
PERANCANGAN PEMBANGKIT MIKROHIDRO PADA SALURAN PDAM MATA AIR LEWAJA KABUPATEN ENREKANG SULAWESI SELATAN

Ismuharram¹⁾, Irawati²⁾, Ria Gazali³⁾

^{1,2,3}Prodi Teknik Elektronika, Fakultas Teknologi, ITB Swadharma

Correspondence author: Ismu4success@gmail.com, Jakarta, Indonesia

Abstract

Electrical energy has become a part of our life. In fact, for some people it has become a major need that cannot be eliminated. This can affect the energy sources used in the power generation process. Therefore, the existence of renewable energy sources is needed to increase the energy supply for the community. In this case the author tries to do research to take advantage of the water discharge at the Lewaja Spring PDAM, Enrekang Regency, South Sulawesi as a Micro Hydro Power Plant (PLTMH). apipa, so that production costs can be reduced. In addition, it can provide an overview to the PDAM and the community that the PDAM pipes, which so far have only been used for water distribution, can be used as power plants. The purpose of this research is to determine the discharge and pipe head of PDAM and then the dimensional design of the turbine is based on the potential obtained. The survey was conducted to obtain primary data and secondary data. the main data is data obtained directly, while secondary data is data obtained from documents stored in PDAM Lewaja Springs. From the research, the average discharge is 46,287 L/s under normal conditions, and has a water level of 5,998 m from the turbine location.

Keywords: energy, potential, micro hydro, cross flow turbine

Abstrak

Energi listrik telah menjadi bagian dari kehidupan kita. Bahkan, bagi sebagian orang sudah menjadi yang utama kebutuhan yang tidak dapat dihilangkan. Hal ini dapat mempengaruhi sumber energi yang digunakan dalam proses power generasi. Oleh karena itu, keberadaan sumber energi terbarukan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan pasokan energi bagi masyarakat. Dalam hal ini penulis mencoba melakukan penelitian untuk memanfaatkan debit air di PDAM Mata Air Lewaja Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Keuntungan membuat pipa PLTMH PDAM tidak kebutuhan pembuatan bangunan sipil dengan membuat PLTMH hanya dengan memanfaatkan aliran air yang ada di apipa, sehingga biaya produksi dapat ditekan. Selain itu, dapat memberikan gambaran kepada PDAM dan masyarakat bahwa pipa PDAM yang selama ini hanya digunakan sebagai pendistribusian air, dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan debit dan head perpipaan PDAM dan kemudian dimensional design turbine based pada potensi yang diperoleh. Survei dilakukan untuk mendapatkan data primer dan data sekunder. yang utama data adalah data yang diperoleh secara langsung, edangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen yang tersimpan di PDAM Mata Air Lewaja. Dari

penelitian didapatkan debit rata-rata sebesar 46,287 L/s pada kondisi normal, dan memiliki ketinggian air (head) 5.998 m dari lokasi turbin.

Kata Kunci: energi, potensi, mikro hidro, turbin aliran silang

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang luas dan Sebagian besarnya merupakan lautan. pulau yang tersebar ini merupakan salah satu hambatan dalam pendistribusian untuk segala jenis. Oleh sebab itulah negara harus memiliki strategi agar distribusi tidak terlalu menjadi kendala atau bisa dimimalisir. Untuk meminimalisir kesulitan pendistribusian maka setiap daerah harus dapat menghasilkan produk lokal baik barang atau jasa. Untuk energi daerah harus melihat keunggulan dan kemungkinan distribusi energi secara efisien dengan harga yang terjangkau. Daerah yang mempunyai sebaran penduduk yang tidak padat akan sangat tidak efisien jika dibangun pembangkit besar, hal ini tidak sebanding dengan biaya produksinya. Sumber daya fosil tidak dimiliki oleh setiap wilayah. Namun matahari dan air hampir seluruh wilayah Indonesia mempunyai itu. Enrekang merupakan salah satu kabupaten di Sulawesi Selatan, dimana kabupaten ini memiliki daerah yang berbukit dan gunung dengan total luas wilayah 1.820,67 Km². Dengan jumlah penduduk mencapai 204.827 jiwa Berdasarkan data BPS Kabupaten Enrekang Tahun 2018. Jika jumlah penduduk dibagi dengan luas wilayah maka perkilometer persegi hanya dihuni oleh 112 penduduk. Dengan sebaran penduduk ini maka akan banyak wilayah yang masih membutuhkan listrik alternatif selain listrik yang bersumber dari PLN. Pemanfaatan sumber daya energi baru dan terbarukan semisal air, matahari bisa menjadi sumber energi solutif yang ramah lingkungan untuk daerah yang kepadatan penduduknya rendah.

Dalam melakukan segala aktivitas, kita tidak akan pernah lepas dari energi listrik. Dimanapun kita tinggal, listrik sudah menjadi kebutuhan primer yang sangat dibutuhkan bagi setiap kalangan. Baik di

daerah perkotaan, maupun daerah terpencil, kebutuhan akan listrik terus bertambah.

Menurut Peavy, Howard S et.al. (1985) Hal ini dapat berpengaruh terhadap sumber energi yang biasa digunakan untuk pembangkit listrik. Seperti pada pembangkit listrik tenaga uap, energi yang dihasilkan bersumber pada batu bara yang semakin lama jumlahnya akan semakin berkurang. Oleh karena itu, hadirnya sumber-sumber energi yang dapat terbarukan, sangat dibutuhkan untuk menambah pasokan energi bagi masyarakat.

Menurut Soetarno (1975) Pemanfaatan air sebagai pemutar turbin, maka secara tidak langsung kita harus menjaga debit air agar tetap lestari. Sehingga menjaga kelestarian hutan adalah kewajiban bagi masyarakat agar penerangan energi listrik dari mikrohidro senantiasa tetap terjaga. dan menurut Soetarno(1975) Dalam hal ini PDAM sebagai suatu perusahaan pelayanan air bersih kepada masyarakat mempunyai peran yang sangat penting dalam kelangsungan hidup masyarakat luas. Seperti yang telah diketahui pada pendistribusian air bersih sebelum disalurkan ke konsumen, air tersebut ditampung dalam sebuah bak reservoir yang tersedia di lokasi yang dekat dengan sumber air. Sebagai tindak lanjut dari keberadaan bak reservoir milik PDAM, dalam penelitian ini penulis berusaha memanfaatkan aliran dari bak tersebut untuk pembangunan PLTMH. Adapun salah satu keuntungan dari pembuatan PLTMH pada saluran PDAM ini yaitu tidak perlunya pembuatan bangunan sipil karena pembuatan PLTMH ini hanya tinggal memanfaatkan air yang ada dalam bak, sehingga biaya produksinya dapat ditekan.

Untuk membangun sebuah PLTMH beberapa fasilitas yang dibutuhkan antara lain: bangunan pengatur tinggi muka air,

pintu pengambilan (intake), saluran pembawa (headrace), bangunan ukur, bak penenang (forebay), pipa pesat (penstock), turbin, dan saluran pembuangan (tailrace). (Kusdiana,2008) Tipe dan kapasitas generator yang digunakan adalah lilitan magnet permanen dengan kapasitas daya 500w.

Dalam membangun pembangkit diperlukan data kebutuhan energi pada daerah yang akan dialiri listrik sehingga energi yang dihasilkan dapat terserap dengan baik oleh masyarakat. Hal ini bisa dilakukan dengan mengukur debit air andalan. Debit air andalan bisa didapat dari stasiun pengamatan debit. Pengukuran debit air juga bisa kita lakukan dengan pengamatan pada sungai atau daerah aliran air yang akan dipasang PLTMH. Dengan menggunakan metode propabilitas rumus weibul.

Pemilihan lokasi sangat penting karena berhubungan dengan penempatan, pemasangan, keamanan dan pendistribusian. Pemilihan lokasi yang tepat akan membuat efisiensi yang bagus dari waktu, biaya dan hasil energi yang dihasilkan.

Tinggi jatuh efektif diperoleh dengan mengurangi tinggi jatuh air total (dari permukaan air pada pengambilan sampai permukaan air yang masuk ke turbin) dengan kehilangan tinggi pada saluran air dapat dirumuskan:

- H_{bruto} = elevasi upstream – elevasi downstream.
- $H_{losses} = 10\% \times H_{bruto}$ $H_{eff} = H_{bruto} - H_{losses}$

dimana:

- H_{bruto} = perbedaan tinggi muka air di hulu dan hilir.
- H_{losses} = tinggi kehilangan energi Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka sistem pembangkit harus didesain sedemikian hingga sehingga tekanan maksimal 10% dari head bruto. (Patty, 1995)

Berdasarkan jenis turbin, pertimbangan dan desain structural dari posisi rumah pembangkit akan menentukan jenis turbin yang akan digunakan. Daya yang dihasilkan adalah usaha yang dihantarkan per satuan waktu. Dalam perencanaan PLTMH, daya diperoleh dengan menggunakan rumusan:

$$P = \eta \times \rho \times g \times H_{eff} \times Q \text{ (watt)}$$
$$1000 \text{ m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,015 \text{ m}^3/\text{s} \times 2$$
$$m = 294,3 \text{ W}$$

dimana:

P = perkiraan daya yang dihasilkan (kW) $1 \text{ watt} = 1 \text{ J s} = 1 \text{ Nm s} = 1 \text{ Kg m}^2 \text{ s}^{-3}$

- ρ = massa jenis air (1000 kg/m³)
- g = percepatan gravitasi (9,81 m/detik²)
- Q = debit andalan (m³/detik)
- H_{eff} = tinggi jatuh efektif (m) (Patty, 1995)

Perkiraan daya yang dihasilkan digunakan sebagai asumsi sementara untuk perhitungan selanjutnya.

B. METODE PENELITIAN

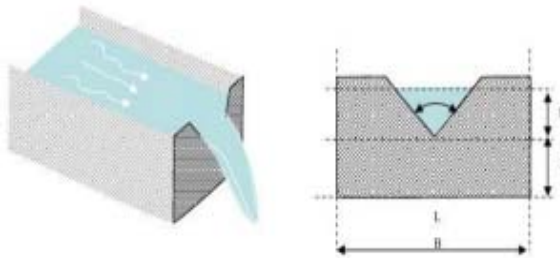
Menurut Feri yulianto dan Irawati (2021) Kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Studi Literatur dan Dasar Teori
Studi literatur dilakukan untuk mencari bahan-bahan referensi yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dengan mencari buku-buku, jurnal-jurnal mengenai pemilihan prioritas maupun melalui internet.
2. Penentuan rancangan Mikrohidro PDAM
3. Mendesain Mikrohidro PDAM dan kemudian menganalisanya
4. Pengumpulan Data :
Pengumpulan data untuk mendapatkan data tentang debit dan head di saluran pipa PDAM. Data berupa data primer yang diambil langsung di lokasi saluran pipa PDAM dan data sekunder yang merupakan data dari PDAM selama kurun waktu satu tahun terakhir.
Data primer calon lokasi pembangunan PLTMH yang meliputi beda ketinggian

(head) dan debit aliran air. Data primer diambil secara langsung pada saat melakukan survei menggunakan alat ukur yang sudah disediakan di atas. Data diambil menggunakan alat altimeter untuk menentukan ketinggian lokasi, serta sekat V-Notch untuk mendapatkan debit aliran yang ada pada saluran PDAM.

a. Mengukur debit

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat V-Notch. Pengukuran dilakukan pada pintu keluar air pada bak Water Treatment Plant (WTP) pipa PDAM.



Gambar 1. Sekat Thompson

b. Menentukan Head

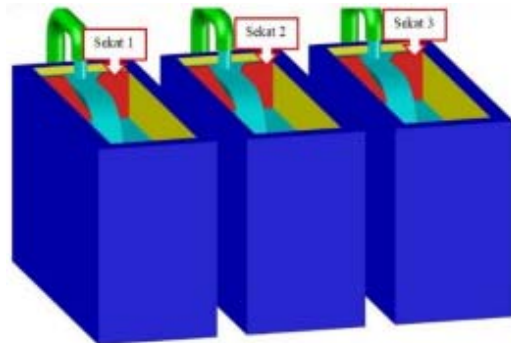
Dalam menentukan head total, terlebih dahulu mencari ketinggian menggunakan alat altimeter. Dengan demikian, ketinggian jatuh air kotor (head gross) dapat diketahui. Setelah diperoleh ketinggian jatuh airtotor, maka cara berikutnya adalah menentukan headloss yang ada di sepanjang sistem saluran pipa PDAM.

Data sekunder yang diperoleh merupakan data acuan yang dibutuhkan untuk mendapatkan data primer. Adapun data sekunder yang diperoleh adalah data debit aliran. Debit aliran merupakan hal yang cukup penting untuk melakukan studi potensi PLTMH. Hal ini dikarenakan debit dapat mempengaruhi dari desain turbin tersebut.

Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengukuran langsung pada bak WTP. Proses pengambilan data menggunakan alat yang sudah terpasang di bak WTP, serta alat lain yang dibutuhkan untuk menentukan potensi PLTMH.

1. Data debit

Debit yang akan diukur merupakan debit yang masuk ke dalam bak WTP. Di dalam bak tersebut terdapat 3 sekat V-notch yang selanjutnya akan dijumlahkan sehingga diperoleh debit total.



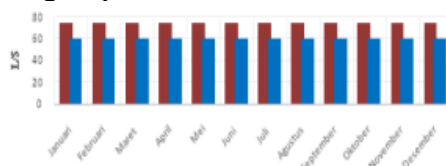
Gambar 3. Posisi sekat pada bak WTP

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan mistar, untuk mengukur ketinggian air dalam sekat. Selanjutnya dihitung menggunakan persamaan.

$$Q = 4,39 \left(\frac{H}{10} \right)^{2,5}$$

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari dokumen yang tersimpan pada kantor PDAM bagian teknik, perencanaan, dan bagian produksi.



Gambar 2. Debit air

Tabel 1. Data debit pada survei pertama

Pengambilan	Sekat 1		Sekat 2		Sekat 3	
	H (cm)	Debit (l/s)	H (cm)	Debit (l/s)	H (cm)	Debit (l/s)
1	19	21.845	14	10.181	14.4	10.924
2	18.8	21.274	13.8	9.821	14	10.181
3	19.5	23.310	14.2	10.548	13.8	9.821
4	19.4	23.013	14	10.181	14.2	10.548
5	19.3	22.717	13.7	9.644	14.1	10.364
6	19.2	22.424	14.3	10.735	14.4	10.924
7	19.3	22.717	14.5	11.114	13.7	9.644
8	19	21.845	14.1	10.364	13.6	9.469
9	18.5	20.436	14.3	10.735	14.3	10.735
10	18.7	20.993	14.4	10.924	14.4	10.924
Rata-rata		22.057		10.425		10.353
Total						42.836

Tabel 2. Data debit pada survei kedua

Pengambilan	Sekat 1		Sekat 2		Sekat 3	
	H(cm)	Debit (l/s)	H (cm)	Debit (l/s)	H (cm)	Debit (l/s)
1	19.6	23.610	14.5	11.114	15.3	12.711
2	19.9	24.524	14.4	10.924	15.5	13.131
3	19.8	24.217	14.7	11.502	14.9	11.897
4	20	24.834	14.8	11.698	15	12.097
5	19.5	23.310	14.6	11.307	15.5	13.131
6	19.4	23.013	15	12.097	16	14.216
7	20	24.834	14.2	10.548	15.9	13.994
8	19.1	22.133	14.1	10.364	16	14.216
9	19.8	24.217	14.7	11.502	15.8	13.775
10	19.9	24.524	15	12.097	16	14.216
Rata-rata		23.922		11.315		13.338
Total						48.576

Tabel 3. Data debit pada survei ketiga

Pengambilan	Sekat 1		Sekat 2		Sekat 3	
	H (cm)	Debit (l/s)	H (cm)	Debit (l/s)	H (cm)	Debit (l/s)
1	19	21.845	14.5	11.114	14.9	11.897
2	20	24.834	14.6	11.307	14.9	11.897
3	20.1	25.145	14.7	11.502	15	12.097
4	19.9	24.524	14.4	10.924	15.1	12.300
5	19.5	23.310	14.5	11.114	14.9	11.897
6	19.6	23.610	14.6	11.307	15.1	12.300
7	19.7	23.913	14.3	10.735	15.2	12.505
8	19.8	24.217	14.4	10.924	15	12.097
9	20	24.834	14.7	11.502	14.9	11.897

Setelah melakukan beberapa survei, maka diperoleh debit total dengan rata-rata sebagai berikut :

$$\text{Debit Total} = \frac{\text{Total 1} + \text{Total 2} + \text{Total 3}}{3}$$

$$\text{Debit Total} = \frac{42.836 + 48.576 + 47.449}{3}$$

$$\text{Debit Total} = 46,287 \text{ L/s}$$

a. Head kotor

Head kotor merupakan hasil dari pengurangan ketinggian pusat dengan titik lokasi PLTMH. Adapun head kotor yang didapat dari hasil pengukuran diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Head kotor

Lokasi	Ketinggian (m)	Head Kotor
Pusat (P)	150,45	
Titik Pertama (A1)	150,25	4,20
Titik Kedua(A2)	150,20	4,25
Titik Ketiga (A3)	147,70	6,75

b. Head Bersih

Head bersih atau head efektif merupakan hasil dari pengurangan head kotor terhadap head kerugian yang ada sepanjang aliran pipa sampai lokasi penempatan.

Tabel 5. Head bersih masing-masing titik

Lokasi	Head Kotor (m)	Head Kerugian(m)	Head bersih (m)
Titik Perama	4,25	0,556	3,644
Titik Kedua	4,25	0,622	3,628
Titik Ketiga	6,75	0,752	5,998

Dari tabel diatas diperoleh head bersih pada masing-masing titik penempatan turbin. Titik ketiga memiliki head bersih paling besar dibandingkan dengan titik pertama ataupun kedua. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemilihan lokasi

penempatan turbin adalah pada lokasi titik yang ketiga, yaitu dengan head bersih 5,998 m.

Daya yang Dibangkitkan Turbin

Setelah diperoleh data debit aliran (Q) = 0,046 m³/s dan tinggi jatuh (H) = 5,998m maka dapat diperoleh daya air:

$$P_a = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

$$= 0,046 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1000 \text{ kg}/\text{m}^3 = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2 \cdot 5,998 \text{ m} = 2706,658 \text{ watt} = 2,707 \text{ Kw}$$

Selanjutnya daya turbin dengan efisiensi direncanakan 76 % adalah sebagai berikut :

$$P_T = \eta T \times P_A$$

$$= 0,76 \times 2706,658 \text{ watt}$$

$$= 2057,06 \text{ watt} = 2,057 \text{ Kw}$$

Pemilihan Jenis Turbin

Dalam pemilihan jenis turbin ada beberapa acuan atau dasar sebelum menentukan jenis turbin yang akan digunakan.

Tabel 6. Nilai yang diperlukan untuk menentukan turbin

No	Keterangan (Symbol)	Nilai
1	Putaran Spesifik (N _s)	69,341
2	Head Efektif (H _{efektif})	5,998 m
3	Daya Turbin	2,057 Kw
4	Debit Aliran	0,046 m ³ /s

Tabel 7 Pembangkit Listrik berdasarkan daya

Large-Hydro	> 100 MW
Medium – Hydro	15MW – 100 MW
Small – Hydro	1 MW – 15 MW
Mini- Hydro	> 100 kW
Micro – Hydro	5kW-100kW
Pico-Hydro	< 5kW

Dapat dilihat dari tabel 6, daya yang dihasilkan ialah sebesar 2,057 Kw, untuk menentukan jenis pembangkit listrik berdasarkan daya, dapat dilihat dari tabel 7., maka hasil menunjukkan pembangkit listrik jenis Pico-Hydro Ismono H.A., (1999). Dari tabel 6, adapun kecepatan spesifik yang diperoleh adalah sebesar 69,341 adalah jenis turbin crossflow.

D. PENUTUP

Setelah melihat kapasitas air yang diambil oleh PDAM pada Mata Air Lewaja sebesar 15l/det atau sebanding dengan 0.015m³/detik. Bisa didapatkan daya listrik 500w. Tinggi air jatuh hanya diperlukan 2 meter dengan debit air 0.015m³/detik. Kapasitas 500w cukup untuk memberikan energi listrik pada lampu penerang jalan atau untuk 1 rumah. Pembangkit mikrohidro sangat cocok untuk daerah yang memiliki anak sungai, irigasi, mata air atau aliran PDAM yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik Setelah melakukan penelitian dan analisis data, maka diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut :

PDAM Way Sekampung memiliki debit rata-rata sebesar 46,287 L/s dalam kondisi normal, serta memiliki ketinggian air jatuh (head) sebesar 5,998 m dari lokasi penempatan turbin.

Setelah melakukan beberapa perhitungan, maka pemilihan jenis turbin yang cocok pada saluran pipa PDAM berdasarkan head bersih 5,998 m dan kecepatan spesifik turbin 69,341 adalah jenis turbin crossflow.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka potensi yang dimiliki oleh PDAM Way Sekampung dapat menghasilkan daya turbin sebesar 2,057kW.

Hasil perancangan dimensi turbin berdasarkan data primer atau pengambilan langsung yaitu, diameter poros turbin 20 mm, diameter runner 239 mm, panjang sudu 212 mm, ketebalan sudu 2 mm dan jumlah sudu 20.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Soetarno.1975. Sistem Listrik Mikrohidro untuk melestarikan Desa. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sujoko, Dwi. 2008. Studi Kelayakan Pemanfaatan Saluran Bak Pelepas Tekan PDAM Untuk PLTMH dan Rancang Bangun Turbin Cross Flow. UGM, Yogyakarta.

- Peavy, Howard S et.al. 1985. Environmental Engineering. McGraw-Hill. Singapura.
- Ferri Julianto, Irawati. 2021. Perancangan Multi Band Power Amplifier Class-E Pada Frekuensi 900 Mhz, 1800 Mhz, 2300 Mhz, Dan 2600 Mhz. <http://ejurnal.swadharma.ac.id/index.php/jeis/article/view/103>
- Haimerl, L.A. 1960. The Cross Flow Turbine. Jerman Barat.
- Ismono H.A., 1999. Perencanaan Turbin Air Tipe Cross Flow UntukPembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Institut Teknologi Nasional Malang. Skripsi.
- Peavy, Howard S et.al. 1985. Environmental Engineering. McGraw-Hill. Singapura.
- Soetarno.1975. Sistem Listrik Mikrohidro untuk melestarikan Desa. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sujoko, Dwi. 2008. Studi Kelayakan Pemanfaatan Saluran Bak Pelepas Tekan PDAM Untuk PLTMH dan Rancang Bangun Turbin Cross Flow. UGM, Yogyakarta.