



POTENSI ENERGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) NIAGARA DESA RANTAU NIPIS KECAMATAN BANDING AGUNG KABUPATEN OGAN KOMERING ULU SELATAN

Lindawati, Enda Kartika Sari*, Yuli Ermawati

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Baturaja

*Corresponding Author, Email : endaunbara@gmail.com

ABSTRAK

Di Desa Rantau Nipis Kecamatan Banding Agung Kabupaten OKU Selatan terdapat aliran sungai yang memiliki potensi ketersediaan air yang cukup sepanjang tahun, debit sungai yang dapat diandalkan, dan memiliki kontur yang sesuai dan telah dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dinamakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Niagara. Namun, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Niagara Desa Rantau Nipis ini sering mengalami penurunan daya listrik. Untuk itu perlu dilakukan analisis potensi energi dan waktu operasi efektif pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Niagara Rantau Nipis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar debit air sungai pada PLTMH Niagara Desa Rantau Nipis Kecamatan Banding Agung Kabupaten OKU Selatan dan mengetahui besar potensi sungai yang bisa dikembangkan untuk PLTMH Niagara Desa Rantau Nipis Kecamatan Banding Agung Kabupaten OKU Selatan. Metode yang dilakukan adalah metode survey dan pengamatan langsung di lapangan. Metode pengolahan dan analisis data untuk menghitung debit andalan dengan menggunakan metode Slove Area. Setelah didapat nilai debit andalan sungai dan debit terukur sungai, dilakukan perhitungan debit yang melalui pipa pesat yang digunakan untuk membangkitkan daya listrik. Debit pipa yang didapat digunakan untuk menghitung daya terbangkit PLTMH Niagara. Dari hasil penelitian ini didapatkan data perhitungan debit air sungai sebesar 16,43 m³/detik. Jumlah kebutuhan energi listrik yang di butuhkan oleh PLTMH yang harus dikeluarkan selama 3 hari yaitu 1.916,0666 watt yang ada pada Kecamatan Banding Agung dan Mekakau Ilir.

Kata Kunci : Potensi; Debit Sungai; Pembangkit Listrik Mikro Hidro

ABSTRACT

In Rantau Nipis Village, Banding Agung District, South OKU Regency, there is a river flow that has the potential for sufficient water availability throughout the year, reliable river discharge, and has appropriate contours and has been used for a Micro-hydro Power Plant called the Niagara Micro-Hydro Power Plant. However, the Niagara Microhydro Power Plant in Rantau Nipis Village often experiences a decrease in electrical power. For this reason, it is necessary to analyze the energy potential and effective operating time of the Niagara Rantau Nipis Microhydro Power Plant system. The purpose of this study was to determine the amount of river water discharge at PLTMH Niagara, Rantau Nipis Village, Banding Agung District, South OKU Regency and to find out the potential of the river that could be developed for PLTMH Niagara, Rantau Nipis Village, Banding Agung District, South OKU Regency. The method used is survey method and direct observation in the field. Data processing and analysis methods to calculate reliable discharge using the Slove Area method. After obtaining the mainstay discharge value of the river and the measured discharge of the river, a calculation of the discharge through the rapid pipe is carried out which is used to generate electrical power. The pipe discharge obtained is used to calculate the power generated by the Niagara PLTMH. From the results of this study, data obtained from the calculation of river water discharge of 16.43 m³/second. The amount of electrical energy needed by the PLTMH that must be issued for 3 days is 1,916.0666 watts in the Districts of Banding Agung and Mekakau Ilir.

Keywords : Potency; River Discharge; Micro Hydro Power Plant

PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu sumber air bagi kehidupan yang ada di bumi. Baik manusia, hewan dan tumbuhan, semua makhluk hidup memerlukan air untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya. Sungai mengalir dari hulu ke hilir bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Di Indonesia terdapat banyak sekali sungai-sungai besar maupun kecil yang terdapat di berbagai daerah. Hal ini merupakan peluang yang bagus untuk mengembangkan energi listrik di daerah khususnya daerah yang belum terjangkau energi listrik.

Kebutuhan utama dalam kehidupan manusia adalah energi. Semakin besar energi dibutuhkan maka semakin maju suatu negara. Pada saat ini migas adalah sumber pengadaan energi yang jumlahnya terbatas dan suatu saat akan habis (Doda & Mohammad 2018). Guna mengatasi permasalahan sumber energi yang semakin menipis perlu dilakukan pengembangan energi terbarukan, salah satunya yaitu pembangkit listrik tenaga air (PLTA) skala mikro atau mikrohidro (Pranoto et al 2018). Indonesia sebagai negara yang berada di garis khatulistiwa beriklim tropis dianugerahi banyak energi terbarukan dengan potensi mencapai 441,7 GW (Wardani 2017). Potensi tenaga air yang diperuntukkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro sebesar 11% yang tersebar di seluruh Indonesia (Dewan Energi Nasional 2016)

Solusi alternatif dalam memanfaatkan energi terbarukan yang dapat dioptimalkan penggunaannya seperti di pedesaan dan pegunungan yang belum mendapatkan akses jaringan tenaga listrik PLN dengan menggunakan energi listrik tenaga air. (Bawan et al 2021). Prinsip kerja PLTMH adalah air yang jatuh (debit) meter perdetik dan beda ketinggian yang mengalir melewati pipa, dimanfaatkan untuk menghasilkan daya listrik. (Baskoro et al 2021).

Pembangkit listrik tenaga air pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Pembangkit listrik mikro hidro mengacu pada pembangkit listrik dengan skala di bawah 200 kW. Banyak daerah pedesaan di Indonesia yang dekat dengan aliran sungai sangat cocok untuk membuat pembangkit listrik pada skala dibawah 100kW tersebut. Pemanfaatan potensi listrik mikro hidro di suatu daerah adalah untuk memenuhi kebutuhan energi dan mengantisipasi kenaikan biaya energi atau kesulitan jangkauan jaringan listrik di daerah tersebut. Mikrohidro atau yang disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. Biasanya mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai (Anonim 2008). Istilah kapasitas merujuk kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (*flow capacity*), sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah *head*. Mikrohidro juga dikenal sebagai *white resources* dengan terjemahan bebas bisa dikatakan "energi putih". Dikatakan

demikian karena instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang telah disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. (Rompas 2011)

Di Desa Rantau Nipis Kecamatan Banding Agung Kabupaten OKU Selatan terdapat aliran sungai yang memiliki potensi ketersediaan air yang cukup untuk sepanjang tahun, debit sungai yang dapat diandalkan, dan memiliki kontur yang sesuai dan telah dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Niagara. Tetapi PLTMH Niagara Desa Rantau Nipis ini sering mengalami penurunan daya listrik. Untuk itu perlu dilakukan analisis potensi energi dan waktu operasi efektif pada sistem PLTMH Niagara Rantau Nipis. Rumusan masalah dan tujuan dalam penelitian ini adalah berapa besar debit air sungai pada PLTMH Niagara Desa Rantau Nipis Kecamatan Banding Agung Kabupaten OKU Selatan dan berapa besar potensi sungai yang bisa dikembangkan untuk PLTMH Niagara Desa Rantau Nipis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Sungai Rantau Nipis, Kecamatan Banding Agung Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan. Data yang diperlukan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer yang dipakai untuk mendukung penelitian ini antara lain data debit Sungai Rantau Nipis pada titik bangunan PLTMH, data kecepatan aliran pada sungai hulu, hilir, tengah, di Sungai Rantau Nipis dan data tinggi muka air. Data sekunder yang dipakai untuk mendukung penelitian ini antara lain data perencanaan potensi PLTMH Niagara, peta Sungai Rantau Nipis, data kemiringan lereng, data tata guna lahan dan data curah hujan. Metode pengolahan dan analisis data untuk menghitung debit andalan dengan menggunakan metode *Slove Area* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= A.V \\ V &= P/X_r \\ A &= X_r . br \end{aligned}$$

Keterangan :

- Q = Debit
- A = Luas penampang
- V = Kecepatan
- X_r = Waktu Tempuh Antar Titik
- Br = Lebar Sungai Rata-rata
- Dr = Keadalaman Basah Rata-rata

Setelah didapat nilai debit andalan sungai dan debit terukur sungai, dilakukan perhitungan debit yang melalui pipa pesat yang digunakan untuk membangkitkan daya listrik. Debit yang melalui pipa pesat dihitung pada kondisi debit pipa rencana dan debit pipa saat terjadi penurunan daya. Debit pipa yang didapat digunakan untuk menghitung daya terbangkit PLTMH Niagara. Hasil daya terbangkit yang didapat dilakukan perbandingan sehingga didapat persentase penurunan daya yang terjadi pada PLTMH Niagara. Perhitungan potensi pembangkit listrik PLTMH menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = p . n . g . Q . h$$

Keterangan :

- P = Watt
 p = masa jenis air (kg/m^3)
 g = gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)
 Q = debit air (m^3/detik)
 H = head/ketinggian air (m)
 n = efisiensi turbin

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Luasan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Dari segi hidrologi, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan terbelah oleh Sungai Komering, di mana sungai ini merupakan sungai besar yang di aliri dua sungai lain yaitu Sungai Saka dan Sungai Selabung. Pada sungai-sungai besar tersebut masih terdapat sekitar 20 sungai dan anak sungai lainnya yang tersebar di seluruh wilayah Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan.

Di Kabupaten OKU Selatan juga terdapat beberapa air terjun dan danau, baik yang besar maupun kecil, sehingga daerah ini merupakan daerah pariwisata potensial di Provinsi Sumatera Selatan. Danau yang terbesar adalah Danau Ranau (Kecamatan Banding Agung), Danau Rakihan (Kecamatan Sindang Danau), Danau Halim (Kecamatan Buay Rawan) dan Danau Asmara (Kecamatan Simpang). Untuk kebutuhan operasionalnya PLTMH Niagara menggunakan aliran Sungai Selabung, dimana sungai ini berasal dari aliran Danau Ranau. Daerah aliran sungai yang ada di Kabupaten OKU Selatan dapat dilihat pada tabel 1 berikut

Tabel 1. Daerah Aliran Sungai Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan

No	Nama Daerah Aliran Sungai	Luas (ha)
1	Sungai Saka	6000
2	Sungai Gilas	1200
3	Sungai Selulu	3500
4	Sungai Magama	2200
5	Sungai Pilamasin	1500
6	Sungai Giham	3000
7	Sungai Tahmi	2000
8	Sungai Seliam	9000
9	Sungai Furu	1500
10	Sungai Imus	4000
11	Sungai Buyuk	2500
12	Sunagi Telema	3000
13	Sungai Keruh	2000
14	Sungai Selabung	4400
15	Sungai Ruos	2600
16	Sungai Ngepah	1000
17	Sungai Mekakau	4000
18	Sungai Beangtai	1500
19	Sungai Kemu	3500
20	Sungai Singau	2300

Lanjutan

No	Nama Daerah Aliran Sungai	Luas (ha)
19	Sungai Kemu	3500
20	Sungai Singau	2300
21	Sungai Kisam	5000
22	Sungai Luas Putih	1500
23	Sungai Luas Besar	2000
24	Sungai Are	3000
25	Sungai Asaham	1500
26	Sungai Meleki	2000
27	Sungai Singalaga	1000
28	Sunagi Limping	1000
29	Sungai Keni	2000

Sumber :PT. Nusantara Indah Energindo, 2020

Data Tata Guna Lahan

PLTMH Niagara terletak pada area rumput, persawahan dan ladang. Dengan kebutuh lahan yang diperlukan untuk PLTMH Niagara dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Lahan Yang Dibutuhkan Untuk PLTMH Niagara

Nama PLTMH	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	Luas (ha)
PLMH Niagara				
a. Bendung	47	27.53	1.313,5	0.1313
b. Intake	100	9.23	923.15	0.092315
c. Bak Penenang	60	54.834	3290.077	0.032900
d. Pipa Pesat	50	15.901	795.0959	0.07909
e. Gedung Sentral	26	10.5	273.52	0.027352
f. Jalan Akses	135	5.98	807.454	0.090745
g. Buffer Zone, dll				0.3027
Jumlah				0.75

Sumber : PT.Nusantara Indah Energindo, 2020

Data Curah Hujan Lima Tahun Terakhir

Data curah hujan ini diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten OKU Selatan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dan dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data Rata rata Curah Hujan Pada DAS Banding Agung Kabupaten OKU Selatan

No	Bulan	Curah Hujan (MM)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	Januari	290	324,0	78	88,0	
2	Februari	235	294,0	186	192,0	243,0
3	Maret	248	556,0	174	144,0	114,0
4	April	192	429,0	239	148,0	126,0
5	Mei	124	288,0	227	96,0	86
6	Juni	151	262,0	36	101,0	236,0
7	Juli	77	210,0	18	25,0	124,0
8	Agustus	22	-	92	39,0	27,0
9	September	10	290,0	150	10,0	81,0

lanjutan

No	Bulan	Curah Hujan (MM)				
		2015	2016	2017	2018	2019
10	Oktober	0	440,0	70	24,0	0,0
11	November	182	623,0	-	47,0	72,0
12	Desember	522	253,0	118	51,0	309,0
	Jumlah	2.053	3.969	1.388	965	1.611
	Rata-rata	171,0	330,75	115,6	80,4	134,25

Sumber : Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)
Stasiun Klimatologi Palembang, 2020.

Kondisi Kelistrikan Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan

Prasarana Jaringan Listrik di Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan berdasarkan data dari Dinas Pertambangan Propinsi Sumatera Selatan masih terdapat desa yang belum mendapatkan aliran listrik. Dari 10 kecamatan yang ada di Kabupaten OKU Selatan, dua Kecamatan yang desanya sudah berlistrik, sedangkan delapan kecamatan lainnya belum memiliki listrik.

Dari data tersebut tercatat ada 36 desa yang belum berlistrik yaitu tujuh desa di Kecamatan Muaradua, lima desa di Kecamatan Buay Pemacah, dan Buay Sandang Aji, satu desa di Kecamatan Buay Runjung, Kisam Tinggi dan Mekakau Ilir, tujuh desa di Kecamatan Muaradua Kisam dan 10 desa di Kecamatan Pulau Beringin. Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa di kabupaten ini masih membutuhkan tambahan daya listrik untuk desa-desa tersebut di atas. Perkiraan kebutuhan energi listrik untuk rumah tangga di Kabupaten OKU Selatan dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik Rumah Tangga di Kab. OKUS

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Rumah (Unit)	Kebutuhan Energi Listrik (Watt)
1	Banding Agung	72830	16.705	19.209,000
	Rumah Tipe Kecil		10.023	9020,700
	Rumah Tipe Sedang		5.011	6514,300
	Rumah Tipe Besar		1.670	3674,000
2	Mekakau Ilir	22096	5.524	6.351,100
	Rumah Tipe Kecil		3.314	2982,600
	Rumah Tipe Sedang		1.657	2154,100
	Rumah Tipe Besar		552	1214,400
	Jumlah	94926	22.229	25.560,1
3	Pulau Beringin	52942	11.509	13.235,600
	Rumah Tipe Kecil		6.905	6214,500
	Rumah Tipe Sedang		3.453	4488,900
	Rumah Tipe Besar		1.151	2532,200
4	Muara Dua Kisam	32704	7.787	8955,400
	Rumah Tipe Kecil		4.672	4204,800
	Rumah Tipe Sedang		2.336	3036,800
	Rumah Tipe Besar		779	1713,800

Lanjutan

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah Rumah (Unit)	Kebutuhan Energi Listrik (Watt)
5	Kisam Tinggi	21428	5.791	6659,400
	Rumah Tipe Kecil		3.475	3127,500
	Rumah Tipe Sedang		1.737	2258,100
	Rumah Tipe Besar		579	1273,800
6	Muara Dua	61118	13.286	15280,400
	Rumah Tipe Kecil		7.972	7174,800
	Rumah Tipe Sedang		3.986	5181,800
	Rumah Tipe Besar		1.329	2923,800
7	Buay Sandang Aji	32576	7.763	8928,700
	Rumah Tipe Kecil		4.654	4188,600
	Rumah Tipe Sedang		2.333	3032,900
	Rumah Tipe Besar		776	1707,200
8	Buay Runjung	31891	7.778	8944,800
	Rumah Tipe Kecil		4.667	4200,300
	Rumah Tipe Sedang		2.333	3032,900
	Rumah Tipe Besar		778	1711,600
9	Simpang	33369	8.139	9360,100
	Rumah Tipe Kecil		4.883	4394,700
	Rumah Tipe Sedang		2.442	3174,600
	Rumah Tipe Besar		814	1.790,80
10	Buay Pemacah	42023	12.360	14.214,00
	Rumah Tipe Kecil		7.416	6674,400
	Rumah Tipe Sedang		3.709	4820,400
	Rumah Tipe Besar		1.236	2719,200
	Kabupaten	401976	96642	111139,800
	Rumah Tipe Kecil		57.981	52182,900
	Rumah Tipe Sedang		28.997	37.696,100
	Rumah Tipe Besar		9.664	21.260,80
	Penerangan Jalan (2%)			2.222,80
	Cadangan (5%)			5.556,990
Total Kebutuhan				118.919,59

Sumber : PT. Nusantara Indah Energindo, 2020

Analisa perhitungan potensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro

Perhitungan Kecepatan Aliran (V)

Pengukuran perhitungan kecepatan aliran sungai dilakukan selama 3 hari dengan cara melemparkan bola pelampung ke setiap titik dengan menggunakan *stopwatch* sehingga dari setiap titik didapatkan hasil kecepatan aliran pada waktu yang dihitung dengan menghidupkan waktu pada *stopwatch*. Kecepatan aliran pada bendung sungai dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kecepatan Aliran Pada Bendung Sungai

Hari	Waktu	Kecepatan Aliran (detik)	Jumlah (detik)	Rata-rata (detik)
Senin	Pagi	45,80	105,03	243,3
	Sore	59,23		
Selasa	Pagi	300	653	
	Sore	353		
Rabu	Pagi	360	700	
	Sore	340		

Sumber : Pengolahan Data Primer, 2020

Perhitungan Luas Penampang (A)

Pengukuran perhitungan luas penampang aliran sungai dilakukan pada tiga titik atau tumpuan dengan cara mengukur memakai meteran, selanjutnya mengukur luas penampang dari titik 1 sampai dengan 3, kemudian mengukur kedalaman pada air menggunakan bambu yang panjang yang sudah dibatasi memakai meteran. Perhitungan luas penampang dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Perhitungan Luas Penampang

Titik (n)	Kedalaman (m)	Lebar (m)
I	3	11
II	2	15
III	9	20
Jumlah	14	46
Rata-rata	Xr = 4,66	Br = 15,33

Sumber : Data Primer Diolah, 2020

Perhitungan Debit Air (Q)

Jumlah air yang mengalir dalam saluran atau sungai per unit waktu disebut dengan debit. Metode yang sering digunakan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (*cross section*) (Marhendi 2019). Menentukan debit air dilakukan dengan cara bola pelampung diisi air sedikit sehingga bola stabil, kemudian bola dilemparkan dari titik awal dan akhir, sehingga setiap titik didapat hasil dari luas x kecepatan pada aliran. Perhitungan debit didapat dari persamaan :

$$\begin{aligned}
 Q &= A.V \\
 Q &= 71,44 \times 0,25 \\
 &= 16,43 \text{ (m}^3\text{/detik)}
 \end{aligned}$$

Prinsip kerja pada PLTMH yaitu air yang jatuh (debit) meter perdetik dan beda ketinggian yang mengalir melewati pipa, dimanfaatkan untuk menghasilkan daya listrik. (Baskoro et al 2021). Pembangkit listrik tenaga mikro hidro merupakan kebutuhan yang sangat diharapkan oleh penduduk khususnya di daerah pedesaan yang potensi airnya melimpah, dengan potensi kelistrikkannya yang ramah lingkungan, sehingga dapat mewujudkan energi yang bersih, sehat, dan terkontrol dengan suatu sistem, seperti dengan data berikut :

- a) PLTMH Niagara ini memakai jenis turbin pelton dimana dalam penelitian dilakukan pengukuran tinggi jatuh air dengan menggunakan meteran
- b) Pengukuran dilakukan dari bak penampung (*ferebay*) ke lokasi turbin PLTMH (*turbine*) dengan cara memakai meteran untuk mengukur ketinggian,
- c) Dalam pengukuran tinggi jatuh air didapat 14 m dengan ukuran pipa pesat yang berukuran panjang 70 meter, dari hasil penelitian debit air yang didapatkan sebesar 16,43 m³/detik.
- d) Jenis turbin pelton PLTMH ini memiliki efisiensi sebesar 0,85
- e) Masa jenis air PLTMH niagara ini yaitu 1000 kg/m³ dari hasil perencanaan pada tahun 2015

Dengan potensi pembangkit listrik PLTMH ini sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 P &= p \cdot n \cdot g \cdot Q \cdot h \\
 &= 1000 \times 0,85 \times 9,8 \times 16,43 \times 14 \\
 &= 1.916.066 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan data perhitungan debit air sungai sebesar 16,43 m³/detik. Jumlah kebutuhan energi listrik yang di butuhkan oleh PLTMH yang harus dikeluarkan selama 3 hari yaitu 1.916,0666 watt dan terjadi pada Kecamatan Banding Agung dan Mekakau Ilir

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Buku 2B. *Pedoman Kelayakan Sipil*. Jakarta: Direktorat Jendral Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Baskoro, F., Murtadlo, I., & Wrahatnolo, T. (2021). *Analisa Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Embung Kuniran Kecamatan Sine Kabupaten Ngawi*. Jurnal Teknik Elektro, 10(3), 783-791.
- Bawan, E. K. (2021). *Analisa Potensi Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Manokwari Selatan*. Jurnal Penelitian Saintek, 26(1).
- Dewan Energi Nasional. 2016. *Outlook Energi Indonesia*. Jakarta
- Doda, N., & Mohammad, H. (2018). *Analisis potensi pengembangan pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Kabupaten Bone Bolango*. Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering, 1(1), 1-10.
- Marhendi, T. (2019). *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Sungai Brukah (Kali Bening, Banjarnegara)*. Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto), 20(1), 10-16.
- Pranoto, B., Aini, S. N., Soekarno, H., Zukhrufiyati, A., Al Rasyid, H., & Lestari, S. (2018). *Potensi Energi Mikrohidro di Daerah Irigasi (Studi Kasus di Wilayah Sungai Serayu Opak)*. Jurnal Irigasi, 12(2), 77-86.

- Rompas, P. T. (2011). *Analisis pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) pada daerah aliran sungai ongkak mongondow di desa muntoi kabupaten bolaang mongondow*. Jurnal Penelitian Saintek, 16(2), 160-171.
- Wardani. 2017. *Pertumbuhan Listrik EBT Terus Digenjot*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2017/10/03/1762/pertumbuhan.pembangkit.listrik.ebt.terus.digenjot>, diakses tanggal 1 Maret 2021