

Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada sungai Arter Desa Hurun Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Lampung

Agus Sugiri, Harmen Burhanuddin, Edo Trinando
Dosen Teknik Mesin Universitas Lampung
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedung H Lt.2, Bandar Lampung
35145 Telp.(0721)7479221, E-mail: edo3nando@yahoo.com

Abstract

Electricity is very important in human life. In Indonesia, electricity is a basic necessity for society and industry. Electrical energy supply in Indonesia is targeted to use the 5% comes from renewable energy, it has been included in the government regulation No. 3 of 2005. One of the power plants that are potentially is Micro Hydro Power (MHP), which is an implementation of the green energy initiative to encourage renewable energy step. If the MHP potential can be developed, then at least 12,000 MWh or 14% of Indonesia's total energy needs in 2005 are contributed by the MHP. The purpose of this final project: " Feasibility Study of micro hydro power plant (MHP) on arter river at hurun village Padang Cermin district Pesawaran region lampung " is to plan a hydroelectric small scale power plant that can be used and applied as a fulfillment of electrical energy in Indonesia, especially for people who can not enjoy electricity. The Procedures to obtaining data for Head cleaner using a plastic hose method and calculation method, so the net head of 11.15 m obtained. To determine the amount of water flow, the method used is the method of floating objects, as well as doing some calculations and obtained intake capacity of 66.7 l / s. And the resulting power of 5.10 Kw. From data result, turbine suitable types is crossflow turbine.

Keywords: micro hydro power plant, water discharge, crossflow turbine.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Listrik sangat berperan penting dalam kehidupan manusia. Di Indonesia listrik merupakan suatu kebutuhan pokok bagi masyarakat dan industri. Pasokan energi listrik di Indonesia ditargetkan dapat menggunakan 5% berasal dari energi terbarukan, hal itu telah dicantumkan pada peraturan Pemerintah no 3 tahun 2005. Salah satu pembangkit listrik yang berpotensi adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), yang merupakan satu implementasi dari green energy initiative yaitu mendorong energi terbarukan. Jika potensi PLTMH dapat dikembangkan, maka paling tidak 12.000MWh atau sebesar 14% dari kebutuhan energi total Indonesiatahun 2005 dapat disumbang dari PLTMH. PLTMH adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 200 kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. Dengan demikian, sistem pembangkit mikrohidro cocok untuk menjangkau ketersediaan jaringan energi listrik di daerah-daerah terpencil dan pedesaan.

Berikut adalah gambar skema Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)



Gambar 1. PLTMH (Laymand, 1998)

Keuntungan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) :

1. Dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis yang lain, PLTMH ini cukup murah karena menggunakan energi alam.
2. Memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dioperasikan di daerah terpencil dengan tenaga terampil penduduk daerah setempat dengan sedikit latihan.
3. Tidak menimbulkan pencemaran.
4. Dapat dipadukan dengan program lainnya seperti irigasi dan perikanan.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) pada sungai Arter Desa Hurun Kecamatan Padang Cermin Lampung”.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui besarnya debit dan *head* di sungai Arter desa Hurun Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung.
2. Menentukan jenis turbin air yang sesuai dengan kondisi *head* dan debit air sungai Arter di Desa Hurun.

Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terarah, peneliti membatasi permasalahan antara lain:

1. Pengambilan data debit air dan *head* dilakukan secara langsung (*primer*).
2. Studi potensi ini hanya menentukan jenis turbin yang sesuai dengan daerah lokasi penelitian.
3. Pemilihan material turbin tidak dibahas dalam penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Sungai Arter Desa Hurun kecamatan Padang Cermin. Rentang waktu penelitian antara bulan Maret 2013 hingga Juli 2013.

Alat dan Bahan

1. Busur Kayu
2. Meteran
3. Selang Plastik
4. Benang Nilon

Metode Pengumpulan Data

1. Pembuatan Formulir

Formulir A berupa informasi dasar potensi PLTMH

Formulir B berupa Potensi data-data PLTMH

2. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat dari pengukuran langsung di lokasi Sungai Arter di Desa Hurun Kecamatan Padang Cermin, Lampung meliputi beda ketinggian (*head*), debit aliran air.

3. Pengukuran Head

Pengukuran *head* ini menggunakan alat pengukuran sederhana yaitu menggunakan sehelai benang nilon dan selang plastik.

Cara kerja pengukuran menggunakan metode selang plastik:

- a. Pengukuran dimulai diatas *elevasi* permukaan air pada posisi *forebay* yang telah ditentukan

- b. Pengukuran selanjutnya dengan melanjutkan pengukuran pada titik yang lebih rendah dari pengukuran sebelumnya.
- c. Lanjutkan pengukuran sampai lokasi turbin yang akan ditempatkan, jumlahkan seluruh hasil pengukuran untuk mendapatkan *head* ketinggian.

Pengukuran Debit Air Primer

Suatu sungai akan sangat bervariasi alirannya di sepanjang tahun, pengukuran dilakukan pada saat aliran terendah (musim kemarau). Rata-rata aliran terendah digunakan sebagai dasar dalam perencanaan PLTMH. Pengukuran debit aliran secara langsung ditempat penelitian (pengukuran *primer*).

Rumus dasar menghitung debit (Penche, C, 1998) :

$$Q = A \cdot V \quad (1)$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{s)}$$

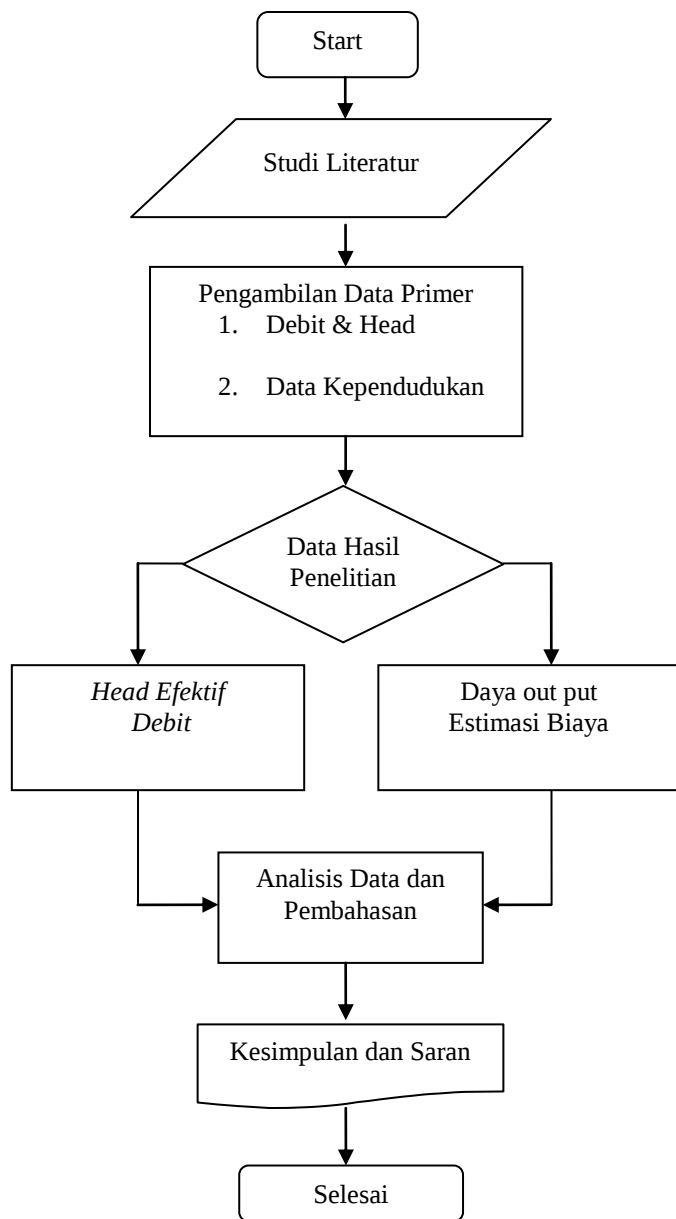
$$A = \text{Luas bagian penampang basah (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran rata-rata pada luas bagian penampang basah (m/s).}$$

A. Metode Pengolahan Data

Data yang diperoleh diolah baik *primer* dimasukkan ke dalam rumus empiris, kemudian data dari perhitungan disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik dan dari perhitungan tersebut dapat diketahui besarnya potensi yang dapat digunakan sebagai PLTMH untuk Sungai Arter Desa Hurun.

Berikut di bawah ini adalah gambar diagram alir metode penelitian

Diagram Alir Metode Penelitian

Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN**Kondisi Daerah Studi**

Rencana PLTMH terletak di kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Propinsi Lampung. Di rencana lokasi studi ini mengalir anak sungai Arter yang berpotensi untuk dijadikan sumber pembangkit listrik tenaga air skala kecil (PLTMH). Kondisi DAS (Daerah Aliran Sungai) berupa hutan yang sudah diolah oleh penduduk

menjadi lahan pertanian dan perkebunan coklat, sungai ini memberikan debit aliran dan head yang cukup ideal untuk di buat PLTMH.

Data Primer**1. Debit sungai(metode benda apung)**

Data yang diperoleh :

$$Q = V_a \cdot A \cdot 1000 \text{ (l / s)}$$

$$Q = 0,204 \text{ m/s} \times 0,3270 \text{ m}^2$$

$$= 0,0667 \text{ (m}^3\text{/s)} = 66,7 \text{ (l/s)}$$

2. Data Head gross

Dari pengukuran metode benang nilon didapat *head gross* setinggi 741cm dan dengan menggunakan metode selang plastik 385cm, jadi total keseluruhan *head gross* 1126cm = 11,26m.

3. Diameter pipa penstock

Persamaan Diameter pipa (Penche, 1998) :
Dimana : n = koefisien kekasaran material,
untuk bahan PVC $n = 0,009$ (Pence, 1998)

$$D_p = 2,69 \left(\frac{n^2 \cdot Q^2 \cdot L_p}{H} \right)^{0,1875}$$

$$= 0,301 \text{ m} = 11 \text{ inci.} \quad (2)$$

4. Menentukan Head efektif**a. Friction loss (H_f)**

$$H_f = f \cdot \left(\frac{L_p \cdot V_p^2}{D_p \cdot 2g} \right) \quad (3)$$

f = koefisien pada diameter pipa penstock

$$f = 124,5 \left(\frac{n^2}{D_p^{\frac{1}{2}}}} \right) = 0,018 \quad (4)$$

A_p = area potong melintang pipa penstock

$$A_p = 3,14 \left(\frac{D_p^2}{4} \right) = 0,071 \quad (5)$$

V_p = kecepatan aliran di penstock (m/s)

$$V_p = \frac{Q}{A_p} = 0,9 \text{ m / s} \quad (6)$$

$$H_f = 0,018 \left(\frac{30 \times 0,9^2}{2 \times 9,81 \times 0,301} \right) = 0,074 \text{ m}$$

b. In let loss (H_e)

$F_e = 0,5$ koefisien bentuk inlet

$$H_e = \frac{F_e \cdot V_p}{2 \cdot g} = 0,022m \quad (7)$$

c. Valve loss (h_v)

$F_v = 0,1$ koefisien jenis katup (butterfly katup)

$$H_v = \frac{F_v \cdot V_p}{2 \cdot g} = 0,004m \quad (8)$$

d. Bend loss (kerugian belokan) h_o

$$h_o = 10\% \cdot (h_f + h_e + h_v) = 0,01m \quad (9)$$

$$H_{\text{loss total}} = (h_f + h_e + h_v + h_o) = 0,11m$$

$$H_{\text{efektif}} = H_{\text{gross}} - H_{\text{loss}} = 11,26 - 0,11 = 11,15m \quad (10)$$

5. Daya (P)

Dimana:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta = 70\% = 0,7 \text{ (layman2 europa. dg17hydro)}$$

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \cdot \eta = 5107,02 \text{ Watt} = 5,10702 \text{ kW} \quad (11)$$

6. Kecepatan spesifik (N_s)

$$N_s = \frac{N \cdot e^{\frac{1}{2}}}{H_{\text{efs}}^{\frac{5}{4}}} \quad (12)$$

$$1 \text{ Kw} = 1,341 \text{ HP}$$

$$N_e = 5,10702 \text{ Kw} = 6,848 \text{ HP}$$

$$n_{11} = 40 \text{ (koefisien crossflow T13) (JICA, 2003)}$$

$$n = \frac{n_{11}}{D} \sqrt{H_{\text{net}}} = 443,74 \text{ rpm} \quad (13)$$

$$N_s = \frac{443,74 \times 6,848^{\frac{1}{2}}}{11,5^{\frac{5}{4}}} = 56,99$$

Berikut ini tabel untuk menentukan jenis

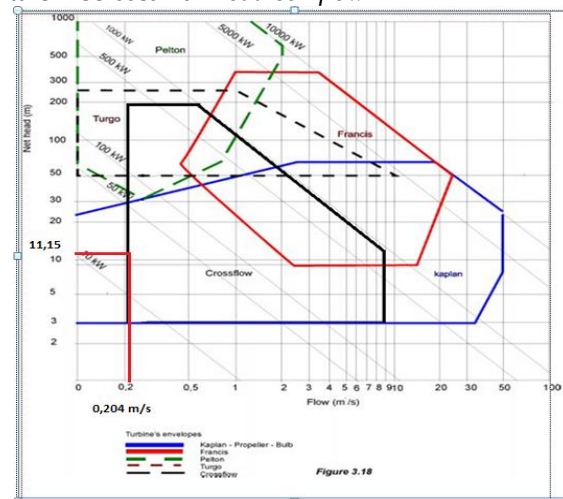
turbin

Tabel 1. Nilai yang diperlukan untuk menentukan turbin.

No	Keterangan (symbol)	Nilai
1	Putaran Spesifik (N_s)	56,99
2	Head efektif (H_e)	11,15 m
3	Daya turbin	5,107 kW
4	Debit aliran	0,0667 m ³ /s

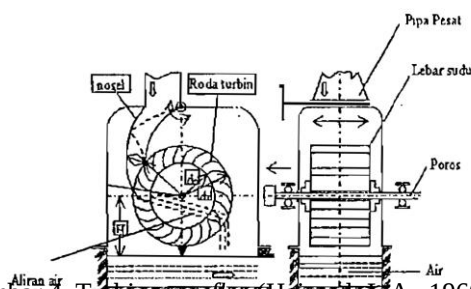
Dengan daya turbin sebesar 5,107 kW maka Pembangkit Listrik yang dipakai adalah

Pembangkit Listrik *Micro-Hydro* (Laymand, 1998). Dengan kecepatan spesifik sebesar 56,99 maka turbin yang dipakai adalah jenis turbin *Cross-Flow*. Berikut dibawah ini adalah grafik penentuan jenis turbin berdasarkan head dan flow



Grafik 1. Memilih jenis turbin berdasarkan head dan flow (Laymand, 1998)

Berikut dibawah ini adalah gambar dari turbin crossflow



Gambar 4. Turbin crossflow (Hammer, L.A., 1960)

Estimasi biaya

Dengan daya terbangkitkan generator 5,10 kW, misalkan beroperasi dalam tiap tahun 360 hari, sehari 24 jam, perkiraan harga pembuatan PLTMH 5-10 kW Rp 98.787.588,-. Biaya operasional bulanan sekitar Rp 250.000,-. Harga listrik per-kWh sebesar Rp 1.342,- perkiraan umur turbin 10 tahun, perhitungan kelayakan adalah SBB :

1. Biaya Penduduk Menggunakan Listrik PLN :

Biaya listrik PLN per kWh ± Rp. 1.342,- (sumber : PLN.co.id)

Total pemakaian listrik penduduk perbulan jika pemakaian listrik lampu ±100 watt dipakai 12 Jam/hari dan pemakaian elektronik lainnya ±350

watt dipakai ± 6 jam

a. Pemakaian listrik lampu

$$100 \text{ watt} \times 12 \text{ jam}$$

$$= 1200 \text{ Wh}$$

$$= 1,2 \text{ kWh} = \text{Rp } 1.610,- / \text{ hari}$$

$$\text{Biaya/bulannya} = 1.610 \times 30$$

$$= \text{Rp } 48.312,- / \text{ bulan}$$

$$\text{Biaya/tahunnya} = 18.300 \times 12$$

$$= \text{Rp } 579.744,- / \text{ tahun}$$

b. Pemakaian listrik elektronik

$$350 \text{ watt} \times 6 \text{ jam}$$

$$= 1750 \text{ Wh}$$

$$= 1,75 \text{ kWh}$$

$$1,75 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.342$$

$$= \text{Rp } 2.348,- / \text{ hari}$$

$$\text{Biaya/ bulannya} = 2.348 \times 30$$

$$= \text{Rp } 70.455,- / \text{ bulan}$$

$$\text{Biaya/tahunnya} = 70.455 \times 12$$

$$= \text{Rp } 845.460,- / \text{ tahun}$$

2. Biaya Penduduk Menggunakan Listrik PLTMH

Perkiraan harga pembuatan PLTMH 5-10 kW sebesar Rp 98.787.588,-, rincian biaya terdapat di lampiran.

Dengan biaya operasi bulanan Rp 250.000,- maka :

$$\text{Biaya tahunan} : 250.000 \times 12 = \text{Rp } 3.000.000,-$$

3. Perbandingan Biaya Pemakaian PLN & PLTMH

Jika PLTMH dengan daya 510 kW dapat menyalurkan listrik ke 51 rumah dengan daya per rumah sebesar ± 100 watt, maka estimasi biaya dapat di hitung :

a. Biaya yang dikeluarkan penduduk jika memakai PLTMH dalam kurun waktu 10 tahun.

Biaya pembuatan PLTMH awal + biaya perawatan tahunan

$$= \text{Rp } 98.787.588,- + 30.000.000 = \text{Rp } 128.787.588,-$$

b. Biaya yang dikeluarkan penduduk jika menggunakan PLN dalam kurun waktu 10 tahun

$$\text{Biaya bulanan 51 KK selama 10 thn} = (\text{Rp } 579.744 \times 10) 51 \text{KK}$$

$$= \text{Rp } 295.669.440,-$$

Dari kurun waktu 10 tahun maka penghematan yang di dapat jika menggunakan PLTMH adalah :

$$\text{Biaya B} - \text{Biaya A}$$

$$= \text{Rp } 295.669.440 - \text{Rp } 128.787.588$$

Biaya yang dapat dihemat oleh masyarakat

$$= \text{Rp } 166.881.852,-$$

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan output yang dihasilkan, pembangkit listrik tenaga air yang bisa digunakan di desa Hurun tersebut adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), karena besar daya yang dihasilkan 5,10kW.

2. Berdasarkan hasil perancangan turbin air dengan asumsi efisiensi 70% maka potensi sungai Arter Desa Hurun dapat menghasilkan daya listrik 5,107 Kw Daya ini jika digunakan untuk 51 rumah maka setiap rumah mendapat pasokan listrik sebesar 100 watt.

3. Pemilihan jenis turbin yang digunakan dipengaruhi oleh debit dan tinggi jatuh air. Berdasarkan pengambilan data maka didapat debit aliran (Q) $0,0667 \text{ m}^3/\text{s}$ dan head efektif 11,15m jenis turbin air yang tepat untuk digunakan adalah turbin crossflow.

4. Biaya penghematan jika penduduk memakai PLTMH dalam kurun waktu 10 tahun adalah $\pm$ Rp 166.881.852,-

5. Sungai Arter desa Hurun telah masuk dalam kategori layak didirikan Pembangkit Listrik Mikro Hidro (PLTMH) karena telah memenuhi ± 10 % kebutuhan listrik penduduk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arter A, Meier U., 1990, *Hydraulics Engineering Manual*, H. Harrer, St. Gallen, Switzerland.
- [2] Doland J. James. 1984. *Hydro Power Engineering, A Textbook for Civil Engineers*. The Ronald Press company. New York.
- [3] Fox, Robert W. dan Alan T Mcdonald.1995. *introduction to Fluid Mechanics 3rd edition*. John Willey & Sons. USA.
- [4] Haimerl, L.A.(1960). *The Cross Flow Turbine*. Jerman Barat.
- [5] Ismono H.A., 1999. *Perencanaan Turbin Air Tipe Cross Flow Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Institut Teknologi Nasional Malang*. Skripsi.
- [6] Lal, Jagdish. (1975). *Hydraulic Machine*. New Delhi : Metropolitan Book Co Private Ltd.
- [7] Mockmore C.A., Merryfield fred, 1949. *The Banki Water Turbine*. Bulletin Series No. 25

- Engineering Experimental Station, Oregon
State System of Higher Education, Oregon
State College, Corvallis.
- [8] Penche, Celso. (1998). *Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant*. European Small Hydropower Association (ESHA). German.
- [9] Prayitno. 2005 . *Diklat Kuliah Turbin Air* . MST – UGM, Yogyakarta
- [10] SKAT,1990. *Hydraulic Engineering Manual*, Harnessing Water Power On a Small scale. Swiss Center for Appropriate technology.
- [11] Patty, O.F., 1995, *Tenaga air*, Jakarta : Erlangga.
- [12] Vienna dan Radler S. 1981 . *Triebwasserweg und spezifische Probleme von Hochdruckanlagen. In: Kleinwasserkraftwerke, Projektierung und Entwurf*. University for Soil Culture, Intitute for Water Management.
- [13] Laymad. 1998. *On How Develop A Small Micro Hydropower Site*