

PEMBERDAYAAN AIR SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG PROGRAM ELEKTRIFIKASI DI INDONESIA

Akhmad Khanafi ⁽¹⁾, Galuh Rahma Eka Wati ⁽²⁾, Saidah Intan Kurnia, ⁽³⁾ Ilahil Riska
Dwi Aji Muarifa⁽⁴⁾, Sri Astutik⁽⁵⁾, Rif'ati Dina Handayani⁽⁶⁾

¹Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jember

e-mail: ilahilriska971@gmail.com

<https://doi.org/10.47647/jsr.v13i2.1614>

ABSTRACT

Empowerment of water as a renewable energy source for Hydroelectric Power Plants (PLTA) can be done to assist the electrification program in Indonesia, seeing as many as 526,980 households in Indonesia have not had access to electricity while 80% of water sources as a source of electrical energy in Indonesia are still not used optimally. This article aims to find out how to empower water as a source of renewable electrical energy to support the electrification program in Indonesia. Based on the results of the literature study, it was found that hydroelectric power plants have advantages such as low operational and maintenance costs, relatively long period of use, and are more environmentally friendly. Empowerment of water as a source of renewable electrical energy is carried out through several steps, namely the construction of dams using sandbags, installation of penstock pipes, construction of power houses, installation of turbines, installation of pulleys, and installation of generators.

Keywords : *Water, Renewable Energy, Hydroelectric Power Plans*

ABSTRAK

Abstrak perberdayaan air sebagai sumber energi terbarukan untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dapat dilakukan untuk membantu program elektrifikasi di Indonesia, mengingat sebanyak 526.980 rumah tangga di Indonesia tidak memiliki akses listrik. Sementara 80% sumber air sebagai sumber energi listrik. Energi listrik di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. Artikel ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara memberdayakan air sebagai sumber energi listrik terbarukan untuk mendukung program elektrifikasi di Indonesia. Berdasarkan hasil studi literature, ditemukan bahwa pembangkit listrik tenaga air memiliki keunggulan seperti biaya operasional dan perawatan yang rendah, masa pakai yang relative lama, dan lebih ramah lingkungan. Pemberdayaan air sebagai sumber energi listrik terbarukan dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu pembangunan bendungan dengan menggunakan karung pasir, pemasangan pipa pesat, pembangunan rumah pembangkit, pemasangan turbin, pemasangan puli, dan pemasangan genset.

Kata kunci: Air, Energi Terbarukan, Pembangkit Listrik Tenaga Air

1. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai konsumen terbesar se-asia tenggara sehingga berpotensi untuk mengalami adanya krisis energi dikemudian hari. Indonesia juga

merupakan salah satu negara yang dijuluki sebagai importer minyak se-asia tenggara dan saat ini hampir dari 30% kebutuhan energi yang ada di negara Indonesia adalah minyak bumi (Pamungkas, 2020). Berdasarkan data

yang dihasilkan dalam sebuah penelitian, penurunan harga minyak bumi dialami tahun 1980-an ketika minyak diproduksi dalam jumlah yang besar dan mengakibatkan terjadinya kenaikan harga minyak pada tahun 1970 dan melambatnya aktivitas ekonomi dunia pada tahun 1973 (Susanto, 2021).

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang terdiri atas 16.766 pulau menurut data yang dihimpun oleh Badan Pusat Statistik (BPS, 2021). Banyaknya jumlah pulau di Indonesia juga diikuti dengan padatnya jumlah penduduk yang tersebar di seluruh wilayah, dimana hal ini memberikan keuntungan dan juga tantangan tersendiri bagi pemerintah maupun penduduk Indonesia. Salah satu tantangan terbesar bagi pemerintah Indonesia adalah implementasi program-program pemerintah yang seharusnya dapat dirasakan oleh seluruh masyarakat Indonesia. Namun, dengan tingginya jumlah penduduk sebesar 269.603.400 jiwa (BPS, 2021) dan jumlah kepala keluarga sebesar 87,83 juta (Kemendagri, 2021) yang tersebar di seluruh pulau di Indonesia menjadikan beberapa program pemerintah menjadi sulit terealisasi. Salah satu program pemerintah yang hingga saat ini belum 100% direalisasikan adalah program elektrifikasi di Indonesia.

Elektrifikasi sendiri adalah program pemberdayaan sumber energi listrik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri. Berdasarkan data yang dihimpun oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, rasio elektrifikasi di Indonesia adalah sebesar 99,40% (ESDM, 2021). Dengan demikian, sekitar 526.980 kepala keluarga belum mendapatkan akses energi listrik dalam kehidupan sehari-hari. Belum meratanya rasio elektrifikasi di

Indonesia disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya yaitu belum optimalnya pemberdayaan sumber energi terbarukan untuk membangkitkan tenaga listrik di beberapa daerah di Indonesia. Hal ini sangat disayangkan mengingat jumlah energi terbarukan di Indonesia masih sangat berlimpah. Salah satu jenis energi terbarukan yang jumlahnya sangat banyak di Indonesia adalah air, yang juga sangat umum untuk digunakan sebagai pembangkit listrik di hampir seluruh wilayah di Indonesia. Berdasarkan data yang dikutip situs Kata Data dari Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mencatat bahwa potensi sumber daya air yang ada di Indonesia mencapai 3,9 triliun m³ per tahun (Fitra, 2017).

Potensi sumber daya air di Indonesia diperkirakan dapat diberdayakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air atau PLTA yang berkapasitas 75 *gygawatt*, atau 200% lebih besar dibandingkan dengan program pemerintah yang ditargetkan sebanyak 35 *gygawatt*. Data dari Menteri PUPR juga mencatat bahwa sebesar 80% potensi air di Indonesia belum diberdayakan secara optimal (Fitra, 2017). Pemberdayaan potensi air yang belum optimal disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah minimnya pengetahuan masyarakat mengenai bagaimana mengubah sumber energi air menjadi sumber energi listrik yang dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu, artikel ini akan membahas terkait Pemberdayaan Air Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan Untuk Mendukung Program Elektrifikasi Di Indonesia. Dengan demikian diharapkan masyarakat di daerah-daerah yang belum tersentuh energi listrik mampu membuat sumber energi listrik secara mandiri.

Energi listrik yang dihasilkan oleh air atau listrik tenaga hidro termasuk ke dalam salah satu jenis energi terbarukan yang dapat dikembangkan sehingga mampu meminimalisir rusaknya lingkungan sekitar dan pemanasan global. Air mempunyai potensi yang sangat besar, contohnya seperti pembangkit listrik tenaga air (PLTA), sedangkan air dengan skala menengah dengan tekanan kecil atau skala menengah dapat dioptimalkan menjadi pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM) ataupun pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). (Astro, 2020).

Energi terbarukan merupakan energi yang sumber dayanya beragam dan jumlahnya tidak terbatas. Sumber energi terbarukan yang paling dekat dengan manusia dan sangat terkenal adalah berasal dari angin, matahari, dan air. Beberapa kelebihan dari sumber energi terbarukan dapat dilihat dari ketersediannya dalam jumlah yang banyak dan tidak terbatas, memiliki potensinya besar, ramah lingkungan, dan mudah diperoleh (Dwiguna, 2021).

Biomassa merupakan suatu bahan organik yang didapatkan melalui proses fotosintesis, baik menghasilkan produk atau buangan. Contohnya adalah tanaman, pepohonan dan beberapa tumbuhan sejenis rumput, dll (Parinduri, 2020). Pemanfaatan dalam energi terbarukan sebagai sumber energi terhadap masyarakat sudah dikenal lama. Salah satunya adalah biodiesel yang menggunakan kepayang sebagai bahan bakar nabati (Mulkan, 2019).

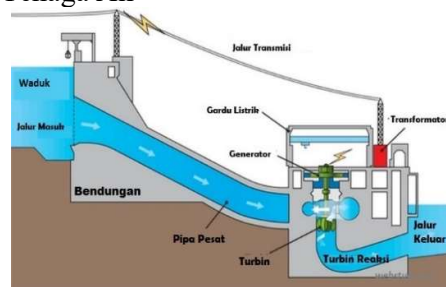
2. Metode

Dalam penyusunan artikel ini metode yang digunakan yaitu review jurnal dari beberapa jurnal nasional maupun internasional. Dari beberapa sumber artikel yang didapatkan kemudian dianalisis guna untuk mendapatkan data

dengan merangkum kemudian membandingkan hasil artikel satu dengan yang lain.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air



Gambar 2.1 Gambaran Prinsip Kerja PLTA
Sumber : (Studi Elektronika, 2022)

Prinsip kerja PLTA yaitu memanfaatkan perbedaan ketinggian serta jumlah debit air per detik pada aliran air. Aliran air selanjutnya membuat poros turbin berputar hingga dihasilkanlah energi mekanik. Energi mekanik kemudian akan membuat generator bergerak dan menghasilkan energi listrik. PLTA memanfaatkan energi potensial air dikonversi menjadi energi mekanik dan listrik (Putra, 2018).

Dalam bidang ilmu fisika, energi potensial diartikan sebagai energi yang terjadi karena perbedaan potensial, yang disebabkan oleh adanya perbedaan ketinggian. Pada instalasi PLTA, semakin tinggi air maka tenaga yang dihasilkan juga akan semakin besar. Hal ini selaras dengan rumus energi potensial yang diuraikan dalam rumus:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Dimana:

E_p : energi potensial (J)

m : massa (kg)

g : gravitasi (m/s^2)

h : ketinggian (m)

B. Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Air

Beberapa kelebihan dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) antara lain sebagai berikut:

1. Air yang digunakan sebagai pembangkit listrik merupakan sumber energi terbarukan, sehingga PLTA dapat digunakan secara terus-menerus tanpa khawatir menyusutnya ketersediaan air untuk PLTA.
2. Biaya operasional PLTA lebih terjangkau karena tidak menggunakan bahan bakar.
3. Lebih terjangkau biaya perawatan PLTA dibanding PLTU.
4. Penggunaan PLTA berjangka waktu hingga lima puluh taun.
5. PLTA tidak menghasilkan polusi sehingga aman bagi lingkungan.

C. Pemberdayaan Air Sebagai Sumber Energi Terbarukan Untuk Mendukung Program Elektrifikasi di Indonesia

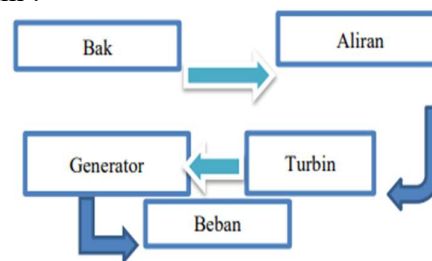
Pemberdayaan air untuk sumber energi listrik dilakukan dengan cara pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di daerah-daerah yang belum dicapai PLN. Pemberdayaan air ini dipilih karena air merupakan sumber energi terbarukan, sehingga sumber energi listrik ini dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama karena sumbernya (yaitu energi air) tersedia secara melimpah di alam. Selain itu, penggunaan air sebagai sumber energi listrik juga didasari karena air dapat diperoleh secara Cuma-Cuma, sehingga masyarakat setempat tidak perlu mengeluarkan modal yang terlalu besar untuk memperoleh bahan baku PLTA.

Langkah-langkah instalasi PLTA akan ditinjau berdasarkan sebuah Laporan Kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang dilakukan oleh Amali, Mohamad, & Dajani (2021). PLTA yang digunakan dalam kegiatan tersebut berskala piko yang menghasilkan *output* listrik tidak lebih dari 3 kW, keunggulan PLTA berskala

piko antara lain (Amali, Mohamad, & Dajani, 2021) :

1. Tidak berbau bakar fosil sehingga lebih ramah lingkungan.
2. Peralatan yang digunakan mudah dijumpai.
3. Pembuatan PLTA berskala piko mengeluarkan biaya yang relatif terjangkau.
4. Memiliki ukuran yang kecil sehingga dapat digunakan untuk pedesaan yang belum terjangkau PLN.
5. Pembangunan PLTA berskala piko dapat dipadukan dengan pembangunan jaringan perairan atau waduk.
6. Dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama, serta perawatan yang diperlukan tidak rumit.
7. Perkembangan teknologi pada PLTA berskala piko relatif sedikit.

Pada pembuatan PLTA berskala piko, dibuat terlebih dahulu block diagram untuk memudahkan perancang untuk memahami cara kerja PLTA skala piko secara umum. Block diagram pembuatan PLTA skala piko ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.2 Block Diagram Pembuatan PLTA Skala Piko

Sumber : (Amali, Mohamad, & Dajani, 2021)

1. Pembangunan Bak atau Bendungan

Dalam menjaga laju air tetap stabil saat melewati pipa *penstock*, dibutuhkan bak atau bendungan untuk

menampung air. Pada PLTA skala piko yang ada di pedesaan, bendungan dapat dibuat dengan menggunakan sumberdaya yang tersedia seperti pasir yang berada di sekitar instalasi PLTA. Cara yang digunakan dalam pembuatan bendungan air yaitu dengan memasukkan pasir ke dalam karung, kemudian karung ditumpuk hingga dapat membendung air hingga ketinggian empat meter (Amali, Mohamad, & Dajani, 2021).

2. Instalasi Pipa *Penstock*

Air dari bendungan ke rumah turbin akan dialirkan dengan menggunakan pipa *penstock*. Perhitungan diameter pipa *penstock* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$DIAP = 0,785 \times Q_p / 0,40$$

Dimana:

DIAP: Lebar diameter pipa *penstock* (m)

Q_p : Debit yang melalui pipa *penstock* ($m^3/detik$)

Material yang digunakan untuk pipa *penstock* adalah PVC, dengan jumlah 3 pipa dengan diameter 6 inci dan 14 pipa dengan diameter 4 inci. Pipa *penstock* ditempatkan pada permukaan tanah yang menurun. Instalasi pipa *penstock* membutuhkan penyangga untuk menjaga pipa tetap stabil dan tidak bergetar saat aliran air melewati pipa. Penyangga yang digunakan dapat diambil dari batang pohon yang diikat menggunakan karet ban (Amali, Mohamad, & Dajani, 2021).

3. Rumah Pembangkit

Rumah pembangkit terdiri atas rangka pembangkit dan tiang pancang. Rangka pembangkit dibuat dari plat besi, sedangkan tiang pancang dibuat dari batang pohon. Pembuatan tiang pancang bertujuan agar rangka pembangkit tidak

bergetar saat turbin berputar (Amali, Mohamad, & Dajani, 2021).

4. Instalasi Turbin

Dalam sistem PLTA turbin memiliki fungsi sebagai pengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Turbin pada PLTA skala piko memiliki diameter 1,7 meter dengan 14 sudu. Setiap sudu memiliki ukuran 40 cm x 30 cm, material yang digunakan turbin adalah plat besi kapal sehingga turbin tidak mudah berkarat (Amali, Mohamad, & Dajani, 2021).

5. Instalasi Puli

Puli merupakan komponen yang memiliki fungsi sebagai penghubung putaran turbin sehingga dapat dihantarkan pada generator dan generator dapat berputar. Peran puli sangat penting sehingga poros alternator dan runner dapat terhubung. Diameter puli dalam sistem penggerak bervariasi, untuk puli yang terinstal di poros alternator diameternya lebih kecil daripada diameter puli yang terinstal di poros runner. Puli yang digunakan dalam sistem PLTA berjumlah 7 unit, dengan rincian diameter sebagai berikut:

- Puli dengan diameter 60 cm berjumlah 1 unit.
- Puli dengan diameter 35 cm berjumlah 3 unit.
- Puli dengan diameter 20 cm berjumlah 2 unit.
- Puli dengan diameter 13 cm berjumlah 1 unit.

Dengan tujuan memperoleh kecepatan tertinggi untuk menjalankan generator, skema yang digunakan dalam PLTA skala piko terdiri atas 3.

6. Instalasi Generator

Pada sistem PLTA, generator memiliki fungsi sebagai pengubah

energi mekanik menjadi energi listrik. Generator yang digunakan dalam PLTA skala piko ini memiliki sumber energi mekanik yang berasal dari air sungai yang ditampung pada bendungan. Jenis gerator yang digunakan dalam PLTA skala piko adalah generator AC, dengan tegangan *output* sebesar 230 volt, dan daya *output* 3000watt (Amali, Mohamad, & Dajani, 2021).

a. Simpulan dan Saran

Pemberdayaan air sebagai sumber energi terbarukan untuk pembuatan instalasi listrik di daerah membutuhkan kontribusi dan dukungan dari berbagai pihak, antara lain masyarakat, pemerintah, dan juga pihak-pihak eksternal seperti mahasiswa maupun para pendidik yang memiliki wawasan di bidang keilmuannya. Dengan demikian setiap entitas harus menjalin Kerjasama yang baik, sehingga pemberdayaan air untuk PLTA dapat dilakukan di berbagai daerah, sehingga program elektrifikasi di Indonesia dapat terealisasi lebih cepat. U

Daftar Pustaka

- Augustone, N., & Pamungkas, P. (2020). Potensi Perencanaan Aliran Air Bendungan Sei Gong Sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui Pltmh. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.37253/jcep.v1i1.714>
- Amali, L. M., Mohamad, Y., & Dajani, N. E. (2021). Pemanfaatan Sumber Daya Air sebagai Pembangkit Listrik Skala Pico untuk Menunjang Belajar, Kerja, dan Berkarya. *Jurnal Sibermas (Sinergi Pemberdayaan Masyarakat)*.
- Astro, R. B., Ngapa, Y. D., Toda, S. G., Nggong, A., Studi, P., Fisika, P., & Flores, U. (2020). Potensi Energi Air Sebagai Sumber Listrik Ramah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 125–133.
- Ayu Arsita, S., Eko Saputro, G., & Susanto, S. (2021). Perkembangan Kebijakan Energi Nasional dan Energi Baru Terbarukan Indonesia. *Jurnal Syntax Transformation*, 2(12), 1779–1788. <https://doi.org/10.46799/jst.v2i12.473>
- BPS. (2021). *Jumlah Penduduk Hasil Proyeksi Menurut Provinsi dan Jenis Kelamin (Ribuan Jiwa), 2018-2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2021). *Luas Daerah dan Jumlah Pulau Menurut Provinsi*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- ESDM, K. (2021). *Triwulan III 2021: Rasio Elektrifikasi 99,40%, Kapasitas Pembangkit EBT 386 MW*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Fitra, S. (2017, Mei 18). 80 Persen Sumber Daya Air Indonesia Belum Termanfaatkan. Indonesia: Kata Data. Retrieved from <https://katadata.co.id/safrezifitra/berita/5e9a565742966/80-persen-sumber-daya-air-indonesia-belum-termanfaatkan>
- Guna, G. D., & Mubarak, A. (2021). Implementasi Pengembangan Energi Baru Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Oleh Dinas Energi Dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat Di Solok Selatan. *Jurnal Manajemen Dan Ilmu Administrasi Publik (JMIAP)*, 2(4), 28–35. <https://doi.org/10.24036/jmiap.v2i4.176>
- Kemendagri. (2021). *Jumlah Kepala Keluarga (KK)*. Jakarta: Kementerian Dalam Negeri.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88–92. <https://www.dosenpendidikan.com>

- Putra, A. B. (2018). Analisis Perhitungan Efisiensi Daya dengan Mengukur Besarnya Debit Aliran Air dan Ketinggian (Head) Air yang Jatuh di PLTA Saguling Bandung.
- Studi Elektronika. (2022). PLTA - Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air di Indonesia. Retrieved from <https://www.webstudi.site/2019/09/PLTA.html>
- UNCLOS. (1982). *Konvensi PBB 1982 tentang Hukum Laut II Tahun 1982*. Montego Bay, Jamaica: United Nation Convention on the Law of the Sea.
- Zulfadli, T., & Mulkan, A. (2019). Studi kelayakan energi matahari-angin (hybrid) sebagai sumber daya pompa air untuk sistem pengairan di kawasan Aceh Besar (Visibility study of hybrid solar-wind energy to power up the pump for the irrigation system in the District of Aceh Besar). *Jurnal Polimesin*, 17, 7–12.