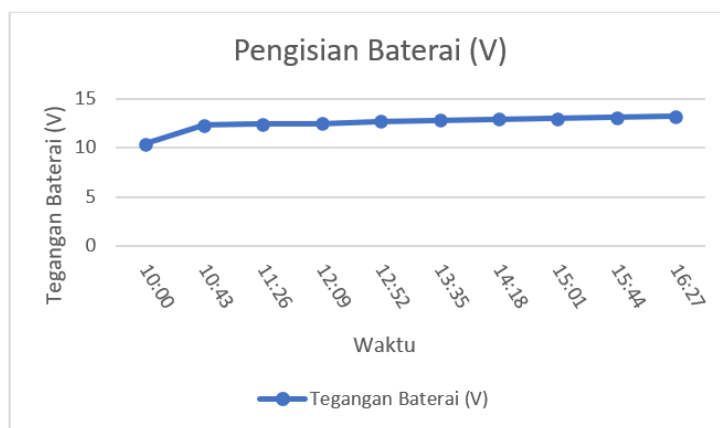
Tabel 1. Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) *portable* berbasis *IoT*

Waktu	Rpm		Generator Tegangan (V)		Arus (A)		Arus Pengisian Baterai (A)	Tegangan Baterai (V)
	LCD	<i>IoT</i>	LCD	<i>IoT</i>	LCD	<i>IoT</i>		
10:00	408	408	17.72	17.72	2,98	2,98	6	10,4
10:43	425	425	17,51	17,51	2,87	2,87	8	12,3

11:26	425	425	10,70	10,70	1,14	1,14	7,1	12,4
12:09	442	442	17,06	17,06	2,89	2,89	8	12,5
12:52	442	442	17,25	17,25	2,65	2,65	6,4	12,7
13:35	425	425	15,27	15,27	2,31	2,31	6,7	12,8
14:18	425	425	17,22	17,22	2,72	2,72	7,8	12,9
15:01	425	425	16,45	16,45	2,08	2,08	8	13,0
15:44	425	425	18,02	18,02	3	3	8,3	13,1
16:27	425	425	16,32	16,32	2,61	2,61	7,6	13,2

Dari hasil pengujian di lapangan pada saat proses pengisian baterai dengan kapasitas 12 Volt 50 Ah yang dilakukan membutuhkan waktu kurang lebih selama 6

jam 38 menit dengan rata rata arus pengisian sebesar 7,39 A. Berikut merupakan grafik pengisian baterai dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Pengisian Baterai

Sedangkan menurut hasil perhitungan secara teori dapat dihitung menggunakan persamaan rumus diperoleh :

$$\text{Lama pengisian baterai} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Arus Pengisian}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Lama pengisian baterai} = \frac{50 \text{ Ah}}{7,39 \text{ A}} = 6,7 \text{ h}$$

$$\text{Lama pengisian baterai} = 6,7 \text{ h} \times 60 \text{ menit}$$

$$\text{Lama pengisian baterai} = 402 \text{ menit atau}$$

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{\text{Pengukuran} - \text{Nilai acuan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{6,38 - 6,2}{6,2} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Persentase Error} = 2,90\%$$

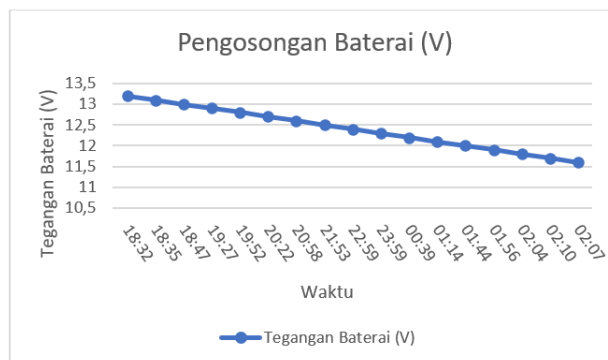
Persentase *error* pengujian pengisian baterai didapatkan sebesar 2,90%. Tabel 1 menunjukkan bahwa tegangan baterai akan naik dari 10,4 volt hingga mencapai tegangan 13,2 volt selama proses pengisian. Hubungan tegangan pengisian terhadap waktu adalah berbanding lurus. Semakin lama waktu pengisian, maka semakin tinggi pula tegangan ketika *charging*. Penambahan tegangan ini menunjukkan bahwa kapasitas baterai semakin bertambah. Begitu juga

$$\text{Lama pengisian baterai} = 6 \text{ jam } 2 \text{ menit.}$$

Dengan persentase *error* antara pengujian dan pengukuran pengisian baterai sebagai berikut:

dengan arus pengisian baterai yang berpengaruh terhadap lama waktu pengisian, semakin besar arus pengisian baterai maka waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai semakin cepat dan semakin kecil arus pengisian maka waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai juga akan semakin lama.

Lama waktu pengosongan baterai dengan kapasitas baterai sebesar 12 Volt 50 Ah yang dilakukan di lapangan dengan menggunakan beban 3 buah lampu DC 25 Watt yaitu selama 7 jam 25 menit, Grafik pengosongan baterai dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Pengosongan Baterai

Sedangkan lama waktu pengosongan baterai jika dihitung menggunakan persamaan rumus diperoleh :

$$I = \frac{P}{V} \dots\dots\dots (3)$$

$$I = \frac{75}{12} = 6,25 \text{ A}$$

Dalam menggunakan beban 3 buah lampu DC 12 Volt 25 Watt untuk pengosongan baterai, maka arus yang dihasilkan yaitu sebesar 6,25 ampere. Berdasarkan hasil perhitungan, lama waktu pengisian baterai dapat dihitung melalui persamaan:

$$\text{Lama Pengosongan} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Arus Pengosongan}} \dots\dots (4)$$

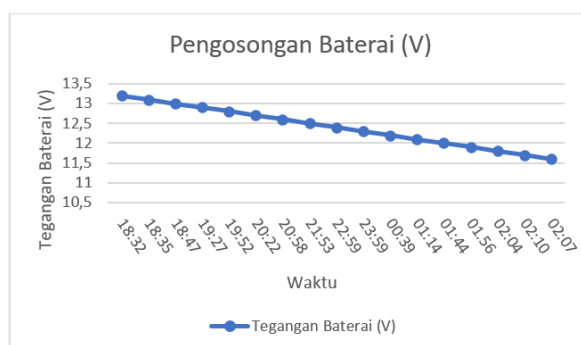
$$\text{Lama Pengosongan} = \frac{50 \text{ Ah}}{6,25 \text{ A}} = 8 \text{ jam}$$

Maka dapat dilakukan perhitungan persentase *error* pengujian pengosongan baterai, sebagai berikut:

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{\text{Pengukuran} - \text{Nilai acuan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{7,25 - 8}{8} \right| \times 100\% = 9,37\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan untuk melakukan pengosongan baterai adalah 8 jam, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengosongan baterai pada saat pengujian selama 7 jam 25 menit dengan persentase *error* pengujian sebesar 9,37%. Perbandingan nilai yang dilakukan pada saat pengujian pengosongan baterai dengan hasil perhitungan dapat dikarenakan umur baterai sudah cukup lama yang menyebabkan kemampuan pada baterai berkurang.



Gambar 8. Grafik Pengosongan Baterai

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil data yang diperoleh dalam pengujian proyek akhir ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengisian baterai pada pembangkit listrik tenaga air kurang lebih selama 6 jam 38 menit dengan arus

pengisian rata-rata sebesar 6,7 A. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian baterai menurut hasil perhitungan selama 6 jam 2 menit dengan persentase *error* antara hasil percobaan dan pengukuran sebesar 2,90%.

2. Lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengosongan baterai dengan

- kapasitas 12 Volt 50 Ah dengan menggunakan beban 3 buah lampu DC 25 Watt kurang lebih selama 7 jam 25 menit, sedangkan menurut hasil perhitungan lama waktu pengosongan baterai yaitu 8 jam dengan persentase *error* pengujian dan perhitungan sebesar 9,37 %
3. Pada saat proses pengujian pengisian baterai, daya maksimal yang dapat dihasilkan oleh generator DC sebesar 54 watt dengan tegangan sebesar 17,9 V dan arus sebesar 2,9 A dengan kecepatan putaran generator di 442 rpm.
 4. Pengujian sistem *monitoring* yang dilakukan di lapangan menunjukkan ketepatan nilai pembacaan sensor antara aplikasi di *smartphone* dan nilai yang tertampil pada layar LCD memiliki tingkat persentase *error* sebesar 0%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. D. Ramady, M. S. Sungkar, A. G. Mahardika, H. Fadriani, dan A. H. Mutaqin, "Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Berbasis Kontrol Arduino UNO," *Jurnal Power Elektronik*, vol. 10, no. 2, 2021.
- [2] H. Pandu Dewanto, D. Aries Himawanto, D. Danardono, dan Sukmaji, "Pembuatan dan Pengujian Turbin Propeller dalam Pengembangan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Air Piko Hidro (PLTA-PH) dengan Variasi Debit Aliran," 2017.
- [3] A. S. Pramudiyanto dan S. W. A. Suedy, "Energi Bersih dan Ramah Lingkungan dari Biomassa untuk Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca dan Perubahan Iklim yang Ekstrem," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 3, Okt 2020.
- [4] B. M. Priambodo, "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Sungai Kualu Kabupaten Toba Samosir Provinsi Sumatera Utara," 2017.
- [5] A. B. Nadeak, "Unjuk Kerja Kincir Air Breadshot dengan Sudu 150 Derajat," 2017.
- [6] R. Fernando dan Asral, "Kaji Eksperimental Turbin Air Tipe Undershot Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air Dipasang Secara Seri Pada Saluran Irigasi," 2017.
- [7] S. Anwar, M. Taufiq Tamam, dan I. Hidayat Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat," e-ISSN, vol. 4, no. 1, 2021.
- [8] F. Tombokan dan T. Takaendengan, "Identifikasi dan Pengukuran Debit Aliran Sungai Sario," *JTST*, vol. 3, no. 3, hlm. 146-155, 2021.
- [9] L. M. K. Amali, Y. Mohamad, dan N. E. Ntobuo, "Pemanfaatan Sumber Daya Air sebagai Pembangkit Listrik Skala Pico untuk Menunjang Belajar, Kekerja dan Berkarya," *Jurnal Sibermas (Sinergi Pemberdayaan Masyarakat)*, vol. 10, no. 1, hlm. 183-195, Mar 2021.
- [10] D. A. Putra dan R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 8, no. 2, 2021.