

ANALISIS KELEMAHAN DAN KELEBIHAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER ENERGI LISTRIK

Amar Ma`ruf Al Bawani*, Sudarti

Universitas Jember

e-mail*: amarmarufalbawani12@gmail.com

Diterima 26 Mei 2022

Disetujui 7 September 2022

Dipublikasikan 28 September 2022

<https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.99-104>

ABSTRAK

Energi listrik merupakan hal yang penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, baik dari sektor rumah tangga, industri, maupun penerangan jalan. Namun, tidak semua daerah di Indonesia memiliki aliran listrik untuk mendukung kebutuhan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keuntungan dan kendala pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Metode yang digunakan adalah *literature review*, yaitu dengan membandingkan beberapa hasil penelitian sebelumnya. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa PLTMH memiliki berbagai keuntungan baik dari sektor potensi ketersediaan alat dan sumber daya, ekonomi, letak geografis, serta pengelolaan. Selain itu, dalam pemanfaatan PLTMH juga terdapat kendala, yaitu daya listrik yang dihasilkan berskala kecil. PLTMH memiliki potensi untuk digunakan sebagai alternatif sumber energi listrik, khususnya di kawasan pedesaan atau wilayah terpencil yang memiliki potensi ketersediaan air melimpah.

Kata kunci—Energi Terbarukan, Mikrohidro, PLTMH

ABSTRACT

Electrical energy is important to meet daily needs, both from the household sector, industry, and street lighting. However, not all regions in Indonesia have electricity to support daily needs. This research aims to analyze the advantages and constraints of utilizing Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). The method used is literature review, which is by comparing some of the results of previous research. Based on the results of the study, it was found that PLTMH has various advantages both from the potential sector of availability of tools and resources, economy, geographical location, and management. In addition, in the use of PLTMH there are also obstacles, namely electricity generated on a small scale. PLTMH has the potential to be used as an alternative source of electrical energy, especially in rural areas or remote areas that have the potential for abundant water availability.

Keywords—Microhydro, PLTMH, Renewable Energy

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan hal yang penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, baik dari sektor rumah tangga, industri, maupun penerangan jalan. Seiring dengan berkembangnya teknologi, kebutuhan listrik pun meningkat pesat dari segi konsumsi energi listrik (KWh). Namun, tidak semua daerah di Indonesia memiliki aliran listrik untuk mendukung kebutuhan sehari-hari.

Indonesia merupakan negara yang besar dan luas serta memiliki sumber daya alam yang melimpah. Selain itu, Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi ketersediaan air yang melimpah. Keterlimpahan sumber daya alam tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Pemanfaatan sumber energi lokal memiliki peran besar dalam upaya memberikan pelayanan infrastruktur kelistrikan melalui pemanfaatan energi terbarukan, khususnya sumber daya air (1). Salah satu alternatif pemanfaatan sumber daya terbarukan berdasarkan hal tersebut yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Berdasarkan kapasitas daya, Pembangkit Listrik Tenaga Air terbagi menjadi 6 jenis yaitu PLTA Besar dengan kapasitas >100 MW, PLTA Menengah dengan kapasitas 15-100 MW, PLTA Kecil dengan kapasitas 1-15 MW, PLTM (mini-hidro) dengan kapasitas 100 kW-

1 MW, PLTMH (mikro-hidro) dengan kapasitas 5-100 kW, dan Piko-Hidro dengan kapasitas <5kW (2).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik berskala kecil dengan menggunakan sumber energi tenaga air sebagai penggerak. Tenaga air tersebut dapat diperoleh dari sungai, saluran irigasi, air terjun, atau debit air. Kebutuhan energi mikrohidro memiliki potensi besar di daerah pedesaan, sebab daerah pedesaan memiliki jumlah debit air yang memadai untuk ketersediaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Mikrohidro dapat menghasilkan kapasitas energi sebesar 5-100 kW serta dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan skala desa.

Pada tahun 2012 persentase elektrifikasi nasional masih rendah yaitu sebesar 74,3%. Untuk mencapai target elektrifikasi mendekati 100%, pada tahun 2016 pemerintah menargetkan rasio elektrifikasi sebesar 90-91 % serta pada tahun 2019 sebesar 97,5% (3). Oleh karena itu, PLTMH dapat menjadi langkah alternatif penyediaan energi listrik berskala kecil untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di wilayah yang belum terjangkau listrik.

Di samping berbagai kelebihan yang dimiliki, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) juga memiliki berbagai kelemahan serta kendala. Untuk memaksimalkan ketercapaian target elektrifikasi nasional, maka kita perlu menganalisis berbagai kelemahan dan kendala penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro agar dapat digunakan sebagai pandangan pada saat proses perencanaan dan perancangan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *literature review*, yaitu dengan melakukan analisis terhadap beberapa artikel linear dan relevan dengan pembahasan mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). *Literatur review* menggunakan 15 artikel dengan terbitan artikel selama sepuluh tahun terakhir. Beberapa hal yang dianalisis yaitu potensi PLTMH, antara lain sektor finansial, ekonomis, potensi ketersediaan sumber daya dan dampak terhadap lingkungan.

2.1 Analisis PLTMH dalam sektor finansial

Faktor finansial merupakan faktor utama yang digunakan untuk menilai kelayakan suatu perencanaan guna menentukan PLTMH dibangun atau tidak. Adapun parameter yang digunakan dalam sektor finansial, antara lain *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Break Even Point* (BEP) (2)

a. *Net Present Value* (NPV)

NPV dapat dikatakan sebagai jumlah keseluruhan benefit. Agar dikatakan layak maka parameter NPV harus memiliki harga positif ($NPV > 0$).

b. *Internal Rate of Return* (IRR)

IRR merupakan parameter yang bertujuan untuk mencari persentase potensi balik modal suatu investasi. Agar dikatakan layak, besar persentase IRR harus melebihi besar persentase *Required of Return* (RRR), sedangkan besar persentase RRR ditentukan oleh nilai *Expected Annual Rate of Return*. Di Indonesia, besar *Expected Annual Rate of Return* adalah 11,4%.

c. *Break Even Point* (BEP)

BEP merupakan parameter untuk menentukan besar titik balik modal suatu investasi. Parameter BEP ditentukan saat kas berada di titik Rp 0, artinya keuntungan melebihi atau sama dengan besar *initial cost* (2).

2.2 Analisis ketersediaan sumber daya guna membuat PLTMH

Ketersediaan sumber daya berkaitan dengan debit air yang dihasilkan pada daerah penelitian. Debit air akan menentukan jumlah daya listrik dan energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTMH.

2.3 Analisis dampak PLTMH terhadap pola hidup penduduk

Pada analisis ini, adalah pengaruh positif dan negatif adanya PLTMH terhadap penduduk pedesaan dari sisi sosial budaya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis PLTMH dalam sektor finansial

Hasil penelitian Ismail dan Supriono pada tahun 2013 yang mengkaji tingkat energi PLTMH di Desa Meragun menggunakan parameter analisis ekonomi *Pay Back Period* (PBP), *Net Present Value* (NPV), dan *Internal Rate of Return* (IRR) (4), disajikan pada tabel 1.

Analisis Kelemahan dan Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) sebagai Alternatif Sumber...

Tabel 1. Analisis Sektor Finansial PLTMH Desa Meragun Kabupaten Sekadau (4)

No	Parameter	Hasil	
		PLN	Masyarakat
1	Net Present Value (NVP)	+ Rp837.038.116,-	+Rp310.803.500
2	Internate Rate of Return (IRR)	39,65%	38,85%
3	Pay Back Period (PBP)	9 tahun 6 bulan	19 tahun 1 bulan

Parameter NVP pada tabel 1 di atas menunjukkan harga positif serta persentase parameter IRR melebihi persentase *Expected Annual Rate of Return*, yaitu 11,4%. PLTMH pada daerah tersebut layak untuk dibangun di samping tergolong relatif murah juga mendapat keuntungan dalam aspek distribusi daya listrik ke desa.

Sementara itu, penelitian Wilda Faradina, Hadi Suyono, dan Teguh Utomo pada 2015 dengan metode penelitian yang serupa mengkaji kelayakan ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Gunung Sawur 1 dan 2 Lumajang (5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara ekonomi tempat tersebut layak dibuat PLTMH, besar daya minimal yang mampu dibangkitkan berdasarkan debit air sungai yaitu 9,1408 kW pada Gunung Sawur 1 dan 3,2588 kW pada Gunung Sawur 2, sedangkan energi listrik yang mampu dibangkitkan setiap tahunnya mencapai 101478,33 kWh dengan alokasi biaya investasi sebesar Rp563.843.121. Hasil penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Sektor Finansial PLTMH Gunung Sawur Kabupaten Lumajang (5)

No	Parameter	Hasil	
		PLN	Masyarakat
1	Net Present Value (NVP)	+Rp4.121.417.655	+Rp1.743.702.382
2	Pay Back Period (PBP)	8 tahun 1 bulan	22 tahun

Jumlah tersebut tergolong relatif lebih murah serta mampu membangkitkan energi listrik dengan jumlah sangat besar

Penelitian lain oleh Richard Antony Suatan, Ida Ayu Dwi Giriantari, dan I Wayan Sukareyasa pada tahun 2020, mengkaji perencanaan PLTMH pada sektor ekonomi di Desa Panji (2). Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Sektor Finansial PLTMH di Desa Panji (2)

No	Parameter	Hasil	
		DR 10%	DR 12%
1	Net Present Value (NVP)	+Rp3.318.659.249	+Rp2.519.31.466
2	Internate Rate of Return (IRR)	13%	11%
3	Pay Back Period (PBP)	5 tahun 3 bulan	

Besar parameter NPV yang didapat adalah Rp3.318.659.249 pada tingkat diskonto 10% serta pada tingkat diskonto 12% didapat Rp2.519.31.466. NPV menunjukkan harga positif sehingga berdasarkan parameter NPV, PLTMH dikatakan layak. Besar parameter IRR pada tingkat diskonto 10% adalah 13% dan tingkat diskonto 12% sebesar 11%, karena melebihi 11,4% maka PLTMH dinyatakan layak. Parameter *Pay Back Period* digunakan untuk menentukan jangka waktu modal kembali dari suatu investasi proyek. Berdasarkan tabel 3 didapat jangka waktu pengembalian modal sebesar 5 tahun 3 bulan, rentang waktu tersebut tidak melebihi umur ekonomisnya, sehingga parameter PBP PLTMH dinyatakan layak.

Penelitian lain dari M. Nasir Yazid pada tahun 2021 mengkaji manfaat potensi air ramah lingkungan sebagai sumberdaya energi listrik menyatakan bahwa untuk memenuhi kebutuhan listrik yang besar sebagai *supplier*, system PLTMH harus dilengkapi peralatan elektronika daya yang memadai dengan harga yang relatif mahal, seperti *rectifier*, *inverter*, trafo inti ferit (6).

3.2 Analisis Ketersediaan Sumber Daya Untuk Pemanfaatan PLTMH

Teguh Marhendi dan Toifin pada tahun 2019 melakukan kajian potensi PLTMH di sungai Brukah Kabupaten Banjarnegara (7). Hasil penelitian menunjukkan total daya listrik yang dihasilkan sebesar 510,440 kW. Berdasarkan hasil tersebut, jika diasumsikan setiap Kepala Keluarga (KK) menggunakan daya sebesar 900 W, maka daya listrik yang dihasilkan dapat memenuhi sekitar 450 KK, dengan kata lain jumlah tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik di satu desa.

Penelitian lain dari Lindawati, Enda Kartika Sari, dan Yuli Ermawati pada tahun 2021 mengkaji potensi energi PLTMH di Desa Rantau (8). Hasil penelitian menggunakan metode perhitungan kecepatan aliran air, luas penampang, dan debit air menunjukkan bahwa pada daerah tersebut diperoleh debit air sungai sebesar 16,43 m³/detik serta mampu menghasilkan energi listrik sebesar 1.916.066

Watt setiap 3 hari. Besar energi listrik yang dihasilkan berdasarkan dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan warga sekitar dengan jumlah total kebutuhan energi listrik sebesar 118.919,59 Watt.

Sementara itu, La Hasanudin dan tim pada tahun 2019 melakukan kajian potensi daya PLTMH pada sungai Bone menggunakan pendekatan *Current Meter* dan Rumus *Manning* (9). Hasil perhitungan debit aliran menggunakan *current meter* sebesar 6,4 – 8,4 m³/s dengan besar daya yang dapat dimanfaatkan sebesar 563,6 kW – 743,8 kW, kemudian menggunakan rumus *manning* diperoleh besar debit aliran sebesar 6,8 – 9,4 m³/s dengan besar daya yang dapat dimanfaatkan sebesar 681 kW – 945 kW.

Wibowo Romadhoni, Dady Sulaiman, dan Purnama pada tahun 2021 melakukan analisis potensi PLTMH dengan metode *survey* di Kalimantan Utara diperoleh dari 20 titik sungai, 2 sungai berpotensi besar sebagai sumber PLTMH dengan nilai daya teoritis sebesar 5,5 kW dan 8,5 kW. Adapun sungai-sungai tersebut merupakan anak sungai kayan, yaitu salah satu sungai terbesar di Kalimantan Utara (10).

Berdasarkan hasil penelitian Ikrar Hanggara dan Harvi Irvani pada tahun 2017 mengenai analisis potensi PLTMH di Malang (11), dalam mengkaji besar energi yang dihasilkan oleh PLTMH, perlu diketahui terlebih dahulu besar debit air untuk menggerakkan generator pembangkit. Dari penelitian tersebut didapatkan rata-rata debit air sungai sebesar 1,783 m³/dt serta rata-rata daya yang terbangkitkan sebesar 47,75 kW. Jika diasumsikan kebutuhan daya setiap rumah adalah 1 kW, maka dengan nilai daya sebesar 47,75 kW total rumah yang dapat disalurkan energi listrik sebanyak 47 rumah.

Penelitian yang dilakukan oleh Deni Almada dan Rahmat Kartono pada tahun 2020 menghasilkan bahwa PLTMH mampu menghasilkan potensi energi sebesar 112,82 watt (12). Besar energi listrik yang umum dihasilkan oleh PLTMH sekitar 950,4 watt, dapat disimpulkan bahwa PLTMH tersebut memenuhi kebutuhan listrik mencapai 83, 16% dari kapasitas umumnya.

Sementara itu, penelitian lain dilakukan oleh Siti Suci Murni dan Agus Suryanto pada tahun 2020 mengkaji tentang efisiensi daya PLTMH Parakandowo (13). Hasil penelitian menunjukkan besar efisiensi daya yang dihasilkan oleh PLTMH sebesar 65,33% yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Efisiensi Daya PLTMH Parakandowo (13)

No	Daya Output (kW)	Daya Input Terbakitkan (kW)	Efisiensi (%)
1	16,028	22,4	71,55
2	14,991	22,4	66,92
3	13,589	22,4	60,66
rerata	14,635	22,4	65,33

PLTMH dikatakan efisien apabila besar persentase efisiensi lebih dari 70%, sehingga pada PLTMH tersebut dikatakan tidak efisien.

Nurhayati Doda dan Herdi Mohammad pada tahun 2018, mengkaji potensi PLTMH di Kabupaten Bone Bolango menggunakan metode *survey* dan analisis terhadap potensi daya. Hasil penelitian menunjukkan PLTMH menghasilkan debit air sebesar 12,14 m³/detik serta memiliki potensi daya yang mampu dibangkitkan sebesar 289, 935 kW. Kapasitas daya yang dihasilkan tersebut sangat mencukupi kebutuhan listrik masyarakat dengan kebutuhan setiap KK mencapai 450 kW (14).

Sementara itu, Very Dwiyanto, Dyah Indriana K., dan Subuh Tugiono pada tahun 2016, melakukan studi kasus PLTMH sungai air anak (15). Berdasarkan hasil kajian tersebut terjadi penurunan daya PLTMH air anak yang disebabkan oleh penumpukan sedimen pada bending, hal tersebut mengakibatkan air yang tertampung pada bending tidak optimal serta air yang mengalir lebih banyak melalui spilway daripada melalui intake. Hal tersebut dibuktikan melalui hasil perhitungan debit yang terukur pada sungai pada 9 Mei 2016 sebesar 0,5788 m³/s, dengan diameter pipa sebesar 21,6 cm dan pada ketinggian 4 cm, debit yang dihasilkan sebesar 0,0189 m³/s. Debit tersebut sangat kecil sehingga turbin tidak dapat berputar yang mengakibatkan *output* daya tidak ada.

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, PLTMH menghasilkan energi listrik yang cukup besar, besarnya energi listrik yang dihasilkan didukung oleh beberapa faktor, yaitu ketinggian air mengalir serta besar debit air setiap detiknya. Artinya, sumber daya yang diperlukan guna membangun PLTMH cukup besar mengingat Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki potensi air sangat besar.

3.3 Analisis Dampak PLTMH Terhadap Aktivitas Masyarakat

Sallata dan tim pada tahun 2015 melakukan penelitian mengenai pemanfaatan PLMH sebagai usaha penunjang pembangunan desa mandiri energi (16). Hasil penelitian menggunakan metode observasi, wawancara, dan analisis deskriptif menyatakan bahwa telah dibangun PLTMH dengan kapasitas 10 kVA yang mampu memenuhi kebutuhan listrik sejumlah 131 KK. Perubahan persepsi positif terjadi pada masyarakat sekitar, yaitu dengan meningkatnya partisipasi, kepedulian, serta rasa kepemilikan masyarakat terhadap ekosistem hutan. Selain hal tersebut, masyarakat sekitar terbantu dengan adanya listrik dari PLTMH.

Sementara itu, Ishelina Rosaira dan Wati Hermawati pada tahun 2014 melakukan kajian mengenai dampak PLTMH Gunung Sawur terhadap berbagai aspek kehidupan di masyarakat Candipuro, Lumajang (17). Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode kualitatif analisis deskriptif, didapatkan bahwa terdapat 3 aspek kegiatan yang terbantu akibat adanya listrik dari PLTMH, antara lain perekonomian, sosial, dan pendidikan. Dalam aspek ekonomi, terdapat penambahan jumlah rumah produksi skala rumah tangga, penambahan tersebut akibat adanya efisiensi waktu sekitar 2 – 3 jam yang diakibatkan oleh bantuan pasokan listrik dari PLTMH. Dari aspek kegiatan sosial, terjadi peningkatan aktivitas masyarakat, seperti kegiatan keagamaan. Kegiatan keagamaan di daerah tersebut umumnya dilakukan pada malam hari, dengan adanya tambahan pasokan listrik dapat membantu kegiatan religi masyarakat. Namun, dampak negatif yang ditimbulkan adalah adanya perubahan perilaku konsumtif, hal tersebut dikarenakan masyarakat menggap bahwa pasokan energi terbarukan tidak akan habis sehingga meningkatkan kebiasaan konsumsi listrik serta menurunkan kebiasaan menabung masyarakat. Dari segi pendidikan, adanya PLTMH mampu memberikan aliran listrik untuk penerangan yang lebih terang guna menunjang pendidikan anak-anak sekitar.

Selain yang telah dijelaskan di atas, menurut Chadidjah, kekurangan PLTMH lainnya adalah kapasitas daya yang dihasilkan akan lebih kecil saat musim kemarau karena berkurangnya jumlah air pada sumber PLTMH serta memiliki potensi terjadinya peningkatan perilaku hidup konsumtif (18).

Berdasarkan hasil penelitian Novita Sari, Sudarti, dan Yushardi pada tahun 2022 mengenai kajian analisis PLTMH di PP Nahdlatut Thalibin, Kabupaten Probolinggo (19), PLTMH yang digunakan berskala kecil terdiri atas 3 turbin dengan total energi listrik yang dihasilkan sekitar 9000 Watt. Daya tersebut mampu memenuhi kebutuhan sehari-hari, namun dengan produksi listrik berskala kecil tersebut memiliki beberapa kelemahan termasuk cuaca. Apabila sedang kemarau debit air yang dihasilkan sungai tidak memenuhi kapasitas untuk menggerakkan turbin sehingga apabila turbin tidak bergerak generator tidak akan berfungsi untuk menghasilkan energi listrik.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan bahwa dalam aspek finansial, ketersediaan sumber daya, serta dampak terhadap masyarakat memiliki kriteria yang cukup baik serta mampu menunjang beberapa kegiatan sehari-hari masyarakat. Hal tersebut dapat menjadi pertimbangan bagi pemerintah untuk membantu masyarakat dalam pengadaan listrik, terutama pada daerah-daerah yang masih belum terdistribusi aliran listrik.

4.2 Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menambah jumlah artikel yang dijadikan sebagai sumber kajian *literature review* serta mencantumkan lebih banyak data hasil penelitian berdasarkan artikel tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saputra IWB, Weking AI, Jasa L. Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Overshot Wheel. Makalah Ilmiah Teknik Elektro. 2017;16(2):48–54.
2. Suatan RA, Giriantari IAD, Sukerayasa IW. Kajian Ekonomi Rencana PLTMH di Desa Panji. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro. 2020;19(2):263.
3. Purwanto. Listrik Dari Mikrohidro Dalam Konteks Pengembangan Energi Terbarukan Di Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sebuah Pilihan: Belajar dari Koperasi Mekar, Subang. 2017. 1–24 p.
4. Meragun D, Taman KN, Sekadau K, Wilayah P. Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Meragun. 2013;5(1):31–40.
5. Faradina W, Suyono H, Utomo T. Kajian Kelayakan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Gunung Sawur 1 dan Gunung Sawur 2 Di Lumajang. Jurnal Mahasiswa TEUB. 2015;1–7.
6. Yazid IMN, Penilai K, Oku A. PEMANFAATAN POTENSI AIR YANG RAMAH LINGKUNGAN SEBAGAI SUMBERDAYA ENERGI LISTRIK. UEEJ-Unbara Environment Engineering Journal.
7. Marhendi T. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Sungai Brukah (Kali Bening, Banjarnegara). Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto). 2019;20(1):10.
8. Lindawati L, Sari EK, Ermawati Y. Potensi Energi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Niagara Desa Rantau Nipis Kecamatan Banding Agung Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan. Jurnal Deformasi. 2021;6(2):70.
9. Bachtiar A, Hayattul W. Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin. 2018;7(1):35–45.
10. Sulaiman D, Romadhoni W, Purnama P. Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro Pada Anak Sungai di Bulungan. Jurnal Kumparan Fisika. 2021;4(1):61–6.
11. Ikrar Hanggara dan Harvi Irvani. Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. Jurnal Reka Buana. 2017;2(2):149–55.
12. Almanda D, Kartono R. Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Sistem Distribusi Air di P.T. Astra Honda Motor Plant 5 Karawang. RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTRik kOMputeR). 2020;3(1):1.
13. Murni SS, Suryanto A. Analisis Efisiensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan HOMER (Studi Kasus PLTMH Parakandowo Kabupaten Pekalongan). Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan (JuLIET). 2021;1(2):34–8.
14. Doda N, Mohammad H. Analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Kabupaten Bone Bolango. Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering. 2018;1(1):1.
15. Dwiyanto V, Indriana DK, Tugiono S. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). Vol. 4. 2016.
16. Sallata MK, Nugroho HY, Wakka AK. Pemanfaatan mikrohidro untuk membangun desa mandiri energi. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallaceae. 2015;4(1):71–80.
17. Hermawati IR dan W, Pusat. Dampak Listrik Pltmh Terhadap Kehidupan Sosial Ekonomi Masyarakat Di Dusun Gunung Sawur, Desa Sumber Rejo, Candipuro, Lumajang. Prosiding Konferensi dan Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna. 2014;456–507.
18. Setiawan E, Sujana I, Ivanto M. Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Untuk Mengetahui Efisiensi Turbin Pada Desa Rirang Jati Kecamatan Nanga Taman Kabupaten Sekadau. JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa 2021;2(2):90–6.
19. Sari NR, Sudarti, Yushardi. Analisis Pemanfaatan PLTMH Di Pondok Pesantren Nahdlatut Thalibin Kabupaten Probolinggo. JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala. 2022;7(2):443–9.