



## Perancangan Model Turbin Air Dengan Sistem Sirkulasi Tertutup

Muh Anhar<sup>1</sup>, Yudhi Chandra Dwiaji<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Pemeliharaan Mesin, Politeknik Negeri Ketapang

<sup>2</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana

<sup>1</sup>email: aan@politap.ac.id

### Abstract

Modern society is very closely related 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 design as a problem solving faced in areas with no stream or waterfall to make a water turbine with closed circulation model. The methodology in this design is an experiment that is supported by the 2010 autocad program. From the design results obtained turbine power of 1.56 watts with a tank as a benchmark design and the use of the pump (positive displacement pump) as a means of circulation.

Keywords: Energy; 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 perancangan ini sebagai pemecahan masalah yang dihadapi pada daerah yang tidak ada aliran sungai ataupun air terjun untuk membuat turbin air dengan model sirkulasi tertutup. Adapun metodologi dalam perancangan ini adalah eksperimen yang didukung oleh program autocad 2010. Dari hasil perancangan diperoleh daya turbin sebesar 1,56 watt dengan tandon sebagai patokan perancangan dan penggunaan pompa (*positive displacement pump*) sebagai alat pensirkulasi.

Kata kunci: : Energi, Turbin pelton, Sirkulasi.

### 1. Pendahuluan

Energi air tergolong energi terbarukan atau *Renewable Energy*. [1][2][3] *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. [4][5] Pada hukum *newton* dikatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dilenyapkan, energi memiliki sifat mutlak sebagaimana dinyatakan dalam hukum kekekalan energi. Mesin konversi energi yang digunakan untuk mengkonversi energi air adalah turbin air. 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. Sedangkan sudu putar atau *rotary blade*, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros. dalam penelitian ini menitik beratkan pada bagaimana merancang model turbin air dengan sistem sirkulasi tertutup serta menentukan pompa sirkulasi air dalam mengaplikasikan turbin air

dengan sistem sirkulasi tertutup.[10] Turbin adalah mesin penggerak, dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Jadi berbeda dengan yang terjadi pada mesin torak, pada turbin tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi. Bagian turbin turbin yang berputar dinamai *rotor* atau roda turbin, sedangkan bagian yang tidak berputar dinamai *stator* atau rumah turbin. Roda turbin terletak di dalam rumah turbin dan roda turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebanya ( generator listrik ).

Unsur utama yang harus dipenuhi suatu pembangkit listrik tenaga kerja air adalah tersedianya cukup air, pada ketinggian aliran yang cukup, dari sungai maupun dari saluran irigasi.[1] Air dialirkan dari *fore bay* melalui saluran *intake* dan kemudian melalui pipa pesat menuju turbin, pipa pesat mengalirkan air bertekanan. Dari tekanan inilah sudu-sudu turbin diputar.[6] Karena sudu-sudu turbin di letakkan pada poros turbin maka poros turbin ikut berputar, putaran poros turbin itu di gunakan untuk memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik sesuai dengan daya yang dihasilkan oleh turbin setelah dikurangi kerugian-kerugian yang terjadi.[9]

Turbin air adalah turbin dengan air sebagai fluida kerja, air mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah. Dalam hal tersebut air memiliki energi potensial. Dalam proses aliran di dalam pipa energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Di dalam turbin energi kinetik air di rubah menjadi energi mekanis, dimana air memutar roda turbin.[7]

*Runner* turbin pelton pada dasarnya terdiri atas cakera dan sejumlah mangkuk terpasang sekelilingnya. Kecepatan keliling *runner* dapat dihitung dengan persamaan: [6]

$$U_1 = k_u ( 2 \cdot g \cdot H_n )^{1/2} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots [8]$$

Dimana :

$U_1$  = kecepatan keliling optimal (m/s)

$k_u$  = koefisien 0.45- 0.49

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

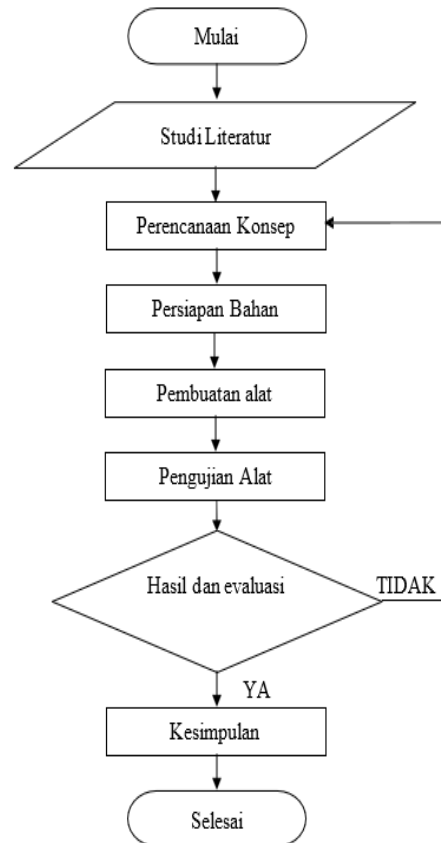
$H_n$  = tinggi jatuh efektif (m)

Diameter luar *runner* dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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 [6]

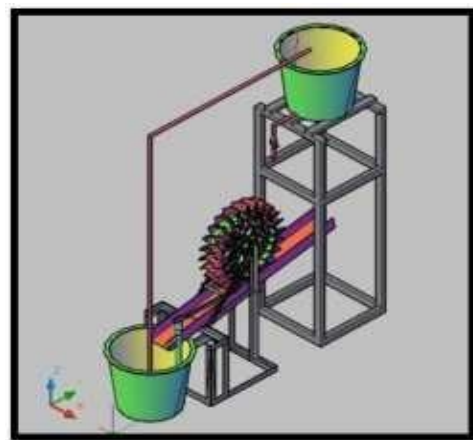
## 2. Metode Penelitian

Perancangan merupakan sebuah kegiatan awal dari sebuah usaha dalam merealisasikan sebuah produk yang keberadaannya di perlukan masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan hidupnya.



Gambar 1. Diagram alir (Flow Chart)

## 3. Hasil dan Pembahasan



Tabel 1. Spesifikasi

Dimensi alat	1960 x 610 x 1920 mm
Daya yang dihasilkan Turbin	1.56 Watt.
Kecepatan mutlak jet, $cI$	3,19 m/s
Diameter lingkaran tusuk, $D$	400 mm
Diameter jet, $d$	11 mm
Jumlah mangkuk, $z$	72 buah
Lebar mangkuk, $b$	27,5 mm
Tinggi mangkuk, $h$	23,1 mm
Lebar bukaan mangkuk, $a$	13,2 mm
Kedalaman mangkuk, $t$	9,9 mm
Diametr luar runner, $D0$	427,72 mm

### 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  $Q = 0,0003383$  m<sup>3</sup>/s.
- Kapasitas bak air 60 L.

$$D = \frac{D1+D2}{2} = \frac{50+39}{2} = \frac{89}{2} = 44.50$$

$$r = 22,25$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tandon} &= \pi r^2 t \\ &= 3,14 \cdot 22,25^2 \cdot 38,5 \\ &= 59\,848,105\,625 \\ &= 60 \text{ L.} \end{aligned}$$

Dimana :

diameter atas  $D1 = 50$  cm

diameter alas  $D2 = 39$  cm

tinggi = 38,5 cm

Pengujian debit dalam 1 menit = 20,3 L

$$1 : 20,3 \text{ L}_{\text{menit}} = \dots \text{L}_{\text{detik}}$$

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

$$0,3383 \text{ L}_{\text{detik}} = 0,0003383 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

#### 1. Kecepatan mutlak jet, $C_I$

$$\begin{aligned} C_I &= k_c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_n} \\ &= 0,98 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,54} \\ &= 0,98 \cdot \sqrt{10,5948} \\ &= 0,98 \cdot 3,25496544 \\ &= 3,18986613 \\ &= 3,19 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Dimana :

$cI$  = kecepatan mutlak jet (m/s)

$k_c$  = koefisien nosel (0,96-0,98)

$g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$H_n$  = Head efektif (m)

#### 2. Kecepatan keliling optimal, $U_1$

$$\begin{aligned} U_1 &= k_u \cdot (2 \cdot g \cdot H_n)^{1/2} \\ &= 0,49 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,54} \\ &= 0,49 \cdot \sqrt{10,5948} \\ &= 0,49 \cdot 3,25496544 \\ &= 1,59493307 \\ &= 1,59 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Dimana :

$U_1$  = kecepatan keliling optimal (m/s)

$k_u$  = koefisien 0.45- 0.49

$g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$H_n$  = tinggi jatuh efektif (m)

$$d = 0,01162306934806 \text{ m}$$

$$d = 11,62307 \text{ mm}$$

$$d = 11 \text{ mm}$$

#### 5. Jumlah Bucket (mangkuk)

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

$$Z = \frac{3,14 \cdot 400}{2 \cdot 11} + 15$$

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

$$Z = 72,09 \approx 72 \text{ buah.}$$

- Lebar mangkuk (bucket),  $b$

$$b = 2,5 \cdot 11$$

$$= 27,5 \text{ mm}$$

- Tinggi mangkuk (bucket),  $h$

$$h = 2,1 \cdot 11$$

$$= 23,1 \text{ mm}$$

- Lebar bukaan mangkuk (bucket),  $\alpha$

$$\alpha = 1,2 \cdot 11$$

$$= 13,2 \text{ mm}$$

- Kedalaman mangkuk (bucket),  $t$

$$t = 0,9 \cdot 11$$

$$= 9,9 \text{ mm}$$

- Kelonggaran mangkuk (bucket),  $k$

$$k = 0,1 \cdot 400$$

$$= 40 \text{ mm}$$

Dimana:

$D$  = diameter lingkaran tusuk (DLT) (m)

$d$  = diameter jet optimal (m)

$Q$  = debit air (m<sup>3</sup>/s)

$cI$  = kecepatan mutlak jet (m/s)

$z$  = jumlah mangkuk optimal

6. Diameter luar runner,  $D_0$ 

$$\begin{aligned} D_0 &= D + 1,2 \cdot h \\ &= 400 + 1,2 \cdot 23,1 \\ &= 427,72 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dimana :

 $D_0$  = Diameter luar runner (m) $D$  = Diameter lingkaran tusuk(DLT) (m) $h$  = Tinggi mangkuk (m)a) Daya yang di hasilkan turbin,  $P$ 

$$\begin{aligned} P &= Q \cdot \rho \cdot G \cdot H \cdot \eta_t \\ &= 0,0003383 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,54 \cdot 0,87 \\ &= 1,55913607 \\ &= 1,56 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Dimana :

 $P$  = daya yang dihasilkan turbin (kw) $\rho$  = massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ ) $G$  = gravitasi ( $\text{m/detik}^2$ ) $Q$  = debit air ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ) $H$  = tinggi air jatuh (m) $\eta_t$  = randemen turbin (0.87)

## 4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan model turbin air dengan sistem sirkulasi tertutup, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Permasalahan di daerah yang tidak adanya air terjun ataupun aliran sungai agar bisa membuat turbin air, dapat di bangun model turbin air dengan sistem sirkulasi tertutup ini sebagai pemecah masalah tersebut. Dari penelitian perancangan yang telah dilakukan didapatkan hasil daya turbin sebesar 1,56 Watt.
- Perancangan 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.

- Pompa yang di gunakan dalam perancangan ini adalah jenis pemindahan pompa positif (*positive displacement pump*).

## Daftar Rujukan

- [1] Archie W.Culp, Jr., Ph.D, 1985, *Associate Professor of mechanical engineering , University of Missouri-Rolla*. Penerjemah Ir. Darwin Siompul M.Eng.
- [2] Arismunandar ,W dan S. Kuwahara. 1991. *TTL (Pembangkitan dengan Tenaga Air)* ,jilid I. Jakarta : PT. Pradja Paramita.
- [3] Arismunandar, W. 1997. Penggerak Mula Turbin, Edisi Kedua. ITB Bandung Catur Wibowo, 2005. Langkah Pembangunan pembangkit Listrik Tenaga Mikro
- [4] Hidro (PLTMH), Jakarta.
- [5] Dandekar M.M dan K.N Sharma, 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Air*, terjemahan Setyadi, Bambang dan Dwita Sutjiningsih. **Jakarta. UI**
- [6] Eisenring , M. 1994. Turbin Pelton Mikro, terjemahan Sunarto, Edy. M. Jakarta Harvey A, *et al*, 2006. *Micro Hydro Desain Manual*, ITDG publishing
- [7] Warwickshire UK. Japan terjemahan Sunarto, Edy. M. Jakarta Munasir, 2004. Energi Kinetik dan Energi Potensial : Dirjenpendiknas
- [8] Sularso Ir, Kiyokastsu, 2004, 1997, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan elemen mesin*, PT Pradnya Paramita, Jakarta
- [9] Webber , N. B. (1971). *Fluid Mechanics For Civil Engineers*. Chapman and Hall ltd.
- [10] Anhar,Muh 92023). Pembuatan Model Turbin Air Dengan Sistem Sirkulasi Tertutup. JAMERE Vol 3 No 2 ,76-80