

Miniatur Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Piko Hidro Sebagai Media Pembelajaran Pada Politeknik Bosowa

Irvawansyah¹⁾, Sulistianingsih Nur Fitri²⁾, Andi Muhammad Ibnu Munsyir³⁾
^{1,2,3} Teknik Listrik, Politeknik Bosowa
irfun.elektro06@gmail.com, sulistianingsihnurfitri@politeknikbosowa.ac.id,
ibnuamim@gmail.com

Abstract

This study aims to make a miniature Pico Hydro-Hydro Power Plant (PH-HPP) system with load variations. The research method used in this research consists of the stages (1) identification of the problem, (2) design, (3) development and (4) application. Based on the results of observations at the development stage, the number of revolutions using one nozzle was greater than 29%, namely 1080 rpm for one nozzle and 758 rpm for 2 nozzles. The measured output voltage when using a 3 watt load is 142 VAC and the measured voltage when using a 100 watt load is 106 VAC. The measured output voltage on the control panel is inversely proportional to the load given, and this is because the higher the wattage load on the lamp, the heavier the generator rotates so that the output voltage on the generator is getting smaller.

Keywords: *Miniature, Electrical Energy, PLTA PH*

Penelitian ini bertujuan untuk membuat miniatur sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Piko Hidro (PLTA PH) dengan variasi beban. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tahap (1) Identifikasi masalah, (2) Perancangan, (3) Pengembangan dan (4) Penerapan. Berdasarkan hasil pengamatan pada tahap pengembangan maka diperoleh jumlah putaran menggunakan satu buah nozzle lebih besar 29% yaitu 1080 rpm untuk satu buah nozzle dan 758 rpm untuk 2 buah nozzle. Tegangan output yang terukur pada saat menggunakan beban 3 watt adalah 142 VAC dan tegangan yang terukur pada saat menggunakan beban 100 watt adalah 106 VAC. Tegangan output yang terukur pada panel kontrol berbanding terbalik dengan beban yang diberikan hal ini disebabkan semakin tinggi beban watt pada lampu maka semakin berat pula generator berputar sehingga tegangan output pada generator semakin kecil.

Kata kunci: *Miniature, Energi Listrik, PLTA PH*

PENDAHULUAN

Negara maju adalah negara yang menggunakan energi listrik dalam jumlah yang besar namun bukan dalam artian boros terhadap penggunaan energi listrik. Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang mengkonsumsi energi listrik dalam jumlah yang cukup besar. Penggunaan energi listrik ini ditunjang oleh peningkatan kelompok pelanggan. Jumlah pelanggan PLN pada tahun 2019 bertambah 3.97 juta pelanggan [1]. Penggunaan energi listrik terbesar ada pada sektor industri. Sehingga semakin pesat perkembangan dunia industri maka

akan diikuti dengan peningkatan kebutuhan energi listrik [2].

Energi listrik dapat dibangkitkan dengan berbagai cara seperti: tenaga fosil (bahan bakar), tenaga air, tenaga angin, tenaga panas bumi, tenaga nuklir dan tenaga radiasi matahari (PLTS). Pembangkitan energi listrik di Indonesia pada tahun 2018 masih didominasi pada pembangkitan listrik tenaga uap yaitu sebesar 32,545 MW atau berkisar 50.32%, tenaga diesel 6,515 MW atau berkisar 10.07% dan tenaga gas uap sebesar 11.250 MW atau berkisar 17.40% [3]. Tenaga bahan bakar yang digunakan ini jumlahnya

terbatas dan tidak dapat diperbaharui sehingga perlu dipersiapkan energi alternatif lainnya[1][4].

Indonesia adalah negara kepulauan yang didukung dengan kondisi geografis yang sangat menunjang untuk energi terbarukan. Indonesia terletak pada jalur khatulistiwa sehingga mendapat sinar matahari yang cukup untuk renewable energy berbasis tenaga surya. Selain letaknya pada jalur khatulistiwa Indonesia juga terletak pada jalur cincin api sehingga dapat dimanfaatkan untuk renewable energy berbasis geothermal. Indonesia juga memiliki banyak pegunungan dan daerah alir sungai sehingga dapat dimanfaatkan untuk renewable energi berbasis air atau biasa kita kenal dengan nama PLTH, PLTMH dan Pychohydro. Berdasarkan laporan BPS Indonesia memiliki 107 sungai yang tersebar di berbagai pulau yang ada di Indonesia [5].

Pemerintah telah menetapkan pemanfaatan EBT dalam baruan energi pada tahun 2025 minimal 23% dan ditingkatkan menjadi minimal 28% pada tahun 2038. Target tersebut tertuang pada RUKN 2019-2038. Potensi EBT di Indonesia seperti panas bumi, air, bio energi, sinar matahari (surya) dan angin (bayu) sangat melimpah. Secara total, potensi EBT Indonesia mencapai 443,2 GW, sedangkan yang telah dimanfaatkan saat ini baru sekitar 2% atau sebesar 8,8 GW [1].

Sumber daya alam (SDA) yang melimpah perlu ditunjang dengan sumber daya manusia (SDM) yang memadai pula. Sesuai dengan slogan pemerintah pada HUT RI yang ke 74 “SDM Unggul Menuju Indonesia Maju”. Sehingga SDM ini menjadi salah satu fokus yang harus diperhatikan dan diarahkan perkembangannya. Pembinaan SDM dapat dilaksanakan pada jenjang pendidikan. Salah satu jenjang pendidikan yang dikenal di Indonesia adalah pendidikan vokasi. Pendidikan vokasi inilah yang akan menyiapkan peserta didik untuk menunjang SDA yang memadai serta mampu mengikuti perkembangan zaman dan teknologi [6].

Pendidikan vokasi dewasa ini agak berat mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi hal ini disebabkan oleh keterbatasan finansial. Sehingga dalam rangka mengikutinya dibutuhkan alat bantu atau miniatur yang sesuai untuk memudahkan proses transfer ilmu. Selain itu miniatur dapat dijadikan sebagai sarana belajar yang menyenangkan, menantang serta memberikan kemandirian berpikir kepada peserta didik untuk berpikir kritis.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk mengangkat judul “Miniatur Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Piko Hidro Sebagai Media Pembelajaran Pada Politeknik Bosowa”

KAJIAN LITERATUR

Kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan tingkat kesejahteraan sosial masyarakat. Selain Era digital membuat hampir semua peralatan membutuhkan rangkaian elektronik dengan kata lain akan meningkatkan jumlah konsumsi listrik [7]. Sehingga diperlukan energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik tersebut.

Ada beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian ini antara lain:

1. Penelitian oleh Ari Susanto dengan judul penelitian “Analisis potensi sumber daya air untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro di bendungan Ledoyo Blitar”. Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Potensi energi baru terbarukan di Indonesia mencapai 441,7 GW dan yang terealisasi saat ini sebesar 9,07 GW atau 2% dari keseluruhan. Indonesia memiliki potensi air yang sangat melimpah sehingga PLTMH sangat memungkinkan untuk dikembangkan. Penelitian ini juga menjelaskan kecepatan air, debit air dan daya yang dapat dihasilkan dari PLTMH. Sehingga kecepatan dan debit air sangat menentukan daya yang dapat dihasilkan [2].

Penelitian ini memberikan gambaran besarnya potensi energi terbarukan yang ada di Indonesia. Sehingga sangat

memungkinkan untuk membangun dan mengembangkan pembangkitan energi listrik terbarukan. Oleh karena itu pendidikan vokasi khususnya Prodi Teknik Listrik perlu memahami konsep pembangkitan energi listrik melalui prototipe.

2. Penelitian selanjutnya adalah penelitian dari Ady Purnama dengan judul “Studi Kelayakan Pembangkit Tenaga Listrik Tenaga Mikrohidro” penelitian ini menjelaskan struktur bangunan PLTMH, analisis anggaran biaya perencanaan dan analisis ekonominya. Selain itu penelitian ini juga menjelaskan potensi yang dapat dibangkitkan dari PLTH Minggir yaitu sebesar 23,54 Kw. PLTMH ini memenuhi kriteria secara teknis namun pembangunan ini tidak mendapatkan keuntungan jika dibiayai dengan pinjaman BANK sebesar 18% per tahun [8].

Pada penelitian ini dijelaskan besarnya biaya yang dibutuhkan untuk membangun sebuah PLTMH. Sehingga perlu dibuatkan rancangan dan perhitungan yang sesuai untuk membangun sebuah PLTMH. Sehingga dengan kata lain dibutuhkan sebuah prototipe untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik pada konsep pembangkitan energi.

3. Penelitian selanjutnya adalah penelitian dari Hendrik Pratama dan Ihtiari Prastyaningrum dengan judul penelitian “Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis” hasil penelitian ini adalah penerapan model pembelajaran dengan berbantuan media pembelajaran pembangkit listrik mikrohidro dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis peserta didik [9].

Pada penelitian ini tidak dijelaskan bagaimana proses pembangkitan energi listrik, berapa daya yang dibangkitkan sehingga masih sulit memahami hasil konsep energi yang dapat dibangkitkan, oleh karena itu dibutuhkan sebuah prototipe PLTA PH

untuk menanamkan konsep pembangkitan energi listrik.

4. Penelitian selanjutnya adalah penelitian dari Abdillah Zuhud, Sukmaji, Dwi Aris dan Danardono dengan judul “Redesign runner turbin pembangkit listrik tenaga pico hydro dengan metode reverse engineering melalui pendekatan teoritis” hasil dari penelitian ini membangkitkan energi 490 w dengan debit air 25 l/s, head 2 m dan putaran turbin 1500 rpm [10].
5. Penelitian selanjutnya adalah penelitian dari Henanto Pandu Dewanto, Dwi Aries Cahyono, D. Danardono dan Sukmaji dengan judul “Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran” hasil dari penelitian ini adalah pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi PLTA-PH dengan variasi debit aliran, jenis turbin yang digunakan [11].
6. Penelitian selanjutnya adalah penelitian dari Adly Havendri, Dendi Adi Saputra dan Mulya Cipta Nurmansyah dengan judul penelitian “Perancangan dan Analisis Ekonomi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro di Desa Garabak Data Kabupaten Solok Sumatera Barat” hasil dari penelitian ini adalah potensi Head 1.5 m dan debit 0.6 m³/s maka turbin yang paling efektif yaitu tipe waterweel undershoot [12].
7. Penelitian selanjutnya adalah penelitian dari Lukman Susanto, Tabah Priangkoso dan Darmanto dengan judul penelitian “Perancangan Turbin Pelton Skala Piko Hidro Kapasitas 1 Kw” hasil dari penelitian ini adalah perhitungan ulang untuk daya mekanik turbin yang dibangkitkan telah sesuai dengan daya yang direncanakan [13].

Kajian Literatur.

Pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA PH) adalah hal penting yang perlu dipelajari untuk menanamkan konsep pembangkitan energi listrik.

Komponen PLTA PH yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Turbin Pelton

Turbin Pelton yang digunakan adalah turbin pelton dengan bucket 1,5 inch dan diameter 8 inch untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Turbin Pelton

2. Generator AC 1 Fasa

Generator yang digunakan pada penelitian ini adalah generator 1 fasa dengan magnet permanen dengan spesifikasi daya maksimum 1,5 KW, dengan kecepatan putar berkisar antara 900-6000 rpm. Penggunaan generator AC 1 fasa pada penelitian ini memudahkan peneliti sehingga tidak membutuhkan rangkaian penyearah tambahan dikarenakan tegangan output dari generator adalah tegangan AC.



Gambar 2 Generator AC 1 Fasa

3. Pompa Air

PLTA PH pada penelitian ini menggunakan 2 buah pompa air. Pompa 1 digunakan untuk mengisi tandon air dan pompa 2 digunakan untuk mendorong aliran air dari

tandon. Pompa pendorong digunakan sebagai penambah kecepatan aliran air dari tandon.



Gambar 3 Pompa 1 (pompa pengisi air)



Gambar 4 Pompa Pendorong

4. Panel Kontrol

Panel kontrol pada penelitian ini digunakan untuk memonitoring nilai dari Tegangan, Arus, dan Frekuensi yang dibangkitkan dari generator sehingga lebih memudahkan untuk melakukan pengontrolannya.



Gambar 5 Panel Kontrol PLTA PH

5. Panel beban

Panel beban pada penelitian ini dilengkapi dengan 4 buah lampu pijar dengan variasi beban yaitu 20 watt, 30 watt, 50 watt dan 100 watt. Variasi beban ini di maksudkan untuk memudahkan mengamati perubahan yang terjadi pada panel kontrol jika diberikan variasi beban.



Gambar 6 Panel beban

6. Rancang bangun PLTA PH

Komponen-komponen yang telah dijelaskan sebelumnya dirangkai sehingga membentuk semua miniatur PLTA PH yang dapat digunakan untuk menanamkan konsep pembangkitan energi listrik pada peserta didik.



Gambar 7 miniatur PLTA PH

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTA PH) untuk penanaman konsep pembangkitan energi listrik. Sesuai dengan jenis penelitian oleh [14] bahwa metode penelitian pengembangan atau Research and Development adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan

suatu produk yang dihasilkan. Alasan lain penggunaan penelitian pengembangan memiliki keunggulan, terutama jika ditinjau dari prosedur yang sangat memperhatikan kebutuhan situasi nyata di lapangan dan bersifat sistematis. Tahapan penelitian yang dimulai dari identifikasi masalah, perancangan, pengembangan, penerapan dan evaluasi.

1. Tahap identifikasi masalah dikumpulkan data-data awal yang melatar belakangi terlaksananya penelitian ini. Metode observasi langsung di lapangan serta studi literatur untuk menemukan solusi untuk pemecahan masalah yang telah ditemui di lapangan.
2. Tahap perancangan adalah tahapan untuk menentukan desain prototipe yang akan dikembangkan, pada tahap ini masih dalam bentuk draf atau gambar. Tahap ini bertujuan untuk menghitung dan menentukan bahan-bahan apa saja yang dibutuhkan untuk pembuatan prototipe PLTA PH. Pada tahap ini juga ditentukan tata letak dan dimensi prototipe yang akan dikembangkan.
3. Tahap pengembangan adalah tahap pabrikasi untuk merealisasikan desain yang telah dirancang sebelumnya, instalasi, tata letak bahan yang digunakan serta pengujian sistem dan perbaikan dari hasil pengujian sehingga ditemukan sistem yang terbaik untuk prototipe PLTMH. Pada tahap ini juga disusun sop dan buku panduan penggunaan prototipe PLTA PH.
4. Tahap penerapan adalah akhir dari penelitian ini. Pada tahap ini prototipe telah siap untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pabrikasi rancang bangun PLTA PH ini dilengkapi dengan sebuah turbin pelton 8 inch, sebuah generator 220 VAC 1 fasa 1,5 kW, panel kontrol dan panel beban 200 watt. Secara visual tampilan miniatur PLTA PH dapat dilihat pada



Gambar 8 miniatur PLTA PH

Panel kontrol pada miniatur PLTA PH ini dilengkapi dengan tombol push button start dan stop, lampu indikator, voltmeter, amperemeter dan frekuensi meter digital yang dapat memberikan informasi nilai tegangan, arus dan frekuensi dari output generator dengan variasi beban pada panel beban.



Gambar 9 pengujian PLTA PH dengan beban Nol

Miniatur PLTA PH ini juga dilengkapi dengan 2 buah Nozzle yang dapat memberikan variasi putaran pada turbin pelton. Hasil pengujian dengan beban Nol dapat dilihat pada Tabel 1 dan hasil pengujian untuk berbeban pada Tabel 2. Tabel 1 Tabel pengujian beban Nol

	Putaran (RPM)	Tegangan (Volt)
1 Buah Nozzle	1080	164
2 Buah Nozzle	758	116

Tabel 2 Hasil pengujian berbeban

Beban (Watt)	Putaran (RPM)	Tegangan (Volt)
-	994	154
3	876	142
6	723	123
100	702	106

KESIMPULAN

Miniatur PLTA PH ini menggunakan turbin pelton, generator AC 1 fasa, panel kontrol dan panel beban. Jumlah putaran menggunakan sebuah nozzle lebih besar 29% dibandingkan menggunakan 2 buah nozzle. Tegangan output yang terukur pada panel kontrol berbanding terbalik dengan beban yang diberikan hal ini disebabkan semakin tinggi beban watt pada lampu maka semakin berat pula generator berputar sehingga tegangan output pada generator semakin kecil.

REFERENSI

- [1] PT PLN, 'Laporan Tahunan PLN 2019', Jakarta, 2019.
- [2] A. Susanto, 'ANALISIS POTENSI SUMBER DAYA AIR UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI BENDUNG LODOYO BLITAR Disusun', Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [3] Badan Pusat Statistik, 'Kapasitas Terpasang (MW) Perusahaan Listrik Negara (PLN) menurut Jenis Pembangkit Listrik, 1995-2018', Jakarta, 2019.
- [4] Sukandarrumidi, H. Z. Kolta, and D. Wintolo, Energi Terbarukan, Konsep Dasar Menuju Kemandirian Energi. Yogyakarta: Gadjahmada University Press, 2015.
- [5] Badan Pusat Statistik, 'Rata-rata Harian Aliran Sungai, Tinggi Aliran, dan Volume Air di Beberapa Sungai yang Daerah Pengalirannya Lebih dari 100 km²', Jakarta, 2015.
- [6] R. Indonesia, Undang-undang Republik Indonesia No 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi. Indonesia: Sekretariat Negara, 2012.
- [7] Irvawansyah, A. Imran, and H. A. W. Rauf, 'Studi Estimasi Kebutuhan Energi Listrik Di Kabupaten Sidrap Sampai Tahun 2020', Universitas Negeri Makassar, 2010.
- [8] A. Purnama, 'PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO Studi Kasus: PLTMH Minggir pada saluran irigasi Minggir di Padukuhan Klagaran Desa Sendangrejo Kecamatan Minggir Kabupaten Sleman', UNSA Prog., vol. 10, no. 15, pp. 93-111, 2011.
- [9] H. Pratama and I. Prastyaningrum, 'PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING BERBANTUAN MEDIA PEMBELAJARAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS', J.

- Penelit. Fis. dan Apl., 2016, doi: 10.26740/jpfa.v6n2.p44-50.
- [10] A. Zuhud, Sukamji, D. Aries, and Danardono, 'Redesign runner turbin pembangkit listrik tenaga pico hydro dengan metode reverse engineering melalui pendekatan teoritis', J. Tek. Mesin Indones., 2018, doi: 10.36289/jtmi.v11i2.54.
- [11] H. P. Dewanto, D. A. Himawanto, and S. I. Cahyono, 'Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran', J. Tek. Mesin Indones., 2018, doi: 10.36289/jtmi.v12i2.72.
- [12] A. Havendri, D. A. Saputra, and M. C. Nurmansyah, 'Perancangan dan Analisis Ekonomi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro di Desa Garabak Data Kabupaten Solok Sumatera Barat', Met. J. Sist. Mek. dan Termal, 2017, doi: 10.25077/metal.1.1.20-26.2017.
- [13] L. Susanto, T. Priangkoso, and D. Darmanto, 'PERANCANGAN TURBIN PELTON SKALA PIKO HIDRO KAPASITAS 1 KW', J. Ilm. MOMENTUM, 2019, doi: 10.36499/jim.v15i2.3076.
- [14] P. D. Sugiyono, metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. 2016.