

STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) DI SUNGAI CIKAWAT DESA TALANG MULIA KECAMATAN PADANG CERMIN KABUPATEN PESAWARAN PROPINSI LAMPUNG

Sulistiyono¹⁾, Agus Sugiri²⁾ dan A. Yudi Eka R.²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Abstrak

Electric was the vital energy and needed by community for all activity as lighting, radio, television (information), industry, etc. Although especially the urban community was needed this energy and a little rural community was needed. There was several isolated villages in Pesawaran sub province, no electricity by PLN. For this villages government would supply the electric energy and build microhydro electric plant. The purpose of this with title "Feasibility Study Micro Hydroelectric Power Station (PLTMH) at cikawat river in talang mulia village pesawaran sub province" is to contributed in hydro turbine management and to planning a micro hydroelectric power station that can be used and applied for a better life

The research was carried out by using a very simple method is to use a floating object method to measure discharge and plastic hose method for measuring head.

Based on the field data, (Head efektif = 9.35m and water dept = 0,1029 m³/s) the crossflow Turbine can produce energy 7.07 kW. Below to the data above it is result that the cikawat river can be set a micro hydro electric power.

Keywords : *micro hydroelectric power station, water dept, crossflow Turbine.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Menurut data *Blueprint* Pengelolaan Energi Nasional 2005 – 2025 yang dikeluarkan oleh Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM) pada tahun 2005, cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut. Sedangkan gas diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 61 tahun dan batubara 147 tahun.

Kondisi yang lebih berat akan diterima masyarakat ketika akan diberlakukan reformasi tarif dasar listrik yaitu kenaikan tarif dasar listrik secara berkala menuju harga ke ekonominya. Untuk mencakupi pasokan listrik di atas sekaligus mendorong kegiatan ekonomi

daerah maka sesuai Undang-undang Nomor 20 Tahun 2002 tentang ketenagalistrikan, pasal 7 menyebutkan bahwa Pemerintah pusat dan Pemerintah daerah menyediakan dana pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik untuk membantu kelompok tidak mampu, pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik di daerah yang belum berkembang, pembangunan tenaga listrik di daerah terpencil dan pembangunan listrik pedesaan. Berdasarkan hal tersebut, dimungkinkan daerah membangun pembangkit-pembangkit listrik skala kecil. Salah satu pembangkit listrik skala kecil yang potensial adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

Tujuan penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Mengetahui besarnya debit dan head di sungai Cikawat desa Talang Mulia

kecamatan Padang Cermin kabupaten Pesawaran.

2. Mengetahui jenis turbin air yang sesuai dengan head dan debit air yang ada di desa Talang Mulia tersebut.
3. Merancang turbin dengan dimensi dan jumlah sudu turbin sesuai head dan debit air.

TINJAUAN PUSTAKA

Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (*Hydropower*) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai. Sejak awal abad 18 kincir air banyak dimanfaatkan sebagai penggerak penggilingan gandum, penggergajian kayu dan mesin tekstil [8].

Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari jenis-jenis turbin, khususnya untuk suatu desain yang sangat spesifik.

Head

Head bersih adalah selisih antara head ketinggian kotor dengan head kerugian di dalam sistem pemipaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro tersebut. Head kotor (gross head) adalah jarak vertical antara permukaan air sumber dengan ketinggian air keluar saluran turbin (tail race) untuk turbin reaksi dan keluar nozel untuk turbin impuls. [4].

Debit

Debit aliran sungai adalah volume air sungai yang mengalir dalam satuan waktu tertentu. Debit air sungai adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai.

Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt).

Pengukuran debit sungai

Prinsip pelaksanaan pengukuran debit sungai adalah mengukur luas penampang basah, kecepatan aliran dan tinggi muka air sungai tersebut.

Debit dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = (a \cdot v)$$

Keterangan :

Q = debit ($m^3/detik$)

A = Luas bagian penampang basah (m^2)

V = Kecepatan aliran rata-rata pada luas bagian penampang basah ($m/detik$)

Daya Yang Dihasilkan Turbin P.

Dari kapasitas air V dan tinggi air jatuh H dapat diperoleh Daya air

$$P_a = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H \quad (9)$$

Dimana:

P_a = Daya air (kW)

Q = kapasitas air ($m^3/detik$)

ρ = kerapatan air (kg/m^3)

g = gaya gravitasi ($m/detik^2$)

H = tinggi air jatuh (m).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah Tachometer, Multitester, Busur kayu, Meteran, Selang plastik, Benang nilon

Metode Pengumpulan Data

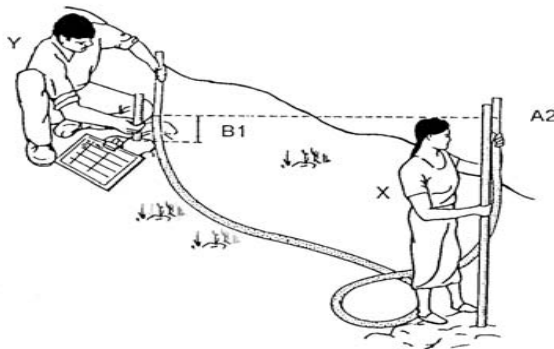
Data yang dipergunakan dalam pengujian ini merupakan data yang diperoleh langsung (primer) dari pengukuran dan pembacaan pada alat ukur pengujian :

1. Pengumpulan data awal pada lokasi dengan cara pembuatan formulir yang berisikan informasi awal dari suatu lokasi yang akan ditinjau
2. Pengukuran Head dilapangan
Head yang diukur tersebut merupakan head kotor (head gross), setelah di kurangi dengan faktor gesekan dan faktor kehilangan (losses) lainnya ketika air mengalir maka akan menjadi head bersih (head net). Pengukuran head ini

menggunakan alat pengukuran sederhana yaitu menggunakan sehelai benang nilon dan selang plastic

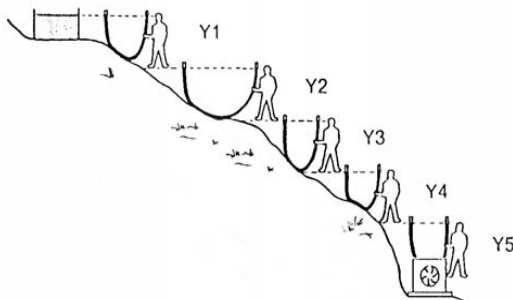
Cara kerjanya yaitu :

- a). Pengukuran dimulai diatas elevasi perkiraan permukaan air pada posisi forebay yang telah ditentukan.
- b). Pengukuran kedua dan selanjutnya dengan melanjutkan pada titik yang lebih rendah dari pengukuran sebelumnya



Gambar.1 Pengukuran dari titik tertinggi ke titik terendah.

- c). Lanjutkan pengukuran sampai di lokasi turbin akan di tempatkan. Jumlah kan seluruh hasil pengukuran untuk mendapatkan total head kotor.

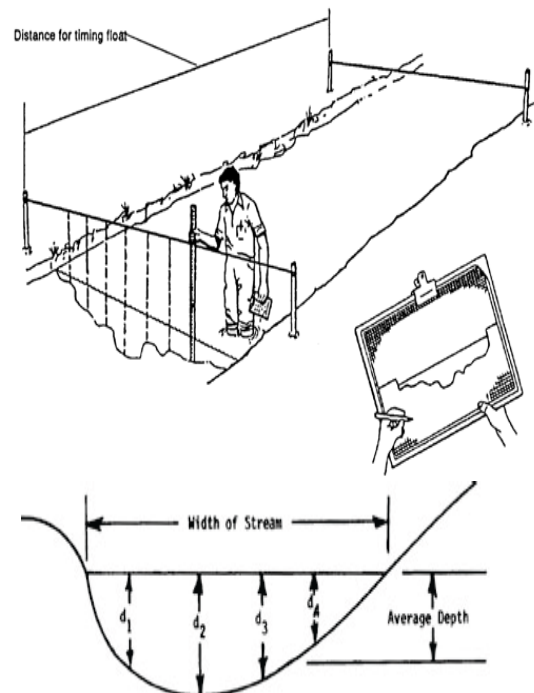


Gambar.2. Jumlah dari hasil pengukuran seluruhnya.

3. Pengukuran debit air
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

perencanaa PLTMH. Pengukuran debit dapat dilakukan dengan mengambil data sekunder yang diperoleh dari Dinas permukiman dan pengairan provinsi lampung atau dengan pengukuran debit aliran secara langsung ketempat penelitian (pengukuran primer). Pengukuran debit sungai primer digunakan metode benda apung. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a). memilih bagian sungai yang relatif lurus dan penampangnya seragam, dan tentukan panjangnya.
- b). mengukur luas penampang bagian sungai tersebut dengan membagi dalam beberapa segmen, minimal 3 segmen. Kemudian mengitung luas dari masing-masing segmen tersebut, dan menghitung luas penampang secara keseluruhan.



Gambar 3. Membagi dalam berbagai segmen

- c). menjatuhkan benda apung tersebut beberapa meter sebelum garis start yang telah ditentukan.
- d). mengukur waktu yang perlukan benda

apung tersebut untuk melewati jarak yang telah ditentukan.

- e) .menghitung kecepatannya dengan rumus :

$$v_f = \frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

- f). Kecepatan benda apung tersebut merupakan kecepatan dari aliran permukaan, nilai perkiraan untuk kecepatan rata-rata aliran sungai tersebut dapat dihitung dengan mengalikan kecepatan aliran permukaan yang mendekati bagian tengah aliran dengan faktor koreksi, dimana:

- Saluran beton, persegi panjang, mulus $c = 0.85$
- Sungai luas, tenang, aliran bebas ($>10\text{m}^2$) $c = 0.75$
- Sungai dangkal, aliran bebas ($<10\text{m}^2$) $c = 0.65$
- Dangkal ($<0.5\text{m}$), aliran turbulen $c = 0.45$
- Sangat dangkal ($<0.2\text{m}$), aliran turbulen $c = 0.25$

Menghitung kecepatan dari rata-rata kecepatan aliran sungai tersebut dengan menggunakan rumus :

$$v_a = v_f \times c \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

- g). menghitung debit air sungai tersebut dengan rumus :

$$Q = v_a \times A \times 1000 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right]$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengamatan

Tabel 1. data debit sungai

No	Jarak laju benda apung (L)	Waktu (t)	$V_f = \frac{L}{t}$ (Kec. ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$))
1.	2,1 m	5,54	37,90
2.	2,1 m	5,92	35,47
3.	2,1 m	6,04	34,76

4.	2,1 m	5,90	35,59
5.	2,1 m	6,02	34,88
Total		5,884	0,35 m/s

Tabel 2. data kedalaman sungai

No.	Kedalaman
1.	42 cm
2.	32 cm
3.	30 cm
4.	34 cm
5.	34 cm
Rata - rata	34,4 cm

Dengan lebar sungai untuk pengukuran dengan benda apung 190 cm dan panjang sungai 210 cm. Untuk menentukan debit digunakan rumus :

$$v_f = \frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v_a = v_f \times c \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$Q = v_a \times A$$

Dimana :

V_f = kecepatan (m/s)
 V_a = kecepatan rata- rata (m/s)
 A = luas penampang basah (m^2)
 C = factor koreksi,

dimana :

- Saluran beton, persegi panjang, mulus $c = 0.85$
- Sungai luas, tenang, aliran bebas ($>10\text{m}^2$) $c = 0.75$
- Sungai dangkal, aliran bebas ($<10\text{m}^2$) $c = 0.65$
- Dangkal ($<0.5\text{m}$), aliran turbulen $c = 0.45$
- Sangat dangkal ($<0.2\text{m}$), aliran turbulen $c = 0.25$

Maka :

$$V_f = \frac{2.1 \text{ m}}{5.884 \text{ s (rata-rata)}} = 0.35 \text{ m/s}$$

$$V_a = 0.35 \text{ m/s} \times 0.45 = 0.1575 \text{ m/s}$$

$$A = 34.4 \text{ cm} \times 190 \text{ cm} = 6536 \text{ cm} = 0.6536 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.1575 \text{ m/s} \times 0.6536 \text{ m}^2 = 0.1029 \text{ m}^3/\text{s} = 102.9 \text{ l/s.}$$

Dari perhitungan diatas maka diperoleh debit sungai sebesar 0,1029 m³/s atau 102,9 l/s.

Data Head gross

Pengukuran dilakukan dengan 2 cara , dengan metode benang nilon yaitu dengan cara langsung mengukur tinggi terjunan air jatuh dan menggunakan metode selang plastik untuk melanjutkan pengukuran hingga tempat yang akan ditentukan sebagai peletakan turbin air tersebut.

Dari pengukuran metode benang nilon tersebut didapat head gross setinggi 890 cm dan dengan menggunakan metode selang plastik 132 cm, jadi total keseluruhan head gross 1022 cm = 10,22 m

Data Head efektif

1). Friction loss (mayor losses)

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

$$A_p = 3.14 \times \frac{D_p^2}{4} = 3.14 \times \frac{0.228^2}{4} = 0.040$$

$$V = \frac{Q}{A_p} = \frac{0.1029}{0.040} = 2.57$$

maka :

$$H_f = \frac{0.016 \times 30 \times 2.57^2}{2 \times 9.81 \times 0.228} = 0.708 \text{ m}$$

2). Inlet loss (h_c)

$$h_c = \frac{0.5 \times 2.57^2}{2 \times 9.81} = 0.065 \text{ m}$$

$$f_c = 0.5 \text{ (keofisien bentuk inlet dalam skema mikrohidro)}$$

3). Valve loss

$$H_v = \frac{0.1 \times 2.57^2}{2 \times 9.81} = 0.013 \text{ m}$$

4). Bend loss (loses belokan) h_b

$$H_o = 10\% \times (h_f + h_c + h_v)$$

$$H_o = 10\% \times (0.708 + 0.065 + 0.013) = 0.0786$$

Maka head efektif= head gross – head loss

$$= 10.22 - (0.708 + 0.065 + 0.013 + 0.0786) = 10.22 - 0.864 = 9.35 \text{ m.}$$

Daya keluaran turbin

Potensi sumber tenaga air sungai Cikawat dengan debit (Q) 0,1029 m³/s dan head net 9.35 m maka menghasilkan daya sebesar :

$$P = Q \times H \times g \times \eta_t \times \rho$$

$$P = 0.1029 \times 9.35 \text{ m} \times 9.81 \times 0.75 \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$P = 7078 \text{ w} = 7.07 \text{ Kw.}$$

Putaran turbin

Untuk menentukan putaran turbin [6] menggunakan rumus :

$$n_1 = \frac{n_{11}}{D} \sqrt{H_{net}}$$

Dimana :

n₁₁ = 40 (untuk turbin crossflow kecepatan tinggi T 13)

n₁₁ = 38 (untuk turbin crossflow kecepatan rendah T14)

D = diameter pipa (0.228 m)

H_{net} = head bersih

maka :

$$n = \frac{40}{0.228} \sqrt{9.35} = 526 \text{ rpm}$$

Menentukan jenis turbin

Untuk menentukan kecepatan spesifik (ns) [7] dengan daya turbin sebesar 7,07 Kw atau sama dengan 9.48 HP maka :

$$n_s = \frac{n}{\sqrt{H_{net}^3}}$$

dimana :

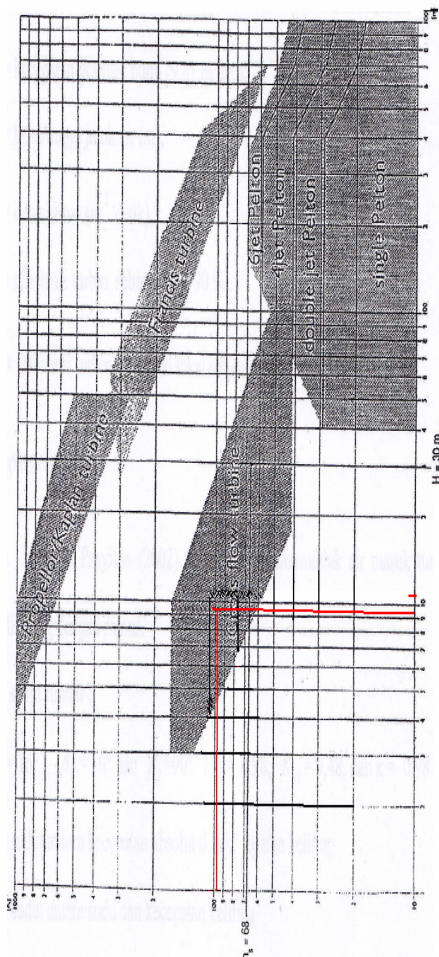
- n_s = kecepatan spesifik turbin
- n = Kecepatan putaran turbin (rpm)
- H_{efs} = tinggi jatuh efektif (m)
- N_e = daya turbin efektif (HP)

Maka :

$$n_s = 526$$

$$n_s = 99.05$$

Berdasarkan potensi air sungai cikawat yang memiliki tinggi jatuh 9.35 m dan debit air 0,1029 m³/ s, dan kecepatan spesifik 99.05 maka dengan menggunakan grafik hubungan head dan kecepatan spesifik dibawah ini maka dipilih jenis turbin crossflow atau banki.



Grafik 1 . Memilih jenis turbin berdasarkan head dan kecepatan spesifik [9].

Pada perancangan ini diambil bahan jenis pipa PVC dengan harga kekasaran $n = 0,009$. Dengan melakukan perhitungan maka didapat diameter pipa pesat sebesar 0,2438 m atau 9 inchi , luas penampang pipa pancar pada bagian luar 7,752 cm² dan lebar pancaran sebesar 40 mm

Perancangan turbin

Data primer pada daerah kajian

Data primer adalah data yang didapat dari pengukuran langsung di lokasi sungai Cikawat, data head diperoleh langsung menggunakan alat selang plastik yang pengukurannya menggunakan metode selang plastik yaitu 10,22 m dan pengukuran besar debit aliran dengan metode benda apung sebesar 0,1029 m³/s atau 102,9 l/s .

Hasil perhitungan parameter turbin yang akan digunakan :

Tabel 3. Data desain turbin hasil perancangan :

No	Data Desain Turbin	Simbol	Satuan	Spesifikasi Ukuran
1	Beda Tinggi (Head)	H	m	10,22
2	Debit Aliran	Q	m ³	0,1029
3	Kecepatan Air Masuk Turbin	C_2	m/det	13,27
4	Kecepatan Keliling	U_2	m/det	6,12
5	Diameter Runner	D_2	m	0,222
6	Panjang Sudu	b	mm	463
7	Panjang Busur	lb	mm	28.26
8	Sudut Kelengkungan sudu	δ		73,6
9	Jari-jari kelengkungan jarak bagi pitch	r_p	mm	93
10	Jumlah Sudu	Z		20
11	Diameter runner Bagian Dalam	D_2	m	0,146
12	Diameter Pipa Pesat	D_p	in	9
13	Pipa Pancar (Nozzle)	V_a	m/det	0,422
14	Kecepatan aliran di pipa pesat bagian bawah	V_b	m/det	13,273

15	Luas Penampang Pipa Pancar Bagian Luar	A	Cm	7,752
16	Lebar Pancaran	t_{ze}	mm	40
17	Diameter Poros	D	mm	27
18	Momen Puntir	Mt	Kg/	14406,3
19	Daya Keluaran	P	KW	7,07

SIMPULAN

Setelah melakukan pengambilan data dan perhitungan dari data-data yang diperoleh maka dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan hasil perancangan turbin air dengan asumsi efisiensi 75% maka potensi sungai Cikawat dapat menghasilkan daya listrik 7.07 Kw. Daya ini jika digunakan untuk 10 rumah maka setiap rumah mendapat pasokan listrik sebesar 707 watt.
2. Berdasarkan output yang dihasilkan, pembangkit listrik tenaga air yang bisa digunakan di desa Talang Mulia tersebut adalah pembangkit listrik tenaga mikro-hidro karena besar daya yang dihasilkan 7.07 kW.
3. Pemilihan jenis turbin yang digunakan dipengaruhi oleh debit dan tinggi jatuh air. Berdasarkan pengambilan data pada lokasi dan dilakukan perhitungan berdasarkan rumus yang ada maka didapat debit aliran (Q) 0,1029 m³/s dan head efektif 9.35 m maka jenis turbin air yang tepat untuk digunakan adalah jenis turbin cross flow.

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] Dietsel, F. 1989. Turbin pompa dan kompresor. Erlangga. Jakarta
- [4] Fox, Robert W. dan Alan T McDonald. 1995. *introduction to Fluid Mechanics 3rd edition*. John Willey & Sons. USA
- [5] Haimmerl, L.A. (1960). *The Cross Flow Turbine*. Jerman Barat
- [6] JICA. 2003. *Panduan untuk Pembangunan Pembangkit Listrik Mikrohidro*, Tokyo Elektrik Power Service. Tokyo
- [7] Lal, Jagdish. (1975). *Hydraulic Machine*. New Delhi : Metropolitan Book Co Private Ltd
- [8] Penche, Celso. (1998). *Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant*. European Small Hydropower Association (ESHA). German
- [9] SKAT, 1990. *Hydraulic Engineering Manual, Harnessing Water Power On a Small scale*. Swiss Center for Appropriate Technology.
- [10] Vienna dan Radler S. 1981. *Triebwasserweg und spezifische Probleme von Hochdruckanlagen. In: Kleinwasserkraftwerke, Projektierung und Entwurf*. University for Soil Culture, Institute for Water Management