

Model PLTA Skala Kecil dengan Generator DC 24 Volt

Yeskiel Astara^{1*}, Aries Boedi Setiawan², Wahyu Dirgantara³

¹⁻³Elektro, Universitas Merdeka Malang, Indonesia

Email: yeskielastara86@gmail.com¹, aries@unmer.ac.id², wahyudirgantara@unmer.ac.id³

Korespondensi penulis: yeskielastara86@gmail.com*

Abstract. *Small-scale Hydropower Plants (HPP) are an effective renewable energy alternative to meet electricity needs in remote areas. This study aims to develop and test a small-scale HPP model using a 24-volt DC generator as the main component. The development process involves analyzing water flow rates, head height, and the conversion of mechanical energy into electrical energy. The 24-volt DC generator was chosen due to its availability, high efficiency, and ease of integration with energy storage systems. This small-scale HPP model is expected to provide a reliable electricity solution for households or small communities, particularly in areas not yet connected to conventional power grids. This study also paves the way for further development, especially in optimizing design and utilizing more efficient components. With a generator capacity of 24 volts, the voltage produced will tend to be stable compared to a generator with a capacity of 12 volts. So that this study is able to provide an accurate impact given by the water discharge that drives the.*

Keywords: 24-volt DC generator, energy efficiency, modeling, renewable energy, small scale generator.

Abstrak. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala kecil merupakan alternatif sumber energi terbarukan yang efektif untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah terpencil. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji model PLTA skala kecil dengan menggunakan generator DC 24 volt sebagai komponen utama. Proses pengembangan melibatkan analisis terhadap debit air, tinggi jatuh (head), serta konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Generator DC 24 volt dipilih karena mudah diakses, memiliki efisiensi yang baik, dan dapat dengan mudah diintegrasikan ke sistem penyimpanan energi. Model PLTA skala kecil ini diharapkan dapat menjadi solusi penyediaan listrik yang handal untuk rumah tangga atau komunitas kecil, khususnya di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik konvensional. Studi ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, terutama dalam optimalisasi desain dan penggunaan komponen yang lebih efisien. Dengan kapasitas generator sebesar 24 volt, maka tegangan yang di hasilkan akan cenderung stabil di banding dengan generator berkapasitas 12 volt. Sehingga penelitian ini mampu memberikan dampak akurat yang di berikan debit air yang menggerakkan generator.

Kata Kunci: Generator DC 24 volt, efisiensi energi, pemodelan, energi terbarukan, PLTA skala kecil.

1. LATAR BELAKANG

Listrik adalah bentuk energi yang dihasilkan oleh gerakan muatan listrik melalui sebuah penghantar, seperti kabel atau kawat. Energi listrik bisa dihasilkan dari berbagai sumber, seperti reaksi kimia dalam baterai, generator yang memanfaatkan energi mekanik, atau pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air, angin, panas bumi, dan sinar matahari.

Energi listrik adalah energi yang sangat penting kehadirannya di segala bidang. Baik di bidang industri, hingga kehidupan sehari-hari, karena segala bentuk peralatan elektronik menggunakan tenaga dasar berupa listrik [1]. Listrik pun memiliki berbagai macam sumber, mulai dari sumber tenaga batu bara yang salah satunya ada di PLTU Paiton, pembangkit listrik tenaga air, tenaga surya, tenaga angin bahkan tenaga nuklir pun dapat dikonversi menjadi listrik.

Namun sumber tenaga tersebut pasti sebanding dengan hasil listrik yang di produksi dan harga yang relatif mahal.

Listrik merupakan fenomena fisika yang terjadi akibat adanya muatan listrik, baik yang diam maupun yang bergerak. Listrik dapat muncul dalam berbagai bentuk, seperti arus listrik (pergerakan muatan listrik melalui konduktor) dan muatan statis (muatan listrik yang tidak bergerak). Listrik memiliki banyak aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam penerangan, pemanasan, transportasi, dan teknologi komunikasi.

Listrik juga dapat dihasilkan dari berbagai sumber, seperti pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil, tenaga air, tenaga angin, dan tenaga surya. PLTA mengalami berbagai perkembangan dengan adanya teknologi yang mempunyai. PLTA sendiri terbagi menjadi 2 klasifikasi apabila terlihat dari sumber air yang di hasilkan, yaitu PLTA skala besar dan PLTA skala kecil. PLTA skala besar adalah pembangkit

2. KAJIAN TEORITIS

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala kecil merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan energi listrik. Sistem ini terdiri atas beberapa komponen utama seperti saluran air (penstock), kincir atau turbin, generator, dan sistem kontrol. Keunggulan PLTA skala kecil antara lain desain yang sederhana, efisiensi yang cukup tinggi, serta cocok diterapkan di daerah terpencil.

Kincir air merupakan komponen penting yang berfungsi mengubah energi kinetik aliran air menjadi energi mekanik. Dalam penelitian ini digunakan kincir tipe vertikal overshoot yang bekerja dengan memanfaatkan gaya gravitasi dari air yang jatuh dari atas. Tipe ini cocok digunakan pada daerah yang memiliki ketinggian jatuh cukup tetapi debit air yang tidak terlalu besar.

Generator DC 24 volt digunakan untuk mengubah energi mekanik dari kincir menjadi energi listrik arus searah (DC). Generator ini dipilih karena memiliki karakteristik tegangan yang lebih stabil dibandingkan dengan generator DC 12 volt. Prinsip kerja generator ini mengacu pada hukum induksi elektromagnetik, di mana medan magnet dan gerakan relatif kumparan menghasilkan arus listrik.

Pompa air digunakan dalam penelitian sebagai sumber aliran buatan yang berfungsi menjaga debit air tetap stabil. Pompa yang digunakan adalah Pompa Taffware DP-521 dengan tegangan kerja 12 volt DC, yang mampu memberikan aliran cukup untuk menggerakkan kincir secara optimal.

Debit meter digunakan untuk mengukur volume aliran air per satuan waktu. Alat ini memberikan data penting mengenai hubungan antara debit air dan tegangan/arus listrik yang dihasilkan. Variasi debit air akan memengaruhi kecepatan putaran kincir dan pada akhirnya memengaruhi output listrik dari generator.

3. METODE PENELITIAN

Teori ini akan menjelaskan bagian poin per poin dari komponen pendukung PLTMH yang akan dibuat, berikut dari dasar teorinya:

PLTA Skala Kecil

Pembangkit listrik tenaga air berskala kecil bergantung pada beberapa unsur pendukung pembangkit tersebut, antara lain:

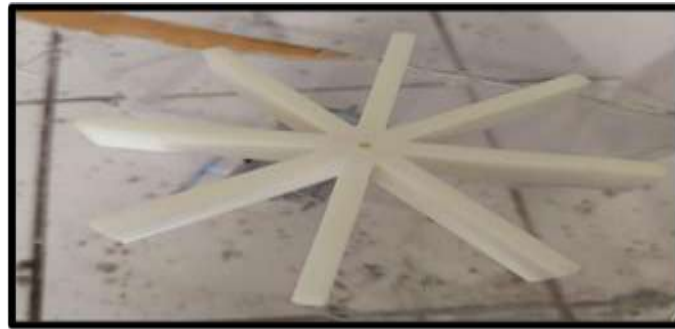
- a) Pengumpulan Air: Air diarahkan dari sumber air seperti sungai atau aliran air lainnya ke suatu saluran atau pipa yang mengarahkan air ke turbin. Penting untuk memastikan bahwa debit air yang cukup tersedia untuk menjaga produksi listrik yang konsisten.
- b) Kincir Air: Air yang mengalir melalui pipa atau saluran dialirkan ke Kincir. Kincir adalah perangkat yang berputar akibat tekanan air yang tinggi. Ada beberapa jenis turbin yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga mikrohidro.
- c) Generator: Gerakan putaran dari turbin ditransmisikan ke generator. Generator ini mengonversi energi mekanis yang dihasilkan oleh turbin menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator adalah memanfaatkan induksi elektromagnetik di dalam kumparan kawat untuk menghasilkan arus listrik.
- d) Kontrol Sistem: Ada sistem kontrol yang memantau dan mengatur berbagai parameter seperti kecepatan turbin, arus listrik yang dihasilkan, dan lain-lain. Tujuannya adalah untuk memastikan stabilitas operasi dan kinerja efisien dari pembangkit listrik.

Debit Relatif Rendah di Musim Kering: Pada musim kemarau atau musim kering, debit air di sungai pegunungan cenderung lebih rendah karena kurangnya pasokan air dari curah hujan. Sungai bisa menjadi dangkal atau bahkan mengering pada beberapa bagian.

Kincir Air

Kincir air adalah alat yang digunakan untuk memanfaatkan aliran air guna menghasilkan energi mekanik. Prinsip kerjanya adalah menggunakan tenaga kinetik dari aliran air yang menggerakkan bilah-bilah pada kincir, sehingga memutar porosnya. Energi putaran

ini bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti menggiling biji-bijian, menggerakkan mesin, atau bahkan menghasilkan listrik dimana di tunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 1 kincir air

Generator

Generator Listrik: Mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Contohnya adalah generator yang menggunakan bahan bakar, seperti bensin atau diesel, untuk menggerakkan turbin atau alternator, sehingga menghasilkan listrik.



Gambar 2. generator DC

Pompa Taffware Dp – 521

Pompa pada pemodelan PLTMH berguna sebagai pengatur debit air dan penstabil debit air sehingga air dapat dengan mudah menggerakkan kincir air dan dapat menghasilkan energi listrik dari gerak kincir yang terhubung oleh generator. Pompa dapat disesuaikan sesuai kebutuhan dan pada pemodelan PLTA skala kecil menggunakan generator dc 24 volt dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 3 Pompa Taffware DP-521

Pada gambar 2.3 pompa Taffware DP -521 memiliki kebutuhan tegangan maksimal sebesar 12 Volt DC. Dengan pompa tersebut mampu memberikan debit yang cukup untuk menggerakkan kincir pada generator DC 24 volt.

Debit Meter

Perangkat yang digunakan untuk mengukur jumlah air yang mengalir dalam suatu sistem, baik dalam satuan volume per waktu (contoh: liter per detik) maupun kecepatan aliran (contoh: meter per detik). Alat tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 4 Debit Meter

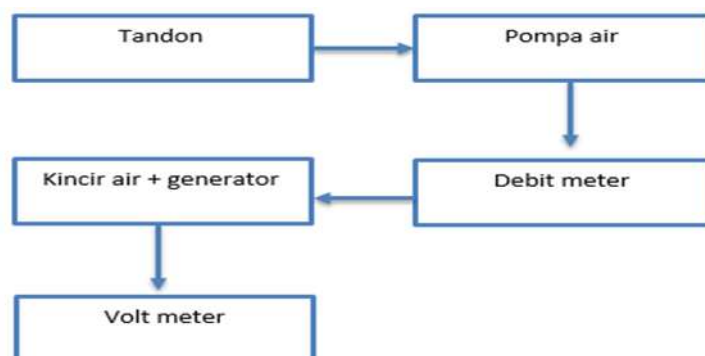
Debit meter yang ditunjukkan pada gambar 2.5 berfungsi sebagai pengukur arus air yang mengalir alat tersebut guna melihat hasil tegangan yang di dapat setelah aliran air mengalir kincir air yang tersambung pada generator.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada metode penelitian ini menerangkan bagaimana pengujian, evaluasi dan metode apa yang dipakai terhadap kinerja Pemodelan PLTA Skala Kecil Menggunakan Generator Dc 24 Volt.

Blok Diagram dan flowchart

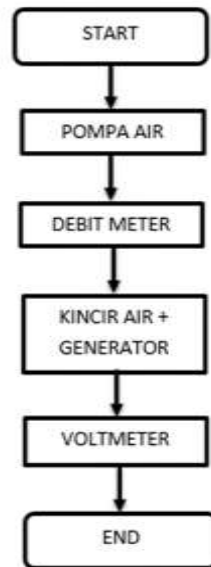
Untuk memahami cara kerja rangkain secara keseluruhan blok diagram Sistem sangat penting dalam perancangan alat. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 5 Blok Diagram Sistem

Bardasrkan gambar 5 dapat di jelaskan sistem ini bekarja dengan antara komponen utama.yaitu penampung air penstock kincir gear box generator *inverter* input dan beban.

Diagram yang menggambarkan alur kerja atau proses secara visual dengan menggunakan simbol-simbol tertentu. Flowchart sering digunakan dalam berbagai bidang, terutama dalam pemrograman, manajemen proyek, dan perencanaan bisnis Flowchart pada permodelan PLTA skala kecil dengan generator DC 24 volt dapat digambarkan pada gambar 2.5



Gambar 6 flowchart sistem PermodelanPLTA skala kecil dengan generator DC 24 volt

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa sistem kerja alat sebagai berikut, Sistem ini bekerja dengan antara komponen utama, yaitu penampung air, pipa, kincir air, gear box, generator inverter input dan beban.

Alat Dan Bahan

Setelah mencari referensi, barulah menyiapkan alat alat apa saja yang di butuhkan, utuk mempermudah pekerjaan dan bahan bahan apa saja yang dibutuhkan Adapun alat yang di butuhkan adalah:

1. Generator DC 24 volt / Dinamo DC 24 volt

Generator arus searah (DC) adalah jenis mesin listrik yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi listrik DC. Prinsip gaya gerak listrik yang diinduksi secara energetik digunakan dalam proses perubahan energi. Generator DC juga disebut sebagai mesin DC. Komponen utama generator DC diberikan di bawah ini:

- a) Stator, Merupakan komponen stasioner dari sistem. Stator juga memiliki inti, lilitan stator, dan rangka luar. Stator merupakan fitur penting dari generator dc dan berfungsi sebagai sumber medan magnet yang mengelilingi kumparan. Terdapat dua magnet

stabil di dalamnya yang memiliki kutub berlawanan yang saling berhadapan.

- b) Rotor, Rotor atau inti jangkar, yang terdiri dari kipas, jangkar, komutator, dan poros, merupakan komponen penting lain dari generator DC. Komponen ini berputar dalam medan magnet yang dihasilkan oleh stator tetapi dapat digerakkan, tidak seperti stator. Laminasi slot besi dengan slot yang telah berlapis untuk membuat inti jangkar silinder membentuk inti jangkar. Laminasi ini mengurangi kehilangan energi yang disebabkan oleh arus eddy.
- c) Gulungan Jangkar, Slot inti jangkar terutama digunakan untuk menahan gulungan jangkar. Untuk meningkatkan jumlah arus yang dihasilkan, gulungan tersebut dihubungkan secara seri ke paralel dalam bentuk gulungan sirkuit tertutup. Gulungan jangkar, konfigurasi konduktor yang unik, dianggap sebagai otak atau pusat generator. Gulungan jangkar dapat berupa gulungan lap atau gulungan gelombang, tergantung pada jenis sambungannya.

Dapat dilihat pada gambar 7 bahwa contoh generator atau dinamo Dc 24 volt



Gambar 7 generator DC 24 volt

Dimana pada gambar 2.7 menunjukkan hasil maksimal yang dapat diperoleh apabila dinamo berputar dengan RPM maksimal maka akan menghasilkan arus DC 24 volt.

2. Pipa

Pipa yang digunakan adalah pipa berukuran $\frac{1}{2}$ Dim. Pipa ini berfungsi mengalirkan air dari sumber air ke kincir. Pipa ukuran ini lebih cocok karena dengan ukuran pompa

3. Kincir Air dengan permodelan vertical *overshot*

Roda vertikal *overshot* adalah perangkat yang jauh lebih efisien. Air dialirkan di bagian atas roda *overshot* ke dalam "ember" atau wadah yang dibangun di sekitar roda, dan berat air yang tertahan, bukan dampaknya, yang memutar roda seperti yang ditampilkan pada gambar 2.5 berikut ini.

Pengujian Alat

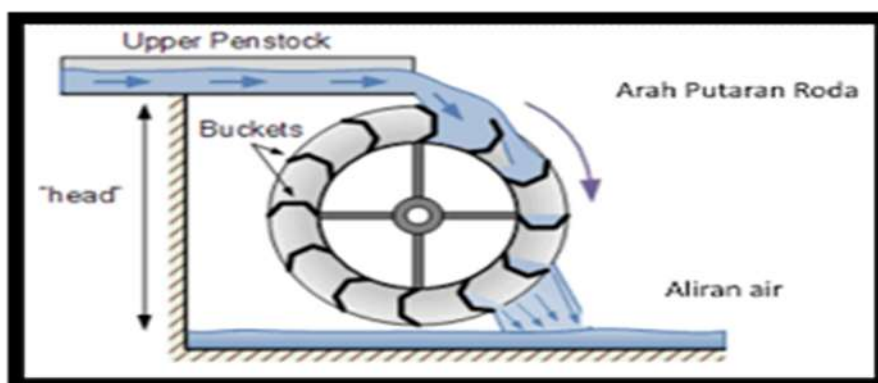
Pengujian alat dilakukan dengan memakai Avometer dan Dimana kincir dialiri oleh air dari pompa dan juga dari kran PDAM. Dalam pengujian ini alat yang dirangkai dapat dilihat pada gambar 8



Gambar 8 bracket kincir air

Setiap "ember" membuang airnya ke saluran ekor di bagian bawah putarannya dan naik kosong untuk mengulangi proses tersebut. Roda *overshot* biasanya lebih mahal daripada *undershot*, karena bendungan dan saluran kepala yang ditinggikan biasanya diperlukan untuk membangun jatuhnya air yang besar dan mengarahkan air ke puncak roda. Itu cocok terutama untuk volume air rendah dan jatuhnya cukup tinggi.

Kemungkinan besar [munculnya roda *undershot* dan *overshot*] setidaknya sebagian dipengaruhi oleh beberapa perangkat primitif yang memanfaatkan kekuatan air yang jatuh – tuas air, noria, dan kincir air horizontal primitif.



Gambar 9 kincir air vertical overshot

Pada gambar 2.9 ditunjukkan bahwa kincir air berputar di karenakan adanya dorongan dari beda potensia air yang melalui upper penstock atau aliran air atas yang juga di dukung oleh gaya gravitasi, sehingga membuat kincir air berputar.

4. Pompa

Pompa yang digunakan adalah pompa air dengan daya 125 watt. Pompa ini cukup kuat memompa air untuk menggerakkan kincir yang terhubung dengan generator DC 24V.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dari pengujian generator dan pengujian pompa yang didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Hasil Pengujian Generator DC 24V

Generator DC 24V yang digunakan adalah komponen utama dalam sistem pembangkit listrik tenaga air skala kecil dan difungsikan sebagai sumber utama penghasil listrik yang dikonversi dari energi mekanik aliran air. Generator ini dipilih karena kemampuannya menghasilkan tegangan stabil pada berbagai kondisi aliran air seperti yang ditampilkan pada gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 10 hasil pengukuran voltase yang dihasilkan pompa air

Pada gambar 10 diperlihatkan hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan AVO meter *digital*.

Hasil Pengujian generator Dc dengan menggunakan Pompa Dalam pengujian menggunakan pompa, dapat dihasilkan terdapat arus dan tegangan yang tidak stabil seiring dengan debit yang berkurang, dimana ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 11 pengukuran debit air dari pompa

Dalam gambar 2.11 debit air di ukur melalui debit meter dan dihasilkan debit air yang bervariasi. Debit air dapat berpengaruh dengan arus dan tegangan seperti di tunjukkan pada gambar 2.11 dan 2.12 *Gambar 2.11 arus yang di hasilkan*



Pada gambar 12 di tunjukkan bahwa arus yang keluar berbanding lurus dengan besar kapasitas debit air. Dalam pengujian debit air, hal tersebut juga mempengaruhi tegangan yang di hasilkan, dimana dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 13 tegangan yang di haslkan

Dalam penelitian pada gambar 2.10 menunjukan bahwa debit air juga berbanding lurus dengan tegangan yang di hasilkan.

Dalam pengujian, didapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 yang mencakup variasi tegangan berdasarkan waktu dan debit air yang mengalir melalui kincir.

Tabel 1 Data Pengujian Generator Air Pdam

Waktu (Detik)	Tegangan (mV)	Debit Air (mL/s)
1	11, 7	244
2	12, 5	250
3	11, 5	242
4	10, 4	230
5	9, 2	221
6	10, 6	231
7	10, 8	233
8	11, 9	245
9	10, 7	232
10	11, 7	244

Tabel 1 menunjukkan hasil dari pengukuran tegangan keluaran generator DC 24V yang telah dipasang pada kincir air, yang mengonversi energi kinetik air menjadi energi listrik. Dapat disimpulkan bahwa dengan debit air stabil dimana berkisar di debit air tertinggi 250 ml/s dapat

menghasilkan tegangan sebesar 12,5 mv hal tersebut di tunjang oleh generator DC 24 volt yang terhubung dengan kincir air. Serta pada debit air 221 ml/s dapat menghasilkan 9,2 mV.

b. Hasil Pengujian Pompa Air

Pompa air yang digunakan dalam sistem ini berfungsi sebagai komponen utama untuk mengalirkan air dengan debit yang stabil guna menggerakkan kincir air, yang selanjutnya memutar generator. Pompa ini dipilih karena kemampuannya menyediakan tekanan air yang cukup untuk mencapai tinggi jatuh (head) optimal, sehingga mendukung proses konversi energi mekanik menjadi energi listrik secara efisien.

Dalam pengujian, pompa dioperasikan pada berbagai skenario debit air dan tinggi jatuh untuk mengukur kinerja sistem secara keseluruhan.

Tabel 2 Hasil Pengujian Pompa Air Yamano SP-1200

N O	Debit Air (mL/s)	Tegangan output (Volt)	Arus Output (Amper e)	Daya (Watt)
1	80,574	13,9	11,7	0,16263
2	75,454	13,0	12,5	0,1625
3	78,891	13,4	11,5	0,1541
4	81,274	14,8	10,4	0,15392
5	82,899	15,2	9,2	0,13984
6	82,645	15,0	10,6	0,159
7	60,533	11,4	10,8	123,12
8	76,611	13,2	10,9	0,14388
9	58,353	8,3	10,7	0,08881
Total daya (watt)				124,28468
Daya Rata Rata				13,80941

Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengukuran debit air yang dihasilkan oleh pompa air berkekuatan 123,12 watt dapat dingaliri air 63,533 mL/s dan berperan dalam menentukan efisiensi sistem pembangkit secara keseluruhan. Data ini memberikan informasi penting mengenai stabilitas aliran air dan pengaruhnya terhadap kinerja kincir serta keluaran daya listrik dari generator. serta keluaran daya listrik dari generator.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa : Permodelan PLTA skala kecil dengan menggunakan generator DC 24 volt merupakan simulasi singkat cara kerja PLTA dalam menghasilkan Listrik. Dimana Generator DC 24 volt akan bekerja dengan maksimal apabila mendapatkan debit air sebesar 250 ml/s dan debit air tersebut setelah diuji coba dengan menggunakan aliran air dari PDAM yang stabil, tegangan yang dihasilkan mulai dari 9,8 volt yang terendah hingga yang tertinggi sebesar 12,02 volt.

Permodelan PLTA skala kecil dengan generator DC 24 volt mengalami penurunan kapasitas tegangan apabila menggunakan pompa DC Pompa Yamano SP 1200 dengan spesifikasi 220-240 VAC 50 Hz - Watt: 13 watt - Kapasitas: 700 liter/ jam dapat dilihat dari hasil table percobaan Dimana jarak voltase terendah yaitu 8,3 volt hingga tegangan tertinggi yang dihasilkan sebesar 15,2 volt. Rentang jarak tersebut disebabkan oleh aliran air yang kurang stabil, faktor faktor yang menyebabkan kurang stabilnya tegangan di hasilkan antara lain, banyaknya belokan panstock pipa pengalir ke kincir air yang menggerakkan generator, pompa DC Pompa Yamano SP 1200 dengan spesifikasi 220-240 VAC 50 Hz - Watt: 13 watt - Kapasitas: 700 liter/ jam kurang memeberikan suplay debit air yang memadai dalam menggerakkan kincir air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Merdeka Malang atas dukungan sarana dan prasarana selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Aries Boedi Setiawan, S.T., M.M dan Bapak Wahyu Dirgantara, S.T., M.M selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan jurnal ini. Penelitian ini merupakan bagian dari tugas akhir pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, M. (2007). A survey of scheduling theory in wireless data networks. *Wireless Communications*, 143, 1–17.
- Anggoro, B. (2014). *Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH)*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Arismunandar, W., & Djokosetyardjo, S. (1996). *Penggerak mula: Mesin fluida dan mesin konversi energi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Firmansyah, I. (2008). *Studi pembangunan PLTMH Dompyong 50 kW di Trenggalek* (Tugas akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

- Ibrahim, S. (2012). *Energi baru dan terbarukan: Pembangkit listrik tenaga mikrohidro*. Bandung: ITB Press.
- Indra, Z. (2012). Analisis debit Sungai Munte dengan metode Mock. *Jurnal Sipil Statik*, 1(1), 34–38.
- Khamid, A. (2015). Efisiensi generator DC pada sistem PLTMH skala rumah tangga. *Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 20–27.
- Komariah, L., & Ramadhan, S. (2016). Analisis potensi mikrohidro sebagai energi listrik terbarukan di Indonesia. *Jurnal Energi Terbarukan*, 8(2), 78–89.
- Putro, Y. S. S. (2015). *Studi perencanaan PLTMH di Sungai Atei, Kalimantan Tengah* (Skripsi, Universitas Brawijaya Malang).
- Sugiyono. (2015). Teknologi mikrohidro dan implementasinya di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Energi Terbarukan*, 12(1), 45–52.
- Sutaryo, B. (2020). Desain dan pengujian sistem mikrohidro dengan turbin overshoot. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 15(3), 120–129.
- Syamsuddin, A. (2009). *Pembangkit listrik tenaga mikrohidro: Konsep, desain, dan implementasi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Xu, Y., & Fischione, C. (2012). Real-time scheduling in LTE for smart grids. In *Proceedings of the 5th International Symposium on Communications, Control and Signal Processing* (pp. 2–4).
- Yulianto, D., & Sari, M. (2018). Pemanfaatan energi terbarukan di daerah terpencil. *Jurnal Teknologi Energi*, 9(1), 55–62.
- Zainuddin, I. (2017). Studi kelayakan pembangunan PLTMH di pedesaan. *Jurnal Teknik Energi*, 10(3), 133–145.