

**TURBIN *CROSS FLOW*
PANJARAN GANDA**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan diplomatiga(D-3)
pada Politeknik NegeriUjung Pandang

OLEH

MARWANSYAH 341 17 006

FERDINAND SAMKAKAI 341 17 048

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Proses Pembuatan Turbine Cross Flow Pancaran Ganda” oleh Marwansyah NIM 341 17 006 dan Ferdinan Samkakai NIM 341 17 048 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik pada Diploma Tiga Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 25 September 2020

Pembimbing I
Menyetujui
Pembimbing II,



Ir. Luther Sonda, M.T.
NIP : 19580815 198801 1 001



Drs. Mastang, M.Hum.
NIP : 19630120 199303 1 001

Mengetahui:
Koordinator Program Studi D3 Teknik Mesin



Tri Agus Susanto, S.T., M.T.
NIP : 19640811 199303 1 001

LEMBAR PENERIMAAN

Pada hari ini Jumat tanggal 2 Oktober 2020, tim penguji seminar Tugas Akhir telah menerima Laporan Tugas Akhir oleh Marwansyah NIM 341 17 006 dan Ferdinan Samkakai NIM 341 17 048 dengan judul "Proses Pembuatan Turbine Cross Flow Pancaran Ganda".

Makassar, 2 Oktober 2020

Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

- | | |
|----------------------------------|--------------------|
| 1. Ir. Ikram, M.T. | Ketua (.....) |
| 2. Tri Agus Susanto, S.T., M.T. | Sekretaris (.....) |
| 3. Amrullah, S.T., M.T. | Anggota (.....) |
| 4. Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. | Anggota (.....) |
| 5. Ir. Luther Sonda, M.T. | Anggota (.....) |
| 6. Drs. Mastang, M.Hum. | Anggota (.....) |

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

“PEMBUATAN TURBIN CROSS FLOW PANJARAN GANDA”

Penyusunan tugas akhir ini dapat diselesaikan atas dukungan berbagai pihak yang telah meluangkan waktunya dan memberi masukan dan saran kepada penulis. Olehnya itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

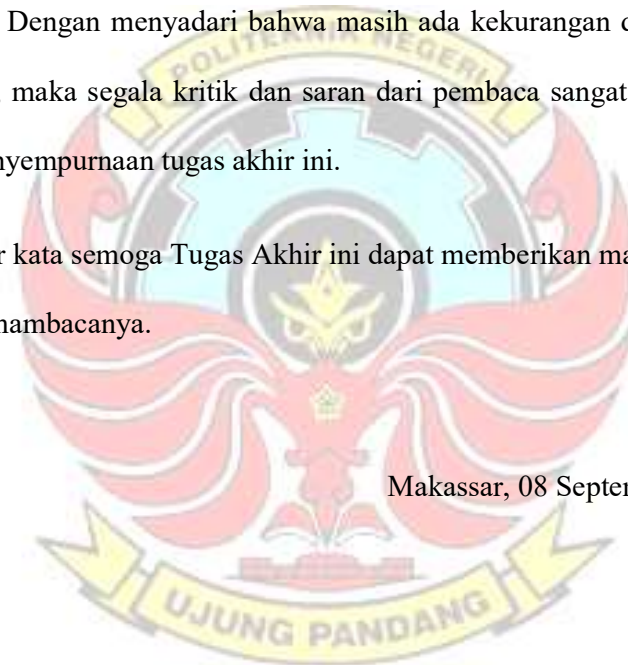
1. Ayahanda, ibunda serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberi bantuan materi maupun non-materi sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Ansar, M.Si.,Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur ,S.ST., M.T.,Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandan.
4. Bapak Tri Agus Susanto, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Makassar.
5. Bapak Ir. Luther Sonda, M.T selaku Pembimbing I dan memberikan arahan pada saat pengerjaan tugas akhir ini.
6. Bapak Drs. Mastang, M.hum. selaku Pembimbing II.

7. Para dosen dan staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak bisa disebut namanya satu persatu tas limpahan ilmu yang telah di berikan.
8. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2017 khususnya pada program studi D3 Teknik Mesin atas kebersamaan dan kerjasamanya selama ini.
9. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu atas segala bentuk bantuan sehingga tugas akhir kami dapat terselesaikan.

Dengan menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam tugas akhir ini, maka segala kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan guna penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang mambacanya.

Makassar, 08 September 2020



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LatarBelakang.....	1
1.2 RumusanMasalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB	II
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teori Turbin.....	5
2.2 Keunggulan Turbin	7
2.3 Keterbatasan Penggunaan Turbin <i>Cross flow</i>	9
2.4 Komponen Turbin <i>Cross Flow</i>	9
2.5 Perencanaan Turbin <i>Cross FLOW</i>	11
BAB	III
METODE KEGIATAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Pembuatan.....	14
3.2 Bahan dan Alat-alat yang Digunakan	14
3.3 Diagram Alir	17
3.4 Prosedur Pembuatan Alat	18

BAB	IV
HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Perhitungan.....	28
4.1.1 Nossel Horisontal	28
4.1.2 Nossel Vertikal.....	28
4.1.3 Nossel Horisontal-Vertikal	31
4.2 Tabel Hasil Perhitungan	33
4.3 Grafik dan Pembahasan.....	35
4.3.1 Grafik Bukaannya Terhadap Debit Air.....	36
4.3.2 Grafik Grafik Bukaannya Terhadap kec. Aliran.	37
4.3.3 Grafik Bukaannya Terhadap Energi Kinetik.....	38
4.3.4 Grafik Bukaannya Terhadap Air.....	39
4.3.5 Grafik Bukaannya Terhadap Torsi.....	40
4.3.6 Grafik Bukaannya Terhadap Daya Turbin.....	41
4.3.7 Bukaannya Terhadap Efisien Turbin.....	42
BAB	V
KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran-saran	43
DAFTAR	
PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	
.....	46

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1 Turbin Cross Flow	8
2. Gambar 2.2 Daun sudu-sudu turbin	8
3. Gambar 2.3 Piring sudu-sudu turbin	9
4. Gambar 2.4 Rumah turbin	9
5. Gambar 2.5 Bearing (Bantalan)	10
6. Gambar 2.6 Katup turbin	10
7. Gambar 2.7 Poros turbin	11



DAFTAR TABEL

4.2 Tabel Hasil Perhitungan	48
Tabel Data Hasil Pengujian.....	



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1. Dokumentasi



DAFTAR GRAFIK

4.3.1 Grafik Bukaannya Katup terhadap Efisiensi Turbin Pada Nossel Horisontal

4.3.2 Grafik Bukaannya Katup terhadap Efisiensi Turbin Pada Nossel Vertikal.

4.3.3 Grafik Bukaannya Katup terhadap Efisiensi Turbin Pada Nossel Horisontal-Vertikal.

4.3.4 Grafik Bukaannya Katup Terhadap Daya Turbin Pada Nossel Horisontal.

4.3.5 Grafik Bukaannya Katup Terhadap Daya Turbin Pada Nossel Vertikal.

4.3.6 Grafik Bukaannya Katup Terhadap Daya Turbin Pada Nossel Horisontal-Vertikal.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini Bangsa Indonesia sedang giat-giatnya melaksanakan pembangunan dalam segala bidang mulai dari kota besar hingga ke pelosok pedesaan. Program pemerintah yang berkesinambungan, untuk mencapai tujuan nasional yaitu menjadikan masyarakat adil dan makmur, yang membutuhkan peningkatan pembangunan bidang energi listrik.

Upaya untuk memperoleh energi listrik dapat dilakukan melalui metode konversi energi, seperti sistem Pembangkit Listrik dalam skala besar maupun skala kecil Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Pemanfaatan energi tersebut harus disesuaikan dengan potensi alam yang tersedia dan besarnya kapasitas yang diinginkan.

Melalui pemikiran di atas, dapat disimpulkan bahwa keadaan alam di Indonesia sangat kaya dengan potensi sumber daya alam yang dapat diperbaharui, berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah turbin *cross flow* dengan system sirkulasi.

PLTMH secara umum didefinisikan sebagai pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber daya air dengan output skala kecil (5-100kW) yang mempunyai beberapa kelebihan antara lain :

- Energi terbarukan, berkelanjutan dan ramah lingkungan.
- Pemanfaatan Biaya operasional yang murah dan ekonomis.
- Sumber daya alam mengenai energi air melimpah.

- Teknologi yang sederhana, murah dan tepat penggunaannya.

Dengan kemampuannya untuk beroperasi pada kisaran debit dan aliran yang luas, turbin *cross-flow* cocok untuk dikembangkan sebagai penggerak mula PLTMH. Dengan teknologi yang sederhana dari turbin ini yang memungkinkan dapat diproduksi pada bengkel- bengkel setempat akan mampu menimbulkan efek sebar yang luas bagi perkembangan ekonomi di daerah- daerah. Untuk itu diusulkan agar teknologi pembuatan turbin *cross-flow* ini dapat disebarluaskan di seluruh daerah Indonesia dengan memberikan penyuluhan dan pelatihan pada industry permesinan atau bengkel- bengkel di daerah. Oleh sebab itu, diharapkan akan memberikan dukungan yang signifikan bagi tersedianya energy listrik bagi daerah- daerah terpencil.

Melihat situasi yang sering terjadi di lapangan misalnya mengenai kekurangan- kekurangan dari suatu desain turbin yang berpengaruh pada sistim PLTMH. Oleh karena itu perlu diadakan suatu penelitian dengan topik "*PEMBUATAN TURBIN CROSS-FLOW PANJARAN GANDA*".

Dalam hal ini, turbin *cross-flow* dirancang dengan nossel dua tingkat yakni nossel Ia dan Ib merupakan nossel tingkat I (nossel eksternal) yang mengatur kapasitas air yang akan dialirkan ke dalam turbin. Sedangkan nossel tingkat II (nossel internal) yang berfungsi untuk mengarahkan aliran agar tidak terjadi turbulensi akibat adanya tabrakan aliran dari kedua nossel tingkat I. Nossel internal juga berfungsi menstabilkan aliran air yang

melewati runner dan kembali mendorong sudu turbin yang lain sebelum keluar dari runner yang berputar.

Agar tetap pada posisinya maka nosel internal tersebut dipasang pada salah satu piringan yang sudah didesain terpisah dari runner yang berotasi.

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana upaya yang dilakukan untuk mendapatkan dimensi komponen utama Turbin *Cross Flow* dengan nosel dua tingkat ?
2. Bagaimana membuat sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang efisien ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan data dimensi utama Turbin *Cross Flow* dengan nosel dua tingkat.
2. Menganalisa kinerja Turbin *Cross Flow* dengan nosel dua tingkat.

1.4 Batasan Masalah

Mengingat analisis kinerja dan desain sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro secara keseluruhan banyak menyangkut disiplin ilmu lain, maka penulisan tugas akhir ini permasalahannya dibatasi pada :

1. Menganalisa dimensi komponen-komponen utama Turbin *Cross Flow* dengan nosel dua tingkat.
2. Menganalisa kinerja Turbin *Cross Flow* dengan nosel dua tingkat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Turbin

Turbin adalah mesin penggerak yang mengubah energi potensial fluida menjadi energi mekanik yang kemudian diubah lagi menjadi energi listrik pada generator. Bagian turbin yang berputar disebut runner atau roda turbin. Roda turbin terletak di dalam rumah turbin dan memutar poros daya yang menggerakkan generator listrik. (Haimerl,1960).

Pada roda turbin terdapat sudu dan fluida kerja mengalir melalui ruang diantara sudu tersebut. Sebuah roda turbin bisa saja terdapat beberapa baris sudu gerak yang dipasang berurutan dalam arah aliran fluida kerja, setiap baris sudu terdiri dari sudu yang disusun melingkar masing – masing dengan bentuk yang sama. Turbin dengan satu baris sudu gerak disebut turbin bertingkat tunggal, sedangkan turbin dengan beberapa baris sudu gerak disebut turbin bertingkat ganda. Proses fluida kerja mengalir melalui baris sudu yang pertama, kemudian baris kedua, ketiga dan seterusnya. namun sebelum mengalir ke setiap baris sudu yang bersatu dengan rumah turbin. Karena sudu tersebut tidak berputar, sudu tersebut disebut sudu tetap, yang berfungsi mengarahkan aliran fluida kerja masuk kedalam sudu gerak berikutnya, bisa juga disebut nossel. (Haimerl, 1960)

- Keuntungan - keuntungan turbin antara lain :

- 1) Ruangan yang diperlukan lebih kecil atau lebih kompak.

- 2) Dapat beroperasi dengan kecepatan lebih tinggi.
- 3) Mampu membangkitkan daya yang lebih besar dengan ukuran yang relative kecil.
- 4) Daerah putaran (rpm) yang lebih luas, sehingga memungkinkan hubungan langsung dengan generator.
- 5) Mampu memanfaatkan beda ketinggian permukaan air dari yang sangat rendah sampai yang lebih tinggi.
- 6) Dapat bekerja terendam di dalam air.
- 7) Mempunyai efisiensi yang relatif lebih baik.
- 8) Dapat dikonstruksikan dengan poros mendatar maupun tegak.

2.1.1 Definisi Turbin

Turbin *cross flow* merupakan turbin air pembangkit tenaga listrik dengan poros horizontal dilengkapi dengan sudu-sudu yang dilengkungkan dan ditempatkan pada piringan sudu sehingga membentuk silinder sudu dan ditempatkan pada lorong silinder sudu yang tertutup, kecuali pada ujung udik yang terhubung pada pipa pesat ujung hilir. Sudu-sudu diputar oleh aliran air yang memancar ke luar dari pipa pesat yang berfungsi untuk memutar dinamo pembangkit tenaga listrik. Turbin *cross flow* akan memberikan unjuk kerja optimal pada kondisi debit aliran air yang tinggi.

Karena kinerja turbin *cross flow* sangat dipengaruhi oleh muka air hilir, maka bagian peluar (*outlet*) turbin harus berada

lebih tinggi dari elevasi muka air saluran irigasi sehingga tidak mempengaruhi aliran air yang keluar dari turbin. Turbin *cross flow* dapat dioperasikan pada debit 20 liter/ sec hingga 10.000 lieter/ sec dan head antara 1 s/d 200 m. Turbin *cross flow* menggunakan nossel yang bulat, dengan lubang (diameter) sesuai dengan lebar runner. Pancaran air masuk ke turbin dan mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air mengalir keluar membentuk sudu dan memberikan energinya (lebih rendah dibanding saat masuk) kemudian meninggalkan turbin. Runner turbin dibuat dari beberapa sudu yang dipasang sepanjang piringan paralel.

2.2 Keunggulan Turbin

1. Kisaran operasi yang luas

Kisaran operasi pada turbin cross-flow meliputi debit antara 20 liter sampai 10000 liter per detik, serta head antara 1 m sampai 200 m.

Turbin cross-flow dapat beroperasi pada berbagai debit dibandingkan dengan jenis turbin lainnya. Dengan adanya kisaran operasi yang luas maka turbin cross-flow memungkinkan untuk dipakai pada berbagai PLMTH yang debit dan headnya berbeda.

2. Sebagai alternative turbin francis

Dengan kisaran operasi yang luas, turbin cross-flow dapat menjadikan alternative menggantikan turbin Prancis yang dulunya sering digunakan sebagai penggerak mula PLTMH.

3. Pengaturan efisiensi yang tetap tinggi pada debit rendah.

Turbin cross-flow mempunyai keunggulan di mana dapat diatur agar efisiensinya tetap tinggi meskipun aliran sangat kecil, misalnya hanya seperempat atau 25% dari debit aliran penuh.

4. Mudah dan murah proses pabrikan dan pemeliharaan

Turbin cross-flow merupakan turbin air jenis impuls yang berbeda dengan turbin reaksi yang tidak memerlukan casing yang mampu menahan tekanan tinggi, juga memerlukan clearance yang sangat tinggi. Dengan sifat-sifat tersebut, turbin ini lebih gampang dipabrikasi dan dipelihara. Artinya dalam pemeliharaannya tidak memerlukan teknisi dan peralatan yang khusus. (www.microhydropower.net).

2.3 Keterbatasan Penggunaan Turbin Cross Flow

1. Efisiensi yang lebih rendah

Masing-masing jenis turbin memiliki kurva efisiensi yang berbeda jika beroperasi pada berbagai macam debit aliran air. Sebuah turbin biasanya didesain untuk beroperasi pada titik efisiensi terbaiknya. Jika turbin beroperasi pada debit yang lebih rendah atau lebih tinggi dari titik efisiensi terbaiknya maka efisiensi hidrauliknya akan turun.

2. Pengaturan secara *load control*

System pengaturan pada pembangkit listrik mempunyai fungsi agar jumlah listrik yang dihasilkan sama dengan jumlah listrik yang dikonsumsi, sehingga kualitas listrik yang dihasilkan berupa tegangan dan frekuensi tetap terjaga. Untuk itu ada dua jenis system pengaturan pada listrik tenaga air, yaitu:

- a. pengaturan debit air (*flow control*)
- b. Pengaturan beban listrik (*load control*). (*British Hydro Association*).

2.4 Komponen Turbin Cross Flow

a) Daun sudu - sudu turbin

Berupa plat-plat baja berbentuk lengkung yang bagian ujung-ujungnya dirangkai pada piring bulat perletakan sudu-sudu dengan pengelasan sehingga membentuk silinder sudu.

b) Piring sudu - sudu turbin

Berupa piringan baja pipih berbentuk bulat yang diberi celah alur untuk penempatan daun sudu-sudu dan lubang bulat di bagian tengah untuk penempatan pipa sebagai poros silinder sudu; piring sudu-sudu ditempatkan

c) Rumah turbin

Rumah turbin merupakan bagian turbin yang berfungsi sebagai tempat memasang bagian-bagian turbin lainnya seperti runner, adapter, dan sebagainya.

c) Bearing

Bearing adalah bagian dari mesin, yang terbuat dari logam, yang berfungsi untuk memperkecil gesekan pada perputaran antara poros dengan rumah atau sebaliknya. Dan juga berfungsi menumpu poros yang berbeban, sehingga putaran yang terjadi dapat berlangsung secara halus aman dan tahan lama dalam penggunaannya.

e) Nossel

Nossel merupakan suatu komponen yang berfungsi mengatur jumlah air yang akan dialirkan ke dalam turbin. Nossel dapat diatur dengan membuka atau menutup saluran katup. Dalam pengoperasian turbin cross flow ini, sebuah nossel empat persegi mengarahkan pancaran air ke sepanjang runner. Pancaran air tersebut mendorong sudu dan memindahkan sebagian besar energy kinetiknya ke turbin. Pancaran air tersebut melewati runner dan kembali mendorong sudu yang lain sebelum keluar dari runner.

f) Poros

Poros merupakan suatu bagian yang terpenting dari sebuah turbin karena memiliki peranan penting dalam transmisi, yang meneruskan daya ke bagian - bagian yang lain. Untuk meneruskan daya poros diklasifikasikan menurut fungsinya yaitu poros transmisi, poros spindle, dan gandar. Sesuai dengan fungsi dan kegunaannya, maka dalam perancangan ini poros yang digunakan adalah jenis poros transmisi karena daya yang ditransmisikan kepada poros melalui puli dan sabuk.

2.5 perencanaan Turbin Cross Flow

1. Debit air

Debit air merupakan hal yang sangat menentukan dalam perencanaan turbin air, karena daya yang dihasilkan oleh turbin sangat tergantung pada debit air yang tersedia. Menurut persamaan kontinuitas debit air yang mengalir dalam pipa bertekanan dapat ditentukan dengan persamaan: (suryono,1991)

$$Q = V \times A$$

Sehingga kecepatan aliran dapat diperoleh dengan persamaan :

$$V = \frac{Q}{A}$$

Dimana : Q = debit air (m³/s)
 V = kecepatan aliran air (m/s)
 A = luas penampang pipa (m²)

2. Massa air

Massa air merupakan hasil kali antara rapat massa air dengan volume air. Massa air dapat diperoleh dengan persamaan :

$$m = \rho \times v$$

dimana :

m = massa air (Kg)

ρ = rapat massa air (kg/m³)

v = volume air (Kg)

3. Energi kinetik

Energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha. Energi tidak dapat diciptakan maupun dihilangkan tapi hanya dapat diubah. Begitu juga dengan air yang mengalir dimana aliran tersebut mengandung energi yang dapat dimanfaatkan untuk memutar roda turbin. (Fritz, 1988)

Selain memanfaatkan air jatuh, juga dapat diperoleh dari aliran air datar. Dalam hal ini energi yang tersedia merupakan energi kinetik (E_k). Persamaan energi kinetik adalah:

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

Dimana :

E_k = energi kinetik (J)

M = massa air (Kg)

V = kecepatan aliran air (m/s)

4. Daya air

Daya air merupakan energi turbin persatuan waktu. Daya air dinyatakan dengan persamaan :

$$P_{air} = \frac{E_k}{t}$$

Dimana :

P_{air} = daya air (W)

E_k = energi kinetik (J)

t = waktu (s)

5. Torsi

Torsi adalah hasil kali gaya dengan lengan. Turbin merupakan sarana untuk merubah air menjadi energi gerak putar berupa torsi pada poros turbin. Torsi yang dihasilkan oleh turbin dipengaruhi gaya yang memutar turbin dan jari – jari *pulley*. Maka torsi turbin dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$T = F \times r$$

Dimana:

$$T = \text{torsi turbin} \quad (\text{Nm})$$

$$F = \text{gaya} \quad (\text{N})$$

$$r = \text{jari-jari pulley} \quad (\text{m})$$

6. Daya turbin

Daya turbin yang dihasilkan tergantung pada torsi dan kecepatan relatif terhadap sudu. Daya turbin dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$P_t = T \times \omega$$

Dimana :

$$P_t = \text{daya turbin} \quad (\text{W})$$

$$T = \text{torsi} \quad (\text{Nm})$$

$$\omega = \text{kec. Angular} \quad (\text{rad/s})$$

7. efisiensi turbin

Efisiensi yang dihasilkan oleh turbin dapat dihitung dengan persamaan :

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_{air}} \times 100\%$$

Dimana :

$$\eta_t = \text{efisiensi turbin} \quad (\%)$$

$$P_t = \text{daya turbin} \quad (\text{W})$$

$$P_{air} = \text{daya air} \quad (\text{W})$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan

Pengambilan data dilakukan pada tanggal September 2020 di Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang, dengan berbagai data sebagai berikut:

4.1.1 Nossel horisontal

Diketahui :

Bukaan nossel 25%

Volume air (vol) = 4,7 liter = 0,0047 m³

Waktu (t) = 9,33 s

Putaran (n) = 49,00 rpm

Gaya (F) = 2,40 N

Diameter pipa (d) = 1,5 inchi = 0,0381 m

Jari – jari pully (r) = 27 mm = 0,027 m

A. MENGHITUNG KECEPATAN AIR (V)

$$Q = \frac{vol}{t}$$

$$Q = \frac{0,0047m^3}{9,33s}$$

$$Q = 5,04 \times 10^{-4} m^3/s$$

B. MENGHITUNG KECEPATAN AIR (V)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}d^2}$$

$$V = \frac{5,04 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{3,14}{4} (0,0381 \text{ m})^2}$$

$$V = \frac{5,04 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{0,0011395 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,44 \text{ m/s}$$

C. MENENTUKAN MASSA AIR (m)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho \times v$$

$$m = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,0047 \text{ m}^3$$

$$m = 47 \text{ kg}$$

D. MENENTUKAN ENERGI KINETIK (E_K)

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

$$E_k = \frac{1}{2} 47 \text{ kg } (0,44 \text{ m/s})^2$$

$$E_k = 4,57 \text{ J}$$

E. MENGHITUNG DAYA AIR (P_{air})

$$P_{\text{air}} = \frac{E_k}{t}$$

$$P_{\text{air}} = \frac{4,57 \text{ J}}{9,33 \text{ s}}$$

$$P_{\text{air}} = 0,49 \text{ W}$$

F. MENGHITUNG TORSI (τ)

$$\tau = F \times r$$

$$\tau = 2,40 \text{ N} \times 0,027 \text{ m}$$

$$\tau = 0,0648 \text{ Nm}$$

G. MENENTUKAN DAYA TURBIN (P_t)

$$P_t = \tau \times \omega$$

Dimana :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 49}{60}$$

$$\omega = 5,129 \text{ rad/s}$$

Maka :

$$P_t = \tau \times \omega$$

$$P_t = 0,0648 \text{ Nm} \times 5,129 \text{ rad/s}$$

$$P_t = 0,33 \text{ W}$$

H. MENENTUKAN EFISIENSI TURBIN (η_t)

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_{air}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{0,33 \text{ W}}{0,49 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta_t = 67,82 \%$$

4.1.2 Nossel vertikal

Diketahui :

Bukaan nossel 25%

Volume air (vol) = 4,7 liter = 0,0047 m³

Waktu (t) = 6,33 s

Putaran (n) = 98,67 rpm

Gaya (F) = 4,17 N

Diameter pipa (d) = 1,5 inchi = 0,0381 m

Jari – jari pully (r) = 27 mm = 0,027 m

B. MENGHITUNG KECEPATAN AIR (V)



$$Q = \frac{vol}{t}$$

$$Q = \frac{0,0047m^3}{6,33s}$$

$$Q = 7,42 \times 10^{-4} m^3/s$$

B. MENGHITUNG KECEPATAN AIR (V)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

$$V = \frac{7,42 \times 10^{-4} m^3/s}{\frac{3,14}{4} (0,0381m)^2}$$

$$V = \frac{7,42 \times 10^{-4} m^3/s}{0,0011395 m^2}$$

$$V = 0,65 m/s$$

I. MENENTUKAN MASSA AIR (m)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho \times v$$

$$m = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 0,0047 m^3$$

$$m = 47 \text{ kg}$$

J. MENENTUKAN ENERGI KINETIK (E_k)

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} 47 \text{ kg} (0,65 \frac{m}{s})^2$$

$$E_k = 9,98 \text{ J}$$

K. MENGHITUNG DAYA AIR (P_{air})

$$P_{air} = \frac{E_k}{t}$$

$$P_{air} = \frac{9,98 \text{ J}}{6,33 \text{ s}}$$

$$P_{air} = 1,57 \text{ W}$$

L. MENGHITUNG TORSI (τ)

$$\tau = F \times r$$

$$\tau = 4,17 \text{ N} \times 0,027 \text{ m}$$

$$\tau = 0,1126 \text{ Nm}$$

M. MENENTUKAN DAYA TURBIN (P_t)

$$P_t = \tau \times \omega$$

Dimana :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 98,67}{60}$$

$$\omega = 10,33 \text{ rad/s}$$

Maka :

$$P_t = \tau \times \omega$$

$$P_t = 0,1126 \text{ Nm} \times 10,33 \text{ rad/s}$$

$$P_t = 1,16 \text{ W}$$

N. MENENTUKAN EFISIENSI TURBIN (η_t)

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_{air}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{1,16 \text{ W}}{1,57 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta_t = 74,06 \%$$

4.1.3 Nossel horizontal-vertikal

Diketahui :

Bukaan nossel 25%

Volume air (vol) = 4,7 liter = 0,0047 m³

Waktu (t) = 5 s

Putaran (n) = 112,67 rpm

Gaya (F) = 7,53 N

Diameter pipa (d) = 1,5 inchi = 0,0381 m

Jari – jari pully (r) = 27 mm = 0,027 m

C. MENGHITUNG KECEPATAN AIR (V)

$$Q = \frac{vol}{t}$$

$$Q = \frac{0,0047 \text{ m}^3}{5 \text{ s}}$$

$$Q = 9,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

B. MENGHITUNG KECEPATAN AIR (V)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}d^2}$$

$$V = \frac{9,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{3,14}{4} (0,0381 \text{ m})^2}$$

$$V = \frac{9,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{0,0011395 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,82 \text{ m/s}$$

O. MENENTUKAN MASSA AIR (m)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Maka:

$$m = \rho \times v$$

$$m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,0047 \text{ m}^3$$

$$m = 47 \text{ kg}$$

P. MENENTUKAN ENERGI KINETIK (E_k)

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} 47 \text{ kg} (0,82 \text{ m/s})^2$$

$$E_k = 15,99 \text{ J}$$

Q. MENGHITUNG DAYA AIR (P_{air})

$$P_{air} = \frac{Ek}{t}$$

$$P_{air} = \frac{15,99J}{5s}$$

$$P_{air} = 3,2 W$$

R. MENGHITUNG TORSI (τ)

$$\tau = F \times r$$

$$\tau = 7,53 N \times 0,027 m$$

$$\tau = 0,2033 Nm$$

S. MENENTUKAN DAYA TURBIN (P_t)

$$P_t = \tau \times \omega$$

Dimana :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 112,67}{60}$$

$$\omega = 11,79 \text{ rad/s}$$

Maka :

$$P_t = \tau \times \omega$$

$$P_t = 0,2033 Nm \times 11,79 \text{ rad/s}$$

$$P_t = 2,4 \text{ W}$$

T. MENENTUKAN EFISIENSI TURBIN (η_t)

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_{air}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{2,4 \text{ W}}{3,2 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta_t = 80,31 \%$$

4.2 Tabel Hasil Perhitungan

	BUKAAN KATUP	DEBIT (Q)	KEC.ALIRAN (V)	ENERGI KINETIK(Ek)	DAYA AIR (Pair)	TORSI (T)	DAYA TURBIN(Pt)	EFISIENSI TURBIN(η_t)
	(%)	(m ³ /s)	(m/s)	(J)	(W)	(Nm)	(W)	(%)
HORIZONTAL	25%	0,000504	0,44	4,59	0,49	0,0648	0,33	67,82%
	50%	0,00022	0,46	4,94	0,55	0,0675	0,37	68,08%
	75%	0,000542	0,47	5,32	0,61	0,0748	0,43	70,58%
	100%	0,000542	0,47	5,32	0,61	0,0729	0,43	70,39%
VERTIKAL	25%	0,000742	0,65	9,98	1,57	0,1126	1,16	74,06%
	50%	0,000783	0,69	11,1	1,85	0,1269	1,44	78,59%
	75%	0,000783	0,69	11,1	1,85	0,1296	1,51	81,88%
	100%	0,000828	0,73	12,43	2,19	0,1493	1,76	80,36%
VERTIKAL- HORIZONTAL	25%	0,00094	0,82	15,99	3,2	0,2033	2,4	80,31%
	50%	0,00094	0,82	15,99	3,2	0,2152	2,7	84,37%
	75%	0,00101	0,88	18,33	3,92	0,2322	3,34	85,35%
	100%	0,00101	0,88	18,33	3,92	0,2249	3,31	84,47%

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

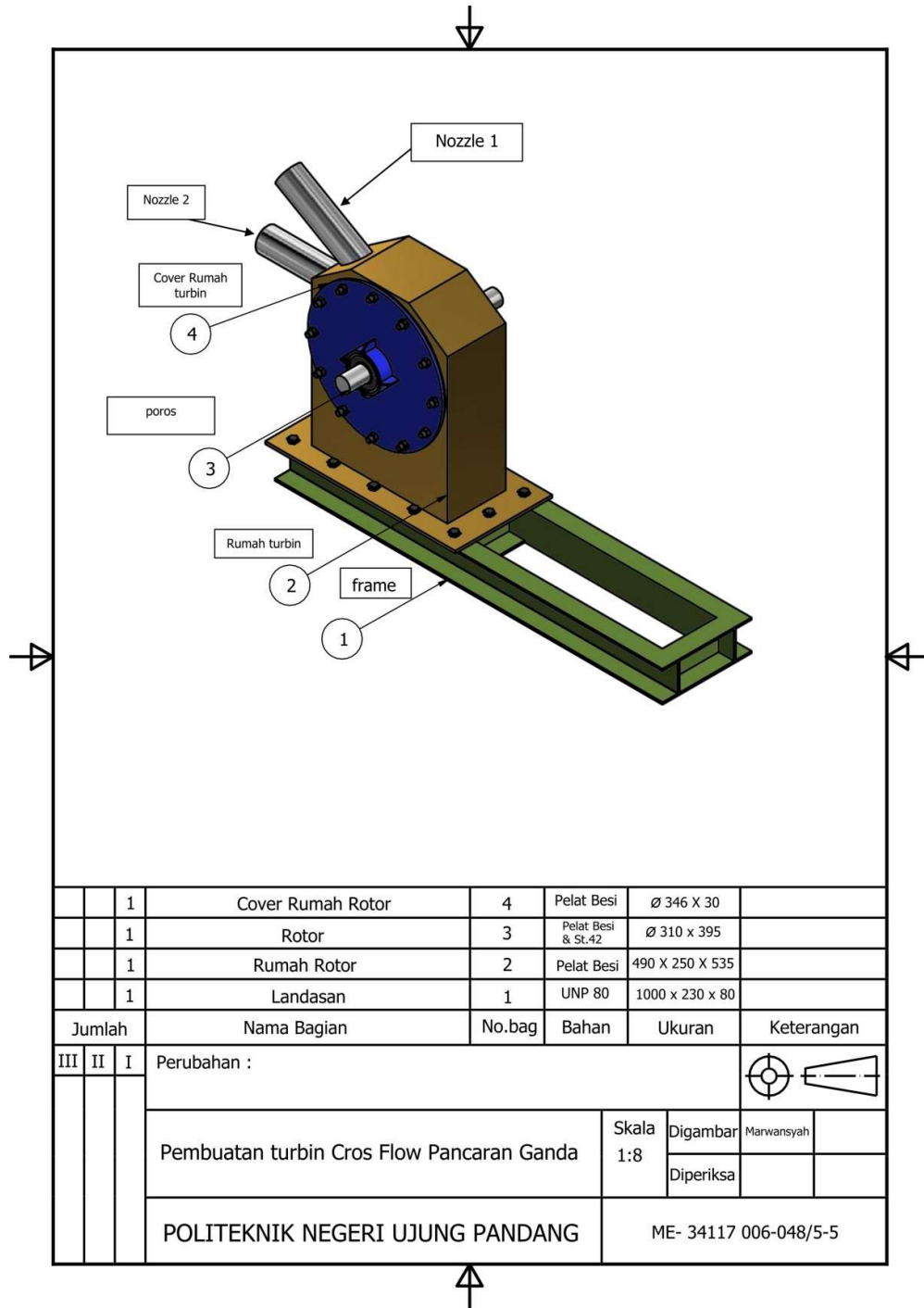
Berdasarkan data dan hasil analisa tentang desain turbin *cross-flow* sebagai pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) dapat disimpulkan bahwa efisiensi maksimal sebesar 85,35% terjadi pada pengujian dengan bukaan katup 75% untuk nosel vertikal-horisontal dengan debit air $1,01 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan efisiensi paling rendah sebesar 67,82% terjadi pada nosel horisontal dengan bukaan katup 25 % dan debit air $5,04 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

Daya turbin maksimum sebesar 3,34 watt terjadi pada bukaan katup 75% nosel horisontal-vertikal dengan torsi 0,2322 Nm sedangkan daya turbin minimum yaitu 0,33 watt dan torsi sebesar 0,0648 terjadi pada bukaan katup 25% nosel horisontal.

5.2. Saran – Saran

1. Sebaiknya teliti dalam pengambilan data agar dapat diperoleh data-data yang akurat.
2. Untuk pembangunan PLTMH.





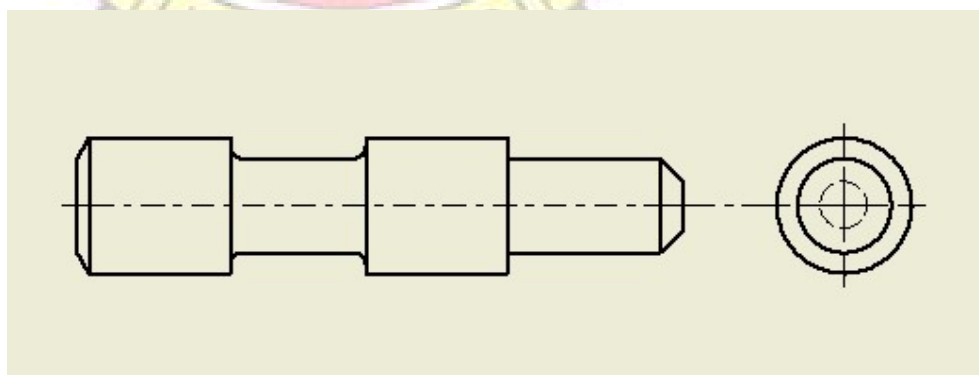
		1	Cover Rumah Rotor	4	Pelat Besi	Ø 346 X 30		
		1	Rotor	3	Pelat Besi & St.42	Ø 310 x 395		
		1	Rumah Rotor	2	Pelat Besi	490 X 250 X 535		
		1	Landasan	1	UNP 80	1000 x 230 x 80		
	Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Pembuatan turbin Cros Flow Pancaran Ganda			Skala 1:8	Digambar Marwansyah Diperiksa 	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			ME- 34117 006-048/5-5		

bahan yang digunakan adalah mika. Langkah- langkah yang dilakukan adalah:

- mika dipotong berbentuk persegi.
- mika dibentuk seperti lingkaran dengan menggunakan mesin gerinda dan mesin bubut.
- piringan tersebut dirangkai menyatuh dengan sudu dan poros turbin.

c. pembuatan poros turbin

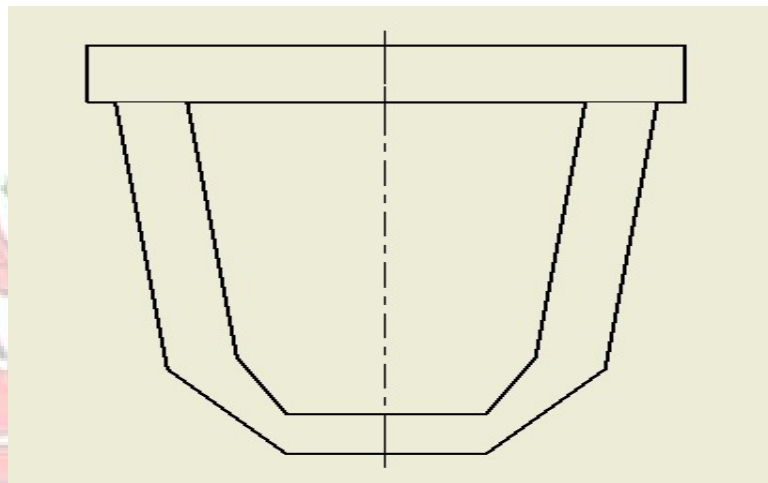
bahan yang digunakan adalah besi 10 mm. Besi tersebut dipotong dengan ukuran yang tepat dengan menggunakan gergaji besi.



Poros

c. Pembuatan nossel

Bahan yang digunakan adalah mika. Mika dipotong-potong sesuai ukuran yang akan digunakan dengan mesin gerinda, kemudian dirangkai membentuk balok dengan menggunakan lem.



NOSSEL

d. Pembuatanudukan turbin

Bahan yang digunakan adalah besi siku 25mm x 25mm. Besi tersebut dipotong dengan menggunakan mesin gerinda, kemudian dirangkai membentuk persegi panjang dengan menggunakan mesin las. Tahap terakhir dilakukan pengecatan.