

**PEMBUATAN ALAT PENGUJIAN TURBIN AIR PUSARAN  
(VORTEX) DENGAN BENTUK SILINDER**

**(PROYEK AKHIR)**

**Oleh**

**BARRY INDRAMA  
NPM 2305101020**



**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**PEMBUATAN ALAT PENGUJIAN TURBIN AIR PUSARAN  
(*VORTEX*) DENGAN BENTUK SILINDER**

**Oleh**

**BARRY INDRAMA**

**NPM 2305101020**

**Laporan Proyek Akhir**

**Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar**

**AHLI MADYA TEKNIK**

**Pada**

**Program Studi DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin**

**Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**BANDAR LAMPUNG**

**2026**

## ABSTRAK

### PEMBUATAN ALAT PENGUJIAN TURBIN AIR PUSARAN (*VORTEX*) DENGAN BENTUK SILINDER

OLEH :

**BARRY INDRAMA**

Proyek akhir ini membahas perancangan, pembuatan, serta pengujian alat uji turbin air vortex berbentuk silinder yang digunakan sebagai media praktikum di laboratorium. Turbin vortex dipilih karena mampu beroperasi pada kondisi tinggi jatuh air (head) rendah dengan memanfaatkan energi pusaran air untuk menghasilkan putaran mekanik. Tahapan dimulai dari perancangan yang meliputi penentuan dimensi turbin, jumlah sudu, serta komponen utama seperti hub dan poros, dengan turbin menggunakan enam sudu berbentuk lengkung. Proses selanjutnya meliputi pembuatan komponen, perakitan, hingga pemasangan pada sistem pengujian dengan tangki sirkulasi berbentuk kerucut. Pengujian dilakukan dengan variasi debit aliran sebesar 10,61 L/s, 10,62 L/s, 10,66 L/s serta dua variasi posisi tinggi turbin, yaitu 36 cm dan 38 cm dari saluran keluar. Parameter yang dianalisis meliputi putaran turbin, torsi, daya poros, dan efisiensi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada posisi tinggi 36 cm diperoleh daya maksimum sebesar 50,495 Watt dengan efisiensi 56,771%, sedangkan pada posisi 38 cm diperoleh daya maksimum sebesar 51,779 Watt dengan efisiensi 58,216%, sehingga dapat disimpulkan bahwa turbin vortex yang dirancang mampu bekerja dengan baik pada kondisi head rendah dan layak digunakan sebagai alat uji serta media pembelajaran.

**Kata kunci:** turbin vortex, head rendah, alat uji turbin, daya poros, efisiensi, debit aliran.

## **ABSTRAK**

### **MANUFACTURING OF A CYLINDRICAL VORTEX WATER TURBINE TESTING APPARATUS**

**BY :**

**BARRY INDRAMA**

This final project discusses the design, fabrication, and testing of a cylindrical vortex water turbine testing apparatus used as a practicum medium in the laboratory. The vortex turbine was selected because it is capable of operating under low water head conditions by utilizing vortex energy to produce mechanical rotation. The process began with the design stage, which included determining the turbine dimensions, number of blades, and main components such as the hub and shaft, with the turbine using six curved blades. The next stages included component manufacturing, assembly, and installation on a testing system equipped with a conical circulation tank. Testing was carried out with flow rate variations of 10.61 L/s, 10.62 L/s, and 10.66 L/s, as well as two turbine height position variations, namely 36 cm and 38 cm from the outlet channel. The analyzed parameters included turbine rotational speed, torque, shaft power, and efficiency. The test results showed that at the 36 cm height position, the maximum power obtained was 50.495 Watts with an efficiency of 56.771%, while at the 38 cm position, the maximum power obtained was 51.779 Watts with an efficiency of 58.216%. Therefore, it can be concluded that the designed vortex turbine is able to operate well under low head conditions and is suitable for use as a testing device as well as a learning medium.

**Keywords:** vortex turbine, low head, turbine testing device, shaft power, efficiency, flow rate.

Judul : PEMBUATAN ALAT PENGUJIAN TURBIN AIR  
PUSARAN (VORTEX) DENGAN BENTUK  
SILINDER

Nama Mahasiswa : **Barry Andrama**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2305101020

Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / DIII Teknik Mesin

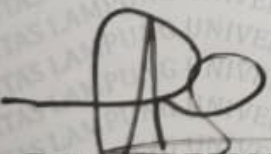
Fakultas : Teknik

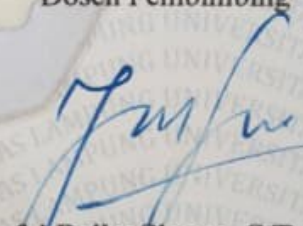
Bandar Lampung, 14 April 2026

**MENYETUJUI,**

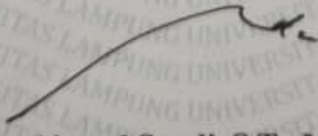
Ketua Program Studi  
Diploma III Teknik Mesin

Dosen Pembimbing

  
**Zulhayil, S.T., M.T.**  
NIP. 197304022000031002

  
**Jorfri Boike Sinaga, S.T., M.T.**  
NIP. 197002021998031004

**MENGETAHUI,**  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

  
**Ahmad Suudi, S.T., M.T.**  
NIP. 197408162000121001

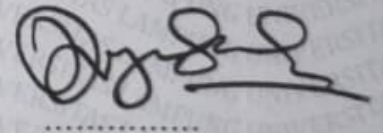
## PENGESAHAN

### 1. Tim Penguji

Ketua Penguji : Jorfri Boike Sinaga, S.T., M.T.



Penguji Utama : M. Dyan Susila E.S., S.T., M.Eng.



### 2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.

NIP. 196910302000031001



Tanggal Lulus Ujian Tugas Akhir: 14 April 2026

## PERNYATAAN PENULIS

Penulis Proyek akhir ini dibuat sendiri oleh penulis dan bukan hasil plagiat sebagaimana diatur dalam pasal 27 Peraturan Akademik Universitas Lampung dengan surat Keputusan Rektor No.3187/H26/DT/2010.

Yang Membuat Pernyataan



**BARRY INDRAMA**

**NPM. 2305101020**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sukadana, Lampung Timur pada tanggal 10 Agustus 2002 sebagai putra dari Bapak Ahmad Sobri dan Ibu Asni Arlinda. Pendidikan formal diawali di SD Negeri 5 Sukadana, Kabupaten Lampung Timur, dan diselesaikan pada tahun 2015. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Sukadana hingga lulus pada tahun 2018. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMK Negeri 1 Sukadana dengan mengambil jurusan Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO) dan berhasil diselesaikan pada tahun 2021.

Pada tahun 2023, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Lampung pada Program Studi D3 Teknik Mesin. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan, khususnya di Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM). Pada tahun 2025, penulis dipercaya menjadi anggota bidang Kreatifitas. Selain aktif di organisasi, penulis juga melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT Semen Baturaja Tbk pada periode 7 Juli hingga 7 Agustus 2025 dengan judul laporan “**Metode *Cold Splicing* pada *Belt Conveyor* Area 43 BC 04 Mil di PT Semen Baturaja Tbk Panjang, Bandar Lampung**”. Untuk menyelesaikan Tugas Akhir (TA), penulis membuat suatu alat dengan judul “**Pembuatan Alat Pengujian Turbin Air Pusaran (*Vortex*) dengan Bentuk Silinder**” di bawah bimbingan Bapak Jofri Boike Sinaga, S.T., M.T.

## **PERSEMBAHAN**

*Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberi kehidupan, waktu dan kekuatan hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tanpa ridha dan rahmat-Nya, tak mungkin langkah ini mampu sampai sejauh ini.*

### **Kepada Bapak dan Mamak Tercinta**

*kepada orang tua tercinta, sebagai bentuk terima kasih yang tak terhingga atas segala kasih sayang, pengorbanan, dan perjuangan yang telah diberikan. Dari keringat ayah yang bekerja tanpa mengenal lelah demi masa depan anaknya, hingga doa ibu yang sering menangis dalam sujudnya memohon kepada Tuhan agar anak laki-lakinya ini dapat menyelesaikan perkuliahan. Semua itu menjadi kekuatan terbesar bagi penulis untuk terus berjuang hingga sampai pada titik ini.*

### **Kepada Kakak Tercinta Batin Ivan dan Uni Tia, Serta Kakak Ipar Saya Kak Erma dan Kak Aziz, juga Keponakan yang Saya Sayangi Arsen**

*Terima kasih atas segala perhatian, dukungan, dan kebersamaan yang selalu diberikan kepada penulis. Kehadiran kalian menjadi salah satu sumber semangat bagi penulis untuk terus berjuang hingga mampu menyelesaikan perkuliahan ini. Semoga kebersamaan, kasih sayang, dan dukungan yang telah diberikan menjadi kenangan indah serta kebanggaan bagi keluarga kita semua.*

### **Kepada Paman dan Bibi**

*Alm Papi, Abi, Puang, dan Alm Pak Cik, serta latu, Umaten, Lati, dan Uni, penulis mengucapkan terima kasih atas segala doa, perhatian, dukungan, dan nasehat yang telah diberikan. Dukungan dari keluarga besar menjadi salah satu*

*kekuatan bagi penulis untuk terus berjuang hingga mampu menyelesaikan perkuliahan ini. Semoga pencapaian sederhana ini juga menjadi kebanggaan bagi keluarga.*

### **Kepada Kakak Sepupu dan Adik Sepupu**

*Daing Saleh, Duli, Abang Ajay, Itah Ana dan semuanya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih atas kebersamaan, perhatian, serta dukungan yang selalu diberikan. Kehadiran dan semangat dari kalian menjadi salah satu dorongan bagi penulis untuk tetap berusaha dan tidak menyerah hingga akhirnya dapat menyelesaikan pendidikan ini. Semoga pencapaian ini juga membawa kebahagiaan bagi keluarga kita.*

### **Kepada Pasangan Tercinta Anggun Citra Meliani**

*Kepada pasangan tercinta, yang senantiasa hadir memberikan perhatian, kesabaran, serta dukungan di setiap proses yang penulis jalani. Terima kasih atas doa, semangat, dan kepercayaan yang selalu diberikan sehingga penulis mampu melewati berbagai tantangan hingga akhirnya dapat menyelesaikan perkuliahan ini. Semoga pencapaian sederhana ini juga menjadi bagian dari kebahagiaan yang kita rasakan bersama.*

### **Kepada Dosen pembimbing Serta Dosen Pengajar lainnya**

*Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan, ilmu pengetahuan, arahan, serta kesabaran yang telah diberikan selama proses perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini. Segala ilmu dan pengalaman yang diberikan menjadi bekal yang sangat berharga bagi penulis dalam menempuh perjalanan ke depan.*

### **Kepada Teman-Teman Angkatan 23 Teknik Mesin dan Kakak Tingkat**

*Kepada teman-teman angkatan serta kakak tingkat, yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama menempuh pendidikan. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, serta dukungan yang telah diberikan, sehingga setiap proses yang dilalui terasa lebih ringan hingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan ini.*

## MOTTO HIDUP

*"Siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya dia akan membukakan jalan keluar baginya"*

**(Q.S At-Talaq : 65:2)**

*"Jangan pedulikan apa yang dikatakan orang lain mengenaimu, engkau tau siapa dirimu dan Allah lebih tau keadaan dirimu dan niat yang ada dalam hatimu"*

**(Q.S Al-Qiyamah : 14)**

*"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hambanya sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri"*

**(Q.S Ar-Ra'd : 11)**

## SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, karunia, dan kesehatan-Nya, sehingga tugas akhir beserta laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Tanpa izin dan pertolongan-Nya, penyusunan karya ilmiah ini tidak akan berjalan lancar. Laporan ini disusun sebagai bentuk pertanggungjawaban akademik atas penelitian yang telah dilaksanakan, serta diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang energi terbarukan dan teknologi turbin air. Selain itu, karya ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Lampung. Penulis berharap laporan ini bermanfaat sebagai referensi akademik dan dasar bagi penelitian selanjutnya. Dalam penyusunannya, penulis menyadari adanya dukungan, arahan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
3. Bapak Ahmad Suudi, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Bapak Zulhanif, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi D3 Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

5. Bapak Jorfri Boike Sinaga, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia mendidik dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan laporan proyek akhir ini.
6. Bapak M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng. yang berkenan menjadi dosen pembahas dan memberikan kritik dan saran pada tugas akhir ini.
7. Tim Laboratorium Mekanika Fluida: Irfan Ahmad Syah, Nando Kurniawan, Bang Fadlly, Bang Aziz, Bang Darius, Bang Glen, Bang Kevin, Bapak Sugiman selaku rekan dan teknisi lab yang selalu memberikan semangat dan bantuan pada penulis.
8. Seluruh Dosen di Teknik Mesin Universitas Lampung yang telah mengajarkan banyak pengetahuan kepada penulis.
9. Seluruh staf dan karyawan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung
10. Teman – teman Angkatan 2023 yang selalu mendengarkan keluhan, dan memberikan motivasi, dan memberi dorongan semangat kepada penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis namun tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, penulis ucapkan terima kasih semoga Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang membalas semua kebaikan.

Penulis mengakui bahwa laporan proyek akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan proyek akhir ini. Semoga proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca, amin.

**Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Bandar Lampung, 14 April 2026

Penulis

**Barry Indrama**  
**NPM. 2305101020**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN PENULIS .....</b>	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>MOTTO HIDUP.....</b>	<b>xi</b>
<b>SANWACANA.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Tujuan.....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Sistematik Penulisan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1    Turbin.....	4
2.2    Aliran <i>Vortex</i> .....	7
2.5    Turbin <i>Vortex</i> .....	8
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>11</b>
3.1    Alat Dan Bahan .....	11
3.2    Tahapan Pembuatan Turbin vortex.....	18

3.3	Pengujian dan Pengambilan Data.....	21
3.4	Pengolahan data .....	21
3.5	Diagram Alur Proyek Akhir .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>26</b>
4.1	Komponen Alat Pengujian .....	26
4.2	Pembuatan Turbin <i>Vortex</i> .....	29
4.3	Hasil Pengujian .....	34
4.4	Pembahasan Grafik .....	38
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>44</b>
5.1	Kesimpulan .....	44
5.2	Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>48</b>

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 4. 1</b> Nilai Debit dan Kecepatan Aliran Posisi Tinggi 36 cm dan 38 cm .....	35
<b>Tabel 4. 2</b> Menunjukkan Hasil Pengujian Turbin Dengan Posisi Tinggi 36.....	35
<b>Tabel 4. 3</b> Menunjukkan Hasil Pengujian Turbin Dengan Posisi Tinggi 38.....	37

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Turbin <i>francis</i> .....	6
<b>Gambar 2. 2</b> Turbin <i>crossflow</i> .....	7
<b>Gambar 2. 3</b> Aliran <i>vortex</i> bebas.....	8
<b>Gambar 2. 4</b> Aliran <i>vortex</i> paksa.....	8
<b>Gambar 2. 5</b> Sistem pembangkit listrik turbin aliran <i>vortex</i> .....	9
<b>Gambar 2. 6</b> Bentuk sudu turbin a. <i>stright</i> (lurus) sudu, b. <i>tilted</i> (miring) sudu, dan c. <i>curved</i> (lengkung) sudu.....	10
<b>Gambar 3. 1</b> Mesin gerinda .....	11
<b>Gambar 3. 2</b> Mesin <i>roll</i> .....	11
<b>Gambar 3. 3</b> Mal sudu .....	12
<b>Gambar 3. 4</b> Mesin las.....	12
<b>Gambar 3. 5</b> Elektroda.....	13
<b>Gambar 3. 6</b> Meteran .....	13
<b>Gambar 3. 7</b> Penggaris siku.....	13
<b>Gambar 3. 8</b> Besi siku.....	14
<b>Gambar 3. 9</b> Plat besi.....	14
<b>Gambar 3. 10</b> <i>Hub</i> turbin.....	15
<b>Gambar 3. 11</b> Poros .....	15
<b>Gambar 3. 12</b> <i>Pulley</i> .....	15
<b>Gambar 3. 13</b> <i>Belt</i> .....	16
<b>Gambar 3. 14</b> <i>Bearing</i> .....	16
<b>Gambar 3. 15</b> Mur dan baut.....	17
<b>Gambar 3. 16</b> Mesin pompa air .....	17
<b>Gambar 3. 17</b> <i>Tachometer</i> .....	17
<b>Gambar 3. 18</b> Gelas ukur.....	18
<b>Gambar 3. 19</b> Neraca pegas.....	18

<b>Gambar 3. 20</b> Skema <i>hub</i> turbin.....	19
<b>Gambar 3. 21</b> Skema sudu turbin .....	20
<b>Gambar 3. 22</b> Skema 2D turbin .....	20
<b>Gambar 3. 23</b> <i>Head vortex</i> .....	22
<b>Gambar 3. 24</b> Skema pengukuran torsi $F_1$ dan $F_2$ .....	23
<b>Gambar 3. 25</b> Diagram alur proyek akhir.....	25
<b>Gambar 4. 1</b> Skema alat pengujian turbin <i>vortex</i> .....	26
<b>Gambar 4. 2</b> Tangki reservoir .....	27
<b>Gambar 4. 3</b> Saluran air .....	27
<b>Gambar 4. 4</b> Sudu pengarah .....	28
<b>Gambar 4. 5</b> Tangki sirkulasi.....	28
<b>Gambar 4. 6</b> Pengukuran pipa besi.....	29
<b>Gambar 4. 7</b> Pemotongan besi silindris .....	30
<b>Gambar 4. 8</b> Pembubutan dan pengeboran hub .....	30
<b>Gambar 4. 9</b> Mal (cetakan) sudu turbin.....	31
<b>Gambar 4. 10</b> Pembuatan pola pada plat besi.....	31
<b>Gambar 4. 11</b> Pemotongan plat.....	32
<b>Gambar 4. 12</b> Proses <i>roll</i> pada sudu plat .....	32
<b>Gambar 4. 13</b> Penandaan jarak sudu turbin.....	33
<b>Gambar 4. 14</b> Penyambungan hub dengan sudu turbin .....	33
<b>Gambar 4. 15</b> Turbin <i>vortex</i> .....	34
<b>Gambar 4. 16</b> Grafik pengaruh putaran turbin terhadap torsi turbin pada posisi tinggi tutbin 36 cm .....	39
<b>Gambar 4. 17</b> Grafik pengaruh putaran turbin terhadap torsi turbin pada posisi tinggi tutbin 38 cm .....	39
<b>Gambar 4.18</b> Grafik pengaruh putaran turbin terhadap daya poros pada posisi tinggi turbin 36 cm.....	40
<b>Gambar 4. 19</b> Grafik pengaruh putaran turbin terhadap daya poros pada posisi tinggi turbin 38 cm.....	41
<b>Gambar 4. 20</b> Grafik hubungan putaran turbin terhadap efesiensi pada posisi tinggi turbin 36 cm .....	42

**Gambar 4. 21** Grafik hubungan putaran turbin terhadap efesiensi pada posisi tinggi turbin 38 cm ..... 42

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan energi listrik tidak selalu diimbangi dengan ketersediaan energi fosil yang terbatas dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Kondisi tersebut mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Energi air menjadi salah satu pilihan yang potensial karena ketersediaannya relatif melimpah serta dapat dimanfaatkan pada berbagai skala, termasuk skala kecil.

Pada daerah dengan tinggi jatuh air (*head*) rendah dan debit relatif kecil, pemanfaatan turbin air konvensional sering kali kurang optimal. Salah satu solusi yang berkembang adalah penggunaan turbin air *vortex*, yaitu turbin yang memanfaatkan aliran pusaran air untuk menghasilkan energi mekanik. Prinsip kerja turbin ini didasarkan pada pembentukan pusaran stabil di dalam kolam *vortex*, yang kemudian menggerakkan sudu turbin sehingga menghasilkan putaran pada poros.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, kinerja turbin air *vortex* sangat dipengaruhi oleh desain sistem dan kondisi operasinya. Parameter seperti bentuk dan ukuran kolam *vortex*, diameter lubang keluaran, desain sudu turbin, serta variasi debit aliran terbukti berpengaruh terhadap putaran, daya, dan efisiensi turbin. Meskipun demikian, hasil yang diperoleh dari berbagai penelitian masih menunjukkan variasi, sehingga diperlukan pengujian lebih lanjut dengan desain dan parameter yang berbeda untuk memperoleh performa yang lebih optimal.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pembuatan dan pengujian turbin air *vortex* guna mengetahui karakteristik kinerjanya secara eksperimental. Pengujian dilakukan untuk menganalisis hubungan antara debit aliran dengan putaran, torsi, daya, dan efisiensi turbin. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi ilmiah dalam pengembangan turbin air *vortex* serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dan penerapan pembangkit listrik tenaga air skala kecil.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat turbin *vortex* untuk system alat pengujian turbin *vortex*.
2. Melakukan pengujian untuk mengetahui ujuk kerja turbin *vortex* sebelum digunakan untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran khususnya praktikum.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan penelitian adalah:

1. Pembuatan alat uji turbin *vortex* ini memperhatikan kondisi laboratorium mekanika fluida.
2. Jumlah sudu yang digunakan pada turbin *vortex* ini adalah 6 buah sudu.
3. Bentuk sudu turbin yang dibuat berbentuk lengkung (*curved*) dengan penampang silinder dan jari-jari lengkungan 110mm.

## 1.4 Sistematik Penulisan

Adapun sistematik penulisan pada laporan proyek akhir ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN  
Pada bab pendahuluan ini berisikan latar belakang, tujuan, batasan masalah, dan sistematik penulisan.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA  
Berisikan tentang teori, pengklasifikasian turbin, parameter turbin *vortex*.
3. BAB III METODOLOGI

Pada bab ini berisikan mengenai waktu, tempat proyek akhir, beserta Langkah-langkah yang dilakukan selama proses pembuatan proyek akhir.

#### 4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan gambar dan pembahasan yang didapatkan selama proses pembuatan .

#### 5. BAB V PENUTUP

#### DAFTAR PUSTAKA

Berisikan literatur-literatur yang dijadikan referensi dalam penulisan laporan ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Turbin**

Turbin air merupakan sebuah mesin konversi energi yang mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik, kemudian menjadi energi potensial dan selanjutnya menjadi energi listrik. Selain itu PLTMH tidak perlu membuat waduk yang besar seperti PLTA dan sebagian besar PLTMH yang ada saat ini memanfaatkan *head* air yang tinggi untuk menghasilkan energi listrik. Sedangkan untuk aliran sungai dengan *head* yang rendah belum dimanfaatkan secara optima (Susatyo dkk, 2024).

Pengertian turbin adalah turbin yang cara kerjanya memanfaatkan kecepatan aliran, sehingga turbin jenis ini tidak membutuhkan tinggi jatuh (*head*) air. Turbin ini sangat tepat untuk dipakai pada daerah yang datar dan memiliki aliran sungai, terutama daerah pedesaan. Sampai saat ini jenis turbin kinetik yang dikenal adalah yang disebut dengan *water wheel* atau kincir air. Kincir air ini adalah turbin kinetik yang sangat sederhana, kincir air ini masih banyak ditemukan di Indonesia, seperti misalnya kincir air di Pronojiwa lumajang dipakai sebagai penggerak generator kecil untuk alat *charging* baterai (*accumulator*) kendaraan bermotor.

Prinsip kerja Turbin kinetik bekerja, dimana arus aliran air langsung menumbuk sudu turbin tanpa melalui *nozel*. Energi diberikan kepada sudu berupa energi kinetik atau energi kecepatan. Pada turbin kinetik vertikal (tegak) air langsung menumbuk sudu pada setengah bagian roda turbin sedangkan setengah bagian yang lain juga mendapat tumbukan tetapi tidak

sebesar setengah bagian yang pertama sehingga turbin masih bisa berputar. Tentunya keberhasilan turbin ini berputar tergantung pada bentuk dan jumlah sudunya, apabila bentuk dan jumlah sudunya kurang memadai maka putaran turbin akan semakin lambat, bahkan berhenti berputar. Oleh sebab itu berdasarkan prinsip kerja ini dan berdasarkan teori segitiga kecepatan maka akan didapatkan bentuk dan jumlah sudu yang tepat (Pietersz dkk, 2013).

Pengklasifikasian turbin berdasarkan *head* nya dibagi menjadi empat klasifikasi yaitu:

1. Turbin dengan *head* sangat rendah

Turbin dengan tinggi jatuh air yang sangat kecil umumnya bekerja pada *head* sekitar 0,5 m atau bahkan kurang. Pada kondisi ini, tipe turbin yang sering digunakan adalah turbin *vortex* serta kincir air tipe *undershoot*, karena keduanya dirancang untuk beroperasi efektif pada perbedaan ketinggian air yang minim.

2. Turbin dengan *head* rendah

Turbin yang beroperasi pada *head* rendah umumnya digunakan pada rentang ketinggian sekitar 5 hingga 20 meter. Untuk kondisi tersebut, tipe turbin yang paling sering dipakai adalah turbin *Crossflow* dan turbin Kaplan karena keduanya cocok untuk memanfaatkan energi air pada perbedaan tinggi yang relatif kecil.

3. Turbin dengan *head* sedang

Turbin untuk kategori *head* menengah biasanya bekerja pada ketinggian jatuh air sekitar 20 hingga 100 meter. Pada rentang ini, turbin yang paling umum digunakan adalah turbin *Francis* karena dirancang untuk beroperasi optimal pada *head* tersebut.

4. Turbin dengan *head* tinggi

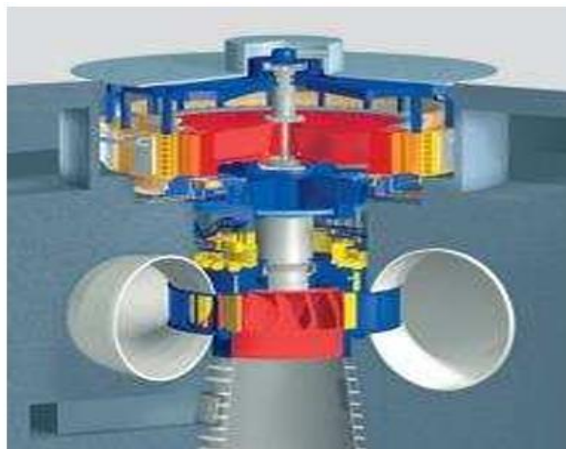
Turbin yang digunakan pada *head* tinggi umumnya memanfaatkan ketinggian jatuh air sekitar 100 meter atau lebih. Untuk kondisi seperti ini, jenis turbin yang lazim dipakai adalah turbin *Pelton* dan *Turgo*

karena keduanya dirancang untuk bekerja efisien pada *head* yang besar (Bajracharya et al, 2020).

Berdasarkan prinsip kerjanya turbin dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu:

1. Turbin reaksi

Turbin reaksi merupakan turbin air yang menghasilkan putaran karena adanya interaksi antara tekanan dan aliran fluida yang melewati sudu-sudu *runner*. Energi air diubah menjadi energi mekanik melalui proses penurunan tekanan yang terjadi secara bertahap saat air mengalir di dalam turbin. Seluruh bagian *runner* bekerja dalam kondisi terendam aliran, sehingga gaya yang timbul bukan hanya dari kecepatan air, tetapi juga dari perbedaan tekanan pada permukaan sudu. Mekanisme inilah yang membedakan turbin reaksi dari turbin *impuls* dan membuatnya efektif digunakan pada sistem dengan debit air besar (Hakim & Adiwibowo, 2018).

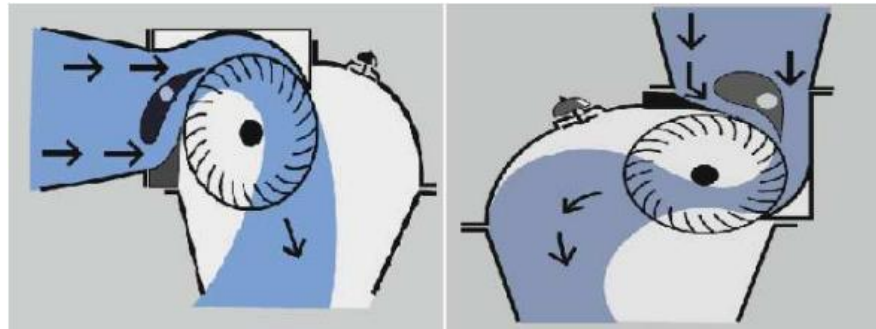


Gambar 2. 1 Turbin *francis* (Yaakob et al, 2014).

2. Turbin *impuls*

Turbin *impuls* adalah turbin yang bekerja dengan memanfaatkan energi kinetik fluida berkecepatan tinggi yang diarahkan melalui *nozel* ke sudu-sudu turbin. Fluida yang keluar dari nosel mengalami percepatan sehingga memiliki kecepatan tinggi, kemudian tumbukan aliran tersebut pada sudu menghasilkan gaya dorong yang memutar roda

turbin. Pada sistem ini, tekanan fluida relatif tetap saat mengenai sudu, sehingga energi yang dimanfaatkan terutama berasal dari perubahan kecepatan aliran. Prinsip kerja tersebut menjadikan turbin *impuls* efektif digunakan pada sistem dengan tekanan rendah namun kecepatan aliran tinggi (Susilowati & Budiman, 2023).



Gambar 2. 2 Turbin *crossflow* (Yaakob et al, 2014)

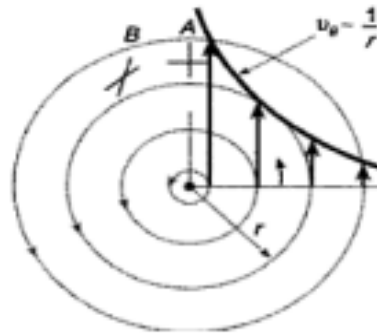
## 2.2 Aliran *Vortex*

Aliran turbin *vortex* adalah aliran air yang dibentuk menjadi pusaran mengelilingi sumbu vertikal sehingga menghasilkan perbedaan tekanan antara bagian tengah dan tepi aliran. Perbedaan tekanan ini menciptakan gaya yang mampu memutar sudu turbin. Energi aliran tidak hanya berasal dari kecepatan air, tetapi juga dari struktur pusaran yang stabil, sehingga turbin dapat bekerja pada debit rendah dengan efisiensi yang cukup baik. Prinsip pusaran tersebut menjadikan turbin *vortex* cocok untuk sistem pembangkit mikro dan pikohidro dengan ketinggian jatuh air yang relatif kecil (Muryanto & Zariatina, 2022).

Aliran *vortex* dibagi menjadi dua yaitu:

1. Aliran *vortex* bebas

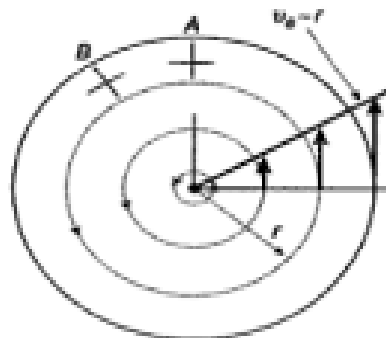
Aliran *vortex* bebas merupakan aliran pusaran yang dapat terbentuk tanpa adanya gaya luar yang secara langsung bekerja pada fluida. Ciri utamanya ditunjukkan oleh gerak tangensial partikel fluida yang berputar mengelilingi pusat pusaran, di mana besar kecepatannya bergantung pada jarak partikel tersebut dari inti *vortex*.



Gambar 2. 3 Aliran *vortex* bebas (Sumantri & Fitri, 2017)

## 2. Aliran *vortex* paksa

Jika suatu gaya luar diberikan pada fluida, gaya tersebut dapat mengubah arah gerak aliran sehingga fluida terdorong untuk membentuk pola putaran. Pengaruh gaya ini menyebabkan partikel-partikel fluida bergerak melingkar di sekitar suatu titik pusat, sehingga terbentuk aliran berputar yang memiliki arah dan kecepatan tertentu.



Gambar 2. 4 Aliran *vortex* paksa (Sumantri & Fitri, 2017)

## 2.5 Turbin *Vortex*

Turbin *vortex* merupakan jenis turbin air yang bekerja dengan memanfaatkan aliran pusaran sebagai sumber energi penggerak. Air dialirkan ke dalam suatu basin sehingga membentuk pusaran yang stabil dan terarah menuju pusat, menciptakan perbedaan tekanan serta kecepatan aliran yang mampu menghasilkan torsi pada sudu turbin. Energi air yang

semula berupa energi potensial dan kinetik kemudian dikonversi menjadi energi mekanik melalui putaran poros turbin. Karakteristik ini memungkinkan turbin *vortex* beroperasi secara efektif pada kondisi *head* rendah dan debit yang relatif kecil. Karena konstruksinya sederhana dan ramah lingkungan, turbin *vortex* banyak dikembangkan untuk aplikasi pembangkit listrik tenaga mikrohidro di wilayah dengan sumber air terbatas.



Gambar 2. 5 Sistem pembangkit listrik turbin aliran *vortex* (Bajracharya et al, 2020).

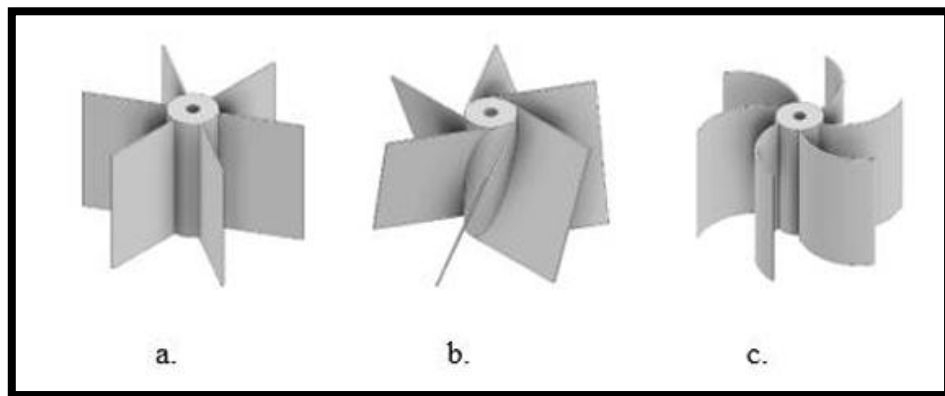
Selain memanfaatkan energi pusaran, desain turbin *vortex* juga menekankan kestabilan aliran agar kehilangan energi dapat diminimalkan selama proses konversi. Bentuk basin, sudut masuk air, dan geometri sudu berperan penting dalam membentuk pola *vortex* yang konsisten sehingga putaran turbin menjadi lebih optimal. Dengan aliran yang relatif tenang dan tidak memerlukan bendungan tinggi, sistem ini cenderung memiliki dampak lingkungan yang lebih kecil dibandingkan turbin konvensional. Oleh karena itu, turbin *vortex* sering dipandang sebagai solusi energi terbarukan yang sesuai untuk skala kecil, terutama di daerah pedesaan yang membutuhkan pembangkit listrik sederhana namun berkelanjutan (Prasetyo dkk, 2023).

Cara kerja turbin *vortex* yaitu:

1. Air sungai dari tepi sungai disalurkan dan diarahkan ke tangki sirkulasi, tangki sirkulasi ini memiliki suatu lubang lingkaran pada dasarnya.
2. Tekanan rendah pada lubang dasar tangki dan kecepatan air pada titik masuk tangki sirkulasi mempengaruhi kekuatan aliran *vortex*.

3. Energi potensial seluruhnya diubah menjadi energi kinetik rotasi di inti *vortex* yang selanjutnya diekstraksi melalui turbin sumbu vertikal.
4. Air kemudian kembali ke sungai melalui saluran keluar.

Pada gambar 2.4 memperlihatkan variasi geometri sudu turbin *vortex* yang dirancang oleh Warjito. Terdapat tiga tipe utama, yaitu sudu lurus, sudu miring, dan sudu melengkung, yang masing-masing memiliki karakteristik aliran berbeda. Perbedaan bentuk ini berpengaruh langsung terhadap nilai efisiensi yang dicapai turbin. Evaluasi kinerjanya dilakukan menggunakan simulasi CFD untuk melihat bagaimana setiap konfigurasi sudu menghasilkan performa keluaran turbin yang tidak sama.



Gambar 2. 6 Bentuk sudu turbin a. *stright* (lurus) sudu, b. *tilted* (miring) sudu, dan c. *curved* (lengkung) sudu (Warjito et al, 2021).

## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1 Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan alat uji turbin *vortex* adalah:

1. Gerinda

Mesin gerinda di gunakan untuk memotong plat besi untuk sudu turbin.



Gambar 3. 1 Mesin gerinda

2. Mesin *roll*

Mesin *roll* di gunakan untuk melengkungkan sudu turbin.



Gambar 3. 2 Mesin *roll*

### 3. Mal

Mal ini bertujuan sebagai contoh untuk pemotongan plat besi untuk sudu turbin.



Gambar 3. 3 Mal sudu

### 4. Mesin las

Mesin las bertujuan sebagai alat penyambung sudu kepada hub turbin.



Gambar 3. 4 Mesin las

### 5. Elektroda las

Elektroda E6013 digunakan sebagai bahan dalam penyambungan sudu dan *hub* turbin.



Gambar 3. 5 Elektroda

6. Meteran

Meteran digunakan sebagai pengukur untuk membantu proses pemasangan sekaligus menentukan tinggi *head* turbin *vortex* pada tangki sirkulasi berbentuk kerucut (*conical basin*).



Gambar 3. 6 Meteran

7. Penggaris siku

Penggaris siku ini berfungsi untuk memastikan posisi turbin terpasang lurus dan sejajar secara vertikal terhadap tangki sirkulasi (*conical basin*).



Gambar 3. 7 Penggaris siku

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan turbin *vortex* Adalah sebagai berikut:

1. Besi siku

Besi siku dimanfaatkan sebagai rangka penopang yang berfungsi sebagai dudukan dalam pemasangan turbin.



Gambar 3. 8 Besi siku

2. Plat besi

Plat besi dengan ketebalan 1,5 mm dimanfaatkan sebagai material utama dalam pembuatan sudu turbin *vortex*.



Gambar 3. 9 Plat besi

3. *Hub* turbin

*Hub* berfungsi sebagai dudukan yang menahan dan mengikat sudu-sudu pada turbin *vortex*.



Gambar 3. 10 *Hub* turbin

4. Poros

Poros berperan sebagai elemen penopang yang digunakan untuk menopang turbin selama proses pengujian di dalam (*conical basin*).



Gambar 3. 11 Poros

5. *Pulley*

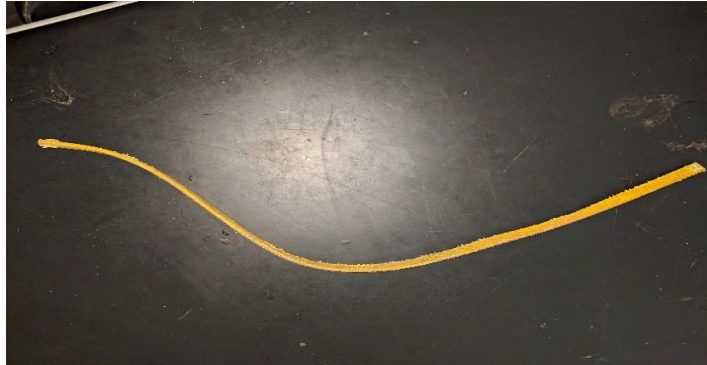
*Pulley* yang digunakan digunakan berdiameter 0,0762 m berguna sebagai bagian dari sistem pengujian yang berperan sebagai mekanisme pengerem untuk mengukur torsi yang dihasilkan turbin.



Gambar 3. 12 *Pulley*

#### 6. *Belt*

*Belt* dimanfaatkan dalam pengujian sebagai elemen penyalur gaya pengereman yang digunakan untuk memperoleh nilai torsi turbin.



Gambar 3. 13 *Belt*

#### 7. *Bearing*

*Bearing* berfungsi sebagai bantalan yang menopang dan menjaga posisi poros turbin saat berputar.



Gambar 3. 14 *Bearing*

#### 8. Mur dan baut

Mur dan baut digunakan sebagai pengikat yang menyambungkan poros dengan komponen turbin.



Gambar 3. 15 Mur dan baut

Alat yang digunakan dalam pengujian turbin *vortex* adalah sebagai berikut:

1. Pompa air

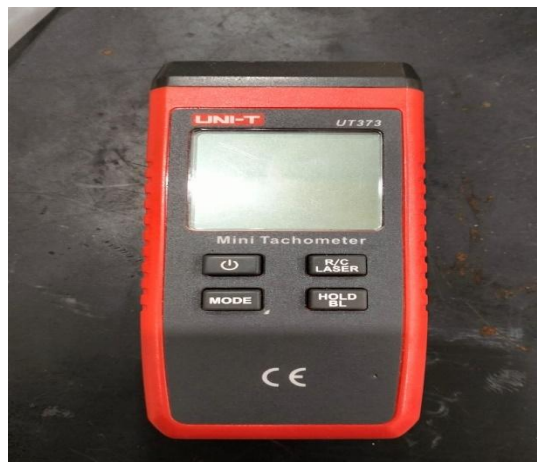
Pompa air dimanfaatkan sebagai alat uji yang berfungsi mengalirkan fluida guna memutar turbin.



Gambar 3. 16 Mesin pompa air

2. *Tachometer*

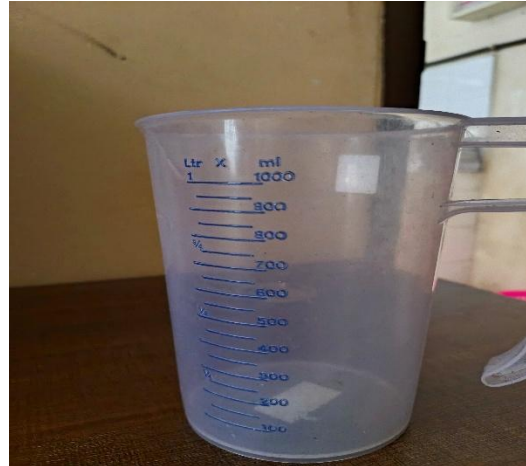
*Tachometer* dipakai untuk mengetahui besarnya laju putar pada turbin.



Gambar 3. 17 *Tachometer*

### 3. Gelas ukur

Gelas ukur dengan volume 1000 ml yang dimanfaatkan untuk menentukan besarnya aliran air selama proses pengujian berlangsung.



Gambar 3. 18 Gelas ukur

### 4. Neraca pegas

Neraca pegas dengan ukuran maksimal 50 N digunakan guna mengukur besaran gaya pengereman atau beban yang diberikan selama pengujian turbin berlangsung.



Gambar 3. 19 Neraca pegas

## 3.2 Tahapan Pembuatan Turbin *vortex*

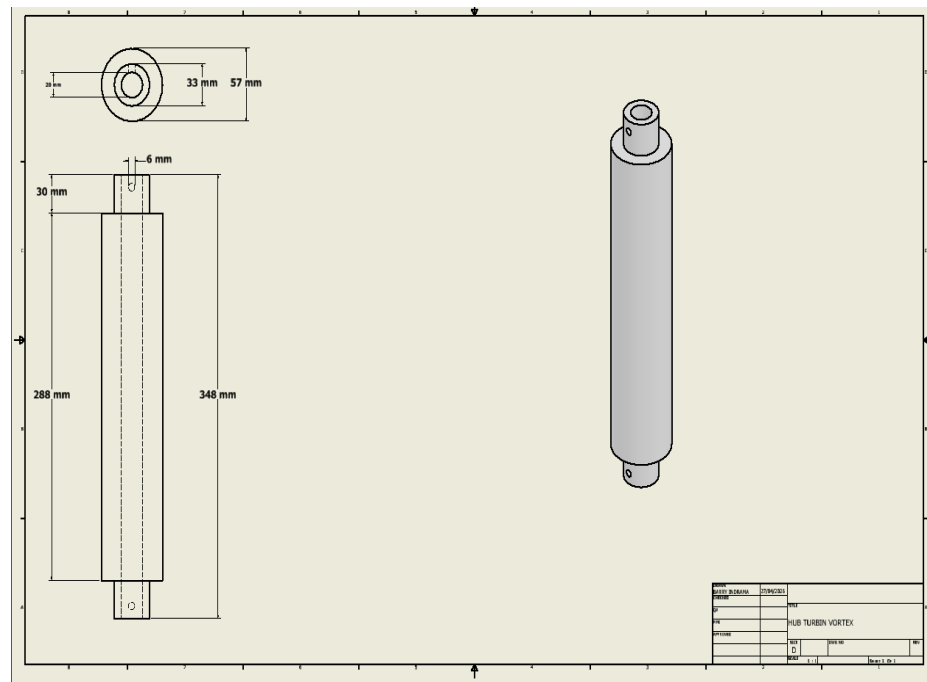
Tahapan pembuatan alat pengujian turbin *vortex* adalah sebagai berikut:

### 1. Tahapan persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyiapan seluruh material dan peralatan yang dibutuhkan untuk proses pembuatan serta pengujian turbin aliran pusaran (*vortex*). Material yang disiapkan meliputi bahan *hub*, pelat sudu, poros, dan komponen pendukung lainnya. Selain itu, disiapkan juga peralatan seperti mesin bubut, mesin las, mesin bor, gerinda, dan alat ukur.

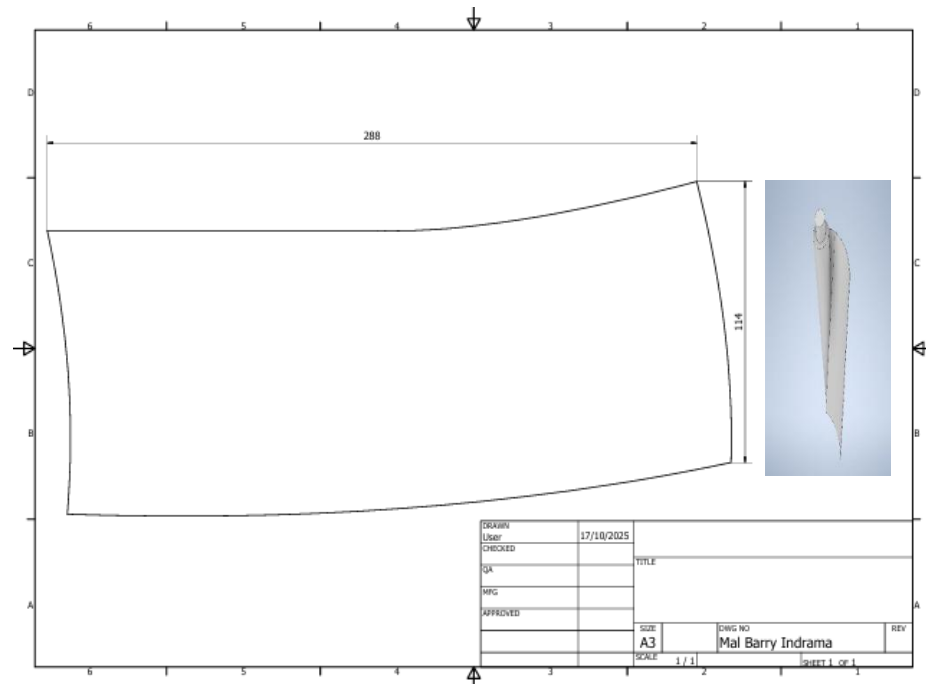
## 2. Tahapan pembuatan skema

Pada tahap ini dibuat rancangan turbin pusaran (*vortex*) menggunakan aplikasi SolidWorks. Langkah pertama yaitu mendesain bagian *hub* dengan diameter luar maksimum 57 mm, diameter luar minimum 33 mm, dan diameter dalam 20 mm.

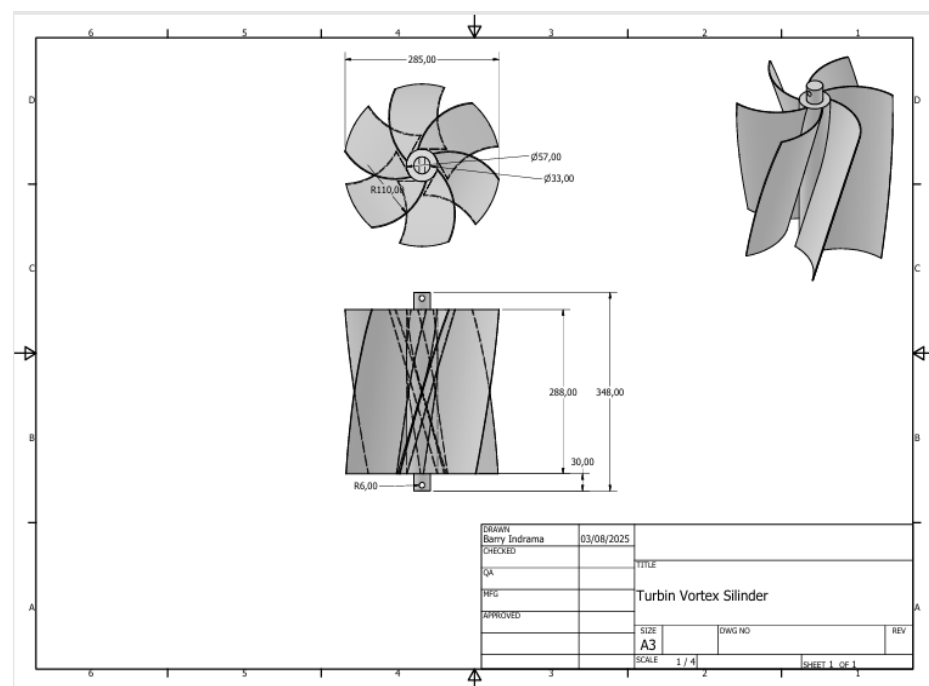


Gambar 3. 20 Skema *hub* turbin

Selanjutnya dilakukan perancangan sudu turbin dengan spesifikasi ketebalan pelat besi 1,5 mm, panjang 288 mm, lebar 114 mm, serta kelengkungan 110 mm. Seluruh komponen kemudian dibuat dalam bentuk gambar 2D sebagai acuan proses pembuatan, yang ditampilkan pada Gambar 3.22



Gambar 3. 21 Skema sudu turbin



Gambar 3. 22 Skema 2D turbin

### 3. Tahapan pembuatan turbin

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan *hub* dan sudu turbin sesuai desain yang telah direncanakan. *Hub* turbin dibuat dari pipa besi yang dibubut menjadi bentuk bertingkat dengan diameter maksimum 57 mm,

diameter minimum 33 mm, dan diameter lubang tengah 20 mm. Sudu turbin dibuat dari pelat besi dengan ketebalan 1,5 mm, kemudian dipotong dengan ukuran panjang 288 mm dan lebar 114 mm. Setelah itu, sudu dibentuk melengkung dengan radius 110 mm agar sesuai desain turbin *vortex*.

Setelah *hub* dan sudu selesai dibuat, seluruh komponen dirakit dan disambungkan menggunakan proses pengelasan hingga terbentuk turbin *vortex* yang siap digunakan untuk pengujian. Skema *hub* turbin dan sudu turbin yang ditunjukkan pada Gambar 3.20 dan gambar 3.21.

### 3.3 Pengujian dan Pengambilan Data

Uji coba model turbin *vortex* dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam mengevaluasi kinerja turbin. Parameter yang diamati di laboratorium meliputi laju aliran air, putaran turbin (rpm), momen puntir turbin (N·m), serta tinggi pusaran air (*head vortex*) yang dinyatakan dalam meter.

1. Menyusun seluruh bagian pada sistem uji turbin *vortex*.
2. Mengisikan air ke dalam bak penampung.
3. Membuka katup aliran pada reservoir dengan tiga variasi debit yaitu 10,61 L/s, 10,62 L/s, 10,66 L/s dan ketinggian air masuk yaitu 20 cm, 22 cm, dan 24 cm.
4. Menentukan debit air di tiap ketinggian masuk menggunakan ember yang volumenya telah ditentukan melalui gelas ukur.
5. Mengukur momen puntir turbin memakai mekanisme pengereman dengan neraca pegas.
6. Menentukan tinggi pusaran aliran menggunakan meteran.
7. Setelah turbin beroperasi, putaran diukur memakai *tachometer*
8. Mendokumentasikan seluruh data hasil percobaan.

### 3.4 Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan menggunakan beberapa rumus perhitungan seperti yang ditunjukkan di bawah ini, meliputi perhitungan kecepatan

sudut turbin, daya *hidro*, debit aliran, torsi, daya turbin, dan efisiensi turbin.

1. Perhitungan kecepatan sudut (*angular*) turbin

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana :

$\omega$  : Kecepatan sudut (*angular*) turbin

$\pi$  : Phi (3,14)

n : Putaran turbin (rpm)

2. Perhitungan daya *hidro*

Daya *hidro* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_h = \gamma \cdot Q \cdot H \dots \dots \dots (3.2)$$

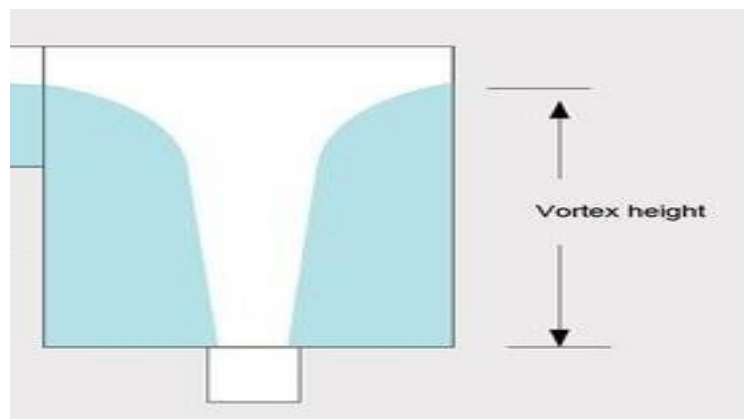
Dimana :

$P_h$  : Daya *hidro* (Watt)

$\gamma$  : Berat jenis air

Q : Debit air ( $m^3/s$ )

H : *Head vortex* (m)



Gambar 3. 23 *Head vortex*

3. Untuk menghitung nilai debit air dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{\Delta t} \dots\dots\dots(3.3)$$

Di mana:

V : volume gelas ukur (m<sup>3</sup>)

Q : Debit aliran air (m<sup>3</sup>/s)

Δt : Rata – rata waktu (s)

4. Penentuan torsi

Torsi turbin dapat diukur dengan melakukan pengereman terhadap turbin saat berputar dengan skema sistem pengereman *belt*. Sistem pengereman *belt* menggunakan neraca pegas sebagai pengukur besar tegangan *belt* pengereman.



Gambar 3. 24 Skema pengukuran torsi F<sub>2</sub> dan F<sub>1</sub>

Besar torsi dihitung dengan menggunakan selisih tegangan *belt* antara sisi tarik (F<sub>2</sub>) dan sisi kendur (F<sub>1</sub>), gaya pengereman ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$T = \sum F \cdot r \dots\dots\dots(3.4)$$

Di mana:

∑F : (F<sub>2</sub> – F<sub>1</sub>).r (N)

- $r$  : Jari-jari *pulley* pengereman (m)  
 $T$  : Torsi turbin (Nm)  
 $\omega$  : Kecepatan sudut (*angular*) turbin (rad/s)

#### 5. Perhitungan daya turbin

Pengukuran putaran turbin dilakukan untuk mengetahui putaran poros turbin yang selanjutnya digunakan untuk mengetahui besar daya poros turbin. Alat yang digunakan dalam menghitung putaran turbin adalah *tachometer*.

$$P_t = T \cdot \omega \dots \dots \dots (3.5)$$

Di mana:

- $P_t$  : Daya turbin  
 $T$  : Torsi turbin (Nm)  
 $\omega$  : Kecepatan sudut turbin (rad/s)

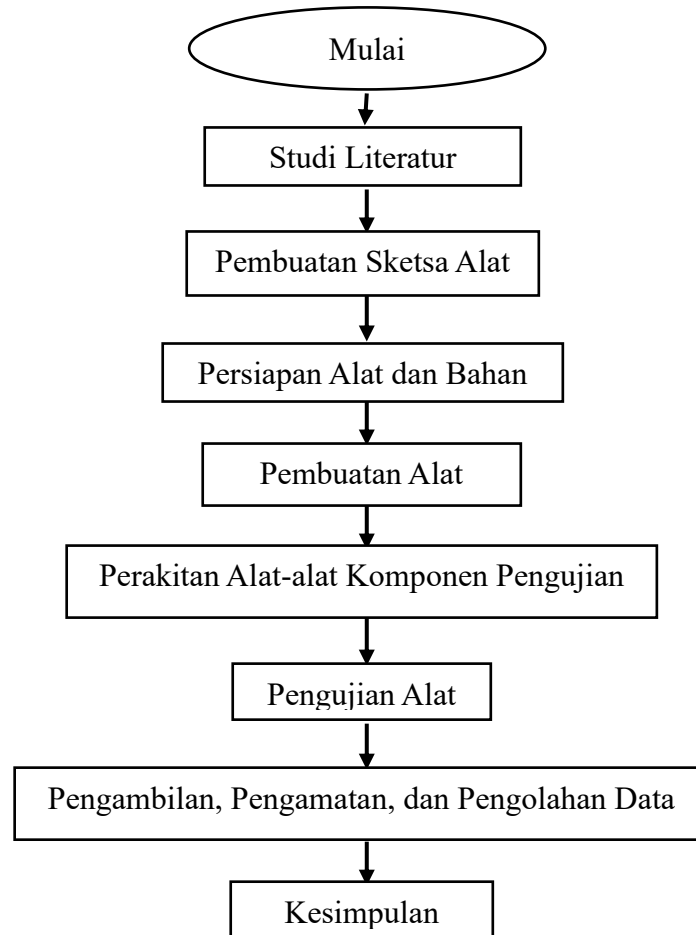
#### 6. Perhitungan efisiensi turbin

Efisiensi turbin dapat dicari dengan persamaan

$$\eta = \frac{P_t}{P_h} \times 100\% \dots \dots \dots (3.6)$$

### 3.5 Diagram Alur Proyek Akhir

Tahapan dalam pelaksanaan proyek akhir sebagai berikut :



Gambar 3. 25 Diagram alur proyek akhir

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Turbin *vortex* berhasil dirancang dan dibuat sebagai bagian dari sistem alat pengujian turbin *vortex* di laboratorium mekanika fluida. Proses pembuatan meliputi pembuatan komponen utama seperti sudu, *hub*, dan poros hingga proses perakitan sehingga alat dapat beroperasi dengan baik.
2. Pengujian turbin *vortex* telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik kinerjanya sebelum digunakan sebagai alat praktikum. Dari hasil pengujian diperoleh data berupa putaran turbin, torsi, daya poros, dan efisiensi yang menunjukkan bahwa turbin dapat bekerja dengan baik pada kondisi head rendah.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa turbin *vortex* yang dibuat mampu menghasilkan daya dan efisiensi tertentu pada variasi tinggi turbin, sehingga alat ini dapat digunakan sebagai media pengujian maupun pendukung kegiatan praktikum mengenai turbin air *vortex*.

#### **5.2 Saran**

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan variasi desain turbin, seperti perubahan jumlah sudu, bentuk sudu, dan ukuran turbin *vortex* agar dapat diketahui pengaruhnya terhadap peningkatan daya dan efisiensi yang dihasilkan.
2. Sistem alat uji turbin *vortex* yang telah dibuat sebaiknya dikembangkan dengan menambahkan variasi debit aliran serta penggunaan alat ukur

yang lebih presisi, sehingga data hasil pengujian dapat diperoleh dengan tingkat ketelitian yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bajracharya, R. T., Shakya, R. S., Timilsina, B. A., Dhakal, J., Neupane, S., Gautam, A., & Sapkota, A. (2020). Effects of Geometrical Parameters in Gravitational Water Vortex Turbines with Conical Basin. *Journal of Renewable Energy*, 1-16.
- Hakim, R. F., & Adiwibowo, H. P. (2018). Uji Eksperimental Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex Tipe Sudu Berpenampang Lurus Dengan Variasi Tinggi Sudu. *JTM. Volume 06 Nomor 01*, 85-95.
- Muryanto, M., & Zariatn, L. D. (2022). Analisis Water Turbine Vortex Terhadap Daya dan Putaran Optimum yang Dihasilkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 66-77.
- Pietersz, R., Soenoko, R., & Wahyudi, S. (2013). Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Optimalisasi Kinerja Turbin Kinetik Roda Tunggal. *jurnal Rekayasa Mesin*, 221.
- Prasetyo, B. H., Rahmadian, R., Hermawan, C. A., & Widyartono, M. (2023). Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan Prototype Turbin Vortex . *Jurnal Teknik Elektro, Volume 12 Nomor 2*, 65-73.
- Sumantri, F., & Fitri, M. (2017). Perancangan Alat Uji Vortex Bebas dan Vortex Paksa. *Zona Mesin*, 1-9.
- Susatyo, A., Putra, A. M., Subekti, A. R., Sudiby, H., & Ritonga, F. M. (2024). Eksperimen Turbin Air Very Low Head dengan Variasi Jumlah Sudu dan Variasi Debit. *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim (JSTM)*, 142.

- Susilowati, E. S., & Budiman, A. (2023). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dengan Turbin Impuls Diameter 70 cm. *Jurnal Kajian Teknik Mesin Vol. 8 No.1*, 38-47.
- Warjito, Ramadhan, A. A., Budiarmo, Irwansyah, R., & Kurnianto, F. A. (2021). Performance Comparison of Straight, Curved, and Tilted Blades of Pico Scaled Vortex Turbine. *CFD Letters* , 114-125.
- Yaakob, B. O., Ahmed, M. Y., Elbatran, H. A., & Shabara, M. H. (2014). A Review on Micro Hydro Gravitational Vortex Power and Turbine Systems . *Jurnal Teknologi*, 1-7.