

Rancang Bangun Turbin Air Jenis Pleton Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) Skala Laboratorium

Syehty Wulan Sari

Teknik Elektro Universitas Bhayangkara Surabaya

syehty@gmail.com

Abstract, Along with the development of human civilization, the level of energy needs is also increasing and resulting in the depletion of fossil fuels as the main energy source. Therefore, renewable alternative energy is needed. The purpose of the PLTMH development is to spur the economy of areas that have not been electrified given the water power potential of the area. This study uses a platoon type water turbine with cutting wheel base material to form the diameter of the turbine. The turbine will be examine the performance of various variations of water discharge and nozzle diameter. The one used is using elbow pipes measuring 1½ " with an angle of 45°.

The aim of this study is to determine the efficiency of water discharge in variations of faucet openings at angles of 22.5°, 45°, 67° and 90°, to determine the diameter of the platoon turbines using 32 or 25 cm to the water discharge produced and to determine the efficiency of the size of the nozzle diameter in pipe variations 1/3 " and 1/2 ". The research method includes several aspects, namely literature study, making and designing test equipment, retrieving data and analyzing data.

The results of this study indicate that, in the trial of 90° angle openings faucet efficient value of the discharge water, in the trial diameter of 25cm platinum turbines obtain maximum results on the value of Rpm (round) and to test the ½ pipe diameter 'more the maximum capacity of the blades used. With a series of trials in this study, the output value is in the form of a no-load voltage to test the generator that is used according to the type of generator.

Keywords: *Microhydro Power Plant (PLTMh), Turbine, Generator.*

Abstrak, Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, tingkat kebutuhan energi juga semakin meningkat dan mengakibatkan menipisnya bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama. Oleh karena itu diperlukan energi alternative yang terbarukan. Adapun tujuan dari pembangunan PLTMH ini adalah untuk memacu perekonomian daerah-daerah yang belum teraliri oleh listrik mengingat potensi tenaga air yang dimiliki oleh daerah tersebut. Penelitian ini menggunakan turbin air jenis Pleton dengan bahan dasar cutting wheel untuk membentuk diameter turbin

tersebut. Turbin tersebut akan di teliti kinerjanya pada berbagai variasi debit air dan diameter nozzle. Sudu yang dipakai menggunakan pipa elbow yang berukuran 1½ " dengan sudut 45°.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi debit air pada variasi bukaan kran pada sudut 22,5°, 45°, 67° dan 90°, untuk mengetahui ukuran diameter turbin pleton menggunakan 32 atau 25 cm terhadap debit air yang di hasilkan dan untuk mengetahui efisiensi ukuran diameter nozzle pada variasi pipa 1/3" dan 1/2". Metode penelitian ini meliputi beberapa aspek yaitu study literatur, pembuatan dan perancangan alat uji, pengambilan data dan menganalisa data.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, pada uji coba bukaan kran sudut 90° efisien nilai debit air yang di keluarkan, pada uji coba ukuran diameter turbin *Pleton* 25cm mendapatkan hasil maksimal terhadap nilai *Rpm* (putaran) dan untuk uji coba ukuran diameter pipa ½ " lebih maksimal terhadap daya tampung sudu yang di pakai. Dengan rangkaian uji coba pada penelitian ini di dapatkan nilai output yang berupa tegangan tanpa beban untuk mengguji generator yang di pakai apakah sesuai dengan tipe generator tersebut.

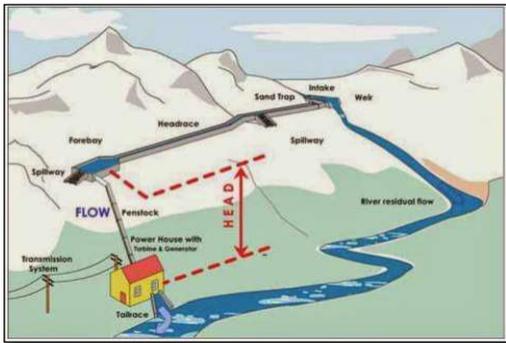
Kata kunci : *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh), Turbin, Generator.*

I. Pendahuluan

Seiring terjadinya peningkatan kebutuhan suplai daya listrik ke daerah-daerah pedesaan dan keterbatasan kemampuan finansial pemerintah melakukan perluasan jaringan listrik, sering membuat mikrohidro menjadi alternatif dalam memenuhi kebutuhan listrik masyarakat pedesaan. Hal ini disebabkan karena skema mikrohidro yang mandiri cenderung menghemat biaya perluasan jaringan transmisi daya listrik [1]. Untuk memaksimalkan pemanfaatan mikrohidro, selain dilihat dari sisi sosial,

selayaknya pelaksanaan pembangunan PLTMH diikuti dengan pengujian dan evaluasi kinerja agar instalasi yang terbangun dapat berjalan dan memiliki kinerja yang optimum. Dapat dimengerti bahwa jika banyak kasus tersedianya energi dengan harga murah telah mengakibatkan pemakaian yang tidak efisien dan di beberapa tempat menyebabkan terjadinya

dengan biaya yang rendah dan mempunyai dampak lingkungan (ekologi) yang minimal [3].



Gambar 1. Sistem PLTMh Skala Besar

II. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan suatu metode untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk itu, penulis merencanakan suatu langkah-langkah yang dapat memaksimalkan dalam pelaksanaan penelitian ini. Rancangan metodologi penelitian yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

A Studi Literatur

Studi pustaka dilakukan dengan cara membaca bacaan yang diperoleh dari jurnal-jurnal dan makalah yang relevan dengan bahasan tugas akhir ini, diskusi dengan ahli PLTMh. Serta pengambilan data-data dilapangan. Dari semua data yang diperoleh tersebut akan diambil data-data yang sesuai dengan tugas akhir ini sehingga dapat membantu terselesainya tugas akhir ini.

B Perencanaan Alat

Untuk membuat Tugas Akhir ini diperlukan antara lain sebagai berikut :

- Perancangan pembuatan turbin jenis *Pleton*.
- Peralatan untuk pemasangan turbin di bangunan PLMTh.
- Generator 12v-300watt .
- Variasi bukkann kran pada sudut $22,5^\circ, 45^\circ, 67^\circ$ dan 90° .
- Variasi diameter nozzle $1/3''$ dan $1/2''$.
- Desain ukuran turbin 32 cm dan 25 cm.
- Implementasi, pengujian dilapangan, dan revisi perbaikan peralatan.

kerusakan lingkungan (ekologi)[2]. Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan dapatlah disimpulkan bahwa salah satu sumber energi yang dapat memenuhi harapan terhadap tantangan di atas adalah air, dimana air dipergunakan dengan sistem- sistem dan peralatan-peralatan tertentu akan menghasilkan energi dalam jumlah yang besar

C Pengambilan Data

Untuk pengambilan data pada penelitian ini meliputi:

- Pengukuran debit air pada variasi bukaan kran.
- Pengukuran jumlah putaran(RPM) pada variasi turbin yang di gunakan pada generator.
- Pengukuran tegangan tanpa beban yang dihasilkan pada setiap variasi tersebut

D. Analisa Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah variasi bukaan kran, variasi diameter nozzle serta pemilihan ukuran turbin pleton yang di buat sudah sesuai dengan bangunan PLTMh ini.

a. Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan yang dibuat meliputi evaluasi tahap akhir terhadap uji coba variasi bukaan kran , variasi diameter nozzle dan variasi ukuran turbin pleton yang di pakai pada bangunan PLTMh yang berskala laboratorium dengan menggunakan turbin jenis pleton yang berada di area Universitas Bhayangkara Surabaya (UBHARA). Kesimpulan tersebut merupakan jawaban dari permasalahan yang di analisis selain itu di juga berikan saran sebagai masukkan yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir ini.

b. Penyusunan Laporan

Tahap akhir ini merupakan tahap penyusunan laporan mengenai keseluruhan proses yang dimulai dari awal perancangan hingga tahap akhir pengujian dan evaluasi dari variasi yang di pakai dalam penelitian ini dengan sistematika pembuatan laporan yang berlaku.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil dan Pembahasan

Pembahasan ini dilakukan dengan berbagai macam pengujian seperti yang di jelaskan di bawah ini :

3.2 Pengujian Debit Air Terhadap Bukaan Kran

Perhitungan debit air menggunakan rumus: $Q = \frac{V}{T}$

m³/s(1)

Diman : Q = Debit air

V = Volume air

T = Waktu

3.2.1 Pengujian Dengan Bukaannya Kran Sudut 22,2°

Tabel 3.1. Data Pengukuran Debit Air Menggunakan Bukaannya Kran Sudut 22,2°

VOLUME AIR (L)	WAKTU (DETIK)	PENGUJIAN N1	PENGUJIAN N2	PENGUJIAN N3	PENGUJIAN N4	PENGUJIAN N5
5000	5	0.2	0.4	0.3	0.4	0.1
	5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	5	0.4	0.3	0.2	0.4	0.2
	5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4
	5	0.1	0.1	0.4	0.2	0.3
TOTAL		1.3	1.4	1.4	1.5	1.2
RATA-RATA		0.272				

3.2.2 Pengujian Bukaannya Kran Sudut 45°

Tabel 3.2 Data Pengukuran Debit Air Menggunakan Bukaannya Kran dengan sudut 45°

VOLUME AIR	WAKTU (DETIK)	PENGUJIAN IAN 1	PENGUJIAN IAN 2	PENGUJIAN IAN 3	PENGUJIAN IAN 4	PENGUJIAN IAN 5
5000	5	1.1	1.7	0.7	0.6	0.9
	5	0.9	0.7	0.9	0.8	1.1
	5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
	5	1.2	0.9	0.8	0.7	0.8
	5	1.7	1.1	0.9	0.9	1.1
TOTAL		5.5	5	3.9	3.6	4.6
RATA-RATA		0.904				

3.2.3. Pengujian Dengan Bukaannya Kran 67,5°

Tabel 3.3. Data Pengukuran Debit Air Menggunakan Bukaannya Kran dengan sudut 67,5°

VOLUME AIR	WAKTU (DETIK)	PENGUJIAN IAN 1	PENGUJIAN IAN 2	PENGUJIAN IAN 3	PENGUJIAN IAN 4	PENGUJIAN IAN 5
5000	5	1.3	1.4	1.1	1.5	1.4
	5	1.5	1.2	1.1	1.1	0.9
	5	0.9	1.5	1.3	1.4	1.2
	5	1.2	0.9	1.5	0.9	0.8
	5	1.1	1.1	0.9	1.3	1.2
TOTAL		6	6.1	5.9	6.2	5.5
RATA-RATA		1.188				

3.2.4. Pengujian Dengan Bukaannya Kran 90°

Tabel 3.4. Data Pengukuran Debit Air Menggunakan Bukaannya Kran Dengan Sudut 90°

VOLUME AIR	WAKTU (DETIK)	PENGUJIAN IAN 1	PENGUJIAN IAN 2	PENGUJIAN IAN 3	PENGUJIAN IAN 4	PENGUJIAN IAN 5
5000 L	5	2.4	1.1	2.1	1.9	1.3
	5	1.9	1.2	1.9	0.9	1.4
	5	1.4	1.9	1.5	2.2	1.8
	5	1.7	2.1	1.7	1.6	2.3
	5	1.5	1.7	0.9	1.4	2.1
TOTAL		8.9	8	8.1	8	8.9
RATA-RATA		1.676				

Dari hasil pengujian debit air terhadap bukaannya kran yang di variasikan seperti data table di atas dapat di simpulkan untuk hasil debit air yang maksimal di dapat pada bukaannya kran sudut 90° dengan nilai rata-rata 1.676 m³/scd.

3.3 Pengujian Diameter Turbin Jenis Pleton

Pengujian ini di lakukan untuk menentukan ukuran diameter turbin jenis *Pleton* yang sesuai dengan debit air yang telah di ketahui di atas. Untuk perbandingan menggunakan output yang di hasilkan oleh generator berupa tegangan/voltage tanpa beban. Seperti yang di jelaskan dalam data table di bawah ini.

3.3.1. Pengujian Turbin Pleton Diameter 32cm

Tabel 3.5. Data Hasil Pengukuran Tegangan Output (Vo) Dengan Ukuran Diameter Nozzle 1/2''

BUKAA N KРАН	DIAMET ER TURBIN	WAKTU (DETIK)	PENGUJIAN TEGANGAN (Vo)				
			PENGUJ IAN 1	PENGUJ IAN 2	PENGUJ IAN 3	PENGUJ IAN 4	PENGUJ IAN 5
90°	32	5	7.02	7.35	7.09	7.2	7.16
		5	6.34	7.09	6.47	6.36	7.08
		5	7.01	7.04	6.17	6.17	6.31
		5	6.45	6.46	6.15	6.34	7.02
		5	6.34	6.17	6.11	6.15	6.48
TOTAL			33.16	34.11	31.99	32.22	34.05
RATA-RATA			6.6212				

3.3.2. Pengujian Turbin Pleton Diameter 25cm

Tabel 3.6. Data Hasil Pengukuran Tegangan Output (Vo) Dengan Ukuran Diameter Nozzle 1/2''.

BUKAA N KРАН	DIAMET ER TURBIN	WAKTU (DETIK)	PENGUJIAN TEGANGAN (Vo)				
			PENGUJ IAN 1	PENGUJ IAN 2	PENGUJ IAN 3	PENGUJ IAN 4	PENGUJ IAN 5
90°	25	5	12.31	12.24	12.32	12.32	12.23
		5	12.33	12.3	12.28	12.27	12.26
		5	12.34	12.33	12.31	12.29	12.31
		5	12.29	12.34	12.29	12.25	12.29
		5	12.32	12.34	12.3	12.26	12.24
TOTAL			61.59	61.55	61.5	61.39	61.33
RATA-RATA			12.2944				

✚ Dari hasil pengujian turbin jenis pleton dengan ukuran diameter 32cm dan ukuran diameter 25cm dapat di simpulkan bahwa untuk ukuran diameter 25cm lebih maximal dengan nilai rata-rata 12.2944 volt.

3.4 Pengujian Diameter Nozzle

Pengujian ini di lakukan untuk menentukan ukuran diameter nozzle yang sesuai dengan debit air yang telah di ketahui di atas. Untuk perbandingan menggunakan output yang di hasilkan oleh generator berupa tegangan/voltage tanpa beban. Seperti yang di jelaskan dalam data di bawah ini :

3.4.1 Pengujian Diameter Nozzle Ukuran 1/3''

Tabel 3.7. Tabel Pengukuran Pengujian Diameter Nozzle Dengan Pipa UK.1/3''.

PENGUJIAN DIAMETER NOZZLE UK. 1/3''							
BUKAA N KРАН	DIAMETE R TURBIN	WAKTU (DETIK)	Rpm (Putaran)				
			PENGUJ AN 1	PENGUJ AN 2	PENGUJ AN 3	PENGUJ AN 4	PENGUJ AN 5
90°	25 cm	5	277	287.1	291.3	288.2	290.7
		5	268.2	266.2	267.2	273.2	287.1
		5	189.7	199.8	220.3	208.9	228.3
		5	209.9	188.5	216	199.9	219
		5	199.1	185.9	205.2	196.3	198.9
TOTAL			1143.9	1127.5	1200	1166.5	1224
RATA-RATA			234.476				

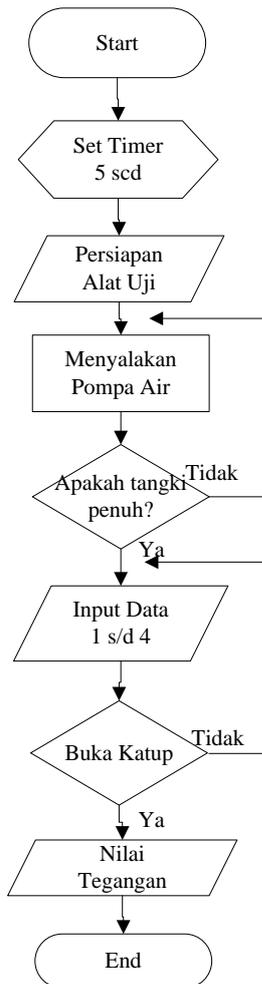
3.4.2 Pengujian Diameter Nozzle Pipa Ukuran 1/2''

Tabel 3.8. Tabel Pengukuran Pengujian Diameter Nozzle Dengan Pipa UK.1/2''.

PENGUJIAN DIAMETER NOZZLE UK. 1/2''							
BUKAA N KРАН	DIAMETE R TURBIN	WAKTU (DETIK)	Rpm (Putaran)				
			PENGUJ AN 1	PENGUJ AN 2	PENGUJ AN 3	PENGUJ AN 4	PENGUJ AN 5
90°	25 cm	5	477.6	508.9	503.9	503.9	504.8
		5	478	449.6	479.1	473.9	450.5
		5	473.6	469.3	449	469	451
		5	479.3	468	448.2	475.5	449.1
		5	475	457.5	503.9	474.5	449.6
TOTAL			2383.5	2353.3	2384.1	2396.8	2305
RATA-RATA			472.908				

✚ Dari hasil pengujian antara diameter nozzle dengan ukuran pipa 1/3'' dan ukuran pipa 1/2'' dapat di simpulkan bahwa untuk pipa ukuran 1/2'' lebih maximal dengan nilai rata-rata 472.908 putaran (Rpm).

3.5 Flowchart Pengujian



Gambar 3.1. Flowcart Pengujian

Keterangan :

-Data 1 : untuk mengetahui laju air/debit air mana yang efisien dalam pemakaian percobaan ini dilakukan 4 jenis variasi sudut pada bukaan kran pipa dengan sudut 22,5°, 45°, 67,5° dan 90°.

-Data 2 : untuk mengetahui diameter nozzle yang di pakai menggunakan 2 variasi ukuran diameter nozzle 1/2'' dan 1/3''.

-Data 3 : untuk mengetahui ukuran turbin yang di pakai dala percobaan menggunakan 2 variasi dengan ukuran diameter 25cm dan 32cm.

-Data 4 : untuk mengetahui putaran maximal yang di dihasilkan turbin jenis

IV. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan terhadap uji coba beberapa variasi pengujian turbin jenis *Pleton*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian debit air berdasarkan bukaan kran di dapatkan hasil rata-rata sebagai berikut:
 - a. Sudut bukaan kran 22.5° = 0,272m³/scd.
 - b. Sudut bukaan kran 45° = 0,904m³/scd.
 - c. Sudut bukaan kran 67,5° = 1,188m³/scd.
 - d. Sudut bukaan kran 90° = 1,676m³/scd.

Dari data tersebut di simpulkan bahwa bukaan kran pada sudut 90° lebih maximal dari bukaan kran pada variasi sudut lainnya.

2. Pengujian diameter turbin terhadap bukaan kran sudut 90° dengan memakai ukuran nozzle 1/2'' mendapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Diameter turbin dengan ukuran 32cm sudu 18 buah = 6,6212 volt.
 - b. Diameter turbin dengan ukuran 25cm sudu 8 buah = 12,294 volt.

Dari data tersebut dapat di simpulkan bahwa untuk turbin dengan ukuran diameter 25cm mendapatkan hasil tegangan yang maximal.

3. Pengujian diameter nozzle dengan memakai bukaan kran 90° dan ukuran diameter turbin 25cm terhadap pengukuran putaran pada poros turbin di dapat hasil rata-rata sebagai berikut :
 - a. Diameter nozzle dengan ukuran pipa 1/3'' = 234,476 putaran(Rpm).
 - b. Diameter nozzle dengan ukuran pipa 1/2'' = 472,908 putaran (Rpm).

Dari data tersebut dapat di simpukan bahwa untuk ukuran diameter nozzle menggunakan ukuran pipa 1/2'' mendapatkan hasil pengukuran yang maximal.
4. Untuk pengukuran total dari hasil pengujian di atas dapat di simpulkan bahwa untuk hasil rata-rata pada pengukuran Rpm(putaran) di dapat hasil 470.66 Rpm dan untuk pengukuran V0(tanpa beban)pada generator di dapat hasil 12.318 volt.
5. Dari hasil pengujian dan perbandingan antara actual dengan rumus dapat di simpulkan bahwa perbandingan

tersebut tidak jauh berbeda untuk hasil rata-rata pada pengukuran Rpm(putaran) secara actual di dapat nilai 470,66 Rpm dan untuk pengukuran dengan rumus di dapat nilai rata-rata 457,02 Rpm.

B. SARAN

Adapun masukan-masukan yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem ini ke depan adalah sebagai berikut:

1. Pada bangunan PLTMh ini dapat menggunakan turbin jenis crossflow yang di tempatkan pada ujung saluran pembuangan air.
2. Untuk generator dapat menggunakan dynamo ampere (*Alternator*) 12volt.

Pada Ass tengah turbin yang terhubung dengan generator dapat dirubah dengan ukuran ass yang lebih besar agar Rpm yang di hasilkan lebih maximal.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Firdaus Mangara Tambunan 2010. *Perkembangan Konsumsi dan Penyediaan Energi Dalam Perekonomian Indonesia*. Bogor: Indonesia Jurnal Of Agricultutal Econonics/IJAE.
- [2] Rajab Yassen, S. 2014. Optimization of the Performance of Micro Hydro-Turbines for Electricity Generation.
- [3] Fox, R.W., Dan A.T McDonald.1995. *Introduction to Fluid Mechanics 3rd edition*. USA. John Willey & Sons.