

# PERANCANGAN DAN REALISASI MODEL PROTOTIPE TURBIN AIR TYPE SCREW (ARCHIMEDEAN TURBINE) UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DENGAN HEAD RENDAH DI INDONESIA

Adly Havendri dan Hendro Lius\*

\*Laboratorium Konversi Energi - Jurusan Teknik Mesin- Fakultas Teknik –  
Universitas Andalas, Kampus Limau Manis Padang - 25163  
Telp. 0751-72586 Fax. 0751-72566  
email : [adlyhave@ft.unand.ac.id](mailto:adlyhave@ft.unand.ac.id) ; [adlyhave05@yahoo.com](mailto:adlyhave05@yahoo.com)

## ABSTRAK

Akibat dari krisis energi yang terjadi di dunia, terutama akibat keterbatasan bahan bakar minyak yang mengakibatkan mengurangi ketersediaan listrik, maka diadakanlah penelitian-penelitian untuk membuat Pusat Tenaga Listrik Mikrohidro (PTLMH) dengan memanfaatkan bermacam tipe turbin air. Salah satu dari tipe turbin yang sangat berpotensi untuk pembangkit listrik mikrohidro pada sungai-sungai di Indonesia adalah Turbin Screw (Archimedean Turbine). Turbin Screw ini didunia baru mulai dikembangkan terutama di Eropa pada akhir tahun 2007 yang lalu dan masih merupakan proyek uji coba.

Turbin screw ini sangat cocok untuk sungai-sungai di Indonesia karena pengoperasian turbin ini hanya memerlukan head turbin yang rendah ( $H < 10$  m), dimana keadaan ini sangat cocok untuk kebanyakan potensi alam di Indonesia yang mempunyai sungai dengan head yang rendah. Selain dari sungai, juga dimungkinkan untuk memanfaatkan potensi saluran irigasi yang telah ada. Apabila ditinjau dari segi investasi pembangunan pembangkit listrik tersebut adalah sangat sebanding dengan hasil yang diperoleh.

Saat ini ketersediaan data-data spesifikasi teknis yang berkaitan dengan aplikasi Turbin Screw masih sangat langka, oleh sebab itu perlu dibuatkan model prototipe turbin jenis ini untuk dapat dilakukan pengujian-pengujian untuk mendapatkan parameter yang berpengaruh pada pemilihan dan pengoperasian Turbin Screw. Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan model Turbin Screw dan sekaligus pembuatannya.

Keywords : **Turbin Screw, head rendah, model, perancangan**

## 1. PENDAHULUAN

Sekarang ini krisis energi telah melanda hampir seluruh negara di dunia. Akibat dari krisis energi yang terjadi di dunia, terutama akibat keterbatasan ketersediaan listrik maka diadakanlah penelitian-penelitian untuk membuat pusat listrik tenaga mikrohidro. Sementara itu dapat kita lihat bahwa alam kita ini sangat kaya akan potensi-potensi yang dapat dijadikan sumber energi listrik, seperti banyaknya sumber-sumber air yang dapat dijadikan sebagai pusat listrik tenaga mikrohidro. Kebanyakan sumber air yang ada hanya memiliki debit kecil dan head yang rendah, oleh karena itu penulis mencoba untuk merancang suatu pusat listrik tenaga mikrohidro sebagai salah satu cara agar krisis energi listrik dapat dihindari. Salah satu alternatif pusat listrik tenaga mikrohidro yang sangat berpotensi untuk sungai-sungai di Indonesia adalah Turbin Screw (Archimedean Turbine). Jika ditinjau dari segi investasi, pembangunan pusat listrik tenaga mikrohidro hanya memerlukan biaya yang kecil. Hal inilah yang mendukung kami untuk merancang pembangkit listrik mikrohidro sebagai salah satu cara agar krisis energi listrik dapat dihindari dan aktivitas kehidupan dapat berjalan seperti biasa.

Di lapangan pada umumnya tenaga air yang dapat diketahui hanya harga head dan debitnya saja, dimana di setiap tempat memiliki harga head dan debit yang berbeda-beda. Tujuan perancangan, pembuatan, dan pengujian turbin screw ini adalah agar daya listrik keluaran yang dihasilkan dapat semaksimal mungkin sehingga mampu memenuhi kebutuhan listrik di daerah tersebut.

Beberapa keunggulan dari turbin screw ini adalah :

1. Tidak memerlukan kontrol sistem khusus
2. Memiliki efisiensi yang tinggi
3. Mudah diperbaiki
4. Ramah lingkungan
5. Umur turbin 25 - 40 tahun

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Persamaan Energi

Arus air yang mengalir mengandung energi. Melalui sebuah turbin air, energi arus air tersebut bentuknya dapat diubah. Bentuk energi yang dimiliki fluida dapat dibagi atas 4 bentuk :

1. Energi Kinetik Fluida, yaitu merupakan bentuk energi yang dimiliki oleh fluida dengan massa  $m$  (kg) dan kecepatan  $C$  (m/s), yang di definisikan sebagai :

$$E_k = \frac{1}{2} m C^2$$

2. Energi Potensial Fluida, yaitu bentuk energi yang dimiliki fluida dengan massa  $m$  (kg) dimana energi yang timbul disebabkan oleh pengaruh dari gravitasi bumi  $g$  ( $m/s^2$ ) yang di definisikan sebagai :

$$E_p = m g z$$

3. Energi Tekanan, yaitu energi yang disebabkan oleh adanya gaya yang diberikan oleh unit massa fluida dengan massa jenis ( $\rho$ ) pada suatu bidang yang didefinisikan :

$$E_t = m \frac{p}{\rho}$$

4. Energi Dalam, yaitu suatu energi yang dimiliki fluida yang besarnya dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan fluida itu sendiri, didefinisikan sebagai :

$$\delta Q = \delta U + \delta pv$$

Untuk fluida inkompresible seperti air, energi dalam dapat diabaikan dalam perhitungan, karena energi dalam tidak memberikan efek yang besar terhadap kerja mesin fluida ( $\delta U = 0$ ). Pada instalasi turbin air terdapat adanya perbedaan tinggi air masuk dan keluar, hal ini terjadi karena perbedaan ketinggian dari permukaan air akibat perubahan aliran air. Dimana energi aliran akan berubah menjadi energi pada poros oleh turbin dalam bentuk head atau ketinggian.

## 2.2 Daya dan Efisiensi

Daya yang dihasilkan oleh kerja turbin didefinisikan sebagai kerja dalam satu detik yang dilakukan oleh air seberat  $m$  (kg) dimana akibat percepatan gravitasi bumi, air jatuh pada ketinggian head sampai pada daerah terendah dimana turbin tersebut dipasang. Diantara sudu gerak turbin, air yang jatuh mengalir  $Q$  ( $m^3/s$ ) akan menghasilkan gaya-gaya dengan kecepatan putar tertentu pada sudu turbin.

Daya yang dihasilkan turbin dengan efisiensi tertentu dapat ditentukan dengan persamaan :

$$P_{th} = \rho g Q H \eta$$

Dimana:

$P_{th}$	= Daya turbin [Watt]
$\rho$	= Massa jenis air [ $kg/m^3$ ]
$Q$	= Debit [ $m^3/s$ ]
$g$	= Percepatan gravitasi [ $m/s^2$ ]
$H$	= "net head" / tinggi efektif

Besar efisiensi turbin berkisar antara 75% sampai 90%, tergantung pada jenis turbin (turbin yang besar akan memiliki efisiensi paling tinggi).

## 2.3 Tipe dan Keunggulan Turbin Screw

Turbin screw merupakan salah satu turbin yang sangat special karena dapat beroperasi pada daerah yang memiliki head yang sangat rendah. Pada penggunaannya turbin screw ini posisi sudunya tergantung dari kondisi head yang ada di lapangan. Turbin screw bekerja pada head rendah dengan ketinggian air jatuh antara 2 – 15 m. Sudut untuk penentuan head turbin berada antara  $30^\circ$  -  $60^\circ$ .

Turbin screw terdiri dari beberapa tipe yaitu :



Type Steel trough



Type Closed compact installation

Adapun beberapa keunggulan dari turbin screw dibandingkan dengan jenis turbin air lainnya yaitu:

- a. Baik dikembangkan pada daerah yang memiliki sumber air dengan debit yang cukup besar (sungai) namun hanya memiliki head yang rendah.
- b. Tidak memerlukan sistem kontrol yang sangat rumit seperti turbin lainnya.
- c. Tekanan air yang terjadi pada tidak merusak ekologi dalam hal ini dampak terhadap makhluk hidup air (ikan).
- d. Tidak membutuhkan *draft tube*, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk penggalian pemasangan *draft tube*.
- e. Memiliki efisiensi yang tinggi, dengan variasi debit yang besar dan sangat baik untuk debit air yang kecil.
- f. Tidak memerlukan jaring-jaring halus sebagai pencegah masuknya puing-puing ke dalam turbin, sehingga dapat mengurangi biaya perawatan.

Adapun proses perubahan energi pada turbin screw hingga menjadi energi listrik yaitu dimana energi yang berasal dari energi mekanik yang terdapat pada air dan perubahan tekanan yang terjadi

pada sudu mengakibatkan sudu berputar dan memutar poros. Selanjutnya daya dari poros ditransmisikan ke generator yang nantinya diubah menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator nantinya didistribusikan ke konsumen setelah melalui inverter.



### 3. METODOLOGI PERANCANGAN DAN PEMBUATAN.

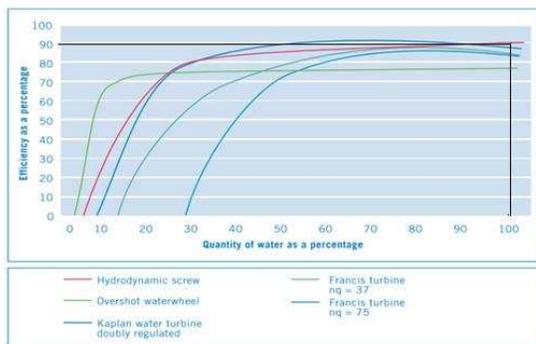
#### 3.1 Data Perancangan

Turbin screw yang direncanakan disini yaitu turbin dengan kapasitas mini hydro, data selengkapanya :

Data yang diperoleh :  
 Daya (P) : 100 Watt  
 Head efektif (H) : 0,5 meter  
 Sudut screw ( $\beta$ ) :  $26^\circ$

#### 3.2 Penentuan Efisiensi Turbin ( $\eta_T$ )

Efisiensi turbin screw/archimedes didapat dari grafik hubungan antara efisiensi turbin dengan besarnya debit aliran yang melewati turbin tersebut. Untuk perancangan digunakan debit aliran maksimum (100%), dimana berdasarkan grafik didapat besarnya efisiensi turbin screw adalah antara 90 %.



Gambar 3.2 Pengaruh debit yang berubah terhadap efisiensi

(sumber [www.ritz-atro.de/renewableenergy](http://www.ritz-atro.de/renewableenergy))

#### 3.1.2 Perhitungan Debit Aliran

Daya yang di hasilkan oleh generator merupakan hasil dari massa jenis, percepatan gravitasi, debit aliran, head dan efisiensi yang dimiliki oleh turbin. Maka untuk mendapatkan debit turbin dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta$$

$$Q = \frac{P}{\rho \cdot \eta \cdot H \cdot g}$$

$$= \frac{100 \text{ watt}}{1000 \text{ m}^3/\text{kg} \cdot 0,9 \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,02266 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 3.1.2 Perhitungan Panjang Turbin

Merupakan panjang dari turbin yang akan kita rancang dengan mengasumsikan sudut pemasangan turbin sebesar  $30^\circ$  terhadap permukaan acuan dan head sebesar 1 meter. Maka panjang turbin adalah :

$$\sin \alpha = \frac{H}{L}$$

$$L = \frac{0,5 \text{ m}}{\sin 30^\circ}$$

$$= 1 \text{ m}$$

#### 3.1.3 Perhitungan Diameter Turbin

Menurut persamaan chezy kecepatan aliran pada aliran terbuka yaitu :

$$V = C \sqrt{m} \sqrt{i}$$

Dimana :  $C$  : konstanta Chezy  
 $m$  : kedalaman rata – rata hidrolik  
 $i$  : kemiringan garis energy

Dan menurut persamaan Manning kecepatan aliran pada aliran terbuka yaitu

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) m^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

Dimana :  $n$  : konstanta kekasaran Manning

Type of Channel	Manning's n
<b>Excavated earth channels</b>	
Clean	0.022
Gravelly	0.025
Weedy	0.030
Stony, cobbles (or natural streams)	0.035
<b>Artificially lined channels</b>	
Brass	0.011
Steel, smooth	0.012
Steel, painted	0.014
Steel, riveted	0.015
Cast iron	0.013
Concrete, well-finished	0.012
Concrete, unfinished	0.014
Planed wood	0.012
Clay tile	0.014
Brickwork	0.015
Asphalt	0.016
Corrugated metal	0.022
Rubble masonry	0.025

Tabel 3.1 Kekasaran manning untuk berbagai bahan saluran terbuka (open channel flow)

(sumber [www.mampower/openchannelflow](http://www.mampower/openchannelflow))

Menurut persamaan kontinuitas dapat kita ketahui bahwa Q merupakan hasil kali kecepatan aliran terhadap luas penampang tertentu. ( $Q = V \cdot A$ )

Maka persamaan kapasitas aliran untuk aliran terbuka adalah

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) m^{2/3} \sqrt{i} \cdot A$$

Nilai m juga sebanding dengan :

$$\text{Kedalaman rata-rata hidraulik} = \frac{\text{Luas permukaan aliran}}{\text{Keliling yang basah}}$$

$$m = \frac{A}{P}$$

Dengan mengasumsikan kedalaman basah sebesar  $2/5$  panjang diameter dan nilai  $n$  sebesar  $0,022$  (*Excavated earth channel "clean"*) maka kita mendapatkan diameter turbin sebesar :

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) m^{2/3} \sqrt{i} \cdot A$$

$$Q = \frac{1}{n} \frac{(\frac{2}{5} \times \frac{1}{4} \pi D^2)^{2/3}}{(\frac{2}{5} \times \pi D + 0,8D)^{2/3}} \times \sqrt{0,577} \times \frac{2}{5} \times \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$0,02266 = \frac{1}{0,022} \frac{(\frac{1}{10} \pi D^2)^{2/3}}{(2,056D)^{2/3}} \times \sqrt{0,577} \times \frac{1}{10} \pi D^2$$

$$0,02266 = 45,45 \frac{(0,314D)^{2/3}}{(2,056)^{2/3}} \times 0,76 \times \frac{1}{10} \pi D^2$$

$$0,02266 = 10,85 D^2 \times (0,1527D)^{2/3}$$

$$0,02266 = 10,85 D^2 \times 0,2857 \times D^{2/3}$$

$$0,02266 = 3,1 \times D^{8/3}$$

$$D^{8/3} = \frac{0,02266}{3,1}$$

$$D^{8/3} = 0,00731$$

$$D = 0,15811 \text{ m}$$

$$D = 6,22 \text{ inc}$$

Dari persamaan di atas, maka nilai  $D$  akan diperoleh sebesar  $D = 0,15811 \text{ m}$

### 3.1.5 Perhitungan Kecepatan Aliran

Dengan mensubstitusi nilai  $D$  maka dapat diperoleh kecepatan aliran sebesar:

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) m^{2/3} \sqrt{i}$$

$$V = \frac{1}{0,022} \times \frac{(\frac{2}{5} \times \frac{1}{4} \pi D^2)^{2/3}}{(\frac{2}{5} \times \pi D + 0,8D)^{2/3}} \times \sqrt{0,577}$$

$$V = \frac{1}{0,022} \times \frac{(\frac{2}{5} \times \frac{1}{4} \pi \times 0,15811^2)^{2/3}}{(\frac{2}{5} \times \pi \times 0,15811 + 0,8 \times 0,15811)^{2/3}} \times \sqrt{0,577}$$

$$V = 2,885 \text{ m/s}$$

Untuk penghitungan diameter turbin tanpa sudu dapat dihitung dengan perbandingan dari gambar referensi. Dimana :

$$r_{\text{turbin tanpa sudu}} : \text{sudu} = 10 : 8$$

Dengan persamaan tersebut maka dapat diperoleh jari-jari turbin tanpa sudu sebesar :

$$r_{\text{TurbinTanpaSudu}} = \frac{10}{18} \times 0,079055 = 0,04392 \text{ m}$$

Dari data di atas diketahui bahwa  $D_{\text{turbin tanpa sudu}} = 2 \times 0,04392 \text{ m} = 0,08784 \text{ m} = 8784 \text{ mm} = 3,46 \text{ inc}$ , sedangkan bahan yang ada dilapangan adalah ukuran  $3 \text{ inc}$ , maka akan dipakai  $D_{\text{turbin tanpa sudu}}$  adalah  $OD \ 3,5 \text{ inc} = 0,0889 \text{ m}$ .

Sesuai dengan diameter turbin tanpa sudu yang kita pakai, maka didapat tinggi sudu sebesar :

$$t_{\text{sudu}} = \frac{8}{18} \times 0,0889 = 0,03951 \text{ m}$$

### 3.1.6 Pemilihan Material Turbin

Pemilihan bahan yang akan digunakan berdasarkan kondisi kerja yang dialami dan penyebab kegagalan yang sering terjadi pada sudu. Adapun kondisi kerja yang terjadi pada turbin adalah sudu gerak terendam dalam air dan berputar pada putaran  $30 - 65 \text{ rpm}$ . Sedangkan penyebab kegagalan yang sering terjadi adalah adanya erosi akibat partikel pasir yang terbawa air, dan korosi pada sudu akibat sudu teroksidasi dengan udara maupun air. Oleh karena itu perancang berusaha memilih material yang ada di pasaran dan memenuhi aspek ketahanan terhadap korosi, keausan, dan sebagainya. Pada perancangan ini bahan yang dipilih adalah ASTM A53 karena merupakan bahan umum dari pipa yang ada di lapangan dengan *minimum tensile yield strength* 205 MPa (30 ksi), *maximum tensile ultimate strength* 330 Mpa (48 ksi), *elongation* 20%, dan massa jenis  $7850 \text{ kg/m}^3$

## 4 HASIL PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

### 4.1 Spesifikasi Turbin

Dari perhitungan diatas maka didapatkan spesifikasi turbin yaitu :

- Jenis Turbin : Turbin Screw
- Daya Turbin : 100 Watt
- Head Turbin : 1 m
- Kecepatan aliran: 2,885 m/s
- Kapasitas aliran : 0,02266  $\text{m}^3/\text{s}$
- Panjang turbin : 1 m
- Jarak Pitch : 0,132 m
- Sudut peletakan turbin ( $\alpha$ ) :  $30^\circ$
- Diameter inner turbin ( $D_i$ ) : 0,0889 m
- Diameter luar turbin ( $D_o$ ) : 0,16792 m
- Tinggi sudu turbin : 0,03951 m
- Jumlah sudu turbin (Z) : 3 buah sudu.
- Jumlah cycle : 18
- Tebal sudu turbin (t) : 0,0031134 m
- Sudut screw turbin ( $\beta$ ) :  $26^\circ$
- Material turbin baja carbon ASTM A 53.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Penentuan Jenis Turbin

Jenis turbin yang nantinya dibuat adalah turbin screw (*archimedean screw turbine*) yang memiliki head,  $H = 1$  meter dengan sudut peletakan turbin sebesar  $30^0$  dan dengan putaran rencana,  $n = 45$  rpm. Daya ideal yang dihasilkan turbin berdasarkan head dan kapasitas aliran adalah 100 Watt, berdasarkan perancangan dimana efisiensi turbin  $\eta_T = 90\%$ . Efisiensi turbin dalam perancangan ini diambil untuk turbin yang bekerja pada beban maksimal.

### 4.2.2 Penentuan Spesifikasi sudu turbin

Dimensi utama yang didapat berupa diameter dalam, lebar sudu, tebal sudu, diameter luar, sudut kemiringan screw dan jumlah sudu turbin. Diameter dalam dan luar dipengaruhi oleh kapasitas aliran dan perbandingan antara diameter dalam ( $D_i$ ) dan diameter luar ( $D_o$ ) turbin yang direncanakan pada turbin. Dari kapasitas aliran dan perbandingan diameter turbin didapat diameter dalam ( $D_i$ ) turbin sebesar 0,0889 m. Sedangkan diameter luar turbin ( $D_o$ ) didapat sebesar 0,16792 m. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa besarnya diameter turbin dipengaruhi oleh kapasitas aliran yang terjadi pada turbin dimana kapasitas aliran berbanding lurus dengan diameter. Sehingga jika kapasitas aliran yang terdapat dilapangan besar maka diameter yang akan dirancang nantinya juga akan semakin besar. Kapasitas aliran yang digunakan  $Q = 0,02266 \text{ m}^3/\text{s}$  dan perbandingan diameter pipa dan sudu turbin sebesar 10 : 8 dan didapat tinggi sudu  $t = 0,03951$  m. Sedangkan jumlah sudu turbin direncanakan adalah  $Z = 3$  buah.

### 4.2.3 Penentuan Spesifikasi Poros dan Pasak

Diameter poros berdasarkan perhitungan sebelumnya adalah sebesar 22,4 mm. Bahan poros yang digunakan adalah baja karbon konstruksi mesin JIS G 4501 S40C. Tegangan geser izin koreksi,  $\tau_{\text{koreksi}} = 2,94 \text{ kg/mm}^2$  sedangkan tegangan geser yang timbul pada poros adalah  $\tau_{\text{timbul}} = 2,772075 \text{ kg/mm}^2$  karena tegangan geser yang timbul lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan maka poros aman untuk digunakan.

Ukuran pasak adalah 10 x 8 sebagai mana telah dibahas pada bab sebelumnya. Berdasarkan perhitungan diperoleh tegangan geser izin pada pasak,  $\tau_{\text{ka}} = 2,667 \text{ kg/mm}^2$ . Sedangkan tegangan geser yang ditimbulkan pada pasak agar pasak aman digunakan harus lebih kecil dari tegangan geser izin pada pasak dengan panjang pasak  $l_1 \geq 12,5$  mm.

Pemeriksaan tekanan permukaan pasak dilakukan dengan tekanan permukaan pasak yang timbul harus berada dibawah tekanan permukaan izin pasak yaitu  $8 \text{ kg/mm}^2$ , dan agar aman maka tegangan tegangan permukaan pasak harus lebih kecil dari tegangan permukaan izin. Pasak aman jika panjang pasak  $l_2 \geq 6,9$  mm. Berdasarkan perhitungan tegangan geser

dan tekanan permukaan pasak maka panjang pasak yang aktif dan aman digunakan adalah 19,4 mm. Bahan yang digunakan pada pasak adalah S30C dengan kekuatan tarik  $48 \text{ kg/mm}^2$ . Kekuatan tarik bahan pasak ini lebih kecil dibandingkan kekuatan tarik bahan poros ( $\sigma_B = 55 \text{ kg/mm}^2$ ). Ini bertujuan supaya pasak lebih dulu gagal atau aus daripada poros, sehingga tingkat kegagalan poros dapat ditanggulangi.

### 4.2.4 Penentuan Spesifikasi Kopling Flens

Kopling merupakan elemen mesin dengan fungsi meneruskan putaran dan daya dari poros penggerak ke komponen mesin lain. Kopling yang direncanakan adalah kopling tetap dengan jenis kopling flens kaku. Kopling tetap ini selalu dalam keadaan terhubung. Kopling ini dipilih karena murah, pemasangan yang mudah dan cepat, ringan, aman pada putaran tinggi; getaran dan tumbukan kecil.

Tegangan geser pada kopling flens ada dua yaitu tegangan geser pada baut pengikat dan tegangan geser flens. Tegangan geser pada baut pengikat ( $\tau_b$ ) adalah  $0,1621 \text{ kg/mm}^2$  dan tegangan izin baut ( $\tau_{\text{ba}}$ ) sebesar  $2,222 \text{ kg/mm}^2$ . Dari kedua tegangan geser ini diperoleh bahwa  $\tau_b < \tau_{\text{ba}}$ , maka baut aman digunakan. Tegangan geser izin pada Flens ( $\tau_{\text{Fa}}$ ) sebesar  $1,111 \text{ kg/mm}^2$ , sementara tegangan geser yang timbul pada flens  $\tau_F$  adalah  $0,0492 \text{ kg/mm}^2$ . Dengan tegangan geser izin lebih besar dari pada tegangan yang timbul, maka flens aman digunakan.

### 4.2.5 Penentuan Spesifikasi Bantalan bola

Bantalan bagian atas yang digunakan adalah bantalan bola dengan nomor 6305. Pemilihan ini didasari oleh putaran poros, besarnya beban dan diameter dari poros tersebut. Kondisi kerja poros adalah bekerja pada putaran rendah dan beban kecil pada bagian atas.

Bantalan bola dipilih karena bantalan ini mampu menumpu poros berputaran rendah yang menahan beban radial. Dari hasil perancangan dipilih bantalan dengan seri 6305 dengan dengan diameter poros yaitu 25 mm, dan panjang bantalan 17 mm.

### 4.2.6 Penentuan Spesifikasi Bantalan rol kerucut

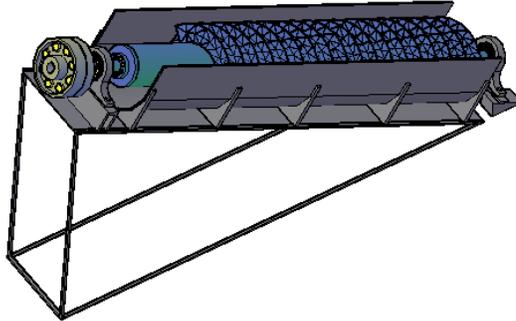
Bantalan bagian bawah yang digunakan adalah bantalan rol kerucut dengan nomor 30305. Pemilihan ini didasari oleh putaran poros, besarnya beban dan diameter dari poros tersebut. Kondisi kerja poros adalah bekerja pada putaran rendah dan beban yang cukup besar.

Bantalan rol kerucut dipilih karena bantalan ini mampu menumpu poros berputaran rendah dengan beban besar dan juga tidak memerlukan torsi yang besar untuk dapat berputar. Bantalan ini dapat meredam tumbukan dan getaran dan juga banyak terdapat di pasaran sehingga memudahkan ketika dilakukan perawatan atau penggantian bantalan turbin.

Dari hasil perancangan dipilih bantalan dengan seri 30305 dengan dengan diameter poros yaitu 25 mm, dan panjang bantalan 18,25 mm.

#### 4.3 Turbin Screw yang Telah Dibuat

Berikut ini adalah gambar skematis dari model turbin screw yang dibuat :



Gambar 4.1 Skema Turbin Screw

Sedangkan foto dari Turbin Screw yang telah dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Foto Turbin Screw yang Telah Dibuat Dilihat dari Samping



Gambar 4.3 Foto Turbin Screw yang Telah Dibuat Dilihat dari Depan

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan dan pembuatan model prototype turbin screw dapat disimpulkan :

1. Jenis prototype turbin yang dirancang adalah turbin screw (archimedean turbine) dengan 3 sudu.
2. Spesifikasi turbin screw dan komponen pendukungnya sebagai berikut :

##### Spesifikasi model turbin

- a) Daya Turbin : 100 Watt
- b) Putaran Turbin : 45 rpm
- c) Head Turbin : 1 m
- d) Kapasitas aliran :  $0,022 \text{ m}^3/\text{s}$
- e) Diameter turbin : 0,167 m
- f) Material turbin baja carbon ASTM A 53

##### Spesifikasi Bagian Pendukung

- a) Poros
    - Diameter Poros ( $d_s$ ) : 22,4 mm
    - Material poros : baja karbon konstruksi JIS G4501 S40C
  - b) Pasak
    - Ukuran pasak : 10 x 8
    - Material pasak : S30C
  - c) Baut
    - Baut : M10
    - Material baut : S20C
3. Model Turbin Screw ini telah berhasil dirancang dan dibuat. Dan turbin tipe ini akan cocok dipergunakan untuk daerah sungai di Indonesia yang memiliki head rendah .

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Dietzel, Fritz. 1990. **Turbin, Pompa dan Kompresor**, Jakarta: Penerbit Erlangga.
2. Giles, Rinal .V. 1984. **Mekanika Fluida dan Hidrolika**, Jakarta: Penerbit Erlangga.
3. Haris, Wiranto Munandar. 1998. **Penggerak Mula Turbin**, Bandung: ITB Pers.
4. Linsley, Ray .K. and Franzinni. Joseph.B. 1991. **Teknik Sumber daya Air**, Jakarta: Penerbit Erlangga.
5. Niemann, Gustav. 1978. **Machine Elements Volume 2**, New York: Springer-Verlag.
6. Paryatmo, Wibowo, 2007. **Turbin Air**, Jakarta: Graha Ilmu.
7. Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1987. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, Pradnya Paramita.
8. Spotts.M.F. **Design of Machine Elements**, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
9. White, F.M. 1986. **Fluids Mechanics**, terjemahan Like Wilarjo “ *Mekanika Zalir* “, Jakarta: Penerbit Erlangga.

10. [www.wikipedia.org/wiki/archimedean\\_screw](http://www.wikipedia.org/wiki/archimedean_screw),  
aces on Desember 2008.
11. [www.ritz-atro.de/renewable\\_energy](http://www.ritz-atro.de/renewable_energy), acces on  
Desember 2008.
12. [www.mannpower/openchannelflow](http://www.mannpower/openchannelflow), acces on  
Desember 2008.