



Jurnal Cakrawala Maritim Volume 8 No 1 Tahun 2025

e-ISSN: 2620-7850 | p-ISSN: 2620-5637

Jurnal Cakrawala Maritim

<http://jcm.ppns.ac.id>

DESAIN PINTU AIR OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PLTMH DI DESA KALIANAN, PROBOLINGGO

Hendro Agus Widodo^{1*}, Urip Mudjiono¹, Joessianto Eko Poetro¹, Mohammad Basuki
Rahmat¹, Raul Adam At Thariq Azhiim¹

¹Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, 60111, Indonesia

Abstrak. Kebutuhan listrik di Indonesia diproyeksikan meningkat pada tahun 2024, yang menekankan pentingnya peningkatan kapasitas pembangkit listrik untuk menghindari krisis energi yang dapat menghambat pertumbuhan ekonomi nasional. Desa Kalianan di Probolinggo, dengan potensi aliran air deras dari air terjun Kalipedati, memanfaatkan sumber daya ini melalui pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Namun, tegangan yang dihasilkan oleh PLTMH sering kali tidak stabil akibat perubahan debit air. Ketidakstabilan ini menyebabkan fluktuasi tegangan, yang berpotensi merusak perangkat elektronik warga. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengatasi masalah tersebut dengan melibatkan warga secara aktif dalam pemasangan pintu air otomatis untuk mengatur debit air. Warga diberikan pemahaman teoretis dan praktis agar mereka memahami perangkat yang terpasang di lingkungan mereka serta dapat melakukan perawatan atau pemeliharaan secara mandiri. Hasil pemasangan pintu air otomatis menunjukkan peningkatan kestabilan tegangan yang dihasilkan, yaitu sebesar 219,7 V dengan arus 3,5 A pada putaran generator 220 rpm, yang secara signifikan mengurangi risiko kerusakan pada perangkat elektronik warga.

Katakunci: Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Sumber daya, Generator

Abstract. The demand for electricity in Indonesia is projected to increase in 2024, underscoring the importance of enhancing power plant capacity to prevent an energy crisis that could hinder national economic growth. Indonesia possesses significant potential in renewable energy resources such as wind, solar, water, geothermal, and biomass. One of the largest potentials lies in the water resources sector, particularly in regions with numerous rivers and hilly topography, such as Kalianan Village in Probolinggo. The village harnesses the considerable water flow from Kalipedati Waterfall to operate a

Email Korespondensi: hendro@ppns.ac.id

Micro-Hydro Power Plant (PLTMH). Despite the PLTMH's capacity of 5 kW, voltage of 220V, and current of 5A, its performance is suboptimal due to unstable water flow. This instability results in inconsistent power output and voltage, which can damage electronic devices. The proposed solution is an automatic water gate design to regulate the water flow more consistently, thereby enhancing the PLTMH's performance and minimizing the risk of damage to electronic devices. After the automatic water gate was installed, in the first 15 minutes the voltage produced was 219.7 V, the current produced was 3.5 A and the generator rotation produced was 220 rpm.

Keywords: PLTMH, Energy, Renewable Energy, Power Plant

1. Pendahuluan

Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM, Jisman Parada Hutajulu, menyatakan bahwa kebutuhan listrik di Indonesia diproyeksikan melonjak hingga 4,2% pada tahun 2024 dibandingkan dengan tahun 2023 yang mencapai 283,12-terawatt hour (TWh). Jika peningkatan kapasitas pembangkit listrik tidak dilakukan, ada risiko krisis energi yang dapat menghambat pertumbuhan ekonomi nasional. Indonesia, merupakan negara yang sumber energi alternatifnya melimpah, namun ketersediaan untuk pemenuhan pembangkit listrik masih jauh dari cukup (Teknik et al., 2019). Ketergantungan pada bahan bakar fosil memengaruhi cadangan energi dan berpotensi menimbulkan krisis energi di masa depan (Ulfah et al., 2021).

Energi listrik kini menjadi kebutuhan pokok tidak hanya bagi masyarakat, tetapi juga perusahaan yang menjadi pendorong pertumbuhan ekonomi. Indonesia memiliki potensi besar dalam sumber daya energi terbarukan, terutama di sektor sumber daya air yang mudah diakses. Potensi energi air di Indonesia diperkirakan mencapai 75.091 MW yang tersebar di seluruh wilayah, namun pemanfaatannya baru sekitar 7,2% (Taufiqurrahman & Windarta, 2020).

Sumber air ini dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik yang ramah lingkungan. Salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), yang memanfaatkan aliran air dari sungai atau air terjun. Turbin air di gerakkan oleh energi dari air yang bergerak (dikarenakan terdapat beda ketinggian) (Augustone & Pamungkas, 2020) kemudian energi listrik dihasilkan dari generator yang diputar akibat perputaran dari poros turbin (Nur et al., 2023). Semakin besar debit air yang mengalir, semakin besar pula energi listrik yang dapat dihasilkan (Ardo, Emidiana, & Perawati, 2022). Tenaga listrik berasal dari generator yang memutar kincir atau turbin karena kecepatan air. Berdasarkan klasifikasi PLTMH, di kelompokkan 2 jenis yaitu berdasarkan head (jatuh air) dan berdasarkan kapasitas daya yang dihasilkan (Harianja et al., 2022). PLTMH membutuhkan putaran konstan pada turbin generator untuk menjaga stabilitas energi yang dihasilkan.

Indonesia memiliki banyak sungai dan bukit, sehingga potensial untuk pemanfaatan sumber daya air. Salah satu daerah yang memiliki potensi tersebut adalah Desa Kalianan yang terletak di lereng Gunung Argopuro. Letak geografis desa ini menyebabkan distribusi listrik dari PLN kurang optimal, yang mengakibatkan seringnya pemadaman listrik. Di sisi lain, desa ini memiliki aliran deras dari air terjun Kalipedati, yang oleh warga setempat dimanfaatkan untuk membangun PLTMH dengan daya keluaran 5 kW, tegangan 220 V, dan arus 5 A.

Untuk membangun sebuah PLTMH menentukan debit aliran sungai adalah hal utama (Dwiyanto et al., 2016). Namun, PLTMH ini belum bekerja secara optimal karena debit air yang tidak konstan, menyebabkan keluaran daya dan tegangan tidak stabil sehingga berpotensi merusak perangkat elektronik. Banyak gangguan yang mungkin dapat terjadi kapanpun dimanapun seperti gangguan hubung singkat fasa dengan tanah, hubung singkat fasa dengan fasa, sambaran petir serta surja hubung pada peralatan berdaya besar yang tentunya mengakibatkan penurunan kualitas daya (Farooqi et al., 2022; Iqbal et al., 2021). Solusi yang ditawarkan adalah merancang pintu air otomatis untuk mengatur debit air sesuai kebutuhan guna menjaga stabilitas daya keluaran. Dikatakan suatu sistem mengalami kedip tegangan apabila tegangan bernilai 10% hingga 90% dari tegangan ratingnya, dan dengan durasi kurang dari 1 menit. Penurunan ini dapat disebabkan oleh starting peralatan berdaya besar atau adanya gangguan fasa tanah dengan waktu singkat. Penurunan tegangan ini berpengaruh terhadap peralatan - peralatan yang sensitif terhadap perubahan tegangan, misal sensor, elemen penerangan, elemen pemanas, motor induksi, recorder dan mikroprosesor (Winarso, 2013).

2. Kajian Pustaka

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu bentuk pembangkit listrik ramah lingkungan yang memanfaatkan aliran air sungai atau air terjun sebagai sumber energi (Ardo et al., 2022). Dengan potensi air yang besar di Indonesia, PLTMH sering menjadi pilihan terutama di daerah pedesaan yang belum sepenuhnya terjangkau listrik dari PLN (Taufiqurrahman & Windarta, 2020). Namun, salah satu tantangan terbesar dalam sistem ini adalah ketidakstabilan debit air yang dapat memengaruhi kinerja pembangkit secara keseluruhan.

2.2 Stabilitas Aliran Air pada PLTMH

Salah satu tantangan dalam pengoperasian PLTMH adalah ketidakstabilan debit air yang bisa menyebabkan fluktuasi tegangan dan daya listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengaturan aliran air yang stabil sangat penting agar tegangan listrik yang dihasilkan oleh turbin dapat dijaga agar tetap konstan. Dengan begitu, kinerja

PLTMH dapat berjalan lebih optimal dan risiko kerusakan perangkat listrik dapat diminimalkan.

2.3 Teknologi Otomatisasi dengan Mikrokontroller

Penggunaan teknologi mikrokontroler dalam sistem otomatisasi pintu air dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatur aliran air secara otomatis. Mikrokontroler seperti ESP32, yang mampu mengolah data dari sensor, digunakan untuk memantau dan mengontrol motor listrik yang menggerakkan pintu air secara otomatis. Sistem ini akan bekerja berdasarkan sinyal yang diberikan oleh sensor tegangan dan arus sehingga dapat menyesuaikan tinggi bukaan pintu air sesuai dengan kebutuhan debit air yang diinginkan (Widodo et al., 2024).

2.4 Implementasi Pintu Air Otomatis pada PLTMH

Implementasi pintu air otomatis berbasis mikrokontroler telah banyak diaplikasikan pada sistem PLTMH untuk menjaga kestabilan aliran air. Menurut penelitian Basuki et al. (2024), penerapan pintu air otomatis pada PLTMH di Desa Kalianan, Probolinggo, mampu meningkatkan stabilitas tegangan dan daya yang dihasilkan. Data menunjukkan bahwa setelah instalasi pintu air otomatis, voltase yang dihasilkan lebih stabil dengan fluktuasi minimal, dari sebelumnya yang sangat berfluktuasi akibat perubahan debit air. Sistem otomatis ini juga memungkinkan peningkatan efisiensi operasional karena pengaturan bukaan pintu air bisa dilakukan secara otomatis tanpa perlu intervensi manual.

3. Metode

Pada pengabdian ini, metode yang digunakan adalah metode kualitatif, dengan alasan pengambilan data yang dilakukan secara langsung pada suatu objek dan menganalisis secara berkala dari awal hingga terciptanya hasil data yang relevan. Sehingga dapat meningkatkan rancangan mekanikal dengan sebuah objek berupa kekuatan beton, deras sungai, dan sampah yang terdapat pada arus sungai. Pada kegiatan ini juga melibatkan partisipasi aktif dari warga setempat, mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, pemasangan alat hingga evaluasi dan umpan balik sesuai dengan yang dirasakan oleh warga. Metode yang dilakukan mencakup point-point dibawah ini:

3.1. Identifikasi Masalah

Tahapan ini diawali dengan melakukan observasi dan diskusi bersama masyarakat setempat untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang mereka hadapi. Fokus utama dari identifikasi ini adalah untuk memahami isu-isu terkait pengelolaan lingkungan, sumber daya lokal, serta kebutuhan akan alat bantu yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah.

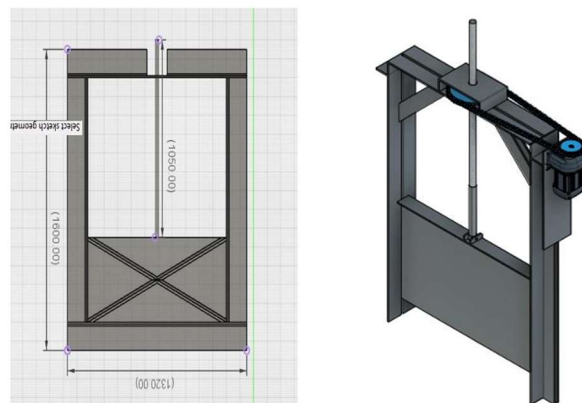
3.2. Pengumpulan Data Awal

Pengumpulan data dilakukan dengan metode kualitatif yang melibatkan beberapa teknik, yaitu wawancara, survei terhadap warga setempat, dan observasi lapangan. Dalam tahap ini, peneliti memperoleh data yang akurat mengenai kondisi lokal, permasalahan spesifik yang dihadapi, serta faktor-faktor seperti kekuatan beton, kecepatan arus sungai, dan keberadaan sampah dalam arus sungai. Seluruh proses pengambilan data ini disusun dalam bentuk *flowchart* yang menggambarkan tahapan dari identifikasi masalah hingga terkumpulnya data yang lengkap dan relevan.

3.3. Perancangan Solusi Berbasis Kebutuhan

Berdasarkan data yang diperoleh, tim pengabdian bekerja sama dengan masyarakat untuk merancang solusi yang dapat diimplementasikan yaitu pintu air otomatis. Solusi ini terdiri dari perancangan desain yang terbagi menjadi dua bagian utama: desain mekanik dan desain elektrik, dengan penjelasan sebagai berikut:

3.3.1. Mekanik

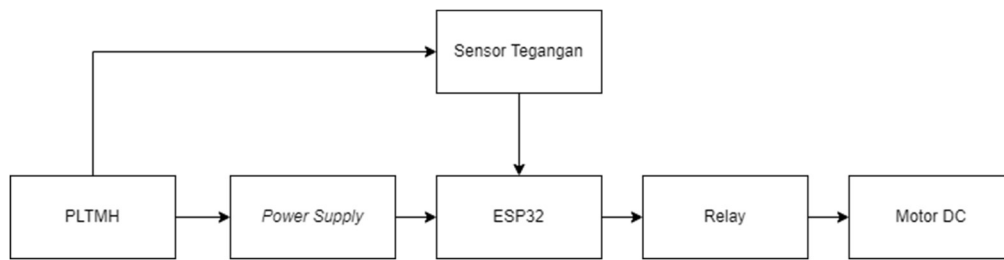


Gambar 1. Desain Pintu Air Otomatis

Bagian mekanik mencakup dimensi dan spesifikasi pintu air, serta pemilihan *pulley* dan *fanbelt* untuk mendukung pergerakan pintu air secara otomatis. Dimensi pintu air disesuaikan dengan kondisi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) di lokasi yang memiliki lebar 0,73 m dan kedalaman 0,59 m.

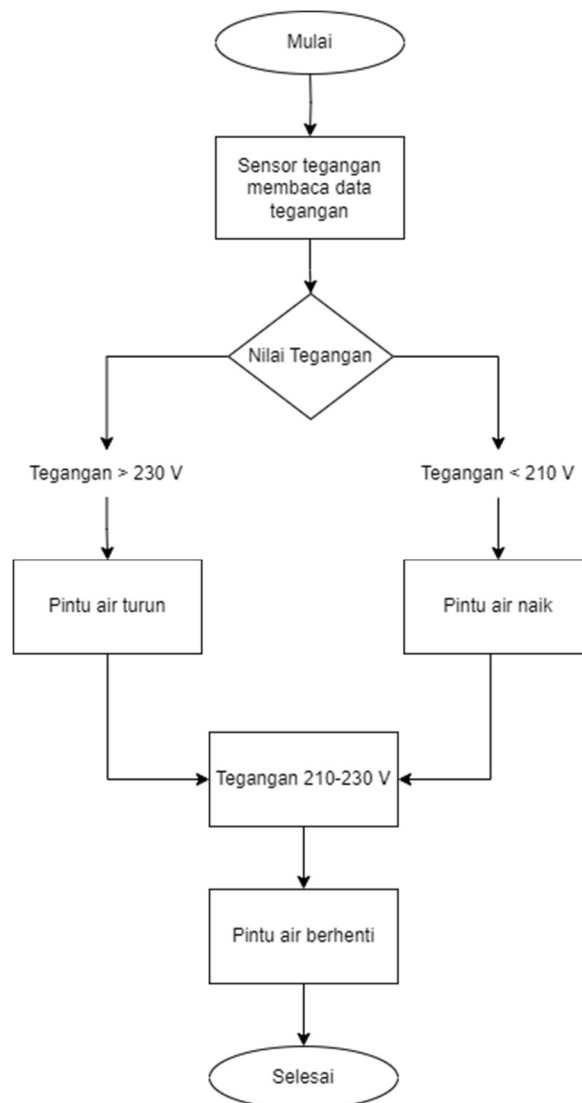
3.3.2. Elektrik

Dalam otomatisasi dari sebuah sistem, perancangan elektrik memegang kendali utama. Pemilihan komponen yang tepat harus diimbangi dengan perancangan konsep dan pemasangan komponen yang tepat juga. Konsep kerja dari bagian elektrik dapat dilihat pada **Gambar 2**.



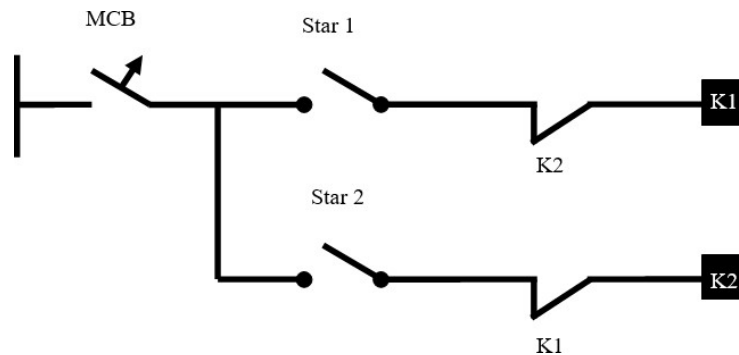
Gambar 2. Blok Diagram Sistem Elektrik Pintu Air Otomatis

Gambar 2 menunjukkan cara kerja komponen yang berkesinambungan sehingga sistem dapat berjalan sesuai dengan rencana. Cara kerja dari sistem elektrik memanfaatkan sinyal dari sensor tegangan yang kemudian diolah oleh ESP32 sehingga motor DC dapat bekerja untuk menurunkan atau menaikkan pintu air secara otomatis dengan bantuan *pulley* dan *fanbelt*.

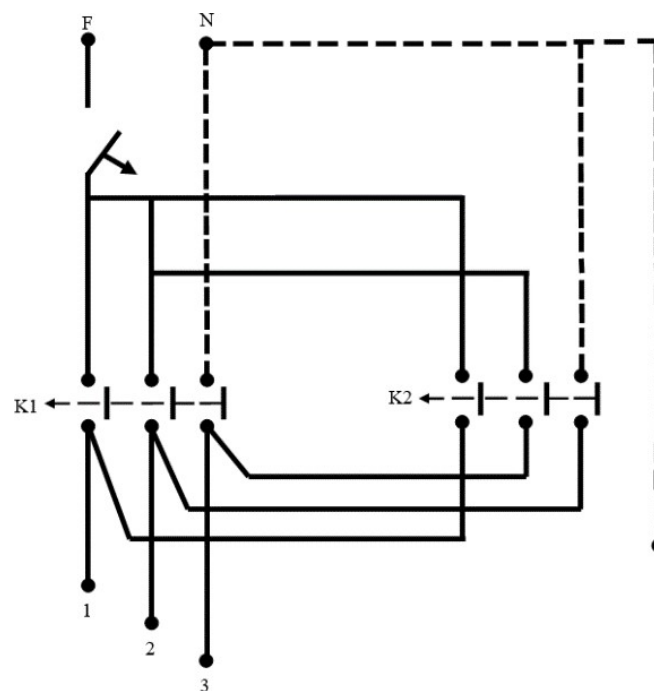


Gambar 3 Flowchart Konsep Kerja Secara Keseluruhan

Sistem pintu air otomatis yang diusulkan dalam kegiatan ini menggabungkan komponen mekanik dan elektrik sesuai pada Gambar 1. Gerakan naik turun pintu air diaktivasi oleh putaran motor yang disusun sesuai konfigurasi pada Gambar 4 dan Gambar 5. Mekanisme ini memungkinkan pintu air untuk beradaptasi secara otomatis terhadap perubahan tegangan.



Gambar 4 Rangkaian Kontrol *Forward Reverse*



Gambar 5 Rangkaian Daya *Forward Reverse*

Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan rangkaian kontrol dan rangkaian daya untuk pergerakan motor secara *forward* atau *reverse* sehingga memungkinkan pintu air dapat bergerak naik dan turun.

3.4. Pelaksanaan dan Pelatihan

Setelah perancangan selesai, solusi yang telah dirancang diterapkan secara langsung dengan melibatkan masyarakat. Pelaksanaan ini juga disertai dengan pelatihan

kepada masyarakat tentang cara penggunaan dan pemeliharaan alat, sehingga mereka dapat mengoperasikan alat secara mandiri dan menjaga keberlangsungan fungsi alat dalam jangka panjang.

3.5. Evaluasi dan Umpan Balik

Tahap akhir adalah evaluasi efektivitas solusi yang telah diimplementasikan. Masyarakat diminta memberikan umpan balik untuk menilai sejauh mana solusi ini membantu dalam mengatasi masalah yang ada. Umpan balik ini akan menjadi dasar untuk penyempurnaan lebih lanjut serta membantu dalam menyusun rencana keberlanjutan proyek di masa mendatang.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan menampilkan data dari awal mula hingga akhir setelah penyelesaian masalah. Ketika sudah mendapatkan data awal dan akhir nantinya akan dibandingkan seberapa besar nilai error dan efisien tidaknya dengan adanya sebuah solusi atas permasalahan yang telah dikaji.

Data pada Tabel 1 yang akan ditampilkan yaitu data sebelum adanya pintu air otomatis dengan berbagai parameter.

Tabel 1. Data tegangan, arus, putaran motor awal

Waktu (Menit)	Tegangan (V)	Arus (A)	Putaran Generator (rpm)
15	253,3	3,7	252
30	263,2	3,9	261
45	256,6	4,2	254
60	252,6	3,5	251
75	247,2	3,7	247
90	262,9	3,6	264
105	260,2	3,7	269
Σ (rata – rata)	256,57	3,7	255,42



Gambar 6 Pengukuran Tegangan Awal

Dari Tabel 1 terlihat jelas bahwa semakin cepatnya putaran pada generator PLTMH maka tegangan akan melonjak tinggi dimana batas minimum senilai 247,2 Volt dan batas maksimum senilai 263,2 Volt. Dengan nilai sebesar itu dapat menyebabkan kerusakan pada alat - alat elektronik. Hal ini dapat dipastikan pengaruh debit air lah penyebab motor berputar lebih cepat atau lebih lambat, maka mengatur sebuah debit agar kecepatan motor sesuai dengan tegangan yang diinginkan merupakan sebuah solusi dalam penyelesaian tegangan yang melonjak.

Tabel 2. Data tegangan, arus, putaran motor setelah pemasangan pintu air

Waktu (Menit)	Tegangan (V)	Arus (A)	Putaran Generator (rpm)
15	219,7	3,5	220
30	218,9	3,9	217
45	220	4,1	221
60	222,1	4,0	221
75	220,8	3,9	220
90	222,8	4,2	222
105	220,3	3,9	219
∑ (rata - rata)	220,6	4,4	220



Gambar 7 Pengukuran Tegangan Setelah Pemasangan Pintu Air

Data pada Tabel 2 merupakan data dimana setelah terpasangnya pintu air otomatis. Terlihat bahwa tegangan, arus, dan putaran generator memiliki hasil yang konstan dengan nilai rata - rata 220,6 V ; 4,4 A ; dan 220 rpm. Hal ini dapat dipastikan bahwa adanya pintu air otomatis ini dapat memberikan sebuah solusi atas permasalahan lonjakan serta penurunan tegangan yang tidak stabil.

Setelah didaptkannya nilai data awal pada Tabel 1 dan data akhir pada Tabel 2 maka akan dibandingkan agar mengetahui nilai eror serta efisiensi dari alat.

$$\%Error = \frac{Data\ Awal - Data\ Akh\ i}{Data\ Akh\ ir} \times 100 \quad (1)$$

Persentase nilai tegangan :

$$\begin{aligned} \%Error &= \frac{256,27-220,6}{220,6} \times 100 & (2) \\ &= 16 \% \end{aligned}$$

Persentase nilai arus :

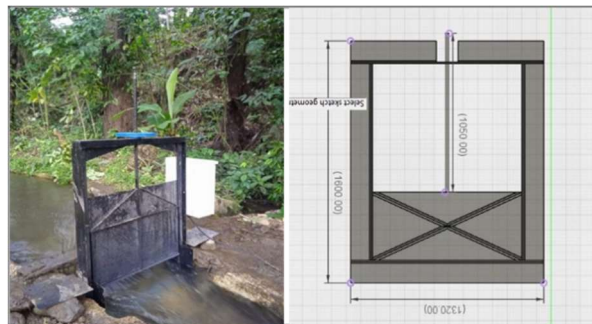
$$\begin{aligned} \%Error &= \frac{3,7-4,4}{4,4} \times 100 & (3) \\ &= 15,9 \% \end{aligned}$$

Persentase nilai putaran generator :

$$\begin{aligned} \%Error &= \frac{255,42-220}{220} \times 100 & (4) \\ &= 16,1 \% \end{aligned}$$

Sehingga nilai efisiensi dari masing - masing parameter setelah adanya pintu air otomatis ialah 16% untuk tegangan, 15,9% untuk arus, dan 16,1% untuk putaran generator. Dengan rata - rata efisiensi total yaitu 84%, yang berarti pintu air sangat berpengaruh terhadap penstabilan tegangan.

4.1.2. Hasil Kinerja Alat



Gambar 8 Hasil kinerja alat Pintu Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler

5. Kesimpulan

Penerapan sistem pintu air otomatis pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro, seperti yang ada di Desa Kalianan, Probolinggo, dapat secara signifikan meningkatkan kinerjanya dengan menstabilkan aliran air. Stabilitas ini menghasilkan keluaran daya dan tegangan yang lebih konsisten, mengurangi risiko kerusakan pada perangkat elektronik, dan meningkatkan efisiensi keseluruhan pembangkit listrik. Pada tabel 1 menampilkan data sebelum terpasangnya pintu air otomatis bahwa pada 15 menit pertama tegangan yang dihasilkan sebesar 253,3 V, arus yang dihasilkan sebesar 3,7 A dan putaran generator yang dihasilkan sebesar 252 rpm. Dan pada tabel

2 menampilkan data setelah terpasangnya pintu air otomatis bahwa pada 15 menit pertama tegangan yang dihasilkan sebesar 219,7 V, arus yang dihasilkan sebesar 3,5 A dan putaran generator yang dihasilkan sebesar 220 rpm. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan dan keandalan pasokan energi lokal, mendukung pertumbuhan dan perkembangan ekonomi di wilayah tersebut.

Ucapan terima kasih

Kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penelitian ini.

Terima kasih kepada seluruh warga Desa Kalianan di Probolinggo atas kerjasama dan partisipasinya, serta atas dukungan dan kesabaran yang telah mereka tunjukkan selama proses penelitian berlangsung.

Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada para anggota tim peneliti, yang telah bekerja keras dan berdedikasi dalam mengumpulkan data dan mengembangkan solusi pintu air otomatis.

Penghargaan setinggi-tingginya kami sampaikan kepada para akademisi dan ahli dari Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang telah memberikan masukan berharga dan saran teknis dalam menyempurnakan penelitian ini. Kami berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dan menjadi kontribusi positif bagi pengembangan energi terbarukan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Ulfah, D., Thamrin, G. A., & Rahmiyati, dan. (2021). KUALITAS BIOPELLET LIMBAH SEKAM PADI (*Oryza Sativa*) SEBAGAI SALAH SATU SOLUSI DALAM MENGHADAPI KRISIS ENERGI The Quality of Biopellet from Rice Husk Waste (*Oryza sativa*) as a Solution for Crisis Energy. In *Jurnal Hutan Tropis* (Vol. 9, Issue 2). Cetak. <http://www.media.kalimantan>
- Taufiqurrahman, A., & Windarta, J. (2020). Overview Potensi dan Perkembangan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(3), 124–132. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.10036>
- Ardo, B., Emidiana, E., & Perawati, P. (2022). Perencanaan pembangkit listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Desa Tanjung Raman Talang Air Selepah Kecamatan Pendopo Kabupaten Empat Lawang. *Jurnal Tekno*, 19(1), 81–92. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v19i1.1665>
- Winarso. (2013). Perbaikan Kualitas Tegangan Menggunakan Dynamic Voltage Restorer (DVR). *Jurnal Ilmiah Foristek*, 3(1), 1–6.
- Farooqi, A., Othman, M. M., Radzi, M. A. M., Musirin, I., Noor, S. Z. M., & Abidin, I. Z. (2022). Dynamic voltage restorer (DVR) enhancement in power quality mitigation with an adverse impact of unsymmetrical faults. *Energy Reports*, 8(November), 871–882. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.11.147>
- Augustone, N., & Pamungkas, P. (2020). Potensi Perencanaan Aliran Air Bendungan Sei Gong Sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui PLTMH. 1(1), 1–6.
- Harianja, S., Sebayang, S., Hasballah, T., & Universitas Dharma Agung, M. (2022). Studi Perencanaan Turbin Air Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Rahuning 70 kW. *JURNAL TEKNOLOGI MESIN UDA*, 3, 136–145.
- Teknik, J., Destiany, A., Fauzi, M., Handayani, Y. L., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Riau, U. (2019). ANALISIS DEBIT ANDALAN SUNGAI BATANG LUBUH. 13, 9–16.
- Dwiyanto, V., Kusumastuti, D. I., & Tugiono, S. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 4(3), 407–422.
- Nur, M., Taqwa, A., Yahya, A., Ali, M. Y., & Agusalm, M. (2023). Analisis Debit Andalan Untuk Kebutuhan Air Pada Daerah Irigasi Leko Pancing Kabupaten Maros. 16, 35–43.