

## ANALISIS POTENSI *PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO* DI SUNGAI TANGGI KABUPATEN BENGKAYANG

Hedonius Prayogo.YB

<sup>1</sup>Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

---

### Informasi Makalah

Dikirim, 23 September 2025  
Direvisi, 29 September 2025  
Diterima, 26 Oktober 2025

---

### Kata Kunci:

*Mikrohidro*

*Observasi*

*Debit air*

---

### INTISARI

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah pembangkit berkapasitas mikro dengan sumber penggerak yang memanfaatkan air dalam debit yang kecil. Penelitian ini dilakukan di Sungai Tanggi, Kabupaten Bengkayang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar potensi energi listrik yang terbangkit berdasarkan karakteristik fisik lokasi penelitain dan debit air yang dihasilkan. Data penelitian berupa data DAS Tanggi, data curah hujan, data iklim dan data kondisi lokasi studi. Data DAS Tanggi diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bengkayang. Data curah hujan diperoleh dari Stasiun Klimatologi Kalimantan Barat. Data iklim diperoleh dari sumber; <https://dataonline.bmkg.go.id/dashboard>. Data kondisi lokasi studi diperoleh dengan melakukan observasi lapangan pada lokasi Riam Panggar di aliran Sungai Tanggi. Potensi energi listrik dapat dihasilkan dari analisis debit air dan *head*. Adapun hasil dari analisis debit air diperoleh nilai debit air yang bervariasi berdasarkan kondisi waktu penelitian dan data tahunan. Berdasarkan hasil penelitian, besar energi listrik yang dihasilkan dari debit pengukuran adalah 35.155,824 kWh. Sedangkan berdasarkan hasil analisis debit air bulanan adalah pada tahun 2020 sebesar 491.390,74 kWh, pada tahun 2021 sebesar 354.537,17 kWh, pada tahun 2022 sebesar 394.953,61 kWh, pada tahun 2023 sebesar 395.609,31 kWh dan pada tahun 2024 sebesar 451.099,06 kWh. Potensi ini diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan sekitar 300 konsumen..

---

### ABSTRACT

A micro-hydro power plant is a micro-capacity power plant with a driving source that utilizes water in a small discharge. This research was conducted in the Tanggi River, Bengkayang Regency. The purpose of this study was to determine the potential amount of electrical energy generated based on the physical characteristics of the research location and the water discharge produced. The research data consisted of Tanggi Watershed data, rainfall data, climate data and data on the condition of the study location. Tanggi Watershed data was obtained from the Public Works Department of Bengkayang Regency. Rainfall data was obtained from the West Kalimantan Climatology Station. Climate data was obtained from the source; <https://dataonline.bmkg.go.id/dashboard>. Data on the condition of the study location was obtained by conducting field observations at the Riam Panggar location in the Tanggi River flow. The potential for electrical energy can be generated from the analysis of water discharge and head. The results of the water discharge analysis obtained water discharge values that vary based on the conditions of the research time and annual data. Based on the research results, the amount of electrical energy generated from the measured discharge is 35,155.824 kWh. Meanwhile, based on the analysis of monthly water discharge, in 2020 it was 491,390.74 kWh, in 2021 it was 354,537.17 kWh, in 2022 it was 394,953.61 kWh, in 2023 it was 395,609.31 kWh, and in 2024 it was 451,099.06 kWh. This potential is estimated to meet the needs of approximately 300 consumers..

---

### Keyword:

*Micro Hydro Power Plant (MHP)*

*Micro Hydro Power Plant  
Potential Analysis*

*New and Renewable Energy (NRE)*

*Water Discharge*

---

**Korespondensi Penulis:**

Hedonius Prayogo.YB  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
JL. K.H. Ahmad Dahlan Purwokerto, 53182  
Email: penulis@gmail.com

---

**1. PENDAHULUAN**

Energi listrik dewasa ini sudah menjadi kebutuhan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Listrik banyak dimanfaatkan untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Fungsi listrik dalam kehidupan sehari-hari antara lain sebagai penerangan, pekerjaan rumah tangga, pekerjaan industri dan lain-lain. Peran vital listrik mengharuskan ketersediaan energi secara terus menerus agar tidak mengganggu kegiatan dan pekerjaan. Karena kontinuitas energi listrik merupakan salah satu faktor pendorong peningkatan strata hidup dan ekonomi masyarakat [1].

Indonesia yang merupakan negara agraris dan memiliki kekayaan air yang berlimpah sehingga sangat potensial dikembangkannya air sebagai energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik baik skala besar maupun kecil. Potensi tenaga air tersebar hampir di seluruh Indonesia dan diperkirakan mencapai 75.000 MW, sementara pemanfaatannya baru sekitar 2,5 persen dari potensi yang ada. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan untuk percepatan pembangunan daerah-daerah terpencil yang sulit dijangkau jaring PLN [2].

Air merupakan sumber energi terbarukan yang menjadi kebutuhan sehari-hari masyarakat. Potensi dari energi air sangat besar sekali, akan tetapi masih belum maksimal dalam pemanfaatannya. Aliran sungai sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber dari pembangkit listrik. Pemanfaatan air sebagai pembangkitan listrik merupakan bentuk dari eksplorasi pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang menggunakan air sebagai sumber energi potensial. Namun jumlah sungai yang banyak akan kurang efektif jika hanya dimanfaatkan untuk konsumsi, tempat rekreasi dan untuk mengairi lahan pertanian. Keterbatasan cadangan energi fosil menyebabkan urgensi penggunaan energi baru dan terbarukan menjadi perhatian pemerintah, pengusaha dan peneliti di bidang ketenagalistrikan[3].

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit berkapasitas mikro dengan sumber penggerak yang memanfaatkan air dalam debit yang kecil. Pada sistem PLTMH energi potensial *jatuh* air dikonversi menjadi energi gerak saat melewati pipa pesat (*penstock*) yang selanjutnya oleh turbin kembali diubah menjadi energi mekanik. Pada tahap akhir generator yang terhubung pada turbin akan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik [4].

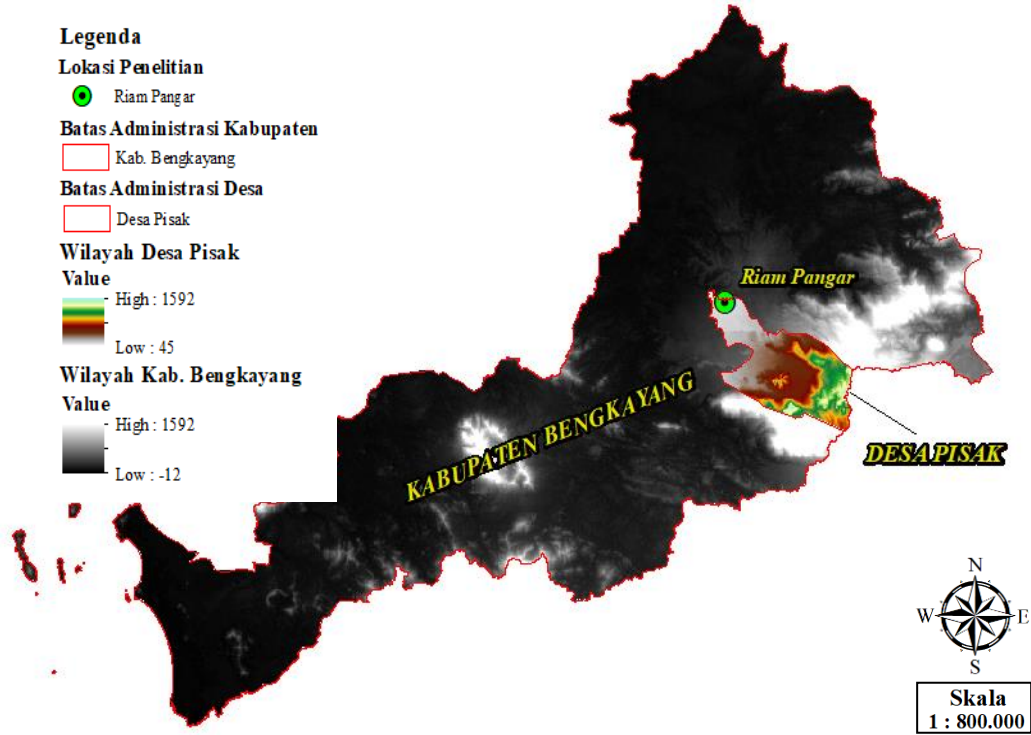
Sistem pembangkit listrik PLTMH adalah proses pemanfaatan air sebagai penggerak utama untuk dijadikan suatu pembangkit listrik. Sumber air dari PLTMH dapat bersumber dari sumber bendungan, sungai dan air terjun. Dalam prosesnya PLTMH memanfaatkan debit aliran air dan head sebagai komponen utama, head merupakan suatu beda ketinggian antara muka air dengan air yang keluar dari turbin air. PLTMH merupakan suatu pembangkitan energi yang efisien dan dapat diandalkan dari sumber energi terbarukan yang bersih, keandalan dan efisiensi tersebut merupakan keunggulan yang dimiliki oleh PLTMH [5].

Salah satu daerah yang memiliki potensi air yang besar adalah Kabupaten Bengkayang yang merupakan wilayah pegunungan di provinsi Kalimantan Barat. Selain merupakan wilayah pegunungan, Bengkayang juga merupakan wilayah yang memiliki banyak sungai-sungai besar. Salah satu sungai yang memiliki potensi yaitu Sungai Tanggi yang merupakan salah satu sungai besar yang terkenal akan riamnya. Riam Pangar adalah salah satu riam pada aliran Sungai Tanggi yang terletak di Dusun Segonde, Desa Pisak, Kecamatan Tujuhbelas, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Riam Pangar merupakan salah satu objek wisata alam yang terkenal dengan air terjunnya, sehingga menjadikannya sebagai objek yang memiliki potensi besar pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini akan melakukan analisis untuk menentukan lokasi ideal dan besar potensi energi listrik yang dihasilkan dari aliran Sungai Tanggi Kabupaten Bengkayang, dengan melakukan pengumpulan data secara langsung kelapangan untuk mengetahui besar potensi energi listrik terbangkit pada aliran Sungai Tanggi.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lokasi Riam Pangar pada Sungai Tanggi yang berada di Dusun Segonde, Desa Pisak, Kecamatan Tujuhbelas, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Lokasi Penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Area Lokasi Penelitian

## 2.2. Observasi Lapangan

Survei dilakukan di lokasi Riam Pangar pada aliran Sungai Tanggi. Adapun data yang diperlukan saat melakukan survei adalah luas penampang, kecepatan aliran air dan *head* air. Untuk menghitung luas penampang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{A} = \sum \frac{(d_i + d_{i+1})}{2} \Delta x \quad (1)$$

Keterangan :

- $\bar{A}$  = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)
- $\Delta x$  = Lebar masing-masing segmen (m)
- $d_i$  = Kedalaman sungai masing-masing segmen (m)
- $\Sigma$  = Penjumlahan dari seluruh segmen

Pada penelitian ini, kecepatan aliran air dibagi menjadi 4 segmen berdasarkan hasil pengukuran lebar aliran air. Adapun untuk menghitung kecepatan aliran rata-rata menggunakan persamaan rata-rata aritmatika sebagai berikut :

$$V_{rata-rata} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{4} \quad (2)$$

Keterangan :

- $V_{rata-rata}$  = Kecepatan aliran sungai rata-rata (m/s)
- $V_{1,2,3,4}$  = Kecepatan aliran sungai per segmen (m/s)

Dalam penelitian ini, observasi lapangan dilakukan menggunakan alat *Drone* dan *GPS Geodetik RTK GNSS SOUTH S86S*, serta dibantu dengan *software EarthGoogle* dan *software ArcGiss Desktop 10.8*.

## 2.3. Banji Analisis Nilai Evapotranspirasi

Metode yang digunakan dalam menganalisis nilai evapotranspirasi potensial adalah metode Penman. Metode Penman ini menggunakan data meteorologi seperti curah hujan, suhu, kelembaban, kecepatan angin dan radiasi matahari. Adapun langkah awal menganalisis nilai evapotranspirasi adalah dengan menghitung curah hujan rata-rata wilayah stasiun hujan dengan metode Poligon Thiessen yang dibantu menggunakan *software Excel* dan *software ArcGiss Desktop 10.8*.

Untuk perhitungan curah hujan rata-rata bulanan poligon thiessen menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + A_3 \cdot R_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad (3)$$

Untuk perhitungan hari hujan rata-rata bulanan poligon thiessen menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{H} = \frac{A_1 \cdot H_1 + A_2 \cdot H_2 + A_3 \cdot H_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad (4)$$

Keterangan :

- $R$  = Curah hujan bulanan (mm)
- $H$  = Hari hujan bulanan (Hari); (n)
- $\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata bulanan (mm)
- $\bar{H}$  = Hari hujan rata-rata bulanan (Hari); (n)
- $A$  = Luas area tangkapan hujan.

Tabel 1. Nilai RA Berdasarkan Garis Lintang Bumi

	Belahan Bumi											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	<b>Lintang Utara</b>											
10	13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9
8	13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3
6	13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15	14,2	13,7
4	14,3	15	15,5	15,5	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1
2	14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4
0	15	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8
	<b>Lintang Selatan</b>											
0	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
2	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16	16
4	15,8	16	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14	15	15,7	15,8	15,7
6	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
8	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
10	15	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8

Adapun data-data yang akan digunakan pada analisis ini adalah sebagai berikut :

a) Data DAS Tanggi

Tabel 2. Data DAS Tanggi

No	Nama Sungai	Koordinat		Panjang (km)	Lebar (m)	Desa/Kelurahan	Kecamatan	Klasifikasi Desa
		x	y					
1	Sungai Tanggi	109,7317	1,139114	38,21	15-30 m	Pisak	Tujuh Belas	Perdesaan

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bengkayang



Gambar 3. Peta Catchment Area DAS Tanggi

Diketahui luas catchment area DAS Tanggi adalah 104.009.115 m<sup>2</sup>.

b) Data Curah Hujan

Tabel 3. Data Curah Hujan Stasiun Ledo (mm)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2020	378	187	195	202	370	342	289	178	410	303	731	322
2021	303	247	204	169	335	157	102	340	339	192	281	119
2022	238	351	347	258	209	282	158	508	292	265	428	220
2023	230	367	469	282	202	179	243	178	103	286	276	347
2024	598	403	429	598	278	171	182	431	226	204	622	394

Tabel 4. Data Curah Hujan Stasiun Meteorologi Paloh Sambas (mm)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2020	392	144	91	242	230	212	567	231	369	244	402	309
2021	634	149	254	113	140	93	304	318	260	164	320	197
2022	419	183	74	128	153	216	82	288	152	409	547	401
2023	715	482	460	73	104	86	145	35	158	253	260	322,6
2024	387	261	145	197	103	104	109	370	72	221	400	649

Tabel 5. Data Curah Hujan Stasiun Singkawang Timur (mm)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2020	399	253	210	197	427	548	642	248	315	219	623	143
2021	357	289	363	106	418	263	159	474	152	208	339	130
2022	219	361	88	233	133	276	152	493	181	470	493	446
2023	369	287	692	166	222	100	245	101	169	357	453	433
2024	571	287	308	234	300	184	77	404	102	277	415	299

c) Data Hari Hujan

Tabel 6. Data Hari Hujan Stasiun Ledo (Hari)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2020	16	7	11	7	12	17	15	13	24	18	28	22
2021	23	8	20	12	16	10	9	16	14	13	19	16
2022	18	19	22	17	19	18	11	19	15	23	23	17
2023	17	17	26	17	20	17	12	18	12	23	22	23
2024	24	16	19	23	24	20	11	28	15	18	30	23

Tabel 7. Data Hari Hujan Stasiun Meteorologi Paloh Sambas (Hari)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2020	23	17	11	19	19	23	27	16	28	19	25	25
2021	20	7	22	8	19	18	13	25	18	18	25	27
2022	21	21	14	15	14	23	12	23	20	30	22	23
2023	24	18	24	13	12	16	13	13	19	25	26	27
2024	24	17	17	15	18	17	12	25	16	17	27	22

Tabel 8. Data Hari Hujan Stasiun Meteorologi

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2020	22	13	10	16	15	18	22	15	18	17	27	14
2021	17	9	17	9	18	13	7	19	13	11	16	12
2022	16	17	9	15	14	19	13	15	14	18	20	17
2023	18	10	20	10	12	9	10	11	9	21	22	21
2024	21	16	14	17	13	13	5	24	9	17	26	19

d) Data Iklim

Tabel 9. Data Kecepatan Angin (m/s)

Tahun	Kecepatan Angin (km/hari)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2020	94,76	113,21	94,76	112,32	103,12	95,04	100,34	91,97	100,80	125,42	103,68	119,85
2021	139,35	129,60	89,19	97,92	100,34	106,56	117,06	111,48	103,68	103,12	100,80	105,91
2022	89,19	98,74	91,97	89,28	91,97	95,04	89,19	89,19	95,04	91,97	83,52	103,12
2023	94,76	101,83	83,61	86,40	91,97	80,64	117,06	100,34	103,68	64,10	66,24	69,68
2024	83,61	86,40	86,40	80,64	80,83	77,76	91,97	72,46	112,32	100,34	69,12	86,40

Tabel 10. Data Suhu Udara (°C)

Tahun	Suhu Udara (°C)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2020	26,51	26,38	26,98	27,52	27,34	27,36	27,36	27,32	26,40	27,17	26,55	26,64
2021	25,82	25,41	26,06	27,41	27,72	27,34	27,34	26,58	26,80	27,26	26,83	26,69
2022	26,03	26,51	26,99	27,36	28,07	26,53	26,53	26,75	26,61	26,45	26,55	26,35
2023	25,99	25,98	26,01	27,05	28,08	27,82	27,82	27,77	27,57	27,11	26,94	26,97
2024	26,70	26,89	27,27	27,92	28,07	27,46	27,46	26,71	27,90	27,40	26,93	27,04

Tabel 11. Data Kelembaban (%)

Tahun	Kelembaban (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2020	90%	88%	88%	87%	86%	87%	89%	86%	89%	88%	90%	89%
2021	91%	89%	90%	85%	86%	85%	85%	88%	87%	88%	88%	89%
2022	91%	89%	87%	87%	85%	89%	86%	88%	86%	90%	89%	88%
2023	91%	91%	91%	88%	86%	85%	84%	86%	86%	89%	89%	90%
2024	90%	90%	87%	87%	87%	87%	86%	91%	86%	88%	91%	91%

Tabel 12. Penyinaran Matahari (%)

Tahun	Penyinaran Matahari (%)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2020	28,8	38,7	43,8	46,5	48,4	38,3	38,4	53,5	29,8	43,5	25,8	28,4
2021	22,0	46,8	34,8	65,2	42,6	42,9	58,8	40,8	35,6	41,5	38,3	29,2
2022	26,2	41,6	47,1	51,3	52,7	44,0	44,9	41,9	28,8	28,5	35,7	24,9
2023	25,9	30,2	25,6	55,6	56,0	49,2	52,0	50,2	33,1	31,3	34,9	35,6
2024	31,9	29,7	34,3	45,0	44,8	33,0	40,1	26,7	39,3	32,4	24,2	22,5

#### 2.4. Analisis Debit Air

Debit air adalah jumlah air yang mengalir melalui suatu titik atau saluran dalam waktu tertentu. Debit ini biasanya diukur dalam satuan volume per waktu, misalnya liter per detik (L/s) atau meter kubik per detik (m<sup>3</sup>/s). Debit di suatu lokasi di sungai dapat diperkirakan dengan melakukan pengukuran dilokasi, berdasarkan data debit dari stasiun terdekat dan berdasarkan data curah hujan. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m<sup>3</sup>/s). Rumus debit air dapat dihitung dengan menggunakan rumus aliran fluida, yaitu :

$$Q = A \cdot V \quad (5)$$

Keterangan:

Q = Debit (m<sup>3</sup>/s)

A = Luas bagian penampang basah (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/s)

Adapun untuk mendapatkan data debit air tahunan dapat dilakukan dengan menganalisis data meteorologi dengan menggunakan metode F.J Mock yang dibantu menggunakan *software Microsoft Excel*.

Tabel 13. Nilai *Exposed Surface*

m	Daerah
0	Hutan primer sekunder
10%-40%	Untuk daerah tererosi
30%-50%	Untuk daerah ladang pertanian

#### 2.5. Analisis Energi Listrik Terbangkit

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau melakukan suatu perubahan. Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat dirubah bentuknya. Pada dasarnya, energi terbagi menjadi energi tak terbarukan (minyak bumi, batu bara, nikel dan lain-lain) dan energi terbarukan (air, angin, matahari dan lain-lain). Adapun rumus untuk menghitung energi adalah :

$$E = P \cdot t \quad (6)$$

Keterangan :

E = Energi (kWh)

P = Daya listrik (kW)

t = Waktu (*hour*)

Analisis Energi listrik terbangkit dihasilkan setelah mendapatkan nilai daya listrik terbangkit yang dihasilkan dari aliran Sungai Tanggi dilakukan setelah mendapat nilai debit andalan dan tinggi terjun air serta efisiensi dari keseluruhan potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = g \cdot H \cdot Q \cdot \eta \quad (7)$$

Keterangan :

P = Daya Listrik yang dihasilkan (kW)

g = Gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

- $\eta$  = Efisiensi keseluruhan PLTMH  
 $H$  = Tinggi jatuh air (m)  
 $Q$  = Debit air (m<sup>3</sup>/s)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Menganalisis Lokasi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Untuk mengetahui lokasi potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro perlu dilakukannya analisis terhadap karakteristik fisik pada lokasi Riam Pangar, yaitu luas penampang sungai, kecepatan aliran sungai, debit air dan *head* air.

Pada pengukuran luas penampang sungai diperlukan parameter pengukuran yaitu lebar sungai dan kedalaman air. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur meteran dan tongkat bambu. Dari hasil pengukuran lebar sungai, dapat diketahui bahwa lebar Sungai Tanggi pada lokasi Riam Pangar adalah 27,20 m. Setelah mendapatkan nilai lebar sungai, lanjut untuk mengukur kedalaman sungai. Untuk mempermudah dan meningkatkan ketelitian dalam pengukuran, lebar sungai dibagi menjadi 4 segmen dengan jarak rata-rata persegmen relatif sama yaitu 6,8 m. Pembagian persegmen ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengambilan titik-titik pengukuran kedalaman dan kecepatan aliran sungai secara sistematis.

Tabel 14. Data Hasil Pengukuran Kedalaman Sungai

Segmen	Kedalaman Sungai (m)
1	0,9
2	1,22
3	1,68
4	1,44

Maka untuk mengetahui nilai luas penampang pada aliran sungai dilakukan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{A} = \sum \frac{(d_i + d_{i+1})}{2} \Delta x \quad (8)$$

Sehingga dapat diketahui nilai penampang Sungai Tanggi adalah 27,68 m<sup>2</sup>.

Adapun untuk mengukur kecepatan aliran air menggunakan alat ukur *Currentmeter Flowacth* pada masing-masing segmen lebar aliran sungai. Pengukuran ini dilakukan pada hari Jumat, 27 Juni 2025 dilakukan pengukuran berulang sebanyak 5 kali dalam jeda waktu 30 menit sekali. Hal ini dilakukan guna memperoleh data yang lebih akurat.

Tabel 15. Data Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai (m/s)

Segmen	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>
1	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9
2	0,8	0,8	0,9	1	1,2
3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6
4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4

Dapat diketahui bahwa pada pengukuran V<sub>4</sub> dilakukan sebelum hujan dan pada pengukuran V<sub>5</sub> dilakukan setelah hujan, maka hasil yang didapat menunjukkan nilai besar dibandingkan hasil pengukuran pada V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> dan V<sub>3</sub>. Untuk mengetahui nilai rata-rata kecepatan aliran sungai dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_{rata - rata} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{4} \quad (9)$$

Tabel 16. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran Air Rata-rata (m/s)

V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>
0,525	0,5	0,55	0,65	0,775

Setelah mendapatkan nilai luas penampang dan kecepatan aliran air, maka akan dilanjutkan untuk menghitung nilai debit air menggunakan persamaan sebagai berikut :

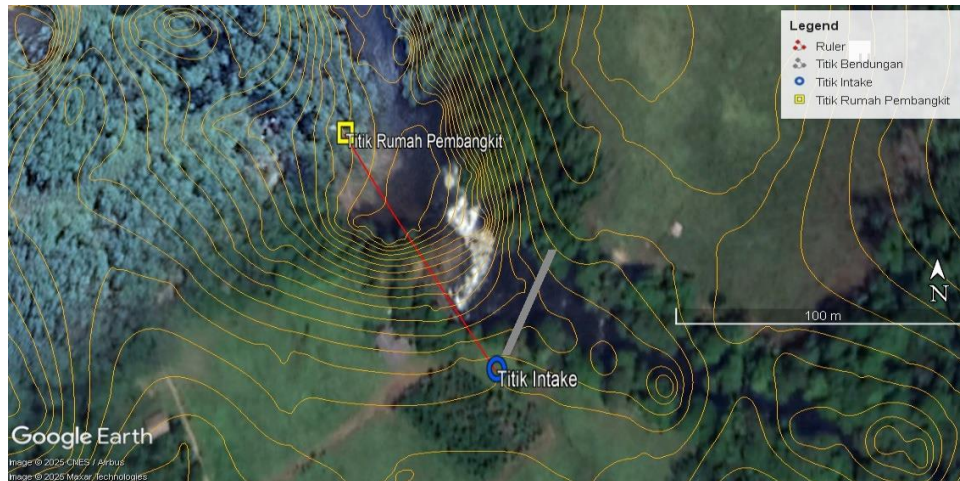
$$Q = A \cdot V$$

(10)

Tabel 17. Hasil Perhitungan Debit Air (m<sup>3</sup>/s)

Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>
14,532	13,84	15,224	17,992	21,452

Kemudian untuk menghitung tinggi jatuh air (*head*) dapat diukur dari titik elevasi titik pengambilan air (intake) dan titik elevasi rencana rumah pembangkit dengan dibantu menggunakan *drone* untuk pemindaian area lokasi penelitian dan menggunakan *GPS Geodetik RTK GNSS SOUTH S86S* untuk mengetahui titik koordinat lokasi. Tujuan ini untuk pembuatan peta topografi menggunakan *software GoogleEarth*, sehingga mempermudah untuk mengukur elevasi secara akurat berdasarkan medan area lokasi penelitian. Peta topografi lokasi penelitian tersajikan pada Gambar 3.



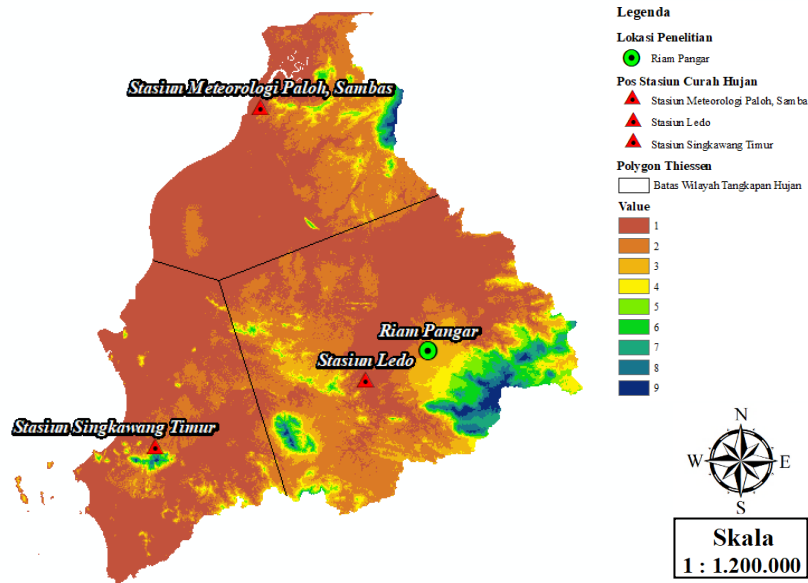
Gambar 4. Peta Topografi Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan elevasi diatas, dapat diketahui bahwa nilai elevasi pada titik intake adalah 105 m dan nilai elevasi pada titik rumah pembangkit adalah 93 m. Maka didapatkan nilai *head* yang diperoleh dari kedua titik elevasi tersebut adalah 12 m.

### 3.2. Analisis Nilai Evapotranspirasi

Dalam penelitian ini, evapotranspirasi dihitung menggunakan **metode Penman**, karena metode ini dianggap lebih akurat dibanding metode empiris lainnya, dengan mempertimbangkan variabel meteorologi yang meliputi suhu udara, kelembaban relatif, kecepatan angin, dan radiasi matahari.

Salah satu tahapan awal dalam analisis neraca air menggunakan metode Penman adalah menentukan **curah hujan rata-rata wilayah antar stasiun hujan**, yang meliputi data curah hujan bulanan dan hari hujan bulanan. Adapun untuk menghitung curah hujan rata-rata menggunakan metode Poligon Thiessen serta dibantu menggunakan *software ArcGiss Desktop 10.8*. Metode ini mampu memberikan bobot terhadap masing-masing stasiun hujan berdasarkan luas wilayah pengaruhnya.



Gambar 5. Peta Poligon Stasiun Hujan

Diketahui bahwa luas pengaruh tangkapan hujan pada stasiun Ledo yaitu 2266,65 m<sup>2</sup>, stasiun Singkawang Timur yaitu 1570,37 m<sup>2</sup> dan stasiun Meteorologi Paloh Sambas yaitu 3053,51 m<sup>2</sup>. Untuk menghitung data curah hujan rata-rata dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + A_3 \cdot R_3}{A_1 + A_2 + A_3} \tag{11}$$

Tabel 18. Hasil Perhitungan Data Curah Hujan Rata-Rata (mm)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2020	388,99	182,99	152,33	218,59	320,95	331,34	492,64	217,44	370,18	257,71	560,59	275,44
2021	461,99	214,19	262,39	129,83	267,5	152,8	204,51	360,79	261,37	183,24	311,5	156,07
2022	313,88	278,83	166,99	194,69	166,86	251,38	122,95	407,09	204,66	375,53	495,55	351,72
2023	476,6	399,73	515,83	162,95	163,13	119,78	200,03	97,08	142,41	287,56	309,25	355,79
2024	498,34	313,64	275,51	337,34	205,46	144,27	125,72	397,81	129,5	228,17	476,45	485,35

Adapun untuk menghitung data hari hujan rata-rata dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{H} = \frac{A_1 \cdot H_1 + A_2 \cdot H_2 + A_3 \cdot H_3}{A_1 + A_2 + A_3} \tag{12}$$

Tabel 19. Hasil Perhitungan Data Hari Hujan Rata-Rata (Hari)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2020	20,47	12,80	10,77	14,37	15,79	19,89	21,91	14,79	24,41	18,22	26,44	21,51
2021	20,30	7,78	20,20	9,54	17,79	14,23	10,32	20,67	15,54	14,76	20,98	19,96
2022	18,87	19,43	15,49	15,66	15,64	20,44	11,90	19,86	16,99	24,96	21,87	19,66
2023	20,33	15,85	23,75	13,63	14,63	14,73	11,99	14,19	14,42	23,43	23,77	24,32
2024	23,32	16,44	16,97	18,09	18,83	17,08	10,08	25,76	17,49	17,33	27,76	21,65

Setelah mendapatkan nilai data curah hujan rata-rata dan data hari hujan rata-rata, maka akan dilanjutkan untuk menghitung analisis nilai evapotranspirasi menggunakan metode modifikasi Penman (FAO) dan dibantu menggunakan *software Excel*.

Tabel 20. Hasil Analisis Nilai Evapotranspirasi (mm/hari)

Tahun	BULAN											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2020	3,02	4,19	4,07	4,04	3,45	2,98	2,75	3,93	3,27	3,53	2,76	3,44
2021	2,88	4,02	3,57	4,42	3,61	3,50	3,49	3,47	3,62	3,74	3,34	3,80
2022	3,12	3,83	4,04	4,08	3,94	3,05	3,61	3,34	3,79	3,11	2,89	3,25
2023	2,80	3,45	2,95	4,14	3,92	3,57	3,56	4,45	4,08	3,34	3,26	3,18
2024	2,80	3,71	3,71	3,67	3,73	3,39	3,66	3,26	4,16	3,58	2,86	2,90

### 3.3. Analisis Debit Air

Dalam penelitian ini, analisis debit dilakukan untuk mengetahui besaran dari nilai debit pengukuran dan debit andalan yang di peroleh dari hasil perhitungan menggunakan persamaan tertentu. Perlu diketahui bahwa debit pengukuran merupakan debit air yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan yang menunjukkan besarnya aliran sungai pada periode tertentu. Sedangkan debit andalan merupakan debit air yang diperoleh dari hasil analisis data hidrologi dalam bentuk data bulanan menggunakan metode F.J. Mock.

#### 3.3.1 Debit Pengukuran

Berdasarkan hasil observasi lapangan pada aliran Sungai Tanggi, perlu dilakukan analisis terhadap debit pengukuran rata-rata dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{Q} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5}{5} \quad (13)$$

Maka dapat diketahui bahwa debit pengukuran rata-rata pada aliran Sungai Tanggi adalah sebesar 16,608 m<sup>3</sup>/s.

#### 3.3.1 Debit Bulanan

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis terhadap debit air bulanan menggunakan metode F.J. Mock yang merupakan metode empirik berbasis data klimatologi dan hidrologi dan dibantu menggunakan *software Excel*. Analisis dilakukan mulai dari proses neraca air bulanan seperti evapotranspirasi, surplus air, infiltrasi, hingga perhitungan total debit aliran sungai. Adapun data yang digunakan yaitu data curah hujan bulanan rata-rata, data jumlah hari hujan bulanan rata-rata, jumlah hari dalam satu bulan, data evapotranspirasi dan catchment area sungai.

Tabel 21. Hasil Perhitungan Analisis Debit Air Bulanan (m<sup>3</sup>/s)

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
2020	8,14	4,24	3,39	3,72	6,30	8,17	12,55	5,88	9,67	7,17	14,43	7,63
2021	10,13	5,78	6,03	3,30	4,61	3,88	3,66	7,44	6,41	4,93	6,69	3,18
2022	6,18	6,39	3,88	3,65	2,74	4,55	2,03	8,56	5,15	7,88	13,01	9,66
2023	10,57	11,20	13,30	7,26	4,12	2,53	3,10	1,17	1,68	4,34	6,66	8,08
2024	11,03	8,22	7,18	8,23	5,28	3,81	1,76	7,95	3,12	3,71	11,10	12,47

### 3.4. Analisis Energi Listrik Terbangkit

Dalam penelitian ini, akan dilakukan perhitungan analisis potensi energi listrik terbangkit. Adapun tujuan dari perhitungan ini yaitu untuk mengetahui besar energi listrik yang dapat dihasilkan pada aliran Sungai Tanggi, khususnya pada lokasi Riam Pangar. Untuk mendapatkan nilai besar energi listrik yang terbangkit perlu dilakukan analisis terhadap daya listrik terbangkit terlebih dahulu dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = g \cdot H \cdot Q \cdot \eta \quad (14)$$

Dimana dapat diketahui nilai gravitasi ( $g$ ) adalah  $9,8 \text{ m/s}^2$ , nilai *head* ( $H$ ) adalah 12 m, nilai efisiensi PLTMH ( $\eta$ ) adalah 75 %. Maka dapat diketahui bahwa nilai daya listrik terbangkit adalah sebagai berikut :

- Daya listrik terbangkit berdasarkan nilai debit pengukuran adalah 1.464,826 kW.
- Daya listrik terbangkit berdasarkan nilai debit bulanan disajikan pada Tabel 22.

Tabel 22. Data Daya Listrik Terbangkit Selama 5 Tahun (kW)

Bulan	2020	2021	2022	2023	2024
Jan	717,580	893,439	545,436	932,103	972,631
Feb	373,658	510,155	563,452	987,482	725,189
Mar	299,294	531,598	342,090	1173,242	633,505
Apr	328,071	291,238	321,979	640,359	725,680
Mei	555,983	406,659	241,949	363,487	465,448
Jun	720,249	342,644	401,654	223,056	336,457
Jul	1106,888	323,106	178,913	273,395	155,382
Ags	518,883	656,003	755,320	103,443	701,450
Sep	853,031	565,656	454,564	147,837	275,229
Okt	632,455	434,705	694,831	383,153	326,999
Nov	1273,143	589,639	1147,538	587,702	979,250
Des	672,930	280,583	852,046	712,680	1100,086

Setelah mendapatkan nilai data daya listrik terbangkit, baik pada debit pengukuran maupun debit bulanan selama 5 tahun. Maka dilanjutkan untuk menghitung energi listrik terbangkit dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$E = P \cdot t$$

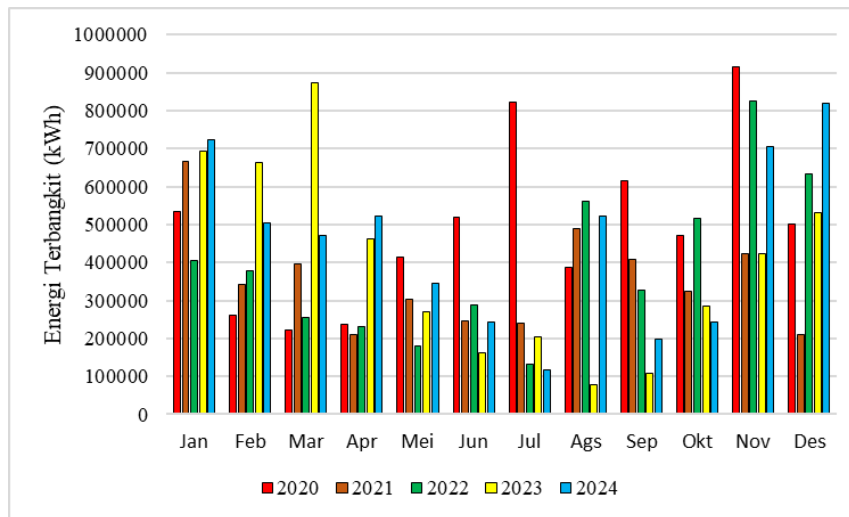
(15)

Maka didapatkanlah nilai energi listrik terbangkit sebagai berikut :

- Energi listrik terbangkit berdasarkan daya listrik dari hasil debit pengukuran, dimana nilai  $t$  yaitu 24 *hour*. Maka besar energi listrik terbangkit adalah 35.155,824 kWh.
- Energi listrik terbangkit berdasarkan daya listrik dari hasil analisis debit bulanan selama 5 tahun, dimana nilai  $t$  yaitu 24 *hour* dikali dengan jumlah hari pada masing-masing bulan. Data disajikan pada Tabel 23. dan Gambar 6.

Tabel 23. Data Energi Listrik Terbangkit Bulanan Selama 5 Tahun (kWh)

Bulan	2020	2021	2022	2023	2024
Jan	533.879,71	664.718,71	405.804,40	693.484,27	723.637,33
Feb	260.066,14	342.824,39	378.639,80	663.587,91	504.731,68
Mar	222.674,42	395.509,12	254.514,96	872.891,77	471.327,62
Apr	236.211,38	209.691,49	231.825,02	461.058,48	522.489,77
Mei	413.651,68	302.554,21	180.009,74	270.434,49	346.293,53
Jun	518.579,18	246.704,02	289.190,67	160.600,46	242.248,74
Jul	823.524,84	240.391,18	133.111,27	203.405,63	115.604,47
Ags	386.049,07	488.065,93	561.957,90	76.961,24	521.878,84
Sep	614.182,38	407.272,26	327.285,83	106.442,36	198.164,88
Okt	470.546,77	323.420,75	516.953,92	285.065,83	243.287,39
Nov	916.663,13	424.539,94	826.227,23	423.145,21	705.060,15
Des	500.660,16	208.754,00	633.922,57	530.234,11	818.464,33



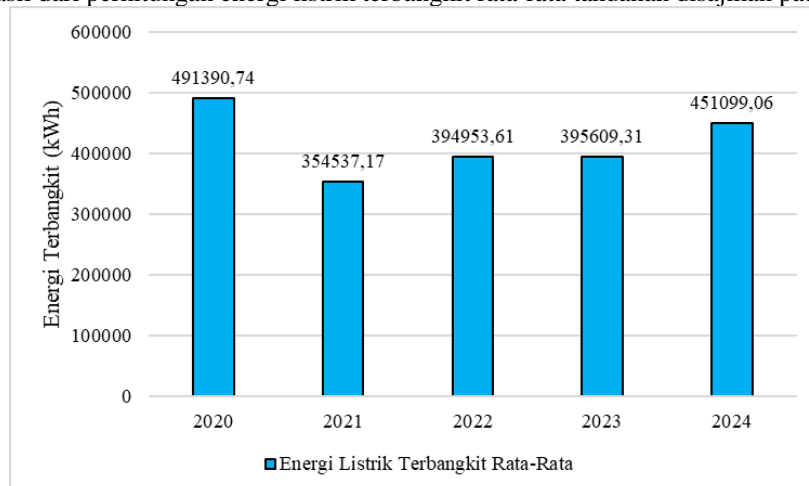
Gambar 6. Diagram Data Energi Listrik Terbangkit Bulanan Selama 5 Tahun

Setelah mendapatkan data energi listrik terbangkit bulanan selama 5 tahun, maka dilanjutkan untuk menghitung besar energi listrik terbangkit rata-rata tahunan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{E} = \frac{E_{2020} + E_{2021} + E_{2022} + E_{2023} + E_{2024}}{5}$$

(16)

Data hasil dari perhitungan energi listrik terbangkit rata-rata tahunan disajikan pada Gambar 7.



#### Gambar 7. Diagram Data Energi Listrik Terbangkit Rata-Rata Tahunan

Dari hasil analisis diatas, dapat diketahui bahwa energi listrik terbangkit yang dihasilkan dari daya listrik terbangkit berdasarkan data debit pengukuran memiliki nilai yang sangat besar di bandingkan dengan energi listrik terbangkit yang dihasilkan dari daya listrik terbangkit berdasarkan analisis debit air bulanan. Hal ini dipengaruhi oleh faktor iklim dan waktu pengambilan data, dimana data debit pengukuran hanya diambil pada waktu satu hari saja.

Adapun dari hasil analisis pada energi listrik terbangkit berdasarkan data debit bulanan, dapat diketahui bahwa energi listrik terbangkit rata-rata yang dihasilkan pada tahun 2021 merupakan energi listrik terbangkit dengan memperoleh nilai terendah selama 5 tahun terakhir. Sedangkan energi listrik terbangkit rata-rata yang dihasilkan pada tahun 2020 merupakan energi listrik terbangkit dengan memperoleh nilai terbesar selama 5 tahun terakhir. Hal ini dipengaruhi oleh faktor iklim yang terjadi pada sepanjang tahun tersebut, sehingga pada masing-masing tahun memperoleh energi listrik terbangkit dengan nilai yang diperoleh bervariasi selama 5 tahun terakhir.

#### 4. KESIMPULAN

Lokasi Riam Pangar pada aliran Sungai Tanggi merupakan salah satu area yang memiliki karakteristik fisik yang mendukung untuk pembangunan PLTMH. Hal ini dikarenakan bahwa pada lokasi penelitian tersebut tersedia debit air yang cukup besar dan tinggi *jatuh* air (*head*) yang memadai. Berdasarkan hasil observasi dan perhitungan, diketahui bahwa tinggi *jatuh* air (*head*) sebesar 12 meter dan debit air bervariasi berdasarkan kondisi waktu pengukuran dan data tahunan, sehingga memenuhi syarat sebagai sumber energi terbarukan berbasis mikro.

Pada perhitungan potensi energi listrik, dilakukan dua pendekatan berdasarkan variasi daya terbangkit. Berdasarkan hasilnya, perbedaan kedua data energi listrik terbangkit diatas menunjukkan bahwa penggunaan debit bulanan selama 5 tahun memberikan estimasi potensi energi yang lebih konservatif dan berkelanjutan sepanjang tahun, sehingga dapat di rekomendasikan sebagai acuan dalam kapasitas perencanaan pembangunan pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Sedangkan debit pengukuran hanya mencerminkan kondisi sesaat saat pengukuran dan cenderung tidak berkelanjutan sepanjang tahun, karena dipengaruhi oleh curah hujan sesaat atau musiman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sofyan and I. M. Sudana, "Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) berdasarkan debit air dan kebutuhan," 2022.
- [2] R. P. Dewi, "Analisis potensi daya listrik aliran sungai Cibuni," *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 25–29, 2020.
- [3] I. Sunaryantiningsih and C. Sari, "Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Sungai Patihan Kabupaten Madiun," *Set-up: Jurnal Keilmuan Teknik*, vol. 1, no. 2, pp. 177–186, 2023.
- [4] B. Santosa and M. Wahyuni, "Kajian sensitivitas parameter model F.J. Mock untuk analisis ketersediaan air," *PRAXIS: Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat dan Jejaring*, vol. 7, no. 2, pp. 164–172, 2025.
- [5] M. S. U. Anam, I. Sunaryantiningsih, and I. T. Yuniahastuti, "Analisis potensi sumber daya air sebagai pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH)," *Jurnal ELECTRA: Electrical Engineering Articles*, vol. 3, no. 1, 2022.
- [6] U. Aprianingrum and A. Rusdin, "Perencanaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Sungai Torue Kabupaten Parigi Moutong," *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, vol. 11, pp. 11–20, 2020.
- [7] W. E. Putra, I. W. Sukerayasa, and I. A. D. Giriantari, "Studi potensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) di Sungai Yeh Dikis Banjar Lebah Kabupaten Tabanan," *J. SPEKTRUM*, vol. 10, no. 2, 2023.
- [8] M. Sofyan and I. M. Sudana, "Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) berdasarkan debit air dan kebutuhan masyarakat," *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, vol. 11, no. 2, pp. 45–53, 2022.
- [9] R. S. Hendrasari and M. Nurlaeli, "Potensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) di Sungai Ciseel," *Jurnal Ilmiah TELSINAS*, vol. 7, no. 2, pp. 145–154, Sep. 2024, doi: 10.38043/telsinas.v7i2.5494.
- [10] Hidayat, *Mikrohidro*. Sumbar, Indonesia: Bung Hatta University Press, 2017.
- [11] W. Paryatmo, *Turbin air*, 2nd ed. Yogyakarta: Graha Ilmu bekerja sama dengan Penerbit Universitas Pancasila, 2007.
- [12] D. Marsudi, *Pembangkitan energi listrik*. Jakarta: Erlangga, 2011.
- [13] Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumberdaya Air dan Konstruksi, *Modul hidrologi, kebutuhan dan ketersediaan air, pelatihan alokasi air*. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017.
- [14] Jamaaluddin, I. Anshory, I. Sulistiyowati, and A. Ahfas, *Pengantar teknik tenaga listrik*. Sidoarjo: UMSIDA Press, 2022.
- [15] Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa, *Standar perencanaan irigasi: Kriteria perencanaan bagian perencanaan jaringan irigasi KP-01*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum, 2013.

- [16] Penyusun, Pengembangan sumber daya air di bidang teknik sipil. Mataram: Fakultas Teknik, Universitas Mataram, 2023.
- [17] S. Wulandari and Soebagio, "Studi pengembangan metode poligon Thiessen dengan pembobotan linier terhadap bidang eksak pada perhitungan curah hujan rerata daerah," *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 8, no. 1, pp. 57–68, 2020.
- [18] E. Savitri and Nurhayati, "Penentuan skala prioritas pada rehabilitasi jaringan irigasi di Kabupaten Bengkayang (studi kasus Daerah Irigasi Ketiati B)," *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, vol. 17, no. 2, pp. 87–97, 2017.
- [19] M. A. Suhendra, S. Assegaf, I. Robiyana, and Nurizati, "A computational study of numerical integration in physics applications using trapezoidal and Simpson's methods," *Journal for Theoretical, Instrumentation, Material-Molecular, and Education Physics*, vol. 2, no. 2, pp. 85–95, 2024. doi: 10.11594/timeinphys.2024.v2i2p85-95.
- [20] CIV106–CIV104, Saluran terbuka: Persamaan Manning dan Chezy. Universitas (nama institusi), n.d.
- [21] "Energi listrik," *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, vol. 3, no. 2.
- [22] M. Yantahin and Arham, "Analisis potensi pembangkitan listrik tenaga mikrohidro pada Bendungan Lalenri'e Kecamatan Lappariaja Kabupaten Bone," *Jurnal Media Elektrik*, vol. 20, no. 3, pp. 125–129, Aug. 2023.
- [23] J. A. Fay and D. S. Golomb, *Energy and the environment*. Oxford: Oxford University Press, 2002.
- [24] Y. La Elo, R. Rusliadi, and Z. F. Syahdinar, "Analisis potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) pada Sungai Air Besar Kampung Air Besar Kabupaten Fakfak," *Jurnal JEETech*, vol. 4, no. 1, pp. 9–14, 2023.
- [25] Hendrasari, R. S., & Nurlaeli, M. (2024). Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Ciseel. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi* Vol. 7 No. 2, hlm. 145-152.

