



RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

Ihat Solihat¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : ihat1983@gmail.com¹

Masuk : 11 Maret 2020

Direvisi : 16 Maret 2020

Disetujui : 21 Maret 2020

Abstract : *Microhydro electric power is a power plant that uses hydropower as the main media for driving turbines and generators. MEP has the advantage of not using petroleum as its fuel material so that in addition to saving energy it also produces greater power compared to other power plants. This research aims to make prototype design of micro hydro power plants. This research was conducted by measuring the flow of water so that it can be seen how much power is generated from the designed MEP. The method used is to directly design and measure variations in water discharge and the electric power generated. The prototype of the micro-hydro power plant made has a length of 35 cm, width 21 cm, height 26 cm mathematically has a volume of 19,110 cm³ or 19.11 liters. The resulting power is 1.91 Watt, 1.51 Watt and 0.45 Watt for 3 variations of discharge input. The highest power is found at the input discharge of 2000 L / h successfully turned on the LED lights while the lowest power at the discharge of 1000 L / H.*

Keywords: *Micro Hydro Electrics Power, Prototype*

Abstrak : *Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMh) merupakan suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga air sebagai media utama untuk penggerak turbin dan generator. PLTMh memiliki keunggulan yaitu tidak menggunakan minyak bumi sebagai bahan bahakrnya sehingga selain menghemat energi juga menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya. Penelitian ini bertujuan membuat rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Penelitian ini dilakukan dengan mengukur debit air sehingga bisa diketahui berapa daya yang dihasilkan dari PLTMh yang dirancang. Metode yang digunakan dengan langsung mendisain serta dilakukan pengukuran variasi debit air dan daya listrik yang dihasilkan. Prototipe pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang dibuat memiliki ukuran panjang 35 cm, lebar 21 cm, tinggi 26 cm secara matematis memiliki volume 19.110 cm³ atau 19,11 liter. Daya yang dihasilkan yaitu 1.91 Watt, 1.51 Watt dan 0.45 Watt untuk 3 variasi masukan debit. Daya tertinggi terdapat pada debit masukan sebesar 2000 L/h berhasil menyalakan lampu led sedangkan daya terendah pada debit 1000 L/h*

Kata kunci : *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, Prototipe*

PENDAHULUAN

Aliran sungai sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber dari pembangkit listrik. Listrik sebagai salah satu infrastruktur yang penting dan menyangkut kepentingan masyarakat luas yang seharusnya penyediaan energi listrik harus dapat menjamin ketersediannya dalam jumlah besar, namun dengan harga yang murah tapi bermutu. Peningkatan pertumbuhan ekonomi yang tinggi serta kebutuhan dan permintaan penggunaan energi listrik yang semakin meningkat. Pemanfaatan Sungai dan sumber air belum dimanfaatkan secara optimal untuk penambahan kebutuhan energi listrik. PLTMh merupakan pembangkit listrik yang memnafaatkan tenaga air untuk media penggerak turbin dan generator. Tenaga yang dihasilkan oleh oembangkit listrik mikrohidro yaitu daya sebesar 5 kilo watt hingga 50 kilo watt. Pada PLTMh proses perubahan energi kinetik berupa (kecepatan dan tekanan air), yang

digunakan untuk menggerakkan turbin air dan generator listrik hingga menghasilkan energi listrik. Kerja dari mikrohidro mempunyai tiga komponen utama yaitu air sumber energi, turbin dan generator. Air akan mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dengan ketinggian tertentu melalui pipa pesat menuju rumah instalasi (powerhouse). penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe sebuah sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro dan juga mengetahui daya keluarannya.

DASAR TEORI

A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

merupakan pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 100 kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan. aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu menjadikan sumber tenaga PLTMh, faktor lain yaitu aliran sungai memiliki debit yang sesuai akan mampu menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. Semakin tinggi penampang sungai yang artinya jatuhnya air semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Pembangkit mikrohidro mampu menghasilkan daya keluaran sebesar 5 kW sampai 100 kW hal ini merupakan keunggulan Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro. PLTMh juga hemat bahan bakar, bisa digunakan dengan metode perairan dan irigasi serta mampu mempertahankan ekosistem hutan dan daerah sekitar.

B. Komponen PLTMH PLTMh secara umum memiliki komponen yang terdiri dari:

1. Bendung Bendung merupakan pembatas untuk melintas sungai yang dibangun untuk yang berfungsi sebagai perubah karakteristik aliran sungai. Bendung dibuat dengan kontruksi yang lebih kecil dari bendungan hal ini agar airmenggenang membentuk kolam namun bisa melewati bagian atas bendung. Bendung akan menjaga air sungai dalam debit yang sama.
2. Saringan (Sand trap) Saringan berguna untuk menyaring kotoran-kotoran atau sampah yang terbawa sehingga air menjadi bersih .Saringan ini dipasang didepan pintu pengambilan air. Pintu pengambilan air (Intake) diginakan hanya untuk melaksanagn pembersihan pipa atau perbaikan.
3. Pipa pesat (Penstok) Pipa pesat memiliki fungsi sebagai penyalur air dari kolam atau dari sungai sebagai saluran penghantar menuju ke turbin. Pipa pesat memiliki posisi yang miring hal ini bertujuan untuk memaksimalkan kecepatan aliran, sehingga mampu menghasilkan purataran turbin yang. Pipa pesat memiliki kontruksi yang menerima tekanan besar agar mampu menam[ung debit air serta pemilihan jenis pipa harus tepat.
4. Katub utama (main value atau inlet value) Pemsanagn kutub utama bertujuan agar aliran air terbuka sehingga mampu merestart turbin. Katup utama merupakan pengatur tekanan air yang menggunakan prinsip pompa hidrolik
5. Power House Powes House memiliki beberapa bagian diantaranya ; generator, turbin, sabuk puli dan roda gigi pengubung sabuk puli dengan poros turbin. (Kamiana:2011)

C. Pemilihan Turbin Turbin yang digunakan untuk PLTMh ini merupakan jenis turbin crossflow,

Turbin ini memiliki kelebihan yaitu penggunaan turbin kecil mampu menghasilkan daya yang optimal Daya yang dihasilkan turbin ini mampu mnghemat sekitar biaya 50% dari penggunaan kincir air dengan bahan yang sama. Kelebihan lain yaitu bentuk yang lebih kecil Turbin crossflow juga bisa dibuat hanya 20 cm saja sehingga bahan-bahan yang dibutuhkan jauh lebih sedikit, itulah sebabnya bisa lebih murah. Jenis turbin ini juga dinyatakan daya guna kincir air dari jenis yang paling unggul sekalipun hanya mencapai 70% sedang efisiensi turbin crossflow mencapai 82 %. (Haimerl,1960). Efisiensi turbin crossflow ini juga sangat besar hal ini disebabkan oleh memaksimalkannya pemanfaatan energi air yang msuk pada sudu sudu sehingga daya dorong kincir semakin besar.

Adanya kerja air yang bertingkat ini ternyata memberikan keuntungan dalam efektivitas yang tinggi dan kesederhanaan pada sistim pengeluaran air dari roda gerak. (Ismono: 1999) Dari kesederhanaan jika dibandingkan dengan jenis turbin lain, maka turbin crossflow paling sederhana. Sudu-sudu turbin pelton misalnya, bentuknya sangat pelik sehingga pembuatannya harus dituang. Demikian juga denganroda penggerak turbin francis, Kaplan dan propeller pembuatannya harus melalui proses pengecoran/tuang. Demikian juga komponen-komponen lainnya dari

turbin ini semuanya dapat dibuat di bengkel-bengkel umum dengan peralatan pokok mesin las listrik, mesin bor, mesin gerinda meja, bubut itu sudah cukup.(Dietel:1983)

D. Daya Turbin Daya turbin yang dihasilkan melalui poros bergantung pada tinggi jatuh air (head) dan debit air.(Kamiana: 2011)

$$P\tau = \tau \cdot \omega \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan : $P\tau$ = Daya turbin
 τ = Torsi (N.m)
= Kecepatan angular (rad/s)

E. Daya Generator

Daya generator merupakan daya listrik yang dihasilkan generator mikrohidro. Daya listrik tersebut dapat diperoleh dengan rumus :

$$D = V \cdot I \dots\dots\dots(2.5)$$

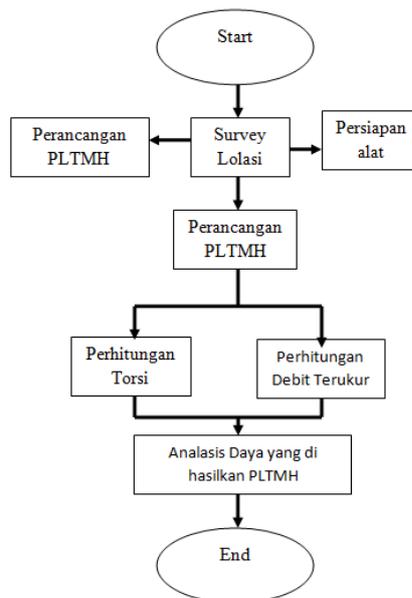
Dengan D = daya (Watt)

V=TeganganListrik(Volt)

I = Arus (Amphere)

METODE

A. Berikut alur metode penelitian ini



Gambar 3.2 alur perancangan dan pengambilan data

B. Proses Pembuatan

Prototipe PLTMh dan Pengambilan Data

1. Proses Pembuatan Prototipe

- a. Sistem microhydro ini dibuat dengan skala laboratorium yang menggunakan aquarium berukuran panjang 35 cm, lebar 21 cm, tinggi 26 cm secara matematis volume aquarium tersebut 19.110 cm³ atau 19,11 liter. Saat melakukan pengujian aquarium tersebut diisi air \pm 9 liter mensimulasikan bendungan / sungai sebagai rujukan perancangan selanjutnya.
- b. Untuk meningkatkan debit aliran air dibantu menggunakan pompa 3 varian antara lain 1000 l/h, 1300 l/h, 2000 l/h. debit air yang tinggi digunakan untuk mendorong putaran turbin yang menggerakkan generator.
- c. Generator turbin air merupakan satu alat yang menghasilkan arus listrik 12 volt DC dengan kapasitas maksimum 10 watt, yang berukuran diameter 4,5 cm, lebar 3 cm.
- d. Selain dari komponen diatas sistem ini membutuhkan instalasi pemipaan yang bertujuan menghubungkan antara aliran pompa ke generator turbin supaya generator dapat bekerja secara maksimal.
- e. Lampu Led digunakan indicator bahwa tegangan dari generator bisa terlihat.

C. Proses pengambilan data

- a. Pada proses penelitian ini dilakukan 3 kali penggantian pompa, ketiganya diambil data yang sama lalu dibandingkan mana yang menghasilkan tegangan paling besar.
- b. Waktu pengambilan data dilakukan selama 30 menit, diambil setiap kelipatan 5 menit sebanyak 6 kali.
- c. Untuk mengetahui putaran generator turbin digunakan alat bantu ukur berupa tachometer dengan satuan rpm.
- d. Daya yang keluar dari turbin diberi indikator lampu led bertegangan rendah sehingga terdeteksi saat generator sudah mengeluarkan arus, selain itu digunakan juga multimeter untuk mengetahui berapa tegangan yang dihasilkan.
- e. Dari data keseluruhan yang diambil dibandingkan dari variasi debit pompa yang digunakan, pada debit berapa yang paling menghasilkan daya maksimal pada turbin
- f. Lokasi penelitian di lakukan laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pamulang dan sungai Cisadane Kota Tangerang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Dalam pembuatan pembangkit listrik mikrohidro ini dibuat skala laboratorium dengan simulasi pengairannya. Penelitian ini belum dilaksanakan di sungai cisadane secara langsung karena kemarau panjang sehingga debit yang dialirkan sangat kecil. Untuk mengatasi hal tersebut maka penelitian ini disimulasikan menggunakan pompa aquarium dan dialiri air sengan perbedaan debit. Hasil dari simulasi ini PLTMh yang dibuat berhasil menyalakan lampiu led terang dengan debit 2000 L/h dan 1300 L/h . Sedangkan untuk debit 1000L/h. Berikut bentuk prototype dari PLTMh yang dibuat dalam penelitian ini. Sistem microhydro ini dibuat dengan skala laboratorium yang menggunakan aquarium berukuran panjang 35 cm, lebar 21 cm, tinggi 26 cm secara matematis volumenya sebesar 19.110 cm³ atau 19,11 liter. Generator turbin air menghasilkan arus listrik 12 volt DC dengan kapasitas maksimum 10 watt, yang berukuran diameter 4,5 cm, lebar 3 cm.



Gambar 4.1 Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

B. Pengaruh Putaran (RPM) Terhadap Daya Turbin Mikrohidro

Tabel 4.1 Debit 2000 L/h

Waktu (menit)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan yang dihasilkan (Volt)	Arus Listrik (Amper)	Daya Generator (Watt)
5	1127	8,14	0,22	1,79
10	1129	8,19	0,22	1,80
15	1131	8,23	0,22	1,81
20	1130	8,43	0,22	1,85
25	1131	8,50	0,22	1,87
30	1134	8,69	0,22	1,91

Tabel 4.2 Debit 1300 L/h

Waktu (menit)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan yang dihasilkan (Volt)	Arus Listrik (Amper)	Daya Generator (Watt)
5	822,6	6,66	0,22	1,47
10	818,1	6,63	0,22	1,46
15	820,4	6,68	0,22	1,47
20	825,2	6,78	0,22	1,49
25	827,8	6,81	0,22	1,50
30	834,5	6,89	0,22	1,51

Tabel 4.3 Debit 1000 L/h

Waktu (menit)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan yang dihasilkan (Volt)	Arus Listrik (Ampere)	Daya Generator (Watt)
5	308,8	1,77	0,22	0,38
10	311,2	1,79	0,22	0,39
15	314,6	1,81	0,22	0,40
20	318,3	2,01	0,22	0,44
25	318,7	2,05	0,22	0,45

C. Perhitungan Daya Generator

Mikrohidro Daya generator dihasilkan dari persamaan :

$$D = V \cdot I$$

I (arus) dibuat tetap yaitu 220 mA

Contoh perhitungan daya generator yang diperoleh yaitu:

1. Untuk debit 2000 L/h

$$D = V \cdot I$$

$$D = 8.14 \times 0.22$$

$$D = 1.78 \text{ Watt}$$

2. Untuk debit 1300 L/h

$$D = V \cdot I$$

$$D = 8.14 \times 0.22$$

$$D = 6.66 \times 0.22$$

$$D = 1.47 \text{ Watt}$$

Untuk debit 1000 L/h

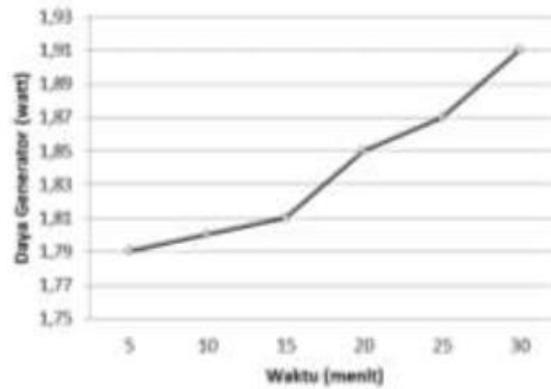
$$D = V \cdot I$$

$$D = 1.77 \times 0.22$$

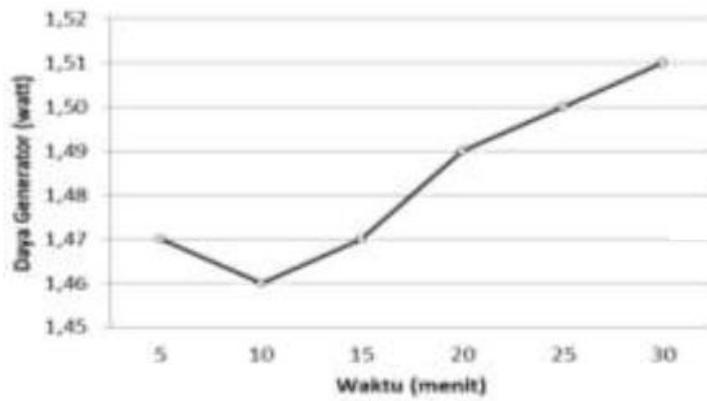
$$D = 0.38 \text{ Watt}$$

C. Garfik Hubungan Antara Waktu Dan Daya

Pada Masing Masing Debit 1. Debit 2000 L/h

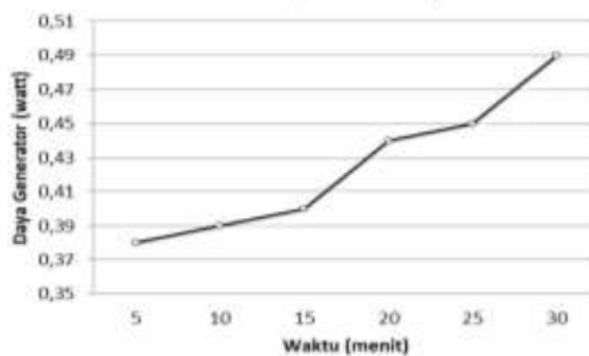


Gambar4.1 Grafik Hubungan Antara Waktu Dan Daya Yang Dihasilkan Untuk Debit 2000 L/h



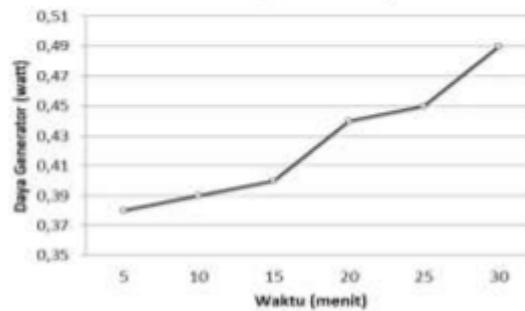
Gambar4.2 Grafik Hubungan Antara Waktu Dan Daya Yang Dihasilkan

2. Untuk Debit 1300 L/h



Gambar4.3 Grafik Hubungan Antara Waktu Dan Daya Yang Dihasilkan

1. Debit 1000 L/h



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Waktu Dan Daya Yang Dihasilkan Untuk Debit 1000 L/h

Dari data diatas diperoleh yaitu semakin lama waktu putaran pada setiap debit yaitu 2000, 1300 dan 1000 maka daya yang dihasilkan semakin besar hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan. Variasi debit aliran dilakukan 3 yaitu 2000 L/h, 1300 L/h dan 1000L/h dengan masing masing putaran tertinggi yaitu 1134 untuk 2000 L/h , 834,4 untuk 1300 L/h dan 314,7 untuk 1000 L/h. Dengan daya yang dihasilkan yaitu 1.91 Watt, 1.51 Watt dan 0.45 Watt. PLTMh sudah bisa digunakan dan dibuat skala besar untuk langsung diterapkan di sungai Cisadane. Semakin besar debit air yang dialirkan semakin besar pula daya yang dihasilkan oleh PLTMh.

KESIMPULAN

1. Telah berhasil dibuat prototype pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang memiliki panjang 35 cm, lebar 21 cm, tinggi 26 cm secara matematis volume tersebut 19.110 cm³ atau 19,11 liter. Generator yang digunakan mampu menghasilkan arus listrik DC sebesar 12 Volt dengan Daya input maksimum 10 Watt. Generator yang digunakan memiliki diameter 4,5 cm dan lebar 3 cm.
2. Daya yang dihasilkan yaitu 1.91 Watt, 1.51 Watt dan 0.45 Watt untuk 3 variasi masukan debit. Daya tertinggi terdapat pada debit masukan sebesar 2000 L/h berhasil menyalakan lampu led sedangkan daya terendah pada debit 1000 L/h.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak, C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- [2] Dietzel, F. 1983. Turbin, Pompa dan Kompresor, Alih Bahasa: Dakso Sriyono. Erlangga. Jakarta.
- [3] Ismono H.A. 1999. Perencanaan Turbin Air Tipe Cross Flow untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Institut Teknologi Nasional Malang. Skripsi
- [4] Kamiana, I.M. 2011. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Graha Ilmu. Yogyakarta .
- [5] Riyanto, Irwan: 2016. Laporan Dokumen Informasi Kerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Tahun 2016 Kota Tangerang .Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Tangerang. 2016