

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SUDU TURBIN AIR DENGAN
MENGUNAKAN BAHAN DASAR KOMPOSIT *FIBERGLASS***

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat-Syarat Yang Diperlukan Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)*

Disusun Oleh :

M. RAFANDI

NIM : 1605903010061

BIDANG STUDI TEKNIK MATERIAL DAN MANUFAKTUR



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
MEULABOH
2022**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan Menggunakan Bahan Dasar Komposit *Fiberglass*”, disusun oleh:

Nama : M. Rafandi
NIM : 1605903010061
Bidang Studi : Teknik Material Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin

Telah disetujui untuk diseminarkan pada tanggal 22 Februari 2022 dan dinyatakan LULUS serta dapat melanjutkan pada Sidang Tugas Akhir, guna memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue Peunyareng, 22 Februari 2022

Disetujui,
Pembimbing

Syurkarni Ali, ST., MT
NIDN. 0115127502

Mengetahui
Ketua Program Studi,

Maidi Saputra, ST., MT
NIP. 198105072015141002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI

Dinyatakan **LULUS** setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada tanggal 17 Juni 2022.

Nama : M. Rafandi
NIM : 1605903010061
Bidang Studi : Teknik Material Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan Menggunakan Bahan Dasar Komposit *Fiberglass*

Alue Peunyareng, 17 Juni 2022

Disetujui oleh:

1. Syurkarni Ali, ST.,MT
NIDN. 0115127502
(Pembimbing)
2. Herdi Susanto, ST.,MT
NIDN. 0122098102
(Penguji I)
3. Al Munawir, S.Si.,M.Sc
NIDN. 000078302
(Penguji II)

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Maidi Saputra, ST., MT
NIP. 198105072015141002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS

Dinyatakan **LULUS** setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada tanggal 17 Juni 2022.

Nama : M. Rafandi
NIM : 1605903010061
Bidang Studi : Teknik Material Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan Menggunakan
Bahan Dasar Komposit *Fiberglass*

Alue Peunyareng, 17 Juni 2022

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Menyetujui,
Ketua Program Studi,

Dr. Ir. M. Isya, MT
NIP. 196204111989031002

Maidi Saputra, ST., MT
NIP. 198105072015141002

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyusun Skripsi ini hingga selesai, tak lupa pula Salawat beriring salam penulis sanjung sajikan kepangkuan Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari alam jahiliyah kepada alam yang penuh ilmu pengetahuan seperti saat ini,

Skripsi ini adalah salah satu tugas akademik pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin yang telah ditetapkan pada kurikulumnya. Dengan judul adalah **Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan Menggunakan Bahan Dasar Komposit *Fiberglass*.**

Terima kasih yang tak terhingga penulis hanturkan kepada :

1. Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi dengan penuh cinta penulis persembahkan untuk Ayahanda Samsuar dan Ibunda Tercinta Lailis yang telah memberikan segala bentuk pengorbanan, nasehat, kasih sayang tiada batas dan do'a tulusnya demi keberhasilan penulis.
2. Bapak Dr. Ir. M.Isya, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar.
3. Bapak Maldi Saputra, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Teuku Umar.

4. Bapak Syurkarni Ali, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan.
5. Bapak Herdi Susanto, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I yang telah memberi masukan dan saran terhadap penulis.
6. Bapak Al Munawir, S.Si., M.Sc selaku Penguji II yang telah memberi masukan dan saran terhadap penulis.
7. Kepada Keluarga tercinta teruntuk bunda Reza penulis ucapkan terimakasih yang selalu memberi nasehat dan juga kepada teman-teman HMM FT-UTU, BEM FT UTU, GAPELMABDYA dan teman-teman Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Cabang Meulaboh selaku teman diskusi penulis.
8. Kepada abang Yulian Al Hamdhani, S.E, Iqbal Katami, S.T, Saiful Mahdi, S.T dan sahabat penulis Nasruddin, S.Pd penulis ucapkan terimakasih.
9. Teruntuk kekasih tercinta Sri Mulya Lestari, S.E penulis ucapkan terimakasih yang tak terhingga telah menemani dan memberi semangat dari 2019 sampai hari ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Kepada rekanda Imkrinas Damanik selaku teman penulis dalam penelitian ini.

Demikianlah yang dapat penulis sampaikan atas segala kekurangan dan kesilapan penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Alue Penyareng, 14 Juni 2022

Penulis

M. RAFANDI
NIM: 1605903010061

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI	ii
LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Turbin Air	6
2.2 Klasifikasi Turbin Air.....	6
2.3 Turbin Impuls	7
2.3.1 Jenis-Jenis Turbin Impuls.....	7
2.4 Turbin Reaksi	11
2.4.1 Jenis-Jenis Turbin Reaksi	11
2.5 Komponen Turbin Air	13
2.5.1 Rotor	13
2.5.2 Stator.....	14
2.6 Aliran Turbin	14
2.6.1 Turbin Aliran Radial.....	14
2.6.2 Turbin Aliran Aksial.....	15

2.7 Pengertian Komposit	16
2.8 Pengertian <i>Fiberglass</i>	16
2.9 Jenis-Jenis Serat <i>Fiberglass</i>	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Perencanaan Perancangan Turbin Air	21
3.2 Perancangan Turbin Air.....	21
3.3 Pembuatan Komponen-Komponen Turbin Air	22
3.4 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	24
3.4.1 Tempat	24
3.4.2 Waktu	25
3.5 Metode Dalam Penelitian	26
3.6 Bahan Dan Alat Kerja Yang Digunakan	26
3.7 Diagram Alir.....	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Proses Pembuatan Sudu Turbin Air.....	33
4.1.1 Pembentukan Sudu	33
4.1.2 Pencampuran Resin	33
4.1.3 Pelapisan Serat.....	34
4.1.4 proses Finishing.....	35
4.2 Perakitan Turbin Air.....	35
4.3 Sudu Pengarah	36
4.4 Poros	37
4.5 Sudu Penggerak	38
4.6 Pengumpulan Data.....	38
4.7 Pengujian Sudu Turbin Air.....	39
4.8 Hasil Pengujian.....	40
4.8.1 Hasil Pengujian Sudu	40
4.8.2 Hasil Pengujian Sudu Generator 250 Watt.....	40
4.8.3 Hasil Pengujian Sudu Generator 350 Watt.....	41
4.8.4 Grafik Pengujian.....	41
BAB 5 PENUTUP	45

5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin pleton dengan banyak nozzle	8
Gambar 2.2 Runner Turbin Pleton.....	8
Gambar 2.3 Turbin turgo.....	9
Gambar 2.4 Turbin crossflow	10
Gambar 2.5 Sudu/runner turbin clossflow	11
Gambar 2.6 Turbin Francis	12
Gamabar 2.7 Sudu turbin francis	12
Gambar 2.8 Turbin Kaplan	13
Gambar 2.9 Sudu turbin Kaplan.....	13
Gambar 2.10 Turbin aliran radial.....	15
Gambar 2.11 Turbin aliran aksial.....	15
Gambar 2.12 serat <i>chopped strand mat</i>	18
Gambar 2.13 serat continuous roving	18
Gambar 2.14 serat <i>woven rooving mat</i>	19
Gambar 2.15 Serat chopped strand	20
Gambar 3.1 Desain Perancangan Turbin Air	22
Gambar 3.2 Poros.....	23
Gambar 3.3 Rumah Poros	23
Gambar 3.4 Sudu Pengarah.....	24
Gambar 3.5 Sudu Penggerak.....	24

Gambar 3.6 Tempat penelitian.....	25
Gambar 3.7 Serat Fiberglass	27
Gambar 3.8 Resin.....	27
Gambar 3.9 Katalis.....	28
Gambar 3.10 Amplas	28
Gambar 3.11 Sarung Tangan.....	39
Gambar 3.12 Kuas.....	39
Gambar 3.13 Gerinda tangan	30
Gambar 3.14 Mesin las	30
Gambar 3.15 Timbangan.....	31
Gambar 3.16 Tachometer.....	31
Gambar 4.1 Pembentukan Sudu.....	33
Gambar 4.2 Proses Pencampuran Resin.....	34
Gambar 4.3 Pelapisan Sudu Dengan Serat.....	34
Gambar 4.4 Pelapisan Sudu Dengan Serat.....	35
Gambar 4.5 Perakitan Turbin	36
Gambar 4.6 Pembuatan sudu pengarah.....	37
Gambar 4.7 Poros Metal/Alloy	37
Gambar 4.8 Berat sudu gerak.....	38
Gambar 4.9 Instalasi Turbin Air	39
Gambar 4.10 Pengujian Sudu Turbin Air	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>time line</i> penelitian	25
Tabel 4.1 Hasil Putaran Sudu Tanpa Beban.....	40
Tabel 4.2 Hasil Putaran Sudu Beban Genarator 250 Watt.....	40
Tabel 4,3 Hasil Putaran Sudu Beban Generator 350 Watt.....	41

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil Pengujian Sudu.....	41
Grafik 4.2 Putaran Sudu Generator 250.....	42
Grafik 4.3 Putaran Sudu Generator 350.....	43

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Rafandi
NIM : 1605903010061
Fakultas/Prodi : Teknik/ Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir :Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan
Menggunakan Bahan Dasar Komposit *Fiberglass*

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan tugas akhir ini adalah hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah tulisan, maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari tugas akhir ini. Jika terdapat karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Teuku Umar.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa adanya paksaan dari siapapun.

Meulaboh, 30 Juni 2022
Hormat Saya

M. Rafandi
NIM. 1605903010061



BIODATA PENULIS

M. Rafandi, lahir pada tanggal 4 Mei 1998 di Kuala Terubue, Kecamatan Kuala Batee, Kabupaten Aceh Barat Daya. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Lailis (ibu) dan Samsuar (ayah). Penulis menempuh Pendidikan di SD Negeri Kuala Terubue, SMP Negeri 1 Kuala Batee dan SMK Negeri 1 Abdya. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan Pendidikan S1 di Universitas Teuku Umar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Bidang Teknik Material dan Manufaktur melalui jalur SBNPTN.

Semasa kuliah di Universitas Teuku Umar penulis juga pernah aktif sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar (HMM FT-UTU). Penulis juga aktif mengikuti berbagai kepanitiaan seminar dan kuliah umum, selain itu penulis juga aktif di beberapa organisasi eksternal kampus salah satunya di organisasi Himpunan mahasiswa Islam (HMI). Penulis pernah menjadi Ketua Umum di beberapa Organisasi dan juga pernah menjadi Ketua panitia di beberapa kegiatan baik di organisasi internal maupun organisasi eksternal kampus.

Alhamdulillah penulis telah menyelesaikan studi S1 Teknik Mesin Bidang Teknik Material dan Manufaktur sebagai bahan Tugas Akhir dengan topik “Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan Menggunakan Bahan Dasar Komposit *Fiberglass*”. Jika ingin menyampaikan kritik dan saran yang bersifat membangun, penulis dapat dihubungi melalui No.Hp : 0822-5075-4377 atau email : muhammad.rafandi29@gmail.com

RANCANG BANGUN SUDU TURBIN AIR DENGAN MENGUNAKAN BAHAN DASAR KOMPOSIT *FIBERGLASS*

Oleh :

M. Rafandi

Nim : 1605903010061

Email : muhammad.rafandi29@gmail.com

Pembimbing :

Syurkarni Ali, ST.,MT

ABSTRAK

Pembangkit listrik energi hidro atau air adalah pemanfaatan sumber daya alam yang ada agar dapat menjadi energi yang ramah lingkungan, salah satu yang berkaitan dengan turbin air adalah sudu turbin. Umumnya sudu turbin terbuat dari besi, dengan alasan utama masalah teknik produksi dan ketahanan korosinya. Dalam penelitian ini dilakukan inovasi material sudu turbin, yaitu membuat sudu turbin dengan menggunakan bahan dasar komposit *fiberglass*. sudu turbin air ini yang memiliki bentuk seperti sudu pada umumnya dengan diameter 22,4 cm, dan kemiringan 16,27°. Hasil Pengujian sudu turbin menunjukkan putaran sudu paling tinggi itu adalah 326,6 rpm dengan volume valve penuh, sedangkan putaran sudu dengan volume valve $\frac{1}{2}$ adalah 130,1 rpm, dan putaran sudu dengan volume valve $\frac{1}{4}$ adalah 120,8 rpm.

Kata Kunci : Turbin Air, Komposit, *Fiberglass*.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit listrik energi hidro atau air adalah pemanfaatan sumber daya alam yang ada agar dapat menjadi energi yang ramah lingkungan. Namun kebanyakan pemanfaatan energi yang ada masih menggunakan teknologi yang sangat minim dan sederhana. Turbin air adalah salah satu pembangkit listrik tenaga air yang sangat efektif yang artinya sebagian besar sumber energi fluida dapat digunakan sebagai energi mekanik untuk menghasilkan energi listrik.

Pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan. Potensi air sebagai sumber energi terutama digunakan sebagai penyedia energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air maupun mikrohidro. Pemanfaatan energi air pada dasarnya adalah pemanfaatan energi potensial gravitasi. Energi mekanik aliran air yang merupakan transformasi dari energi potensial gravitasi dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin.

Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan secara luas untuk tenaga industri untuk jaringan listrik. Sekarang lebih umum dipakai untuk generator listrik. Turbin air kini dimanfaatkan secara luas dan merupakan sumber energi yang dapat diperbaharukan. Kata "*turbine*" ditemukan oleh seorang insinyur perancis yang

bernama *claude bourdin* pada awal abad 19, yang diambil dari terjemahan bahasa latin dari kata “*whirling*” (putaran) atau “*vortex*” (pusaran air) (Dwi Ratna, 2015).

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit terdiri dari bahan utama (*matrik*) dan penguat (serat). Penguat yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matrik (pratama, 2011).

(Dedi Lazuardi, dkk, 2012) melakukan penelitian tentang Pembuatan Sudu Turbin Mikrohidro dari Material Komposit Ijuk-Polimer dengan Teknik *Vacuum Bag*, menjelaskan tentang Salah satu material komposit yang dapat digunakan untuk material sudu turbin PLTMH adalah serat ijuk-polimer. Dari hasil kajian, diketahui bahwa sudu turbin dapat berfungsi dengan baik, hanya saja dengan aplikasi teknik “*hand lay-up*”, sudu turbin yang dihasilkan masih memiliki banyak porositas. Tentu saja dengan adanya cacat tersebut dapat mengurangi keandalan sudu. Untuk menghilangkan cacat yang ada sehingga keandalan sudu turbin meningkat, salah satu solusinya adalah dengan mengubah proses pembuatannya. Diusulkan proses pembuatan diubah dari proses *hand lay-up* menjadi proses *vacuum bag*. Metode ini adalah pengembangan dari metode *hand lay-up*. Dengan metode *vacuum bag* cetakan berisi komposit akan dimasukan kedalam kantong kedap udara kemudian udara didalam kantong tersebut akan dipompa keluar. Fungsinya yaitu untuk menghilangkan void-void atau rongga dengan memaksa keluar udara yang terperangkap. Cara ini termasuk cara yang ekonomis dan mudah dilakukan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Andareas Wijaya Sitepu, dkk 2014). Tentang Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Di Indonesia telah banyak dikembangkan pembangkit listrik dengan menggunakan turbin, namun kebanyakan turbin tersebut memanfaatkan tinggi jatuh air (*head*) sebagai penggeraknya, seperti air terjun dan bendungan. Turbin helik adalah turbin yang bekerja tanpa memerlukan ketinggian jatuh air, turbin helik memanfaatkan energi seperti aliran sungai dan gelombang air laut yang belum banyak dikembangkan, yang sebenarnya memiliki potensi yang besar sebagai sumber energi pembangkit listrik PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Salah satu parameter unjuk kerja dari turbin helik adalah bentuk sudu, dimana bentuk sudu mempengaruhi gaya aerodinamis dari turbin helik. Hal inilah yang melatar belakangi perlu dilakukannya kajian eksperimental tentang pengaruh bentuk sudu terhadap unjuk kerja turbin helik untuk sistem pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH).

Dari hasil penelitian terdahulu diatas maka penulis tertarik melakukan eksperimen lebih lanjut untuk mencoba merancang sudu turbin air dengan metode pengolesan atau pelapisan serat, sehingga penulis mengambil judul “Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan Menggunakan Bahan Dasar Komposit *Fiberglass*”. Yang menggunakan bahan dasar *fiberglass* dan rasin untuk menambah kekuatan pada sudu.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang penulis uraikan yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana cara rancang bangun sudu turbin air dengan bahan dasar komposit *fiberglass*.
2. Bagaimana cara pembuatan sudu turbin air dengan bahan yang ringan dan murah.
3. Apakah bisa berfungsi dengan baik.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian turbin air yang berbahan dasar komposit *fiberglass* adalah:

1. Desain sudu turbin air dengan menggunakan bahan dasar komposit *fiberglass*.
2. Pembuatan sudu turbin air dengan menggunakan bahan yang ringan dan murah.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mencegah pembahasan lebih luas maka penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Desain sudu turbin air dengan bahan dasar komposit *fiberglass*.
2. Daya tahan sudu yang berbahan dasar komposit *fiberglass*.
3. Tidak membahas *Input* dan *Output* pada sudu turbin air dengan bahan dasar komposit *fiberglass*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian rancang bangun sudu turbin air dengan menggunakan material komposit *fiberglass* antara lain:

1. Terciptanya alat pembangkit listrik tenaga air yang ramah lingkungan.

2. Terbuatnya jenis sudu yang berbahan dasar komposit *fiberglass*.
3. Bisa mengoptimalkan energi air dengan baik.
4. Dapat menambah pengetahuan baru didalam desain stuktur sehingga kedepannya dapat dikembangkan lebih jauh lagi.
5. Bisa berguna bagi pembaca dan yang lainnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Turbin Air

Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air digunakan secara luas untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Aliran air diarahkan langsung menuju sudu-sudu melalui pengarah, dalam proses ini energi ditransfer dari aliran air ke turbin.

Turbin air adalah salah satu teknologi terbarukan yang digunakan oleh masyarakat atau industri yang menjadi sumber daya utama penggerak atau penggunaan sumber daya alam (air). Turbin air ini dapat pakai atau digunakan dalam waktu jangka panjang dengan perawatan yang mudah dan efisien, pembangkit listrik tenaga air ini salah satu bentuk dari perkembangannya zaman dan teknologi sehingga terciptanya turbin air yang lebih kita kenal dengan pembangkit listrik tenaga air (PLTA).

2.2 Klasifikasi Turbin Air

Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu:

1. Turbin Impuls
2. Turbin Reaksi

2.3 Turbin Impuls

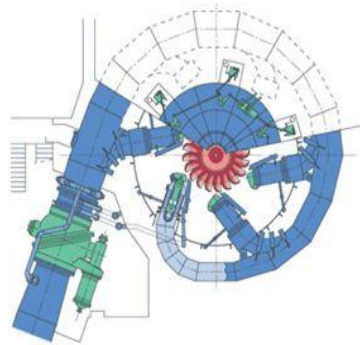
Turbin impuls adalah turbin yang mengandalkan besarnya tekanan aliran air yang dihasilkan nozzle. Semakin besar tekanan aliran air maka semakin kencang pula putaran turbinnya. Turbin impuls cocok untuk diaplikasikan pada kondisi *head* (tinggi jatunya air) tinggi dengan aliran rendah.

Cara kerjanya, energi potensial air pada nozzle dikeluarkan sehingga menjadi energi kinetik air. Kemudian semburan air atau energi kinetik air mengenai sudu-sudu turbin sehingga terciptalah putaran turbin atau energi mekanik turbin. Selanjutnya, energi mekanik turbin menggerakkan generator yang membuat terciptalah energi listrik.

2.3.1 Jenis-Jenis Turbin Impuls

1. Turbin Pleton

Turbin pleton merupakan turbin impuls. Turbin pleton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nozzle, turbin pleton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien, turbin yang cocok digunakan untuk head tinggi pengaturan nozzle akan menentukan kecepatan dari turbin untuk turbin-turbin yang bekerja pada kecepatan tinggi jumlah nozzle diperbanyak.



Gambar 2.1 Turbin pleton dengan banyak nozzle
(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

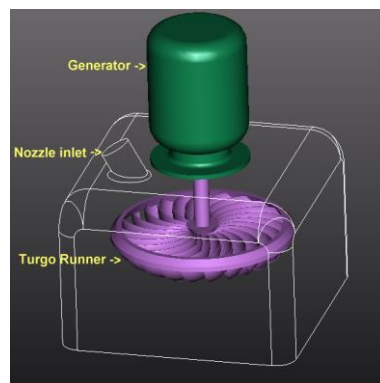


Gambar 2.2 Runner Turbin Pleton
(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

Untuk turbin dengan daya yang besar, sistem penyomprotan air dibagi lewat beberapa nozzle. Dengan demikian diameter pancaran air bisa diperkecil dan ember sudu lebih kecil. Turbin pleton untuk pembangkit skala besar membutuhkan head lebih kurang 150 m tetapi untuk skala mikro head 20 m sudah mencukupi.

2. Turbin Turgo

Turbin turgo dapat beroperasi pada head 30 s/d 300 m. Seperti turbin pleton, turbin turgo merupakan turbin impuls. Tetapi sudunya berbeda, pancaran air dari nozzle membentur sudu pada sudut 20^0 . Kecepatan putar turbin turgo lebih besar dari turbin pleton. Akibatnya dimungkinkan transmisi langsung dari turbin ke generator sehingga menaikkan efisiensi total sekaligus menurunkan biaya perawatan.



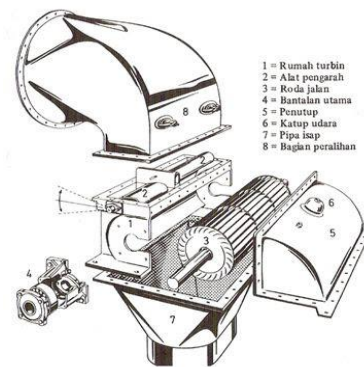
Gambar 2.3 Turbin turgo

(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

1. Turbin *crossflow*

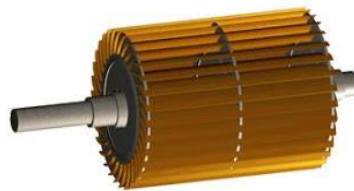
Salah satu jenis turbin impuls ini juga dikinal dengan nama Turbin *Michell-Banki* yang merupakan penemunya. Selain itu juga disebut turbin *Osberger* yang merupakan perusahaan yang memproduksi turbin *crossflow*. Turbin *crossflow* dapat dioperasikan pada debit head antara 1 s/d 200 m.

Turbin *crossflow* baik sekali digunakan untuk pusat tenaga air yang kecil dengan daya kurang lebih dari 750 KW. Pembuatan dan pemasangan konstruksi sangat sederhana dan biaya pembuatan murah. Kontruksi secara lengkap dapat dilihat pada gamabar dibawah ini.



Gambar 2.4 Turbin crossflow
 (sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

Turbin *crossflow* menggunakan nozzle persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar *runner* atau sudu. Pancaran air masuk turbin dan mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air mengalir keluar membentur sudu dan memberikan energinya (lebih rendah dibandingkan saat masuk) kemudian meninggalkan turbin. *Runner* turbin dibuat dari beberapa sudu yang dipasang pada sepasang piringan paralel.



Gambar 2.5 Sudu/*runner* turbin *crossflow*

(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

2.4 Turbin Reaksi

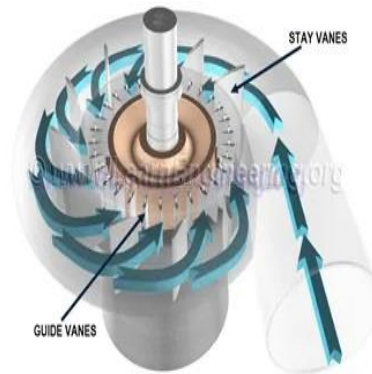
Turbin reaksi adalah turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi kinetik. Turbin jenis ini adalah turbin yang paling banyak digunakan. Sudu pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga *runner* (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai turbin reaksi. *Runner* turbin reaksi sepenuhnya tercelup dalam air dan berada dalam rumah turbin. Jenis dari turbin ini adalah turbin Francis dan turbin Kaplan. (Andreas Wijaya Sitepu, dkk).

2.4.1 Jenis-Jenis Turbin Reaksi

1. Turbin Francis

Turbin francis ini digunakan pada head 10-300 m. Dimana baling-balingnya terbuat dari baja. Turbin akan dipasang diantara sumber air bertekanan tinggi dibagian masuk dan air bertekanan rendah dibagian keluarnya. Turbin ini

menggunakan sudu pengarah yang akan menggerakkan air masuk secara tangensial.



Gambar 2.6 Turbin Francis

(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

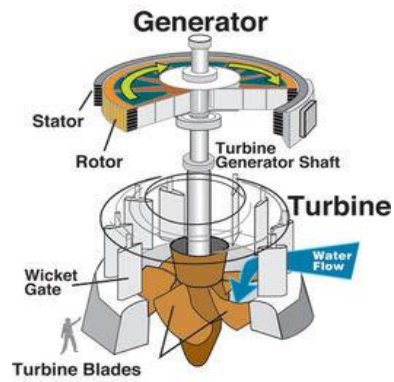


Gamabar 2.7 Sudu turbin francis

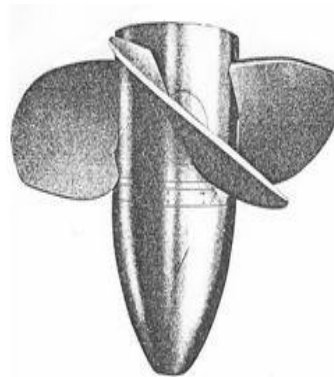
(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

2. Turbin Kaplan

Turbin kaplan merupakan turbin reaksi aliran aksial. Turbin ini tersusun dari sudu seperti pada perahu. Turbin jenis ini biasanya mempunyai tiga hingga enam sudu.



Gambar 2.8 Turbin Kaplan
(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)



Gambar 2.9 Sudu turbin Kaplan
(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

2.5 Komponen Turbin Air

Komponen turbin air terbagi dua macam yaitu :

2.5.1 Rotor

Yaitu bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari :

1. Sudu-sudu, berfungsi untuk menerima beban pancaran yang disemprotkan oleh nozzle.
2. Poros, berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar yang dihasilkan oleh sudu.
3. Bantalan, berfungsi sebagai perapat komponen-komponen dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada sistem.

2.5.2 Stator

Stator yaitu bagian yang diam pada sistem yang terdiri dari:

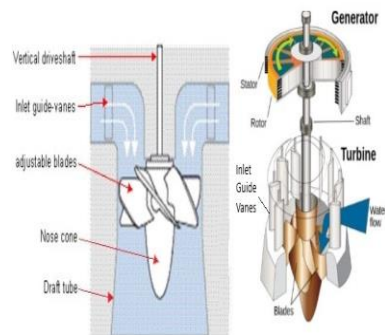
1. Pipa pengarah/nozzle, yang berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan fluida yang digunakan didalam sistem besar.
2. Rumah turbin, yang berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen-komponen turbin.

2.6 Aliran Turbin

Berdasarkan arah alirannya, turbin dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu turbin aliran radial dan turbin aliran aksial.

2.6.1 Turbin Aliran Radial

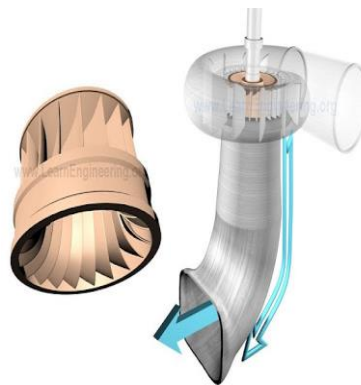
Turbin aliran radial adalah turbin yang arah alirannya tegak lurus dengan arah putaran poros turbin. Turbin dengan aliran radial digunakan untuk laju air aliran *working fluid* (rendah), dengan perbedaan tekanan *difference pressure* (tinggi). Contohnya turbin Kaplan.



Gambar 2.10 Turbin aliran radial
(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

2.6.2 Turbin Aliran Aksial

Turbin yang sejajar dengan arah putaran poros turbin. Turbin dengan aliran aksial digunakan untuk laju aliran tinggi dan dengan perbedaan tekanan rendah (1-40 bar). Turbin aliran aksial kebanyakan digunakan dalam aplikasi yang melibatkan fluida kompleksibel. Dalam banyak penggunaan, efisiensi turbin aliran aksial lebih tinggi dibandingkan turbin aliran radial.



Gambar 2.11 Turbin aliran aksial
(sumber : Dwi Ratna, Turbin air. 2015)

2.7 Pengertian Komposit

Komposit juga diartikan adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentukannya melalui campuran yang tidak homogen. Dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda, sehingga kita leluasa merencanakan suatu kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan cara mengatur komposisi dari material pembentuknya. (Pratama, 2011).

Kelebihan material komposit dibandingkan dengan logam adalah memiliki sifat mekanik yang lebih baik, tidak mudah korosi, bahan baku yang muda diperoleh dengan harga yang ekonomis dan memiliki massa jenis yang rendah dibandingkan dengan serat mineral. (Caesar Wiratama, 2017).

2.8 Pengertian *Fiberglass*

Material *fiberglass* adalah salah satu jenis bahan *fiber* komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat namun tetap ringan. Walaupun tidak sekaku dan seringan bahan *carbon fiber*, *fiberglass* lebih ulet dan relatif lebih murah di pasaran. *Fiberglass* biasa digunakan untuk bahan pembuatan pesawat terbang, perahu, bodi atau *interior* mobil, septik tank, tangki air, tong sampah dan lain-lain (Caesar Wiratama, 2017).

Pada komposit *fiberglass*, komponen penguat tersebut adalah serat kaca. Kaca dimana yang kita kenal sehari-hari memiliki sifat mudah retak dan pecah, hal tersebut diakibatkan karena kekerasan permukaan kaca yang terlalu tinggi, sehingga memudahkan proses perambatan retak permukaan kaca walaupun dengan sedikit saja cacat atau beban. Untuk menghindari retak awal atau cacat pada permukaan kaca

tersebut, kaca dibuat dari benang yang sangat tipis dengan diameter sekitar 5-25 *mikrometer*. Diameter yang sangat kecil tersebut membuat serat kaca yang sangat kuat ini tidak diberikan kesempatan untuk mendapat cacat permukaan yang menjadi awal perambatan retak. Serat-serat kaca ini dipintal untuk kemudian disusun menjadi bentuk jahitan (*woven*), bulu-bulu yang disatukan membentuk lembaran (*chopped strand mat*), potongan-potongan kecil (*scoped strand*) ataupun benang panjang yang kontinu (*continuos roving*). *Fiberglass* juga sering dikenal dengan nama *glass reinforced plastic* (GRP) atau *glassfiber reinforced plastic* (GFRP) karena terdiri dari *fiberglass* dan dikuatkan dengan plastik (resin) (caesar wiratama,2017).

2.9 Jenis-Jenis Serat *Fiberglass*

Banyak jenis-jenis serat *fiberglass* yang di produksi atau di pasarkan, dalam penelitian ini ada beberapa serat yang di ambil sebagai tinjauan pustaka:

1. Chopped strand mat

Chopped Strand Mat (CSM) adalah cincangan serat atau corak *fiberglass* yang dirangkai menjadi handuk. Rangkaian atau corak yang tersusun secara acak kesegala arah membuat serat ini kuat menahan tekanan dari segala arah.



Gambar 2.12 serat *chopped strand mat*

(Sumber : Laurensius Kristianto, 2018)

2. *Continuous roving*

Sesuai namanya, *Continuous roving* artinya serat tidak putus-putus. Serat tersebut berupa gulungan seperti benang yang disebarakan kepermukaan lapisan dengan alat khusus bertekanan tinggi dan fitur pencincang otomatis. gulungan desain cukup rumit, fungsinya memotong serat sekaligus menyemprot bersama sama dengan cairan resin dan katalis yang ditambah pengencer.



Gambar 2.13 Serat *Continuous roving*

(Sumber : Laurensius Kristianto, 2018)

3. *Woven rooving mat*

Woven Roving Mat (WRM) sering diberi kode (0/90 derajat) karena arah rajutan yang membentuk sudut horizontal dan vertikal. Cukup sangat kuat untuk jenis konstruksi beban berat seperti kapal, tangki air, papan selancar dll.



Gambar 2.14 serat *woven rooving mat*

(Sumber : Laurensius Kristianto, 2018)

4. *Chopped Strand*

Chopped Strand ini hasil cincang *continuous roving* tanpa resin dan dipasarkan sebagai komposit resin *fiberglass*. Serat ini juga dipakai sebagai campuran semen, dan diberi nama GRC atau *Glass Reinforced Concrete*.



Gambar 2.15 Serat *Chopped Strand*

(Sumber : Laurensius Kristianto, 2018)

Adapun dari jenis-jenis serat *fiberglass* diatas, jenis serat yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis serat *chopped strand mat*. Karena jenis serat ini mudah didapatkan dipasar dan mudah digunakan dalam pembuatan alat ini. Karena jenis serat ini dapat menahan beban tekan air.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perencanaan perancangan Turbin air

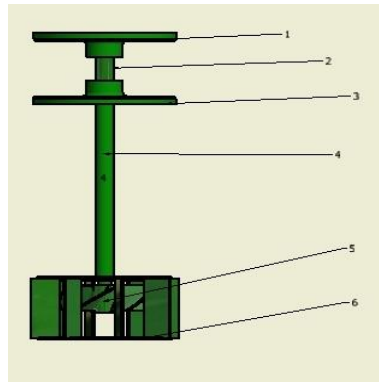
Sebelum dilakukannya pembuatan turbin air terlebih dahulu dilakukannya Perencanaan perancangan. Turbin air ini dirancang atau di desain dengan menggunakan *Software AutoDesk Inventor Profesional 2017*, dengan memperhatikan beberapa faktor yaitu :

1. Desain Turbin
2. Dimensi Sudu
3. Material sudu

Turbin air ini dirancang dengan menggunakan sudu gerak berbahan dasar material komposit *fiberglass*, sudu turbin air ini yang memiliki bentuk seperti baling-baling atau sudu pada umumnya dengan mempunyai diameter 22,4 cm, dan kemiringan 16,27°, metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode literatur. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi persiapan dan pembuatan alat turbin air.

3.2 Perancangan Turbin Air

Adapun perancangan alat turbin air ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Desain Perancangan Turbin Air
(Sumber : Penelitian 2022)

Adapun nama-nama komponen sebagai berikut:

1. Dudukan generator
2. Poros
3. Penyambung dudukan sudu
4. Rumah Poros
5. Sudu penggerak
6. Sudu pengarah

3.3 Pembuatan Komponen-Komponen Turbin Air

Ada beberapa komponen dalam perancangan pembuatan turbin air adalah ini adalah sebagai berikut:

1. Poros

Poros didesain sesuai dengan bentuk yang telah dirancang dengan ukuran yang sudah ditentukan, maka ukuran poros ini 90 cm.



Gambar 3.2 Poros

(Sumber : Penelitian 2022)

2. Rumah Poros

Rumah poros dibuat seperti pipa dengan diameter yang telah ditentukan dengan panjang 60 cm dan diameter 250 cm.



Gambar 3.3 Rumah Poros

(sumber : Penelitian 2022)

3. Sudu Pengarah

Sudu pengarah dibuat dengan skat-skat tujuannya supaya air yang masuk dapat mengarah ke sudu penggerak.



Gambar 3.4 Sudu Pengarah
(Sumber : Penelitian 2022)

4. Sudu penggerak

Sudu penggerak didesain dengan jumlah 5 sirip dengan diameter 22,4 cm.



Gambar 3.5 Sudu Penggerak
(Sumber : Penelitian 2022)

3.4 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.4.1 Tempat

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Teuku Umar, Adapun waktu pelaksanaannya selama 5 (lima) bulan. Dimulai dari Agustus 2021 sampai dengan Desember 2021.



Gambar 3.6 Tempat penelitian
(Sumber : Penelitian 2022)

3.4.2 Waktu

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dan penyusunan tugas akhir rencanakan 5 (lima) bulan, *time line* penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 3.1 *time line* penelitian

Aktivitas	Agustus				September				Oktober				November				Desember			
	Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Lapangan																				
Studi Pustaka																				
Penyusunan Proposal																				
Pengumpulan Data																				
Pengolahan Data																				
Laporan Skripsi																				

(Sumber : Penelitian 2022)

3.5 Metode Dalam Penelitian

Dalam menyelesaikan masalah yang diangkat, diperlukan langkah-langkah dalam rangkai penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode:

1. Studi Linteratur

Yaitu melalui buku-buku pendoman yang bersangkutan dengan penelitian dan laman Website atau media sosial sebagai penunjang.

2. Analisa Gambar

Yaitu dengan menganalisa gambar terhadap proses pengerjaan pembuatan sudu turbin air.

3. Persiapan Alat Kerja Dan Bahan

Yaitu dengan menyediakan peralatan kerja dan bahan yang digunakan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

3.6 Bahan Dan Alat Kerja Yang Digunakan

Peralatan kerja dan bahan yang digunakan pada pembuatan sudu turbin air ini sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan, yaitu:

1. Serat *fiberglass*

Serat *fiberglass* jenis *chopped strand mat* adalah salah satu jenis serat yang paling banyak dipakai oleh konsumen, salah satunya dalam penelitian ini juga memakai jenis serat *chopped strand mat*.



Gambar 3.7 Serat *Fiberglass*
(Sumber : Penelitian 2022)

2. Resin

Resin adalah salah satu bahan perekat suatu material, dalam penelitian ini resin yang dengan kode 157.



Gambar 3.8 Resin
(Sumber : Penelitian 2022)

3. Katalis

Katalis digunakan sebagai campuran resin, katalis memiliki karakter berwarna bening.



Gambar 3.9 Katalis
(Sumber : Penelitian 2022)

4. Amplas

Amplas digunakan untuk membersihkan sisa resin yang melekat pada sudu yang sudah dilapisi serat.



Gambar 3.10 Amplas
(Sumber : Penelitian 2022)

5. Sarung Tangan

Sarung tangan digunakan saat pembuatan sudu yang dilapisi serat sehingga tidak mengenai tangan dengan resin.



Gambar 3.11 Sarung Tangan
(Sumber : Penelitian 2022)

6. Kuas

Kuas dipakai untuk pengolesan resin pada sudu yang telah dibentuk untuk pelapisan serat.



Gambar 3.12 Kuas
(Sumber : Penelitian 2022)

7. Gerinda Tangan

Gerinda dipakai untuk memotong dan merapikan sudu disaat pembentukan dan akhir hasil proses finising.



Gambar 3.13 Gerinda tangan
(Sumber : Penelitian 2022)

8. Mesin Las

Digunakan untuk membuat kerangka dan pablikasi turbin air yang sudah direncanakan.



Gambar 3.14 Mesin las
(Sumber : Penelitian 2022)

9. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang sudu yang sudah di buat untuk mengetahui hasil berat sudu.



Gambar 3.15 Timbangan
(Sumber : Penelitian 2022)

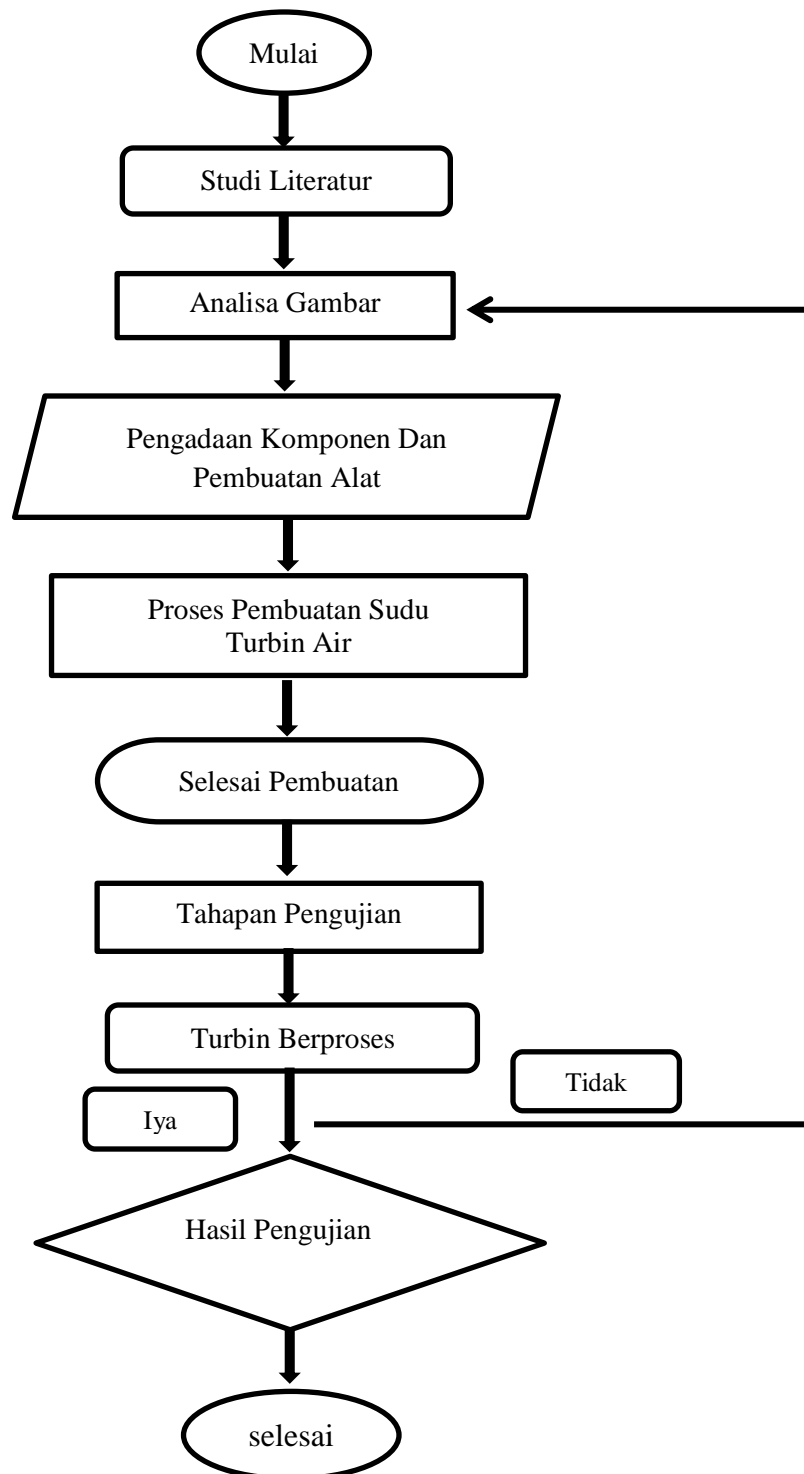
10. Tachometer

Tachometer adalah salah satu alat untuk menghitung kecepatan laju putaran sudu (Rpm) turbin air.



Gambar 3.16 Tachometer
(Sumber : Penelitian 2022)

3.7 Diagram Alir



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Sudu Turbin Air

Berdasarkan hasil analisa perancangan pembuatan turbin air, maka dilakukan pembuatan komponen turbin air yaitu sudu turbin air yang berbahan dasar komposit *fiberglass* dengan metode pengolesan.

4.1.1 Pembentukan Sudu

Sudu gerak ini memiliki 5 sirip dan dibentuk dari pipa yang terbuat secara terpisah, pipa 2 inci yang dipotong sepanjang 87 mm sebagai penghubung sirip. Perekatan sirip pada pipa, sehingga terbentuk sudu yang telah direncanakan.



Gambar 4.1 Pembentukan Sudu
(Sumber : Penelitian 2022)

4.1.2 Pencampuran Resin

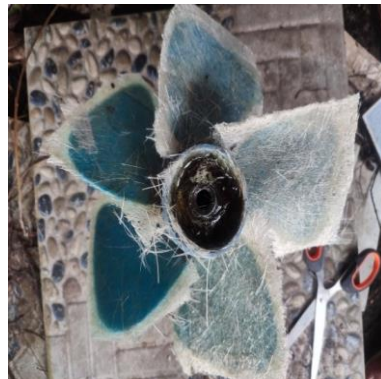
Setelah Sirip sudu dipasang atau digabungkan, selanjutnya adalah proses pencampuran resin dengan katalis sebagai bahan dasar perekat sudu yang nantinya akan dioleskan pada sudu untuk pelapisan serat *fiberglass*.



Gambar 4.2 Proses Pencampuran Resin
(sumber : Penelitian 2022)

4.1.3 Pelapisan Serat

Setelah terbentuknya sudu dan pencampuran resin, maka baru dilakukannya tahapan pengolesan rasin pada sudu untuk melapisi sudu dengan serat *fiberglass*. Sebelum dilakukannya pengolesan, terlebih dahulu dilakukan pembersihan dengan kertas amplas pada sudu yang telah dibentuk. Pelapisan serat pada sudu ini adalah dengan menggunakan serat *chopped strand mat* dengan banyaknya lapisan 2 (dua) lapis masing-masing sirip dan dilakukan timbal balik.



Gambar 4.3 Pelapisan Sudu Dengan Serat
(Sumber : Penelitian 2022)

4.1.4 Proses *Finishing*

Setelah sudu yang dilapisi serat mengeras, maka selanjutnya dilakukan pembersihan kembali untuk menghilangkan sisa serat yang melekat pada ujung sirip dengan menggunakan mesin gerinda dan setelah itu di amplas kembali untuk membersihkan sudu dari sisa resin dan permukaan yang tidak rata pada bagian sudu. Setelah dilakukan semua tahapan proses pembuatan sudu turbin air, selanjutnya dilakukan pengecatan pada sudu sehingga terlihat bagus dan rapi.



Gambar 4.4 Pelapisan Sudu Dengan Serat
(Sumber : Penelitian 2022)

4.2 Perakitan Turbin Air

Setelah dilakukan pembuatan sudu turbin air yang menggunakan bahan dasar komposit *fiberglass*, maka seterusnya dilakukan perakitan turbin air guna untuk menguji ketahanan sudu turbin.



Gamabar 4.5 Perakitan Turbin
(Sumber : Penelitian 2022)

Pada gambar diatas dapat dilihat sudu turbin air yang sudah terpasang dengan komponen-komponen turbin lainnya, yang pada dasarnya komponen-komponen lainnya terpisah.

4.3 Sudu pengarah

Sudu pengarah adalah sudu yang berfungsi untuk mengarahkan pusarah air ke sudu penggerak. Sudu pengarah ini dibuat dari plat besi dengan tebal 1 mm, sudu ini dibuat dengan berbentuk bulat dengan ukuran 30 mm dengan ada sekatan sehingga membuat pusaran air bias mengarah ke sudu gerak.



Gambar 4.6 Pembuatan sudu pengarah
(Sumber : Penelitian 2022)

4.4 Poros

Poros dibuat dengan bentuk yang sudah direncanakan dengan panjang 90 cm, dalam pengujian sudu turbin air ini poros yang digunakan adalah poros material metal/alloy. Dengan panjang : 90 cm, diameter luar 22 mm, diameter dalam 18 mm, dan tebal 33 mm, dengan berat 0,7585 kg atau 758,5 gram.



Gambar 4.7 Poros Metal/Alloy
(Sumber : Penelitian 2022)

4.5 Sudu Penggerak

Sudu penggerak yang terbuat dari bahan dasar komposit *fiberglass* dengan memiliki 5 (lima) sirip dengan diameter keseluruhan 22,4 cm, tinggi sudu 87 mm, lebar sirip 65 mm, tinggi sirip 77, tebal sirip 5 mm dan berat sudu gerak 0,5270 kg.



Gambar 4.8 Berat sudu gerak
(Sumber : Penelitian 2022)

4.6 Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data sudu turbin air ini dengan menggunakan metode eksperimen, untuk mengetahui putaran sudu dengan menggunakan perbandingan generator 250 watt dan 350 watt. Sudu turbin yang menerima aliran air yang sudah disiapkan dalam tangki atau drom penampung air dengan kapasitas 250 liter dengan ketinggian 150 cm dari permukaan tanah dan panjang aliran pipa ke turbin 300 cm.



Gambar 4.9 Instalasi Turbin Air
(Sumber : Penelitian 2022)

4.7 Pengujian Sudu Turbin Air

Tahapan pengujian sudu turbin air ini adalah untuk mengetahui hasil pengujian sudu turbin air, bahwa sudu turbin air yang terbuat dari bahan dasar komposit *fiberglass* tersebut dapat berputar atau bergerak dengan perbandingan generator.



Gambar 4.10 Pengujian Sudu Turbin Air
(Sumber : Penelitian 2022)

4.8 Hasil Pengujian

Hasil dari proses pengumpulan data atau pengujian pada sudu turbin air yang telah dilakukan dengan perbandingan beban generator, maka hasil tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

4.8.1 Hasil Pengujian Sudu

Tabel 4.1 Hasil Putaran Sudu Tanpa Beban

No	Volume	Putaran Sudu tanpa Beban/ Rpm
1	Bukaan Valve 1/4	120.8
2	Bukaan Valve 1/2	130.0
3	Bukaan valve penuh	326.6

Sumber : (Penelitian 2022)

4.8.2 Hasil Pengujian Sudu Generator 250 Watt

Tabel 4.2 Hasil Putaran Sudu Beban Genarator 250 Watt

No	Volume	Putaran Sudu Generator 250 watt (Rpm)
1	Bukaan Valve 1/4	75.1
2	Bukaan Valve 1/2	131.1
3	Bukaan valve penuh	170.5

(Sumber : Penelitian 2022)

4.8.3 Hasil Pengujian Sudu Generator 350 Watt

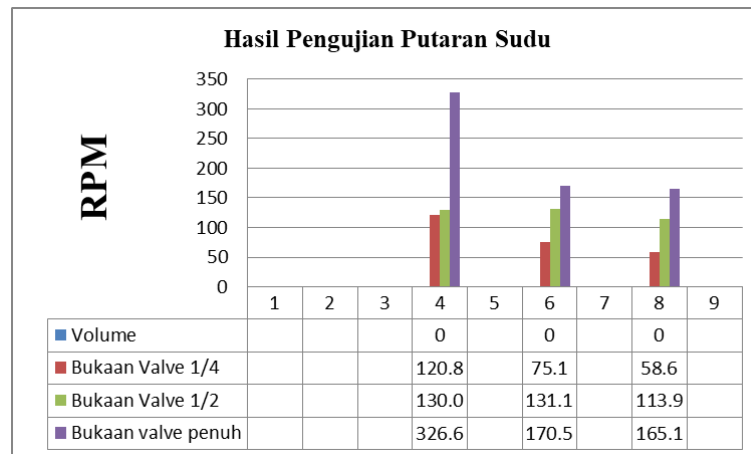
Tabel 4,3 Hasil Putaran Sudu Beban Generator 350 Watt

No	Volume	Putaran Sudu generator 350 watt (Rpm)
1	Bukaan Valve 1/4	58.6
2	Bukaan Valve 1/2	113.9
3	Bukaan valve penuh	165.1

(Sumber : Penelitian 2022)

4.8.4 Grafik Pengujian

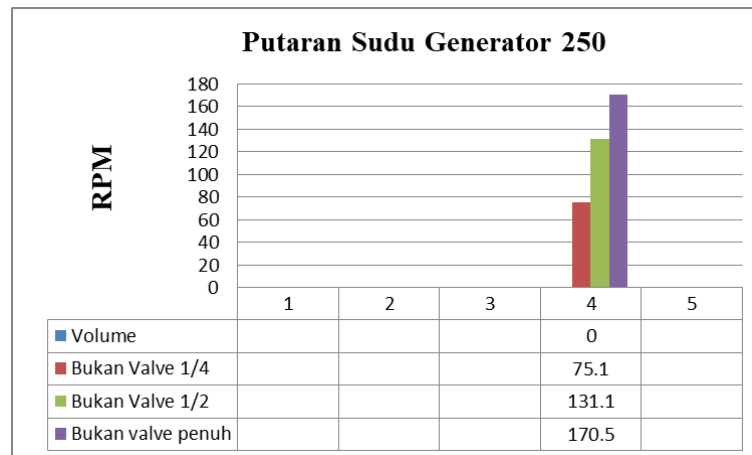
Grafik 4.1 Hasil Pengujian Sudu



(Sumber : Penelitian 2022)

Hasil Pengujian sudu tanpa beban menunjukkan putaran sudu paling tinggi itu adalah 326,6 rpm dengan volume valve penuh, sedangkan putaran sudu dengan volume valve $\frac{1}{2}$ adalah 130,1 rpm, dan putaran sudu dengan volume valve $\frac{1}{4}$ adalah 120,8 rpm.

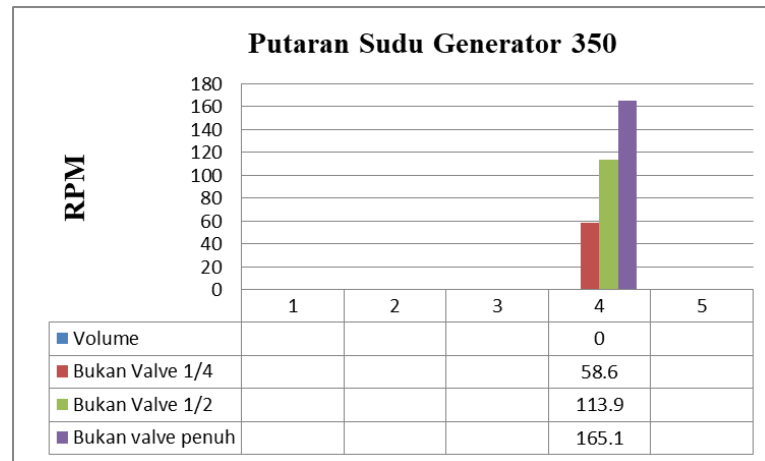
Grafik 4.2 Putaran Sudu Generator 250



(Sumber : Penelitian 2022)

Pada pengujian putaran sudu dengan menggunakan beban generator 250 watt ini terjadi penurunan putaran dibandingkan dengan putaran sudu tanpa beban, hal ini dikarenakan putaran sudu yang memiliki beban putar sehingga menyebabkan penurunan putaran pada sudu. Dalam putaran sudu dengan menggunakan beban generator 250 watt, dapat dilihat hasil dimana volume valve penuh 170,5 rpm, volume valve $\frac{1}{2}$ 131,1 rpm, volume $\frac{1}{4}$ 75,1 rpm.

Grafik 4.3 Putaran Sudu Generator 350



(Sumber : Penelitian 2022)

Pada putaran sudu dengan beban generator 350 watt ini, diketahui hasil putar sudu dengan volume valve penuh itu berada pada 165,1 rpm, dan volume valve $\frac{1}{2}$ berada pada 113,9 rpm, sedangkan pada volume $\frac{1}{4}$ 58,6 rpm.

Dari hasil penelitian sudu turbin air dengan perbandingan generator 250 watt dan generator 350 watt dengan memakai poros material *Metal/Alloy* dapat dilihat pada tabel dan grafik diatas. Putaran tinggi turbin tanpa beban berada pada 326,6 rpm, dan putaran sudu turbin dengan beban generator 250 watt 170,5 rpm, sedangkan putaran tinggi sudu turbin pada beban generator 350 watt berada pada 165,1 rpm, dengan kapasitas air dalam tangki penampung penuh.

Hal ini dikarenakan luas permukaan sudu turbin yang menerima aliran air maksimal, sehingga menyebabkan putaran sudu gerak turbin juga maksimal. Tetapi dengan tekanan air yang sama dengan volume valve yang berbeda menyebabkan

putaran sudu berubah, artinya semakin besar tekanan air yang diterima oleh sudu gerak turbin maka semakin besar putaran yang dihasilkan.

Disaat sudu turbin air memiliki beban, sudu turbin air memiliki penurunan daya putar, dikarenakan beban yang diberi kepada poros terlalu besar dengan daya putar yang dihasilkan oleh turbin yang diberikan oleh tekanan air. Hal ini disebabkan karena luas permukaan sudu gerak turbin yang menerima aliran air semakin kecil sehingga menyebabkan semakin turunnya putaran turbin yang dihasilkan.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian pada Rancang Bangun Sudu Turbin Air Dengan Menggunakan Bahan Dasar Komposit *Fiberglass* sebagai berikut :

1. Dari hasil hasil penelitian ini. Sudu turbin memiliki berat 0,5290 kg atau 529 gram, dengan diameter keseluruhan 224 cm, dan kemiringan Sudu $16,27^{\circ}$.
2. Putaran turbin berpengaruh pada volume air yang diberi pada sudu penggerak.

5.2 Saran

Untuk kesempurnaan penelitian ini, maka penulis memberikan beberapa saran, sebagai berikut :

1. Diharapkan kedepannya lebih memperhatikan kekuatan dari material agar tidak mudah mengalami kerusakan.
2. penelitian ini dapat di lanjutkan untuk mendapatkan hasil yang lebih sempurna dan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adella Hotnyda Siregar, Budiman Adi Setyawan, Amir Marasabessy. 2016. *Komposit Fiber Reinforced Plastic* Sebagai Material Bodi Kapal Berbasis *Fiberglass* Tahan Api.
2. Azhari , Ahmad Syuhada , Hamdani. 2013. Pengaruh Sudu Pengarah Aliran pada Turbin Aliran Aksial Head Rendah.
3. Andareas Wijaya Sitepu, Jorfri B. Sinaga, dan Agus Sugiri. 2014. Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).
4. Adia Cahya Purnama, Ridho Hantoro, dan Gunawan Nugroho. 2013. Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe Savonius Dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran.
5. Caesar Wiratama. 2017. *Material Fiberglass (Serat Kaca)*, *Material-Fiberglass-Serat-Kaca*.
6. Dedi Lazuardi, Agus Sentana, Dan Rustan Abimanyu. 2012. Pembuatan Sudu Turbin Mikrohidro Dari Material Komposit Ijuk-Polimer Dengan Teknik *Vacuum Bag*.
7. Dwi Ratna. 2015. Turbin Air Dan Cara Kerjanya.
8. Elfian Dwinugraha Alam, Nurcholis Amin. 2019. Pembuatan Rangka Turbin Air Jenis Kaplan Dengan Desain Kapasitas 250 Watt.

9. Laurensius Kristianto. 2018. Pengaruh Persentase Serat *Fiberglass* Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Matriks Polimer Polyester. [Skripsi]. Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
10. Pratama. 2011. Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem Dengan Penguat Fly Ash Batubara, [Skripsi]. Universitas Hasanuddin, Makasar.
11. Wendy Triadji Nugroho, 2015. Pengaruh Model Serat Pada Bahan Fiberglass Terhadap Kekuatan, Ketangguhan, Dan Kekerasan Material.
12. Yudi Setiawan, Irfan Wahyudi, Erwin Nandes.2013 Unjuk Kerja Turbin Air Tipe *Cross Flow* dengan Variasi Debit Air Dan Sudut Serang *Nosel*.

LAMPIRAN



Gambar 1 (Pembentukan sudu)



Gambar 2 (Pencampuran resin dengan katalis)



Gambar 3 (Pengolesan resin dan pelapisan serat)



Gambar 4 (Hasil pelapisan serat)



Gambar 5 (Proses pembersihan sudu)



Gambar 6 (Tahap pengecatan sudu)



Gambar 7 (Pemasangan Sudu)



Gambar 8 (Instalasi turbin)



Gambar 9 (Hasil Pengujian)