
**STUDI KELAYAKAN SALURAN PEMBUANGAN WADUK PDAM
BENGKALIS SEBAGAI BAK PENENANG PLTMH****Zainal Abidin¹⁾, Wan M Faizal²⁾, dan Nirwan Budiyanto³⁾**

^{1,2,3}Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bengkalis, Jl Bathin Alam Sei Alam, Bengkalis, 28711
E-mail: zainal@polbeng.ac.id

Abstract

This research uses a descriptive analysis method with a qualitative approach. The aim of this research is to obtain feasibility recommendation for the Municipal Waterworks (PDAM) of Bengkalis' drainage to be functioned as a forebay. The feasibility recommendation will be obtained through comparing the observation results of measurement on the width, length, and height of standing water on the drainage of the reservoir to the calculation results.

The result of this research shows that the width of drainage based on observation is 1,85m, with the calculation of 1,72m, gap of 0,13m, and length of drainage based on observation is 6,85m, calculation of 6,63m, gap of 0,22m length of head based on observation of 0,58m, calculation of 0,68m, gap of -0,10m with turbine output of 1,74Kw, power output of 1,53Kw and generator power capacity of 1,69Kw, and with simulating the height of standing water of 0,53m dan 0,48m, results turbine output of 1,59Kw dan 1,44Kw, power output of 1,40Kw and 1,27Kw and the generator power capacity of 1,54Kw dan 1,40Kw.

It can be concluded that the drainage of Bengkalis PDAM's reservoir can be functioned and feasible to be implemented as a forebay of Micro Hydro Power Plant (PLTMH).

Keywords : *PLTMH, Forebay, Drainage, Reservoir, Power*

Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analisis melalui pendekatan Kualitatif, bertujuan untuk menghasilkan rekomendasi kelayakan saluran pembuangan waduk PDAM Bengkalis yang akan difungsikan sebagai bak penenang. Rekomendasi kelayakan dengan membandingkan hasil observasi pengukuran lebar, panjang dan tinggi jatuh air pada saluran pembuangan waduk PDAM Bengkalis dengan hasil perhitungan.

Penelitian ini menghasilkan, lebar saluran hasil observasi 1,85m, perhitungan 1,72m, dengan selisih 0,13m, dan panjang saluran hasil observasi 6,85m, perhitungan 6,63m, dengan selisih 0,22m serta tinggi jatuh air hasil observasi 0,58m, perhitungan 0,68m, dengan selisih -0,10m dengan menghasilkan daya keluar turbin 1,74Kw, daya keluar listrik 1,53Kw dan kapaistas daya generator 1,69Kw, dan dengan mesimulasikan tinggi jatuh air 0,53m dan 0,48m, menghasilkan daya keluar turbin 1,59Kw dan 1,44Kw, daya keluar listrik 1,40Kw dan 1,27Kw serta kapaistas daya generator 1,54Kw dan 1,40Kw.

Dapat disimpulkan penelitian ini bahwa saluran pembuangan waduk PDAM Bengkalis dapat difungsikan dan layak diimplementasikan sebagai bak penenang PLTMH.

Kata kunci : *PLTMH, bak penenang, saluran, waduk, daya*

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah sistem pembangkitan listrik tenaga air yang kecil dengan kemampuan produksi listrik antara 0,05 – 0,1 Mega watt. PLTMH memerlukan turbin, berfungsi sebagai alat konversi aliran air menjadi energi mekanis, dan generator berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan energi mekanis dari turbin. [1].

Dalam merancang PLTMH, perlu diketahui potensi di lokasi, yakni debit air dan ketinggian jatuh air. [2], [5], [7]

Debit air adalah jumlah air yang mengalir melalui suatu penampang tertentu per satuan waktu dan debit air dipengaruhi oleh curah hujan, keadaan geologi, flora, serta temperatur. Kapasitas suatu PLTMH didapatkan dari nilai debit air yang dapat diandalkan (debit andalan). Debit andalan adalah debit minimum yang masih dimungkinkan untuk keamanan operasional suatu bangunan air. [1],[2]

Ketinggian jatuh air diukur dari titik masuk air sampai penampungan atas. Pengukuran tinggi jatuh air dengan menggunakan alat ukur meter. PLTMH termasuk pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi jatuh air rendah, yaitu lebih kecil dari 30 m [7], [9]

Debit air dan tinggi jatuh air serta efisiensi turbin dan generator menjadi pertimbangan penting untuk menentukan daya turbin, daya keluaran listrik PLTMH dan kapasitas generator yang akan dipakai. Kapasitas generator harus lebih besar 20% dari keluaran listrik PLTMH yang dihasilkan. [5],[4],[9]

Penelitian ini bertujuan untuk 1). mengetahui sejauh mana saluran pembuangan waduk PDAM dapat difungsikan sebagai bak penenang, 2). seberapa besar kapasitas daya listrik yang dapat dihasilkan dan 3). solusi untuk meningkatkan kapasitas daya listrik tanpa mengubah ukuran lebar dan panjang dari saluran tersebut.

Bak Penenang pada PLTMH berfungsi sebagai pengurangan kecepatan dan hambatan pada aliran air terhadap sedimentasi Pengurangan kecepatan dan hambatan sedimentasi berdiameter sebesar 0,5 mm diatur tidak lebih dari 300 mm/s atau 0.3 m/s. [5], [7].

Perhitungan bak penenang dan kapasitas generator

Perhitungan bak penenang dihitung dengan mengacu pada [8], yaitu :

a. Panjang bak penenang

$$L \geq \sqrt{\frac{Q}{U \times 0,125}} \quad (1)$$

b. Lebar bak penenang

$$\ell = 1/8 \times L \quad (2)$$

c. Kedalamam bak penenang

$$D_{th} = \frac{L \times U}{V} \quad (3)$$

d. Debit aliran air,

$$Q = v \times \ell \times D_{th} \quad (4)$$

Dimana :

- L : panjang bak penenang (m)
- V : kecepatan air melewati bak penenang (0,3m/s)
- U : kecepatan pengendapan (0.1 m/s)
- D_{th} : kedalaman bak penenang (m)
- Q : debit air (m³/s)
- ℓ : lebar bak penenang (m)
- v : pengurangan kecepatan dan hambatan 0,2 s/d 0,3 m/s.

Daya keluar turbin, daya keluaran listrik PLTMH dan kapasitas daya generator dihitung dengan mengacu pada [6].

a. Daya keluar turbin :

$$P_t = \frac{\rho \times g \times h \times Q \times \eta_t}{1000} \quad (5)$$

b. Daya keluaran listrik PLTMH :

$$P_{el} = P_t \times \eta_g \times \eta_{tm} \quad (6)$$

c. Kapaistas daya generator harus lebih besar 20% dari keluaran listrik yang dihasilkan.

$$P_{gen} = P_{el} \times \cos \varphi \quad (7)$$

Dimana :

P_t	: daya turbin (kW)
ρ	: masa jenis air (1000 kg/m ³)
g	: gravitasi (9,81 m ² /s ²)
h	: tinggi jatuh air (m)
Q	: debit air (m ³ /s)
η_t	: efisiensi turbin (70%)
P_{el}	: daya listrik PLTMH (kW)
η_g	: efisiensi generator (90%)
η_{tm}	: efisiensi transmisi (98%)
P_{gen}	: kapasitas generator (kW)
$\cos \varphi$: 0.9

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian di waduk PDAM Bengkalis, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, dengan objek aliran pembuangan waduk PDAM Bengkalis, dengan waktu penelitian dibulan maret sampai dengan bulan juni 2023

Alat dan Bahan Penelitian

- laser distance meter untuk mengukur panjang, lebar dan tinggi jatuh air pada bak penenang.
- tongkat untuk mengukur kedalaman.
- meteran Bangunan, untuk mengukur kondisi bangunan

Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

Teknik dan prosedur pengumpulan data penelitian menggunakan teknik pengumpulan data primer (observasi lapangan) dan data sekunder (studi literatur).

- teknik pengumpulan data primer, yaitu melakukan pengamatan dan pengukuran langsung dilokasi penelitian. Data meliputi : panjang , lebar, kedalaman dan tinggi jatuh air dari saluran pembuangan waduk yang akan difungsikan sebagai bak penenang PLTMH.

- b. teknik pengumpulan data sekunder, yaitu mempelajari teori-teori melalui buku-buku atau dokumen yang berisi teori-teori perancangan PLTMH,

Teknik Analisis Data

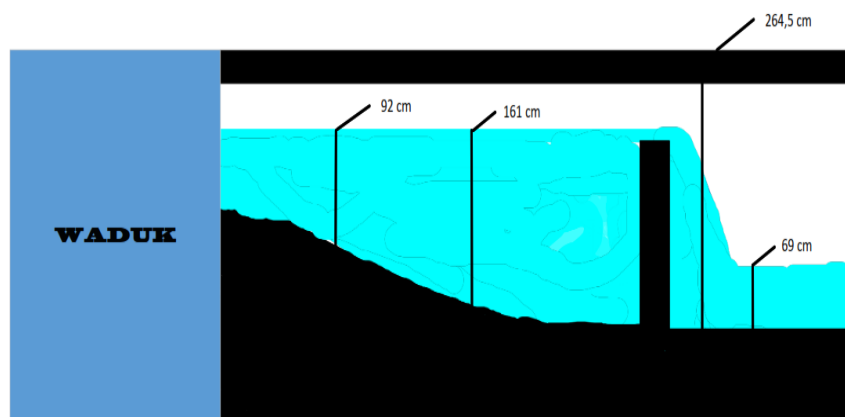
- a. data observasi digunakan sebagai data referensi awal dalam melakukan perhitungan secara teoritis terkait teori-teori perancangan PLTMH. Data observasi meliputi : panjang , lebar, kedalaman dan tinggi jatuh air dari saluran pembuangan waduk yang akan difungsikan sebagai bak penenang PLTMH.
- b. hasil perhitungan secara teoritis berupa panjang , lebar, kedalaman dan tinggi jatuh air dari saluran pembuangan waduk yang difungsikan sebagai bak penenang PLTMH akan divalidasi dengan data observasi.
- c. hasil perhitungan secara teoritis berupa dimensi bak penenang digunakan untuk menghitung daya keluar turbin, daya keluaran listrik PLTMH dan kapasitas daya generator.



Gambar 1. Observasi 1 (curah hujan sedang)



Gambar 2. Observasi 2 (curah hujan rendah)



Gambar 3. Sketsa ukuran hasil observasi saluran pembuangan sebagai bak penenang PLTMH saat curah hujan sedang

Gambar 1. adalah kondisi saat curah hujan sedang, yaitu sekitar bulan maret sampai awal april 2023 dan pada Gambar 2. adalah kondisi curah hujan rendah, yaitu sekitar bulan pertengan mei dan juni 2023.

Sketsa saluran pembuangan waduk PDAM Bengkalis dan hasil pengukuran (Observasi) diperlihatkan pada Gambar 3 dan ukuran saluran pembuangan hasil observasi dan perhitungan diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran hasil pengukuran dan perhitungan

No	Jenis Data Input	Nilai	
1	panjang saluran bak penenang	6850 cm	6,85 m
2	lebar saluran saluran bak penenang	185,0 cm	1,85 m
3	kedalaman maksimal saluran bak penenang	264,5 cm	2,65 m
4	kedalaman rata rata saluran bak penenang	126,5 cm	1,27 m
5	tinggi jatuh air saluran bak penenang	57,5 cm	0,58 m

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan rumus (1), (2), (3), (4), (5), (6), dan (7), diperlihatkan pada Tabel 2. Perbandingan data observasi dan hasil perhitungan ukuran saluran pembuangan waduk sebagai bak penenang PLTMH

Tabel 2. Perbandingan data observasi dan hasil perhitungan ukuran saluran pembuangan waduk sebagai bak penenang PLTMH

No	Data Input	Data Observasi	Data Perhitungan	selisih
1	Debit air pada saluran pembuangan waduk	: 0,47 m ³ /s	0,41 m ³ /s	0,06m ³ /s
2	Lebar pada saluran pembuangan waduk	: 1,85 m	1,72 m	0,13 m
3	Panjang pada saluran pembuangan waduk	: 6,85 m	6,63 m	0,22 m
4	Kedalaman pada saluran pembuangan waduk	: 1,27 m	1,36m	-0,09m
5	Tinggi jatuh air pada saluran pembuangan waduk	: 0,58 m	0,68 m	-0,10 m
6	Pengurangan kecepatan dan hambatan (Konstanta)	: 0,20 m/s	0,20m/s-	-
7	Daya keluar turbin	:	1,74 Kw	-
8	Daya keluaran listrik PLTMH	:	1,53 Kw	-
9	Kapaistas daya	:	1,69Kw	-

Pengaruh tinggi jatuh air terhadap daya turbin, keluaran PLTMH dan kapasitas generator diperlihatkan pada tabel 3. Pengaruh tinggi jatuh air terhadap daya yang dihasilkan

Tabel 3. Pengaruh tinggi jatuh air terhadap daya yang dihasilkan

tinggi jatuh air (m)	Daya turbin (Kw)	Daya keluaran listrik PLTMH (Kw)	kapasitas generator (Kw)
0,58	1,74	1,53	1,69
0,53	1,59	1,40	1,54
0,48	1,44	1,27	1,40

SIMPULAN

- Selisih ukuran lebar, panjang dan tinggi jatuh air pada saluran pembuangan waduk PDAM Bengkalis berdasarkan data observasi jika dibandingkan dengan data hasil perhitungan tidak terlalu berbeda, yaitu lebar saluran observasi 1,85m, perhitungan 1,72 m, selisih 0,13m, dan panjang saluran observasi 6,85m, perhitungan 6,63 m, selisih 0,622m serta tinggi jatuh air observasi 0,58m, perhitungan 0,68m, selisih - 0,10m dengan daya keluar turbin 1,74Kw, daya keluar listrik 1,53Kw dan kapaistas daya generator 1,69Kw.
- Tinggi jatuh air mempengaruhi daya keluar turbin, daya keluar listrik dan kapaistas daya generator yaitu tinggi jatuh air 0,53m menghasilkan daya keluar turbin 1,59Kw, daya keluar listrik 1,40Kw, kapaistas daya generator 1,54Kw dan tinggi jatuh air 0,48m, menghasilkan daya keluar turbin 1,44Kw, daya keluar listrik 1,27Kw , kapaistas daya generator 1,40Kw.
- Penelitian ini disimpulkan bahwa saluran pembuangan waduk PDAM Bengkalis dapat difungsikan dan layak diimplementasikan sebagai bak penenang PLTMH

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Artono & Kuwahara, Susumu. Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik 1. Jakarta: Pradnya Paramita. (1974).
- Dandekar, M.M & Sharma, K.N. Water Power Engineering. Noida: Vikas Publishing House. (1979).
- Castaldi, D., Chastain, E., Windram, M., & Ziatyk, L. A Study of Hydroelectric Power: From a Global Perspective to a Local Application. Pennsylvania: The Pennsylvania State University. (2003).



11th Applied Business and Engineering Conference

Davis, Scott. Microhydro, Clean Power From Water. Gabriola Island: New Society Publishers. (2003).

European Small Hydro Association. Guide on How To Develop a Small Hydropower Plant. (2004).

Mott, L, R. Machine Elements in Mechanical Design. New Jersey: Pearson Prentice Hall. (2004).

Dwivedi, M., Srivastava, A.P., & Raja, A.K. Power Plant Engineering. New Delhi: New Age International. (2006).

Department of Energy, Energy Utilization Management Bureau. Manuals and Guidelines for Micro-hydropower Development in Rural Electrification.(2009).

Bostan, I., et al. Resilient Energy Systems. London: Springer (2013).

Leyland, B. Small Hydroelectric Engineering. Leiden: CRC Press. (2014).