

Pengaruh Debit Air Terhadap Daya Generator PLTM Gunung Wugul PGU 2 X 1,5 MW

Isfiani Mei Lutfiani^{1,*}, Rizki Noor Prasetyono², Rizky Mubarak³^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Peradaban, Indonesia

Article Info**Article history:**

Received: 30 Juli 2024

Received in revised form: 13 Agustus 2024

Accepted: 15 Agustus 2024

Available online: 15 Agustus 2024

Keywords:

Minihydro Power Plant

Water discharge

Power Value

Kata Kunci:

Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro

Debit air

Nilai daya

ABSTRACT

THE EFFECT OF WATER DISCHARGE ON THE POWER PRODUCED BY THE GENERATOR AT PLTM GUNUNG WUGUL PT. PLN INDONESIA POWER MRICA PGU 2 X 1,5 MW. The availability of fossil energy is increasingly in crisis due to its continuous use. The best alternative to anticipate this is new renewable energy (EBT). Minihydro Power Plant (PLTM) is a small-scale power plant that uses water power as the main medium to drive turbines and generators, the water comes from rivers by utilizing the height of the waterfall and the amount of water discharge. By knowing the water discharge value, it will later be analyzed with the power value produced by the generator. The type of research used is quantitative analysis research and pre-experimental one shot case study using the help of IBM SPSS Statistics 25 for Windows laptop software. Based on the results of simple linear regression analysis on summary, ANOVA and coefficient models. In the summary model, it is known that the R Square value is 1,000, which means that the influence of the independent variable (water flow) on the dependent variable (power) is 100%. And this is confirmed by the coefficient results which show a significance value of $0.000 < 0.05$, which means that the water discharge has an effect on the power produced by the generator. The higher the water discharge value, the higher the power produced.

Ketersediaan energy fosil yang semakin krisis akibat penggunaannya yang terus menerus. Alternatif terbaik untuk mengantisipasinya yaitu energy baru terbarukan (EBT). Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) suatu pembangkit listrik berskala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai media utama untuk menggerakkan turbin dan generator, air tersebut yang berasal dari sungai dengan memanfaatkan tinggi terjun dan jumlah debit air. Dengan mengetahui nilai debit air nantinya akan dianalisis dengan nilai daya yang dihasilkan oleh generator. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian analisis kuantitatif dan *pre experimental one shot case study* dengan menggunakan bantuan laptop software IBM SPSS Statistics 25 for windows. Berdasarkan hasil analisa regresi linear sederhana pada model *summary*, ANOVA dan *coefficient*. Pada model *summary* diketahui nilai R Square yaitu 1,000 yang artinya bahwa pengaruh variable bebas (debit air) terhadap variable terikat (daya) adalah sebesar 100%. Dan dikuatkan oleh hasil *coefficient* yang menunjukkan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ yang berarti debit air berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh generator. Semakin tinggi nilai debit air, maka semakin tinggi pula nilai daya yang dihasilkan.

Corresponding author:

Isfiani Mei Lutfiani

Program Studi Teknik Elektro

Jalan Raya Pagojengan Km.3 Bumiayu Kab. Brebes 52276

E-mail addresses: isfianimeilutfiani@gmail.com

1. Pendahuluan

Pertumbuhan manusia di Indonesia menyebabkan jumlah penduduk Indonesia makin bertambah. Menurut Dirjen Zudan [1] secara keseluruhan nasional, tingkat kepadatan penduduk di Indonesia adalah 145 jiwa per kilometer persegi. Pertumbuhan populasi serta aktivitas manusia membuat peningkatan pula bagi ketersediaan sumber daya energi listrik .

Sektor yang sangat penting dalam sistem jaringan listrik yaitu sektor pembangkit. Unit pembangkit atau sektor pembangkit memiliki fungsi untuk membangkitkan energi listrik. Banyak jenis pembangkit listrik didunia diantaranya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO), Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa), Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut (PLTPS), dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) [2], [3]. Sedangkan di Indonesia sendiri terdapat jenis pembangkit salah satunya yaitu PLTA dan lain-lain. Indonesia negara yang mempunyai sumber energi melimpah diantaranya yaitu energi fosil dan non fosil [4], [5].

Penggunaan energi di Indonesia masih didominasi oleh sumber energi tak terbarukan dari fosil khususnya batu bara dan minyak bumi [6]. Perubahan yang mendasar dari dominasi energi fosil menjadi energi terbarukan akan berdampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan, seperti kondisi lingkungan, sosial dan ekonomi [3], [7]. Ketergantungan terhadap sumber energi dari fosil ini membuat krisis energi di Nusantara, mengingat jumlah fosil

relatif terbatas [8]. Tidak hanya itu, dampak terhadap lingkungan karena keluaran dari hasil pembakaran yang kurang dikelola dengan baik sehingga menyebabkan polusi pada lingkungan [9], [10].

Ketersediaan energi fosil yang semakin krisis akibat penggunaannya yang terus menerus. Alternatif terbaik untuk mengantisipasinya yaitu energi baru terbarukan (EBT), tahun 2017 Republik Indonesia menyatakan ada peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014 mengenai Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Peraturan Presiden No. 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) memiliki target penggunaan EBT pada tahun 2025 dan 2050 masing masing sebesar 23% dan 31% dari total kebutuhan energi nasional [11], [12], [13]. Tetapi menurut KESDM [4] tahun 2020 realisasi pangsa EBT baru mencapai 11,31%. Penggunaan energi baru terbarukan (EBT) tidak hanya meminimalisir penggunaan energi fosil, tetapi untuk menciptakan energi yang bersih dan ramah lingkungan [14]. Tidak sedikit pula penggunaan energi baru terbarukan (EBT), sudah dijumpai beberapa wilayah Indonesia yang terdapat PLTA. Air salah satu energi alternatif yang dapat diperbaharui serta dikembangkan menjadi energi listrik [15].

PLTA suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan air sebagai sumber energi [16]. Energi potensial dan energi kinetik dari air dirubah menjadi energi mekanik oleh turbin dan kemudian energi mekanik dirubah menjadi energi listrik oleh generator [17]. PLTA diklasifikasikan menjadi beberapa dilihat dari daya yang dihasilkan atau dikeluarkan. Pembangkit Listrik Tenaga Mini hidro merupakan pembangkit listrik skala kecil bersumber dari air dengan output 1 MW - 10 MW [5], [18]. Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) suatu pembangkit listrik yang berskala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai media utama untuk menggerakkan turbin dan generator, air tersebut berasal dari saluran irigasi, bendungan, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjun dan jumlah debit air [6]. Prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) yaitu memanfaatkan beda potensial atau beda tinggi serta jumlah debit per detik yang ada pada aliran sungai.

Sungai salah satu sumber air bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di bumi, semua makhluk hidup memerlukan air untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya. Sungai mengalir dari hulu ke hilir bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah [6]. Di Indonesia terdapat banyak sekali sungai besar maupun kecil yang terdapat diberbagai daerah, hal ini suatu peluang yang bagus untuk mengembangkan energi listrik di daerah. Sungai yang mempunyai aliran arus deras bisa di manfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga minihidro.

Aliran air menghasilkan energi yang dapat dijadikan listrik. Sebuah skema *hydro* memerlukan dua hal yaitu debit air dan ketinggian jatuh yang biasanya disebut dengan *head* untuk menghasilkan tenaga yang bermanfaat. Menurut Artono Arismunandar[7] debit air itu suatu jumlah air yang mengalir melalui penampang sungai tertentu per satuan waktu. Debit aliran yaitu suatu laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per-satuan waktu [19]. Debit aliran seperti sungai diperoleh dari pengamatan tinggi permukaan air, dengan mempergunakan lengkung debit tinggi air di gardu pengukur [8]. Tipe pembangkit *run off river* sangat berpengaruh terhadap debit aliran sungai karena sebagai sumber utama pembangkit seperti pada PLTM Gunung wugul.

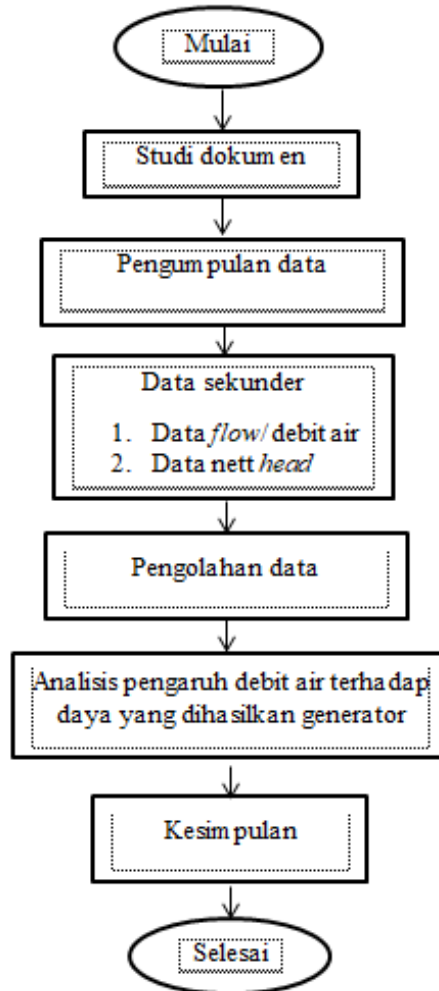
PLTM Gunung Wugul suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan sungai urang sebagai sumber airnya. PLTM ini salah satu sub unit dari PT. PLN Indonesia Power Mrica PGU yang berlokasi di di Desa Sijeruk, kecamatan Banjarnangu, kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah. PLTM Gunung Wugul berkapasitas 2 x 1,5 MW dan memiliki debit rata-rata 3,8 m³/detik. PLTM Gunung Wugul memiliki area *stantrap*, *headpon*, *penstock*, serta komponen utamanya yaitu turbin, generator, dan transformator.

Generator salah satu komponen yang digunakan untuk mengkonversi energy mekanik yang berasal dari putaran turbin menjadi energy listrik dengan memanfaatkan gaya gerak listrik (GGL) [20]. Spesifikasi generator yang digunakan oleh PLTM Gunung Wugul menggunakan generator tipe Indar PSA-710-L/8, kapasitas 2 x 2100 kVA, dan tegangan 6300 V.

Berdasarkan uraian diatas, maka dibutuhkan perhitungan dan analisis daya yang dihasilkan generator di PLTM Gunung Wugul PT PLN Indonesia Power Mrica PGU ketika debit air yang berubah-ubah atau tidak konsisten serta parameter apa saja yang berubah dengan melakukan perhitungan manual menggunakan data sekunder serta dikuatkan dengan menggunakan metode analisis regresi linier sederhana.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif dan *pre experimental one shot case study*, dimana metode kuantitatif yang dimaksud adalah untuk mengetahui besar kecilnya nilai debit air dan daya yang dihasilkan oleh generator pembangkit listrik tenaga minihidro, dan *pre experimental one shot case study* dimana pada penelitian ini untuk menguji sebuah kelompok dengan penerapan sebab akibat [20], [21]. Sebab akibat yang dimaksud pada penelitian ini yaitu sebab dari tinggi rendahnya debit air yang akan mengakibatkan besar kecilnya nilai daya yang dihasilkan generator. Penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini teknik analisis data yang digunakan adalah menggunakan metode regresi linier sederhana, dimana hasil yang sudah didapatkan kemudian dimasukkan kedalam *MS.Excel* dan kemudian di olah dengan menggunakan *software SPSS (Statistical Package for the Social Sciens)* [22]. Data tersebut kemudian dianalisa menggunakan teknik analisis regresi linier.

2.1. Pengukuran daya berdasarkan debit air

Daya yang dihasilkan oleh generator dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 berikut:

$$P = H \times Q \times g \times \eta \quad [\text{kW}] \quad (2.1)$$

Keterangan :

- P : Daya (KW)
- Q : Debit air (m^3/s)
- g : Gravitasi (nilai tetapan)
- η : *Nett head* (m)

2.2. Spesifikasi Generator

Adapun spesifikasi generator yang dimiliki oleh PLTM Gunung Wugul PT. PLN Indonesia Power Mrica PGU yaitu generator menggunakan tipe indar PSA-710-L/8, berkapasitas 2 x 2100 kVA, tegangan 6300 V, putaran 750 rpm, serta efisiensi generator 0,97.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengukuran Daya Berdasarkan Debit Air

Data debit terukur yang masuk ke power house berdasarkan data dari Sub Unit PLTM Gunung Wugul PT PLN Indonesia Power Mrica PGU selama 6 hari yang telah diklasifikasikan berdasarkan debit air rendah dan debit air tinggi.

Tabel 3.1 Data nilai debit dan daya

No	Debit air rendah(m^3/s)	Nilai Daya (kW)	Debit air tinggi (m^3/s)	Nilai Daya (kW)
1	1,896	1.095,7	2,321	1.341,3
2	2,031	1.173,7	2,325	1.343,6

3	2,099	1.213	2,334	1.348,8
4	2,173	1.255,8	2,345	1.355,2
5	2,194	1.267,9	2,350	1.358
6	2,208	1.276	2,353	1.359,8
7	2,223	1.284,7	2,355	1.361
8	2,225	1.285,8	2,359	1.363,3
9	2,237	1.292,8	2,362	1.365
10	2,248	1.299,1	2,365	1.366,7
11	2,256	1.303,7	2,375	1.372,5
12	2,258	1.304,9	2,377	1.373,7
13	2,259	1.305,5	2,382	1.376,6
14	2,265	1.308,9	2,384	1.377,7
15	2,267	1.310,1	2,386	1.378,9
16	2,268	1.310,7	2,388	1.380
17	2,268	1.310,7	2,390	1.381,2
18	2,268	1.310,7	2,390	1.381,2
19	2,273	1.313,6	2,394	1.383,5
20	2,275	1.314,7	2,412	1.393,9
21	2,285	1.320,5	2,419	1.397,9
22	2,292	1.324,6	2,421	1.399,1
23	2,293	1.325,1	2,430	1.404,3
24	2,305	1.332	2,434	1.406,6
25	2,309	1.334,4	2,442	1.411,2
26	2,320	1.340,7	2,472	1.428,6

Dari data tersebut diketahui berapa nilai daya berdasarkan debit air. Nilai dari daya kemudian akan dianalisis dengan nilai debit air menggunakan bantuan software IBM SPSS *Statistics 25 for windows*. Analisis tersebut nantinya menjadi hasil dari penelitian ini yang menjelaskan pengaruh debit air terhadap daya yang dihasilkan generator..

3.2 Hasil Uji prasyarat

3.1. Uji normalitas

Uji Normalitas digunakan untuk menguji apakah dalam model regresi variable bebas dan variable terikat keduanya memiliki distribusi normal atau tidak. Salah satu uji normalitas menggunakan metode *Kolmogorov-smirnov* digunakan untuk menguji apakah 2 sample berasal dari populasi-populasi yang mempunyai distribusi sama atau yang berbeda. Dua sampel tersebut yaitu data debit air, dan data daya. Berdasarkan uji normalitas yang telah dilakukan menggunakan bantuan laptop *software IBM SPSS Statistics 25 for windows*, didapatkan hasil pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Hasil Uji normalitas

N	Unstandardized Residual
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,053 ^c

Berdasarkan hasil uji normalitas diketahui nilai signifikansi $0,053 > 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa nilai residual berdistribusi normal.

3.2. Uji Homogenitas

Dari uji homogenitas yang telah dilakukan menggunakan bantuan laptop program IBM SPSS *Statistics 25 for windows* dan didapatkan hasil pada tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Hasil Uji Homogenitas

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Based on Mean	1,775	1	102	0,186

Berdasarkan hasil uji homogenitas diketahui nilai signifikansi $0,186 > 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa data berasal dari populasi yang memiliki varian yang sama (Homogen) atau sejenis.

3.3. Hasil Uji Regresi Linear Sederhana

Regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui apakah debit air (variable X atau variable bebas) mempunyai pengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh generator (variable Y atau variable terikat). Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh dari variable tersebut digunakan perhitungan menggunakan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciens*). Adapun hasil uji regresi linear sederhana sebagai berikut:

3.3.1. Variables Entered/Removed

Tabel 3.4 Output Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Debit air ^b		Enter

Berdasarkan tabel 3.4 diatas, variable yang dimasukan dalam analisis adalah *variable independen* X yaitu debit air serta variable Y sebagai *variable dependen* yaitu daya. Metode yang digunakan adalah metode *enter*. Adapun untuk *output* bagian model *summary*, ANOVA, dan *coefficient* dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.3.2. Model Summary

Tabel 3.5 Output Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1,000 ^a	1,000	1,000	0,028

Tabel 3.5 model *summary* menjelaskan, nilai korelasi atau hubungan (R) sebesar 1,000 yang berarti hubungannya kuat. Besarnya presentase pengaruh variable bebas terhadap variable terikat yang disebut koefisien determinasi yang merupakan hasil dari penguadratan R (*R Square*) yaitu sebesar 1,000. Ini berarti bahwa pengaruh variable bebas (debit air) terhadap variable terikat (daya) adalah sebesar 100%.

3.3.3. Model ANOVA

Tabel 3.6 Output ANOVA

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	185725,567	1	185725,567	235333883,7	0,000 ^b

Dari tabel diatas diketahui nilai F hitung adalah 235333883,7 dengan tingkat signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, maka model regresi dapat dipakai untuk memprediksi variable daya atau dengan kata lain ada pengaruh variable debit air (X) terhadap variable daya (Y).

3.3.4. Output Model Coefficient

Tabel 3.7 Output Coefficient

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-0,023	0,087		-0,265	0,792
Debit air	577,910	0,038	1,000	153400,596	0,000

Dari output pada tabel 3.7 diatas, diketahui nilai constant (α) sebesar -0,023, sedangkan nilai koefisien regresi variable debit air sebesar 577,910. Berdasarkan nilai signifikansi dari tabel *coefficient* diperoleh nilai signifikansi untuk variable debit air (X) sebesar $0,000 < 0,05$. Nilai signifikansi lebih kecil dari α sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis pertama diterima. Hal ini berarti variable debit air mempunyai pengaruh yang signifikansi terhadap daya (Y).

4. Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa debit air memiliki hubungan dan berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan generator, hal ini ditandai dengan nilai korelasi atau hubungan (R) sebesar 1,000 yang berarti hubungannya kuat. Besarnya presentase pengaruh variable bebas terhadap variable terikat yang disebut koefisien determinasi yang merupakan hasil dari penguadratan R (*R Square*) yaitu sebesar 1,000. Ini berarti bahwa pengaruh variable bebas (debit air) terhadap variable terikat (daya) adalah sebesar 100%. Dan dikuatkan oleh model *coefficient* dengan nilai signifikansi yang ditampilkan oleh model *coefficient* yaitu sebesar $0,000 < 0,05$ yang berarti debit air memiliki pengaruh terhadap daya yang dihasilkan. Semakin besar nilai debit airnya semakin besar pula nilai daya yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Jeklin *et al.*, "DUKCAPIL KEMENDAGRI RILIS DATA PENDUDUK SEMESTER I TAHUN 2022, NAIK 0,54% DALAM WAKTU 6 BULAN.," *Correspondencias & Análisis*, no. 15018, pp. 1–23, 2016.
- [2] P. Maria, "Macam Pembangkit Listrik," Martch 27.
- [3] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [4] B. K. A. Setyono, "Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, 2021.

- [5] USAID; OJK, "Pembiayaan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro," *Usaid*, p. 58, 2016.
- [6] V. Dwiyanto, D. K. Indriana, and S. Tugiono, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)," *Jrsdd*, vol. 4, no. 3, pp. 2303–2314, 2016.
- [7] W. Gunawan, S. Muslim, and I. Arif Rahardjo, "Pengaruh Curah Hujan dan Debit Air Terhadap Produktivitas Energi Listrik yang Dihasilkan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (Studi Kasus: Sub Unit PLTA Kracak, Kabupaten Bogor Jawa Barat)," *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 56–60, 2020, doi: 10.21009/jevet.0051.09.
- [8] Indra, "Kajian Potensi PLTMH di Sungai Simpang Saot Desa Pampang Harapan Kecamatan Sukadana Kabupaten Kayong Utara.," vol. 2, pp. 7–31, 2019.
- [9] M. . dan I. W. A. Dr.phil. Nurhening Yuniarti, *Pembangkit Tenaga Listrik*. 2019.
- [10] H. . Muslim, *Teknik Pembangkit Listrik, Jilid I*, vol. 4, no. 1. 2016.
- [11] B. Silitonga and H. Hendry, "Perencanaan Hidrolis Pintu Pada Bangunan Pengambilan Air (Intake)," *J. Rekayasa Konstr. Mek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 72–77, 2018, doi: 10.54367/jrkms.v1i2.282.
- [12] I. P. Wahyu Indra Wedanta, W. Arta Wijaya, and L. Jasa, "Analisa Pengaruh Kemiringan Head Dan Variasi Sudut Blade Turbin Ulir Terhadap Kinerja Pltmh," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, p. 73, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p9.
- [13] I. Kurniady, A. Amrinsyah, and A. Amirsyam, "Kapasitas Aliran Terhadap Daya Turbin," *J. Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 2, no. 2, 2019, doi: 10.31289/jesce.v2i2.2359.
- [14] Y. Prabowo, S. B, N. Nazori, and G. Gata, "Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pmlth) Pada Saluran Irigasi Gunung Bunder Pamijahan Bogor," *J. Ilm. FIFO*, vol. 10, no. 1, p. 41, 2018, doi: 10.22441/fifo.v10i1.2939.
- [15] D. Almanda and R. Kartono, "Analisi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Sistem Distribusi Air di P.T. Astra Honda Motor Plant 5 Karawang," *Resist. (elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOMputeR)*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.24853/resistor.3.1.1-8.
- [16] P. Perubahan, A. Eksitasi, T. Keluaran, and G. Sinkron, "PENGARUH PERUBAHAN ARUS EKSITASI TERHADAP TEGANGAN KELUARAN GENERATOR SINKRON Rudi Syahputra Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe Jl . Banda Aceh – Medan Km . 280 Buketrata – Lhokseumawe 24301 Email: rudi.syahputra75@gmail.com," pp. 85–88.
- [17] N. E. Helwig, S. Hong, and E. T. Hsiao-wecksler, "ANALISIS PENGARUH DEBIT AIR TERHADAP KAVITASI RUNNER FRANCIS TURBINE UNIT 1 DI PLTA WAMPU 3 X 15 MW," 2022.
- [18] J. Sihaloho, "Analisis Pengaruh Debit Air Terhadap Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Menggunakan 4 Buah Sudu Skripsi Oleh : Jupriyanto Sihaloho Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan," pp. 5–6, 2022.
- [19] T. A. Akbar, "Analisa Pengaruh Ketinggian Dan Debit Air Terhadap Output Energi Listrik Yang Dihasilkan Pada Pembangkit Mikrohidro (PLTMH) Desa Girikerto," *Skripsi*, vol. Yogyakarta, pp. 1–46, 2018, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/9792>.
- [20] K. Kusnadi and T. Taryana, "Usulan Waktu Penggantian Optimum Komponen Mesin Gas Engine (Prechamber Gas Valve) Dengan Model Age-Based Replacement Di Pt. Xyz," *J. Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 45, 2016, doi: 10.24853/jurtek.8.1.45-52.
- [21] UMSU, "Jenis Penelitian Kuantitatif Eksperimen."
- [22] Sarwono, "Statistik Multivariat Aplikasi Untuk Riset Skripsi, Yogyakarta: C.V. Andi Offset.cb," 2013.
- [23] J. Fisika, F. Matematika, D. Ilmu, P. Alam, and U. Udayana, "Regresi linier sederhana," 2016.