

KAJI ANALITIK POTENSI DAYA LISTRIK PLTMH DI AIR TERJUN MUARA JAYA DESA ARGAMUKTI KABUPATEN MAJALENGA PROVINSI JAWA BARAT

Engkos Koswara^{1*}, Dony Susandi², Asep Rachmat³, Ii Supiandi⁴

¹Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Majalengka

²Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Majalengka

³Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Majalengka

⁴Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Majalengka

Jl. K.H. Abdul Halim No. 103, Majalengka Kulon, Majalengka,

*Email : ekoswara.ek@gmail.com

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) menjadi solusi alternative energy listrik yang cukup efisien karena hanya memanfaatkan jatuhnya air yang tersedia. Disamping itu, program pembuatan PLTMH ini akan menjadikan Desa Mandiri yang dapat menghasilkan listrik dengan pemanfaatan air terjun. Komponen-komponen mikrohidro disesuaikan dengan kondisi nyata berdasarkan hasil survey yang dilakukan pada tahap awal. Secara umum komponen mikrohidro terdiri dari Bendung (*Dam*), Pintu pengambilan air (*intake*) dan Bak Penenang (*Forebay*), Pipa Pesat (*Penstock*), Saluran Pembuang (*Tailrace*), dan Rumah Turbin (*Power House*). Debit rencana yang dihasilkan adalah $0,21367 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan menggunakan pipa 6 in dan tinggi jatuh efektif yang didapat adalah 4,67 m. oleh karena itu turbin yang digunakan adalah Turbin Crossflow. Dengan data tersebut daya yang dapat dibangkitkan sebesar 7,938 kW.

Kata Kunci : Mikrohidro, debit, turbin crossflow

ABSTRACT

Micro Hydro Power Plant becomes an alternative energy electric solution that is quite efficient because it only utilizes the water fall is available. In addition, the program of making this Micro Hydro Power Plant will make the Village that can generate electricity with waterfall utilization. Microhydro components are adjusted to real conditions based on survey results conducted in the early stages. In general, the microhydro component consists of Dam, Water intake and Forebay, Penstock, Tailrace, and Power House. The resulting discharge plan is $0.21367 \text{ m}^3/\text{s}$ using a 6 in pipeline and the effective fall height obtained is 4.67 m. therefore the turbine used is Crossflow Turbine. With that data the power that can be raised is 7,938 kW.

Kata Kunci : Micro Hydro, debit, crossflow turbine

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) akan menjadi solusi alternatif energi listrik yang cukup efisien karena hanya memanfaatkan jatuhnya air yang tersedia. Disamping itu, program pembuatan PLTMH ini akan menjadikan Desa Mandiri yang bisa menghasilkan listrik dengan pemanfaatan air terjun.

Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) pembangkitan listrik dihasilkan oleh generator listrik DC atau AC. Mikrohidro

berasal dari kata micro yang berarti kecil dan hydro artinya air, arti keseluruhan adalah pembangkitan listrik daya kecil yang digerakkan oleh tenaga air. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu dan memiliki debit yang sesuai akan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik.

Komponen komponen system PLTMH



Gambar 1 Komponen Sistem PLTMH

- a. Bendung (*Dam*)
Dam pengalih berfungsi untuk mengalihkan air melalui sebuah pembuka di bagian sisi sungai ('*Intake*' pembuka) ke dalam sebuah bak pengendap (*Settling Basin*).
- b. Pintu pengambilan air (*intake*) dan Bak Penenang (*Forebay*)
Perancangan pintu pengambilan air (*intake*) menyatu dengan bak penenang (*forebay*). Bak penenang terdiri dari *intake* dan *outlet*.
- c. *Penstock* (pipa pesat)
Penstock dihubungkan pada sebuah elevasi yang lebih rendah ke sebuah roda air, dikenal sebagai sebuah turbin.
- d. Saluran Pembuang (*Tailrace*)
Saluran pembuang akhir (*tail race*) berfungsi untuk mengalirkan debit kembali ke sungai
- e. Turbin dan generator
Perputaran gagang dari roda dapat digunakan untuk memutar sebuah alat mekanikal atau untuk mengoperasikan sebuah generator listrik.

Dari uraian di atas, terdapat beberapa rumusan masalah, diantaranya berapakah debit andalan dari air terjun Muara Jaya, Jenis Turbin apakah yang cocok untuk digunakan pada area tersebut dan berapakah daya teoritis yang dapat dihasilkan dari system PLTMH yang akan dibuat.

METODOLOGI PENELITIAN

Terdapat beberapa tahapan penelitian yang akan dilaksanakan, diantaranya :

1. Studi literature
Pada tahapan ini dilaksanakan pencarian data – data yang dibutuhkan dalam perancangan system Pembangkit Listrik Mikro Hidro. Diantaranya buku-buku dan jurnal mengenai perancangan PLTMH.
2. Studi lapangan
Dalam tahapan ini, akan dilakukan peninjauan langsung untuk lokasi penempatan PLTMH. Hal ini sangat berkaitan terhadap potensi daya hidrolis yang dapat dihasilkan dari system PLTMH yang akan dibuat.
3. Perencanaan lokasi PLTMH
Perencanaan lokasi PLTMH ini sangat penting, karena sangat menentukan hasil keluaran daya yang akan dibangkitkan. Hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan adalah debit andalan dan head yang direncanakan.
4. Penentuan debit sesaat
Penentuan debit sesaat ini akan menentukan jenis turbin yang akan digunakan. Penentuan debit sesaat dapat dihitung dengan cara :

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :
Q = Debit sesaat
V = Kecepatan Aliran
A = Luas Area pipa

Luas area pipa dapat dihitung menggunakan diameter pipa yang direncanakan. Untuk mencari harga kecepatan aliran, dapat dihitung dengan cara :

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Dimana :
V = Kecepatan aliran
g = Gravitasi
h = head

penggunaan rumus ini digunakan karena dalam tahapan perencanaan. Maka kecepatan aliran belum terukur.

5. Pemilihan Turbin
Penggunaan turbin sangat bergantung pada kondisi di lapangan. Pemilihan turbin yang digunakan tergantung kondisi aliran dan head yang dihasilkan dari system PLTMH. Dari aliran air dan head yang direncanakan dapat diketahui turbin yang cocok untuk digunakan dengan menggunakan grafik aliran air dan head untuk pemilihan turbin.

6. Penentuan Daya teoritis
Penentuan daya teoritis ini digunakan untuk penentuan besarnya kapasitas daya turbin dan daya generator. Untuk penentuan daya teoritis turbin dapat dihitung dengan cara :

$$P = 9,81 \times Q \times \eta_t \times \text{Heff}$$

Dimana :

P = Daya teoritis turbin

Q = Debit

η_t = Efisiensi turbin

Heff = Head Effektif

Sedangkan untuk daya yang terbangkitkan dapat dihitung dengan cara :

$$P = 9,81 \times Q \times \eta_t \times \eta_g \times \text{Heff}$$

Dimana :

Dimana :

P = Daya teoritis turbin

Q = Debit

η_t = Efisiensi turbin

Heff = Head Effektif

7. Perencanaan Kontruksi PLTMH
Kontruksi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro akan dibuat menggunakan baja profil L.

8. Perencanaan system elektrikal
System elektrikal dirancang untuk 2 lokasi/titik. 1 titik sebagai panel utama dan 1 titik sebagai panel distribusi.

9. Kesimpulan
Penarikan kesimpulan dari hasil pembahasan yang telah dilakukan.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perancangan PLTMH mengacu pada hasil survey yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Langkah awal pada tahap permulaan perancangan dimulai dengan

menentukan dan merancang letak bak penampung/bendung (*dam*), menetapkan *layout* saluran air, posisi turbin, posisi generator dan *layout* instalasi Pembangkit Listrik tenaga Mikro Hidro yang akan dibangun.

- Perencanaan Lokasi

Lokasi Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) berada di daerah kaki Gunung Ciremai, tepatnya di Air Terjun Muara Jaya Desa Argamukti Kecamatan Argapura Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat. Air Terjun Muara Jaya merupakan area lokasi wisata yang cukup terkenal di Kabupaten Majalengka. Pembuatan PLTMH ini selain menjadi Energi Alternatif juga sebagai daya Tarik tersendiri untuk wisata tersebut.

- Penentuan Debit Sesaat

Debit sesaat sangat ditentukan oleh besarnya kecepatan aliran air dan luasnya area aliran tersebut. Dalam perancangan system PLTMH ini, kecepatan aliran air sangat dipengaruhi oleh ketinggian bak penampungan. Kecepatan aliran yang terjadi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\ &= \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 7} \\ &= 11,71 \text{ m/s} \end{aligned}$$

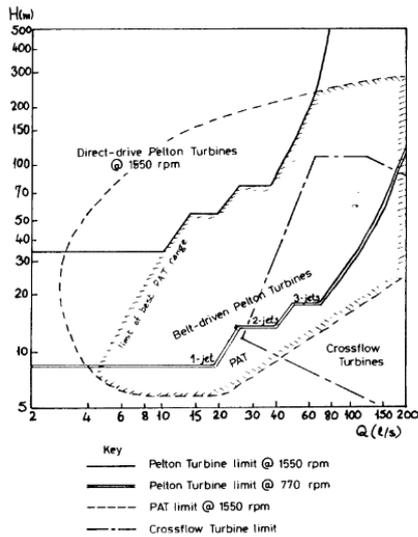
Kecepatan aliran dapat diketahui, yaitu 11,71 m/s. Debit sesaat yang direncanakan sangat dipengaruhi oleh ukuran pipa pesat (*Penstock*) yang digunakan. Dalam perencanaannya, pipa pesat yang digunakan berukuran 6 in. Maka, debit sesaat dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} Q &= V \cdot A \\ &= 11,7192 \cdot 0,01823 \\ &= 0,21367 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Debit sesaat dapat diketahui, yaitu 0,21367 m³/s.

- Pemilihan Turbin

Untuk pemilihan turbin, terdapat beberapa pertimbangan, diantaranya Debit rencana dan head yang terjadi di lapangan. Pemilihan turbin yang digunakan dapat merujuk pada grafik hubungan head dan flow berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan flow dan head untuk pemilihan turbin

Dari gambar di atas, untuk menentukan jenis turbin yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan 2 buah data, yaitu debit dan head. Debit sesaat sudah dapat diketahui yaitu 0,21367 m³/s, sedangkan untuk head efektif dapat diketahui dengan rumus :

$$\text{Head Efektif} = H. \text{ Actual} - H. \text{ Losses}$$

Head actual dapat diketahui dengan pengukuran langsung di lapangan. Untuk mencari Head Losses dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Head Losses} = 1/3 \times \text{Head Actual}$$

Dengan demikian dapat dihitung Head efektif dengan head actual sebesar 7 meter :

$$\begin{aligned} \text{Head Losses} &= 1/3 \times 7 \text{ m} \\ &= 2,33 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka head efektif dapat diketahui, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Head Efektif} &= H. \text{ actual} - H. \text{ Losses} \\ &= 7 - 2,33 \\ &= 4,67 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan demikian jenis turbin yang dipilih untuk system PLTMH berdasarkan gambar di atas dengan tinggi jatuh efektif sebesar 4,67 m dan debit desain sebesar 0,21367 m³/ds, maka dipilih **Turbin Crossflow**.

- Daya Teoritis
Perencanaan daya teoritis ini ditujukan untuk menentukan daya yang dibangkit oleh system PLTMH yang direncanakan dengan mempertimbangkan efisiensi dari turbin dan generator yang digunakan. Daya teoritis yang dihasilkan dari system PLTMH ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= 9,81 \times Q \times \text{Heff} \\ &= 9,81 \times 0,21367 \times 4,67 \\ &= 9,78 \text{ kW} \end{aligned}$$

Untuk mentukan daya yang terjadi pada turbin dapat dihitung dengan rumus :

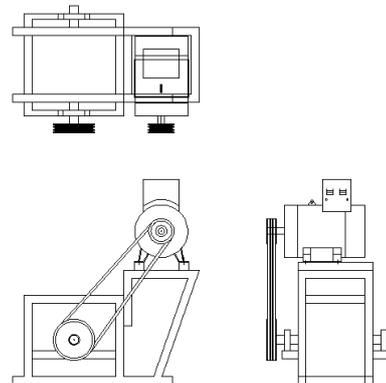
$$\begin{aligned} P &= 9,81 \times Q \times \eta_t \times \text{Heff} \\ &= 9,81 \times 0,21367 \times 0,84 \times 4,67 \\ &= 8,22 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya yang terjadi pada turbin dengan efisiensi turbin sebesar 84% adalah 8,22 kW. Sedangkan untuk daya yang terbangkitkan pada generator adalah :

$$\begin{aligned} P &= 9,81 \times Q \times \eta_t \times \eta_g \times \text{Heff} \\ &= 9,81 \times 0,21367 \times 0,84 \times 0,9 \times 4,67 \\ &= 7,398 \text{ kW} \end{aligned}$$

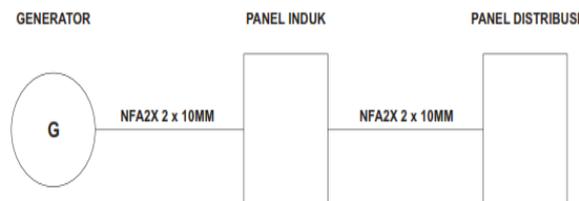
Daya yang dapat dihasilkan pada generator dengan efisiensi generator sebesar 90% adalah 7,398 kW. Hasil dari daya teoritis ini juga dapat dijadikan referensi untuk menentukan besarnya kapasitas generator yang dapat digunakan.

- Perencanaan Kontruksi PLTMH
Kontruksi pembangkit terbuat dari baja profil L berukuran 30x30x3 mm. Tinggi 720 mm, Lebar 470 mm, Panjang 1000 mm.



Gambar 3 kontruksi Pembangkit listrik

- Perencanaan system elektrikal
Skema rancangan instalasi kelistrikan menggunakan 1 panel utama yang berada dekat pembangkit listrik dan 1 panel distributor yang berada dekat area warung di area wisata. Skema rancangan system kelistrikan seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4. Diagram Sistem distribusi listrik

UCAPAN TERIMA KASIH

Pemberian penghargaan yang setinggi-tingginya ucapan terimakasih kepada KEMRISTEKDIKTI melalui DRPM sesuai dengan Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Pengabdian Masyarakat Nomor : /SP2H/PPM/DRPM/IV/2017, tanggal 3 April 2017, serta Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Majalengka dan Universitas Majalengka.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari laporan kemajuan ini adalah :

1. Head actual yang dapat diperoleh dari pembangunan PLTMH adalah 4,67 m
2. Debit yang direncanakan dalam perancangan PLTMH ini adalah 0,21367 m³/s
3. Turbin yang digunakan adalah Turbin Crossflow
4. Secara teoritis, daya terbangkit yang bias dihasilkan oleh system PLTMH ini adalah 7,398 kW

Untuk dapat meningkatkan daya listrik hasil keluaran dari generator, perlu adanya penambahan ketinggian (head).

DAFTAR PUSTAKA

- Harvey A, *et al*, 2006. *Mikro Hidro Design Manual*. ITDG publishing Warwickshire UK.
- Patty O. F, 1995. *Tenaga Air*. Jakarta: Erlangga
- Prayogo, E., 2003. Teknologi Mikrohidro dalam Pemanfaatan Sumber Daya Air untuk Menunjang Pembangunan Pedesaan. *Makasar: Semiloka Produk-produk Penelitian Departemen Kimpraswil*.