



## Potensi Bendung Irigasi Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Ahmad Taufik

Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

[ahmad\\_taufik@dosen.pancabudi.ac.id](mailto:ahmad_taufik@dosen.pancabudi.ac.id)

**Abstrak-**Bendung Sei Padang merupakan bendungan yang membendung aliran Sungai Padang khusus untuk memenuhi kebutuhan 3 daerah irigasi yaitu Paya Lembang, Langgau dan Bajayu. Bendung Sei Padang saat ini hanya dimanfaatkan sebagai saluran irigasi dan belum diketahui potensi energi yang dapat dihasilkan. Penelitian ini memanfaatkan bangunan bendung yang telah selesai dibangun seperti saluran pengambilan (*intake*), saluran pembawa (*headrace*), bak penenang (*forebay*) dan saluran pembuang (*tailrace*). Analisis potensi ini dilakukan dengan beberapa metode, seperti mengukur *head* dengan memanfaatkan *google earth*, serta menggunakan data debit air irigasi dari BWS Wil II Sumatera. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bendung Sei Padang memiliki potensi PLTMH sebesar 50 kW dengan debit air 2 m<sup>3</sup>/detik dan tinggi jatuh air/*head* mencapai 4 meter. Tipe turbin yang paling optimal adalah turbin air jenis *Archimedes screw turbine*.

**Kata Kunci:** Bendung Sei Padang; PLTMH; Irigasi

**Abstract-***Sei Padang Dam is a dam that dams the flow of the Padang River specifically to meet the needs of 3 irrigation areas, namely Paya Lembang, Langgau and Bajayu. Sei Padang Dam is currently only used as an irrigation channel and the potential energy that can be produced is not yet known. This study utilizes dam structures that have been completed such as intake channels, headrace channels, forebays and tailrace channels. This potential analysis was carried out using several methods, such as measuring the head using Google Earth, and using irrigation water discharge data from BWS Wil II Sumatra. The results of the study showed that Sei Padang Dam has a PLTMH potential of 50 kW with a water discharge of 2 m<sup>3</sup>/second and a water fall height/head reaching 4 meters. The most optimal turbine type is the Archimedes screw turbine type.*

**Keywords:** Sei Padang Dam; Microhydro Power Plant; Irrigation

### 1. PENDAHULUAN

Energi merupakan aspek penting dalam keberlangsungan hidup umat manusia. Ukuran tingkat kemakmuran manusia dapat diukur dari semakin banyaknya energi yang dapat dibutuhkan, oleh karenanya kebutuhan akan energi yang besar dapat menimbulkan masalah dalam penyediaannya [1]. Pemakaian energi terbarukan harus ditingkatkan untuk mengimbangi kenaikan kebutuhan energi listrik. Sejalan dengan sasaran Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025 yang memberikan sasaran peningkatan pencapaian energi baru terbarukan pada tahun 2025 menjadi 5%. Untuk itu perlu dilakukan upaya diversifikasi energi kepada pembangkit listrik dengan memprioritaskan pemanfaatan energi terbarukan secara optimal [2].

Pembangkit listrik tenaga air skala mikro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan [3]. PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) termasuk sumber energi terbarukan yang disebut sebagai *clean energy* karena tidak memerlukan proses pembakaran sehingga tidak menghasilkan polusi, efisien, dan merupakan sumber energi listrik yang andal karena ketersediaan pasokan air yang melimpah, serta dapat diaplikasikan ke daerah-daerah yang terisolir [4]. Dari segi teknologi PLTMH dipilih karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam melakukan perawatan dan ketersediaan suku cadang dalam penggantian komponen-komponen PLTMH. Secara ekonomi, biaya operasi dan perawatannya relatif murah dibanding dengan PLTA, begitu juga dengan biaya investasinya.[5]

Pusat penelitian dan pengembangan teknologi ketenagalistrikan energi baru, terbarukan dan konservasi energi (P3TKEBTKE), Kementerian ESDM bekerja sama dengan Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang, Kementerian PUPR, melakukan kajian bersama untuk mengidentifikasi potensi mikrohidro di jaringan irigasi. Potensi PLTMH diduga lebih besar apabila memanfaatkan jaringan irigasi, yaitu pada bendung, bangunan





pengendali muka air, dan bangunan terjun/got miring. Jaringan irigasi tersebar luas di seluruh Indonesia dengan jumlah berdasarkan Permen PU No. 14/KPTS/M/2016 sebanyak 48,043. Namun demikian, belum ada penelitian yang mengidentifikasi potensi dan teknologi PLTMH yang cocok digunakan [6]

Bendung adalah suatu bangunan yang dibuat dari pasangan batu kali, bronjong atau beton, yang terletak melintang pada sebuah sungai yang tentu saja bangunan ini dapat digunakan pula untuk kepentingan lain selain irigasi, seperti untuk keperluan air minum, pembangkit listrik atau untuk pengendalian banjir. Menurut macamnya bendung dibagi dua, yaitu bendung tetap dan bendung sementara, bendung tetap adalah bangunan yang sebagian besar konstruksi terdiri dari pintu yang dapat digerakkan untuk mengatur ketinggian muka air sungai, sedangkan bendung sementara adalah bangunan yang dipergunakan untuk menaikkan muka air di sungai, sampai pada ketinggian yang diperlukan agar air dapat dialirkan ke saluran irigasi dan petak tersier [7]

Bendung Sei Padang merupakan tipe bendung gerak yang mulai dibangun pada tahun 2014 dan selesai pada tahun 2017 atas kerja sama operasi (KSO) PT. Wijaya Karya dan PT. Brantas Abipraya. Bendungan ini memiliki lebar 70 meter dengan 9 pintu berukuran 6 meter dan tinggi 3,2 meter. Pasokan air dari bendungan Sei Padang ini akan menyuplai air 3 daerah irigasi yakni Paya Lombang, Lenggau dan Bajayu yang memiliki luas lahan 7.558 ha. Bendungan ini dibangun khusus untuk saluran irigasi. Dari 3 daerah irigasi sederhana dijadikan satu hamparan sistem irigasi teknis dengan suplai air dari Bendungan Sei Padang. Jaminan pasokan air dari irigasi akan mendorong peningkatan luas area tanam padi dari 8.300 hektare per tahun dengan intensitas tanam 110% menjadi 15.116 hektare per tahun dengan intensitas tanam 200% [8].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan studi perencanaan PLTMH di saluran irigasi Mataram dengan debit 1,7 m<sup>3</sup>/s dan *head* sebesar 3,56 meter dengan total daya yang dihasilkan sebesar 59,37 kW. Penelitian tersebut menggunakan turbin jenis *crossflow* [5]. Penelitian lainnya menggunakan turbin Kaplan dengan memanfaatkan embung yang memiliki *head* 3 m. dan debit 123,95 m<sup>3</sup>/s [9]. Dalam penelitian lainnya di Bendung Pijenan, dengan *head* 5 meter dan debit 625 Liter/s menghasilkan daya sebesar 25 kW. Jenis turbin yang digunakan adalah *propeller open flume* [10]. Pada penelitian di Bendung gerak Serayu terdapat potensi pembangkit listrik tenaga air mencapai 10 MW dengan debit air 32m<sup>3</sup>/s dan tinggi jatuh air/*head* 9 m. Dalam penelitian tersebut menggunakan 4 buah turbin Kaplan berkapasitas 2 MW dan 2 turbin Kaplan berkapasitas 4 MW [11]. Selain beberapa jenis turbin diatas, terdapat turbin jenis kincir *Breashshot water wheel* yang digunakan pada saluran irigasi kawasan ekowisata desa Sriharjo. Turbin jenis ini dirancang dengan memanfaatkan debit 0,18 m<sup>3</sup>/s dan tinggi jatuh air 0,3 m [12].

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi dan teknologi yang sesuai dengan bendung irigasi agar selain berfungsi sebagai saluran irigasi juga dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan perencanaan PLTMH, diperlukan beberapa langkah sebagai berikut:

### 2.1 Pengukuran tinggi jatuh air (*head*)

Tinggi jatuh air dan debit air menjadi bagian dari formulasi untuk menentukan energi listrik yang dihasilkan [13]. Ada 3 bentuk energi yang terdapat pada PLTMH berdasarkan pergerakan air yaitu bentuk energi, yaitu energi kinetik, energi tekan, dan energi potensial. Pada energi potensial, ketinggian menjadi penentu besarnya energi, dan ketinggian dimaksud ialah tinggi jatuh air. PLTMH bukanlah pembangkit listrik dengan kapasitas besar, maka PLTMH termasuk pada bagian pembangkit listrik tenaga air dengan ketinggian rendah. Pengukuran dapat dilakukan dengan pengukuran secara manual maupun dengan bantuan *google maps coordinate*. Penggunaan *google map coordinate* cukup akurat untuk mengetahui ketinggian suatu tempat [14].

### 2.2 Perencanaan debit air

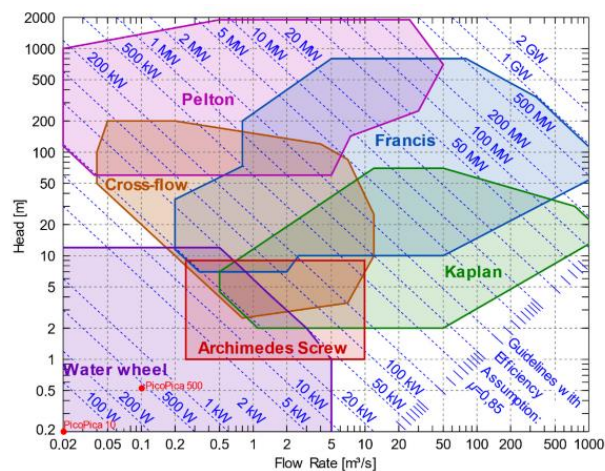
Debit air merupakan volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai tertentu per satuan waktu [15]. Debit air dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti curah hujan, keadaan geologi, flora, temperatur. Ketika curah hujan tinggi, maka nilai debit akan besar. Semakin tinggi temperatur di hulu sungai, maka semakin kecil nilai debitnya. Perihal flora, jika ada banyak flora di daerah pinggir sungai, maka nilai debit cenderung stabil [16]. Debit air yang digunakan pada penelitian ini merupakan data debit air yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Kementerian PUPR.

### 2.3 Penentuan komponen PLTMH

Ada beberapa komponen utama dalam perencanaan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro ini yaitu [17]:



- Bendungan Pengalih (*intake*) berfungsi untuk mengalihkan air melalui sebuah pembuka di bagian sisi sungai ke dalam sebuah bak pengendap.
- Bak Pengendap (*Settling Basin*) digunakan untuk memindahkan partikel-partikel pasir dari air. Fungsi dari bak pengendap adalah sangat penting untuk melindungi komponen-komponen berikutnya dari dampak pasir.
- Saluran Pembawa (*Headrace*) mengikuti kontur dari sisi bukit untuk menjaga elevasi dari air yang disalurkan.
- Bak penenang (*Forebay*) yang berfungsi untuk mencegah turbulensi air sebelum diterjunkan melalui pipa pesat
- Pipa Pesat (*Penstock*) dihubungkan pada sebuah elevasi yang lebih rendah ke sebuah roda air, dikenal sebagai sebuah turbin.
- Turbin Air  
Turbin air banyak ditemukan di bendungan, irigasi, dan air terjun. Turbin air bekerja dengan menggunakan prinsip konversi energi potensial ke energi mekanik pada turbin, yang dihubungkan pada generator dan menghasilkan daya listrik.



**Gambar 1.** Kapasitas Turbin Berdasarkan Debit dan Head

#### 2.4 Perhitungan potensi daya yang dihasilkan

Potensi PLTMH dapat dikonversikan menjadi energi mekanik yang dapat memutar turbin dengan debit dan titik jatuh air untuk menggerakkan generator yang menghasilkan tenaga listrik. Potensi PLTMH dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [17] :

$$P = 9,81 \times \rho \times Q \times H_n \times \eta_T \times \eta_g \quad (1)$$

Keterangan :

- P = daya yang dihasilkan (W)
- $\rho$  = massa jenis air (1000/kg/m<sup>3</sup>)
- Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/s)
- H<sub>n</sub> = head net (m)
- $\eta_T$  = efisiensi turbin (%)
- $\eta_g$  = efisiensi generator (%)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bendung Sei Padang merupakan bendung gerak yang dilengkapi dengan 9 unit pintu bendung yang berfungsi mengatur tinggi permukaan air, 4 unit pintu intake yang berfungsi sebagai pintu masuk utama aliran air menuju saluran intake primer, 6 unit pintu intake primer yang berfungsi mengalirkan air menuju saluran irigasi dan 8 unit pintu penguras yang berfungsi sebagai saluran pembuangan. Pintu bendung berjumlah 9 dengan masing-masing lebar 6 meter dengan tinggi 3,2 meter.

### 3.1 Tinggi jatuh air (*head*)

Pengukuran *head* pada Bendung Sei Padang menggunakan *google earth coordinate* menunjukkan bahwa Bendung Sei Padang memiliki tinggi jatuh air/*head* mencapai 4 meter [18].



**Gambar 2.** Pengukuran tinggi jatuh air/*head*

### 3.2 Debit air

Debit air yang digunakan merupakan debit air yang tersedia untuk keperluan irigasi pada Daerah Irigasi (DI) Bajayu pada Bendung Sei Padang. Debit air dihitung berdasarkan kebutuhan air untuk luas daerah irigasi yang akan dialiri. Untuk lokasi PLTMH direncanakan pada saluran irigasi Bajayu (menuju Desa Paya Pasir) dengan rata-rata kebutuhan debit untuk luas areal irigasi 4000 Ha adalah sebesar 2,656 m<sup>3</sup>/detik. Penentuan debit yang akan digunakan untuk perencanaan PLTMH merupakan debit air yang tersisa ketika saluran irigasi terbuka dan sesuai dengan pola tanaman petani di Kawasan Bendung Sei Padang [19].

**Tabel 1.** Debit irigasi dan debit rencana PLTMH

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agst	Sep	Okt	Nov	Des	Rata
<b>Kebutuhan air (L/dt/ha)</b>	<b>0,86</b>	<b>1,28</b>	<b>1,21</b>	<b>1,26</b>	<b>0,89</b>	<b>0,57</b>	<b>0,63</b>	<b>0,96</b>	<b>1,43</b>	<b>1,26</b>	<b>1,23</b>	<b>1,07</b>	<b>1,05</b>
<b>Luas Daerah Irigasi</b>	<b>1180</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>
<b>Total</b>	<b>6,17</b>	<b>9,19</b>	<b>8,69</b>	<b>9,05</b>	<b>6,39</b>	<b>4,09</b>	<b>4,52</b>	<b>6,89</b>	<b>10,27</b>	<b>9,05</b>	<b>8,83</b>	<b>7,68</b>	<b>7,57</b>
<b>Debit irigasi 4000 Ha</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>	<b>2,656</b>
<b>Debit PLTMH</b>	<b>0,78</b>	<b>2,46</b>	<b>2,18</b>	<b>2,38</b>	<b>0,90</b>	<b>2,28</b>	<b>2,52</b>	<b>1,18</b>	<b>3,06</b>	<b>2,38</b>	<b>2,26</b>	<b>1,62</b>	<b>2,00</b>

### 3.3 Perencanaan Komponen PLTMH

Perencanaan PLTMH pada bendung Sei Padang memanfaatkan saluran intake pada sisi kanan bendung seperti terlihat pada Gambar 2. Pada Bendung Sei Padang terdapat saluran intake dengan lebar pintu sebesar 3,8 meter dan panjang saluran intake hingga 70 meter. Selain itu, juga terdapat saluran intake primer panjang 120 m dan lebar 12 meter dimana saluran ini berfungsi sebagai bak penenang dalam perencanaan PLTMH seperti terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Saluran intake



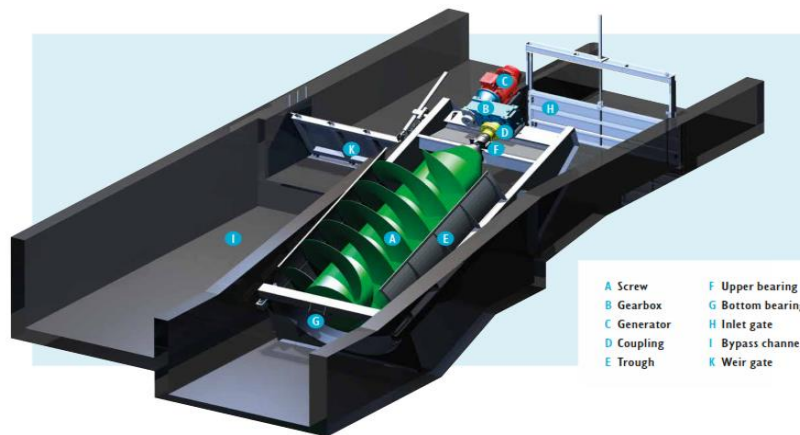
**Gambar 4.** Saluran intake primer menuju Desa Paya Pasir

Saluran intake primer berfungsi mengalirkan air menuju saluran irigasi Desa Paya Pasir sedangkan saluran penguras berfungsi mengalirkan kembali air ke sungai Selain itu saluran ini juga dapat berfungsi sebagai bak penenang (*forebay*). Sedangkan saluran penguras seperti pada Gambar 4 berbentuk got miring dengan panjang 39 meter dengan lebar 8 meter. Saluran penguras ini akan digunakan sebagai lokasi instalasi turbin.



**Gambar 5.** Saluran penguras

Berdasarkan Gambar 1 tentang jenis turbin, maka untuk turbin dengan *head* 4 meter dan debit air 2 m<sup>3</sup>/detik dipilih turbin ulir (*Archimedes Screw Turbine*) seperti tampak pada Gambar 5. Dalam pengoperasiannya, turbin *Archimedes* tidak menggunakan pipa penstock karena memanfaatkan aliran air langsung melalui saluran penguras.



**Gambar 6.** Bagian-bagian turbin *archimedes*

### 3.4 Perhitungan potensi daya yang dihasilkan

Potensi daya yang dihasilkan dihitung menggunakan persamaan (1) dengan menggunakan data *head*, debit dan efisiensi komponen yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = 9,81 \times \rho \times Q \times H_n \times \eta_T \times \eta_g$$

$$P = 9,81 \times 1000 \text{ /kg/m}^3 \times 2 \text{ m}^3/\text{s} \times 4 \text{ m} \times 0,8 \times 0,8$$

$$P = 50,272 \text{ kW} \approx 50 \text{ kW}$$

Tabel 2 merupakan energi yang dihasilkan dihitung berdasarkan bulan operasi PLTMH.

**Tabel 2.** Perhitungan Energi Produksi Tahunan

Bulan	Jumlah Hari	Q saluran (m <sup>3</sup> /dt)	Q (m <sup>3</sup> /dt)	Hnett (m)	$\eta_t$	$\eta_g$	Daya (kW)	Energi (kWh/bulan)
Januari	31	3,44	0	4	0,8	0,96	0	0,000
Februari	28	5,12	2,46	4	0,8	0,96	74,1	2.075,8
Maret	31	4,84	2,18	4	0,8	0,96	65,7	2.036,6
April	30	5,04	2,38	4	0,8	0,96	71,7	2.151,7
Mei	31	3,56	0,9	4	0,8	0,96	27,1	840,8
Juni	30	2,28	2,28	4	0,8	0,96	68,7	2.061,3
Juli	31	2,52	2,52	4	0,8	0,96	75,9	2.354,2
Agustus	31	3,84	1,18	4	0,8	0,96	35,6	1.102,4
September	30	5,72	3,06	4	0,8	0,96	92,2	2.766,5
Oktober	31	5,04	2,38	4	0,8	0,96	71,7	2.223,5
November	30	4,92	2,26	4	0,8	0,96	68,1	2.043,2
Desember	31	4,28	1,62	4	0,8	0,96	48,8	1.513,4

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa bulan Januari merupakan bulan dimana debit air digunakan seluruhnya untuk keperluan irigasi sedangkan pada bulan Juni dan Juli debit air digunakan sepenuhnya untuk PLTMH karena tidak adanya kegiatan pertanian pada bulan tersebut. Turbin didesain untuk dapat menggunakan 45% dari kapasitas debit air minimum dan 125% dari debit air maksimum.

Pada Tabel 2 daya output generator tertinggi terdapat pada bulan September dengan total daya sebesar 92,2 kW. Sedangkan daya output terendah terdapat pada bulan Mei dengan total daya sebesar 27,12 kW. Sedangkan total energi yang dapat dihasilkan selama 1 tahun adalah sebesar 21.169 kWh atau 21,17 MWh. Adapun waktu operasional PLTMH seperti tampak pada Tabel 4 selama 1 tahun adalah 8016 jam dengan 744 jam tidak beroperasi.



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa Bendung Sei Padang memiliki tinggi jatuh air/head setinggi 4 meter. Debit air yang dimiliki oleh Bendung Sei Padang rata-rata 2 m<sup>3</sup>/s. Debit air bisa naik atau turun tergantung pada musim hujan dan musim kemarau, serta waktu penggunaan air irigasi untuk keperluan pertanian. Daya yang dapat dibangkitkan mencapai 58,314 kW dengan total energi yang dapat dihasilkan sebesar 21.169 kWh atau energi rata-rata yang dihasilkan setiap bulanya sebesar 1.764 kWh. Energi tertinggi pada bulan September sebesar 2.766,5 kW dan terendah pada bulan Mei sebesar 840 kWh. Bangunan sipil yang digunakan merupakan bangunan eksisting atau telah selesai dibangun seperti saluran pengambilan (*intake*), saluran pembawa (*headrace*), bak penenang (*forebay*) dan saluran pembuang (*tailrace*), sehingga tidak memerlukan pipa pesat (*penstock*) serta bangunan tambahan lainnya. Berdasarkan hasil analisis, turbin yang cocok untuk digunakan pada Bendung Sei Padang adalah turbin *Archimedes*. Turbin ini cocok untuk PLTMH jenis *run-of river*.

#### REFERENSI

- [1] T. T. Gultom, "Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *J. Mudira Indure*, vol. 1, no. 3, pp. 33–42, 2015, [Online]. Available: <http://www.jurnalmudiraindure.com/pemanfaatan-photovoltaic-sebagai-pembangkit-listrik-tenaga-surya/>
- [2] N. A. Sinaga. Lambertus, Hermawan, "Optimasi Sistem Pembangkit Listrik Hibrida Tenaga Surya , Jawa Tengah Dengan Menggunakan Perangkat Lunak," *Transient*, vol. 4, no. 4, pp. 1029--1037, 2015.
- [3] V. Dwiyanto, D. Indriana K., and S. Tugiono, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 407–422, 2016, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/127987/analisis-pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro-pltmh-studi-kasus-sungai-air-anak>
- [4] T. Santika, "Dampak Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) terhadap kondisi sosial dan ekonomi masyarakat (Studi kasus: Desa Rantau Suli, Kecamatan Jangkat Timur, Kabupaten Merangin," Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, 2020.
- [5] T. Haryani, W. Wardoyo, and A. Hidayat, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Saluran Irigasi Mataram," *J. Hidroteknik*, vol. 1, no. 2, p. 75, 2015, doi: 10.12962/jh.v1i2.1672.
- [6] B. PUPR, "Identifikasi Potensi Mikro hidro di Jaringan Irigasi," p. 124, 2017.
- [7] V. R. Mangore, E. M. Wuisan, L. Kawet, and H. Tangkudung, "Perencanaan Bendung Untuk Daerah Irigasi Sulu," *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 7, pp. 533–541, 2013.
- [8] I. Agustine, "Bendung Sei Padang di Sumatera Utara Rampung, Ini Manfaatnya," *Bisnis.com*, 2018. [Online]. Available: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20180125/45/730295/bendung-sei-padang-di-sumatra-utara-rampung-ini-manfaatnya>
- [9] I. Murtadlo, "Analisis Kelayakan Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro di Embung Kunian," vol. 10, 2021.
- [10] P. Kahana, "Studi kelayakan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) di sungai bedog kabupaten bantul," vol. XI, no. 2, pp. 1734–1749, 2012.
- [11] Isnugroho, "PERILAKU HIDRAULIK PADA PENGEMBANGAN FUNGSI BENDUNG GERAK SERAYU SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR," pp. 39–50, 2015.
- [12] A. Fachri, "STUDI POTENSI DEBIT DAN TINGGI JATUH AIR PADA ENERGI LISTRIK KAWASAN EKOWISATA DI DESA SRIHARJO Ahmad Fachri 1 , Rita Dewi Triastianti , Rosiana Indrawati Email : afachri960@gmail.com Teknik Energi , Institut Teknologi Yogyakarta STUDY OF THE DEBIT AND HI," vol. 19, no. 1, pp. 1–14, 2019.
- [13] M. D. A.K Raja, Amit Prakash Srivastava, *Power Plant Engineering*, vol. 1999, no. December. New Delhi: New Age International Publishers, 2006.
- [14] A. R. I. Susanto, "Analisi Potensi Sumber Daya Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Bendung Lodoyo Blitar, Skripsi S1," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, pp. 1–19, 2019, [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/75631/>
- [15] Departemen Pekerjaan Umum, "Prosedur dan Instruksi Kerja Pengukuran Debit Sungai dan Saluran Terbuka," no. 20, 2009.
- [16] I. Staddal, O. Haridjaja, and Y. Hidayat, "Analisis debit aliran sungai DAS Bila, Sulawesi Selatan," *J.*





- Sumber Daya Air*, vol. 12, no. 2, pp. 117–130, 2017, doi: 10.32679/jsda.v12i2.56.
- [17] I. P. E. A. Yanto, I. A. D. Giriantari, and W. G. Ariastina, “Perencanaan Sistem Kelistrikan PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 20, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p04.
- [18] “Bendungan Sei Padang.” <https://earth.google.com/web/search/bendungan+sei+padang/@3.35296529,99.19583037,6.90097077a,653.17381467d,34.99997952y,354.41123794h,0t,0r/data=CigiJgokCVW9g13CYUJAET4LbmxPkyRAGSbE4evYwVJAIdKtIbAglxjA> (accessed Sep. 01, 2022).
- [19] K. PUPR, “Rencana Pengembangan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Belawan-Ular-Padang,” 2021.

