

PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR BERBASIS MIKROHIDRO UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS ENERGI LISTRIK

Hafit Lerian Saragih^{1*}, Abdul Majid², Gio Morales Pandiangan³, Irgi Fahreza⁴, Widia Sari Purba⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Negeri Medan; Jalan Willem Iskandar Pasar V Medan Estate; (061) 6613365

Keywords:

Efisiensi;
PLTMH;
Produktivitas;

Correspondent Email:

saragihhafit1107@gmail.com

Abstrak. Pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro merupakan teknologi yang dapat dikembangkan di daerah yang masih cukup jauh dari jangkauan listrik sera menjadi salah satu alternatif sumber listrik yang ramah lingkungan dan efisien serta produktif. Penelitian ini dilakukan di Desa Paritohan, Kabupaten Toba Samosir dengan tujuan mengembangkan pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro sebagai upaya meningkatkan efisiensi dan produktivitas energi listrik yang dilihat dari debit andalan dan potensi daya listrik. Data penelitian berupa debit andalan dan potensi daya listrik dengan data yang didapatkan dengan tinjauan langsung. Potensi daya listrik yang dapat dihasilkan sesuai pada hasil analisis debit andalan. Analisis debit andalan sebagai upaya memperkirakan besaran debit yang selalu tersedia dalam jangka waktu yang cukup lama dengan keadaan tertentu. Hasil penelitian tampak bahwa kegiatan yang dilaksanakan memberikan dampak yang baik terhadap efisiensi dan produktivitas energi listrik tampak dari debit andalan terbesar diperoleh sebesar 661,2 m³/s, dengan potensi daya listrik yang bisa dihasilkan yaitu sebesar 12014,21 kWh yang dapat digunakan untuk 85 rumah. Sehingga, penelitian ini menjadi salah satu alternatif dalam pemecahan masalah dan juga pengefisienan dan produktivitas energi listrik bagi daerah setempat.

Abstract. Microhydro-based hydropower plant is a technology that can be developed in areas that are still quite far from the reach of electricity as well as being an alternative source of electricity that is environmentally friendly and efficient and productive. This research was conducted in Paritohan Village, Toba Samosir Regency with the aim of developing a micro hydro-based power plant as an effort to increase the efficiency and productivity of electrical energy seen from the mainstay discharge and potential electrical power. Research data in the form of reliable discharge and potential electrical power with data obtained by direct review. The potential electrical power that can be generated according to the results of the mainstay discharge analysis. Mainstay discharge analysis as an effort to estimate the amount of discharge that is always available in a long enough period of time with certain circumstances. The results of the study showed that the activities carried out had a good impact on the efficiency and productivity of electrical energy as seen from the largest mainstay discharge obtained of 661.2 m³ / s, with the potential electrical power that could be generated amounting to 12014.21 kWh which could be used for 85 homes. Thus, this research becomes one of the alternatives in problem solving and also the efficiency

and productivity of electrical energy for the local area.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber energi yang murah serta mudah didapatkan. Selain itu, pada air juga tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir) [1]. Energi tersebut dapat diubah menjadi bentuk energi lain. Salah satu bentuk ubahan dari energi tersebut adalah energi listrik. Pengubahan energi dari energi air menjadi energi listrik, dibutuhkan suatu perencanaan yang baik. Selain itu harus didukung oleh instalasi pembangkit listrik yang memadai. Listrik merupakan kebutuhan yang sangat berperan penting bagi kehidupan manusia, sehingga di wilayah terpencil dapat diadakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan, dan termasuk energi terbarukan. [2]

Listrik merupakan salah satu utilitas utama perumahan yang harus dipenuhi di dalam pembangunan dan pengembangan suatu daerah. Permasalahan yang ada pada saat ini adalah terbatasnya suplai tenaga listrik yang mengakibatkan krisis energi tenaga listrik. [3]. Dalam usaha untuk kecukupan listrik pada daerah tertentu, khusus pasokan listrik di desa sangat butuh untuk kelancaran dalam kegiatan masyarakat. Penyediaan listrik sebuah desa dapat memacu tingkat strata hidup dan mendorong adanya peningkatan ekonomi masyarakat [4]. Untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah-daerah perdesaan yang jauh dari jaringan listrik dapat memanfaatkan potensi energi setempat untuk membangkitkan listrik. Sumber energi setempat yang sangat potensial, yaitu di antaranya adalah tenaga air yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro.

Mikrohidro merupakan salah satu sumber energi terbarukan. Mikrohidro adalah istilah untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. [5]. Teknologi pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro merupakan teknologi yang dapat dikembangkan di daerah perdesaan yang jauh dari jangkauan jaringan Listrik. Sumber energi listrik tenaga air dengan mikrohidro termasuk bersih dan ramah lingkungan. Keanekaragaman teknologi pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro memungkinkan diintegrasikan dengan jaringan yang ada dan

dapat didistribusikan ke daerah terpencil serta dapat dimanfaatkan secara komersial dalam skala kecil untuk dapat mendorong terciptanya aktivitas pembangunan yang dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat di perdesaan. Untuk membantu memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut, dapat dilakukan upaya berupa Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Berbasis Mikrohidro. Dari debit air tersedia saluran penghantar air menghasilkan data beban listrik tersambung, sehingga dapat direncanakan kapasitas turbin dan generator, serta tipe jaringan listrik, dan menghasilkan tegangan listrik yang konstan [6]

Besarnya listrik yang dihasilkan oleh PLTA tergantung faktor yang mendorongnya seperti semakin dalam suatu aliran, semakin tinggi air jatuh maka semakin besar tenaga air untuk memutarakan turbin yang kemudian akan diubah menjadi arus listrik. Arus listrik tersebut yang akan dimanfaatkan sebagian besar masyarakat di daerah untuk menunjang kebutuhan sehari-hari. Indonesia menyimpan berbagai potensi sumber Energi Baru Terbarukan yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kurangnya pemanfaatan EBT dalam portofolio energi nasional dapat dijabarkan pada beberapa kendala, seperti kesenjangan geografis antara lokasi sumber energi dan kebutuhan energi [7]. Selain itu, biaya investasi untuk teknologi energi berbasis EBT masih tergolong tinggi, menjadi hambatan signifikan dalam meningkatkan porsi pemanfaatan. Faktor lain yang turut berkontribusi terhadap minimnya pemanfaatan EBT mencakup konsistensi dalam arah kebijakan perencanaan energi dan ketenagalistrikan [8]. Selain itu, dengan banyaknya peraturan perundangan membuat implementasi strategi pengembangan EBT menjadi sedikit terhambat. Sehingga, diperlukanlah sebuah upaya mengatasi permasalahan yang terjadi dan merumuskan kebijakan yang konsisten dalam meningkatkan dan menggefesiensikan peran EBT sebagai energi nasional [9]

Pemanfaatan EBT bisa diawali dari kelompok masyarakat yang menggunakan energi berskala kecil. Tujuannya adalah untuk

menjaga keselarasan lingkungan, akselerasi target pembangunan berkelanjutan, serta memperkuat ketahanan energi nasional [10]. Keberhasilan pembangunan tersebut tidak lepas dari dukungan masyarakat dalam proses pembangunannya. Keikutsertaan masyarakat sangat diperlukan agar pembangunan di desa dapat dilaksanakan sesuai dengan perencanaan telah ada. Sebagai upaya peningkatan efisiensi dan produktivitasnya bagi masyarakat [11]. Keterlibatan aktif masyarakat dalam pengelolaan pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro merupakan bukti nyata partisipasi masyarakat dalam pembangunan infrastruktur. Dengan demikian, implementasi infrastruktur ini meningkatkan efisiensi pertumbuhan, dan partisipasi merupakan sumber modal sosial yang harus dibangun untuk pertumbuhan [12]. Modal sosial meningkatkan efisiensi pengelolaan infrastruktur yang dibuktikan dengan jaringan yang kuat, harapan dan motivasi untuk mencapai tujuan bersama [13]. Salah satu jenis modal sosial, yaitu keterikatan yang menciptakan kemampuan adaptasi masyarakat pedesaan dalam pengembangan infrastruktur dalam bentuk kolaborasi, partisipasi, penggunaan teknologi, pemeliharaan bersama, dan kompetensi mobilisasi sumber daya kolektif [14].

Penelitian ini bertujuan mengembangkan serta mengimplementasikan pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro yang ditujukan kepada masyarakat pedesaan yang masih belum sepenuhnya mendapatkan listrik sepenuhnya dan penelitian ini difokuskan pada efisiensi dan produktivitas dari pembangkit listrik tenaga air berbasis mikro hidro yang telah dikembangkan. Sehingga, dengan adanya pengembangan pembangkit listrik tenaga air berbasis mikro hidro ini mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas serta kesejahteraan bagi masyarakat yang menggunakannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan energi air sebagai sumber daya utamanya [5]. PLTA mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik yang kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah pembangkit

listrik yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. Hidroelektrik adalah energi listrik yang dibangkitkan dari pembangkit ini [15].

PLTA adalah solusi pembangkit energi yang ramah lingkungan dan efisien, terutama di negara seperti Indonesia yang memiliki banyak sungai dan curah hujan tinggi [2]. Meski biaya pembangunannya mahal, manfaat jangka panjangnya sangat besar, baik dari sisi energi maupun lingkungan.

PLTA mempunyai empat komponen utama yaitu waduk atau bendungan, saluran pelimpah (pembawa air), gedung sentral (powerhouse), dan serandang hubung (switchyard) atau unit transmisi yang mengalirkan produksi listrik ke konsumen. Kapasitas PLTA di seluruh dunia sekitar 675.000 Megawatt (MW), setara dengan 3,6 miliar barel minyak atau sama dengan 24% kebutuhan listrik dunia. Sedangkan di Indonesia sendiri, potensi energi yang dapat dimanfaatkan dari air adalah sebesar 45,379 MW dari total 75,091 MW energi yang terpakai [16].

Komponen utama dari PLTA adalah motor yang dihubungkan ke turbin yang digerakkan oleh tenaga kinetik air. Secara luas, pembangkit listrik tenaga air tidak hanya berupa air dari sebuah waduk atau air terjun, tetapi juga meliputi pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air dalam bentuk lain seperti ombak [12].

Berdasarkan besar daya output-nya, PLN mengklasifikasikan pembangkit listrik tenaga air menjadi 3 macam, yaitu: pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH), pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM) dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). PLTMH memiliki daya output kurang dari 100 kW, PLTM memiliki daya output 100-1000 kW dan PLTA memiliki daya output lebih dari 1000 Kw [5] dan pada penelitian ini yang digunakan adalah mikrohidro.

Mikrohidro merupakan 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 [17]. Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air. Secara teknis, mikrohidro terdiri atas tiga komponen yaitu air, kincir dan generator.

Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air. Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik [6]

Mikrohidro dikatakan sebagai tipe pembangkit tenaga air yang sesuai diterapkan di lokasi-lokasi yang memiliki tinggi jatuh rendah dan aliran air yang tidak terlalu banyak. Sebagai sumber energi terbarukan, mikrohidro bisa menjadi salah satu alternatif penyediaan energi listrik yang ramah lingkungan dan untuk menjangkau daerah-daerah yang sulit terlistriki melalui gridline [2]

Dalam prakteknya, biasanya mikro hidro dibangun berdasarkan situasi bahwa adanya aliran air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang cukup dan memenuhi standar untuk dapat diaplikasikan pada sistem pembangkit listrik tenaga air. Pengertian kapasitas merujuk pada jumlah volume aliran air persatuan waktu, sedangkan selisih ketinggian aliran air sampai ke instalasi diterapkannya mikro hidro disebut dengan head terpasang [9]

Mikrohidro menggunakan potensi daya yang dimiliki air untuk menghasilkan listrik. Potensi daya yang dimiliki air dipengaruhi oleh debit dan tinggi jatuh. Biasanya pembangkit listrik tenaga air menggunakan debit dan tinggi jatuh air pada aliran sungai, air terjun dan saluran irigasi. Air yang bergerak (karena perbedaan ketinggian) akan menggerakkan kincir air dan memutar poros kincir. Poros kincir yang berputar juga akan memutar poros pada generator dan menghasilkan listrik, sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas energi listrik [18].

Efisiensi energi listrik adalah pengelolaan dan pembatasan penggunaan energi listrik secara lebih cerdas dengan tujuan mengurangi konsumsi energi listrik tanpa mengorbankan hasil yang dicapai [19]. Konsep ini menekankan pada pengurangan pemborosan energi listrik dengan cara yang lebih efisien, sehingga dapat menghemat sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Efisiensi energi listrik merupakan tolak ukur seberapa baik alat atau sistem dalam memanfaatkan energi listrik agar bisa mencapai suatu objektif. Tujuan konsep ini

adalah untuk mengurangi jumlah energi listrik yang dikonsumsi pada kehidupan sehari-hari. Meskipun mengurangi energi listrik yang dikonsumsi, bukan berarti hasilnya akan lebih buruk. Hasil yang diharapkan tentu setara atau lebih besar, meskipun energi listrik yang dikonsumsi sama atau bahkan lebih sedikit [20]. Tujuan tersebut mungkin dapat dicapai dengan menggunakan teknologi atau metode yang lebih canggih atau efektif.

Produktivitas energi listrik mengacu pada efisiensi penggunaan energi listrik untuk menghasilkan output yang lebih tinggi dengan input yang sama. Konsep ini penting dalam berbagai bidang, termasuk produksi, ekonomi, dan pembangunan berkelanjutan. Dengan penggunaan energi listrik yang efisien, proses produksi dapat ditingkatkan, aktivitas ekonomi dapat tumbuh, dan sumber daya energi dapat dilestarikan [21].

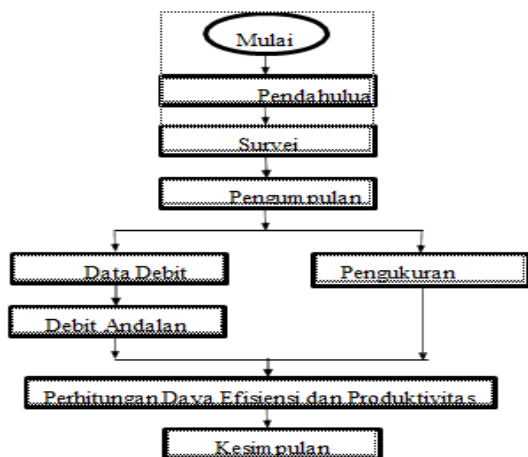
Produktivitas energi listrik mengacu pada seberapa efisien energi listrik digunakan untuk menghasilkan output yang berguna. Semakin tinggi produktivitasnya, semakin banyak output yang dihasilkan dengan jumlah energi listrik yang sama. Peningkatan produktivitas energi listrik dapat meningkatkan efisiensi proses produksi, sehingga menghasilkan lebih banyak produk dengan biaya yang sama atau bahkan lebih rendah. Sehingga, energi listrik yang efisien dapat mendorong pertumbuhan ekonomi dengan meningkatkan produktivitas di berbagai sektor, seperti industri, pertanian, dan layanan. Produktivitas energi listrik yang lebih tinggi dapat mengurangi konsumsi energi, mengurangi emisi, dan membantu dalam upaya pelestarian sumber daya alam [7]

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan disalah satu daerah di Sumatera Utara yaitu Desa Paritohan, Kabupaten Toba Samosir dengan survei lokasi dilakukan di sekitar Desa Paritohan, Kabupaten Toba Samosir. Survei ini dilakukan guna melakukan pengukuran elevasi di titik lokasi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran. Pengukuran ini meliputi pengukuran elevasi permukaan air di sungai dan evaluasi posisi titik pembangkit listrik yang akan direncanakan [10]. Hasil dari pengukuran ini akan digunakan untuk menentukan tinggi jatuh efektif. Nilai tinggi

jatuh efektif akan dipakai untuk menentukan besarnya daya listrik yang dihasilkan.

Untuk analisa debit, dilakukan dengan menggunakan data debit harian yang berasal dari lokasi penelitian. Dari data debit ini ditentukan besarnya debit andalan sebesar 80 %. Analisis debit andalan menggunakan metode Weibull dengan probabilitas kemungkinan tak terpenuhi 20% atau probabilitas kejadian dilampaui sebesar 80%. Berikut ini adalah alur penelitian yang akan dilaksanakan:



Gambar 1. Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menghitung besarnya debit andalan, digunakan data pengukuran debit dari lokasi penelitian. Data pengukuran debit diperoleh dari lokasi penelitian yaitu PLTA Sigura-gura. Data debit yang digunakan adalah data debit yang diukur mulai tahun 2013 sampai 2022. Dari data debit yang terukur, ditentukan nilai debit dengan probabilitas kejadian 80% dengan metode Weibull yang terdapat pada Persamaan 1. Nilai debit ini yang dipakai sebagai debit andalan 80%. Hasil analisis debit andalan 80% ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Debit Andalan 80%

No	1	2	3	4	5	6	7	8
1	253 4	2742	2030	2653	122 2	187 3	822 1	100 2
2	227 4	2058	1798	1919	105 0	834, 2	630, 2	109 1
3	119 1	1814	1720	1668	788	833	319, 3	569
4	113 6	1780	1419	1356,	788, 5	791	298	251
5	971, 6	1689, 7	1225, 2	1001, 3	708, 5	504, 8	280, 0	180, 7

No	1	2	3	4	5	6	7	8
6	909	1628	1153	889	665	480	133	166, 2
7	705	1314	1034	883	441	363	122	47,8
8	633	957,1	798,4	774,2	317	306	115	27,4
9	599	837,1	712,0	719,2	332	203	68,5	21,4
10	362	509,0	710,6	284,6	181	88,1	20,4	10,2
Q80 %	584	661,2	629,2	230	339	225	77	522

Dari hasil perhitungan debit andalan diperoleh bahwa debit terbesar terjadi pada bulan urutan kedua yaitu sebesar 661,2 m³/s. Kondisi aliran setelah urutan kedua cenderung mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan oleh jumlah air yang masuk ke sungai menjadi menurun. Hal ini seiring dengan jumlah hujan yang mulai menurun, sebagai tanda akan segera memasuki musim kemarau. Penurunan debit air sungai semakin tajam setelah memasuki musim kemarau. Dimana di musim kemarau ini, jumlah hujan sangat kecil atau bahkan tidak terjadi hujan. Kondisi ini menyebabkan pasokan ke sungai menjadi berkurang. Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa penurunan debit air sungai terjadi sampai bulan September. Debit andalan pada urutan keenam dan tujuh. Penurunan ini disebabkan oleh kecilnya pasokan air ke sungai. Hal ini seiring dengan masa berakhirnya musim kemarau. Pada urutan kedelapan, kondisi aliran sungai mulai meningkat. Kondisi ini disebabkan oleh peningkatan jumlah aliran ke sungai, dimana pada bulan ini mulai memasuki musim hujan yang ditandai dengan peningkatan jumlah hujan yang terjadi di wilayah tersebut.

Selanjutnya adalah penghitungan potensi daya listrik dengan mempertimbangkan nilai efisiensi konstruksi sipil, turbin dan masing-masing diambil nilai sebesar 0,8. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan tertentu. Dari nilai efisiensi tersebut kemudian dilakukan perhitungan nilai efisiensi total. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai efisiensi total adalah 0,512. Berikut adalah hasil dari potensi daya listrik yang dihasilkan:

Tabel 2. Potensi daya listrik

Urutan	Potensi Daya Listrik (kWH)
1	11309,29
2	30446,15
3	28669,36

4	22653,64
5	10948,37
6	524,61
7	431,60
8	1795,61

Dari hasil perhitungan potensi daya listrik, diperoleh bahwa potensi daya listrik terbesar terjadi pada urutan kedua yaitu sebesar 30446,15 kWh dan potensi daya listrik terkecil terjadi pada urutan ketujuh yaitu sebesar 431,60 kWh. Perbedaan potensi daya listrik di setiap urutannya disebabkan oleh besarnya debit andalan yang berbeda. Besaran debit yang berbeda ini disebabkan oleh perbedaan besar aliran yang terjadi. Hal ini dapat disebabkan oleh besarnya intensitas hujan yang berbeda-beda setiap bulannya. Dengan intensitas hujan yang meningkat, dapat menyebabkan terjadi peningkatan aliran di sungai. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan aliran yang terjadi di sungai.

Berdasarkan data pada tahun 2024, jumlah pelanggan listrik Rumah Tangga di Desa Paritohan, Kabupaten Toba Samosir sebanyak 12.051.622, dan jumlah listrik yang didistribusikan ke pelanggan Rumah Tangga adalah sebesar 17.823,51 GWh, sehingga diperoleh bahwa jumlah konsumsi listrik rerata setiap rumah tangga adalah sekitar 102,54 kWh. Dengan mengacu pada rerata daya listrik yang bisa dihasilkan yaitu sebesar 12014,21 kWh, maka daya ini dapat dipakai untuk menyuplai sekitar 81 rumah tangga. Sehingga, disimpulkan pengembangan pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro dapat membantu masyarakat sekitar dalam hal pemenuhan kebutuhan listrik dan juga meningkatkan efisiensi serta produktivitas dari energi listrik tersebut.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [8] memaparkan pengembangan pembangkit tenaga air berbasis mikrohidro yang baik, maka akan memberikan hasil yang baik pula pada proses tersebut dan juga dengan dilakukannya pengembangan pembangkit listrik tenaga air mampu mengatasi permasalahan yang terjadi. Pendapat sejalan juga dipaparkan oleh [11] yang menjabarkan bahwa sebuah pembangkit listrik tenaga air apabila dilakukan perbaikan atau pengembangan lebih lanjut akan memberikan dampak yang baik dan juga mampu

meningkatkan efisiensi dan produktivitas dari energi listrik yang dihasilkan, sehingga akan mempermudah kegiatan sehari-hari.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan serta penelitian yang relevan dapat disimpulkan bahwa pengembangan pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro menjadi salah satu alternatif dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan juga mampu meningkatkan efisiensi serta produktivitas energi listrik, sehingga kita sebagai penerus bangsa haruslah mampu berinovasi dan mengembangkan infrastruktur yang ada agar kedepannya bisa lebih berguna

5. KESIMPULAN

- Proses pembuatan dari pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro merupakan salah satu alternatif dalam menyelesaikan permasalahan listrik yang ada, dan juga sangat mudah untuk dibuat karena tidak memerlukan tenaga ahli dan dari segi waktu serta biaya yang cukup efisien sehingga masyarakat dapat membuatnya dengan mudah.
- Debit andalan terbesar diperoleh sebesar 661,2 m³/s, dengan potensi daya listrik yang bisa dihasilkan yaitu sebesar 12014,21 kWh, yang menunjukan bahwa pengembangan pembangkit listrik tenaga air berbasis mikrohidro dapat dijadikan salah satu pembangkit listrik pembantu serta mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas dari energi listrik tersebut. Sehingga, penelitian ini mampu memberikan solusi alternatif dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas energi listrik

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin menghaturkan rasa syukur dan terima kasih kepada tim yang telah membantu dalam menyelesaikan artikel ini. Selain itu, terima kasih kepada dosen Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan yang telah membimbing dan mengarahkan peneliti dan tim dalam proses penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sofyan, and I. M. Sudana, "Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Berdasarkan Debit Air dan Kebutuhan Energi Listrik," *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, Vol. 3, No. 2, pp 31-38, 2022.
- [2] S. Ointu, dkk, "Studi Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Potensi Air yang Ada di Desa Pinogu," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JEEEE)*, Vol. 2, No. 2, pp 30 – 38, 2020.
- [3] U. Aprianingrum and A. Rusdin, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Sungai Torue Kabupaten Parigi Moutong," *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, Vol. 6, No. 1, pp 11-20, 2020.
- [4] A. A. S. Negara., dkk., "Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Di Air Terjun Kalipancur Kabupaten Semarang," *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA (KIMU) 2*, Oktober, 2019.
- [5] D. Almanda., and R. Kartono, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Sistem Distribusi Air di P.T. Astra Honda Motor Plant 5 Karawang," *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, Vol. 3, No. 1, pp 1 – 7.
- [6] S. Sukamta, and A. Kusmantoro, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 5, No. 2, pp 58 – 63, 2013
- [7] Indriani, I., Fatimah, N., Rahmania, R., & Adriani, A. (2025). RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA PLTG MENGGUNAKAN IOT. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1).
- [8] Badruzzaman, N. A., Bhakti, H., & Bachri, O. S. (2024). IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING SUHU DAN PH AIR KOLAM BUDIDAYA IKAN LELE MENGGUNAKAN ARDUINO ESP8266 DAN ARDUINO IDE. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3S1).
- [9] Sembiring, J. (2025). PERBANDINGAN PENGARUH JUMLAH PADATAN TERLARUT DAN SUHU TERHADAP KUALITAS TEH MANIS, AIR KOPI, DAN AIR KEMASAN. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1).
- [10] Widyaningsih, G. A. (2019). Membedah Kebijakan Perencanaan Ketenagalistrikan di Indonesia. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 5(1), 117–136. <https://doi.org/10.38011/jhli.v5i1.77>
- [11] I. P. A. Wiranata, dkk, Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Menggunakan Turbin Cross-Flow, "Jurnal SPEKTRUM, Vol. 7, No. 4, pp 151 – 160, 2020.
- [12] T. Marhendi, and Toifin, "Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Sungai Brukah (Kalibening Banjarnegara)," *TECHNO*, Vol. 20, No. 1, Pp 11 – 17, 2019.
- [13] L. Hasanudin, Dkk, "Analisis Potensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Pada Sungai Bone Di Kecamatan Pasir Putih Kabupaten MUNA," *Prosiding SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI TERAPAN INOVASI DAN REKAYASA (SNT2IR)*, pp 304 – 315, 2019.
- [14] M. Rifai, "Kajian Ketersediaan Air Dan Potensi Daya Listrik Yang Dihasilkan Pada Rencana Pembangunan PLTMH KebongGembong Kabupaten Kendal," *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, Vol. 8, No. 4, pp 446 – 453, 2020.
- [15] Gusmedi, H., Putra, R. P., & Samosir, A. S. (2025). DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID 60 KWP. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1).
- [16] Febriyan, R., Fatkhurrohman, M., & Irwanto, I. (2025). TRAINER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS IOT PADA MATA PELAJARAN INSTALASI PENERANGAN LISTRIK DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2).
- [17] Wisanggeni, T. S. W. (2021). *sistem monitoring dan data logging potensi daya pada sungai untuk pembangkit listrik tenaga air (plta) mikrohidro/tirta suci wisanggeni* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Malang).
- [18] Rizal, A., Syahputra, R., & Subhan, S. (2024). STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR MIKROHIDRO DI SUNGAI KRUENG TUAN NISAM ANTARA ACEH UTARA. *Jurnal TEKTR0*, 8(2), 215-222.
- [19] Melati, L. T., Supriyadi, I., & Ali, Y. (2022). Strategi pengembangan pembangkit listrik tenaga air mini/mikro hidro di indonesia. *G-*

- Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 91-99.
- [20] Alfian, A., Hasanuddin, T., & Aiyub, S. (2023). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro pada Sungai Batee Iliet Samalanga Bireuen. *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 20(2), 45-48.
- [21] Faraidh, A. S., & Rochmawati, L. (2022). RANCANG BANGUN ENERGI TURBIN AIR MENGGUNAKAN TURBIN CROSSFLOW SEBAGAI PLTA SKALA RUMAH TANGGA. In *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)* (Vol. 6, No. 1).