



Implementasi Sistem Monitoring Pengukuran pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Arduino di Kampus PNUP Makassar

Husni Mubarak^{1✉}, Amal Ali Gazali¹, Putri Aprilya¹

⁽¹⁾Teknik Mesin, Universitas Patria Artha, Gowa, Makassar, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.56141

✉ Corresponding author:

[husni.mubarak@patria-artha.ac.id]

Article Info	Abstrak
Kata kunci: PLTMH; Arduino Uno; tegangan; arus; daya listrik	Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring parameter kelistrikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berbasis Arduino Uno. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan sensor arus, sensor tegangan, dan sensor kecepatan untuk memperoleh data kinerja pembangkit secara <i>real-time</i>. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yang meliputi tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian sistem, serta analisis data hasil pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan mampu mengukur dan menampilkan parameter utama kelistrikan, yaitu tegangan, arus, dan daya listrik secara langsung dan berkelanjutan. Pada kondisi pengujian, diperoleh nilai maksimum tegangan sebesar 10,6 V, arus 0,16 A, dan daya output 1,7 Watt pada debit air 32 L/menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem monitoring bekerja dengan baik dan mampu merepresentasikan performa PLTMH sesuai dengan kondisi operasi yang diuji. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan sebagai alat pemantauan kinerja PLTMH secara efektif untuk mendukung evaluasi dan pengelolaan sistem pembangkit.
Keywords: Micro Hydro Power Plant; Arduino Uno; voltage, current; electrical power;	Abstract <i>This study aims to design and implement an electrical parameter monitoring system for a Micro Hydro Power Plant (PLTMH) based on Arduino Uno. The system was developed by integrating current, voltage, and speed sensors to obtain real-time performance data of the power plant. The research employed an experimental method consisting of hardware and software design, system testing, and analysis of measurement data. The results indicate that the developed monitoring system is capable of measuring and displaying the main electrical parameters, namely voltage, current, and electrical power, continuously and in real time. Under the testing conditions, the maximum values obtained were 10.6 V for voltage, 0.16 A for current, and 1.7 Watts of output power at a water discharge of 32 L/min. These</i>

results demonstrate that the monitoring system performs properly and is able to represent the operational performance of the micro hydro power plant. Therefore, the system can be effectively utilized as a monitoring tool to support performance evaluation and management of the power generation system.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik global terus mengalami peningkatan signifikan seiring dengan pertumbuhan teknologi, industrialisasi, dan pertambahan jumlah penduduk. Energi listrik menjadi komponen fundamental dalam mendukung pembangunan ekonomi, stabilitas sosial, dan peningkatan kualitas hidup masyarakat. Namun demikian, hingga saat ini sistem energi global masih didominasi oleh sumber energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam yang bersifat terbatas serta menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berdampak terhadap perubahan iklim (International, 2021), (Association, 2020).

Di Indonesia, struktur bauran energi nasional juga masih menunjukkan dominasi pembangkit berbasis fosil. Ketergantungan terhadap batu bara dan bahan bakar minyak dalam sektor ketenagalistrikan menimbulkan tantangan serius, baik dari sisi keberlanjutan pasokan energi maupun dampak lingkungan. Sementara itu, permintaan energi listrik nasional terus meningkat seiring pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk (Of & Indonesia, 2023), (F. Teknik et al., 2025). Kondisi ini menuntut adanya percepatan pengembangan energi baru terbarukan sebagai bagian dari strategi transisi energi nasional.

Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah energi air melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH merupakan pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan energi kinetik dan potensial air untuk memutar turbin yang terhubung dengan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Sistem ini relatif ramah lingkungan, memiliki efisiensi yang baik pada debit kecil, serta sangat sesuai untuk wilayah perdesaan atau daerah terpencil dengan akses jaringan listrik (Hadi, 2025), (Nugroho, A., 2018), (F. Teknik et al., 2025). Selain sebagai solusi penyediaan energi, PLTMH juga berperan dalam mendukung desentralisasi energi dan pengembangan energi berbasis komunitas.

Seiring perkembangan teknologi digital dan sistem otomasi, kebutuhan terhadap sistem monitoring dan pengukuran parameter kelistrikan secara *real-time* menjadi semakin penting. Sistem monitoring memungkinkan pengukuran parameter seperti tegangan, arus, daya, dan frekuensi secara akurat dan berkelanjutan, sehingga dapat meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional pembangkit. Salah satu platform yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem monitoring adalah Arduino. Arduino merupakan platform mikrokontroler *open-source* yang fleksibel, mudah diprogram, serta memiliki biaya implementasi yang relatif rendah, sehingga banyak diaplikasikan dalam sistem kontrol dan akuisisi data di bidang teknik (Harahap & Syaputra, 2023), (Tianhong Pan, 2017), (M. Teknik et al., 2020).

Dalam konteks pengembangan teknologi energi terbarukan, khususnya di lingkungan Politeknik Negeri Ujung Pandang, perancangan sistem monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berbasis Arduino memiliki nilai strategis sebagai inovasi teknologi pengukuran dan pengendalian berbasis mikrokontroler. Implementasi sistem ini diarahkan pada penguatan akurasi dan keandalan pengukuran parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan kecepatan putar secara *real-time* melalui integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang terkalibrasi. Pengembangan sistem monitoring berbasis mikrokontroler ini diharapkan mampu menghasilkan model *prototipe* yang efektif, presisi, dan aplikatif untuk mendukung optimalisasi kinerja PLTMH skala kecil. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada analisis, perancangan, dan implementasi sistem monitoring pengukuran PLTMH berbasis Arduino guna menghasilkan sistem yang efisien, dan berkontribusi terhadap pengembangan teknologi pembangkit energi terbarukan yang terintegrasi dan berkelanjutan.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berdasarkan variasi bukaan katup dan variasi pembebanan.

Dengan mengimplementasikan integrasi sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3 pada Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro* (PLTMH) skala laboratorium. Pengujian dilaksanakan pada unit PLTMH yang berada di Gedung Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Data yang diperoleh merupakan data primer yang mencakup parameter hidrolik dan parameter listrik. Variabel bebas dalam penelitian ini terdiri atas variasi bukaan katup sebesar 45° dan 90°, serta variasi jumlah beban lampu pijar dengan daya 6 W, 12 W, dan 18 W. Adapun variabel terikat yang diamati meliputi debit aliran, tekanan, putaran turbin dan generator, tegangan, serta arus listrik. Sementara itu, variabel kontrol yang dijaga tetap konstan mencakup jenis turbin, jenis generator, konfigurasi instalasi, serta kondisi lokasi pengujian. Pengujian dilakukan dalam dua kondisi, yaitu tanpa beban dan dengan beban. Masing-masing kondisi diuji pada dua variasi bukaan katup dan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan guna meningkatkan tingkat reliabilitas data. Debit aliran dihitung berdasarkan perbandingan antara volume air dan waktu pengukuran. Daya listrik diperoleh dari hasil perkalian antara tegangan dan arus, sedangkan daya hidrolik dihitung menggunakan parameter debit, massa jenis air, percepatan gravitasi, dan head efektif. Efisiensi sistem kemudian ditentukan dari perbandingan antara daya listrik dan daya hidrolik dalam bentuk persentase. Analisis data dilakukan secara komparatif untuk mengetahui pengaruh variasi bukaan katup dan pembebanan terhadap kinerja sistem PLTMH. Sistem monitoring yang digunakan menggunakan Arduino UNO R3 sebagai pusat pemrosesan data. Perangkat ini terhubung dengan beberapa sensor, yaitu sensor arus ACS712, sensor tegangan DC berbasis rangkaian pembagi tegangan, sensor kecepatan turbin tipe slot optocoupler, serta sensor flow meter YF-S201 untuk mengukur debit aliran air

Metode Perhitungan

Beberapa parameter dihitung menggunakan persamaan berikut:

Debit Aliran

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Keterangan:

Q = Debit (L/menit)

V = Volume air (liter)

t = Waktu (menit)

Daya Listrik

$$P_{listrik} = V \cdot I \quad (2)$$

Keterangan:

P = Daya listrik (W)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Daya Hidrolik

$$P_{hidrolik} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (3)$$

Keterangan:

ρ = Massa jenis air (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Q = Debit (m³/s)

H = Head efektif (m)

Efisiensi Sistem

$$\eta_{sistem} = \frac{P_{listrik}}{P_{hidrolik}} \times 100\% \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian prototipe PLTMH dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pengujian tanpa beban dan pengujian berbeban. Pada tiap bagian, pengujian dilakukan dengan 2 variasi bukaan katup, yaitu bukaan 45° dan bukaan 90°. Untuk pengujian berbeban, digunakan lampu pijar yang jumlahnya divariasikan juga, yaitu 1 lampu, 2 lampu, 3 lampu. Dengan

a) Perhitungan Data Hasil Pengujian

Pengujian PLTMH dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pengujian tanpa beban dan pengujian berbeban. Pada tiap bagian, pengujian dilakukan dengan 2 variasi bukaan katup, yaitu bukaan 45° dan bukaan 90°. Untuk pengujian berbeban, digunakan lampu pijar yang jumlahnya divariasikan juga, yaitu 1 lampu, 2 lampu, 3 lampu.

1) Pengujian tanpa beban bukaan katup 45° dengan sistem monitoring Arduino UNO R3.

Hasil dari pengujian tanpa beban dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Data hasil pengujian sistem monitoring Arduino UNO R3 tanpa beban pada bukaan katup 45°

Debit Air (L/menit)	Kec. Putaran		Tegangan (v)	Kuat Arus (A)
	Turbin (Rpm)	Gen (Rpm)		
32	1381,4	3421	40,9	0
32	1367,2	3340	40,7	0
32	1298,4	3102	40,7	0
32	1403,3	3005	43,8	0
32	1442,2	3898	42,9	0
32	1438,6	2878	42,8	0
32	1428,9	3738	42,7	0
32	1381,8	3146	41,3	0
32	1402,8	3494	41,3	0

Berdasarkan hasil pengujian tanpa beban dengan bukaan katup 45° menggunakan sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3, debit air tercatat konstan sebesar 32 L/menit. Putaran turbin berada pada rentang 1298,4–1442,2 rpm, sedangkan putaran generator berkisar antara 2878–3898 rpm. Tegangan keluaran berada pada rentang 40,7–43,8 V dengan arus sebesar 0 A karena sistem tidak diberi beban. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem monitoring Arduino UNO R3 mampu merekam parameter putaran dan tegangan secara stabil pada kondisi tanpa beban meskipun terjadi fluktuasi kecepatan putar.

Tabel 2 Data hasil pengujian sistem monitoring Arduino UNO R3 tanpa beban pada bukaan katup 90°

Debit Air (L/menit)	Kec. Putaran		Tegangan (v)	Kuat Arus (A)
	Turbin (Rpm)	Gen (Rpm)		
33	1461,8	2180	43,7	0

Debit Air (L/menit)	Kec. Putaran		Tegangan (v)	Kuat Arus (A)
	Turbin (Rpm)	Gen (Rpm)		
33	1400,2	2172	43,1	0
33	1445,9	2881	43,3	0
33	1436,2	2770	42,5	0
33	1457,9	2684	43,6	0
33	1490,6	3304	44,5	0
33	1478,8	2938	43,8	0
33	1484,7	3317	44,2	0
33	1488,9	2983	44,2	0

Pada pengujian tanpa beban dengan bukaan katup 90° menggunakan sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3, debit air meningkat menjadi 33 L/menit. Putaran turbin berada pada rentang 1400,2–1490,6 rpm, sedangkan putaran generator berkisar antara 2172–3317 rpm. Tegangan keluaran berada pada rentang 42,5–44,5 V dengan arus tetap 0 A. Dibandingkan bukaan 45°, bukaan 90° menunjukkan kecenderungan peningkatan putaran turbin dan tegangan keluaran yang lebih tinggi, yang seluruhnya dapat dimonitor dan direkam oleh sistem Arduino secara real-time.

2) Pengujian berbeban bukaan katup 45° dengan sistem monitoring Arduino UNO R3.

Pengujian dilakukan dengan pembebanan tiga pcs lampu pijar dengan variasi daya yakni 6 Watt, 12 Watt, 18 Watt dan masing-masing diulang sebanyak dua kali pengujian pembebanan. Hasil pengujian dengan beban dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel . 3 Data hasil pengujian berbeban pada bukaan katup 45° dengan sistem monitoring Arduino UNO R3

Daya pembebanan (Watt)	Debit Air (L/menit)	Tegangan (v)	Pressure (bar)	Arus (A)	Putaran (Rpm)	
					Turbin	Generator
6 Watt	31	10,6	1	0,16	111,8	394,5
12 Watt	31	9,4	1	0,18	100,8	355,6
18 Watt	31	9,0	1	0,20	97,8	332,4
6 Watt	31	10,5	1	0,16	110,8	382,6
12 Watt	31	9,4	1	0,17	102,2	360,2
18 Watt	31	9,0	1	0,18	97,5	345,7

Hasil pengujian berbeban pada bukaan katup 45° menggunakan sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3 menunjukkan debit air sebesar 31 L/menit dengan tekanan 1 bar. Seiring peningkatan daya beban dari 6 W menjadi 18 W, tegangan mengalami penurunan dari sekitar 10,6 V menjadi 9,0 V, sedangkan arus meningkat dari 0,16 A menjadi 0,20 A. Putaran turbin dan generator juga mengalami penurunan akibat bertambahnya beban. Data ini menunjukkan bahwa sistem monitoring Arduino UNO R3 mampu mendeteksi perubahan parameter listrik dan mekanik secara responsif terhadap variasi pembebanan.

Tabel 4. Data hasil pengujian berbeban pada bukaan katup 90° dengan sistem monitoring Arduino UNO R3

Daya Pembebanan (Watt)	Debit air (L/menit)	Tegangan (v)	Pressure (bar)	Arus (A)	Putaran (rpm)	
					Turbin	Generator

6 Watt	32	10,9	1,2	0,15	113,6	411,2
12 Watt	32	9,5	1,2	0,18	104,1	365,3
18 Watt	32	9,1	1,2	0,21	100,1	353,1
6 Watt	32	11	1,2	0,19	117,1	417,0
12 Watt	32	9,7	1,2	0,20	106,3	374,5
18 Watt	32	9,2	1,2	0,21	101,8	360,2

Pada pengujian berbeban dengan bukaan katup 90° menggunakan sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3, debit air tercatat sebesar 32 L/menit dengan tekanan 1,2 bar. Tegangan keluaran berkisar antara 9,1–11 V, sedangkan arus meningkat hingga 0,21 A pada beban 18 W. Putaran turbin dan generator relatif lebih tinggi dibandingkan bukaan 45°. Hasil ini menunjukkan bahwa pada bukaan katup yang lebih besar, sistem menghasilkan performa yang lebih baik dan seluruh parameter operasi dapat dimonitor secara akurat menggunakan Arduino UNO R3.

3) Hubungan daya output (P_{In}) daya input (P_{out}) terhadap efisiensi (η_{tur})

Hasil pengujian berbeban yang dimonitor menggunakan sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3 menunjukkan bahwa peningkatan daya hidrolik (daya input) berpengaruh langsung terhadap kenaikan daya listrik (daya output), namun tidak selalu meningkatkan efisiensi secara signifikan. Pada bukaan katup 45°, debit 31 L/menit menghasilkan daya input 51,01 W dengan daya output 1,59–1,80 W dan efisiensi 3,11–3,52%. Efisiensi tertinggi terjadi saat daya output maksimum (1,80 W), yang menunjukkan bahwa konversi energi berlangsung lebih optimal pada kondisi tersebut berdasarkan hasil pembacaan sistem monitoring. Pada bukaan katup 90°, data yang direkam oleh sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3 menunjukkan peningkatan debit menjadi 32 L/menit sehingga daya input naik menjadi 63,43 W dan daya output mencapai 2,09 W. Meskipun daya output lebih besar dibandingkan bukaan 45°, efisiensi hanya berada pada kisaran 2,56–3,29%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan energi hidrolik tidak sepenuhnya terkonversi menjadi energi listrik secara proporsional. Perbedaan tersebut mengindikasikan adanya rugi-rugi hidrolik, mekanik, dan elektrik dalam sistem. Secara komparatif, bukaan 90° meningkatkan daya output absolut, namun tidak memberikan peningkatan efisiensi yang signifikan. Dengan demikian, hasil monitoring berbasis Arduino UNO R3 menegaskan bahwa optimasi sistem tidak cukup dilakukan melalui peningkatan debit saja, tetapi memerlukan perbaikan desain turbin, transmisi, dan pencocokan karakteristik generator agar proses konversi energi dapat berlangsung lebih efektif.

Untuk menghitung efisiensi turbin menggunakan rumus pada persamaan 4 dengan menggunakan data pada tabel 5 pengujian berbeban bukaan katup 45° dan 90°, maka diperoleh nilai efisiensi sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil analisis pengujian berbeban pada bukaan katup 45° dengan sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3

Debit Air (L/menit)	Daya Input (Watt)	Daya Output (Watt)	Efisiensi η (%)
31	51,01 W	1,7 W	3,33
31	51,01 W	1,69 W	3,31
31	51,01 W	1,8 W	3,52
31	51,01 W	1,68 W	3,29
31	51,01 W	1,59 W	3,11
31	51,01 W	1,62 W	3,17

Tabel 5 Hasil analisis pengujian berbeban pada bukaan katup 90° dengan sistem monitoring berbasis Arduino UNO R3

Debit Air (L/menit)	Daya Input (Watt)	Daya Output (Watt)	Efisiensi η (%)
32	63,43 W	1,63 W	2,56%

32	63,43 W	1,71 W	2,69%
32	63,43 W	1,91 W	3,01%
32	63,43W	2,09 W	3,29%
32	63,43W	1,95 W	3,07%
32	63,43W	1,93 W	3,04%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Berdasarkan rangkaian proses perancangan, pengujian, serta analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring parameter kelistrikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan memanfaatkan Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor arus, sensor tegangan, dan sensor kecepatan. Sistem ini mampu mengukur sekaligus menampilkan data arus, tegangan, dan daya listrik secara real-time, sehingga efektif digunakan sebagai sarana pemantauan kinerja PLTMH secara berkelanjutan.
- 2) Parameter utama yang digunakan dalam evaluasi kinerja PLTMH secara real-time meliputi tegangan, arus, dan daya listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring dapat menampilkan data secara langsung dengan nilai maksimum yang diperoleh sebesar 10,6 V untuk tegangan, 0,16 A untuk arus, dan daya output 1,7 Watt pada debit air 32 L/menit. Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa sistem monitoring bekerja dengan baik dan mampu merepresentasikan performa pembangkit sesuai dengan kondisi operasi yang diuji.

5. REFERENSI

- Arham, M., & Nur, M. I. (2023). *Perancangan Pltmh Turbin Archimedes Screw Pada Kawasan Pedesaan Terpencil Dusun Cindakko Desa Bonto Somba Kec.Tompobulu Kab. Maros*. 5(1), 17–22. <https://finance.detik.com/energi/>
- Arham, M., Nur, M. I., Hs, H., & Salam, A. A. (2025). *ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA TURBIN ARCHIMEDES SCREW MENGGUNAKAN CLOSED SYSTEM*.
- Arham, M., Salam, A. A., Nur, M. I., & Hs, H. (2023). *PENGARUH KEMIRINGAN POROS TERHADAP PERFORMANCE TURBIN ARCHIMEDES SCREW SKALA LABORATOIUM*. 2018, 1–8.
- Association, I. S. S. 946-2020. (2020). Recommended Practice for the Design of DC Power Systems for Stationary Applications. IEEE. *IEEE Standards Association*. <https://standards.ieee.org/standard/946-2020.html>
- Hadi, M. N. (2025). *Optimasi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu di Kabupaten Sukabumi*. 4(4), 2885–2898.
- Harahap, M., & Syaputra, A. (2023). *Analisis Karakteristik Daya Output Inverter Pembangkit Listrik Tenaga Air Skala Kecil Menggunakan Arduino Muchsin Harahap dkk / Jurnal Rekayasa Mesin*. 18(1), 105–112.
- International, E. A. (2021). *World Energy Outlook 2021*. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- Mubarak, H., & Arham, M. (2024). *Efisiensi Boiler Dan Turbin Uap Untuk PLTU Unit 2 PT . XYZ*. 7(1), 49–62.
- Nugroho, A., & S. (2018). Analisis potensi dan pengembangan pembangkit listrik tenaga mikrohidro di daerah terpencil. *Jurnal Energi Terbarukan*.
- Of, H., & Indonesia, S. O. F. (2023). *Handbook of energy & economic statistics of indonesia 2023. The Ministry of Energy and Mineral Resources*.
- Ramadhan, U. V., Sulistiono, D., Handoko, D., & Manurung, A. (2019). *Pengembangan Sistem Akuisisi Data Otomatis Berbasis Arduino untuk Alat Uji Unjuk Kerja Turbin Air*. 11(2), 108–119.
- Rombe, M., Arham, M., Mubarak, H., & Taha, S. (2024). *Analisis Performance Turbine Terhadap Peningkatan Kebutuhan Excess O 2 Secondary Boiler Pada Power Plan PT . Semen Tonasa Capacity Of 70 MW*. 6, 219–236.
- Sukandi, A., Abadi, C. S., Studi, P., Tenaga, P., & Jakarta, P. N. (2016). *Sistem kontrol hidrolik berbasis*. 15(3), 245–250.
- Syahbana, Z., & Setiadi, R. (2025). *JIM: Jurnal Inovasi Mesin Design of An IOT-Based Voltage and Current Monitoring System and Turbine Performance Analysis In A Micro Hydro Power Plant*. 7(1), 52–67. <https://doi.org/10.15294/jim.v7i1.23615>
- Teknik, F., Tanjungpura, U., & Makalah, I. (2025). *Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro di sungai*

tang gi kabupaten bengkayang. 26(2).

Teknik, M., Universitas, E., Teknik, D., Universitas, E., Teknik, F., & Tadulako, U. (2020). *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA PADA GENERATOR SINKRON*. 32–38.

Tianhong Pan, Y. Z. (2017). *Designing Embedded Systems with Arduino: A Fundamental Technology for Makers. Can Lend Chapters, Not Whole Ebooks.*