

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MICROHYDRO PORTABLE MENGGUNAKAN ARCHIMEDES SCREW

Jefri Teguh Budi Arto^{1*}, Fachrudin Hunaini¹⁾, Mohammad mukhsim¹⁾

¹⁾ Teknik elektro, Universitas Widyagama Malang, Kota Malang

*Email Korespondensi : jefritekaje04@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik tenaga air berskala kecil (< 100 kW) yang memiliki banyak keunggulan, terutama tanpa menggunakan waduk, ramah lingkungan, dan merupakan energi terbarukan, sehingga banyak dibangun untuk keperluan pembangkit listrik di daerah pedesaan. PLTMH umumnya merupakan pembangkit permanen, sehingga permasalahan utama yang dihadapi biaya konstruksi pembangunan relatif mahal. Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hydro Portable menggunakan turbin archimedes screw merupakan pembangkit listrik yang mampu bekerja pada debit air berskala kecil berbentuk balok dengan panjang 73 cm, lebar 25 cm, kemiringan rumah turbin 45° dan berat total 10 Kg menjadikannya PLTMH portable. Prototipe PLTMHP bekerja pada debit aliran air 0,1 - 1,1 m³/detik menggunakan turbin archimedes screw yang dapat bekerja pada head rendah <2 meter. Tenaga dari turbin archimedes screw disalurkan ke generator menggunakan ratio 3:1, dimana satu putaran turbin menghasilkan tiga kali putaran generator menghasilkan tegangan rata-rata 9,3 V AC, kemudian tegangan di konversi rangkaian penyerahan, charger controller, baterai dan step up DC-DC untuk beban 12 V, kapasitas daya yang terbangkitkan 12 Watt 1 A.

Kata kunci: Mikrohidro, Portable, Archimedes Screw

ABSTRACT

Microhydro Power Plant (PLTMH) is a small-scale hydroelectric power plant (<100 kW) which has many advantages, especially without using a reservoir, is environmentally friendly, and is a renewable energy, so many are built for the needs of power plants in rural areas. PLTMH is generally a permanent generator, so the main problem faced by construction costs is relatively expensive. The prototype of a Micro Hydro Portable Power Plant using an archimedes screw turbine is a power plant capable of working on small-scale water discharge in the form of a block with a length of 73 cm, a width of 25 cm, a slope of the turbine house 45° and a total weight of 10 kg making it a portable PLTMH. The PLTMHP prototype works at a water flow rate of 0.1 - 1.1 m³ / second using an archimedes screw turbine which can work at a low head <2 meters. The power from the Archimedes screw turbine is supplied to the generator using a 3: 1 ratio, where one rotation of the turbine produces three turns of the generator producing an average voltage of 9.3 V AC, then the voltage is converted to the handover circuit, charger controller, battery and DC step-up. DC for a load of 12 V, the capacity of the generated power is 12 Watt 1 A.

Keywords: Microhydro, Portable, Archimedes Screw

PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) merupakan suatu mekanisme yang memanfaatkan energi potensial dari jatuh air sebagai penggerak turbin untuk menghasilkan energi listrik[1]. Peranan PLTMH semakin tersisihkan dengan adanya Generator Set (Genset) yang dimanfaatkan masyarakat sebagai alternatif untuk mendapatkan energi listrik. Kelebihan Genset memiliki sistem mekanisme yang bersifat portable, mudah dalam pengoperasian, perawatan dan tanpa proses pembangunan konstruksi yang rumit pada suatu tempat. [2].

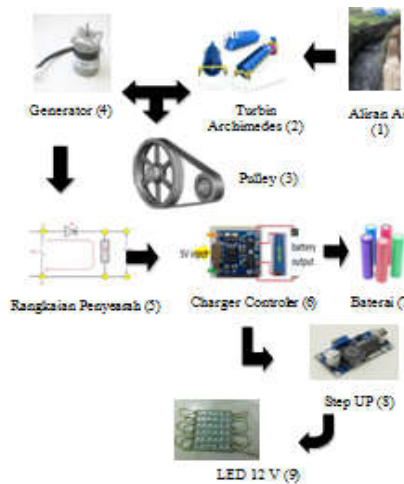
Pengembangan PLTMH pada kondisi saat ini semakin pesat, dalam pengembangannya PLTMH saat ini bersifat portable dengan konstruksi mengapung pada permukaan air memanfaatkan energi kinetik sebagai sumber energi penggerak turbin, dapat digunakan sewaktu – waktu tanpa melakukan pembangunan konstruksi yang besar[3].

Berdasarkan latar belakang diatas maka akan dirancang dan dibuat Prototipe PLTMH Portable menggunakan Turbin Archimedes Screw yang dapat di fungsikan pada beberapa titik lokasi yang berbeda dan dioperasikan dengan ditempatkan pada aliran sungai kecil, Memanfaatkan sumber energi kinetik aliran air sebagai penggerak turbin. Pada mekanisme ini menggunakan turbin archimedes screw sebagai turbin.

METODE PENELITIAN

Perencanaan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras digunakan sebagai upaya mengetahui alat yang digunakan pada prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro portable menggunakan turbin archimedes screw.

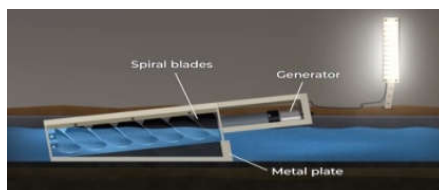


Gambar 1. Perencanaan Perangkat Keras

Perencanaan perangkat adalah perencanaan setiap bagian dari prototipe pembangkit listrik menggunakan turbin archimedes screw. Perencanaan dimulai dari pengukuran debit aliran air (1). Pembuatan dan desain untuk turbin archimedes screw (2), turbin archimedes screw dan generator dihubungkan dengan pulley (3), generator yang digunakan adalah motor stepper dialih fungsikan menjadi generator (4). Tegangan yang dihasilkan oleh generator akan disearahkan dengan rangkaian penyearah (5). Charger controller sebagai pemutus suplai tegangan ke baterai secara otomatis (6). Penyimpanan tegangan akan menggunakan baterai dengan tipe AAA merk samsung dengan tipe 18650, 3,7 V DC (7). Output charger controller akan digunakan untuk input step up dc-dc (8), modul step up digunakan untuk menaikkan tegangan dari charger controller untuk memenuhi beban 12 V DC (9).

Perencanaan Rangka Prototipe PLTMH Portable menggunakan Turbin Archimedes

Pada rancangan rangka prototipe berfungsi untuk meletakkan keseluruhan mekanik. Konsep Prototipe berbentuk balok yang menyesuaikan tempat instalasi. Pada sisi depan prototipe akan diberi plat penghalang agar dapat mengarahkan aliran air ke turbin. Bahan rangka di pilih besi siku dengan ukuran 3x3 dan plat galvalum tebal 0,01 mm sebagai jalur aliran air. Pada gambar dan tabel berikut merupakan bentuk perencanaan rancangan rangka prototipe.



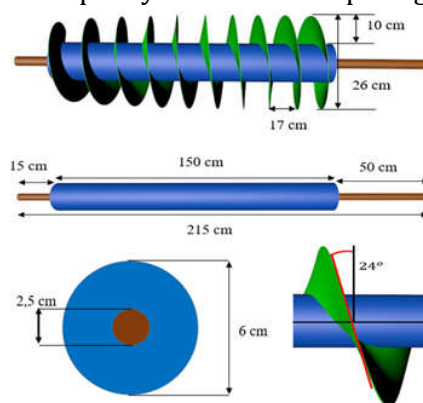
Gambar 2. Desain Rangka PLTMHP

Tabel 1 Spesifikasi Rangka PLTMHP

PARAMETER	VALUE
Head	20 Cm
Panjang Rumah Turbin	73Cm
Tinggi Rumah Turbin	25 Cm
Lebar Rumah Turbin	25Cm

Perencanaan Turbin Archimedes Screw

Turbin yang digunakan memanfaatkan kinerja turbin tipe archimedes screw dengan 10 sudu. Turbin terbuat dari acrilik diameter 16 cm dibuat screw dengan terpasang pada poros pipa pvc diameter 3 mm dengan panjang 80 cm. Sudu turbin dirancang dengan sudut 45°, dimana pada setiap sudu terpasang dengan glue gun dan paku ripet yang digunakan sebagai tumpuan dari energi kinetik aliran air [7]. Pada poros turbin terpasang besi sebagai tumpuan turbin dan dipasang sebuah pulley. Desain turbin pada gambar dan tabel berikut:



Gambar 3. Desain Turbin

Tabel 2. Spesifikasi Turbin

Parameter	Value
Diameter Turbin	15 cm
Jari – Jari Turbin	14,5 cm
Tebal Blade Screw	0,3 cm
Jarak setiap blade screw	7 cm
Tinggi blade screw	20 cm
Jumlah blade screw	1 buah
Jumlah lilitan screw	10 buah
Sudut blade screw	24°
Diameter poros utama	1 cm
Diameter poros luar	6 cm
Panjang poros utama	64 cm
Panjang poros luar	80 cm
Berat turbin	0,5 kg

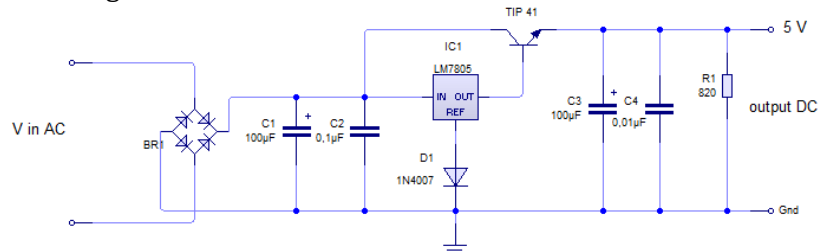
Perencanaan Rangkaian Penyearah

Pada rangkaian ini memiliki beberapa komponen yang menjadi satu kesatuan untuk merubah dan menstabilkan tegangan dari generator berikut komponen dan skema rangkaian penyearah :

1. kiprok 4A sebagai penyearah dan mengkonversi tegangan dari generator.
2. IC LM7805 berfungsi untuk menstabilkan tegangan menjadi +5 V karena perangkat tambahan selanjutnya membutuhkan tegangan +5 V.

3. Capacitor milar 100nf, ELC01000 uf/50V, ELC0100 uf/25V sebagai penyimpan dan pendukung komponen sementara.
4. TIP 41 sebagai penguat arus input pada rangkaian.

Semua komponen elektronika tersebut di satukan menjadi rangkain penyearah +5V berikut skematik rangkaian :



Gambar 4. Rangkaian Penyearah +5 V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Mekanikal

Setelah turbin, pulley dan kerangka PLTMHP dirakit menjadi satu pada langkah ini akan dilakukan pengujian mekanikal prototipe untuk menguji berfungsi dengan pada setiap bagian. Pengujian dilakukan dengan memasukkan Prototipe ke aliran air yang telah ditentukan.

Posisi turbin terhadap debit dan kedalaman aliran air berpengaruh pada kecepatan putaran turbin. Pengujian mekanikal dilakukan dengan beberapa posisi turbin pada permukaan aliran air dan kedalaman aliran air untuk mendapatkan putaran turbin yang lebih baik. Tabel 2 merupakan hasil percobaan beberapa posisi turbin pada permukaan sampai kedalaman aliran air secara horisontal. Percobaan dilakukan dengan cara penempatan turbin pada aliran air dengan 4 perbedaan posisi turbin pada aliran air, berikut posisi penempatan turbin pada aliran air:

1. Posisi rumah turbin 50 % terendam debit aliran air secara horisontal, percobaan dimisalkan (P1).
2. Posisi rumah turbin 100 % terendam debit aliran air secara horisontal, percobaan ini dimisalkan (P2).
3. Posisi rumah turbin miring dengan turbin terendam 50 % debit aliran air, percobaan dimisalkan (P3).
4. Posisi rumah turbin miring dengan turbin terendam 100 % debit aliran air, percobaan dimisalkan (P4).

Percobaan P1 dan P3 dapat disimpulkan posisi turbin miring dengan turbin terendam 50% aliran air lebih menghasilkan putaran turbin rata-rata 6,5 lebih baik dari putaran ketika rumah turbin dalam posisi horisontal dengan turbin terendam 50 % debit aliran air. Posisi rumah turbin P3 dapat dikembangkan lagi untuk mendapatkan putaran > 6,5 rpm, dengan cara mengubah sudut kemiringan rumah turbin pada tabel 3.3.

Pengujian mekanikal PLTMHP dilakukan dengan variasi sudut 180°, 45°, 65°, 75° untuk mendapatkan kecepatan turbin yang lebih baik, didalam pengujian juga dilakukan pencatatan waktu setiap 10 menit sebanyak 30 kali. Gambar 4.3 merupakan grafik perbandingan setiap sudut dengan rata – rata debit aliran air 0,37 m³/detik, sudut 45° menghasilkan rata – rata kecepatan turbin 8,9 rpm, lebih baik dari sudut 180° dengan rata – rata 4,9 rpm. Berdasarkan hasil percobaan posisi kemiringan sudut sumbu turbin archimedes screw berpengaruh terhadap hasil putaran turbin, sudut 45° mempunyai posisi kemiringan turbin tetapi tidak sejajar dengan aliran air, sudut 65°-75° dorongan aliran air untuk memutar turbin kurang baik dibandingkan dengan sudut 45°.

Pengukuran Generator dan Pulley Generator

Generator merupakan sebuah komponen terpenting dalam suatu PLTMH, dengan fungsi sebagai pengubah energi mekanik menjadi tegangan listrik. Perencanaan pemilihan generator harus sesuai dengan potensi aliran air yang akan dimanfaatkan. Berdasarkan hasil pengukuran debit aliran air potensi energi yang terbangkitkan adalah 72,59 watt. Ketersediaan generator dengan kebutuhan tersebut dipasaran sulit didapatkan, ketersediaan motor stepper yang di alih fungsikan menjadi generatormenjadikannya sebagai generator PLTMHP.. Dengan spesifikasi sebagai berikut :



Rpm	0 – 300 Rpm
Output	0 – 50 V AC
Arus	1,4 A
Berat total	900 Gram

Gambar 5. Generator dan Spesifikasi

Gambar 4 merupakan gambar dan spesifikasi dari generator yang akan digunakan, generator dapat bekerja pada 0-300 rpm menghasilkan tegangan 50 V DC 1,4 A. Tegangan yang dapat dihasilkan oleh generator adalah 70 watt.

Pulley

Estimasi daya yang terbangkitkan 72,59 watt dengan debit aliran air 0,037 m³/detik, energi potensial tersebut akan dirubah menjadi tegangan listrik menggunakan generator dengan kapasitas 50 V AC 1,4 A, pada kecepatan putaran 300 rpm. Estimasi tegangan yang di hasilkan oleh generator 70 watt. Penelitian ini tegangan yang diperlukan adalah 4,5 V DC sebagai input charger controller, untuk itu dapat dihitung kecepatan puratan yang diperlukan untuk beban 4,5 V DC yaitu :

$$300/50 = 6$$

$$6 \times 4,5 = 27 \text{ rpm}$$

Diperlukan 27 rpm generator untuk mensuplai kebutuhan charger controller 4,5 V DC. Pada tabel 3.4 kecepatan rata – rata turbin adalah 8,9 rpm, terdapat selisih kecepatan generator dan turbin. Dapat disimpulkan diperlukan ratio 3:1, dimana 1 kali putaran pada turbin menghasilkan 3 kali putaran pada generator berdasarkan data hasil percobaan. Desain pulley harus memiliki berat ringan dan kuat, diameter pulley tidak disarankan melebihi ukuran rumah turbin untuk menghindari pulley tersangkut pada aliran air. Ketersediaan pulley dipasaran dengan kebutuhan tersebut didapatkan dengan diameter pulley generator 5 cm, diameter pulley turbin 15 cm detail spesifikasi pulley terdapat pada gambar 6.



Parameter	Value
Diameter pulley generator	5 cm
Diameter pulley turbin	25 cm
Lebar rumah turbin	25 cm
Tinggi rumah turbin	25 cm
Jarak setiap turbin	15 cm
vanbelt	35 cm
Lubang poros pulley generator	0,7 mm
Lubang poros pulley turbin	10 mm

Gambar 6. Desain Ratio Pulley dan Spesifikasi Pulley

Rata – Rata kecepatan putaran pada pulley turbin 9,9 rpm, pada pulley generator kecepatan rata – rata 30,2 rpm dan menghasilkan tegangan 9,3 V AC pada generator.

Pengukuran Rangkaian Penyearah

Generator mempunyai keluaran tegangan 50 V AC, beban yang akan di suplai oleh generator adalah 4,5 V DC untuk itu perlu rangkaian penyearah untuk merubah tegangan dari AC ke DC, setelah dilakukan penyatuan komponen akan dilakukan pengujian terhadap rangkaian penyearah. Pengukuran tegangan masuk dari generator dan keluaran tegangan pada rangkaian penyearah dengan waktu yang telah ditentukan.



Gambar 7. Rangkaian Penyearah

Sebelum dilakukan percobaan disarankan untuk melakukan pengukuran tegangan output pada generator dikarenakan rangkaian ini di desain bekerja pada tegangan 4 – 20V AC, ketika generator menghasilkan tegangan diatas 20 V AC tidak disarankan untuk switch ke rangkaian penyearah. pengukuran setiap 10 menit, Pada setiap 10 menit menghasilkan 29 – 32 rpm pada generator, perbedaan disebabkan debit air yang berubah 0,1 – 1,1 m³/detik. Input rata – rata rangkaian penyearah 9,7 V AC, output rangkaian penyearah 4.4 V DC. Selisih input dan output sesuai dengan desain rangkaian penyearah yaitu menstabilkan tegangan dan merubah tegangan AC menjadi DC 4-5 V DC.

Pengukuran Charger Controller

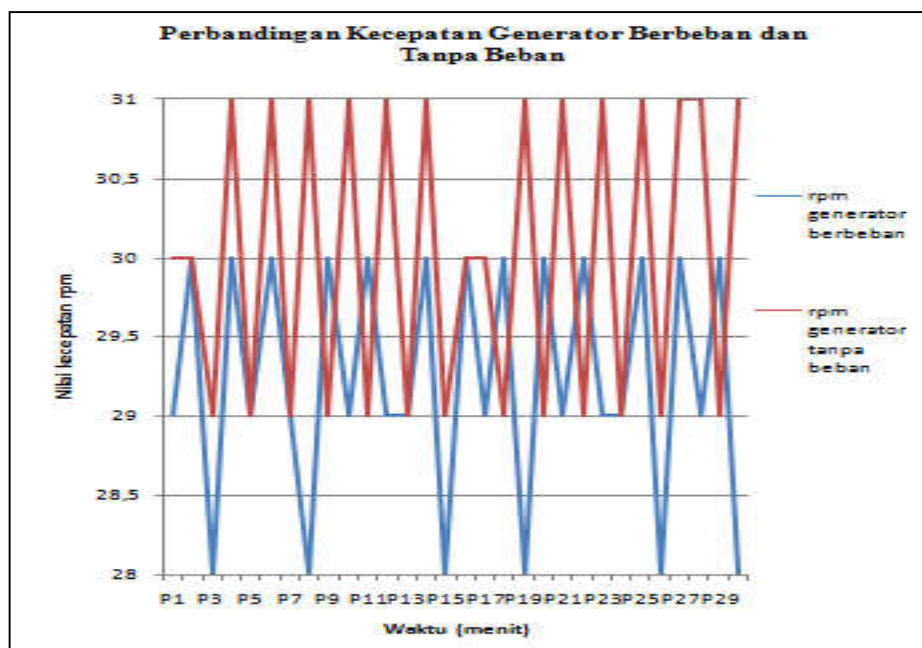
Rangkaian penyearah belum bisa memutus suplai tegangan saat baterai terisi penuh, charger controller memiliki fungsi sebagai controler baterai dimana ketika baterai sudah terisi penuh akan melakukan pemutusan tegangan secara otomatis. Modul charger controller memiliki 2 beban output yang akan di suplai, untuk itu akan dilakukan pengukuran pada input dan output modul charger dengan waktu yang ditentukan.

Setelah dilakukan pengukuran tegangan in dan out charger controller data Tegangan input charger controller 4,4 V DC, output charger controller menghasilkan rata – rata tegangan 4.1 V DC, terdapat perbedaan tegangan input dan output, perbedaan tegangan ini disebabkan adanya losses tegangan oleh rugi – rugi pada komponen. Output charger controller 4,1 V DC sudah memenuhi kebutuhan untuk beban pengisian baterai AAA tegangan 3,7 V DC.

Modul XL6009

PLTMHP akan digunakan untuk beban lampu LED 12 V DC, sedangkan output charger controller adalah 4,1 V DC untuk itu di perlukan modul penguat tegangan. Berikut hasil pengukuran IN / OUT penguat tegangan DC. Setelah dilakukan tegangan rata-rata output step up 12,1V DC dengan input tegangan 4,1 V DC. Step up ini menggunakan modul penaik tegangan DC-DC XL6009 yang bekerja pada tegangan input 3 – 50 V DC, tegangan keluaran modul step up ini dapat disetting sesuai dengan kebutuhan 3 – 50 V DC.

Hasil Pengujian Berbeban dan Tanpa Beban



Gambar 8. hasil Pengujian Berbeban dan Tanpa Beban

Gambar 8 merupakan grafik perbedaan kecepatan putaran generator ketika mendapatkan beban dan tanpa beban data grafik di dapatkan pada perbandingan kecepatan rata – rata 28 - 31 rpm generator. Perbedaan disebabkan karena karakter generator ketika mendapatkan beban, putaran generator akan semakin berat.

KESIMPULAN

Prototipe PLTMHP berkeja pada debit aliran air 0,1 - 1,1 m³/detik menggunakan turbin archimedes screw yang dapat berkerja pada head rendah <2 meter. Tenaga dari turbin archimedes screw disalurkan ke generator menggunakan ratio 3:1, dimana satu putaran turbin menghasilkan tiga kali putaran generator menghasilkan tegangan rata-rata 9,3 V AC, kemudian tegangan di konversi rangkaian penyerahan, charger controller, baterai dan step up DC-DC untuk beban 12 V, kapasitas daya yang terbangkitkan 12 Watt 1 A.

REFERENSI

- [1] A. Muliawan and A. Yani, "Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner," *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2017.
- [2] F. Sahri. M, Setiawidayat. S, "Rancang Bangun Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa," *Univ. Widyagama Malang*, vol. 11, no. 2, pp. 78–85, 2019.
- [3] D. L. Sihalohe, "Rancang Bangun Alat Uji Model Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Turbin Aliran Silang," 2017.
- [4] D. M. Alifi, F. Hunaini, M. Mukhsim, J. T. Elektro, U. W. Malang, and V. S. Pulley, "Listrik Mikro Hidro (PLTMH) Tenaga," pp. 1–9.
- [5] D. Christiawan, L. Jasa, and Y. P. Sudarmojo, "Studi Analisis Pengaruh Model Sudu Turbin Pada Pembangkit Lisrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 104, 2017.
- [6] F. Apriansyah, A. Rusdinar, and D. Darlis, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Mikrohidro (Pltmh) Pada Pipa Saluran Pembuangan Air Hujan Vertikal," *e-Proceeding Eng. Telkom Univ.*, vol. 3, no. 1, pp. 57–64, 2016.

- [7] I. G. W. Putra, A. I. Weking, and L. Jasa, "Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 385, 2018.
- [8] A. Nurdin and D. A. Himawanto, "Kajian Teoritis Uji Kerja Turbin Archimedes Screw Pada Head Rendah," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 783–796, 2018.
- [9] J. T. Mesin and U. S. Maret, "Kajian teoritik pengaruh geometri dan sudut kemiringan terhadap kinerja turbin archimedes screw," vol. III, 2017.
- [10] H. Jeremia, "Pengaruh Ukuran Diameter Pulley Terhadap Hasil Irisan Alat Pengiris Tempe," 2019.
- [11] E. P. Sitohang *et al.*, "Rancang Bangun Catu Daya Dc Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 135–142, 2018.
- [12] N. E. Budiyanata, M. C. Wishnu, and D. R. Wohon, "Fidget Device," vol. 21, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [13] R. D. Listianto, S. Sunardi, and R. D. Puriyanto, "Monitoring Tegangan Baterai Lithium Polymer pada Robot Sepak Bola Beroda secara Nirkabel," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2019.