

Perancangan Alat Micro Hydroelectric Portable dengan Menggunakan Sistem Turbin Archimedes Screw

Wikra Wardhana Wijaya Putra, Risnawati*, Rohminatin

Program Studi Sistem Komputer, STMIK Royal Kisaran, Asahan, Indonesia

Email: ¹wikra.wardhana25@gmail.com, ^{2,*}rhisnawati716@gmail.com, ³rohminatin2019@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: rhisnawati716@gmail.com

Submitted: 05/03/2022; Accepted: 15/03/2022; Published: 31/03/2022

Abstrak–Micro Hydroelectric portable 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 didaerah pedesaan. Microhydro umumnya merupakan pembangkit permanen, sehingga permasalahan utama yang dihadapi biaya konstruksi pembangunan relatif mahal. Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hydroelectric Portable menggunakan turbin archimedes screw merupakan pembangkit listrik yang mampu bekerja pada debit air berskala kecil berbentuk balok dengan panjang 80 cm, lebar 40 cm, kemiringan rumah turbin 45° dan berat total 8 Kg menjadikannya Micro Hydroelectric portable. MicroHydro berkeja pada debit aliran air 0,1 - 1,1 m³/detik menggunakan turbin archimedes screw yang dapat berkeja pada head rendah. Tenaga dari turbin archimedes screw disalurkan ke generator menggunakan ratio 1:3, dimana satu putaran turbin menghasilkan tiga kali putaran generator menghasilkan tegangan rata-rata 7,3 Volt DC, kemudian tegangan di konversi oleh inverter, charger controller, baterai untuk beban 12 Volt, kapasitas daya yang terbangkitkan 12 Watt.

Kata Kunci:Micro Hydro; Portable; Archimedes Screw

Abstrak–Micro Hydroelectric portable is a small-scale hydroelectric power plant (< 100 kW) which has many advantages, especially without the use of reservoirs, is environmentally friendly, and is a renewable energy, so many are built for power generation purposes in rural areas. Micro Hydro is generally a permanent generator, so the main problem faced is the relatively expensive construction cost. The prototype of a Portable Micro Hydro Power Plant using an Archimedes screw turbine is a power plant that is capable of working on small-scale water discharge in the form of a beam with a length of 80 cm, a width of 40 cm, a turbine housing slope of 45° and a total weight of 8 Kg, making it a portable Micro Hydro. Micro Hydro works at a water flow rate of 0.1 - 1.1 m³/second using an Archimedes screw turbine which can work at low heads. Power from the Archimedes screw turbine is channeled to the generator using a 1:3 ratio, where one rotation of the turbine produces three rotations of the generator producing an average voltage of 7.3 Volts DC, then the voltage is converted by the inverter, charger controller, battery for 12 Volt loads, 12 Watt generated power capacity.

Keywords: Micro Hydro; Portable; Archimedes Screw

1. PENDAHULUAN

Micro Hydroelectric 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 didaerah pedesaan[1]. Energi tersebut merupakan salah satu sumber energi yang ramah lingkungan yang sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama konversi energi dan juga sumber energinya banyak tersedia dari alam[2]. *Micro Hydroelectric* umumnya merupakan pembangkit listrik permanen, sehingga permasalahan utama yang dihadapi biaya konstruksi pembangunan relatif mahal. Perancangan *Micro Hydroelectric Portable* menggunakan turbin *archimedes screw* merupakan pembangkit listrik yang mampu bekerja pada debit air berskala kecil berbentuk balok dengan panjang 75 cm, lebar 25 cm, kemiringan rumah turbin 45° dan berat total 10 Kg menjadikannya *Micro Hydroelectric portable*. *Micro Hydroelectric* dapat berkeja pada debit aliran air kecil menggunakan turbin *archimedes screw* yang dapat berkeja pada head rendah. Saat ini telah banyak dilakukan berbagai riset dan pengembangan untuk memakai sumber daya alam yang ramah lingkungan dalam pemanfaatannya. Salah satunya adalah pemanfaatan untuk menghasilkan energi listrik. Bahan yang digunakan merupakan sumber daya yang dapat diperbarui, misalnya pemanfaatan dalam potensi aliran air. Manfaat air menjadi energi listrik yang sangat menguntungkan bagi masyarakat[3]. Pemanfaatan jenis ini disebut dengan pemanfaatan *microhydro*. Pemanfaatan *microhydro* biasanya dilakukan di pedesaan dengan memanfaatkan aliran air pada sungai, air terjun, hingga saluran irigasi.

Microhydro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun, aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik[4]. Peranan *Microhydro* 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.

Pengembangan *Microhydro* pada kondisi saat ini semakin pesat, dalam pengembangannya *Microhydro* 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. Mengingat Potensi sumber energi baru terbarukan yang dimiliki Indonesia sangatlah melimpah antara lain energi panas bumi dengan total potensi sebesar 28,5 GW, energi air memiliki total potensi 94,3 GW, bioenergi memiliki total

potensi 23,6 GW, energi surya memiliki total potensi 207,8 GWp, energi angin memiliki potensi sebesar 60.6 GW, energi laut memiliki potensi sebesar 17,9 GW, dan total potensi energi baru terbarukan 442 GW yang digunakan untuk pembangkit listrik. Mengingat Energi listrik merupakan energi yang mempunyai peranan penting bagi keberlangsungan kehidupan masyarakat. Salah satu manfaatnya adalah untuk penerangan. Kondisi kelistrikan di Indonesia saat ini sangat memprihatinkan apalagi sumber migas yang terdapat di bumi sangat terbatas dan akan terus berkurang. Oleh karena itu berbagai penelitian dilakukan untuk menemukan sumber energi diluar migas, sebagai sumber energi terbarukan[5].

Pembangkit listrik tenaga air dianggap memiliki beberapa keunggulan dibanding pembangkit listrik lainnya, seperti penggunaan sumber daya air yang potensinya melimpah di alam. Selain itu, bahan baku sumber energi ini ramah lingkungan dan dapat menjadi energi alternatif secara berkesinambungan. Dapat dikatakan Pembangkit Listrik Tenaga air tidak menghasilkan limbah dan emisi gas lainnya. Menurut *International Energy Agency*, kebutuhan biaya sumber daya pembangkit ini juga cukup murah serta tidak menyebabkan pencemaran. Bahkan tingkat efisiensi produksi listrik mencapai 75% hingga 80%.Pembangkit Listrik Tenaga *Microhydro* disebut tidak menghasilkan polusi, antara lain polusi udara, polusi suara, polusi air dan pencemaran lainnya. Sebagai pembanding, tentu pembangkit listrik dari tenaga fosil lebih memberikan ancaman pencemaran lebih tinggi[6].

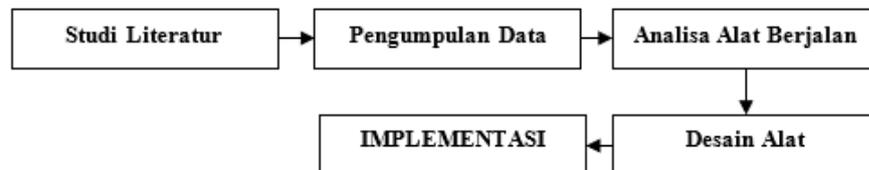
Keberadaan desa Parannapa Jae yang sering dilanda mati lampu akibat pohon tumbang dan gangguan alam lainnya menyebabkan masyarakat desa Parannapa Jae sering mengalami padam lampu sehingga sering membuat penerangan masyarakat Desa Parannapa Jae terganggu khususnya pada malam hari. Desa Parannapa Jae yang memiliki sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk energi pembangkit listrik merupakan tantangan tersendiri untuk melakukan penelitian agar memperoleh sumber energi baru terbarukan yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat setiap tahun. Salah satu pemanfaatan sumber energi baru terbarukan yang dapat dikembangkan adalah Turbin Air.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara atau jalan untuk memperoleh kembali pemecahan terhadap segala permasalahan. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode eksperimen. Tujuan dari penelitian eksperimen ini adalah untuk mengembangkan dan menggunakan teori-teori dan hipotesis yang berkaitan dengan fenomena alam.

2.1 Kerangka Kerja Penelitian

Berikut kerangka kerja dari penelitian yang dilakukan dapat di lihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja penelitian yang telah digambarkan di atas, maka dapat diuraikan pembahasan masing-masing tahap dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian landasan-landasan teori yang diperoleh dari berbagai buku dan juga internet untuk melengkapi perbendaharaan konsep dan teori, sehingga memiliki landasan dan keilmuan yang baik dan sesuai.

2. Pengumpulan data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan guna memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Adapun teknik pengumpulan data tersebut dilakukan dengan cara Observasi langsung ke lapangan. Observasi dilakukan langsung ke Desa Paran Napa Jae sebagai objek penelitian. Selain itu, penulis juga melakukan studipustaka untuk menghimpun data sehingga menghasilkan informasi yang relevan.

3. Analisa alat berjalan

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap data-data yang sudah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan *literature* yang ada, data-data yang didapat dari hasil observasi akan disusun dalam bentuk tabel baik jenis dan bentuk gejalanya untuk mempermudah pencarian solusi. Kemudian dilakukan pengolahan dengan mengevaluasi untuk mendapatkan *output* sebagai hasil.

4. Desain alat

Berdasarkan keadaan di Desa Paran Napa Jae, maka peneliti ingin merancang sebuah alat yang memanfaatkan energi kinetik dari air, selain itu untuk menggerakkan turbin *Archimedes* ini dibutuhkan aliran air yang cukup untuk menghasilkan energi listrik.

5. Implementasi

Implementasi adalah prosedur yang dilakukan untuk menyelesaikan desain yang ada dalam dokumen yaitu desain alat yang disetujui, serta menguji, menginstal, memulai, serta menggunakan alat yang baru atau alat yang diperbaiki. Implementasi system ini adalah tahapan untuk mengetahui akan berhasil atau tidaknya suatu alat yang dibangun.

2.2 Micro Hydroelectric Portable

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak, seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air[7]

1. Turbin *Archimedes Screw*

Sejak zaman kuno teknologi *archimedes srew* telah ditemukan dan digunakan sebagai pompa, bentuk konstuksinya meliputi satu atau lebih sudu berbentuk ulir yang berfungsi sebagai *bucket* dan terhubung dengan poros bergerak menggerakkan air ke atas[8]. *Archimedes* adalah salah satu mesin tertua yang masih digunakan dan berfungsi mengangkat air untuk irigasi dan drainase [9].

2. *Pulley Dan Belt*

Pulley dan sabuk (*belt*) yang dikenal dengan CVT (*Continuous Variable Transmission*). Sistem CVT (*Continuous Variable Transmission*) adalah sistem transmisi daya dari mesin menuju roda belakang melalui sabuk V (*V-belt*) yang menghubungkan antara *drive pulley* (puli primer) untuk menggerakkan *driven puley* (puli sekunder) menggunakan gaya sentrifugal yang terjadi pada komponen komponennya. Perubahan kecepatan pada CVT sangat halus dan tidak ada hentakan seperti pada transmisi manual[10].

3. Motor DC

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC dimana arah putaran motor DC ditentukan oleh arus maju atau arus berbalik atau tegangan positif dan tegangan negatif pada motor DC[11].

4. Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat mengubah sumber tegangan arus searah (DC) menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) dengan besar tegangan dan frekuensi yang dapat di atur[12].

5. Baterai

Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi[13].

6. *Step up*

Step up adalah salah satu bagian dari olahraga aerobik dimana gerakannya sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Olahraga ini dapat berfungsi dalam mengembangkan kekuatan dan stabilitas melalui tubuh bagian bawah[14].

7. Lampu *LED*

Lampu *LED* adalah salah satu jenis lampu yang direkomendasikan untuk digunakan sebagai alternatif program konservasi energi disektor pencahayaan. Lampu *LED* umumnya dipasarkan dengan warna cahaya atau *Correlated Color Temperature*[15].

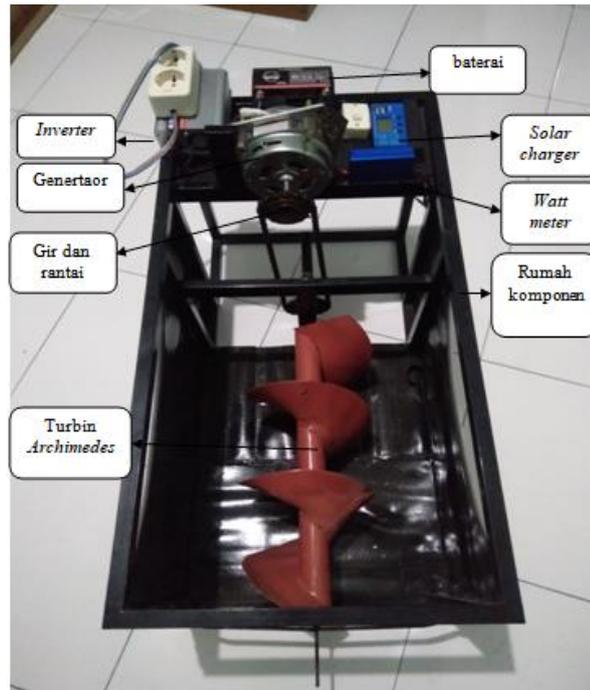
2.3 Arsitektur alat

System kerja dari alat *Micro Hydroelectric Portable* dengan menggunakan sistem *Turbin Archimedes Screw* ini, Kinerja turbin *archimedes srew* dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain tingkat rendaman turbin, sudut kemiringan turbin, *pitch ratio*, dan jumlah sudu. Saat rendaman turbin berada diatas titik optimal, maka akan terjadi perlambatan pada putaran, sehingga akan terjadi penurunan tekanan hidrostatis keatas. Pada kemiringan sudut yang besar, aliran air akan keluar dari jalur kanal dan mengurangi *volume* air pada *bucket*, sehingga daya yang dihasilkan tidak optimal. Apabila semakin tinggi *pitch ratio* volume air yang dapat ditampung pada setiap kisi akan meningkat, sehingga gerakan air menggerakkan *blade* akan semakin kuat. Sedangkan semakin banyak jumlah sudu maka volume air pada *bucket* pada sudut yang semakin berkurang, sehingga gerakan air menggerakkan *blade* melemah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaplikasian microhydro elektrik yang menggunakan motor dynamo bekas mesin cuci ini diaplikasikan dalam bentuk alat dengan menggunakan dynamo bekas, watt meter, solar charger, baterai, inverter. Ketika turbin berputar, maka dengan otomatis akan mengalirkan aliran listrik jenis dc, yang disalurkan lewat dynamo menuju ke watt meter lalu ke solar charger, baterai dan ke inverter, dimana inverter ini berfungsi sebagai pengkonversi arus dc ke ac. Kerangka Microhydro dirakit menjadi satu, pada langkah ini akan dilakukan pengujian alat untuk menguji berfungsi dengan pada setiap bagian. Pengujian dilakukan dengan memasukkan alat ke aliran air yang telah ditentukan. Posisi turbin terhadap debit dan kedalaman aliran air berpengaruh pada kecepatan putaran turbin. Pengujian alat dilakukan dengan posisi turbin pada permukaan aliran air dan kedalaman aliran air untuk mendapatkan putaran turbin yang lebih baik.

Gambar 2 menunjukkan bentuk fisik dari perancangan *Microhydro Electric Portable* dengan menggunakan *System Turbin Archimedes Screw*.



Gambar 2. Micro Hydroelectric Portable Dengan Menggunakan Sistem Turbin Archimedes Screw

3.1 Pengujian Mekanikal

Mekanikal adalah dasar ilmu yang menjelaskan segala hal tentang sistem mekanis dan aplikasinya. Setelah turbin, pulley dan kerangka dirakit menjadi satu pada langkah ini akan dilakukan pengujian mekanikal untuk menguji berfungsi dengan pada setiap bagian. Pengujian dilakukan dengan memasukkan alat 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. Beberapa posisi turbin pada permukaan sampai kedalaman aliran air secara horisontal.



Gambar 3. Pengujian Alat di atas Permukaan Air

Percobaan dilakukan dengan cara penempatan turbin pada aliran air dengan 3 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).

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.

3.2 Hasil Pengujian

Microhydro electric bekerja pada debit aliran air menggunakan turbin archimedes screw yang dapat bekerja pada head rendah kurang dari 2 meter. Tenaga dari turbin archimedes screw disalurkan ke generator menggunakan ratio 1:3, dimana satu putaran turbin menghasilkan tiga kali putaran generator menghasilkan tegangan rata-rata 7,3 Volt DC, kemudian tegangan di konversi Inverter, charger controller, baterai, untuk beban 12 Volt, kapasitas daya yang terbangkitkan 12 Watt.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat disimpulkan perancangan Alat *Micro Hydroelectric Portable* Dengan Menggunakan Sistem Turbin *Archimedes Screw* akan bekerja pada aliran air yang cukup deras. Saat pengujian Alat *Micro Hydroelectric Portable* Dengan Menggunakan Sistem Turbin *Archimedes Screw* debit air tidak boleh melebihi struktur alat. *Micro Hydroelectric Portable* dengan Menggunakan Sistem Turbin *Archimedes Screw* dirancang untuk penggunaan skala kecil atau rumahan.

REFERENCES

- [1] D. Achmad, R. Falefhi, and M. Y. Ramadhan, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Speed Trap," no. Ciastech, pp. 1–5, 2020.
- [2] M. Fachurrozi, I. Wicaksono, and A. Sunyoto, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro Di Desa Sumber Poh Kecamatan Maron Kabupaten Probolinggo," *Energy*, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.upm.ac.id/index.php/energy/article/view/648>
- [3] P. Degan and M. Generator, "(*3) *1,2,3)," vol. 3, pp. 82–93, 2021.
- [4] P. Seminar, N. Nciet, and N. Conference, "Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro Kapasitas 3 Kw Dengan Penggerak Kincir Air," *Pros. Semin. Nas. NCIET*, vol. 1, no. 1, pp. 317–325, 2020, doi: 10.32497/nciet.v1i1.124.
- [5] I. Setyawan, "PERANCANGAN TURBIN SCREW ARCHIMEDES DENGAN KAPASITAS ALIRAN 0 . 0125 m³ / s , HEAD 0 . 64 m DAN SIMULASI PENGUJIAN STATIS DENGAN SOFTWARE SOLIDWORKS 2018," no. 100, 2018.
- [6] S. Anwar, M. T. Tamam, and I. H. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 7, 2021, doi: 10.24853/resistor.4.1.7-10.
- [7] A. N. Rizki, "Rancang Bangun Mini Mikro Hidro Sebagai Pembangkit Sederhana Dengan Pemanfaat Arus Air Kran Wudu," p. 15, 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, doi: 10.24176/simet.v9i2.2340.
- [9] 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, doi: 10.24843/mite.2018.v17i03.p13.
- [10] R. A. Wibawa, "Pengaruh Perubahan Sudut Primary Pulley Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor 4 Langkah Automatic Transmission," *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1 mei, pp. 1–9, 2018.
- [11] D. Setiawan, "Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan Pwm Arduino Berbasis Android System," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 15, no. 1, pp. 7–14, 2017.
- [12] H. Haryanto, "Pembuatan Modul Inverter sebagai Kendali Kecepatan Putaran Motor Induksi Pendahuluan Metodologi Penelitian," *Rekayasa*, 2011.
- [13] M. Thowil Afif and I. Ayu Putri Pratiwi, "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1.
- [14] T. A. Rungkat, F. Lintong, and M. E. W. Moningga, "Pengaruh Olahraga Step Up terhadap Massa Tulang pada Wanita Dewasa Muda," *J. Biomedik Jbm*, vol. 12, no. 1, pp. 54–60, 2019.
- [15] W. Cahaya, E. Listrik, and I. Pencahayaan, "Pemilihan Warna Cahaya Lampu LED Untuk Pencahayaan Ruang Kerja sebagai Upaya Optimalisasi Konsumsi Daya Listrik," pp. 77–83, 2001.