

RANCANG BANGUN PIKO-HIDRO SEBAGAI SUMBER ENERGI BAGI MASYARAKAT DI DAERAH PEDALAMAN

DESIGN OF PICO-HYDRO POWER PLANT FOR REMOTE AREA COMMUNITIES

Remon Lapisa⁽¹⁾, Krismadinata⁽²⁾, Prima Yane P⁽³⁾, Arwizet Karudin⁽⁴⁾, Ambiyar⁽⁵⁾, Junil Adri⁽⁶⁾, Muvi Yandra⁽⁷⁾, Esa Hafizul A⁽⁸⁾, Totoh Andayono⁽⁹⁾

(1), (4), (5), (6)Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

(2)Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

(3),(7), (8), (9)Departemen Teknik MSipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

remonlapisa@ft.unp.ac.id

Abstrak

Sektor energi sangat berpengaruh terhadap aktifitas masyarakat seperti kegiatan rumah tangga, sosial budaya, industri, perdagangan, dll. Pada tahun 2021, meskipun rasio elektrifikasi Provinsi Sumatera Barat sudah mencapai 98.81%, penyediaan energi listrik tetap menjadi salah satu prioritas pembangunan. Sebenarnya Indonesia memiliki potensi cadangan energi baru terbarukan yang besar seperti radiasi matahari, energi angin, energi air, biomassa, dll. Namun pengembangan teknologi pembangkit energi baru terbarukan belum maksimal karena tingginya biaya investasi dan perawatan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun sebuah pembangkit listrik tenaga piko hidro. Berdasarkan hasil analisis karakteristik aliran dan kondisi lapangan jenis turbin air yang sesuai untuk *head* dan debit yang rendah adalah turbin aliran silang (*cross flow*). Pembangkit Listrik Piko Hidro ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan energi bagi beberapa kepala keluarga sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja, tingkat pendapatan dan kesejahteraan warga pada daerah pedalaman.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Piko Hidro, *Turbin Cross Flow*, Energi Terbarukan, Daerah Pedalaman

Abstract

The energy sector has a significant impact on community activities such as household activities, social culture, industry, trade, etc. In 2021, even though the electrification ratio of West Sumatra Province has reached 98.81%, providing electrical energy remains one of the development priorities. In fact, Indonesia has large potential reserves of new renewable energy such as solar radiation, wind energy, water energy, biomass, etc. However, the development of new renewable energy generation technology has not been maximized due to high investment and maintenance costs. This research aims to design and build a pico hydro power plant. Based on the results of the analysis of flow characteristics and field conditions, the type of water turbine that is suitable for low head and discharge is a cross flow turbine. The Piko Hydro Power Plant is expected to be able to meet the energy needs of several families so that it can increase work productivity, income levels and welfare of residents in remote areas.

Keywords: Pico Hydro Power Plant, Cross Flow Water Turbine, Renewable Energy, Remote Area

I. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu prioritas utama dalam aktifitas manusia seperti kegiatan produksi, industri, perdagangan, kesehatan, rumah tangga yang harus mendapatkan perhatian dalam proses pembangunan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Dengan jumlah penduduk Indonesia sekitar 250 juta jiwa, kapasitas listrik saat ini sekitar 52.230 megawatt (MW). Bisa dilihat belum semua rumah Masyarakat mendapatkan aliran listrik, terkhususnya yang menempati daerah perdesaan dan wilayah terpencil.

Data dari Kementerian ESDM menunjukkan rasio elektrifikasi di Indonesia mengalami peningkatan dari 67,2% ditahun 2010 menjadi 98,89% di 2019 (Muchil & Permana,2003). Dilihat dari pembangkit listrik di Indonesia pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan batu bara menghasilkan 24.883 MW, pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTGU) menghasilkan 11.262 MW, pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) menghasilkan 5.771 MW, pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) dan pembangkit listrik tenaga mesin dan gas (PLTMG) menghasilkan 3.944 MW (Adam,2016). Sisanya berasal dari pembangkit listrik terbarukan sebesar 6.370 MW seperti PLTS, PLTA, PLTMH, PLTbio, dan PLTP (Agung 2013).

Saat ini, permasalahan yang dihadapi oleh bangsa indonesia adalah krisis persediaan sumber energi, terutama energi listrik. Pada akhir tahun 2021, total kapasitas terpasang dan jumlah unit pembangkit PLN adalah sekitar 39,3 GW dan 5007 unit dengan 79.12 % berada di pulau Jawa. Total produksi pada tahun yang sama tercatat sebesar 175,3 TWh dihasilkan dari pembangkit tenaga gas alam (28.1%), batu bara 48 %, minyak 15 %, tenaga air 6,4 % dan panas bumi (3%). Di seluruh Indonesia rasio elektrifikasi pada periode tri wulan III tahun 2021 tercatat sebesar 99.45 %. Sedangkan untuk wilayah Sumatera Barat, rasio elektrifikasi tercatat lebih rendah dibandingkan nasional, sebesar 98.81%. Provinsi Sumatera Barat memiliki kapasitas daya pembangkit mencapai 743,62 Megawatt (MW), dengan beban puncak sebesar 593.50 MW. PLN Sumatera Barat memberikan cadangan daya 150,12 MW dengan reserve margin sebesar 20,19 %. Dengan adanya data ini bisa menunjukkan bahwa belum seluruh desa yang ada di Sumatera Barat memperoleh pasokan energi listrik yang di Produksi oleh PT. PLN Persero. Ada beberapa penyebab belum masuknya aliran listrik: tidak meratanya sumber tenaga

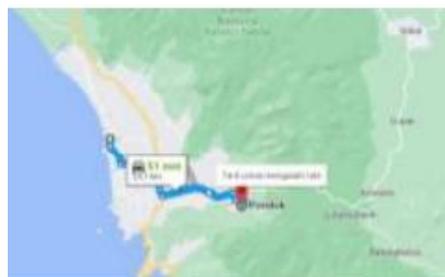
pembangkit, pemungkiman warga yang tidak terkonsentrasi dan tingginya biaya investasi.

Sebenarnya, indonesia memiliki potensi besar cadangan energi dalam bentuk energi fosil dan sumber energi terbarukan. Besarnya cadangan energi terbarukan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel.1 dibawah ini.

Tabel 1. Jenis Energi dan Potensi

Jenis Energi	Potensi/ Kapasitas	Jenis Energi	Potensi/ Kapasitas
Energi Surya	3.296 GW	Hidrogen	95 GW
Energi Air	155 GW	Panas Bumi	24 GW
Bio Energi	57 GW	Angin	30 GW

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan rancang bangun sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dengan kapasitas terpasang 5 KW pada Kawasan perkampungan Ngalau Baribuik kelurahan Batu Gadang Lubuk Kilangan Kota Padang. Perkampungan Ngalau Baribuik merupakan salah satu daerah di Kota Padang yang masih membutuhkan tambahan pasokan energi listrik. Pembangkit ini dirancang mampu memenuhi kebutuhan energi untuk keperluan rumah tangga bagi 20 kepala keluarga yang selama masih mengalami kekurangan pasokan listrik untuk berbagai aktivitas. Disamping itu, rancang bangun PLTPH ini diharapkan berkontribusi dalam percepatan peningkatan rasio elektrifikasi nasional secara umum, untuk provinsi Sumatera Barat secara khusus.



a.



b.

Gambar 1. Kawasan Ngalau Baribuik: a. Jarak dari pusat kota, b. Kondisi jalan di lokasi penelitian

II. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam rentang waktu dua tahun. Kegiatan Penelitian diawali kegiatan survei lapangan untuk melihat potensi sumber daya yang tersedia, permasalahan yang dihadapi masyarakat dan perencanaan pembangunan yang akan dilakukan. Perancangan dimensi dan karakteristik turbin pembangkit dilakukan secara berkesinambungan dengan memperhitungkan karakteristik aliran fluida dan kondisi lokasi.

Secara umum, penelitian dilakukan dalam dua tahap kegiatan. Pada tahap awal, pelaksanaan penelitian difokuskan pada pembuatan turbin pembangkit dan berbagai komponen pendukung lainnya seperti;udukan turbin, guide vane, penstock, dll. Pembuatan turbin aliran silang sebagai pembangkit dilaksanakan di laboratorium dan workshop Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNP. Sedangkan untuk tahap kedua, Penelitian dilanjutkan dengan pembuatan dan pemasangan generator serta rumah turbin. Proses pemasangan turbin ini melibatkan swadaya masyarakat .

III. Hasil dan Pembahasan

Turbin air Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dalam penelitian ini dirancang dengan mempertimbangkan beberapa aspek; (1) karakteristik aliran air dan potensi yang dimiliki (2) kebutuhan energi listrik masyarakat, dan (3) kesulitan proses pengerjaan yang terdiri dari pembuatan turbin, pemasangan generator dan pekerjaan lainnya. Luaran yang diharapkan dalam rancang bangun ini adalah peningkatan produktifitas kerja, taraf hidup, kesejahteraan warga pada Kawasan wisata Ngalau Baribuik. Jika dikelola dengan baik, lokasi ini berpotensi menjadi potenssi Kawasan destinasi wisata alternatif yang berada di kota Padang.

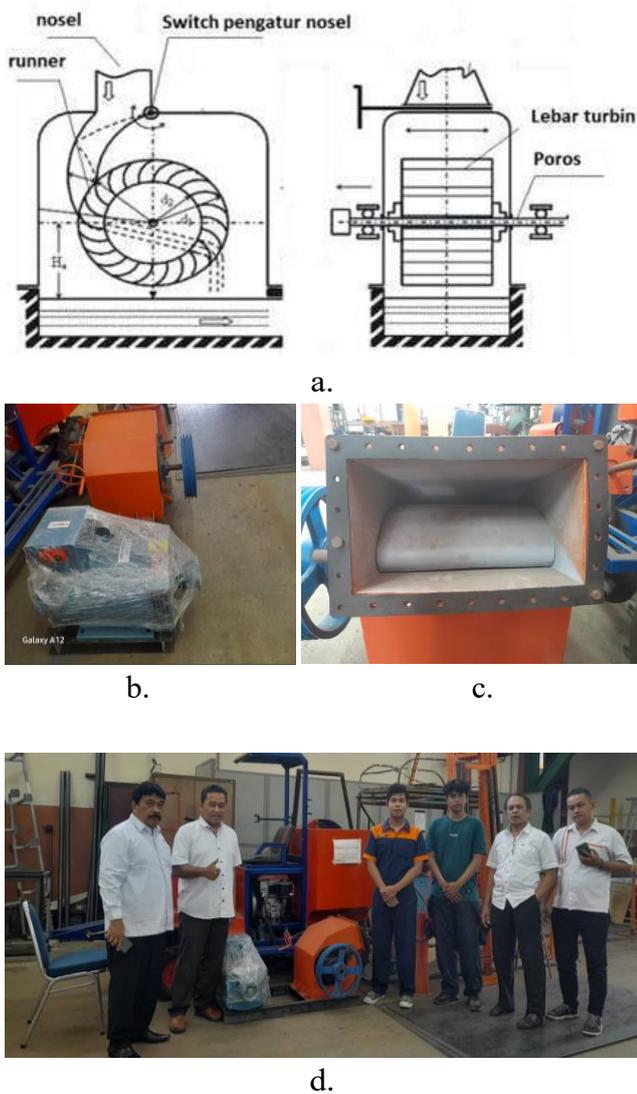
A. Hasil

PLTPH adalah teknologi yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan. Pembangkit ini cocok digunakan pada daerah yang memiliki aliran sungai dengan debit yang tidak terlalu besar. Komponen PLTMH terdiri dari generator listrik, pompa, sistem perpipaan, reservoir air dan turbin penggerak.

Turbin yang sering digunakan pada pembangkit PLTMH adalah turbin aliran silang. Turbin ini terdiri dari dua bagian utama: runner dan nosel. Runner terbuat dari lempengan plat berbentuk lingkaran yang dilengkapi dengan sudu-sudu turbin. Air yang terpancar dari nosel menghantam sudu-sudu pada lempengan runner. Berbeda dengan turbin lainnya, tumbukan yang menghantam sudu-sudu akibat aliran air pada turbin ini terjadi sebanyak dua kali. Performa turbin ini tergantung pada bentuk dan lebar daun sudu, debit air, diameter lempenganudukan sudu. Turbin ini cocok untuk aliran dengan tinggi jatuh air antara 3 hingga 200-meter dan debit antara 0.02 m³/dt hingga 9 m³/dt.

Pembuatan turbin aliran silang (*cross flow*) dilakukan menggunakan aplikasi Solid Work 2020. Gambar alat dibuat menggunakan alat bantu komputer membuat proses menggambar menjadi lebih cepat dan sederhana. Gambar kerja dibuat dalam bentuk dua dimensi gambar agar proses pengerjaan menjadi lebih mudah. Turbin cross flow yang dibuat memiliki runner dengan diameter 25 cm dan Panjang 35. Selanjutnya, dibuatlah guide vane sebagai pemandu Gerakan alir dari inlet menuju runner. Adapun bentuk dari guide vane dapat dilihat pada Gambar. 2.c. Guide dan runner kemudian diletakan pada rumah turbin seperti yang dapat dilihat pada Gambar. 2.d.

Hasil survei lapangan yang dilakukan bahwa aliran air yang terletak di perbukitan yang tidak jauh dari rumah warga bisa dimanfaatkan sebagai tenaga pembangkit listrik dengan skala piko. Dengan debit air sebesar 100-200 liter/detik dengan tinggi jatuh 5-8 m, sehingga bisa menghasilkan daya listrik 5 KW asumsi debit air 100 liter/detik, head 8 m dan total efisiensi 80%. Jenis turbin yang digunakan pada karakteristik aliran air yang relatif kecil dan pressure head yang rendah adalah turbin silang /*crossflow*.



Gambar 2. Turbin Cross Flow: a. disain turbin, b. turbin yang sudah selesai, c. guide vane dan d. dokumentasi tim peneliti

B. Pembahasan

Kawasan Ngalau Baribuik terdapat banyak wisata antara lain goa kelelawar, air terjun, lubuk tamuwan, padang rumput yang luas dan lokasi perkemahan. Daerah ini memiliki jumlah penduduk 7979 jiwa pada tahun 2022 yang terdiri atas 4049 laki-laki dan 3930 perempuan. Lokasi ini terletak dekat dengan lokasi PT. Semen Padang, akses jalan menuju perkampungan ini hanya bisa dilewati dengan kendaraan roda dua, namun pada bulan agustus 2021 pemerintah kota Padang telah berhasil membangun sebuah jalan desa sepanjang tiga kilometer untuk membuka akses kawasan Ngalau Baribuik. Terdapat permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat Ngalau Baribuik yaitu: terbatasnya akses jalan keluar masuk pasokan listrik dari PLN. Dengan situasi seperti ini sangat rumit bagi masyarakat untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan kegiatan sosial yang

lainnya.

Kawasan Ngalau Baribuik memiliki beberapa potensi yang sangat besar dalam SDA sehingga bisa dikembangkan yaitu: lahan pertanian, aliran anak sungai yang bisa dimanfaatkan sebagai lokasi perikanan, sumber daya hutan, sumber daya energi terbarukan seperti energi matahari, energi angin, dan energi air. Selain memiliki potensi alam yang menjanjikan kawasan Ngalau Baribuik bisa dijadikan sebagai destinasi wisata, seperti: goa kelelawar, air terjun, aliran sungai lubuk tamuwan, bumi perkemahan. Dikarenakan letak lokasi berada diperbukitan temperatur disana berkisar $25,4^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan daerah lain sekitar kota padang.

Mata pencarian masyarakat yang tinggi dikawasan ini sebagian besar adalah petani pengolah sawah dan perkebunan. Produk utama menghasilkan tanaman padi, ternak sapi dan kambing, dan hasil perkebunan, lainnya. Oleh karena itu, pemkot padang sedang berusaha membangun infrastruktur jalan yang lebih baik menuju kawasan ini, sehingga bisa diharapkan untuk kedepannya sektor pariwisata menjadi unggulan dimasyarakat ngalau baribuik.

Kawasan Ngalau Baribuik termasuk daerah terisolir dikarenakan akses menuju lokasi perkampungan sangat sulit dijangkau apalagi pemasokan listrik sangat terbatas sehingga interaksi perekonomian menjadi terganggu yang mengakibatkan industri rumah tangga dan pengolahan hasil panen tidak dapat dikembangkan. Kondisi ini menyulitkan masyarakat dalam melaksanakan kegiatan ekonomi dan interaksi sosial budaya. Dengan adanya pembangkit yang memanfaatkan energi kinetik air sebagai pembangkit listrik tenaga air dengan skala piko, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi bagi 20 kepala rumah tangga yang bertempat dilokasi itu.

IV. Kesimpulan

Perancangan pembangkit listrik piko hidro dengan menggunakan turbin aliran silang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 5 KW dan diharapkan menyelesaikan permasalahan masyarakat Ngalau Baribuik Batu Gadang Lubuk Kilangan kota Padang. Turbin aliran silang menjadi pilihan sebagai tenaga penggerak dengan mempertimbangkan kondisi lapangan dan karakteristik aliran air sungai yang memiliki head dan debit yang rendah serta kondisi lokasi dimana pembangkit dibuat. Dari hasil analisis, desain turbin aliran silang PLTMH yang dibangun ini mampu menghasilkan daya listrik sebesar 5 KW.

Daftar Rujukan

- Bisnis, Masih Ada Tujuh Desa Baru di Sumbar Belum Teraliri Listrik.” <https://sumatra.bisnis.com/read/20210108/534/1340391/masih-ada-tujuh-desa-baru-di-sumbarbelum-teraliri-listrik> (accessed Aug. 27, 2022).
- Codingest, “Jalan Baru Ngalau Baribuik, Akses Wisata dan Perekonomian Warga,” padang.go.id, Aug. 31, 2021. <https://www.padang.go.id/jalan-baru-ngalau-baribuikakses-wisata-dan-perekonomian-warga> (accessed Aug. 23, 2022).
- D. H. Ngoma, Y. Wang, and T. Roskilly, “Crossflow Turbine Design Specifications for Hhaynu Micro-Hydropower Plant-Mbulu, Tanzania,” *Innov Ener Res*, vol. 8, no. 225, p. 2, 2019.
- D. Riadi, R. Lapisa, H. Nurdin, and M. Muliati, “Analisis Kecepatan Air Masuk Terhadap Bukaannya Guide Vane Turbin Crossflow skala Piko Hidro dengan Simulasi CFD,” *VOMEK: Jurnal Vokasi Mekanika*, vol. 3, no. 3, pp. 94–101, 2021, doi: <https://doi.org/10.24036/vomek.v3i3.232>
- Ekonomi.bisnis, Kejar Rasio Elektrifikasi 100 Persen pada 2025, PLN Minta PMN Rp10 Triliun.” <https://ekonomi.bisnis.com/read/20220621/44/1546280/kejar-rasio-elektifikasi-100-persen-pada-2025-pln-minta-pmn-rp10-triliun> (accessed Aug. 27, 2022).
- F. Adjikri, “Strategi pengembangan energi terbarukan di Indonesia,” *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, 2017.
- H. A. Fitra and A. Asirin, “Ketahanan Masyarakat terhadap Ancaman Krisis Energi Listrik di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung,” *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, vol. 6, no. 2, pp. 58–73, 2018.
- I. Sulistiatanie, “Pengaruh krisis energi global terhadap eksistensi PT. Pertamina sebagai industri minyak dan gas bumi di Indonesia,” PhD Thesis, Perpustakaan, 2018.
- Integritas Media, ‘Pemko Padang Tingkatkan Akses Wisata ke Ngalau Baribuik,’ *Integritas Media*. <https://www.integritasmedia.com/2021/09/pemko-padang-tingkatkan-akses-wisatake.html> (accessed Aug. 23, 2022).
- Kementerian ESDM RI - Media Center - Arsip Berita - Triwulan III 2021: Rasio Elektrifikasi 99,40%, Kapasitas Pembangkit EBT 386 MW.” <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/triwulan-iii-2021-rasio-elektifikasi-9940-kapasitaspembangkit-ebt-386-mw>
- Kementerian ESDM, “Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) Indonesia,” 2016. <http://esdm.go.id/berita/37-umum/1962-potensi-energi-baru-terbarukan-ebt-indonesia.html> (accessed Apr. 27, 2016).
- K. Krismadinata, A. Asnil, I. Husnaini, T. Andayono, M. Yandra, and R. Lapisa, “Nagari Mandiri Energi dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro,” *Suluah Bendang: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 22, no. 3, Art. no. 3, Dec. 2022, doi: 10.24036/sb.03430.
- Padang Ekspres, Ngalau Baribuik, Destinasi Wisata Baru di Batugadang | [Padek.co.](https://padek.jawapos.com/pariwisata/01/09/2021/ngalau-baribuik-destinasi-wisata-baru-dibatugadang/)” <https://padek.jawapos.com/pariwisata/01/09/2021/ngalau-baribuik-destinasi-wisata-baru-dibatugadang/> (accessed Aug. 23, 2022).
- P. PLN, “Statistik PLN 2013,” Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero), 2014.
- PLN, “Statistik PLN 2021.” PT. Perudahaan Listrik Negara, 2021. [Online]. Available: <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2022/03/Statistik-PLN-2021-Unaudited21.2.22.pdf>
- Purwantono, “Model Pengemangan Kincir Screw Aksial sebagai Penggerak Pembangkit Listrik Mini Hidro,” Universitas Negeri Padang, Padang, 2015.
- R. R. Al Hakim, “Model energi Indonesia, tinjauan potensi energi terbarukan untuk ketahanan energi di Indonesia: Sebuah ulasan,” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, 2020.
- S. Sukardi, M. Giatman, R. Lapisa, P. Purwantono, and R. Refdinal, “A Micro Hydro Power Generator as an Alternative Solution for Energy Problem Solving in Indonesian Remote Area,” presented at the 4 th International Conference on Technical and vocation Education and Training Padang, Padang, Nov. 2017, pp. 88–95. Accessed: Feb. 21, 2019. [Online]. Available: <http://repository.unp.ac.id/15073/>