

Pemanfaatan Turbin Kaplan dengan Variasi Debit Air Sungai Ciparay di Kampung Stamplat Girang Desa Indragiri

Tri Octaviani Sihombing^[1], Olga Catherina Pattipawaej^{[2]*},

^[1] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pattimura, Ambon, 97233, Indonesia

^{[2]*} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 40164, Indonesia

Email: tri.sihombing@fatek.unpatti.ac.id, olga.pattipawaej@eng.maranatha.edu*

*) Correspondent Author

Received: 29 August 2023; Revised: 07 December 2023; Accepted: 03 January 2024

How to cited this article:

Sihombing, T.O., Pattipawaej, O.C. (2024). Pemanfaatan Turbin Kaplan terhadap Stabilitas Debit Sungai Ciparay di Kampung Stamplat Desa Indragiri Jawa Barat. Jurnal Teknik Sipil, 20(2), 241–254. <https://doi.org/10.28932/jts.v20i2.7282>

ABSTRAK

Kampung Stamplat Girang memiliki potensi yang cukup besar untuk pengembangan energi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dengan menggunakan turbin Kaplan, mengingat topografi yang berbukit dan adanya sungai Ciparay. Sungai Ciparay memiliki aliran air yang cukup besar di sepanjang tahun. Tujuan utama dari penelitian ini adalah pemanfaatan Turbin Kaplan dengan variasi debit air sungai Ciparay. Pengukuran kecepatan aliran air dan penampang sungai Ciparay dilakukan langsung pada kondisi curah hujan rendah dan pada kondisi curah hujan tinggi. Aliran air rata-rata sungai Ciparay terendah pada curah hujan rendah sebesar 0,22 m³/s dan tertinggi pada curah hujan tinggi sebesar 1,46 m³/s. Dengan tinggi energi 2 m, daya listrik efektif yang dihasilkan sebesar 6.592-watt pada kondisi curah hujan rendah dan tertinggi yang dihasilkan sebesar 18.098 watt pada kondisi curah hujan tinggi. Daya listrik efektif yang diperoleh dapat bermanfaat secara langsung pada berbagai aspek upaya pemerintah daerah untuk membantu pengembangan Kampung Stamplat Girang dalam pemberdayaan dan pengembangan lingkungan serta mendukung upaya pemerintah Indonesia untuk mendorong pengembangan energi mikro hidro dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Variasi Debit Air Sungai, Turbin Kaplan.

ABSTRACT. Utilization of Kaplan Turbine with Variation of Water Discharge of Ciparay River in Stamplat Girang Village, Indragiri Village. Stamplat Girang Village has quite large potential for developing micro-hydro power plants using Kaplan turbines, considering the hilly topography and the presence of the Ciparay river. The Ciparay River has quite a large water flow throughout the year. The main objective of this research is the use of the Kaplan Turbine with variations in Ciparay river water discharge. Measurements of water flow velocity and cross-section of the Ciparay river were carried out directly in low rainfall conditions and in high rainfall conditions. The average water flow of the Ciparay river is lowest at low rainfall at 0.22 m³/s and highest at high rainfall at 1.46 m³/s. With an energy height of 2 m, the effective electrical power produced is 6,592 watts in low rainfall conditions and the highest produced is 18,098 watts in high rainfall conditions. The effective electrical power obtained can be directly beneficial to various aspects of the regional government's efforts to assist the development of Stamplat Girang Village in empowerment and environmental development as well as supporting the Indonesian government's efforts to encourage the development of micro hydro energy in achieving sustainable development goals.

Keywords: Kaplan Turbine, Micro-hydro Power Plants, Variations in River Water Discharge.

1. PENDAHULUAN

Desa Indragiri terletak di daerah pegunungan dengan luas 26,42 km², berada pada ketinggian 1.400 hingga 1.700 mdpl serta memiliki medan yang beragam mulai landai, berbukit dan terjal. Indragiri adalah desa di kecamatan Rancabali, Bandung, Jawa Barat, Indonesia. Desa Indragiri terletak di sebelah barat Desa Patengan juga berbatasan dengan Desa Sukaesmi di sebelah selatan. Daerah Desa Indragiri terbagi menjadi 10 Rukun Warga. Desa Indragiri mempunyai potensi pesona alam berupa perkebunan teh dan hutan. Kampung Stamplat Girang merupakan bagian dari Dusun Ciparay, Desa Indragiri, Kecamatan Rancabali, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat (Adhitya, 2023). Gambar 1 menunjukkan kebun teh terlihat di sekeliling kampung Stamplat Girang. Kampung paling ujung dari Dusun Ciparay, yang ada di Desa Indragiri. Sementara di bagian belakang pemukiman warga nampak pohon Jamuju menjulang di antara perbukitan.



Gambar 1. Pemandangan alam di Kampung Stamplat Girang

Ada deretan pohon kopi di tengah pohon Jamuju. Selain menanam kopi, warga juga bersiap menjadikan kampung tersebut sebagai destinasi wisata. Di Kampung Stamplat Girang, wisatawan tidak hanya dapat bersantai dan berkemah, tetapi juga menikmati jalan-jalan alam di kawasan hutan hingga menuju air terjun. Air Terjun Halimun, seperti pada Gambar 2, merupakan air terjun yang paling dekat dengan Kampung Stamplat Girang.



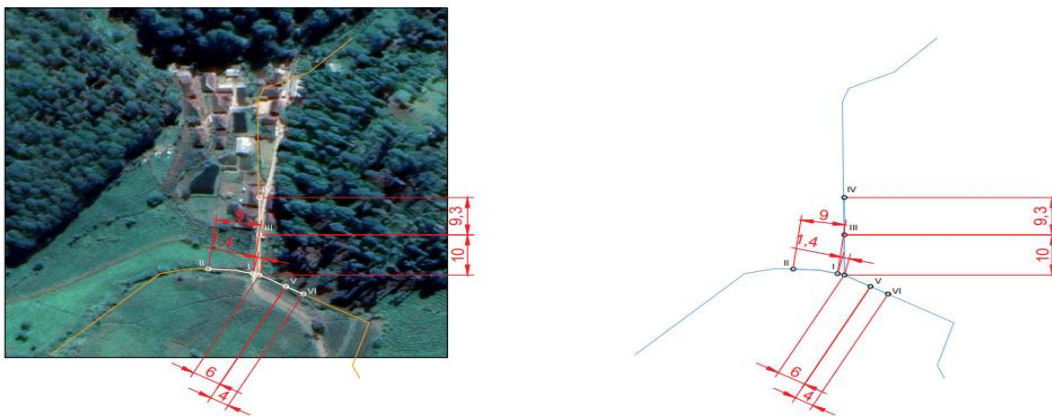
Gambar 2. Air terjun Halimun

Air Terjun Halimun mengalir ke Sungai Ciparay. Sungai ini terletak di tengah Kampung Stamplat Girang dengan debit cukup besar baik pada musim hujan maupun kemarau. Hal ini disebabkan airnya tidak hanya berasal dari Air Terjun Halimun saja, melainkan juga dari sumber mata air yang berada di atas bukit. Pemanfaatan aliran sungai Ciparay dapat menghasilkan energi air yang menggerakkan turbin untuk menghasilkan energi listrik (Rohermanto, 2007). Ini dikenal dengan sebutan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). PLTMH memiliki beberapa keunggulan. Pertama, energi air adalah sumber energi yang terbarukan dan tidak terbatas, sehingga pembangkit listrik ini dapat beroperasi secara berkelanjutan dengan memanfaatkan aliran air yang ada. Kedua, sistem PLTMH relatif lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi udara. Selain itu, PLTMH juga dapat memberikan manfaat tambahan dalam pengembangan pariwisata (Al Bawani & Sudarti, 2022).

Di Kampung Stamplat Girang memiliki potensi yang cukup besar untuk pengembangan PLTMH, mengingat topografi yang berbukit dan adanya sungai Ciparay. Tujuan utama dari penelitian ini adalah pemanfaatan Turbin Kaplan dengan variasi debit sungai Ciparay di Kampung Stamplat Girang. Pengukuran debit sungai Ciparay dilakukan pada kondisi curah hujan normal dan pada kondisi curah hujan tinggi. Penelitian ini bermanfaat secara langsung pada berbagai aspek upaya pemerintah daerah untuk membantu pengembangan desa dalam pemberdayaan dan pengembangan lingkungan serta mendukung upaya pemerintah Indonesia untuk mendorong pengembangan energi mikro hidro melalui kebijakan dan insentif, serta dukungan teknis dan pembiayaan untuk proyek-proyek mikro hidro. Beberapa proyek mikro hidro juga telah berhasil diimplementasikan di beberapa daerah di Indonesia dan memberikan kontribusi dalam memenuhi kebutuhan energi listrik lokal (Doda & Mohammad, 2018).

2. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah Kampung Stamplat Girang, Dusun Ciparay, Desa Indragiri, Provinsi Jawa Barat. Titik-titik pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3. Titik-titik pengamatan pada Gambar 3, memperlihatkan bahwa air mengalir dari titik II ke titik I dan dari titik IV ke titik III. Kemudian air mengalir dari titik I dan dari titik III ke titik VII. Selanjutnya dari titik VII air mengalir ke titik V dan dari titik V mengalir ke titik VI.



Gambar 3. Lokasi Penelitian dan Titik-Titik Pengamatan

3. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO

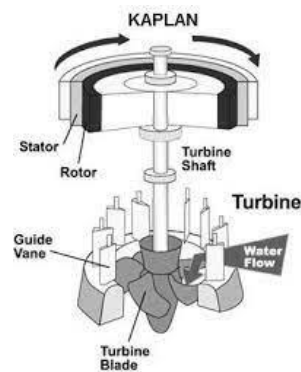
Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah suatu sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi air dari aliran sungai atau aliran air kecil untuk menghasilkan energi listrik. Sistem ini menggunakan prinsip konversi energi kinetik air menjadi energi mekanik melalui turbin air, yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Proses pembangkitan listrik tenaga mikro hidro dimulai dengan mengalirkan air melalui saluran atau pipa menuju turbin air. Aliran air akan menggerakkan sudu-sudu turbin, yang kemudian akan memutar poros turbin. Gerakan poros turbin akan ditransmisikan ke generator, yang menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah tersebut (Sukamta & Kusmantoro, 2013).

PLTMH umumnya memiliki kapasitas yang relatif kecil dan biasanya dibangun di daerah pedesaan atau terpencil yang memiliki sumber air yang cukup. Selain menghasilkan energi listrik yang bersih dan terbarukan, PLTMH juga dapat memberikan manfaat tambahan seperti pengendalian banjir, penyediaan air irigasi, dan pengembangan pariwisata. PLTMH merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang berpotensi untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca serta dapat memberikan akses listrik

yang lebih baik ke daerah-daerah terpencil yang belum teraliri listrik dari jaringan listrik pusat (Augustone & Pamungkas, 2020).

4. TURBIN KAPLAN

Turbin Kaplan adalah jenis turbin air yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga air. Turbin ini dirancang khusus untuk menghasilkan daya dari aliran air dengan ketinggian jatuh rendah atau sedang. Turbin Kaplan merupakan turbin air berjenis turbin aksial, yang artinya aliran air masuk dan keluar dari turbin dalam arah aksial sejajar dengan porosnya seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Turbin ini memiliki sudu-sudu yang dapat diatur, yang memungkinkan efisiensi yang tinggi dalam berbagai kondisi aliran air (Saputra & Liichan, 2018).



Gambar 4. Turbin Kaplan

Keunggulan turbin Kaplan adalah fleksibilitasnya dalam beradaptasi dengan variasi aliran air. Sudu-sudu turbin dapat diatur untuk memaksimalkan kinerja turbin dalam rentang aliran air yang luas. Turbin Kaplan cocok untuk digunakan di sungai atau saluran air dengan tinggi jatuh yang bervariasi atau pada saat terjadi fluktuasi aliran air (Syarif et al., 2018). Dalam konteks energi terbarukan, turbin Kaplan merupakan salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk memanfaatkan potensi energi air dan menghasilkan listrik secara bersih dan terbarukan.

5. STABILITAS DEBIT SUNGAI

Stabilitas debit sungai mengacu pada kemampuan sungai untuk menjaga debit air yang relatif stabil sepanjang waktu. Stabilitas debit sungai sangat penting dalam konteks pembangkit listrik tenaga air (Yanti Jannah et al., 2022). Beberapa faktor yang memengaruhi stabilitas debit sungai antara lain:

- a. Perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai dapat mempengaruhi aliran air dan debit sungai. Deforestasi, perubahan vegetasi, atau perubahan penggunaan lahan dari hutan ke

- pertanian atau perkotaan dapat mempengaruhi pola aliran air dan menyebabkan fluktuasi debit yang tidak stabil.
- b. Curah hujan yang tinggi atau tidak merata dapat menyebabkan fluktuasi debit yang signifikan. Hujan yang intensitasnya tinggi dalam waktu singkat dapat menyebabkan lonjakan debit, sementara curah hujan yang rendah dapat menyebabkan penurunan debit.
 - c. Laju aliran air yang cepat dari daerah aliran sungai yang curam dan berbatu cenderung menghasilkan fluktuasi debit yang lebih besar daripada sungai dengan laju aliran air yang lebih lambat. Perubahan topografi sungai dan karakteristik geomorfologi juga dapat mempengaruhi stabilitas debit.

6. METODOLOGI

Pengamatan unsur iklim menurut bulan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di Kampung Stamplat Girang, kecamatan Rancabali menunjukkan rata-rata jumlah curah hujan sebesar 192,6 mm/bulan dan jumlah hari hujan terjadi sebanyak 18 hari di setiap bulan pada tahun 2022 (Adhitya, 2023). Tabel 1 menunjukkan jumlah curah hujan dan jumlah hari hujan di setiap bulan sepanjang tahun 2022. Di Kampung Stamplat Girang hujan terjadi baik di musim kemarau maupun di musim hujan.

Tabel 1. Data Curah Hujan di Kampung Stamplat Girang Tahun 2022

Bulan	Jumlah Curah Hujan (mm)	Jumlah Hari Hujan (hari)
Januari	59,5	8
Februari	117,1	18
Maret	238,9	19
April	336,2	26
Mei	146,9	18
Juni	150,6	15
Juli	98,5	12
Agustus	29,9	9
September	182,2	15
Oktober	366,7	21
November	307,2	25
Desember	277,7	26
Rata-rata	192,6	18

Pada penelitian ini, pengambilan data kecepatan aliran dan pengukuran penampang Sungai Ciparay saat kondisi curah hujan normal dan saat kondisi curah hujan tinggi adalah data primer yang diambil langsung dari lapangan/ lokasi penelitian. Gambar 5 dan 6 memperlihatkan dokumentasi pengambilan data primer yang telah dilakukan di lokasi penelitian.



Gambar 5. Pengambilan data kecepatan aliran dan pengukuran penampang sungai saat curah hujan normal



Gambar 6. Pengambilan Data Kecepatan Aliran dan Pengukuran Penampang Sungai Saat Curah Hujan Tinggi

Current meter atau alat ukur arus, biasanya digunakan untuk mengukur aliran pada air rendah. Alat ini merupakan alat pengukur kecepatan yang paling banyak digunakan karena memberikan ketelitian yang cukup tinggi. Kecepatan aliran yang diukur adalah kecepatan aliran

titik dalam satu penampang aliran tertentu. Prinsip yang digunakan adalah adanya kaitan antara kecepatan aliran dengan kecepatan putar baling-baling *current meter* (Surya & Setiawan, 2021). Dari kecepatan yang didapatkan dari alat ukur arus, maka akan didapatkan debit pada suatu aliran tersebut. Pengukuran debit pada aliran air sungai memerlukan pengukuran yaitu luas penampang aliran dan kecepatan aliran. Dalam praktek, cara pengukuran debit dilakukan pengukuran langsung (*direct measurement*).

Current meter dapat pula dibagi kedalam dua kategori berdasarkan metode pengukurannya. Pertama *current meter* dengan pengukuran non-otomatik, yaitu *current meter* dengan cara pengukuran atau perekaman data kecepatan arus yang harus dilakukan langsung oleh seseorang untuk membacanya, biasanya alat ini ditempatkan pada suatu struktur tertentu. Kedua *current meter* dengan pengukuran otomatis, yaitu *current meter* yang merekam data kecepatan arus tanpa selalu harus langsung diperiksa oleh pengguna, biasanya tipe ini memiliki sarana penyimpanan data yang cukup untuk jangka waktu pengukuran tertentu.

Pengukuran kecepatan arus air, dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain:

- a. *Velocity Curved Method* (metode garis lengkung): cara ini memerlukan pengukuran pada banyak titik dalam satu garis vertikal dari permukaan air sampai dasar sungai. Pada umumnya pengukuran dilakukan pada setiap 1/10 bagian ke dalam mulai dari titik 0,1 bagian sampai 0,9 bagian. Metode ini digunakan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat dan dilakukan pada lokasi yang kondisi alirannya sangat tidak baik, misalnya alirannya terlalu deras dan terdapat banyak sampah.
- b. *Two-Point Method* (metode pengukuran dua titik): pengukuran kecepatan aliran air dengan cara ini dilangsungkan pada titik kedalaman 0,2 dan 0,8 dari permukaan air. Rata-rata kecepatan aliran air diperoleh dengan merata-ratakan kecepatan pengukuran pada kedua titik tersebut. Cara ini disarankan untuk tidak mengukur kecepatan aliran air pada lokasi yang kedalamannya kurang dari 0,76 meter, karena pada kedalaman kurang dari 0,76 meter, titik kedalaman 0,8 dan kedalaman 0,2 akan kurang dari 0,15 meter baik dari permukaan maupun dari dasar sungai, dan akan menyebabkan terjadinya gesekan antara baling-baling dengan sungai maupun udara.
- c. *Six-Tenths Method* (cara pengukuran 0,6 kedalaman): cara pengukuran ini dilakukan pada titik 0,6 kedalaman dari permukaan air. Cara ini dilakukan apabila two-point method (cara dua titik) tidak dapat dilakukan. Hasil pengukuran pada titik 0,6 kedalaman ini merupakan kecepatan rata-rata pada kedalaman air yang bersangkutan. Cara ini dapat dilakukan apabila kondisi air sebagai berikut:
 - i. Kedalaman air antara 0,25 meter dan 0,7 meter.

- ii. Aliran air membawa banyak sampah sehingga sulit untuk mengukur pada banyak titik.
- iii. Saat alat ukur tidak dapat diletakkan pada titik 0,8 kedalaman.
- iv. Tinggi permukaan air cepat berubah dan pengukuran harus dilaksanakan dengan cepat.

Pada penelitian ini digunakan *six-tenths method*.

Berdasarkan data aliran yang diperoleh, dilakukan perhitungan kecepatan aliran pada kondisi curah hujan normal dan curah hujan tinggi. Perhitungan kecepatan aliran dimulai dengan menghitung putaran rata-rata pada masing-masing titik dan kemudian dikonversikan per 30 detik. Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan rumus sesuai dengan jenis *current meter* yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan *current meter* jenis Propeller 1-147068 dengan diameter 50 mm dan pitch 0,050 m. Menurut (Surya & Setiawan, 2021), persamaan kecepatan aliran yang dipakai adalah

$$\text{Untuk } n \leq 3,06, \text{ maka } v = 0,0607n + 0,020 \quad (1)$$

$$\text{Untuk } 3,06 \leq n \leq 9,60, \text{ maka } v = 0,0558n + 0,035 \quad (2)$$

$$\text{Untuk } 9,60 \leq n \leq 17,65, \text{ maka } v = 0,0533n + 0,059 \quad (3)$$

Dua parameter penting tenaga air adalah debit (Q) yaitu volume air tiap satuan waktu pada sungai dan tinggi energi (H) yaitu beda energi sebelum dan sesudah bangunan pembangkit listrik (turbin). Kedua parameter ini merupakan variabel yang berubah dengan waktu dan tempat di sungai.

Menurut (Jakfar et al., 2022), untuk mendapatkan daya (watt) yang dihasilkan perlu dihitung aliran rata-rata yang dihasilkan dengan menggunakan rumus

$$Q = Av \quad \text{m}^3/\text{det} \quad (4)$$

dimana A penampang sungai (m^2) dan v kecepatan aliran rata-rata (m/det) di suatu titik.

Daya turbin efektif yang dihasilkan

$$P = \rho g H Q \eta \quad \text{kg m}^2/\text{det}^3 \quad (5)$$

dimana

ρ adalah massa jenis air ($1000 \text{ kg}/\text{m}^3$)

g adalah percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m}/\text{det}^2$)

H merupakan tinggi energi (m). Untuk turbin Kaplan yang digunakan $H = 2 \text{ m}$.

η adalah efisiensi turbin (perbandingan antara daya yang keluar dari suatu mesin atau alat dibagi dengan tenaga yang masuk mesin alat tersebut)

$$\eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100\% \quad (6)$$

Sementara daya listrik dinyatakan dalam

$$P = I \times V \text{ watt} \tag{7}$$

dimana I adalah arus listrik (Ampere) dan V adalah tegangan listrik (Volt) dengan 1 Volt Ampere sama dengan 1 watt. Dalam sistem Satuan Internasional (SI), 1 watt sama dengan 1 Joule/det atau $1 \text{ kg m}^2/\text{det}^3$.

7. HASIL DAN DISKUSI

Perhitungan kecepatan aliran dilakukan sebagai langkah awal untuk mengetahui stabilitas debit pada aliran sungai. Kecepatan aliran dihitung pada kondisi dengan curah hujan normal dan curah hujan tinggi. Kedalaman sungai dan lebar sungai dinotasikan sebagai h dan l . Posisi *current meter* pada kedalaman $0,6h$. Karena ketinggian air yang terus berubah serta gangguan dari luar, berdasarkan pemantauan data ketinggian air pada pengukuran biasa sering kali menghasilkan temuan yang salah (loekito et.all, 2023). Sehingga pada setiap titik pengamatan, dilakukan pengukuran pada 3 lokasi, yaitu A di tepi kanan, B di tengah, dan C di tepi kiri masing-masing dua kali pengukuran. Pada kondisi curah hujan normal diperoleh data aliran seperti pada Tabel 2. Sementara pada kondisi curah hujan tinggi diperoleh data aliran seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Data Aliran pada Curah Hujan Normal

Titik	h (cm)	l (m)	Putaran	Jumlah Putaran		
				A	B	C
I	48,0	2,00	1	167	407	30
			2	225	412	19
II	58,0	2,20	1	114	113	71
			2	99	115	71
III	28,0	1,50	1	109	461	440
			2	92	455	436
IV	32,5	2,00	1	211	354	107
			2	218	359	81
V	43,0	1,42	1	482	437	385
			2	498	447	404
VI	30,0	1,60	1	386	367	541
			2	401	386	549
VII	42,5	1,50	1	358	298	244
			2	343	308	243

Tabel 3. Data Aliran pada Curah Hujan Tinggi

Titik	h (cm)	l (m)	Putaran	Jumlah Putaran		
				A	B	C
I	97	3,0	1	146	460	89
			2	144	439	87
II	84	4,2	1	130	224	112
			2	160	214	123
III	60	1,6	1	392	614	760
			2	400	643	590
IV	48	2,2	1	403	325	315
			2	408	337	310
V	54	1,3	1	734	635	790
			2	735	649	735
VI	58	1,4	1	413	480	494
			2	413	537	570
VII	50	1,4	1	435	470	455
			2	478	479	450

3.1 Kecepatan Aliran pada Curah Hujan Rendah

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan kecepatan aliran pada curah hujan rendah. Kecepatan aliran paling besar adalah pada titik pengamatan V dan VI dengan kecepatan aliran rata-rata adalah 0,91 m/s. Sementara kecepatan aliran paling kecil adalah pada titik pengamatan II dengan kecepatan aliran rata-rata adalah 0,22 m/s.

Tabel 4. Kecepatan Aliran Pada Curah Hujan Rendah

Titik	h (cm)	l (m)	Putaran rata-rata			Putaran per detik (n)			Kecepatan (v) m/s			Rata-rata
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	
I	48,0	2,00	196,00	409,50	24,50	6,53	13,65	0,82	0,42	0,85	0,07	0,45
II	58,0	2,20	106,50	114,00	71,00	3,55	3,80	2,37	0,24	0,25	0,16	0,22
III	28,0	1,50	100,50	458,00	438,00	3,35	15,27	14,60	0,22	0,95	0,91	0,69
IV	32,5	2,00	214,50	356,50	94,00	7,15	11,88	3,13	0,45	0,74	0,21	0,47
V	43,0	1,42	490,00	442,00	394,50	16,33	14,73	13,15	1,01	0,91	0,82	0,91
VI	30,0	1,60	393,50	376,50	545,00	13,12	12,55	18,17	0,82	0,78	1,12	0,91
VII	42,5	1,50	350,50	303,00	243,50	11,68	10,10	8,12	0,73	0,63	0,51	0,62

Sumber: hasil perhitungan

3.2 Kecepatan Aliran Pada Curah Hujan Tinggi

Tabel 5 adalah perhitungan kecepatan aliran pada curah hujan tinggi. Kecepatan aliran paling besar adalah pada titik pengamatan V dengan kecepatan aliran rata-rata adalah 1,46 m/s. Sementara kecepatan aliran paling kecil adalah pada titik pengamatan II kecepatan aliran rata-rata adalah 0,34 m/s.

Tabel 5. Kecepatan Aliran pada Curah Hujan Tinggi

Titik	h (cm)	l (m)	Putaran rata-rata			Putaran per detik (n)			Kecepatan (v), m/s			
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	Rata-rata
I	97	3,0	145,00	449,50	88,00	4,83	14,98	2,93	0,31	0,93	0,20	0,48
II	84	4,2	145,00	219,00	117,50	4,83	7,30	3,92	0,31	0,46	0,26	0,34
III	60	1,6	396,00	628,50	675,00	13,20	20,95	22,50	0,82	1,29	1,39	1,17
IV	48	2,2	405,50	331,00	312,50	13,52	11,03	10,42	0,84	0,69	0,65	0,73
V	54	1,3	734,50	642,00	762,50	24,48	21,40	25,42	1,51	1,32	1,56	1,46
VI	58	1,4	413,00	508,50	532,00	13,77	16,95	17,73	0,86	1,05	1,10	1,00
VII	50	1,4	456,50	474,50	452,50	15,22	15,82	15,08	0,94	0,98	0,94	0,95

Sumber: hasil perhitungan

3.3 Daya Turbin Kaplan

Rencana turbin mikrohidro menggunakan turbin Kaplan sebagai penggerak ditempatkan di titik V yang menghasilkan kecepatan aliran paling besar pada saat kondisi curah hujan rendah maupun tinggi. Aliran rata-rata yang dihasilkan pada saat curah hujan rendah adalah $Q = 0,61 \times 0,91 = 0,56 \text{ m}^3/\text{det}$ dan pada saat curah hujan tinggi diperoleh $Q = 0,70 \times 1,46 = 1,02 \text{ m}^3/\text{det}$. Tabel 6 memperlihatkan daya turbin efektif yang akan dihasilkan, jika turbin diletakkan pada titik pengamatan V.

Tabel 6. Daya Turbin Efektif

Efisiensi Turbin η	P (Watt)	
	Curah Hujan Rendah	Curah Hujan Tinggi
0,60	6.592	12.007
0,65	7.142	13.008
0,70	7.691	14.009
0,75	8.240	15.009
0,80	8.721	16.087
0,85	9.267	17.093
0,90	9.812	18.098

Berdasarkan Tabel 6, daya listrik yang dihasilkan pada kondisi curah hujan rendah adalah 6.592 watt sampai 9.812 watt dengan efisiensi antara 0,6 sampai 0,9. Sementara daya listrik yang dihasilkan pada kondisi curah hujan tinggi berkisar antara 12.007 watt sampai 18.098 watt dengan efisiensi turbin 0,6-0,9. Daya listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pariwisata di Kampung Stamplat Girang, khususnya bagi wisatawan yang bermalam di rumah penduduk ataupun berkemah.

8. SIMPULAN

Aliran air rata-rata sungai Ciparay yang ada di Kampung Stamplat Girang, Desa Indragiri, Kecamatan Rancabali, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat terendah pada curah hujan rendah sebesar $0,22 \text{ m}^3/\text{s}$ dan tertinggi pada curah hujan tinggi sebesar $1,46 \text{ m}^3/\text{s}$. Dengan variasi debit sungai Ciparay pada curah hujan rendah dan tinggi yang diperoleh, Kampung Stamplat Girang membuat PLTMH dengan memanfaatkan Turbin Kaplan dengan tinggi energi 2 m. Daya listrik efektif terendah yang dihasil sebesar 6.592 watt pada kondisi curah hujan rendah dan efisiensi turbin sebesar 0,6 dan daya listrik efektif tertinggi yang dihasilkan sebesar 18.098 watt pada kondisi curah hujan tinggi dengan efisiensi turbin sebesar 0,9. Daya listrik efektif yang diperoleh dapat bermanfaat secara langsung pada berbagai aspek upaya pemerintah daerah untuk membantu pengembangan desa dalam pemberdayaan dan pengembangan lingkungan serta mendukung upaya pemerintah Indonesia untuk mendorong pengembangan energi mikro hidro dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Upaya keberlanjutan PLTMH menggunakan turbin Kaplan di Kampung Stamplat Girang dapat dilakukan penelitian lanjutan dimana pengukuran kecepatan aliran air sungai Ciparay diamati untuk waktu yang lama sehingga diperoleh variasi debit yang dapat menghasilkan daya listrik efektif yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, P. (2023). *Kecamatan Rancabali dalam Angka: Rancabali Subdistrict in Figures 2023*.
- Al Bawani, A. M., & Sudarti, S. (2022). Analisis Kelemahan Dan Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 99–104. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.99-104>
- Augustone, N., & Pamungkas, P. (2020). Potensi Perencanaan Aliran Air Bendungan Sei Gong Sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui PLTMH. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.37253/jcep.v1i1.714>
- Doda, N., & Mohammad, H. (2018). Analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Kabupaten Bone Bolango. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.32662/gojise.v1i1.134>
- Loekito, J.A, dkk (2023). Enhanced Digital Water Level Measurement for Irrigation Channel. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (1173)*, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1173/1/012044>
- Jakfar, A., Fatah, M., & R, A. L. A. (2022). Modification of Kaplan Turbine with Variation of Guide Angle (Guide Vanes) to Generate Electric Power. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 4(3), 269–282. <http://motivection.imeirs.org/index.php/motivection/article/view/153>
- Rohermanto, A. (2007). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Jurnal Vokasi*, 4(1), 28–36. <http://www.kompas.com>
- Saputra, R., & Liichan, T. (2018). Perancangan Ulang Turbin Kaplan Poros Vertikal Di Pltm Plumbungan. *Bina Teknika*, 14(2), 153. <https://doi.org/10.54378/bt.v14i2.354>

- Sukamta, S., & Kusmantoro, A. (2013). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 5(2), 58–63.
- Surya, A., & Setiawan, B. (2021). Analisis Kecepatan Arus Air Menggunakan Current Meter Dan Karakteristik Sungai Tuan Haji Besar Muhammad Arsyad Al Banjari Kabupaten Banjar. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(2), 335. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i2.6440>
- Syarif, A., Bow, Y., & Taufik, M. F. (2018). Analisis Kinerja Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Kaplan Sumberdaya Head Potensial. *Jurnal Kinetika*, 9(1), 33–40. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/article/view/2290>
- Yanti Jannah, W. M., Cahyono, A. D., Nugraha, R. P., Wijaya, E. P., Agustini, T., Setiawan, D., & Reswara, R. (2022). Cara Mudah Menentukan Debit Stabil Pada Saluran Terbuka Dengan Metode Sni 8137-2015. *Jurnal Spektran*, 10(2), 70. <https://doi.org/10.24843/spektran.2022.v10.i02.p02>