

## ANALISIS PEMANFAATAN ARUS SUNGAI SAMPEAN BARU KABUPATEN BONDOWOSO SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Lailatul Firdausiah<sup>1</sup>, Sudarti<sup>2</sup>, Yushardi<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Universitas Jember

[lailafirdausiah02310@gmail.com](mailto:lailafirdausiah02310@gmail.com)

**Abstract:** *Analysis the Utilization of the Sampean Baru's River Flow in Bondowoso Regency as a Micro-Hydro Power Plant. As earth's population increases, energy consumption is also increasing. Unfortunately, however, the need for energy consumption is not proportional to the amount of fossil energy left in nature. Therefore, alternative energy could be used by humans if at times the fossil energy were to be depleted, which would be water. The research aims to analyze Microhydro Power Plant (MHP) uses in the Sampean Baru river as a source of electrical energy that Bondowoso county communities can use. Data retrieval methods are employed by direct observation and literature study. The electric energy produced by Sampean Baru's MHP system could supply some 1500 households. To keep the MHP's performance intact, there are three types of mechanical maintenance and 1 of the treatment of the Sampean Baru river is needed.*

**keywords:** *Water, Microhydro Power Plant, Renewable energy*

**Abstrak:** *Analisis Pemanfaatan Arus Sungai Sampean Baru Kabupaten Bondowoso sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Bertambahnya populasi di bumi, mengakibatkan konsumsi energi juga semakin meningkat. Namun sayangnya, kebutuhan konsumsi energi tersebut tidak sebanding dengan jumlah energi fosil yang tersisa di alam. Oleh karena itu diperlukan adanya energi alternatif yang dapat digunakan oleh manusia jika sewaktu-waktu energi fosil tersebut habis salah satunya adalah energi air. Penelitian ini bertujuan menganalisa pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di sungai Sampean Baru sebagai sumber energi listrik yang dapat digunakan masyarakat kabupaten Bondowoso. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara observasi langsung dan studi kepustakaan. Energi listrik yang dapat dihasilkan oleh sistem PLTMH Sampean Baru dapat memasok sekitar 1500 kepala keluarga. Guna menjaga kinerja dari PLTMH tetap terjaga maka diperlukan adanya perawatan yang meliputi 3 jenis perawatan mesin dan 1 jenis perawatan Sungai Sampean Baru.*

**Kata kunci:** *Air, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Energi terbarukan*

### PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, jumlah penduduk juga mengalami perubahan. Meningkatnya populasi tersebut berdampak terhadap konsumsi energi yang juga semakin besar dibandingkan dengan generasi sebelumnya. Hampir semua sumber energi yang

digunakan di bumi ini berasal dari fosil yang ada dalam kerak bumi dan mengandung hidrokarbon asal biologis. Karena berasal dari sisa pembusukan organisme yang telah mati jutaan tahun lalu tersebut, energi fosil ini nantinya akan mengalami kepunahan dan habis. Oleh karena itu, penting adanya energi cadangan yang dapat

digunakan dalam kehidupan manusia di masa depan.

Di tengah maraknya isu-isu energi yang mulai habis, energi terbarukan menjadi solusi terhadap permasalahan tersebut. Energi terbarukan (Renewable Energi) merupakan suatu jenis energi yang tersedia dari alam dan jumlahnya tak terbatas hingga kapanpun. Yang termasuk dari energi terbarukan terdiri dari energi panas bumi, matahari, angin, dan air (Gumelar et al., 2019).

Sebagai negara kepulauan yang dibatasi oleh berbagai perairan, air menjadi salah satu sumber energi non-konvensional yang paling berpotensi besar bagi kehidupan. Berdasarkan data dari konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Hukum Laut (UNCLOS) pada 1982 dalam konvensi hukum laut PBB ke tiga, luas keseluruhan wilayah perairan Indonesia adalah 5,9 juta km<sup>2</sup> dimana sebesar 3,2 juta km<sup>2</sup> merupakan daerah perairan teritorial dan 2,7 juta km<sup>2</sup> termasuk dalam bagian dari Zona Ekonomi Eksklusif (Lasabuda, 2013). Oleh karena itu air dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi paling besar di Indonesia.

Salah satu bentuk pemanfaatan air sebagai sumber energi dapat dilihat pada sistem PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro). Penggunaan PLTMH ini memiliki potensi yang baik sebagai solusi dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di daerah terpencil dan juga mewujudkan target rasio elektrifikasi nasional. Dalam Keputusan Menteri ESDM Nomor 5899 K/20/MEM/2016 tentang Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT {LN tahun 2016-2025, disebutkan bahwa pada tahun 2025 target rasio elektrifikasi nasional berada pada nilai 99.7% (Purwanto et al., 2017).

Prinsip kerja dari PLTMH ini menggunakan perbedaan ketinggian antar sungai dan debit air dengan mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh turbin yang digerakkan oleh energi fluida menjadi energi listrik kemudian disimpan dalam generator (Hanggara & Irvani, 2017). PLTMH merupakan suatu pembangkit listrik tenaga air berskala kecil yang memanfaatkan arus air sungai sebagai tenaga penggerak turbinnya (Gunawan et al., 2013). Pada umumnya, pembangkit listrik tenaga mikrohidro memiliki tiga komponen

utama yang terdiri dari air sebagai sumber energi, generator, dan turbin. Air sungai yang mengalir dengan kapasitas tertentu dialirkan dari ketinggian tertentu melalui pipa pesat menuju rumah instalasi (powerhouse). Di dalam rumah instalasi tersebut, air tersebut akan menumbuk turbin sehingga akan menghasilkan energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Putaran poros turbin ini akan memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik (Sukamta & Kusmanto, 2013).

Menurut Aris Munandar dan Kuwahara (1991) dalam bukunya yang berjudul "Pegangan Teknik Tenaga Listrik jilid III", daya teoritis yang dihasilkan oleh suatu sistem PLTMH dapat dihitung melalui persamaan empiris berikut (Hanggara & Irvani, 2017):

$$P = g \times Q \times H_{eff}$$

Dimana:

P = Daya yang dihasilkan secara teoritis (kW).

g = Percepatan gravitasi ( 9.8 m.s<sup>-1</sup> ).

Q = Debit pembangkit (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>).

Heff = Tinggi jatuh efektif (m).

Dalam literatur lain disebutkan nilai koefisien guna menghitung daya yang terbangkitkan. Besar nilai daya tiap satuan waktu dapat dicari melalui persamaan berikut (Dwiyanto et al., 2016):

$$P = \rho \times g \times Q \times H_{eff} \times \eta$$

Dimana:

$\rho$  = Densitas air (kg.m<sup>3</sup>)

$\eta$  = Efisiensi keseluruhan PLMTH

Berdasarkan pemaparan di atas, peneliti melakukan penelitian yang bertujuan menganalisa pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di sungai Sampean Baru sebagai sumber energi listrik yang dapat digunakan masyarakat kabupaten Bondowoso.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Bendungan Sampean Baru yang dibangun di hulu sungai Sampean Baru kecamatan Klabang, Kabupaten Bondowoso, yang mengalir hingga hilir Sungai Sampean Lama, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Bendungan ini terletak pada koordinat 7°48' - 7°48' LS dan 114°40' - 114°48' BT. Batasan wilayah lokasi penelitian:

- a. Bagian Utara: Kabupaten Situbondo
- b. Bagian Timur: Kabupaten Situbondowo dan Kabupaten Banyuwangi
- c. Bagian Selatan: Kabupaten Jember
- d. Bagian Barat: Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Probolinggo



**Gambar 1 Lokasi Penelitian**

Data dalam penelitian ini dikumpulkan menggunakan metode pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer didapat melalui hasil survei lapangan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi kepustakaan.



**Gambar 2 DAS Sampean Baru.**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Seiring berjalannya waktu, konsumsi energi dunia semakin meningkat. Hal tersebut menyebabkan kebutuhan akan energi kian melonjak. Maka dari itu diperlukan adanya cadangan energi yang dapat digunakan jika sewaktu-waktu energi utama bumi yaitu minyak bumi habis. Air merupakan salah satu bentuk dari sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif energi adalah air. Pemanfaatan listrik tenaga air tidak terbatas hanya pada waduk atau air terjun saja. Salah satu penggunaan lainnya adalah dalam bentuk

tenaga gelombang dan energi pasang surut air laut. Prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga air ini adalah dengan mengubah energi mekanik dari air menjadi energi listrik.

Belum ada tetapan pasti terkait definisi dari jenis-jenis pembangkit listrik yang menggunakan energi dari air secara Internasional. Di Indonesia sendiri, klasifikasi Pembangkit Listrik yang menggunakan energi air diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia nomor 09/PRT/M/2016 tentang Tata Cara Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah Dan Badan Usaha dalam Pemanfaatan Infrastruktur Sumber Daya Air Untuk Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air/Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro/Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Berdasarkan kapasitasnya, pembangkit listrik energi air terbagi menjadi 3 jenis yaitu pembangkit dengan kapasitas lebih dari 10 MW yang disebut Pembangkit Listrik Tenaga Air, kapasitas 1 MW sampai dengan 10 MW yang disebut Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro, dan kapasitas kurang dari 1 MW yang disebut Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (MPWPH Republic of Indonesia, 2016).

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro merupakan jenis pembangkit listrik yang menggunakan arus sungai sebagai penggerakannya. Secara umum, sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro terdiri dari beberapa komponen elektrik dan mekanik antara lain bendungan, saluran penyadap, saluran pembawa, saluran pelimpah, kolam penenang, pipa pesat, rumah pembangkit, saluran pembuangan, turbin, generator, sistem kontrol, jaringan distribusi, serta panel hubung dan lemari hubung.

Penggunaan sistem PLTMH sebagai sumber energi listrik terbukti lebih efektif dan efisien dari pada sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi surya maupun angin. Hal tersebut dikarenakan biaya pengoperasian dan pengadaan alat pembangkit listrik tenaga surya lebih mahal daripada pembangkit dengan sumber tenaga air (Sari et al., 2022).

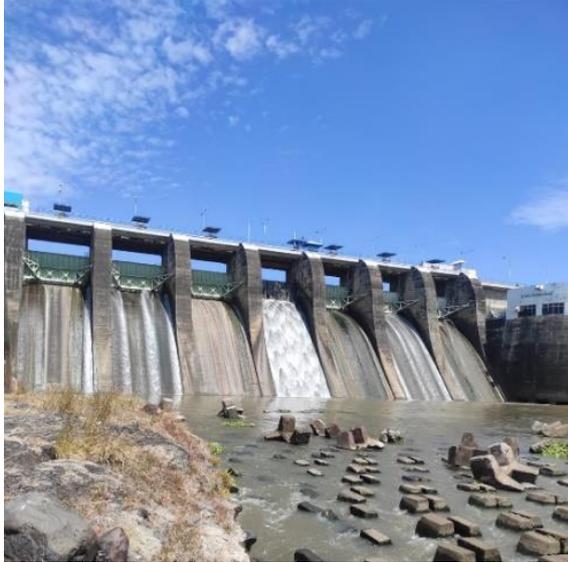
**Tabel 1 Jumlah Pelanggan Listrik Kabupaten Bondowoso 2016-2018 (sumber: BPS Bondowoso tahun 2019)**

Kecamatan	Tahun		
	2016	2017	2018
Maesan	10791	11641	12150
Grujugan	9102	9672	11342
Tamanan	9219	9736	10043
Jambesari DS	6469	6850	6912
Pujer	8862	9299	10174
Tlogosari	7587	8243	9121
Sukosari	3579	3782	4000
Sumber Wringin	5718	6167	6949
Tapen	7660	7997	7601
Wonosari	9933	10462	12101
Tenggarang	9414	9843	10463
Bondowoso	22341	23138	23901
Curahdami	10652	11337	12051
Binakal	3201	3357	4170
Pakem	5117	5441	5185
Wringin	7549	7988	8418
Tegalampel	4944	5218	5416
Taman Krocok	3047	3204	3642
Klabang	4778	4979	5398
Botolinggo	5247	5597	5294
Sempol	2521	2929	3122
Prajean	6531	6823	7124
Cerme	8628	9462	10204
Jumlah/Total	172890	183129	194781

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2016-2018, jumlah pelanggan listrik Kabupaten Bondowoso pada tahun 2018 mencapai 194781 pelanggan dengan pertumbuhan konsumsi listrik adalah 8.89% per tahun. Pasokan energi listrik tersebut berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang terletak di bendungan Sampean Baru, Sungai Sampean, Kecamatan Klabang, kabupaten Bondowoso.

Bendungan dengan tinggi 26 meter ini dibangun pada tahun 1979 dan membutuhkan 4 tahun pengerjaan hingga pada akhirnya tahun 1983, bendungan ini mulai diresmikan. Pada mulanya, bendungan Sampean Baru dibangun untuk mengaliri lahan yang ada di daerah sekitar bendungan. Hingga pada akhirnya pada tahun 1998 tepatnya tanggal 25 November, sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dioperasikan dengan menggunakan dua buah

generator dengan kapasitas 1.2 MW dan 0.6 MW namun sempat berhenti beroperasi hingga pada akhirnya pada 23 Juli 2019, PLTM ini resmi beroperasi kembali.



**Gambar 3 Pintu Air Bendungan Sampean Baru**

Bendungan sampean baru memiliki 7 pintu air yang terdiri dari 1 Flap gate dan 6 Radial gate.

Flap gate merupakan jenis pintu air bendungan yang terbuka dan tertutup dengan sendirinya. Walaupun demikian, prinsip otomatis ini tetap dipengaruhi oleh adanya perbedaan ketinggian air yang terjadi baik di hulu maupun hilir bendungan. Pada saat ketinggian air diatas batas, katup gerbang atau Valve Gate akan mengangkat sehingga gerbang terbuka dan memungkinkan air untuk mengalir keluar dari bendungan sehingga tidak terjadi luapan air. Begitupula sebaliknya, pada saat air surut, katup akan menutup sehingga menahan air keluar dari bendungan (Adi et al., 2020). Flap Gate yang digunakan umumnya terbuat dari bahan yang kuat dan mudah dibentuk seperti logam dan dan plastik HDEP (High Density Polyethylene). Pada sistem bendungan Sampean Baru, posisi dari Flap gate ini berada di tengah dengan tiga Radial gate disetiap sisi kanan dan kirinya. Pada dasarnya, prinsip kerja dari radial gate sama dengan prinsip flap gate dimana katup gerbang akan terbuka jika debit air melebihi batas. Radial gate memiliki bentuk melengkung yang beputar pada porosnya menggunakan energi listrik (Delattre et al., 2013).

**Tabel 2 Pedoman Pengoperasian Pintu Bendungan Sampean Baru**

Bukaan pintu (cm)							Perkiraan debit $\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
1	2	3	4	5	6	7	
-	-	-	0	-	-	-	86.965
-	25	-	0	-	25	-	122.371
25	25	-	0	-	25	25	158.154
25	25	25	0	25	25	25	174.311
25	50	25	0	25	50	25	230.938
50	50	25	0	25	50	50	271.135
50	50	50	0	50	50	50	312.291
50	100	50	0	50	100	50	371.003
100	100	50	0	50	100	100	444.403
100	100	100	0	100	100	100	514.380
100	150	100	0	100	150	100	578.449
150	200	100	0	100	200	150	619.952
200	200	150	0	150	200	200	683.170
200	200	200	0	200	200	200	742.367
200	200	200	0	200	200	200	816.751

Pintu air tersebut ditopang oleh pilar yang sekaligus menjadi tumpuan jembatan di atasnya. Blok beton dari bendungan pada sisi kirinya masuk ke dalam tanah dan merupakan tumpuan bendungan. Perpanjangan beton ini dimaksudkan agar tanggul tanah yang dibuat dapat menutup blok beton dengan baik sehingga pusat listrik tenaga air tidak terganggu. Pada salah satu blok beton penutup tersebut terdapat gerbang air lagi yang disebut dengan "Intake gate" yang berfungsi sebagai penyaring guna mencegah masuknya sedimen sungai dan sampah masuk ke dalam sistem PLTMH. Letak dari Power House-nya sendiri berada tepat dibawah dari saluran Intake.

Power House merupakan suatu bangunan yang digunakan sebagai pusat sistem PLTMH dimana semua sistem dan alat-alat pembangkit listrik berada di dalamnya. Komponen utama yang ada dalam bangunan ini adalah turbin, generator, serta panel listrik dan system kontrol. Pusat Listrik PLTMH pada bendungan Sampean Baru ini memiliki dua buah generator dengan kapasitas sebesar 2.5 MW dan 0.75 MW. Menurut General Manager PLN UID Jawa Timur Bob Saril, dengan adanya dukungan dua mesin generator tersebut, PLTMH Sampean baru dapat menghasilkan tegangan sebesar 6.3 KV yang distep-up menjadi 20 KV untuk selanjutnya masuk ke jaringan 20 KV Penyulang syukur. Kapasitas tersebut dapat menyuplai sekitar 1500 kepala keluarga di daerah Klabang, Tapen, Sukosari, Sukorejo, dan Sumberwringin.

Guna menjaga agar sistem PLTMH dapat beroperasi dengan baik, maka diperlukan adanya perawatan khusus pada mesin-mesin pembangkit tersebut. Terdapat 3 jenis perawatan yang diberikan pada mesin. Yang pertama adalah Preventive Maintenance atau perawatan pencegahan yang dilakukan guna menghindari tanda-tanda kerusakan pada mesin yang terdiri dari kegiatan pembersihan mesin, pelumasan, dan pengecekan kebocoran. Upaya perawatan kedua adalah Corrective Maintenance atau perawatan perbaikan yang dilakukan untuk memperbaiki alat baik yang mengalami kerusakan berat maupun ringan. Kemudian perawatan yang terakhir adalah Over

haul atau perawatan total yang biasanya dilakukan setelah mesin beroperasi dalam waktu yang lama dimana dilakukan pembongkaran seluruh komponen mesin (Putra et al., 2019). Selain tiga jenis perawatan mesin tersebut, perlu juga dilakukan pemeliharaan bendungan sampean baru guna menjaga sistem PLTMH dapat beroperasi dengan baik. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melakukan pengerukan sedimentasi pada Bendungan. Hal tersebut dilakukan guna mencegah terjadinya pendangkalan pada sungai yang dapat mengakibatkan berkurangnya daya tampung dan adanya perubahan aliran alami sungai. Pertambahan volume sedimentasi sungai juga berdampak pada efektivitas fungsi dan kinerja bendungan karena adanya perubahan debit arus bendungan Sampean Baru. Namun sayangnya, pemeliharaan dasar sungai pada Bendungan Sampean Baru tidak berjalan sebagaimana mestinya. Sudah berpuluh-puluh tahun tidak dilakukan pengerukan pada bendungan, yang mana harusnya dilakukan pengerukan setiap 5 tahun sekali guna mencegah bencana yang mungkin terjadi di masa depan.

## PENUTUP

Di tengah isu kebutuhan energi yang semakin meningkat, air menjadi salah satu sumber energi yang berpotensi besar dalam mengatasi kekurangan persediaan energi yang ada di Bumi. salah satu pemanfaatan air sebagai sumber energi adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. PLTMH ini merupakan suatu jenis pembangkit yang memanfaatkan arus sungai sebagai penggerak turbin dan mampu menghasilkan energi listrik dengan kapasitas kurang dari 1 MW. Komponen utama suatu sistem PLTMH terdiri dari air, turbin, dan generator. Salah satu PLTMH yang masih beroperasi hingga saat ini adalah PLTMH Sampean Baru yang terletak di sungai Sampean Baru, kecamatan Klabang, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur. PLTMH Sampean Baru pertama kali dibangun pada tahun 1979 dan memiliki dua generator dengan kapasitas masing-masing 1.2 MW dan 0.6 MW yang

mampu menyuplai hingga 1500 KK. Namun sayangnya, mekanisme perawatan Bendungan Sampean Baru masih terbelang kurang dari standar. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya pengerukan sedimentasi pada dasar sungai

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adi, H. P., Wahyudi, S. I., & Ni'Am, M. F. 2020. Decision Support System for Selecting Type of Moveable Dam Gate to Handle Tidal Flood Issued (A Case Study in the Parid River, Cilacap, Indonesia). *Journal of Physics: Conference Series*, 1625(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1625/1/012043>
- Delattre, L., Zech, Y., Philippe, D., & Soares-Fraza, S. 2013. Experimental Study of Stage-Discharge Relationships for Flows over Radial Gates and Flap Gates Experimental Study of Stage-Discharge Relationships for Flows over Radial Gates and Flap Gates. *Hydraulic Engineering Repository*, 33–42.
- Dwiyanto, V., Indriana, D. K., & Tugiono, S. 2016. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai) (Vol. 4, Issue 3).
- Gumelar, B. W., Widiastuti, I., & Wijayanto, D. S. 2019. Pembelajaran Energi Terbarukan Untuk Sekolah Dasar Studi Kasus Di Kabupaten Klaten. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 11(1), 16. <https://doi.org/10.20961/jiptek.v11i1.18504>
- Gunawan, A., Oktafeni, A., & Khabzli, W. 2013. Pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 10(4).
- Hanggara, I., & Irvani, H. 2017. Potensi Pltmh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. In *Jurnal Reka Buana* (Vol. 2, Issue 2). <http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?ar>
- Lasabuda, R. 2013. Pembangunan Wilayah Pesisir Dan Lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(2), 92–101.
- MPWPH Republic of Indonesia. 2016. Regulation of the Minister of Public Works and Public Housing of the Republic of Indonesia Number 9 of 2016 concerning Procedures for Implementing Government and Business Entity Cooperation in Utilization of Water Resources for Power Plant Development. In *Ministry of Public Work and Public Housing of Republic of Indonesia*.
- Purwanto, Dwiastuti, I., Ermawati, T., & Wiranta, S. 2017. Listrik Dari Mikrohidro Dalam Konteks Pengembangan Energi Terbarukan Di Indonesia. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sebuah Pilihan: Belajar dari Koperasi Mekar, Subang*. LIPI Press.
- Putra, F. D., Effiandi, N., & Leni, D. 2019. Pengoperasian dan Perawatan PLTMH pada Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) di Sungai Batang Geringging Kota Padang. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(2), 25–30. <https://doi.org/10.30630/jtm.10.2.183>
- Sari, N. R., Sudarti, & Yushardi. 2022. Analisis Pemanfaatan PLTMH di Pondok Pesantren Nahdlatut Thalibin Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Pendidikan Mandala*, 7(2), 443–449.
- Sukamta, S., & Kusmanto, A. 2013. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 58–63.