



Pembuatan Model Turbin Air Dengan Sistem Sirkulasi Tertutup

Muh Anhar

Prodi Pemeliharaan Mesin, Politeknik Negeri Ketapang

anhar@politap.ac.id

Abstract

Modern society is very attached to technological advances, With community technology can easily meet energy needs, one example is the electrical energy processing of energy conversion machines using turbine energy. The purpose of this manufacture is to find a solution to meet the need for electrical energy, as well as solving problems encountered in areas where there is no stream or waterfall.. as for the methodology in making this includes time and place, tools making, Tools and Materials and Methods of execution of Flow diagrams. The calculation result for effective head = 0.3 m, with the water discharge used to move the runner $Q = 0.00033836 \text{ m}^3/\text{s}$, obtained power generated for 0,87 Watt. With the data planned, the main dimension of Pelton type turbine is the outer diameter of the runner $D_o = 435.28 \text{ mm}$, diameter of $D = 400 \text{ mm}$, the number of bowl $z = 59$ pieces with 1 nozzle

Keywords: Pelton Turbine; Circulation

Abstrak

Masyarakat modern sangat lekat dengan kemajuan teknologi. Dengan teknologi masyarakat dapat dengan mudah memenuhi kebutuhan energi, salah satu contoh adalah energi listrik hasil pengolahan mesin konversi energi air dengan menggunakan turbin. Tujuan pembuatan adalah mencari solusi untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik, sekaligus sebagai pemecahan masalah yang dihadapi pada daerah yang tidak ada aliran sungai ataupun air terjun. Adapun metodologi dalam pembuatan ini meliputi waktu dan tempat, Pembuatan alat, Alat dan Bahan dan Metode Pelaksanaan Diagram Alir. Hasil perhitungan untuk *head efektif* = 0,3 m, dengan debit air yang digunakan untuk menggerakkan *runner* $Q = 0,00033836 \text{ m}^3/\text{s}$, didapat daya yang dibangkitkan sebesar 0,87 Watt. Dengan data tersebut direncanakan dimensi utama turbin jenis Pelton yaitu diameter luar *runner* $D_o = 435,28 \text{ mm}$, diameter lingkaran tusuk $D = 400 \text{ mm}$, jumlah mangkuk $z = 59$ buah dengan 1 nosel. Kata kunci: kata kunci dituliskan dalam 5 kata yang sebaiknya merupakan subset dari judul makalah, ditulis dengan menggunakan huruf kecil kecuali untuk singkatan, dan dipisahkan dengan tanda baca koma untuk antar kata.

Kata Kunci : Turbin Pelton; Sirkulasi

1. Pendahuluan

Energi air tergolong energi terbarukan atau Renewable Energy. Renewable Energy adalah energi yang tidak memiliki batasan masa/waktu. Energi gerak air termasuk energi yang murah dan relatif mudah didapat. Energi gerak air terjadi karena adanya beda ketinggian permukaan, secara umum air bergerak dari permukaan tinggi menuju permukaan yang rendah atau dapat dikatakan bahwa air bergerak pada tekanan yang tinggi menuju tekanan rendah. Energi gerak air dapat dimanfaatkan dikarenakan dalam air mengandung energi potensial (pada air jatuh) berupa perbedaan ketinggian

pada air dan energi kinetik (pada air mengalir) yang disebabkan oleh kecepatan aliran air dan tenaga air.

Hydropower adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Pada hukum Newton dikatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dlenyapkan, energi memiliki sifat mutlak sebagaimana dinyatakan dalam hukum kekekalan energi. Mesin konversi energi yang digunakan untuk mengkonversi energi air adalah turbin air [1]. Turbin air adalah alat mekanik yang terdiri dari poros dan sudu-sudu. Sudu tetap atau Stationary blade, tidak ikut berputar bersama poros, berfungsi mengarahkan aliran fluida [2]. Sedangkan sudu putar

atau rotary blade, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros[3]. Penelitian ini memberikan permasalahan bagaimana membuat model turbin air dengan system sirkulasi tertutup dan penentuan bahan yang dipakai. Turbin reaksi adalah turbin air yang cara kerjanya dengan merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi puntir. Hampir semua dari jenis turbin ini beroperasi didalam air, oleh karena itu pada bagian masuk dan keluar turbin mempunyai tekanan yang lebih besar dari tekanan udara luar[4]. Turbin impuls adalah turbin air yang cara bekerjanya dengan merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial + tekanan + kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi puntir. Pada turbin air jenis impuls, misalkan turbin pelton, air tidak memenuhi saluran. Oleh karena itu persamaan kontinuitas tidak dapat di terapkan. Energi fluida yang masuk sudu gerak, dalam bentuk energi gerak pancaran air yang di hasilkan oleh nosel[5]. Turbin impuls atau turbin aksi di sebut turbin tak bertekanan karena sudu gerak beroperasi pada tekanan atmosfer[6].

Teori Dasar Aliran (Hidrodinamik)

Air yang mengalir mempunyai energi yang dapat digunakan untuk memutar roda turbin, karena itu pusat-pusat tenaga air dibangun di sungai-sungai dan di pegunungan-pegunungan[7]. Pusat tenaga air tersebut dapat di bedakan dalam 2 golongan, yaitu tenaga air tekanan tinggi dan tekanan rendah. Bagan pusat tenaga air tekanan tinggi, dari sini di ketahui bahwa dengan didirikannya bendungan di daerah yang tinggi akan terdapatlah sebuah reservoir air yang cukup besar. Dengan menggunakan pipa, air tersebut di alirkan ke rumah pusat tenaga, yang di bangun di bawah bendungan, dan di dalam rumah tersebut telah di roda turbin, kemudian air tersebut di buang ke saluran pembuangan. Selisih tinggi permukaan air atas TPA dan permukaan air bawah TPB terdapat tinggi air jatuh H.[9]

2. Metode Penelitian

Turbin sebagai komponen utama dalam rancangan alat “ model turbin air dengan sistem sirkulasi tertutup” dengan metode :

a. Perhitungan runner

Runner turbin pelton pada dasarnya terdiri atas cakram dan sejumlah mangkuk terpasang sekelilingnya. Kecepatan keliling runner dapat dihitung dengan persamaan:

$$U_1 = k_u (2 \cdot g \cdot H_n)^{1/2} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots 1$$

U_1 = kecepatan keliling optimal (m/s)

k_u = koefisien 0.45- 0.49

g = percepatan gravitasi (m/s²)

H_n = tinggi jatuh efektif (m)

Diameter luar runner dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$D_o = D + 1,2h \text{ (m)} \dots\dots\dots 2$$

b. Perhitungan nosel

Nosel terdiri atas bagian selubung serupa hidung yang dipasang pada pipa, dan jarum nosel yang biasa digerakkan didalam belokan pipa kerucut jarum dan selubung yang cepat aus. Kecepatan mutlak dapat dihitung dengan Persamaan:

$$c_1 = k_c \cdot 2 \cdot g \cdot H_n \dots\dots\dots 3$$

c. Perhitungan Bucket (mangkuk)

Mangkuk turbin Pelton dipasang ke rotor dengan sambungan positif. Dilakukan dengan memberi bentuk dovetail pada tangkai mangkuk, Jumlah mangkuk optimal dihitung dengan persamaan,

$$Z = \frac{\pi D}{2d} + 15 \dots\dots\dots 4$$

diameter jet optimal dapat dihitung dengan persamaan :

$$\pi \cdot C_1 \dots\dots\dots 5$$

Alat-alat yang akan digunakan untuk menyelesaikan yaitu menggunakan alat yang ada di work shop Politeknik Negeri Ketapang khususnya Jurusan Teknik Mesin dan bahan yang digunakan dapat dibeli di pasaran maupun yang di dapat dari barang sekitar dan dapat di manfaatkan sebagai komponen pendukung.

1. Mesin bor duduk dan bor tangan
2. Mesin gergaji besi dan gergaji tangan
3. Gergaji kayu
4. Mesin gerinda
5. Mesin las/alat las
6. Palu dan penggores
7. Kunci ring pas set
8. Ala ukur
9. Gunting
10. Obeng (+) dan Obeng (-).

Perhitungan dalam Pembuatan Model Turbin Air Dengan Sistem Sirkulasi Tertutup

Perhitungan head efektif.[10]

Head efektif adalah tinggi air yang di berguna untuk menumbuk sudu sudu turbin setelah memperhitungan kehilangan atau kerugian (losses energi yang terjadi pada pipa pesat dan pada belokan rumah turbin

$$H_{ef} = H_{ac} - H_{ls} \dots\dots\dots 6$$

Dimana :

H_{ef} = head efektif (m)

H_{ac} = Head Actual (m)

H_{ls} = Head losses (m)

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 1 Detail Model Turbin Air Dengan Sistem Tertutup

Tabel 1 Spesifikasi Turbin

Dimensi alat	1960 x 610 x 1920 mm
Daya yang dihasilkan Turbin	0.87 Watt.
Kecepatan mutlak jet, <i>cI</i>	2,39 m/s
Diameter lingkaran tusuk, <i>D</i>	400 mm
Diameter jet, <i>d</i>	14 mm
Jumlah mangkuk, <i>z</i>	59 buah
Lebar mangkuk, <i>b</i>	35 mm
Tinggi mangkuk, <i>h</i>	29,4 mm
Lebar bukaan mangkuk, <i>a</i>	16,8 mm

a. *Runner* Turbin bisa di katakan sebagai komponen utama dalam pembuatan ini, untuk *runner* turbin di gunakan *Vlag* Sepeda dengan ukuran ketebalan *runner* 15 mm. *Runner* turbin dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2 Runner Turbin

Nama bagian	Ukuran
Poros	Ø 9 mm panjang 160 mm
Bantalan	Ø 35 mm panjang 80 mm
Jari-jari (diameter tusuk)	180 mm
Diameter turbin	400 mm
<i>Runner</i>	15 mm

Pada gambar diatas vlag ini di lakukan pengeboran keliling sebanyak 26 lubang dengan jarak 22,6 mm dan ketebalan runner 15 mm.



Gambar 2. Detail Turbin

1. Pembuatan Mangkuk (Bucket)

Mangkuk ini di buat menggunakan botol minuman floridina 360 ml dan di bentuk menggunakan gunting dengan ukuran sebagai berikut:

- ✚ Dalam mangkuk = 40 mm,
- ✚ Panjang = 90 mm dan,
- ✚ Lebar = 60 mm.

Pembentukan mangkuk turbin dipola menggunakan spidol kemudian di bentuk dan di potong menggunakan gunting. Setelah selesai langkah selanjutnya dilakukan pengeboran pada tengah mangkuk menggunakan bor tangan dengan mata bor ukuran 8 mm, kemudian di lakukan penguncian dengan baut ukuran tersebut.



Gambar 3 Proses Pembuatan Mangkuk (Bucket)

Dalam proses pembuatan mangkuk terdapat perbedaan antara hasil perhitungan dan hasil pembuatan, sehingga akan berpengaruh terhadap nilai diameter luar runner (*Do*). Berdasarkan hasil perhitungan diameter luar runner adalah 435,28 mm. Hal ini disebabkan oleh sulitnya membuat mangkuk yang sesuai dengan spesifikasi perhitungan, sehingga digunakanlah botol minuman floridina sebagai mangkuk.

2. Pembuatan Nozel

Dalam pembuatan Nozel yang harus di persiapkan adalah pipa ¾ inc kemudian dirangkai, setelah selesai dirangkai lalu di lakukan pengeleman. Pembuatan Nozel dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini.

- Panjang pipa nozel sebelum masuk pipa tekuk adalah = 200mm
- Pipa Tekuk = 240mm
- Diameter Nozel = 17mm



Gambar 4 Detail Nozel

Setelah itu untuk pembentukan Nozel di lakukan pemotongan pipa satu demi satu menggunakan gergaji besi, kemudian menyatukan pipa yang telah dipotong dengan stop kran. Setelah itu dilakukan pengeleman.

3. Pembuatan Kerangka Tandon

Kerangka tandon adalah sebagai tempat untuk menahan bak air. Dalam pembuatan ini pada bagian kerangka di gunakan kayu Punak ukuran 30x50x3000 mm. Pemotongan dilakukan menggunakan gergaji kayu

dan paku ukuran 2,5 inc untuk menyatukan komponen dengan ukuran pemotongan adalah sebagai berikut

- ✚ Untuk tiang utama 1620 mm sebanyak 4 batang.
- ✚ Untuk bagian siku 610 mm 4 batang dan 550 mm sebanyak 4 batang.
- ✚ Untuk rak atas 610 mm 2 batang dan 550 mm sebanyak 3 batang



Gambar 5 Detail Kerangka Tandon

Tabel 3 Spesifikasi Kayu Rangka

Spesifikasi Kayu	Keterangan
Kayu punak	Tetramerista glabra miq
Kelas kuat	III
Tegangan Tekan	57 kg/cm ²
Dimensi	30 mm x 50 mm

Karena jenis pembebanan dalam keadaan tetap, maka faktor keamanan diambil (v) adalah 1

$$\sigma = 57 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = 50 \text{ mm}$$

$$T = 30 \text{ mm}$$

Dimana

σ = tegangan izin

σ = tegangan izin

$\sqrt{}$ = Faktor keamanan

Kapasitas tandon : 60 liter = 0,060 m³ Dimana density (ρ) air adalah 1000 kg/m³

Maka massa dalam tandon (air) adalah :

$$m = \text{density} \times \text{volume}$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,060 \text{ m}^3$$

$$= 60 \text{ kg}$$

Sehingga beban yang dapat diterima oleh rangka :

$$\sigma = \frac{1}{v} = 57 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{f}{A}$$

Dimana F=m=60kg

$$\sigma = \frac{f}{A}$$

$$57 \text{ kg/cm}^2 = 60 \text{ kg}$$

$$\sigma = \frac{60 \text{ kg}}{[5 \times 3] \text{ cm}^2}$$

$$= 4 \text{ kg/cm}^2$$

Maka kayu cukup kuat untuk menerima beban tandon air. Konversi dari liter ke kg 1 liter = 0,001 m³, Massa jenis air $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$= \frac{\text{Volume (m)}}{60 \text{ Liter}} \times 0,001 \text{ m}^3 = 0,06 \text{ m}^3$$

Maka massa air (m) = massa jenis air x volume air = 1000 kg/m³ x 0,06 m³ = 60 kg

Perhitungan Dimensi-Dimensi Utama Turbin Pelton Berdasarkan pengukuran yang dilakukan penulis, diperoleh hasil sebagai berikut:

- Tinggi air terjun yang diambil H = 0.54 m
- Debit air Q = 0,0003383 m³/s.
- Kapasitas bak air 60 L

$$D = \frac{D1 + D2}{2} + \frac{50 + 39}{2} = 44.50$$

$$r = 22,25$$

$$\text{Volume tandon} = \pi r^2 t$$

$$= 3,14 \cdot 22,25^2 \cdot 38,5$$

$$= 60 \text{ L}$$

Dimana :

diameter atas D1 = 50 cm

diameter alas D2 = 39 cm

tinggi = 38,5 cm

Pengujian debit dalam 1 menit = 20,3 L

1 : 20,3^Lmenit = ..^Ldetik

$$D = \frac{20,3}{60} \times 0,3383 \text{ L detik}$$

$$= \text{debit} = 0,0003383 \text{ m}^3/\text{detik}$$

a. Kecepatan mutlak jet, C1

$$C1 = Kc \cdot \frac{2 \cdot g \cdot Hn}{1}$$

$$= \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,54}{1}$$

$$= 3,18986613$$

$$= 3,19 \text{ m/sX}$$

Dimana :

c1 = kecepatan mutlak jet (m/s)

kc = koefisien nosel (0,96-0,98)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

Hn = Head efektif (m)

b. Kecepatan keliling optimal, U₁

$$U_1 = k_u (2 \cdot g \cdot H_n)^{1/2}$$

$$= 1,59 \text{ m/s}$$

Dimana

U₁ = kecepatan keliling optimal (m/s)

k_u = koefisien 0.45- 0.49

g = percepatan gravitasi (m/s²)

H_n = tinggi jatuh efektif (m)

c. Diameter lingkaran tusuk

Karena dalam perancangan ini menggunakan Vlag sepeda dengan diameter yang sudah ada yaitu = 400 mm.

d. Diameter jet optimalnya, d

$$d = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot C1}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,0003383}{3,14 \cdot 3,19}$$

$$= 0,00013509574107$$

$$= 11 \text{ mm}$$

e. Jumlah *Bucket* (mangkuk)

$$Z = \frac{\pi \cdot d}{2 \cdot b} + 15$$

$$= \frac{1256}{11} + 15$$

$$= 72 \text{ buah}$$

- Lebar mangkuk (bucket), b
 $b = 2,5.11$
- Tinggi mangkuk (bucket), h
 $h = 2,1.11$
 $= 23,1$
- Lebar bukaan mangkuk (bucket), α
 $\alpha = 1,2.11$
 $= 13,2 \text{ mm}$
- Kedalaman mangkuk (bucket), t
 $t = 0,9.11$
 $= 9,9 \text{ MM}$
- Kelonggaran mangkuk (bucket), k
 $K = 0,1.400$
 $= 40 \text{ mm}$

f. Diameter luar runner, D_0

$$D_0 = D + 1,2 \cdot h$$

$$= 400 + 1,2 \cdot 23,1$$

$$= 427,72 \text{ mm}$$

1.1 Hasil Pengujian

Setelah proses pembuatan alat selesai, maka langkah selanjutnya alat dapat diuji untuk mengetahui kinerja alat.

- a. Persiapkan air pada tandon atas
- b. Pastikan semua komponen alat dalam keadaan baik terutama yang menggunakan baut harus terkunci dengan benar
- c. Membuka penuh stopkeran yang ada pada tandon bagian atas.

4. Kesimpulan

Dari hasil pembuatan model turbin air dengan sistem sirkulasi tertutup, dapat disimpulkan bahwa permasalahan di daerah yang tidak adanya air terjun dapat di bangun model turbin air dengan sistem sirkulasi tertutup sebagai pemecah masalah tersebut. Hal ini di buktikan dengan hasil pembuatan yang mampu menghasilkan daya turbin 0.87 Watt dengan putaran runner 50 putaran dalam waktu 1 menit atau 50 rpm, pembuatan model turbin air dengan sistem sirkulasi tertutup di mulai dengan membuat tandon sebagai air terjun yang kemudian menjadi patokan dalam perhitungan pembuatan komponen turbin pelton. Selanjutnya memilih pompa yang berfungsi sebagai pengantar air kembali pada tandon atas dan pompa yang di gunakan dalam pembuatan ini adalah jenis pemindahan pompa positif (*positive displacement pump*).

Daftar Rujukan

- [1] Y. C. Dwiaji and M. Anhar, "Analisis Proses Pemesinan Dan Biaya Manufaktur Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Mini (PLTHM)," no. 2, 2017.
- [2] "Teknik Energi Terbarukan_Teknik Energi Hidro_Konversi Energi Air_Kelompok Kompetensi 2.pdf."
- [3] A. F. Silaen, "Pengaruh Beban Terhadap Putaran Turbin Helikal Untuk Pembangkit Tenaga Listrik," vol. 9, no. 2, 2015.
- [4] R. Darpono and R. Dewi, "SIMULASI PEMILIHAN TURBIN AIR MENGGUNAKAN SIMULATOR TURBNPRO STUDI KASUS PLTMH MALABAR," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 29–36, Aug. 2020, doi: 10.30591/polektron.v8i2.1405.
- [5] H. Alamsyah and A. Kurniawan, "Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Performa Turbin Ventilator".
- [6] B. Wahyudi, "Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sebagai Sarjana Teknik Universitas Medan Area".
- [7] "Mustangin_buku turbin uap.pdf."