

Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Puspita Ayu Armi[#], Sepdian[#]

[#] Politeknik Jambi, Jln. Lingkar Barat Gg. Veteran Kel. Bagan Pete, Kec. Alam Barajo, Jambi, 36129, Indonesia
E-mail: ayupuspita@politeknikjambi.ac.id, sepdian@politeknikjambi.ac.id

Abstract— Research on the design and construction of a micro hydro power plant has been conducted. This tool is used to support energy conversion learning, in this case a micro hydro power plant. In this research a series of steps were carried out including design, assembly, and testing. The plant uses a 12 VDC generator equipped with an inverter. From the test results it was found that this prototype has been able to produce electrical energy from a relatively small water flow, which starts from $1,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ by generating electricity of 0.03 watts. In this test the highest power measurement results obtained were 0.09 watts at the water discharge of $3,02 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$. Thus the greater water debit used, the bigger electricity produced will be.

Keywords— Energy conversion, microhydro, electrical energy.

Abstrak— Penelitian tentang rancang bangun pembangkit listrik tenaga mikro hidro telah selesai dilakukan. Alat ini digunakan untuk mendukung pembelajaran konversi energi, dalam hal ini pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Dalam penelitian ini dilakukan serangkaian tahapan-tahapan meliputi desain, perakitan, sampai dengan tahap pengujian. Pembangkit ini menggunakan generator 12 VDC yang dilengkapi dengan inverter. Dari hasil pengujian didapatkan bahwasanya prototipe ini telah mampu menghasilkan energi listrik dari debit air yang relative kecil, yakni mulai dari $1,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ dengan menghasilkan listrik sebesar 0,03 watt. Dalam pengujian ini didapatkan hasil pengukuran daya tertinggi yakni 0,09 watt pada debit air sebesar $3,02 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$. Dengan demikian semakin besar debit air yang digunakan, maka daya yang dihasilkan juga akan semakin meningkat.

Kata kunci—Konversi energi, mikrohidro, energi listrik.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan pada saat ini. Kebutuhan energi semakin meningkat sejalan dengan kemajuan zaman. Salah satu bentuk energi yang tidak dapat terlepas dari kehidupan manusia adalah energi listrik. Sumber energi listrik yang sudah lazim dipergunakan adalah sumber energi minyak bumi, gas alam, dan batu bara sedangkan sumber energi air, panas bumi, panas matahari, dan nuklir masih terus dikembangkan. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa persediaan sumber energi minyak bumi, gas alam, dan batu bara sangat terbatas dan apabila digunakan secara terus-menerus maka suatu saat sumber energi tersebut akan habis.

Air merupakan sumber energi terbarukan yang memiliki potensi yang sangat besar. Potensi air yang sangat besar ini dapat dikembangkan untuk menciptakan energi yang diubah menjadi sebuah arus listrik yaitu dengan membuat pembangkit listrik dengan sumber energi berupa air. Saat ini pemanfaatan air sebagai pembangkit listrik belum banyak dikembangkan.

Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat simulasi prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro sebagai cara untuk mengembangkan pemanfaatan energi air.

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya dengan memanfaatkan debit air. Pembangkit Listrik micro hydro adalah pembangkit energi listrik tenaga air yang tidak memerlukan bendungan yang besar seperti pada pembangkit listrik tenaga air pada umumnya, bersifat moveable, portable, mudah dan praktis dalam pengoperasian, dapat memanfaatkan debit kecil, dan biaya investasi kecil [1].

Dalam pembuatan PLTMH diperlukan sebuah perancangan agar mikrohidro tersebut bekerja secara optimal. Pada penelitian ini, PLTMH dibuat sedemikian rupa sehingga menjadi sebuah prototipe PLTMH dalam skala lebih kecil yang memiliki sistem kerja yang sama dengan yang aslinya

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro

hidro (PLTMH) kemudian mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan sehingga didapat daya output dari prototipe PLTMH tersebut serta mengetahui prinsip kerja dan sistem konversi pada prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro (PLTMH).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Handry (2018) membuat prototype pembangkit mikrohidro terintegrasi berbeban komplemen. Penelitian tersebut menunjukkan hasil bahwa prototype mikrohidro ini mampu menghasilkan tegangan maksimal sebesar 90 V, frekuensi 123 Hz dan kecepatan generator 308 RPM dengan menggunakan debit air sebesar 127 mL/detik [2].

Prototype pembangkit listrik mikrohidro (PLTMh) dengan memanfaatkan aliran sungai Latuppa, merupakan penelitian yang dilaksanakan oleh Idawati, dkk (2016) bertujuan untuk merangkai PLTMh dan mengukur arus yang dihasilkan dari prototype PLTMh kemudian arus yang dihasilkan dibandingkan dengan diameter penampang yang berbeda dari kincir PLTMh. Dari penelitian tersebut didapat hasil bahwa diameter penampang kincir mempengaruhi arus yang dihasilkan dari dinamo, semakin besar diameter penampang kincir maka semakin besar pula arus yang dihasilkan oleh dinamo. Sebaliknya jika diameter penampang kincir kecil, maka kecil pula arus yang dihasilkan dari PLTMh [3].

Pada penelitian Apriansyah, F, dkk (2016) berjudul “Rancang bangun sistem pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) pada pipa saluran pembuangan air hujan vertikal”, merancang sebuah PLTMH yang penerapannya pada saluran pembuangan air hujan. Terjunan air pada bagian saluran pipa vertikal dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin generator. Generator yang digunakan adalah alternator. Sistem dapat terealisasi dengan hasil yang baik untuk kondisi hujan buatan (intensitas air maksimal), dan hasil yang cukup baik untuk kondisi pengujian langsung dari air hujan (intensitas air berubah-ubah) [4].

A. Mikrohidro

Prototipe merupakan sebuah model yang menjadi yang dibuatkan sesuai dengan aslinya. Pada penelitian ini, PLTMH dibuat sedemikian rupa sehingga menjadi sebuah prototipe PLTMH dalam skala lebih kecil yang memiliki sistem kerja yang sama dengan yang aslinya. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik yang berasal dari turbin air. Putaran yang terjadi pada turbin akan memutar generator. Generator akan mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. Untuk menghitung energi listrik yang dihasilkan digunakan persamaan 1.

$$P = V.I \quad (1)$$

Dimana P adalah energi listrik dengan satuan Watt, V adalah tegangan dengan satuan volt, dan I adalah arus dengan satuan ampere [5].

B. Turbin Air

Turbin air adalah peralatan yang berfungsi mengubah energi kinetik yang dimiliki aliran air menjadi energi kinetik rotasi [6]. Turbin berfungsi mengubah energi potensial fluida menjadi energi mekanik yang kemudian diubah lagi menjadi energi listrik pada generator [7].

Turbin air digerakkan karena adanya dorongan aliran air yang tinggi sehingga dapat memutar sudu-sudu turbin. Adapun turbin air yang digunakan pada prototipe PLTMH ini adalah tipe *Overshot* yang aliran pendorongnya menabrak sudu pada bagian atas turbin.

C. Generator

Berdasarkan arus yang dihasilkan, generator dapat dibedakan menjadi dua rncam, yaitu generator AC dan generator DC. Generator AC menghasilkan arus bolak-balik (AC) dan generator DC menghasilkan arus searah (DC). Baik arus bolak-balik maupun searah dapat digunakan untuk penerangan dan alat-alat pemanas.

D. Inverter

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). *Inverter* mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai atau dari generator DC menjadi arus listrik (AC). Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah untuk perangkat yang menggunakan *Alternating Current* (AC). Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan *inverter*:

- Kapasitas beban dalam Watt, usahakan memilih *inverter* yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan.
- *Input* DC 12 volt.
- *Sinewave* ataupun *square wave output* AC.

III. METODEOE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan tahap perancangan alat prototipe, pengumpulan alat dan bahan, perakitan alat prototipe, Uji kinerja Alat, serta pengambilan data dari prototipe PLTMH, sebagaimana gambar 1.

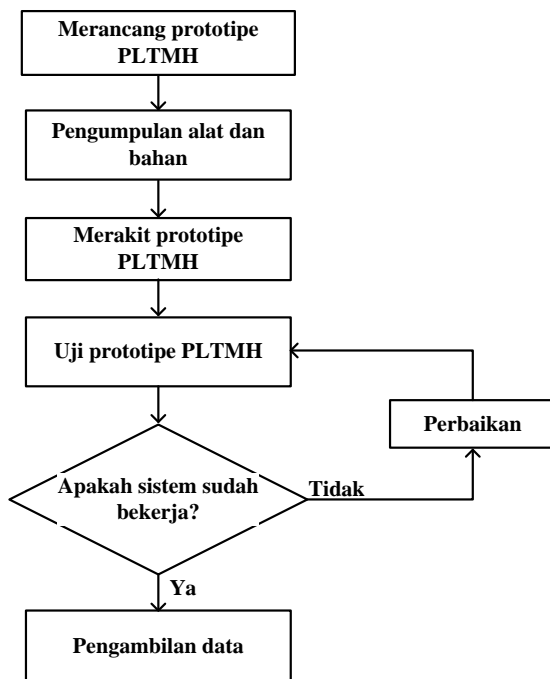
A. Merancang Prototipe PLTMH

Melalui penelitian ini dilakukan perancangan prototipe PLTMH. Turbin yang digunakan adalah turbin

jenis overshoot dan generator yang digunakan adalah generator 12 VDC yang dilengkapi dengan inverter untuk mengkonversi menjadi tegangan AC.

B. Pengumpulan Alat dan Bahan dan Perakitan Prototipe PLTMH

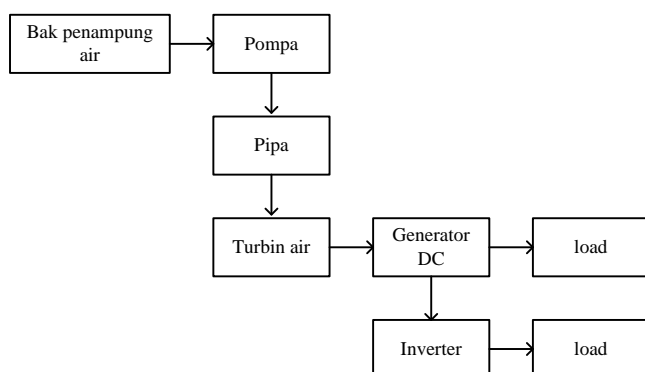
Pengumpulan alat dan bahan seperti ember sebagai bak penampung air, botol air mineral sebagai bahan turbin air, rangka PLTMH, pemilihan jenis box, pipa, generator berkapasitas kecil (dinamo stepper), inverter, pompa, dll. Kemudian menyiapkan alat yang diperlukan untuk merakit prototipe PLTMH.



Gambar 1. Diagram alir penelitian prototipe PLTMH.

C. Cara Kerja Prototipe PLTMH

Cara kerja prototipe PLTMH ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Cara kerja prototipe PLTMH.

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Pada prototipe ini energi potensial air didapat dari pompa air. Pompa akan menghisap air yang terdapat pada bak penampung, kemudian air dialirkan melalui pipa sampai ke turbin sehingga turbin berputar yang menghasilkan energi mekanik. Putaran yang terjadi pada turbin akan memutar generator. Generator akan mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik DC. Energi listrik dari generator sudah dapat digunakan langsung. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator DC tersebut kemudian dikonversi melalui inverter sehingga menjadi tegangan AC.

D. Uji Prototipe PLTMH

Langkah selanjutnya adalah membuat rancangan pengujian untuk mengetahui keberhasilan kinerja prototipe sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Adapun pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan uji kinerja fungsi prototipe. Langkah yang dilakukan untuk uji kinerja yaitu dengan mengamati kerja prototipe PLTMH, melakukan pengukuran, dan pemeriksaan terhadap komponen-komponennya. Sebelum dilakukan pengujian pada sistem prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro, yang harus diutamakan adalah kelengkapan instalasi. Apakah telah terpasang dengan benar dan rapih agar dapat dilakukan pengujian dan menghasilkan data yang akurat.

Ada beberapa prosedur yang harus diperhatikan pada pengujian prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro:

1) *Persiapan pengukuran*: memeriksa dan mengamati ketelitian dan kecermatan alat ukur yang digunakan pada pengujian.

2) *Persiapan alat ukur*: untuk mengetahui data-data yang akurat dari hasil pengujian digunakan alat ukur berupa penggaris, *stopwacth* untuk mengukur debit air yang digunakan, dan *Multimeter Digital* digunakan untuk mengetahui tegangan DC dan arus DC yang keluar dari generator.

3) *Catat hasil pengukuran*: Mencatat data-data hasil pengukuran dari alat ukur yang digunakan dalam pengujian, alat ukur yang digunakan berupa *Multimeter Digital*.

4) *Perhatikan ketelitian pengukuran*: selama pengujian dilakukan, ketelitian sangat diperlukan agar tidak terjadi kesalahan dalam pengukuran.

5) *Pembuatan tabel pengukuran*: setelah data-data dari hasil pengujian terkumpul, langkah selanjutnya adalah pembuatan tabel hasil pengujian.

E. Pengambilan Data PLTMH

Pada penelitian ini, jenis data yang dikumpulkan berupa data debit air dan output generator yang dihasilkan oleh prototipe PLTMH serta analisa sistem konversi pada prototipe PLTMH tersebut. Untuk memperoleh data tersebut, maka perlu dilakukan pengukuran debit air, pengukuran arus dan tegangan untuk mendapatkan daya output dari generator pada prototipe PLTMH, serta pengukuran input dan output inverter.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Hasil perancangan prototipe PLTMH dapat dilihat pada gambar 3. Gambar 3 merupakan realisasi menyeluruh prototipe PLTMH, dimana semua komponen telah digabung menjadi satu kesatuan prototipe PLTMH.



Gambar 3. Realisasi dari Perancangan Prototipe PLTMH

B. Pengukuran Debit Air

Debit aliran adalah volume air yang mengalir dalam satuan waktu tertentu. Debit air adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu.. Prinsip pelaksanaan pengukuran debit adalah mengukur luas penampang basah, kecepatan aliran dan tinggi muka air tersebut. Debit air dapat dihitung dengan persamaan (2).

$$Q = A \cdot v \quad (2)$$

dimana: Q merupakan debit air (m^3/s), A adalah Luas bagian penampang basah (m^2), dan v adalah Kecepatan aliran rata-rata (m/s).

TABEL I
PENGUKURAN DEBIT AIR

No	Pembukaan Valve (%)	Luas penampang basah (m^2)	Kecepatan rata-rata (m/s)	Debit air (m^3/s).
1	100	0,00095	0,032	0,0000302
2	75	0,00095	0,025	0,0000238
3	50	0,00095	0,02	0,000019

dimana: Q merupakan debit air (m^3/s), A adalah luas bagian penampang.

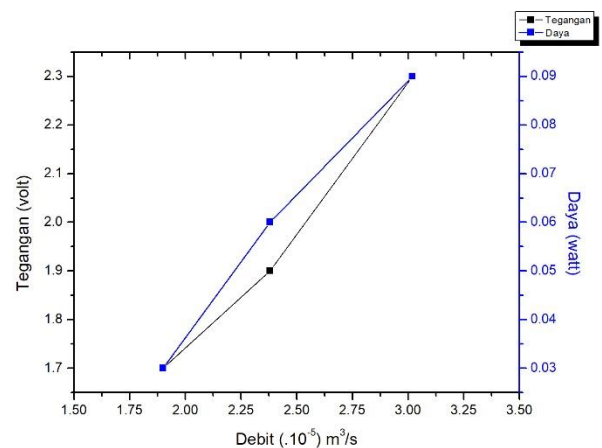
C. Pengukuran Daya Output yang Dihasilkan

Besaran arus dan tegangan yang dihasilkan oleh *prototype* pembangkit listrik tenaga mikrohidro dapat dibaca langsung pada alat ukur *amper meter* dan *volt meter* yang hasilnya dicatat dan ditabelkan.

Adapun tegangan dan arus yang dihasilkan oleh *prototype* pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah sebagai berikut :

TABEL III
PENGUKURAN DEBIT TERHADAP TEGANGAN

No	Debit air $\times 10^{-5}$ (m^3/s)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	3.02	2,3	0,04	0,09
2	2.38	1,9	0,03	0,06
3	1.9	1,7	0,02	0,03



Gambar 4. Grafik pengukuran tegangan output generator dan daya listrik vs debit air.

Gambar 4 menjelaskan bahwa daya listrik tertinggi didapat adalah 0,09 Watt dengan menggunakan debit air $3,02 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ dan daya listrik terendah didapat adalah 0,03 watt dengan menggunakan debit air $1,9 \times$

10^{-5} m³/s. Jadi semakin besar debit air yang digunakan maka semakin besar daya yang dihasilkan.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama prinsip kerja prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro yaitu mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Pada prototipe ini energi potensial air didapat dari pompa air. Pompa akan menghisap air yang terdapat pada bak penampung, kemudian air dialirkan melalui pipa sampai ke turbin sehingga turbin berputar yang menghasilkan energi mekanik. Putaran yang terjadi pada turbin akan memutar generator. Generator akan mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik DC. Energi listrik dari generator sudah dapat digunakan langsung. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator DC tersebut kemudian dikonversi melalui inverter sehingga menjadi tegangan AC. Prototipe mikrohidro ini menghasilkan daya 0,09 Watt dengan debit air sebesar $3,02 \times 10^{-5}$ m³/s. Semakin besar debit air yang digunakan, maka daya yang dihasilkan juga akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hadiyanto and F. Bakrie, "Rancang Bangun Prototipe Portable Mikro Hydro Menggunakan Turbin Tipe Cross Flow," in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)*, 2013, vol. 2, pp. 19–25.
- [2] H. S. Utama and M. Kusriyanto, "Prototype Pembangkit Mikrohidro Terintegrasi Beban Komplemen," *Teknoin*, vol. 24, no. 1.
- [3] I. Supu, N. Jambonada, H. Hakim, I. Indirahasti, D. Sulastri, and I. Jaya, "Prototipe pembangkit listrik mikrohidro (pltmh) dengan memanfaatkan aliran sungai latuppa," *J. Math. Nat. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 42–48, 2017.
- [4] F. A. Imanudin, A. Rusdinar, and D. Darlis, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Mikrohidro (pltmh) Pada Pipa Saluran Pembuangan Air Hujan Vertikal," *eProceedings Eng.*, vol. 3, no. 1, 2016.
- [5] P. T. D. Rompas, "Analisis pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) pada daerah aliran sungai ongkang mongondow di desa muntoi kabupaten bolaang mongondow," *J. Penelit. Saintek*, vol. 16, no. 2, pp. 160–171, 2011.
- [6] D. P. D. Suparyawan, I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina, "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro Di Desa Sambangan Kabupaten Buleleng Bali," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 2, 2013.
- [7] W. Paryatmo, "Turbin Air," *Ed. Kedua, Yogyakarta Penerbit Graha Ilmu*, 2007.