

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN MODEL TURBIN ULIR



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3)
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

OLEH:

ELVINA RATNA SARI 342 07 004

DENNY AGUSTINUS SAPA 342 07 031

PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2010

HALAMAN PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG

Pada hari ini, hari Jumat tanggal 19 November 2010, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa :

Nama : Elvina Ratna Sari (342 07 004)

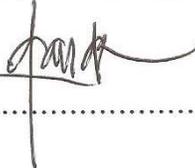
Denny Agustinus Sapa (342 07 031)

Judul : " Pembuatan dan Pengujian Model Turbin Ulir "

Telah diperiksa dan disahkan oleh Tim Penguji Tugas Akhir Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 19 November 2010

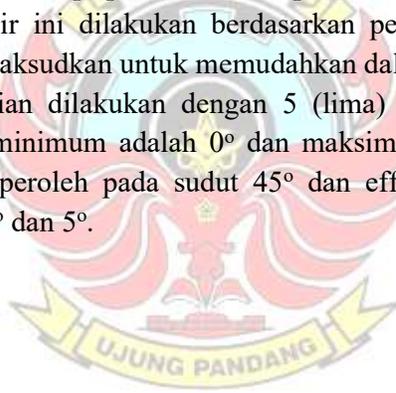
Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- | | | |
|---|---------------|---|
| 1. Ir. Nur Hamzah, M.T
NIP. 19631111 199003 1 002 | Ketua | (..... ) |
| 2. Muhammad Nuzul, ST., MT.
NIP. 19681207 199903 1 001 | Sekretaris | (..... ) |
| 3. Ir. Firman, M.T
NIP. 19641231 199103 1 028 | Anggota | (..... ) |
| 4. Jamal, ST., MT
NIP. 19730228 200012 1 002 | Anggota | (..... ) |
| 5. Ir. Muh Anshar, M.Si
NIP. 19600817 198903 1 002 | Pembimbing I | (..... ) |
| 6. Ir. Chandra Bhuana, M.T
NIP. 19650319 199103 1 003 | Pembimbing II | (..... ) |

ABSTRAK

Elvina Ratna Sari, Denny Agustinus Sapa, Pembuatan dan Pengujian Model Turbin Ulir. (Dibimbing Oleh Muh. Anshar dan Chandra Bhuana).

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) merupakan pembangkit energi listrik yang biaya produksinya paling kecil selain itu juga ramah terhadap lingkungan. Akan tetapi ada beberapa kendala yang dihadapi dalam pengembangan PLTA ini, salah satunya adalah ketersediaan komponen untuk membangun PLTA tersebut yang sesuai dengan kondisi alam di Indonesia. Turbin ulir merupakan salah satu jenis turbin yang memanfaatkan potensi air dengan head yang rendah, sesuai dengan kondisi alam yang ada di Indonesia. Pembuatan dan pengujian model turbin ulir ini bertujuan untuk membuat peralatan uji turbin ulir dan mengetahui prinsip kerja serta kinerja peralatan uji turbin ulir melalui serangkaian pengujian. Dalam proses pembuatan peralatan uji turbin ulir ini berorientasi pada penerapan teknologi tepat guna yang terdiri atas tiga tahapan, yaitu: tahap perancangan, tahap pembuatan, dan tahap perakitan. Adapun langkah-langkah pembuatan peralatan uji turbin ulir ini dilakukan berdasarkan pengelompokan komponen-komponen. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam proses pengerjaan dan perakitan alat. Pengujian dilakukan dengan 5 (lima) variasi sudut kemiringan turbin, dimana sudut minimum adalah 0° dan maksimum adalah 45° . Efisiensi maksimum 16,85 % diperoleh pada sudut 45° dan efisiensi minimum 3,98 % diperoleh pada sudut 0° dan 5° .



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat Rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan judul “*Pembuatan dan Pengujian Model Turbin ulir*” sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan di Politeknik Negeri Ujung Pandang.

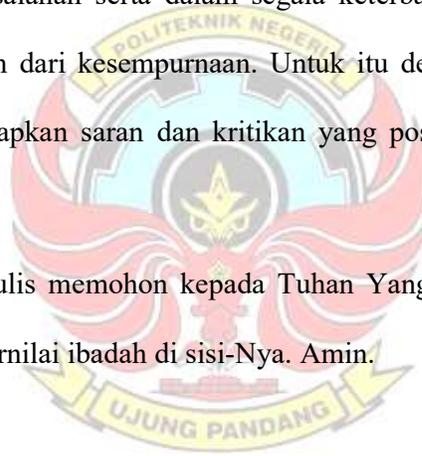
Terwujudnya Proyek Akhir ini, tidak terlepas dari proses yang membutuhkan tenaga dan pikiran serta bantuan dan bimbingan yang sangat berharga dari berbagai pihak, baik secara moril maupun materi sehingga pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Orang tua beserta anggota keluarga lainnya yang telah banyak memberi dorongan spiritual, bantuan moril dan materi, serta telah banyak mendoakan penulis sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Dr. Pirman, M.Si (Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang)
3. Muh. Tekad, ST. MT (Ketua Jurusan Teknik Mesin)
4. Jamal, ST. MT (Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi)
5. Ir. Muhammad Anshar M,Si selaku Pembimbing I dan Ir. H. Chandara Bhuana, MT selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya dalam memberikan petunjuk, bimbingan, arahan serta dorongan moril.
6. Segenap dosen Jurusan Teknik Mesin pada umumnya dan Program Studi Teknik Konversi Energi pada khususnya yang selama kurang waktu 3 tahun dengan ikhlas dan penuh kerelaan hati telah mendidik dan mengajar penulis.

7. Para Staf Pegawai dan Teknisi Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin yang dengan kesabaran telah banyak membantu penulis.
8. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin terutama dari kelas III-A dan III-B Energi angkatan 2007 yang kurang lebih 3 tahun lamanya bersama-sama dalam menimba ilmu di Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah bersedia bekerja sama dan banyak memberikan bantuan berupa pemikiran dan materi serta semangat baik secara langsung maupun tidak langsung.

Namun demikian, penulis menyadari sebagai manusia biasa yang tak pernah luput dari kesalahan serta dalam segala keterbatasannya hingga Proyek Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritikan yang positif demi kesempurnaan Proyek Akhir ini.

Akhirnya penulis memohon kepada Tuhan Yang Maha Esa semoga apa yang kita dapatkan bernilai ibadah di sisi-Nya. Amin.



Makassar, November 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian dan Prinsip kerja Turbin Ulir.....	4
2.2 Tipe dan Keunggulan Turbin Ulir	8
2.3 Dasar Perancangan	11
2.3.1. Pemilihan lokasi pemasangan peralatan uji turbin.....	11
2.3.2 Daya hidrolik	13
2.3.3 Effisiensi Turbin	13
BAB III METODE PEMBUATAN	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan	14

3.3 Diagram Alir Pembuatan dan Pengujian Model Turbin Ulir	16
3.4 Langkah Kerja	17
1). Tahap Perancangan.....	17
2). Tahap Pembuatan	17
3). Tahap Perakitan.....	21
3.6 Prosedur Pengujian	23
3.7 Teknik Analisa Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil.....	26
4.1.1 Hasil Peralatan Uji Turbin Ulir.....	26
4.1.2 Hasil pengujian Peralatan uji turbin Ulir.....	26
4.1.3 Hasil Perhitungan Secara teoritis.....	28
4.2 Pembahasan.....	34
BAB V PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Ulir	6
Gambar 2.2 Prinsip kerja Turbin Ulir.....	7
Gambar 2.3 Type Steel trough	8
Gambar 2.4 Type Closed Compact Installation.....	9
Gambar 2.5 Turbin spiral.....	10
Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan dan pengujian model turbin ulir.....	16
Gambar 3.2 Plat yang telah dipotong dan dilubangi	19
Gambar 3.3 Proses pembubutan.....	20
Gambar 3.4 Rumah turbin Ulir	21
Gambar 3.5 Penutup turbin Ulir.....	20
Gambar 3.6 Proses pengecatan turbin ulir	24
Gambar 4.1 Peralatan uji turbin ulir.....	26
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 45°	28
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 30°	29
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 15°	29
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 5°	30
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 0°	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data ketinggian daerah operasi turbin	6
Tabel 4.1	Hasil pengukuran debit	27
Tabel 4.2	Hasil pengujian peralatan uji turbin ulir	27
Tabel 4.3	Tabel hasil analisa debit.....	28
Tabel 4.2	Tabel hasil analisa data	30



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sudah tidak dapat dipungkiri lagi bahwa sejalan dengan berkembangnya suatu negara tentunya diikuti dengan pertumbuhan pembangunan dan jumlah penduduk yang meliputi seluruh aspek kehidupan manusia termasuk teknologi dan industri yang keseluruhannya membutuhkan pasokan energi listrik yang cukup besar. Tetapi dengan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik tersebut menyebabkan adanya krisis energi. Hal ini dikarenakan keterbatasan pasokan energi listrik yang disebabkan oleh terbatasnya ketersediaan bahan bakar minyak yang merupakan sumber energi bahan bakar fosil yang selama ini digunakan hampir pada seluruh pembangkit listrik di Indonesia.

Akibat keterbatasan bahan bakar fosil itulah, maka banyak dilakukan penelitian-penelitian yang dilakukan untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan penggunaan bahan bakar fosil tersebut. Salah satunya adalah dengan pemanfaatan energi listrik tenaga air. Hal ini sejalan dengan program pemerintah melalui PT. PLN (Persero) yang mencanangkan program 75/100, yaitu pada ulang tahun Kemerdekaan Republik Indonesia yang ke-75, seluruh rakyat Indonesia (100%) sudah bisa menikmati energi listrik, karena hampir seluruh daerah

yang belum terjangkau listrik adalah daerah yang mempunyai potensi alam untuk dibangun pembangkit listrik tenaga air (PLTA).

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) merupakan pembangkit energi listrik yang biaya produksinya paling kecil, selain itu pembangkit ini juga ramah lingkungan dan biaya operasionalnya relatif murah. Selain itu pembangkit ini sangat cocok di Indonesia, karena sebagian besar wilayah Indonesia, khususnya Sul-Sel karena sebagian daerahnya adalah daerah pegunungan dan dataran yang mempunyai potensi air mulai dari debit dan head yang besar sampai debit dan head yang kecil yang sering dimanfaatkan untuk irigasi sawah.

Meskipun suatu daerah mempunyai potensi alam yang cocok dibangun suatu PLTA, baik itu berskala mikro maupun sampai berskala besar akan tetapi masih ada beberapa kendala yang masih dihadapi, salah satunya adalah ketersediaan komponen dan peralatan untuk membangun PLTA tersebut. Sehingga berdasarkan latar belakang tersebut maka kami mengangkat tugas akhir kami dengan judul **“Pembuatan dan Pengujian Model Turbin Ulir”**. Turbin ulir adalah suatu turbin yang yang memanfaatkan potensi air dengan head yang rendah. Turbin ini sudah banyak dikembangkan di Eropa. Akan tetapi ketersediaan data-data spesifikasi turbin ini masih sangat langka, oleh karena itu pada tugas akhir ini kami membuat model turbin ulir kemudian melakukan pengujian untuk mendapatkan data-data yang kemudian diolah untuk mengetahui kinerja turbin ulir tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang dihadapi adalah:

1. Bagaimana membuat peralatan uji turbin ulir.
2. Bagaimana mengetahui kinerja turbin ulir melalui serangkaian pengujian.

1.3 Tujuan

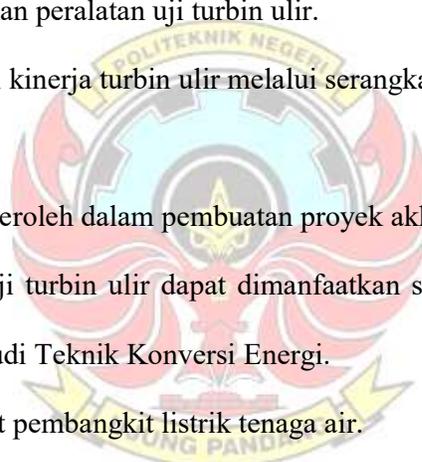
Adapun tujuan yang ingin dicapai pada proyek akhir ini adalah:

1. Menghasilkan peralatan uji turbin ulir.
2. Mengetahui kinerja turbin ulir melalui serangkaian pengujian.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Peralatan uji turbin ulir dapat dimanfaatkan sebagai alat praktek pada program studi Teknik Konversi Energi.
2. Sebagai alat pembangkit listrik tenaga air.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja Turbin Ulir

Turbin adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan selanjutnya di ubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran pada poros turbin. Berdasarkan prinsip kerjanya, turbin air dibagi menjadi dua kelompok:

✓ Turbin impuls

Turbin impuls merubah aliran semburan air. Semburan air membentuk sudut yang membuat aliran turbin. Hasil perubahan momentum (impuls) disebabkan tekanan pada sudu turbin. Sejak turbin berputar, gaya berputar melalui kerja dan mengalihkan aliran air dengan mengurangi energi. Sebelum mengenai sudu turbin, tekanan air (energi potensial) dikonversi menjadi energi kinetik oleh sebuah nosel dan difokuskan pada turbin. Tidak ada tekanan yang dirubah pada sudu turbin, dan turbin tidak membutuhkan rumahan untuk operasinya. (sumber:

<http://moeslemmuda.blogspot.com/2010>)

✓ Turbin reaksi

Turbin reaksi digerakkan dengan air, yang merubah tekanan sehingga melewati turbin dan menaikkan energi. Turbin reaksi harus menutup untuk mengisi tekanan air (pengisap) atau mereka harus sepenuhnya terendam dalam aliran air. . (sumber: <http://moeslemmuda.blogspot.com/2010>)

Turbin digerakkan oleh suatu fluida kerja. Fluida air yang mengalir mengandung energi yang bentuknya dapat dirubah. Adapun bentuk energi yang dimiliki oleh fluida dapat dibagi kedalam 4 bentuk, yaitu:

- Energi potensial, yaitu bentuk energi yang dimiliki karena fluida tersebut memiliki massa yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi.
- Energi kinetik, yaitu bentuk energi yang dimiliki fluida karena fluida tersebut memiliki massa dan kecepatan.
- Energi tekan, yaitu suatu energi yang disebabkan oleh adanya gaya yang diberikan oleh unit massa fluida dengan massa jenis pada suatu bidang.
- Energi dalam, yaitu energi yang dimiliki suatu fluida yang besarnya dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan fluida tersebut.

Turbin air mempunyai pengaruh positif bagi lingkungan. Turbin adalah salah satu penghasil tenaga terbersih, menggantikan pembakaran bahan bakar fosil dan menghapuskan limbah nuklir. Turbin menggunakan energi terbarukan dan dedesain untuk beroperasi dalam jangka waktu puluhan tahun. Turbin memproduksi sumber energi listrik dunia dengan jumlah yang besar. Adapun beberapa jenis turbin yang sering digunakan antara lain turbin kaplan, turbin francis, turbin crossflow dan turbin ulir.



Gambar 2.1 Turbin ulir
 (Sumber: <http://Siberwolf di Wikipedia/2009>)

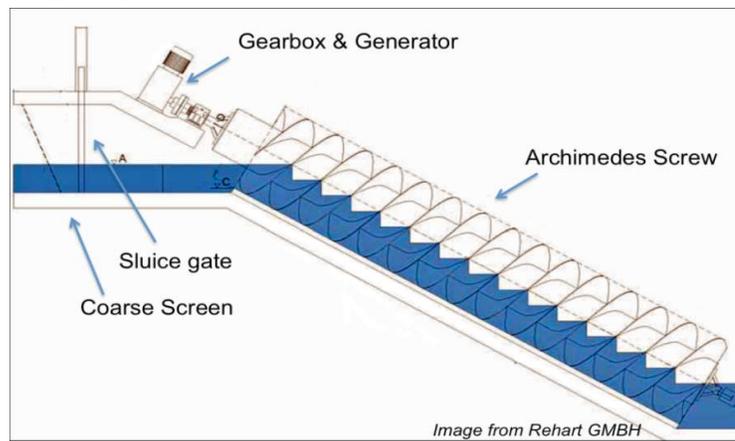
Turbin ulir merupakan turbin yang menggunakan fluida kerja air. Turbin ulir merupakan salah satu turbin yang spesial dibandingkan turbin yang lainnya, karena turbin ini dapat beroperasi pada daerah yang memiliki head yang sangat rendah. Berikut adalah beberapa data ketinggian daerah operasi beberapa jenis turbin.

Tabel 2.1 Data ketinggian daerah operasi turbin

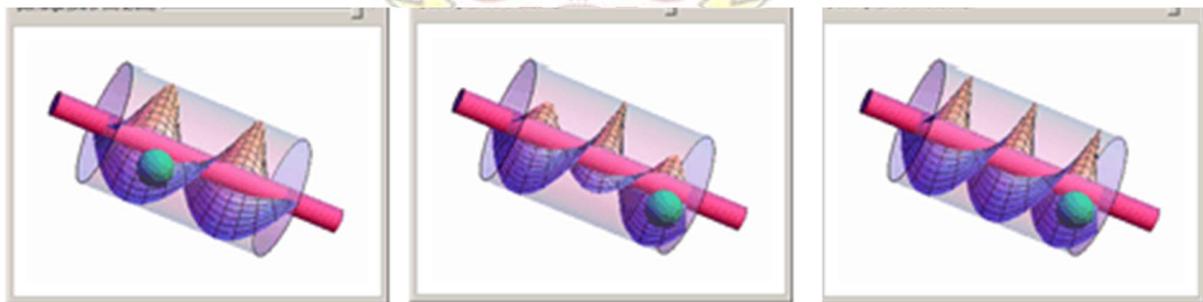
Jenis Turbin	Variasi Head, m
Kaplan dan Propeller	$2 < H < 20$
Francis	$10 < H < 350$
Pelton	$50 < H < 1000$
Crossfiow	$6 < H < 100$
Turbin Ulir	$2 < H < 15$

Sumber: (<http://translate.google.co.id/en.wikipedia.org/wiki/Archimedes>)

Turbin ulir ini didunia baru dikembangkan terutama di Eropa sekitar pada akhir tahun 2007. Sebenarnya turbin ulir ini prinsip kerjanya adalah kebalikan dari pompa ulir yang banyak dipergunakan sebagai pompa banjir yang merupakan teknologi lama dengan aplikasi baru. Archimedean screw juga sering digunakan untuk memompa air selama kurang lebih 2000 tahun dengan menerapkan prinsip pompa ulir tersebut. Secara umum prinsip kerja turbin ulir diperlihatkan pada gambar di bawah ini:



(Sumber: <http://www.rehartGMBH.com/Archimedes-screw>)



(Sumber: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/32831/Archimedes-screw>)

Gambar 2.2 Prinsip kerja turbin ulir

Air mengalir ke ruang antara ulir dan oleh berat air sehingga air mengalir di sepanjang ulir pada turbin tersebut yang menyebabkan sudu-sudu

ulir pada turbin bergerak dan menggerakkan poros. Pada akhirnya air mengalir keluar melalui ulir-ulir tersebut.

Pada penggunaannya turbin ulir ini, posisi sudunya bergantung pada kondisi head yang ada dilapangan maka pembuatannya khusus dan tidak sama dari satu lokasi dengan lokasi yang lain. Turbin ulir bekerja dengan head rendah dengan ketinggian jatuh antara 2-15 m.

2.2 Tipe dan Keunggulan Turbin Ulir

Turbin ulir terdiri dari 2 tipe, yaitu:



Gambar 2.3 *Type Steel trough*
(Sumber: www.wikipedia.org/wiki/archimedescREW)



Gambar 2.4 *Type Closed Compact Installation*
(Sumber: www.wikipedia.org/wiki/archimedean_screw)

Adapun beberapa keunggulan dari turbin ulir 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 sistem kontrol khusus.
- g. Tidak memerlukan jaring-jaring halus sebagai pencegah masuknya puing-puing ke dalam turbin, sehingga dapat mengurangi biaya perawatan.

Adapun proses perubahan energi pada turbin ulir 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.

Selain turbin ulir, dikenal pula turbin spiral yang memiliki konstruksi seperti turbin ulir. Turbin ini dikembangkan oleh sebuah tim peneliti yang dipimpin Asisten Profesor Hiroshi Takimoto dari *Prefektur Toyama University* yang mengembangkan suatu sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan turbin spiral pada tahun 2001. Turbin air spiral, yang memiliki bilah spiral, diciptakan oleh seorang pandai besi di Tonami City, Toyama Prefektur di awal abad 20. Akan tetapi pada daerah Eropa, sebelumnya juga telah berkembang turbin spiral tersebut.



Gambar 2.5 Turbin spiral
(Sumber : <http://wildwaterpower.com/>)

2.3 Dasar Perancangan

Pada rancang bangun alat uji turbin ulir ini, beberapa hal yang menjadi dasar perhitungan yaitu:

2.3.1 *Pemilihan lokasi pemasangan peralatan uji turbin ulir*

Syarat yang penting dalam pemilihan lokasi pemasangan turbin ulir ini adalah pengukuran debit air (Q) dan tinggi jatuh air. Debit air dan tinggi jatuh air merupakan besaran yang sangat penting untuk menentukan daya listrik yang dibangkitkan. Daya yang dihasilkan 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 turbin tersebut dipasang. Diantara sudu gerak turbin, air yang jatuh mengalir Q (m³/s) akan menghasilkan gaya-gaya pada kecepatan tertentu pada sudu turbin.

Daya yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \dots \dots \dots (1)$$

Dimana: P_h= daya hidrolis (W)

ρ = massa jenis air (kg/m³)

g = gaya gravitasi (m/s²)

Q = debit (m³/s)

H = head (m)

Perhitungan parameter debit aliran dan tinggi jatuh air:

Perhitungan Debit Aliran(Q)

Pengukuran kapasitas aliran atau debit merupakan jumlah aliran rata-rata tiap satuan waktu. Pengukuran besarnya kapasitas aliran dapat dilakukan dengan menggunakan stopwatch.

Persamaan umum debit:

$$Q = \frac{v}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana: Q = debit (m³/s)

v = volume (m³)

t = waktu (s)

Perhitungan Head (H)

Head merupakan salah faktor yang menentukan daya listrik yang dapat dibangkitkan oleh suatu pembangkit listrik tenaga air. Untuk mendapatkan head (H) yang efektif, maka dapat digunakan persamaan berikut:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma_1} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma_2} + Z_2 \dots\dots\dots(3)$$

Karena $Z_1 - Z_2 = H$ dan tekanan keluar sama dengan tekanan atmosfer, maka:

$$\frac{P_1}{\gamma_1} - \frac{P_2}{\gamma_2} = 0 \text{ sehingga diperoleh } Z_1 - Z_2 = \frac{v_2^2 - v_1^1}{2g}$$

Dimana:

H= tinggi jatuh air (m)

P = Tekanan yang terjadi di dalam pipa (N/m²)

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

2.3.2 Perhitungan Daya Turbin

Perhitungan daya turbin atau sering disebut daya poros dapat menggunakan persamaan:

$$P_s = T \cdot \omega \dots\dots\dots(5)$$

Dimana: $\omega = \frac{2 \pi n}{60} (rad / s)$

P_s = Daya poros (W)

T = torsi (N.m)

n = putaran (rpm)

2.3.3 Perhitungan Effisiensi Turbin

Effisiensi turbin dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\eta_t = \frac{P_s}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$



BAB III

METODE PEMBUATAN

2.1 Waktu dan Tempat

Waktu pengerjaan dimulai pada minggu pertama bulan Agustus sampai dengan minggu kedua bulan November. Tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Teknik Konversi Energi, Bengkel Mekanik Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Bengkel Serba Bisa.

2.2 Alat dan Bahan

Alat:

- 
- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) Mesin las | 8) Mesin potong |
| 2) Mesin bubut | 9) Pengores dan penitik |
| 3) Mesin bor | 10) Meteran |
| 4) Toolset | 11) Jangka sorong |
| 5) Ragum | 12) Pompa air |
| 6) Mesin gerinda tangan | 13) Amplas |
| 7) <i>Tachometer</i> | 14) Stopwatch |

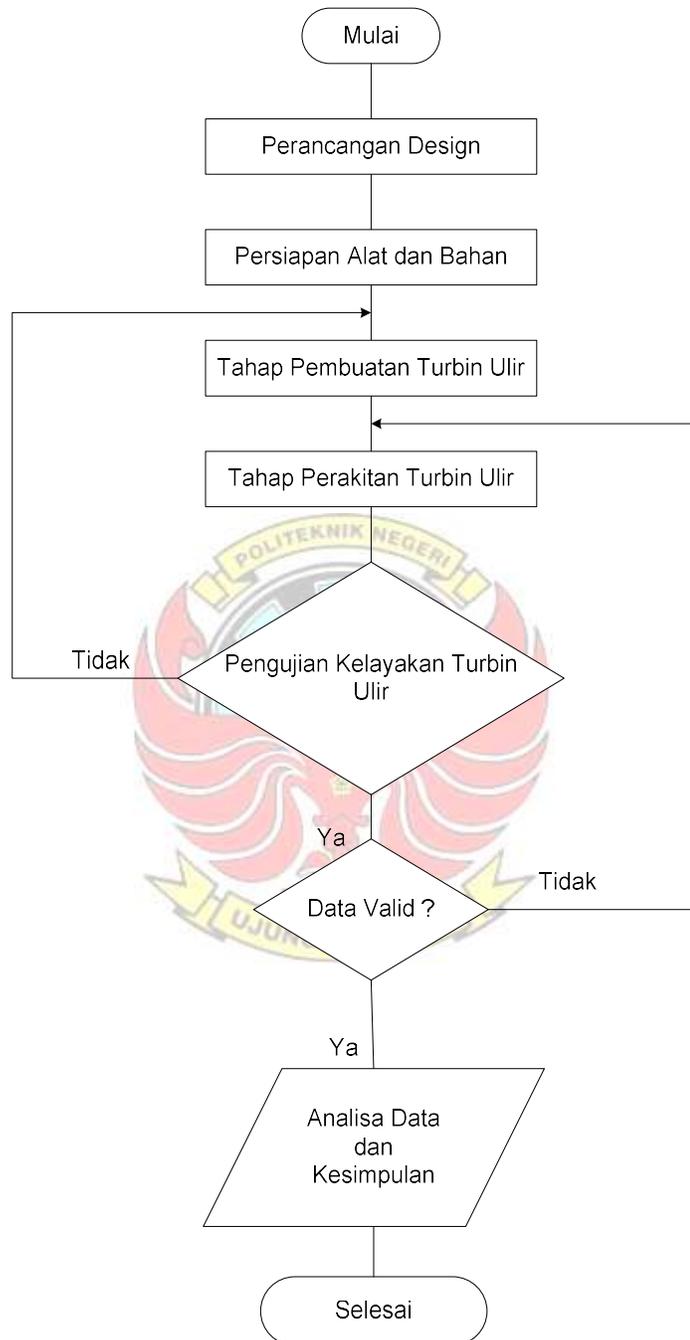
Bahan:

- 1) Plat besi 2 mm \varnothing 110 mm
- 2) Plat besi 10 mm \varnothing 150 mm
- 3) Besi poros (As ST.42) ukuran 120 cm x 20 mm
- 4) Bantalan (*Bearing*) UCP 204
- 5) Selang air 2"
- 6) Besi siku 50

- 7) Elektroda
- 8) Engsel
- 9) *Silk*
- 10) Pipa air 4"
- 11) Baut dan mur



2.3 DIAGRAM ALIR (*FLOW CHART*) PEMBUATAN DAN PENGUJIAN MODEL TURBIN ULIR



Gambar 3.1 Diagram alir (*Flowchart*) Pembuatan dan pengujian turbin ulir

2.4 LANGKAH KERJA

Dalam proses pembuatan turbin ulir ini berorientasi pada penerapan teknologi tepat guna yang terdiri atas 3 tahap, yaitu: tahap perancangan, tahap pembuatan dan tahap perakitan.

1. Tahap Perancangan

Kegiatan pada tahap perencanaan ini adalah:

- ✓ Membuat desain (gambar kerja) dari alat yang akan dibuat.
- ✓ Pemilihan material dan pembuatan komponen-komponen desain konstruksi turbin ulir.
- ✓ Perakitan dan penyetelan setiap komponen konstruksi.

2. Tahap Pembuatan

Dalam proses pembuatan turbin ulir perlu diperhatikan urutan-urutan atau prosedur, baik dari perancangan yang akan dibuat maupun prosedur pembuatan turbin ulir.

Adapun langkah-langkah pembuatan turbin ulir ini dilakukan berdasarkan pengelompokan komponen-komponen. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam proses pengerjaan dan perakitan alat.

a) *Pembuatan ulir*

- ✓ Pemotongan

Pada tahap pemotongan ini, yang dilakukan adalah memotong plat yang akan digunakan sebagai ulir. Plat di potong dengan

bentuk lingkaran dengan diameter 11 cm untuk memudahkan pada proses pembubutan.

✓ Pengeboran

Setelah proses pemotongan, maka plat dibor. Hal ini dimaksudkan agar plat dapat dimasukkan pada poros yang telah disiapkan. Dalam pengerjaan ini, plat dibor dengan diameter 20 mm. Setelah melubangi bagian tengah, maka plat disalah satu sisi dibelah. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam proses pembentukan ulir.



Gambar 3.2 Plat yang telah dipotong dan dilubangi.

✓ Pengelasan

Setelah pembentukan plat selesai dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah pengelasan. Pengelasan dilakukan untuk mengikat ulir pada poros.

✓ Pembubutan

Dan untuk menghasilkan permukaan yang halus dan rata pada ulir tersebut maka tahap selanjutnya adalah proses pembubutan. Pembubutan juga dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.



Gambar 3.3 Proses pembubutan

b) Pembuatan rumah ulir

Pada pembuatan rumah ulir ini, yang digunakan adalah pipa 4” dengan panjang 150 cm. kemudian pada pipa dilakukan pemotongan dengan menggunakan las gas. Setelah pemotongan, kemudian pada pipa tersebut dibuat saluran masukan dan keluaran untuk tempat masuk dan keluarnya air.



Rumah turbin

Gambar 3.4 Rumah turbin ulir

c) Pembuatan penutup rumah turbin ulir

Penutup rumah turbin ulir terbuat dari plat besi dengan ketebalan 10 mm dan diameter 150 mm. Plat ini kemudian dibubut dengan ketebalan 5 mm dan diameter 104 mm atau sesuai dengan diameter rumah turbin. Setelah itu plat dilubangi bagian tengah dengan diameter 20 mm dan bagian sisinya dengan diameter 8 mm.



Gambar 3.5 Penutup turbin ulir

d) Pembuatan rangka turbin ulir

✓ Pemotongan

Untuk membuat rangka turbin ulir ini, digunakan besi siku 50 yang di potong dengan menggunakan gerinda tangan. Rangka ini berfungsi sebagai tempat dudukan ulir.

✓ Pengelasan

Setelah pemotongan, maka besi siku yang telah dipotong tersebut kemudian dilas. Setelah pengelasan maka pada rangka turbin tersebut dipasang dua buah engsel yang berfungsi untuk memudahkan pada saat pengujian yang digunakan untuk mengubah variasi sudut turbin.

3. Tahap Perakitan

Tahap berikutnya adalah tahap perakitan. Tahap perakitan adalah proses perangkaian atau penggabungan komponen menjadi bentuk yang saling mendukung sehingga terbentuk suatu mekanisme kerja yang sesuai dengan yang di rencanakan sebelumnya.

Adapun langkah-langkah pada proses perakitan adalah sebagai berikut:

- a) Perakitan yang pertama dilakukan adalah perakitan ulir, karena pada turbin ini ulir merupakan bagian terpenting. Perakitan ulir tersebut adalah dengan memasang plat yang telah terpotong ke dalam poros yang telah disediakan, setelah itu plat tersebut dilas untuk mengunci plat agar tidak bergeser pada saat pengujian. Pada saat perakitan ulir ini hal terpenting yang harus diingat adalah sudut kemiringan ulir. Hal ini dimaksudkan agar didapatkan putaran yang maksimal.
- b) Setelah ulir telah terpasang semua pada poros, maka selanjutnya yang dilakukan adalah memasukkan ulir kedalam rumah ulir yang telah di buat. Pada saat memasukkan ulir yang perlu di perhatikan adalah turbin harus berada tepat pada bagian tengah rumah turbin tersebut. Setelah itu adalah pemasangan komponen-komponen turbin tersebut, antara lain pemasangan bantalan (*bearing*), puli, baut dan penutup turbin.
- c) Tahap selanjutnya adalah mendudukan turbin pada rangka yang telah disediakan dan kemudian dilakukan pengelasan.
- d) Setelah turbin telah selesai dilas. Tahap terakhir pada proses pembuatan turbin ini adalah proses finishing, yaitu pengecatan.



Gambar 3.6 Proses pengecatan turbin ulir

3.6 PROSEDUR PENGUJIAN

Tahap prosedur pengujian bertujuan untuk menguji pemodelan turbin yang telah dirakit untuk mengetahui kinerja pemodelan turbin ulir. Berikut adalah langkah-langkah prosedur pengujian turbin ulir, yaitu:

1. Pengukuran debit air
 - a) Menghubungkan katup utama pompa dengan bak penampungan dengan menggunakan selang.
 - b) Menghitung volume bak penampungan.
 - c) Menjalankan pompa.
 - d) Menaikkan tekanan pompa hingga 3 bar.
 - e) Membuka katup utama dan menghitung waktu yang dibutuhkan hingga air mencapai 80 liter.
 - f) Mencatat waktu yang diperoleh pada tabel data.
 - g) Mengulang percobaan untuk tekanan 2 bar dan 1 bar.

2. Pengukuran torsi

- a) Menghubungkan turbin ke pompa yang akan digunakan dengan menggunakan selang yang telah dipersiapkan.
- b) Menghubungkan pompa dengan sumber listrik.
- c) Memasang pegas pada poros turbin yang digunakan untuk mengukur torsi.
- d) Mempersiapkan tabel data yang dibutuhkan.
- e) Menghidupkan pompa.
- f) Menaikkan tekanan pada tangki reservoir hingga tekanan 3 bar yang dapat di lihat pada *pressure gauge*.
- g) Mengatur kemiringan turbin pada sudut 45° .
- h) Membuka katup pompa hingga posisi terbuka penuh.
- i) Mengukur torsi dan putaran secara bersamaan dengan cara menarik pegas pada poros turbin sambil menghitung putaran dengan menggunakan *tachometer*.
- j) Mencatat putaran dan torsi yang dihasilkan pada tabel data.
- k) Mengulang percobaan pada tekanan 2 dan 1 bar pada 5 variasi kemiringan.
- l) Mematikan pompa.
- m) Pengujian selesai.

3.7 TEKNIK ANALISA DATA

Setelah melakukan pengujian, maka data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk melihat efisiensi yang diperoleh sehingga kita dapat melihat keberhasilan dari pembuatan peralatan uji turbin ulir ini.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

4.1.2 Hasil Peralatan Uji Turbin Ulir

Produk yang dihasilkan pada tugas akhir ini adalah berupa peralatan uji turbin ulir yang memiliki 5 (lima) variasi kemiringan. Pengujian peralatan uji turbin ulir ini dilakukan pada laboratorium Teknik Konversi Energi pada tanggal 8 November 2010 sampai dengan 11 November 2010.



Gambar 4.1. Peralatan uji turbin ulir

4.1.2 Hasil Pengujian Peralatan Uji Turbin Ulir

Proses pengujian ini dilakukan setelah proses rancang bangun selesai. Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keberhasilan dari peralatan uji turbin ulir ini apakah dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran debit

Tekanan (bar)	Volume (liter)	Waktu (s)
3	80	7,4
2	80	8,56
1	80	13,43

Tabel 4.2 Hasil pengujian peralatan uji turbin ulir

Kemiringan ($^{\circ}$)	P (kg/cm ²)	n (rpm)	T (Nm)
$\angle = 45^{\circ}$	3	928,5	3
	2	806,4	2
	1	561,3	1,4
$\angle = 30^{\circ}$	3	869,7	2,5
	2	844,6	1,6
	1	418,7	0,8
$\angle = 15^{\circ}$	3	817,5	2
	2	790,9	1,5
	1	411,5	0,6
$\angle = 5^{\circ}$	3	897,1	2
	2	744,3	1,8
	1	372,1	0,5
$\angle = 0^{\circ}$	3	789	1,8
	2	679,9	1,5
	1	371,9	0,5

4.1.3 Hasil Perhitungan Secara Teoritis

Perhitungan Debit

Dengan menggunakan persamaan 2, sebagai contoh perhitungan data no 1, maka:

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

Dimana : $v = 80 \text{ liter} = 0,08 \text{ m}^3$

$$t = 7,4 \text{ s}$$

Sehingga, $Q = \frac{0,08}{7,4} = 0,01 \text{ m}^3 / \text{s}$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Tabel hasil analisa debit

Tekanan (bar)	Volume (m ³)	Waktu (s)	Q (m ³ /s)
3	0,08	7,4	0,01
2	0,08	8,56	0,009
1	0,08	13,43	0,005

Perhitungan daya turbin

Untuk menganalisa data hasil pengujian diatas, maka diambil sebagai contoh perhitungan data no 1 pada kemiringan 30°, yaitu :

➤ ***Perhitungan daya hidrolis air***

Daya hidrolis air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Diketahui : $\rho = 995,58 \text{ kg/m}^3$, pada temperatur 28°C

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$Q = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = P_g = 3 \text{ kg/cm}^2 = 30 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga, } P_h &= (995,58 \times 9,81 \times 0,01 \times 30) \\ &= 2929,99 \text{ watt} \end{aligned}$$

➤ ***Perhitungan daya turbin***

Daya turbin dapat digunakan dengan menggunakan persamaan:

$$P_s = T \cdot \omega$$

$$\text{Dimana: } \omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$n = 869,7 \text{ rpm}$$

$$T = 2,5 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } P_s &= \frac{2\pi n T}{60} \\ &= \frac{2\pi \times 869,7 \times 2,5}{60} = 227,68 \text{ watt} \end{aligned}$$

➤ *Perhitungan Effisiensi turbin ulir*

$$\eta_t = \frac{P_s}{P_h} \times 100 \%$$

$$= \frac{227,68 \text{ Watt}}{2929,99 \text{ Watt}} \times 100 \% = 7,77 \%$$

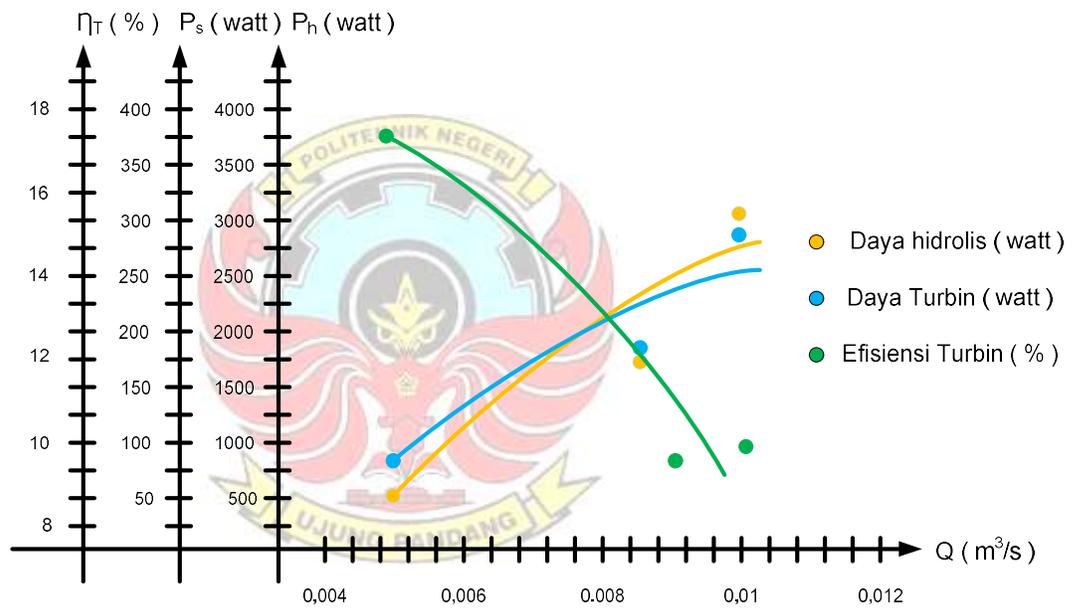
Dan untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Tabel hasil analisa data

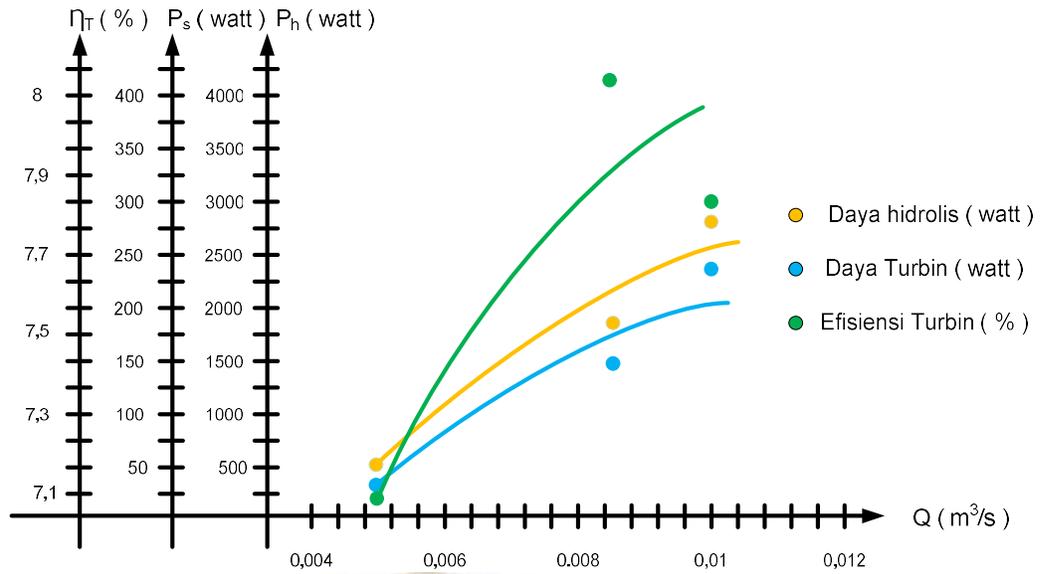
Kemiringan (°)	H (mH ₂ O)	P _h (watt)	P _s (watt)	η _t (%)
∠ = 45	30	2929,992	291,69	9,95
	20	1757,995	168,8	9,61
	10	488,332	82,29	16,85
∠ = 30°	30	2929,992	227,68	7,77
	20	1757,995	141,51	8,04
	10	488,332	35,07	7,183
∠ = 15°	30	2929,992	171,21	5,84
	20	1757,995	124,23	7,06
	10	488,332	25,85	5,29
∠ = 5°	30	2929,992	187,88	6,41
	20	1757,995	140,29	7,98
	10	488,332	19,483	3,98

$\angle = 0^\circ$	30	2929,992	148,72	5,07
	20	1757,995	106,79	6,07
	10	488,332	19,472	3,98

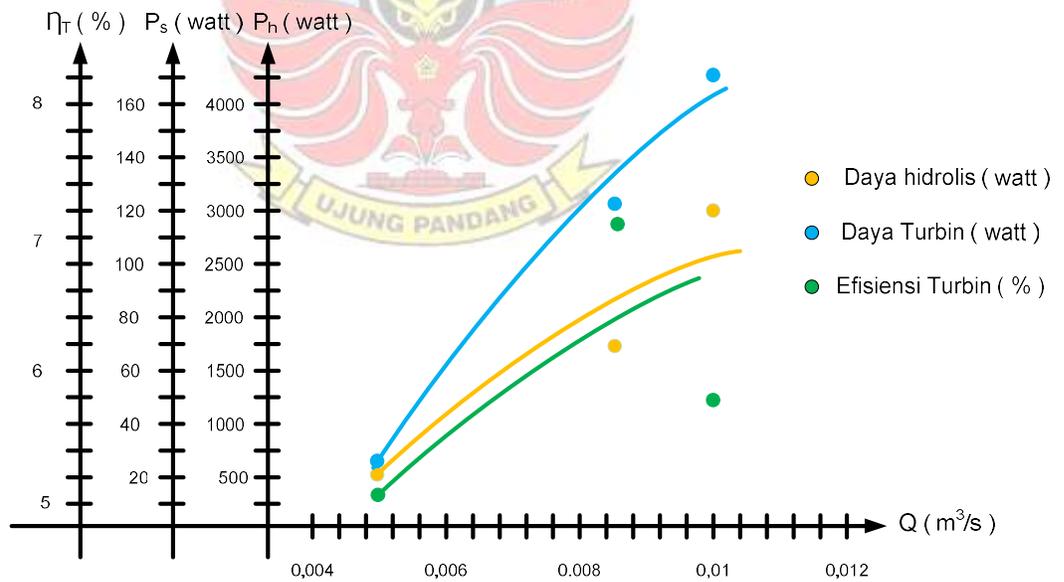
Grafik



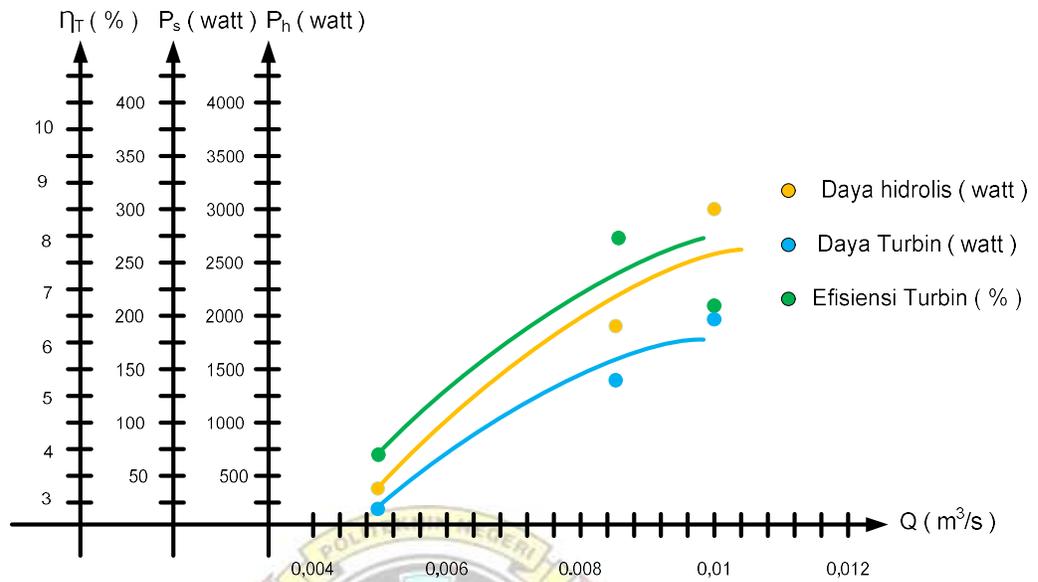
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 45°



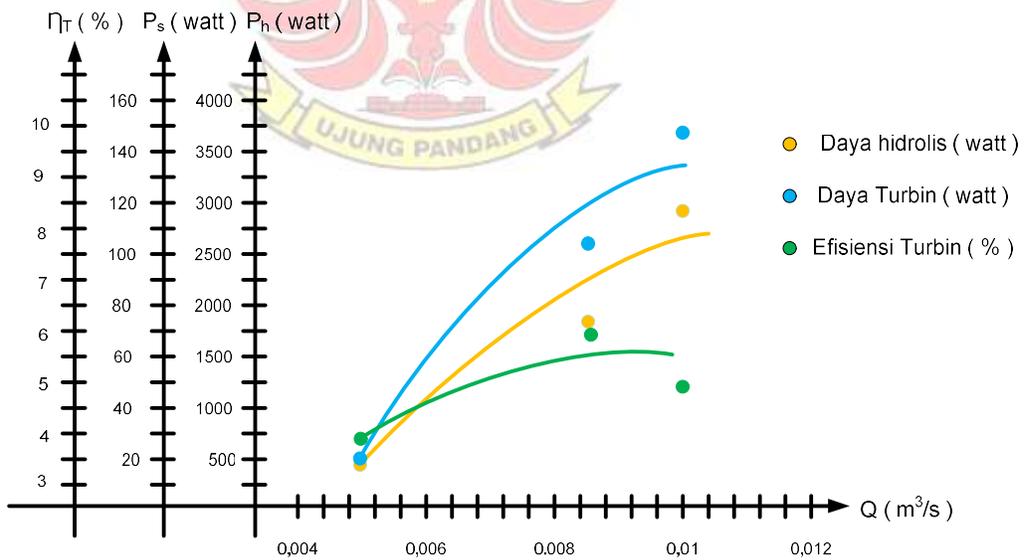
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 30°



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 15°



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 5°



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin dengan debit pada sudut 45°

4.2 PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian peralatan uji turbin ulir ini, diperoleh putaran maksimum turbin sebesar 928,5 rpm pada tekanan 30 mH₂O dengan sudut turbin 45° dan putaran minimum adalah sebesar 371,9 rpm dengan tekanan 10 mH₂O dan sudut turbin sebesar 0°. Pengujian dilakukan dengan membuka penuh katup utama.

Pada grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi dengan debit pada sudut 45° terlihat bahwa semakin besar debit maka semakin besar daya yang di hasilkan. Seperti yang terlihat pada tekanan 30 mH₂O daya turbin sebesar 291,69 Watt dengan efisiensi sebesar 9,95 %. Pada tekanan 20 mH₂O daya turbin 168,8 Watt dan efisiensi sebesar 9,61 %. Tetapi pada tekanan 10 mH₂O daya hidrolis 448,33 Watt, daya turbin 82,29 Watt dan efisiensi maksimal, yaitu 16,85 %.

Grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi dengan debit pada sudut 30° menunjukkan penurunan daya yang dihasilkan berbanding lurus dengan penurunan debit yang masuk. Pada tekanan 30 mH₂O daya turbin 227,68 Watt dan efisiensi sebesar 7,77 %. Pada tekanan 20 mH₂O daya turbin 141,51 Watt dan efisiensi sebesar 8,04 %, sedangkan pada tekanan 10 mH₂O daya turbin 35,07 Watt dan efisiensi sebesar 7,183 %.

Pada grafik yang ketiga, yaitu grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi dengan debit pada sudut 15° terlihat

karakteristik yang menyerupai seperti pada grafik dengan sudut 30°. Pada tekanan 30 mH₂O daya turbin yang dihasilkan sebesar 171,21 Watt dan efisiensi yang dihasilkan sebesar 5,84 %, pada tekanan 20 mH₂O daya turbin yang dihasilkan sebesar 124,23 Watt dan efisiensi sebesar 7,06 % dan pada tekanan 10 mH₂O dihasilkan daya turbin 25,85 Watt dan efisiensi sebesar 5,29 %.

Pada grafik hubungan antara daya hidrolis, daya turbin dan efisiensi turbin pada sudut 5°. Pada tekanan 30 mH₂O dihasilkan daya hidrolis sebesar 187,88 Watt dan efisiensi sebesar 6,41 %. Pada tekanan 20 mH₂O dihasilkan daya turbin sebesar 140,29 watt dan efisiensi 7,98 %, sedangkan pada tekanan 10 mH₂O daya turbin yang dihasilkan sebesar 19,483 Watt dengan efisiensi sebesar 3,98 %.

Sedangkan pada grafik hubungan yang kelima, yaitu pada sudut 0°, pada tekanan 30 mH₂O daya yang dihasilkan sebesar 148,72 Watt dengan efisiensi sebesar 5,07 %. Pada tekanan 20 mH₂O daya turbin yang dihasilkan 106,79 Watt dan efisiensi sebesar 6,07 %, sedangkan pada tekanan 10 mH₂O daya turbin yang diperoleh sebesar 19,472 Watt dan efisiensi sebesar 3,98 %.

Daya hidrolis yang diperoleh pada setiap tekanan yaitu pada tekanan 30 mH₂O dihasilkan daya hidrolis sebesar 2929,992 Watt. Pada tekanan 20 mH₂O daya hidrolis sebesar 1757,995 Watt sedangkan pada tekanan 10 mH₂O daya hidrolis yang dihasilkan sebesar 488,332 Watt.

Effisiensi maksimal yang dihasilkan oleh peralatan uji turbin ulir ini adalah sebesar 16,85 % pada sudut 45° dan tekanan 10 mH₂O dan effisiensi minimum yang dihasilkan adalah sebesar 3,98 % pada sudut 5° dan 0° pada tekanan 10 mH₂O.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai pada proyek akhir ini, maka kami dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Turbin ulir adalah suatu turbin yang secara teoritis memanfaatkan head yang rendah pada pengoperasiannya. Dan pada pengujian alat uji turbin ulir ini dihasilkan efisiensi terbesar pada head yang kecil ($\angle = 45^\circ$ dan $H = 10 \text{ mH}_2\text{O}$).
2. Produk akhir yang dihasilkan pada rancang bangun ini berupa peralatan uji turbin ulir dengan berbagai variasi sudut kemiringan.
3. Peralatan uji turbin ulir ini memiliki efisiensi maksimal yang diperoleh pada pengujian peralatan uji turbin ulir ini adalah sebesar 16,85 % yaitu pada putaran turbin sebesar 561,3 rpm dengan sudut kemiringan sebesar 45° , sedangkan efisiensi minimumnya adalah sebesar 3,98 % pada putaran 411,5 rpm dan 371,9 rpm dengan sudut kemiringan sebesar 5° dan 0° .

5.2 SARAN

1. Peralatan uji turbin ini sebaiknya digunakan pada tekanan 30 mH_2O , hal ini untuk mendapatkan putaran yang maksimal.
2. Sebaiknya apabila dalam pembuatan peralatan uji turbin ulir ini memperhatikan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan ulir.

Bahan yang dipilih sebaiknya adalah bahan yang memiliki massa yang ringan tetapi kuat untuk menahan tekanan air.

3. Selain memperhatikan bahan yang akan digunakan, hal lain yang perlu diperhatikan adalah sudut kemiringan turbin. Karena hal ini dapat berpengaruh pada efisiensi turbin.
4. Peralatan uji turbin ulir ini masih perlu dikembangkan lagi terutama pada konstruksi ulirnya sehingga nantinya diperoleh kinerja turbin yang lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

www.wikipedia.org/wiki/archimedianscrew , acces on 20 Juli 2010.

[www.ritz-atro.de/renewable energy](http://www.ritz-atro.de/renewable_energy), acces on 20 Juli 2010.

www.mannpower/openchanelflow , acces on 20 Juli 2010.

www.rehartgmbh.com/Archimedes-screw, acces on 3 November 2010

www.britannica.com/EBchecked/topic/32831/Archimedes-screw, acces on 3
November 2010

<http://dennysindipratama.blogspot.com/>, acces on 9 November 2010

<http://moeslemmuda.blogspot.com/2010>, acces on 9 November 2010

<http://wildwaterpower.com/>, acces on 9 november 2010

Munson,R. Bruce,dkk. Mekanika Fluida, Jakarta: Universitas Indonesia. 2003.



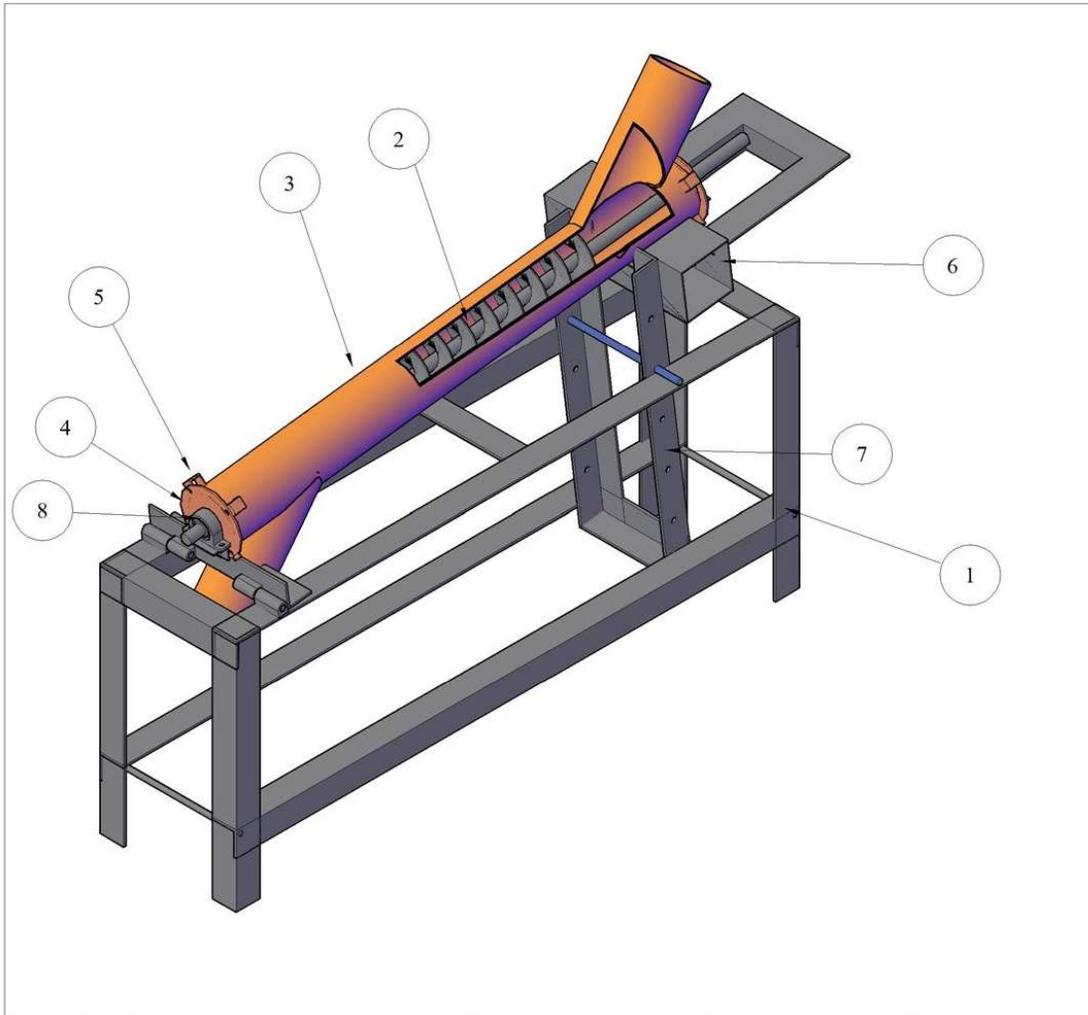
**L
A
M
P
I
R
A
N**



Lampiran-A

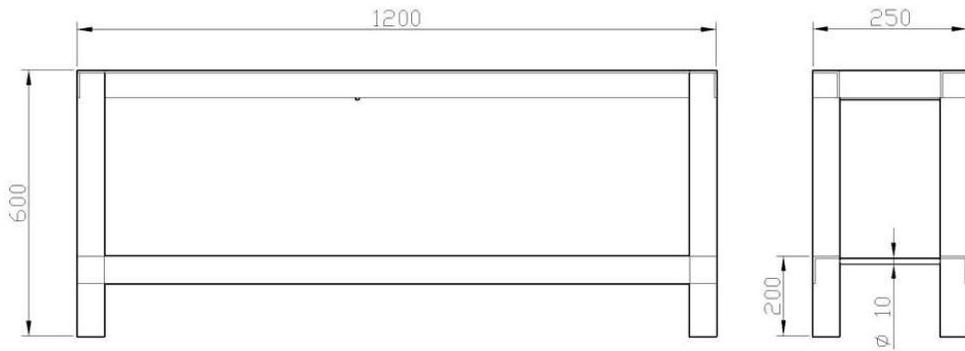
(Gambar Kerja)





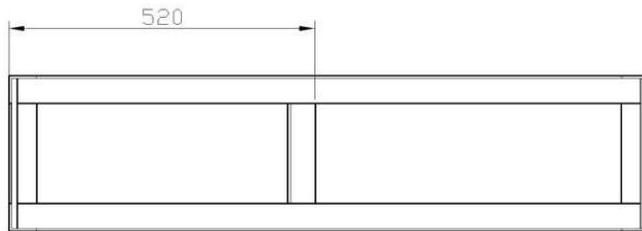
	I	Bearing	8		3/4"	dibeli
	I	Batang pengatur kemiringan	7	Besi Profil L	600 x 200 x 50 mm	dibuat
	I	Penyangga Tabung	6	Plat Baja	100 x 100 x 250 mm	dibuat
	I	Penahan tutup tabung	5	Plat Baja	18 x 18 x 15mm	dibuat
	I	Tutup Tabung	4	Plat Baja	Ø 130 x 6 mm	dibuat
	2	Tabung	3	Pipa Baja	101.6 (4") x 1000 mm	dibuat
	I	Poros Ulir	2	ST 42	Ø 100 x 1200 mm	dibuat
	I	Rangka	1	Besi Profil L	1200 x 290 x 500 mm	dibuat
	JUMLAH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
III	II	I	PERUBAHAN			
			TURBIN ULIR		Skala : 1:10	Digambar Diperiksa
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		T.E \ 342 07 004 342 07 031 \ 1	

1. RANGKA TURBIN ULIR



TAMPAK SAMPING

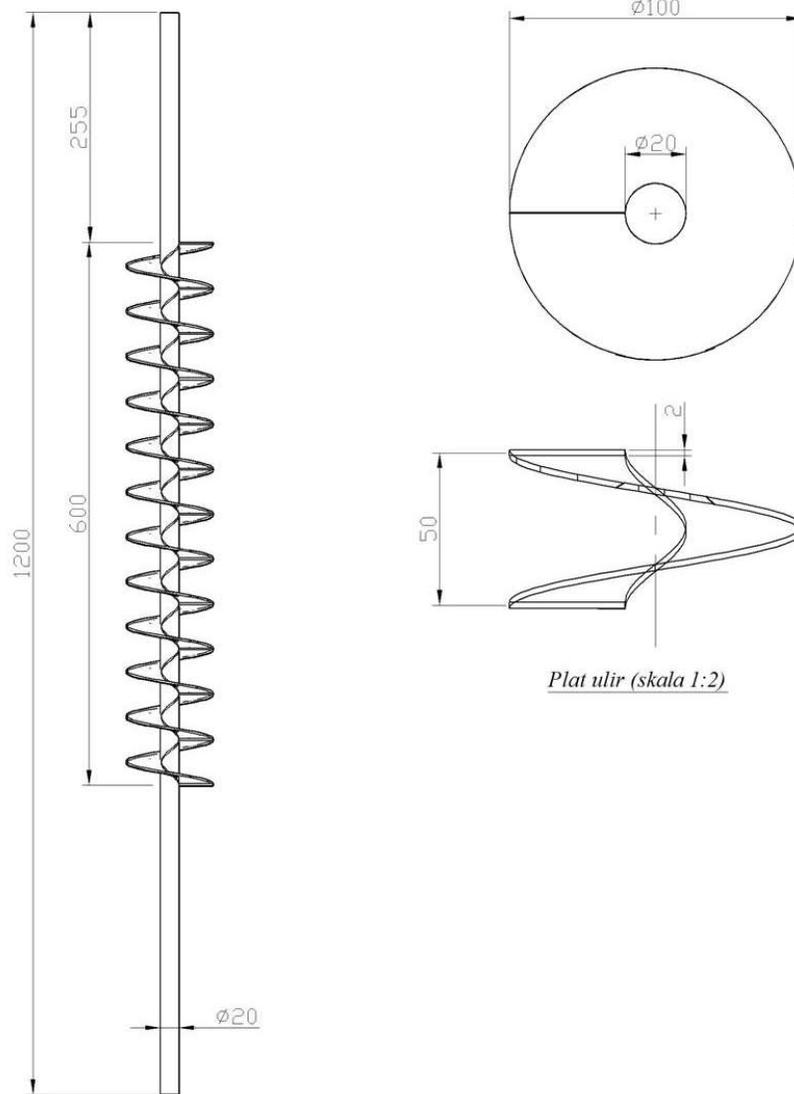
TAMPAK DEPAN



TAMPAK ATAS

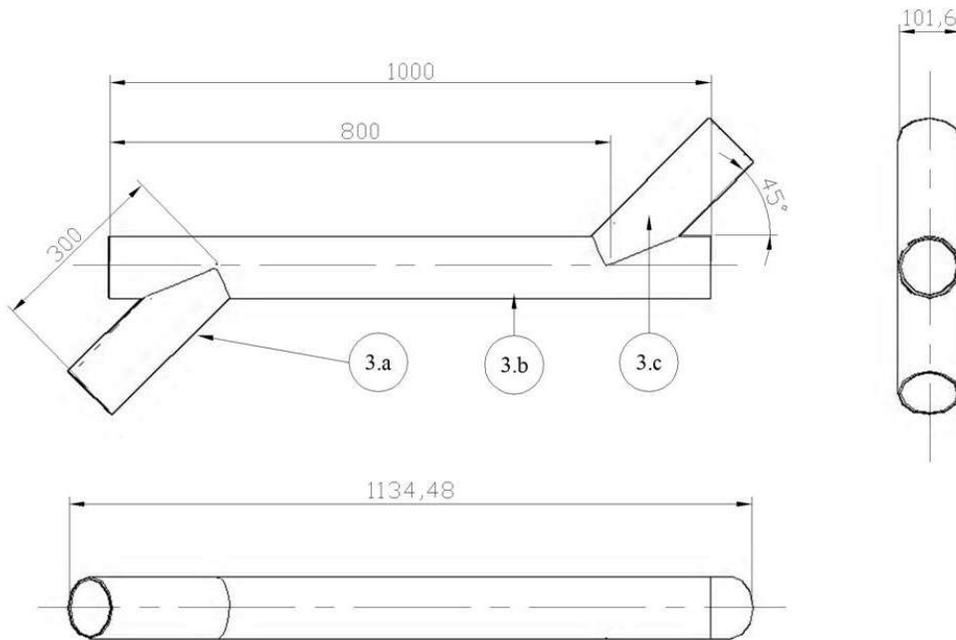
				Besi Beugel	Ø10 mm			
				Besi Profil L	50 x 50 mm			
JUMLAH			NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN	
III	II	I	PERUBAHAN					
			TURBIN ULIR			Skala :	Digambar	004 031
							1:10	Diperiksa
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			T.E \ 342 07 004 \ 2		342 07 031

2. POROS ULIR



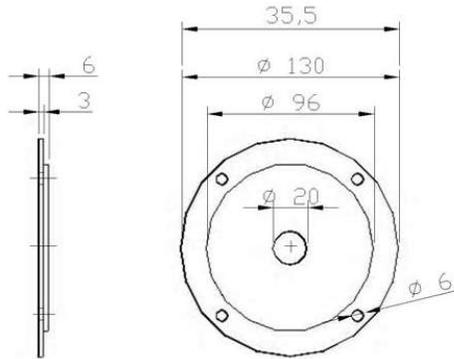
		12	Plat ulir		Plat Baja	Ø100 mm		
		I	Poros		ST 42	50 x 50 mm		
		JUMLAH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN	
III	II	I	PERUBAHAN					
			TURBIN ULIR			Skala :	Digambar	004 031
						1:5	Diperiksa	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			T.E\ 342 07 004 342 07 031 \ 3		

3. TABUNG ULIR

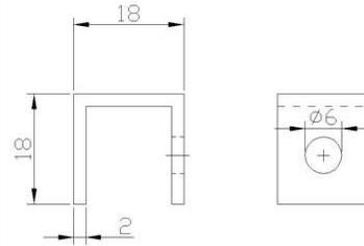


		I	INLET	3.c	Pipa Baja	Ø 101.6 (6") x 300 mm		
		I	TABUNG ULIR	3.b	Pipa Baja	Ø 101.6 (6") x 1000 mm		
		I	OUTLET	3.a	Pipa Baja	Ø 101.6 (6") x 300 mm		
		JUMLAH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN	
III	II	I	PERUBAHAN					
			TURBIN ULIR			Skala :	Digambar	004 031
						1:10	Diperiksa	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			T.E\ 342 07 004 342 07 031 \ 4		

4. TUTUP TABUNG

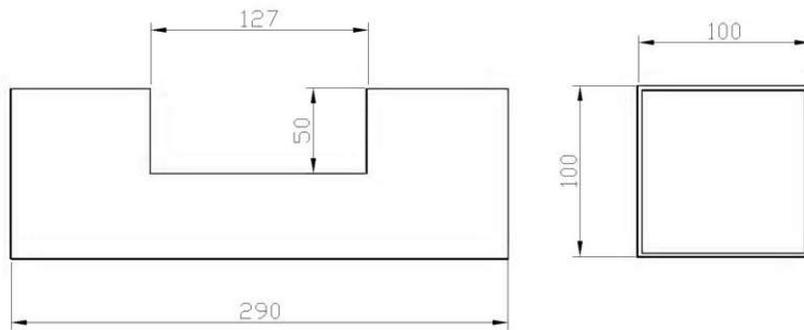


5. PENAHAN TUTUP TABUNG



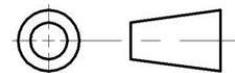
Skala 1:1

7. PENYANGGA TABUNG

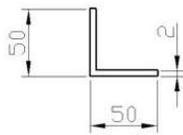
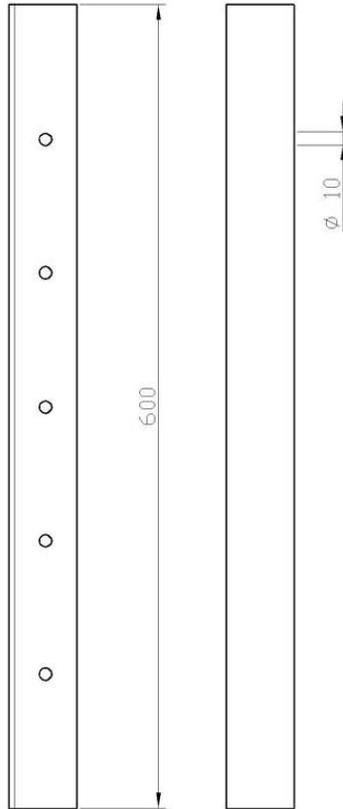


I	Penyangga Tabung	7	Plat Baja	100 x 100 x 300 mm	
8	Penahan Tutup Tabung	6	Plat Baja	54 x 15 mm	
2	Tutup Tabung	5	Plat Baja	Ø130 mm t=3mm	

JUMLAH	NAMA BAGIAN	NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN	
III	II	I	PERUBAHAN			
TURBIN ULIR				Skala :	Digambar	004 031
				1:4	Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				T.E\ 342 07 004 \ 5 342 07 031		



7. BATANG PENGATUR KEMIRINGAN



		2		Besi Profil L	50 x 50 mm		
JUMLAH	NAMA BAGIAN		NO.BAG	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN	
III	II	I	PERUBAHAN				
			TURBIN ULIR		Skala :	Digambar	004 031
					1:5	Diperiksa	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		T.E \ 342 07 004 \ 6		342 07 031

Lampiran-B

(Foto Kegiatan)





Gambar 1 Pembubutan



Gambar 2 Perakitan



Gambar 3 Pemasangan



Gambar 4 Pengecatan



Gambar 5 Pengukuran Debit



Gambar 6 Pengukuran Putaran



Gambar 7 Tempat Pengambilan Data





Lampiran-C
(Foto Alat dan Bahan)

The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is circular, featuring a central emblem with a yellow torch and a gear, surrounded by red and blue decorative elements. The text 'POLITEKNIK NEGERI' is at the top and 'UJUNG PANDANG' is at the bottom of the emblem.



Gambar 8 Poros Ulir



Gambar 9 Sudu



Gambar 10 Bantalan (*Bearing*)



Gambar 11 Baut dan Mur



Gambar 12 Rumah turbin



Gambar 13 Penutup rumah turbin



Gambar 14 Tachometer



Gambar 15 Pressure gauge