

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN KINCIR AIR SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *PICO-HYDRO* (PLTPH) PADA SALURAN IRIGASI

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD RIZKI HIDAYAT SIRAIT
1907230041



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Rizki Hidayat Sirait
Npm : 1907230041
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik
Tenaga *Pico-Hydro* (PLTPH) Pada Saluran Irigasi
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi teknik mesin, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera utara

Medan, 27 Maret 2024

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen pembanding I

Dosen pembanding II

Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T.,

Khairul Umurani, ST., MT

Dosen Pembimbing

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Muhammad Yani S.T.,M.T

Chandra A.Siregar S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Rizki Hidayat Sirait
Tempat/Tanggal Lahir : Tembung, 20 Juni 2000
Npm : 1907230041
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“PERANCANGAN KINCIR AIR SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO-HYDRO (PLTPH) PADA SALURAN IRIGASI”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Maret 2024

Saya yang menyatakan



Muhammad Rizki Hidayat Sirait

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga pico-hydro dengan menggunakan aplikasi solid work. Perancangan yang dimaksud meliputi roda turbin, pully, batang penyanggan dengan bentuk gambar 2 dimensi dan 3 dimensi. Perancangan yang disebutkan diatas diperoleh dimensinya memlalui hasil survey sesuai dengan kebutuhan potensi desa tanjung rejo kecamatan medan sunggal. Pada penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup atau batasan penelitian agar pembahasan terfokus dan tidak melebar. Pada penelitian ini difokuskan pada perencanaan kincir air sesuai dengan aliran irigasi yang ada. Sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk proses pembuatan kincir air jika diperlukan. Design yang dibuat disesuaikan dengan kondisi irigasi pada lokasi penelitian sehingga rancangan yang dibuat dapat menghasilkan daya keluaran yang efektif dan effisien (daya keluaran turbin maksimal). Sistem yang dibuat pada penelitian sudah dapat bekerja sesuai dengan perencanaan, yaitu dapat menghasilkan tegangan listrik yang bersumber pada aliran irigasi yang digunakan untuk menggerakkan turbin yang sudah dikopel dengan generator DC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arus keluaran yang dihasilkan nilainya konstan sedangkan tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan bervariasi tergantung pada besarnya kecepatan aliran air yang mengalir. Besarnya beban terpasang, akan mempengaruhi arus beban DC dan mempengaruhi arus pada generator DC, semakin besar beban yang dipasang maka besar arus generator DC dan Pico hydro power secara teknologi memiliki efisiensi yang tinggi sehingga dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang manajemen energi. Selain memiliki efisiensi tinggi, pico hydro power juga dinilai aman.

Kata kunci: Perancangan kincir air, PLTPH pada saluran irigasi

ABSTRACT

This research aims to design a water wheel as a pico-hydro power plant using solid work applications. The design in question includes the turbine wheel, pulley, support rod with 2-dimensional and 3-dimensional drawings. The dimensions of the design mentioned above were obtained through survey results in accordance with the potential needs of Tanjung Rejo village, Medan Sunggal subdistrict. In this research, the author limits the scope or boundaries of the research so that the discussion is focused and does not expand. This research focuses on planning waterwheels according to existing irrigation flows. So it can be a consideration for the process of making a waterwheel if necessary. The design created is adapted to the irrigation conditions at the research location so that the design created can produce effective and efficient output power (maximum turbine output power). The system created in the research can work according to plan, namely it can produce electrical voltage sourced from the irrigation flow which is used to drive a turbine that has been coupled to a DC generator. The test results show that the output current produced is constant, while the voltage and output power produced vary depending on the speed of the flowing water. The large load installed will affect the DC load current and affect the current in the DC generator. The greater the load installed, the greater the DC generator current and Pico hydro power technologically has high efficiency so that it can increase public knowledge about energy management. Apart from having high efficiency, pico hydro power is also considered safe.

Key words: Water wheel design, PLTPH, on irrigation canals

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perancangan kincir air sebagai Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro* (PLTPH) pada saluran irigasi” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada

1. Bapak M. Yani S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I serta Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membimbing dan mengarahkan penulisan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Khairul Umurani S.T., M.T selaku Dosen pembimbing II dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Orang tua penulis: Bapak Drs Yunus sirait dan Ibu Rosna Dongoran , yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis
6. Kepada pemilik nama Selsa Ivana, S.Pd terima kasih telah menjadi sosok rumah yang selalu ada buat saya. Telah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, meluangkan waktu, tenaga, pikiran sehingga skripsi ini dapat tersusun dengan rapi, dan terima kasih telah menjadi bagian dari

perjalanan hidup saya, saya harap kita bisa terus bersama menjadi pribadi yang lebih baik

7. Sahabat-sahabat penulis: Ricky Togu Firdaus Hutasoit, Muhammad Chairul Fahmi, M. Reza Batubara , Dicky Wahyuddin dan Halfa Andri Pasaribu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 27 Maret 2024

Muhammad Rizki Hidayat Sirait

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1 <i>Hydropower</i>	8
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	9
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga PicoHydro (PLTPH)	9
2.2.4 <i>Turbin Air</i>	12
2.2.5 <i>Kincir Air</i>	19
BAB 3 METODOLGI PENELITIAN	24
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2. Alat Penelitian	24
3.3. Diagram Alir Perancangan	26
3.4. Prosedur Perancangan	28
3.5. Prosedur Penelitian	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Survey Lokasi	30
4.2. Perhitungan Potensi Energi Pada Aliran Irigasi	30
4.3. Perancangan Kincir Air	33
4.4. Hasil Rancangan	36
4.5. Tahap Perakitan	45
4.6. Spesifikasi Akhir Perancangan	47
BAB 5 PENUTUP	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
SK PEMBIMBINGAN	
BERITA ACARA SEMINAR HASIL	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses PLTA Skala pico-hydro	11
Gambar 2.2 Turbin Pelton	14
Gambar 2.3 Turbin Turgo	15
Gambar 2.4 Turbin Cross Flow	16
Gambar 2.5 Turbin Francis	17
Gambar 2.6 Turbin Kaplan Propeller	18
Gambar 2.7 Bagian Bagian Turbin	19
Gambar 2.8 overshoot water wheel	21
Gambar 2.9 Undershoot Water Whell	22
Gambar 2.10 Breastshot Water Wheel	23
Gambar 2.11 Tub Water Wheel	24
Gambar 3.1 Laptop/PC	26
Gambar 3.2 software SolidWorks 2020	26
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian	27
Gambar 4.1 Pengukuran Tinggi Air	32
Gambar 4.2 Pengukuran Lebar Saluran Irigasi	32
Gambar 4.3 Saluran Irigasi	33
Gambar 4.4 Design Kincir	35
Gambar 4.5 Design Sudu Kincir	36
Gambar 4.6 desain perancangan tumpuan rangka	38
Gambar 4.7 desain perancangan dudukan generator	39
Gambar 4.8 desain perancangan bantalan bearing	40
Gambar 4.9 desain perancangan pulley generator	41
Gambar 4.10 desain perancangan pulley kincir	42
Gambar 4.11 desain As poros kincir	43
Gambar 4.12 desain v-belt	44
Gambar 4.13 desain generator DC	45
Gambar 4.14 tahap perakitan komponen (Assembly)	46
Gambar 4.15 Hasil Perancangan desain kincir air	47
Gambar 4.16 Hasil Perancangan desain	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian	25
Tabel 4.1 Data Pengukuran Waktu Tempuh Media Apung Jarak 1,2 m	31
Tabel 4.2 Spesifikasi Perancangan produk	47
Tabel 4.3 Spesifikasi Perancangan produk II	48

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
V	Kecepatan	m/s
s	Jarak	M
t	Waktu	s
A	Luas	m ²
P	Panjang	m
l	Lebar	m
Q	Debit Air	m ³
Pa	Daya Air	Watt
ρ	Rho Air	m ³
g	Grafitasi	m/s
H	Tinggi	m
F	Gaya	N
T	Torsi	Nm
Eff	Effisiensi	%

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan potensi sumber energi yang besar, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (Hydropower). Adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis, untuk selanjutnya diubah menjadi energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di saluran irigasi. (Yusmartato, 2022)

Pada sebuah penelitian yang dilakukan oleh (Lara, 2022) mengatakan Air merupakan sumber energi yang dapat di manfaatkan oleh makhluk hidup. Energi yang dihasilkan yaitu energi mekanis yang dapat di manfaatkan untuk menggerakkan suatu benda guna kebutuhan masyarakat. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu pembangkit yang menggunakan aliran air untuk dapat diubah menjadi energi listrik. Pembangkit listrik ini bekerja dengan cara mengubah energi air yang mengalir dari bendungan atau air terjun menjadi energi mekanik dengan bantuan turbin air dan dari energi mekanik menjadi energi listrik dengan bantuan generator. (Hasriani, 2017)

Dalam situasi sekarang ini dunia kebutuhan dalam faktor penggunaan listrik berperan penting dalam kebutuhan setiap masyarakat. Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (resources) penghasil listrik ialah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dari instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik

Tenaga air *hydropower* adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Pada air tersimpan energi potensial dan energi kinetik teradapat pada air mengalir. Pemanfaatan roda air sebagai komponen utama pembangkit listrik skala kecil mulai dikembangkan khususnya pada daerah-daerah aliran air yang rendah dan *head* yang cenderung rendah .*Pico hydro power* secara teknologi memiliki

efisiensi yang tinggi sehingga dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang manajemen energi. Selain memiliki efisiensi tinggi, *pico hydro power* juga dinilai aman.

Pemanfaatan aliran lepas pada jalur irigasi yang mengalir secara kontinu (terus-menerus) dapat digunakan sebagai penggerak turbin yang dapat menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan aliran air tersebut termasuk dalam energi yang ramah lingkungan atau disebut dengan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). (Anwar, 2021)

Pico hydro adalah jenis pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas kecil, sehingga berimplikasi pada relatif sederhananya peralatan yang digunakan. Keunggulan *pico hydro* yaitu tidak menimbulkan kerusakan lingkungan, *pico hydro* dirancang menghasilkan daya terbangkit 100W sampai 5Kw dan memanfaatkan potensi tenaga air dengan head yang rendah sebagai tenaga penggerakannya. Dengan adanya perancangan pembangkit energi listrik yang memanfaatkan energi air sebagai penggerakannya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut. Untuk pembangkit listrik berskala kecil seperti pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* (PLTPH), penggunaan kincir air undershot sangatlah tepat untuk dioperasikan pada head yang rendah (Bandri 2021)

Pembangkit listrik tenaga *pico hydro* merupakan jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan energi baru terbarukan untuk menghasilkan energi listrik. Namun penggunaan pembangkit ini belum banyak digunakan karna nilai investasi dari PLTPH ini relatif mahal. Sehingga untuk pembangunan dan perencanaan PLTPH harus matang agar pembangkit yang dihasilkan dapat bekerja secara efektif dan efisien. Agar PLTPH dapat bekerja secara maksimal maka terlebih dahulu dapat melakukan peninjauan (survey) pada lokasi yang ingin dipasang PLTPH. Dimana PLTPH ini mempertimbangkan debit air yang mengalir, jenis saluran irigasi dan luas saluran irigasi yang harus disesuaikan dengan turbin pelton untuk menghasilkan energi listrik. Kemampuan aplikasi design grafis yaitu *solide work* dapat merencanakan turbin sesuai dengan kebutuhan yang ada pada survey lokasi, sehingga sebelum pembuatan turbin terlebih dahulu direncanakan yang sesuai dengan lokasi penelitian. Sehingga biaya investasi yang mahal juga sejalan dengan daya keluaran yang dihasilkan juga maksimal.

Air yang mengalir untuk mengalir sawah dengan sumber air yang mengalir kontinyu (terus menerus) dengan debit air yang cukup tidak mustahil untuk di bangun sebuah pembangkit listrik. Untuk membantu penulis dalam melakukan penelitian, maka dibutuhkan hasil dan pembahasan dari penelitian serupa terdahulu sebagai landasan ataupun referensi penulis dalam melakukan analisis pada penelitian ini, sehingga dari latar belakang yang telah dipaparkan penulis tertarik untuk melakukan penelitian dan perancangan dengan judul “**Perancangan Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro* (PLTPH) Pada Saluran Irigasi**” guna melakukan perancangan terhadap turbin PLTPH untuk dapat menjadi bahan pertimbangan pada saat proses pembuatan turbin agar menghasilkan rpm dan daya keluaran generator yang efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat ditarik beberapa hal yang dapat menjadi permasalahan yaitu :

1. Bagaimana mendapatkan dimensi/ukuran turbin pelton yang sesuai dengan kebutuhan pada saluran irigasi desa tanjung rejo?
2. Bagaimana perancangan kincir air dengan solid work yang sesuai dengan kebutuhan pada saluran irigasi desa tanjung rejo?

1.3 Ruang Lingkup

Pada penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup atau batasan penelitian agar pembahasan terfokus dan tidak melebar. Pada penelitian ini difokuskan pada perencanaan kincir air sesuai dengan ukuran/dimensi saluran irigasi pada desa tanjung rejo. Selanjutnya melakukan perancangan turbin pelton dengan menggunakan aplikasi solid work yang sesuai dengan dimensi saluran irigasi pada lokasi penelitian

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari Penulisan ini adalah:

1. Mendapatkan dimensi/ukuran turbin pelton yang sesuai dengan kebutuhan pada saluran irigasi desa tanjung rejo

2. Merancang kincir air dengan solid work yang sesuai dengan kebutuhan pada saluran irigasi desa tanjung rejo.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Bagi penyusun: dapat menambah pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan dalam mempelajari mengenai pembangkit listrik tenaga *picoHydro*
2. Bagi mahasiswa: dapat lebih mempermudah dalam mempelajari suatu pembangkitan listrik khususnya pembangkit listrik tenaga *Pico-Hydro*.
3. Bagi Masyarakat: memberikan gambaran rancangan Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro* (PLTPH)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang dapat mendukung penulis untuk melakukan proses penelitian agar lebih akurat dan menjadi referensi pertimbangan masukan untuk penulis antara lain :

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Lara, 2022) mengatakan Air merupakan sumber energi yang dapat di manfaatkan oleh makhluk hidup. Energi yang dihasilkan yaitu energi mekanis yang dapat di manfaatkan untuk menggerakkan suatu benda guna kebutuhan masyarakat. Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat sebuah prototype kincir air dari hasil ukuran kincir yang sebenarnya. Dari pembuatan tersebut di peroleh ukuran kincir yaitu: 6,3 m (diameter luar), 4,2 m (diameter dalam), panjang sudu 0,4 m dan 12 sudu dengan sudut 30° yang nantinya sebuah kincir ini dapat menghasilkan daya 18,85 watt di gunakan untuk menggerakkan sebuah pompa air berkapasitas 20 m³/jam. Dari hasil perhitungan tersebut kemudian ukuran-ukuran kincir yang sebenarnya di skala 1:21 hasilnya yaitu: 300 mm (diameter luar), 200 mm (diameter dalam), panjang sudu 100 mm, dengan 12 sudu. Dapat digunakan sebagai pembelajaran mekanisme kerja kincir air berskala laboratorium.

Pada daerah pedesaan dengan sungai yang landai dapat menggunakan kincir air sebagai penggerak generator listrik, namun aliran sungai selalu dinamis tergantung curah hujan pada daerah tersebut. Desain kincir air harus bisa menyesuaikan diri dengan level ketinggian air dan kecepatan aliran. Lokasi perancangan yang dipilih ialah jembatan sungai Cimanceuri penghubung antara Desa Cirarab, Legok dengan Desa Cibunar, Parungpanjang. Bagian- bagian yang akan dirancang meliputi diameter kincir, lebar kincir, diameter poros, pemilihan generator, rasio transmisi v-belt dan ECVT setra tempat dudukan mengapung. Daya yang dapat dihasilkan dari rancangan sebesar 563,76Watt hingga 5000Watt. Gambar desain rancangan menggunakan software Solidworks 2014. (Tuapetel & Poerwoko, 2018)

Menurut (Ismanto et al., 2018) Salah satu daerah yang mempunyai potensi air sungai yang belum dimanfaatkan yaitu di Nagari Padang Sumatera Barat Ganting Tanah Datar. Daerah ini mempunyai lahan pertanian tadah hujan dan bercocok tanam hanya bisa 1 kali dalam setahun, namun sering gagal panen karena curah hujan yang tidak menentu sedangkan lahan beririgasi bisa bercocok tanam tiga kali dalam setahun. Dari kondisi tersebut diadakanlah sebuah pabrik penggilingan yang mampu menggerakkan pompa untuk menyuplai kebutuhan air sawah tadah hujan masyarakat. Metode yang digunakan dalam pemecahan masalah adalah dengan merancang pompa kincir air penggerak ulir yang ramah lingkungan. Perencanaan kincir angin disesuaikan dengan potensi keberadaan daerah sekitarnya. Pemanfaatan air sungai menjadi suatu ketelitian yang dimungkinkan. Sebelum diserahkan ke publik untuk digunakan pada uji kelayakan terlebih dahulu. Dari kegiatan ini tercapainya target berupa alat percontohan yang dapat mengairi lahan pertanian untuk bercocok tanam seperti padi 1 hektar dengan waktu operasional 5 jam/hari (tanpa bantuan hujan). Hasil perancangan turbin ini menghasilkan kapasitas aliran air yang dapat dipompa sebesar 40 ltr/menit, dengan daya torsi yang cukup besar untuk dimanfaatkan penggerak pompa dengan laju aliran konstan rata-rata 5 m/detik. Putaran poros pompa diperbesar 5 kali lipat menjadi 1500 rpm. Putaran poros keluaran turbin rata-rata 550 rpm. Kincir air ulir ini dapat bekerja terus menerus sehingga pompa dapat digerakkan hingga roda berputar. Dengan kondisi ini air yang dipompa terus menerus mengairi sawah-sawah yang berada pada ketinggian dataran dengan sudut elevasi 300 dan tinggi angkat bisa mencapai 10 m.

Penelitian yang dilakukan oleh (Yoon, 2014) menyatakan pembangkit tenaga air adalah suatu alat yang digunakan untuk merubah tenaga air menjadi tenaga mekanik (gerak). Pesawat tenaga air yang dapat atau mula-mula digunakan adalah kincir air kemudian turbin. Kincir air terdiri dari sebuah roda jalan yang menggunakan sudu- sudu yang diletakkan di sekeliling roda jalan tersebut. Air dapat menggerakkan kincir, maka air dapat dialirkan sehingga mengenai sudu- sudu kincir, dengan adanya dorongan air tersebut terhadap sudu-sudu itu, maka kincir dapat berputar pada porosnya. Laju Kecepatan Air Dari hasil observasi pada saluran / media yang digunakan $v = 0,645$ m/det. Sedangkan untuk Tekanan air

yang dihasilkan adalah $P = 0,0828 \text{ W/cm}^2$. untuk Gaya pada Kincir air $F_k = 31,05 \text{ N}$. Sedangkan untuk Parameter lainnya seperti Momen Puntir didapat $M_p = 129.375 \text{ kg. Cm}$. Dan Daya Poros $P_m = 0,011 \text{ kW}$. Serta untuk Tegangan Puntir $T_p = 15,376 \text{ kg/mm}^2$ dan juga Tegangan Bengkok yang digunakan $T_b = 5 \text{ kg / mm}^2$. Serta untuk panjang sabuk yang direncanakan adalah yang digunakan sepanjang 707,58 mm, atau sesuai lampiran 27 inchi.

Pengembangan pembangkit mikrohidro disesuaikan dengan kondisi geografis, debit dan bentuk energinya. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) memanfaatkan energi air (potensial kinetik) sebagai sumber energi/daya dengan kapasitas daya terbangkitkan antara 2 kW sampai dengan 200 kW. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses perancangan desain turbin air tipe overshoot dengan sudu lengkung untuk pembangkit listrik dan mengetahui nilai torsi turbin yang dihasilkan dengan penerapan turbin air sumbu horizontal tipe overshoot dengan sudu lengkung. Metode yang di gunakan untuk perancangan turbin air ini adalah dengan perhitungan jumlah sudu aktif, perhitungan jarak antar sudu dan perhitungan diameter poros kincir. Hasil penelitian menunjukkan perhitungan Daya hidrolis yang mampu dihasilkan dari aliran sungai di desa rahtawu dengan besar debit $0,018 \text{ m}^3/\text{s} = 18 \text{ l/s}$, head air 0,825 mm, dan kecepatan aliran 1,98 m/s adalah 0,180 kW. Daya pada kincir yang mampu dihasilkan dengan nilai efisiensi 80 % adalah sebesar 0,75 kW. Nilai perhitungan torsi secara teoritis yang dihasilkan dengan besar daya 180 watt dan putaran kincir 55,12 rpm adalah 54,68 nm. Diameter poros untuk kincir yang sesuai dengan menggunakan material jenis baja ST37 adalah 19,48 mm. (Kurnia et al., 2022)

Menurut (Elfiano & Dinata, 2017) Keterbatasan listrik di dusun Bunga Tanjung desa Rantau Binuang Sakti menyebabkan ketidaknyamanan masyarakat. Berbagai kegiatan tidak dapat dilakukan dengan leluasa karena terbatasnya listrik. Tersedianya mesin Diesel bantuan pemerintah daerah hanya dapat dimanfaatkan mulai jam 18.00 hingga jam 24.00 malam. Hal ini tentu mempengaruhi kegiatan masyarakat antara lain proses belajar mengajar murid-murid sekolah SD dan SMP yang terdapat di desa tersebut. Selain itu, penggunaan mesin Diesel memberatkan masyarakat dari segi biaya operasional. Lokasi desa yang jauh dari jangkauan PLN (40 km) serta jumlah masyarakat yang tidak terlalu ramai (hanya 3 dusun)

tidak efektif untuk dibangunnya jaringan listrik oleh PLN. Permasalahan inilah yang menjadi ide dasar bagi program IbM ini. Desa Rantau Binuang Sakti merupakan daerah yang memiliki cukup banyak sungai terutama yang besar adalah sungai Rokan yang berpotensi untuk menggerakkan kincir air yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik. Dusun Bunga Tanjung ini menjadi objek pelaksanaan program IbM terletak pada daerah aliran sungai (DAS) Rokan. Pembangkit listrik tenaga kincir air ini merupakan solusi untuk mendapatkan listrik yang secara terus menerus karena sumber energi utamanya adalah dengan memanfaatkan aliran air sungai sebagai penggerak generator listrik.. Kincir air yang dirancang menggunakan pondasi ponton untuk menjamin sudu- sudu kincir tetap bekerja pada saat permukaan air berubah-ubah. Arus sungai yang melewati sudu-sudu kincir diarahkan ke saluran yang berbentuk konvergen sehingga kecepatan air yang melewati sudu akan lebih cepat dibandingkan arus air yang diluar ponton. Rancangan ini mempercepat putaran kincir untuk ditransmisikan ke generator listrik. Dengan demikian energi listrik yang dihasilkan bias dimanfaatkan untuk penerangan jalan di pinggir sungai dan kebutuhan lainnya untuk masyarakat setempat.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. *hydropower*

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia. Ketersediannya yang melimpah membuat kemajuan pemanfaatan air dalam kehidupan sehari-hari semakin berseragam. Salah satunya adalah pemanfaatan aliran air sebagai sumber energi atau yang biasa disebut dengan *hydropower*. *Hydro* yang berarti air dan *power* yang berarti tenaga sehingga dapat diartikan bahwa *hydropower* merupakan tenaga air. Dalam pemanfaatannya, tenaga air dapat diperoleh dari energi potensial aliran (dari air terjun) maupun dari energi kinetic aliran (air mengalir). Sehingga dari hal tersebut dapat diperoleh energi mekanik ataupun energi listrik yang dapat digunakan oleh manusia.

Penggunaan air sebagai sumber energi sendiri merupakan hal yang tepat untuk mengatasi krisis energi yang terjadi saat ini. Hal tersebut karena air merupakan sumber energi yang dapat di daur ulang sehingga dapat tersedia secara

terus menerus tanpa perlu khawatir akan habis seperti halnya energi fosil. Pemanfaatan tenaga air yang sering dilakukan adalah dengan penggunaan kincir air sebagai pemenuhan irigasi maupun sebagai sumber energi listrik. Saat ini kincir air telah berubah menjadi turbin air dalam teknologi yang lebih maju. Sehingga penggunaannya pada saat ini menjadi lebih banyak hal dalam kehidupan Masyarakat dengan pengembangan dan jenis yang lebih beragam lagi.

2.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan aliran air untuk mengubahnya menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan ini sering disebut sebagai energi listrik tenaga air. Pembangkit listrik ini bekerja dengan mengubah energi air yang mengalir (bendungan atau air terjun) menjadi energi mekanik (dengan bantuan turbin air) dan energi mekanik menjadi energi listrik (dengan bantuan generator). Energi listrik kemudian diarahkan melalui jaringan yang dibuat hingga energi listrik akhirnya sampai ke konsumen

PLTA ternyata ada bermacam-macam jenis pembangkit listrik tenaga air mulai dari yang berbentuk mikro-hidro yang dapat memberi daya pada beberapa rumah hingga struktur raksasa seperti Bendungan Karangates yang dapat memberi daya pada jutaan orang. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) terdiri dari beberapa bagian yaitu: Bendungan, menerima air dalam jumlah besar yang mengakibatkan jatuhnya air yang tinggi juga menghasilkan output daya yang tinggi Selain itu bendungan juga berfungsi untuk melindungi dari banjir. Turbin, berfungsi mengubah aliran air menjadi energi mekanik. Air yang jatuh akan mendorong baling-baling menyebabkan turbin berputar. Putaran turbin ini dihubungkan dengan generator yang sebagian besar berupa kincir air.

Generator dihubungkan dengan turbin untuk memutar roda gigi, sehingga pada saat sudu turbin berputar maka generator juga ikut berputar. Generator kemudian mengubah energi mekanik yang berasal dari turbin menjadi energi listrik. Tugas saluran transmisi adalah menyalurkan energi listrik dari pembangkit listrik tenaga air ke rumah tangga dan pusat industri. (Shantika, 2016)

2.2.3. Pembangkit Listrik Tenaga PicoHydro (PLTPH)

Pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* (PLTPH) adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dari instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* air dibedakan atas :

1. Large-hidro : Lebih dari 100 MW
2. Medium-hidro : Antara 15 – 100 MW
3. Small-hidro : Antara 1 – 15 MW
4. Mini-hidro : Daya diatas 100 kW, tetapi dibawah 1 MW
5. Micro-hidro : Antara 5kW – 100 kW
6. Pico-hidro : Daya yang dikeluarkan 0 – 5 kW

Pembangkit listrik *picohydro* merupakan salah satu pembangkit listrik yang masih terus dikembangkan terutama untuk daerah pedesaan yang masih membutuhkan pasokan listrik. Penelitian yang telah dikembangkan yaitu *picohydro* portabel dengan menggunakan bahan PVC dan generator bekas untuk menghasilkan daya listrik. Dari variasi debit air pada pengujian eksperimental dengan head 2 meter, didapat daya maksimum yang dibangkitkan sebesar 96 W pada sudut sudu turbin 30°. Dari hasil tersebut diperlukan Simulasi Runner Pada Pembangkit Listrik *picohydro* tersebut untuk mengetahui memvalidasi performansi yang tidak tercapai. Simulasi aliran dalam runner untuk beberapa sudut serang sudu turbin dengan besarnya sudut yaitu 20°, 30°, 40° dan 50° dan analisis fluida dengan menggunakan ANSYS CFX. Hasil simulasi dengan potensi air dengan head 2 meter didapatkan sudut sudu turbin yang maksimum adalah 20° dengan debit 6,28 liter/s torsi yang dihasilkan 0,689 Nm serta daya yang dapat dihasilkan sebesar 67 W dengan efisiensi 54,4 % (Syahputra, 2017)

Prinsip pembangkitan listrik tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (power) yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$P = \rho \times Q \times h \times g$$

dimana :

P = daya keluaran secara teoritis (watt)

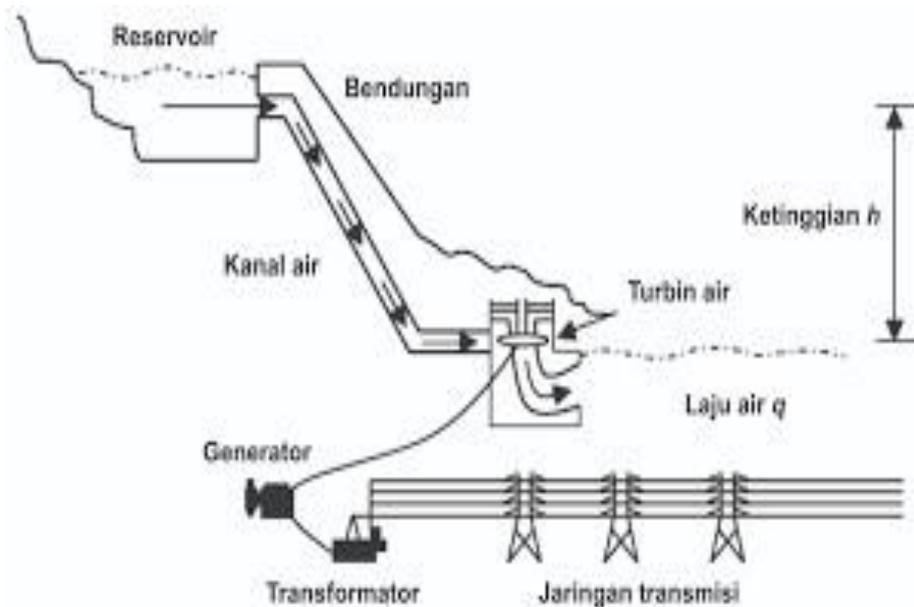
ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

Q = debit air (m³ /s)

h = ketinggian efektif (m)

g = gaya gravitasi (m/s²)

Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang keluar secara teoritis.



Gambar 2.1 Proses PLTA Skala *pico-hydro*

2.2.3.1. Kelebihan PLTPH

1. Menggunakan energi terbarukan.
2. Ramah lingkungan.
3. Indonesia memiliki potensi air yang besar.
4. Jumlah sumber daya manusia yang banyak.
5. Lokasi sumber daya air PLTPH pada umumnya berada di wilayah perdesaan dan desa terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik.

6. Mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil.
7. Menjadi energi alternatif pengganti listrik untuk penerangan di desa-desa terpencil yang tidak tersentuh jaringan PLN
8. PLTPH dapat menggantikan penggunaan mesin genset diesel, karena dapat mengurangi emisi karbon akibat pembakaran bahan bakar fosil solar.
9. PLTPH yang dikelola dengan baik dapat menjadi sumber pendapatan di suatu desa tersebut

2.2.3.2. Kekurangan PLTPH

1. Tidak semua aliran air dapat digunakan untuk pembangunan PLTPH, karena Faktor debit aliran sangat menentukan
2. Beberapa jenis turbin air sangat sensitif terhadap fluktuasi debit air.
3. Perlu konservasi daerah tangkapan air, terutama di daerah hulu sungai.
4. Biaya perijinan sebagai syarat untuk memperoleh *Power Purchase Agreement* (PPA) dalam membangun PLTPH juga masih relatif tinggi, padahal PPA merupakan syarat untuk memperoleh kredit dari perbankan.
5. Kemampuan teknisi lokal yang masih terbatas dan sering menimbulkan kesalahan yang fatal.
6. Biaya investasi untuk teknologi *pico hidro* masih tinggi.
7. Kurangnya sosialisasi PLTPH, terutama potensinya sebagai penggerak mekanis seperti pompa air, penggiling padi, dan lainnya.
8. Diperlukan sosialisasi mengenai dampak positif penerapan *mikro hidro* terhadap pengembangan kegiatan sosial ekonomi masyarakat pedesaan seperti industri kecil/rumah, perbengkelan, pertanian, peternakan, pendidikan.

2.2.4. Turbin Air

Dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTA) turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin

dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. (Syahputra, 2017)

Turbin air adalah suatu alat yang mengubah energi air menjadi energi listrik. Energi air yang meliputi energi potensial termasuk komponen tekanan dan kecepatan aliran air yang terkandung didalamnya merubah menjadi energi kinetik untuk memutar turbin. Prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

Persamaan yang digunakan untuk daya mekanik turbin :

$$P_{in} \text{ turbin} = \rho \times Q \times h \times g$$

$$P_{out} \text{ turbin} = \rho \times Q \times h \times g \times n \text{ turbin}$$

$$P_{real} = \rho \times Q \times h \times g \times n \text{ turbin} \times n \text{ generator}$$

Keterangan:

$$P_{in} \text{ turbin} = \text{Daya masuk ke turbin (KW)}$$

$$P_{out} \text{ turbin} = \text{Daya Keluaran dari turbin (KW)}$$

$$P_{real} = \text{Daya sebenarnya yang dihasilkan (KW)}$$

$$\rho = \text{Massa jenis fluida (kg/m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{Debit air (m}^3\text{/s)}$$

$$H = \text{Ketinggian efektif (m)}$$

Dalam menentukan bentuk turbin, debit sangat diperlukan untuk mengetahui luas penampang saluran air yang masuk ke dalam turbin tersebut, dimana luas penampang dari saluran air yang masuk ke dalam turbin tergantung dari aliran air.

Hal tersebut sesuai dengan persamaan kontinuitas aliran fluida yang dialirkan pasti akan memiliki kecepatan aliran tertentu, hubungan kecepatan aliran dengan debit dan luas penampang dapat dituliskan dalam persamaan dibawah:

$$Q = A \times V$$

dimana :

$$Q = \text{Debit air, (m}^3\text{/s)}$$

$$V = \text{Kecepatan air, (m/s)}$$

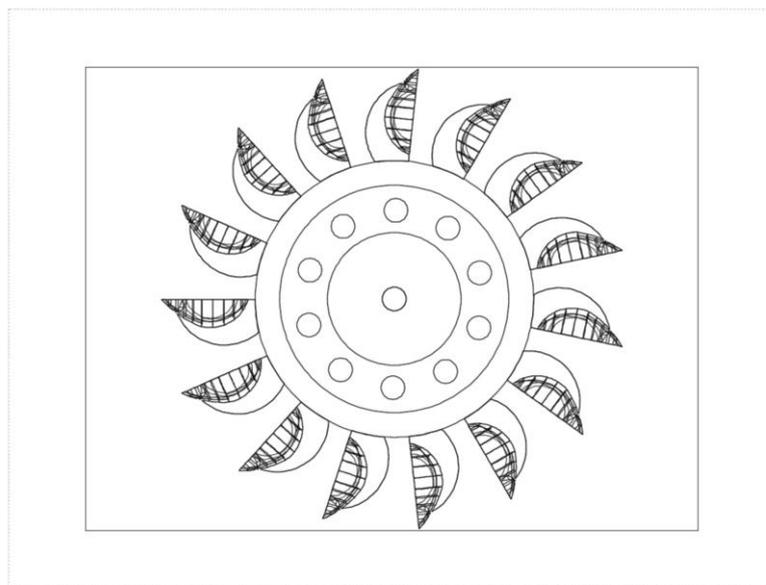
$$A = \text{Luas penampang, (m}^2\text{)}$$

2.2.4.1. Jenis-Jenis Turbin Air

1. Turbine Pelton

Turbin Pelton termasuk jenis turbin impuls yang merubah seluruh energi air menjadi energi kecepatan sebelum memasuki runner turbin. Perubahan energi ini dilakukan didalam nozzle dimana air yang semula mempunyai energi potensial yang tinggi diubah menjadi energi kinetik. Pancaran air yang keluar dari nozzle akan menumbuk bucket yang dipasang tetap sekeliling runner dan garis pusat pancaran air menyinggung lingkaran dari pusat bucket. Kecepatan keliling dari bucket akibat tumbukan yang terjadi tergantung dari jumlah dan ukuran pancaran serta kecepatannya. Kecepatan pancaran tergantung dari tinggi air di atas nozzle serta effisiensinya. Turbin pelton terdiri dari satu setu sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan oleh nozzle. Turbin pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien, turbin pelton adalah turbin yang cocok digunakan untuk head tinggi. Bentuk sudu turbin terdiri dari 2 bagian yang simetris.

Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya-gaya samping.



Gambar 2.2 Turbin Pelton

Sumber : <https://polaridad.es/id/komponen-turbin-pelton/>

Keuntungan turbin pelton :

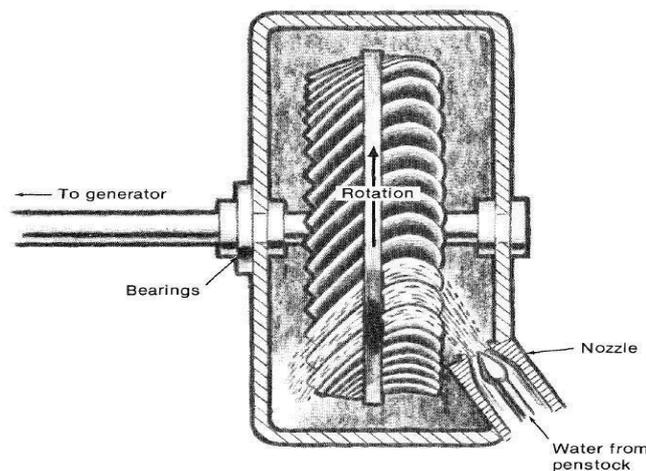
- 1) Daya yang dihasilkan besar.
- 2) Konstruksi yang sederhana.
- 3) Mudah dalam perawatan.
- 4) Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.

Kerugian turbin pelton :

Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya reservoir air atau bendungan air, sehingga memerlukan investasi yang lebih banyak. Turbin pelton digolongkan ke dalam jenis turbin impuls atau tekanan sama. Karena selama mengalir di sepanjang sudu-sudu turbin tidak terjadi penurunan tekanan, sedangkan perubahan seluruhnya terjadi pada bagian pengarah pancaran atau nosel. Energi yang masuk ke roda jalan dalam bentuk energi kinetik. Pada waktu melewati roda turbin, energi kinetik dikonversikan menjadi kerja poros dan sebagian kecil energi terlepas dan sebagian lagi digunakan untuk melawan gesekan dengan permukaan sudu turbin.

2. Turbin Turgo

Turbin turgo dapat beroperasi pada head 30 s/d 300 m. Seperti turbin pelton turbin turgo merupakan turbin impuls, tetapi sudunya berbeda. Keuntungan dan kerugian juga sama. Pancaran air dari nozzle membentuk sudut 20° . Kecepatan putar turbin turgo lebih besar dari turbin pelton. Akibatnya dimungkinkan transmisi langsung dari turbin ke generator sehingga menaikkan efisiensi total sekaligus menurunkan biaya perawatan.

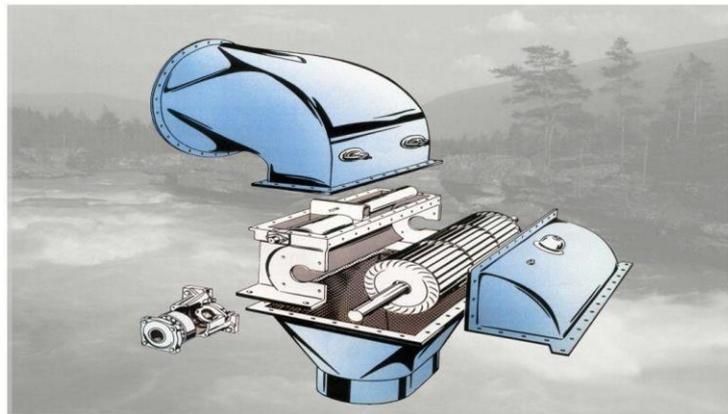


Gambar 2.3 Turbin Turgo

Sumber : <https://yokealjauza.wordpress.com/2014/02/28/water-turbine/>

3. Turbin Cross Flow

Turbin Cross-Flow adalah salah satu turbin air dari jenis turbin aksi (impulse turbine). Pemakaian jenis Turbin Cross-Flow lebih menguntungkan dibanding dengan penggunaan kincir air maupun jenis turbin mikro hidro lainnya. Penggunaan turbin ini untuk daya yang sama dapat menghemat biaya pembuatan penggerak mula sampai 50 % dari penggunaan kincir air dengan bahan yang sama. Penghematan ini dapat dicapai karena ukuran Turbin Cross-Flow lebih kecil dan lebih kompak dibanding kincir air.



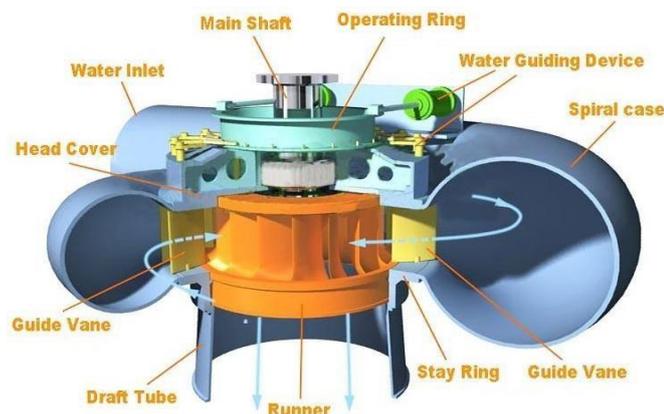
Gambar 2.4 Turbin Cross Flow

Sumber : <https://yokealjauza.wordpress.com/2014/02/28/water-turbine/>

4. Turbin Francis

Turbin Francis merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian keluar. Turbin Francis menggunakan sudu pengarah sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial turbin francis bekerja dengan memakai proses tekanan lebih. Pada waktu air masuk ke roda jalan, sebagian dari energi tinggi jatuh telah bekerja di dalam sudu pengarah diubah sebagai kecepatan air masuk. Sisa energi tinggi jatuh dimanfaatkan dalam sudu jalan, dengan adanya pipa isap memungkinkan energi tinggi jatuh bekerja di sudu jalan dengan semaksimal mungkin. Turbin yang dikelilingi dengan sudu pengarah semuanya terbenam dalam air, air yang masuk kedalam turbin dialirkan melalui pengisian air dari atas turbin (schact) atau melalui sebuah rumah yang berbentuk spiral (rumah keong).

Semua roda jalan selalu bekerja. Daya yang dihasilkan turbin diatur dengan cara mengubah posisi pembukaan sudu pengarah. Pembukaan sudu pengarah dapat dilakukan dengan tangan atau dengan pengatur dari oli tekan (governor tekanan oli), dengan demikian kapasitas air yang masuk ke dalam roda turbin bisa diperbesar atau diperkecil. Pada sisi sebelah luar roda jalan terdapat tekanan kerendahan (kurang dari 1 atmosfer) dan kecepatan aliran yang tinggi. Di dalam pipa isap kecepatannya akan berkurang dan tekanannya akan kembali naik sehingga air bisa dialirkan keluar lewat saluran air di bawah dengan tekanan seperti keadaan sekitarnya.



Francis Turbine

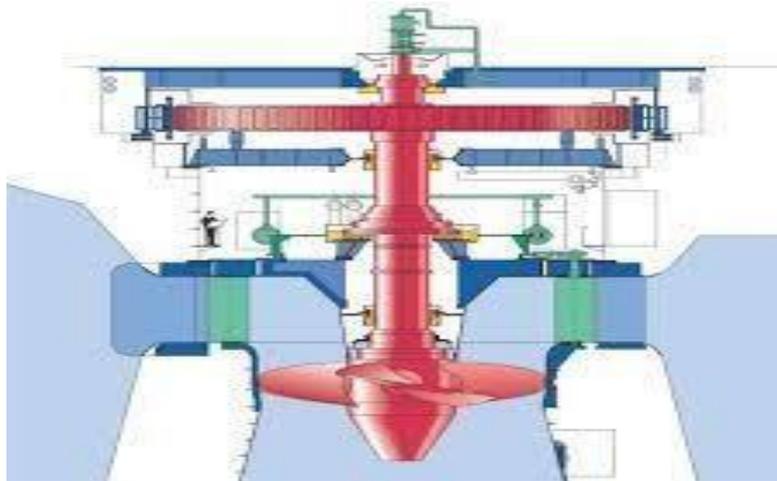
Gambar 2.5 Turbin Francis

Sumber : <https://yokealjauza.wordpress.com/2014/02/28/water-turbine/>

5. Turbin Kaplan Propeller

Turbin Kaplan termasuk kelompok turbin air reaksi jenis baling-baling (propeller) keistimewaannya adalah sudut sudu gerakannya (runner) bisa diatur (adjustable blade) untuk menyesuaikan dengan kondisi aliran saat itu yaitu perubahan debit air pada pemilihan turbin didasarkan pada kecepatan spesifiknya. Turbin Kaplan ini memiliki kecepatan spesifik tinggi (high specific speed). Turbin kaplan bekerja pada kondisi head rendah dengan debit besar . Pada perancangan turbin Kaplan ini meliputi perancangan komponen utama turbin Kaplan yaitu sudu gerak (runner), sudu pengarah (guide vane), spiral casing , draft tube dan mekanisme pengaturan sudut bilah sudu gerak.

Pemilihan profil sudu gerak dan sudu pengarah yang tepat untuk menghasilkan torsi yang besar. Perancangan spiral casing dan draft tube menggunakan persamaan empiris. Perancangan mekanisme pengatur sudut bilah (β) sudu gerak dengan memperkirakan besar sudut putar maksimum sudu gerak berdasarkan jumlah sudu, debit air maksimum dan minimum. Turbin Kaplan ini dirancang untuk kondisi head 4 m dan debit 5 m³/s. Akhirnya dari hasil perancangan turbin Kaplan ini didapatkan dimensi dari komponen utama turbin yang diwujudkan ke dalam bentuk gambar kerja dua dimensi.



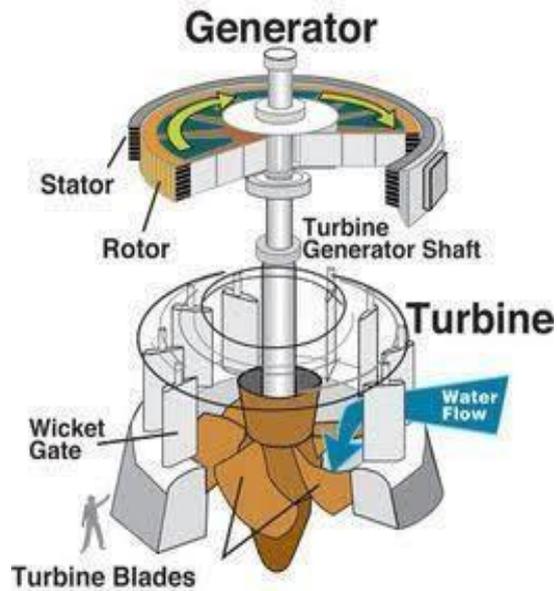
Gambar 2.6 Turbin Kaplan Propeller

Sumber : <https://yokealjauza.wordpress.com/2014/02/28/water-turbine/>

2.2.4.2. Bagian Bagian Turbin Air

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-perapat komponen-komponen dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada sistem.
 - stator yaitu bagian yang diam pada sistem yang terdiri dari :
 1. Pipa pengarah / *nozzle* berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan aliran fluida yang digunakan di dalam sistem besar.
 2. Rumah turbin berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen-komponen dari turbin.



Gambar 2.7 Bagian Bagian Turbin
 Sumber : <http://org/education/WaterPower>

2.2.5. Kincir Air

Kincir air merupakan suatu alat yang berputar karena adanya aliran air. Perputaran kincir ini dimanfaatkan untuk menggerakkan generator listrik. Dengan demikian akan dihasilkan aliran listrik yang dapat di pakai untuk berbagai kebutuhan. Yang pembuatannya paling banyak di tiru, yang bekerja memanfaatkan tinggi jatuh air(H) dan kapasitas air (V).Tenaga air yang mengalir akan menumbuk sudu-sudu dari kincir, sehingga kincir menerima sejumlah gaya yang bekerja menyebabkan kincir bergerak. Pada proses kerja kincir air pembangkit listrik sampai pada pemakaian listrik terjadi beberapaperubahan energi. Pertama adalah perubahan energi potensial yang ada didalam aliran air menjadi energi mekanik (gerak) oleh kincir. Kedua energi mekanik iniakan memutar generator, akibat perputaran generator terjadilah lompatan elektron. Hal inilah yangmenghasilkan arus listrik. Proses selanjutnya arus listrik didistribusikan kerumah-rumah, ruang-ruang, pabrikpabrik,atau apa saja yang membutuhkan. Disini aruslistrik diubah tergantung keperluan dapat menjadi energi cahaya untuk lampu atau penerangan diubah menjadi panas seperti pada setrika atau oven, maupun diubah menjadi tenaga penggerak kipas, mesin, atau yang sejenisnya perubahan energi tersebut pembuatannya paling banyak di tiru, yang bekerja memanfaatkan tinggi jatuh air (H) dan kapsitas air (V). Tenaga air

yang mengalir akan menumbuk sudusudu dari kincir, sehingga kincir menerima sejumlah gaya yang bekerja menyebabkan kincir bergerak. Pada awal perkembangan telah tercipta kincir air yang terbuat dari bahan kayu yang tahan air dengan pemanfaatan air terjun (energi Potensial) dan aliran air (energi kinetik). (Junaidi, 2014)

2.2.5.1. jenis-jenis kincir air

a. Overshott

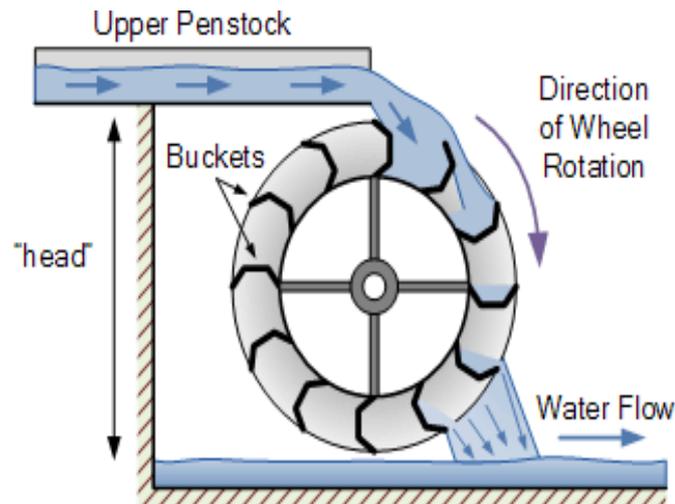
Kincir air overshott bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudusudu sisi bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar. Kincir air overshott adalah kincir air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain.

Keuntungan dari turbin *overshoot* :

1. Tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85%.
2. Tidak membutuhkan aliran yang deras.
3. Konstruksi yang sederhana.
4. Mudah dalam perawatan.
5. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.

Kerugian dari turbin *overshot*

1. Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya reservoir air atau bendungan air, sehingga memerlukan investasi yang lebih banyak.
2. Tidak dapat diterapkan untuk mesin putaran tinggi.
3. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan.
4. Daya yang dihasilkan relatif kecil



Gambar 2.8 overshoot water wheel
 Sumber : <http://org/education/WaterPower>

b. *Undershot*

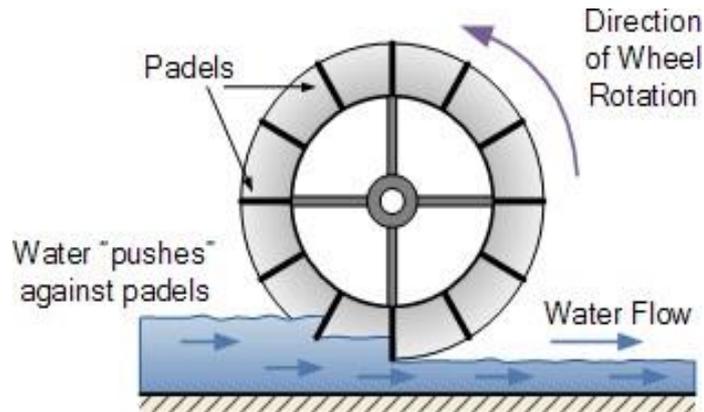
Pada kincir air *undershot* jenis ini, air masuk ke dalam bentuk pancaran air menumbuk sudu gerak yang membentuk *vanes*, di posisi roda kincir sewaktu berada di bawah atau dasar. Roda kincir berputar hanya karena tumbukan air yang membentuk pancaran air pada sudu gerak. *Head* potensial dari air mula-mula diubah menjadi *head* kecepatan sebelum air menumbuk sudu gerak. Tipe kincir air ini cocok dipasang pada perairan dangkal pada daerah yang rata karena aliran yang dibutuhkan adalah aliran datar, dan aliran ini searah dengan arah putaran sudusudu (Prayatmo, 2007)

Adapun keuntungan dari kincir air *undershot* adalah:

1. Konstruksi lebih sederhana.
2. Lebih ekonomis.
3. Mudah untuk dipindahkan.

Adapun kerugian dari kincir air *undershot* adalah:

1. Efisiensi kecil.
2. Daya yang dihasilkan relatif kecil.



Gambar 2.9 Undershoot Water Wheel
 Sumber : <http://org/education/WaterPower>

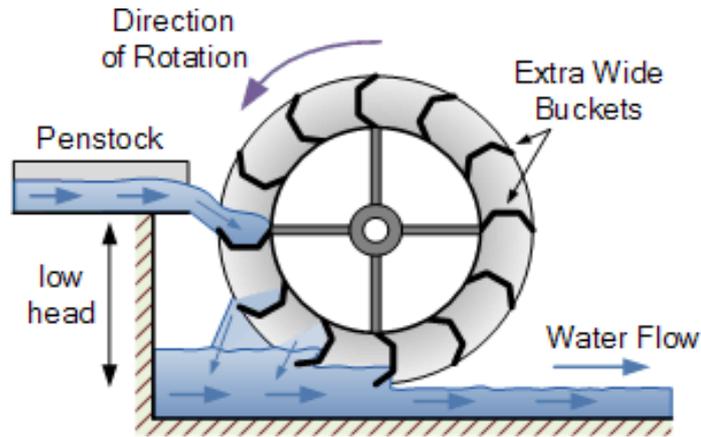
c. Breastshot *water wall*

kincir air ini termasuk kedalam sudu gerak di ketinggian tengah-tengah roda kincir (*breast*). Roda kincir digerakkan oleh kombinasi gaya berat air dan dorongan air. Air dialirkan dari permukaan atas (*headrace*) masuk ke sudu gerak dari roda kincir melalui sejumlah saluran yang dibuka dan ditutup melalui mekanisme *rack* dan *pinion*, dan dirancang agar tidak timbul kejutan pada aliran. *Bucket* bergerak ke arah bawah karena gaya berat air dan memutar roda kincir.

Beberapa hal khusus dari rancangan kincir air jenis *breastshot* adalah sebagian dari bawah roda kincir terendam atau berada dibawah permukaan air bawah (*tail race*) karena gerakan kearah yang sama dari roda kincir dan aliran permukaan air bawah, maka sewaktu air mengalir lebih lanjut akan membantu memutar roda kincir. Karena itu dapat dikatakan roda kincir digerakkan oleh kombinasi gaya berat air dan sebagian karena dorongan air (prayatmo, 2007).

Adapun keuntungan dari kincir air *breastshot* adalah:

1. Tipe ini lebih efisien daeri tipe *undershot*.
2. Tipe breastshot dibandingkan tipe *overshot* tinggi jatuhnya lebih pendek.
3. Dapat diaplikasikan pada sumber air aliran datar Adapun kerugian dari kincir air *breastshot* adalah:
 - a. Sudu-sudu tipe ini tidak rata seperti tipe undershot (lebih rumit).
 - b. Diperlukan dam pada arus aliran datar.
 - c. Efisiensi lebih kecil dari pada tipe *overshot*



Gambar 2.10 Breastshot Water Wheel
 Sumber : <http://org/education/WaterPower>

d. *Tub*

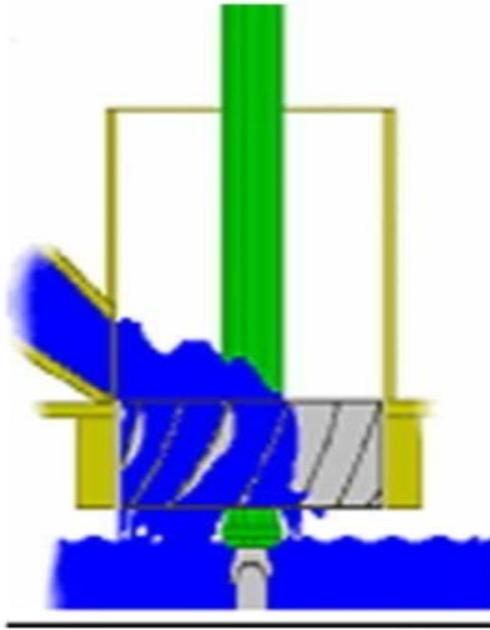
Kincir air *Tub* ini merupakan kincir air yang kincirnya di letakkan secara horizontal dan sudu – sudunya miring terhadap garis vertical, dan type ini dapat di buat lebih kecil dari pada overshoot maupun undershoot. Karena arah gaya dari pancaran air menyamping maka energi yang di terima oleh kincir yaitu energy potensial dan kinetic.

Adapun keuntungan dari kincir air *Tub* adalah :

- a. Memiliki konstruksi yang lebih ringkas.
- b. Kecepatan putarnya cepat.

Adapun kerugian dari kincir air *Tub* adalah:

1. Tidak menghasilkan daya yang besar.
2. Karena komponennya lebih kecil maka membutuhkan tingkat ketelitian yang besar.



Gambar 2.11 Tub Water Wheel
Sumber : <http://org/education/WaterPower>

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu pelaksanaan

3.1.1 Tempat penelitian

Penelitian tugas akhir dilakukan di jalan tembung gang hamid

3.1.2 Waktu Perancangan

Adapun waktu pelaksanaan kegiatan perancangan ini adalah 3 minggu setelah proposal tugas akhir disetujui.

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pengajuan judul	■							
2	Studi literatur		■	■	■				
3	Pembuatan Proposal		■	■	■				
4	Seminar Proposal		■	■	■	■			
5	Perancangan alat					■	■	■	
6	Seminar hasil							■	■
7	Sidang sarjana								■

3.2 Alat penelitian

Dalam perancangan pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* ada beberapa alat yang digunakan dalam perancangan pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* ini antara lain :

3.2.1 Laptop/PC

Laptop/PC dan spesifikasi yang digunakan sebagai berikut :

System

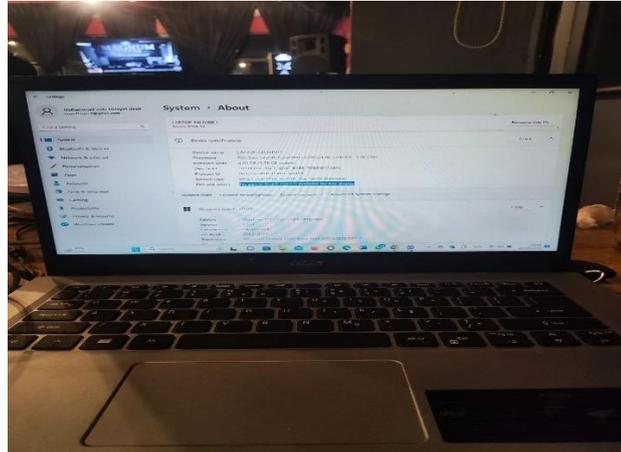
Rating : windows 11 home single language

Processor : 11th Gen Intel(R) Core(TM) i3-1115G4 @ 3.00GHz 3.00 GH

Installed Memory : 4.00 GB

System tipe : 64-bit operating system, x64-based processor

Pen and touch : No pen or touch input is available for this display



Gambar 3.1 Laptop/PC

3.2.2 *software solidworks*

software solidworks 2020 digunakan sebagai *SoftWare* pembuatan *desain* perancangan pembangkit listrik tenaga *pico-hydro*

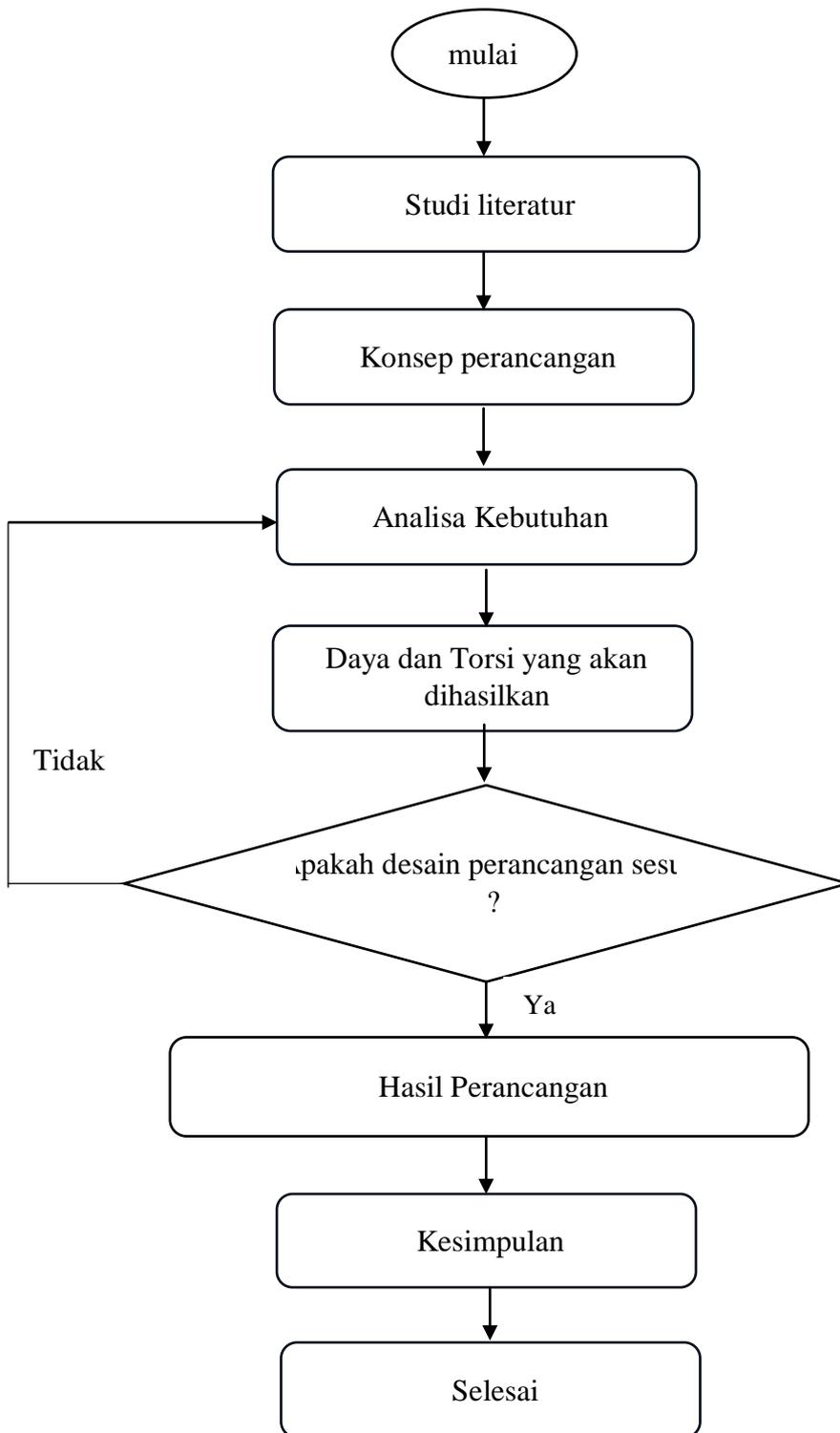
Spesifikasi *SolidWorks 2018*

- Untuk RAM disarankan min, 2 GB atau lebih (melihat design yang ada)
- *Windows 10* 64 bit
- RAM VGA 2 GB
- Processor : Min intel i3 atau lebih (melihat *design* yang ada)



Gambar 3.2 *software SolidWorks 2020*

3.3. Diagram Alir Perancangan



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

3.3.1. Penjelasan Diagram Alir

1. Study Literature, merupakan bagian sangat penting dari sebuah proposal atau laporan penelitian, teori-teori yang melandasi dilakukannya penelitian. Penelitian studi literature dapat diartikan sebagai kegiatan yang meliputi, mencari, membaca dan menelaah laporan-laporan penelitian dan bahan pustaka yang memuat teori-teori yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Konsep Perancangan, merupakan konsep pembuatan desain rancangan yang diwujudkan berupa konsep tertulis atau verbal. Konsep untuk menetapkan pemilihan fungsi, jenis dan hal-hal apa saja yang menyangkut pembuatan perancangan alat.
3. Perancangan mesin adalah penggambaran mesin, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah kedalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi perancangan sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan alir sistem.
4. Menentukan material merupakan proses dari pemilihan material dan komponen yang sesuai dengan pembuatan alat seperti : jenis material, kekuatan material dan harga dari material yang digunakan.
5. Evaluasi atau pengambilan data merupakan proses pengumpulan dan pengukuran informasi mengenai variabel-variabel yang terdapat pada rancangan mesin..
6. Kesimpulan adalah hasil yang didapat dari pembuatan mesin tersebut apakah sudah layak untk dioperasikan.

3.4. Prosedur Perancangan pembangkit listrik tenaga *pico-hydro*

1. Perancangan desain atau sketch rancangan dilakukan agar dapat mengetahui dan menginformasikan ukuran-ukuran alat yang akan dirancang dan dibuat. Perencanaan merupakan salah satu hal yang baik akan memberi hasil yang sesuai diharapkan. Dalam tahap perencanaan ini diusahakan untuk dapat menyediakan segala sesuatu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan alat, sehingga dalam proses nantinya tidak dijumpai hambatan-hambatan yang dapat mengganggu proses pembuatan benda kerja.
2. Percobaan Percobaan ini dilakukan beberapa kali mulai alat perancangan di *desain* sampai dirakit dan digabungkan dengan rangkaian yang sudah dirakit secara keseluruhan, agar dapat Mengetahui kinerja dari alat yang dibuat sehingga dapat berputar sesuai yang diharapkan
3. Pembuatan draft atau pola gambar pada plat yang akan digunakan untuk membuat rangka alat atau tempat komponen komponen yang akan di rancang dan dibuat.
4. Setelah proses pembuatan pola selesai, kemudian melakukan pemotongan rangka sesuai *desain* yang sudah dibuat.
5. Setelah selesai, tahap selanjutnya ialah merakit rangka yang berbahan dari besi siku sesuai dengan pola agar menjadi bentuk yang diinginkan, dan kemudian di satukan dengan menggunakan baut dan mur
6. Selanjutnya, kita lubangi dudukan generator sesuai kebutuhan seperti untuk tempat :
 - a. Generator DC
Sebagai generator PLTPH, untuk merubah energi kinetik menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan akan digunakan untuk kebutuhan.
 - b. Kincir Air
Kincir air berfungsi sebagai penggerak utama dari PLTPH untuk menggerakkan generator, untuk merubah energi kinetik menjadi energi listrik
 - c. V-belt/belting
Berfungsi untuk menggerakkan atau menghubungkan komponen yang bergerak dari kincir dihubungkan ke generator

d. Bearing(lahar)

Berfungsi sebagai tempat tumpuannya AS kincir sehingga perputaran kincir berputar tanpa hambatan

7. Setelah rangkaian selesai, tahap selanjutnya adalah pembersihan pada alat dari sisa sisa bahan yang habis di lubang
8. Apabila rangka sudah bersih dan rapi, kemudian lakukan pemasangan alat dan komponen-komponen lain yang dibutuhkan pada alat ini dilakukan. Seperti pemasangan generator, v-belt, kincir ,bearing , pulley dan lainnya dilakukan
9. Setelah semua tahap selesai tahap selanjutnya ialah pengujian alat

3.5. Prosedur penelitian

Adapun prosedur penelitian perancangan kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* sebagai berikut :

1. Menentukan Konsep rancangan yang akan dibuat
2. Membuat desain komponen-komponen rangka pada alat PLTPH menggunakan aplikasih *SolidWorks 2020*
3. Menyatukan semua komponen dan bahan yang sudah ada agar menjadi suatu alat pembangkit listrik

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Survey Lokasi

Pada penelitian ini, pengukuran debit air dilakukan secara langsung dengan menggunakan metode apung.

4.1.1 Data Pengukuran Kecepatan Aliran

Waktu pengukuran kecepatan aliran diukur berdasarkan waktu jarak tempuh media apung dari titik input aliran sampai dengan titik output aliran pada penampang aliran, dari lima data pengukuran kemudian dihitung nilai rata-ratanya sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1

Tabel 4.1 Data Pengukuran Waktu Tempuh Media Apung Jarak 1,2 m

Pengukuran Ke-	Waktu Kecepatan aliran (s)
1	0,76
2	0,46
3	0,61
4	0,59
5	0,73
Waktu Rata - Rata	0,63

4.2 Perhitungan Potensi Energi Pada Aliran Irigasi

Perhitungan potensi energi yang tersedia ditentukan dengan melakukan survei pada lokasi pengujian kincir air dan mencari data dilapangan, kemudian menentukan parameter - parameter lain menggunakan rumus. Perhitungan yang harus ditentukan adalah luas penampang saluran fluida.



Gambar 4.1 Pengukuran Tinggi Air

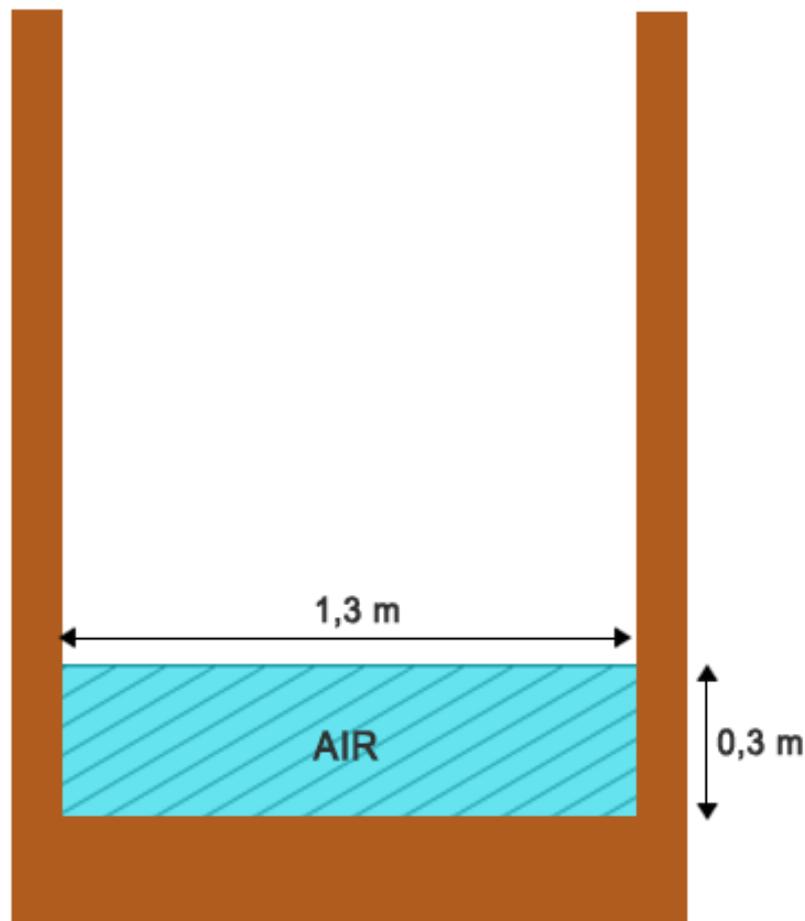


Gambar 4.2 Pengukuran Lebar Saluran Irigasi

Untuk mendapatkan design turbin yang efektif maka dilakukan pengambilan data yang mencakup data kecepatan air, data luas aliran air dan perhitungan daya air. Diketahui pada pengambilan data air dilakukan dengan metode pelampung dengan panjang aliran 1,2 m dan waktu yang ditempuh pelampung adalah 0,63 s. Maka dapat diketahui kecepatan aliran air dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 V &= s/t \\
 &= 1.2 / 0,63 \\
 &= 1,98 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui debit alir yang ada pada saluran irigasi, Diketahui spesifikasi irigasi pada tempat pemasangan turbin adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Saluran Irigasi

Dari gambar 4.6 dapat dilihat saluran irigasi berbentuk persegi panjang. Dimana panjang (P) diketahui adalah 1,3 m dan Lebar (l) diketahui 0,5 m. maka dapat diketahui luas saluran air yang mengalir pada saluran irigasi adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas (A)} &= P \times l \\
 &= 1,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$= 0,39 \text{ m}^2$$

Maka dari Luas saluran irigasi dan kecepatan air yang mengalir dapat diketahui debit air pada saluran irigasi dengan persamaan :

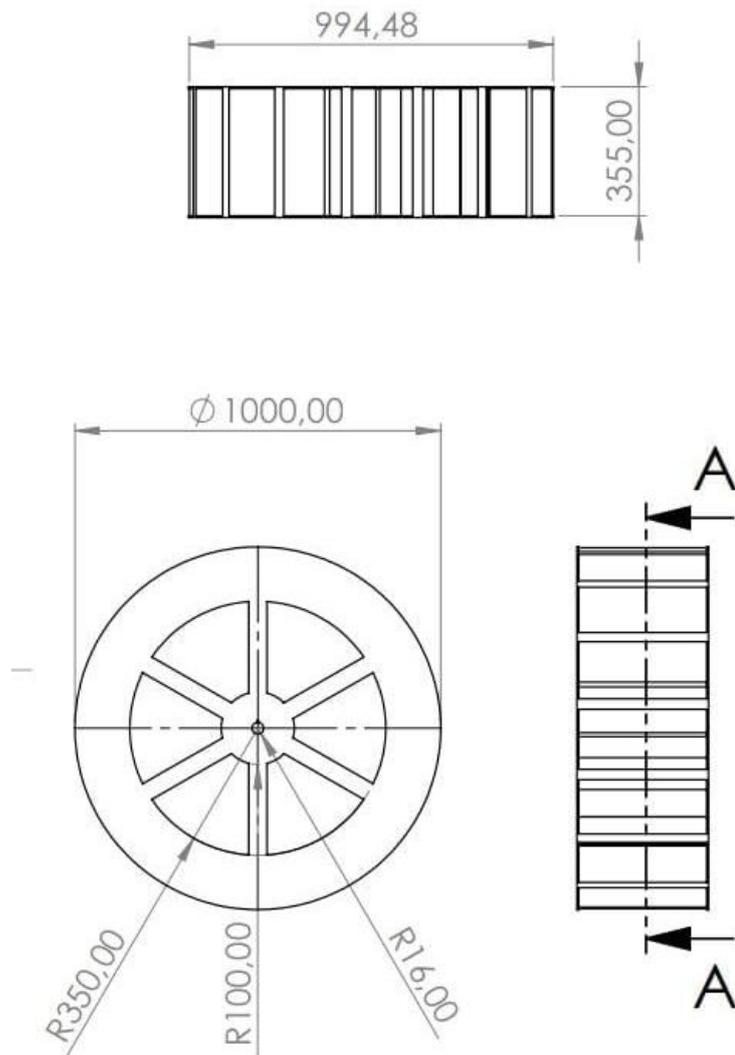
$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ &= 1,98 \text{ m/s} \times 0,39 \text{ m}^2 \\ &= 0,772 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk menghitung daya air (P_{air}) dapat digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} P_a &= Q\rho gH \\ &= 0,772 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,3 \\ &= 2271 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4.3 Perancangan Kincir Air

Hasil survey di lokasi, terdapat perbedaan ketinggian setinggi 2,5 m pada ujung terjunan sampai dengan dasar terjunan air, maka kincir yang direncanakan pada diameter luarnya sebesar 1 m. Sedangkan diameter kincir bagian dalam sebesar 0,8 m. Tipe diameter luar dan dalam ditunjukkan gambar :



Gambar 4.4 Design Kincir

Kecepatan Keliling Kincir, Untuk menentukan besar kecepatan keliling kincir dihitung melalui persamaan :

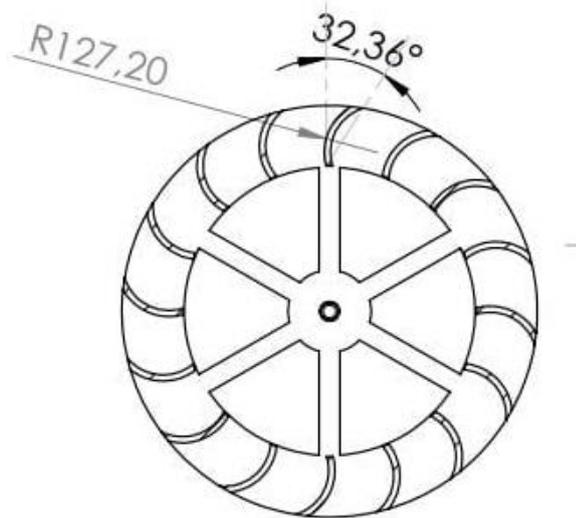
$$\begin{aligned}
 U_1 &= V_1 \cos a / 2 \\
 &= \text{Data } v = 1,98 \text{ m/s} \\
 &= \text{Sudut } 32,67^\circ
 \end{aligned}$$

Maka =

$$\begin{aligned}
 U_1 &= V_1 \cos 32,36 / 2 \\
 &= 0,42 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Putaran Kincir (n)

$$\begin{aligned} N &= \frac{60 \cdot U_1}{\pi D_1} \\ &= \frac{60 \cdot 0,42}{3,14 \cdot 1} \\ &= 8,02 \text{ rpm} \end{aligned}$$



SECTION A-A

Gambar 4.5 Design Sudu Kincir

Sebelum menentukan jumlah sudu aktif (i) perlu diketahui dahulu kecepatan putar kincir (N) melalui perhitungan berikut dengan diketahui jumlah sudu (z) = 16.

$$N = n / 60 = 8,02 / 60 = 0,13 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} I &= N \times z \\ &= 0,13 \times 16 \\ &= 2,13 \end{aligned}$$

Jumlah sudu yang aktif (i) = 2,13 Jarak antar sudu, berdasarkan ukuran kincir yang akan dibuat, diameter luar (D1) = 1m dan diameter dalam (D2) = 0,8 m, maka diameter rata – ratanya (Dr) adalah :

$$\begin{aligned} Dr &= \frac{D_1 + D_2}{2} \\ &= \frac{1 + 0,8}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,9 \text{ m} \\
 t &= \frac{Dr \times \pi}{z} \\
 &= \frac{0,9 \times 3,14}{16} \\
 &= 0,176 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan jarak antar sudu bagian luar (t1) adalah :

$$\begin{aligned}
 t1 &= \frac{D1 \times \pi}{z} \\
 &= \frac{1 \times 3,14}{16} \\
 &= 0,196 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan jarak antar sudu bagian dalam (t2) adalah :

$$\begin{aligned}
 t1 &= \frac{D2 \times \pi}{z} \\
 &= \frac{0,8 \times 3,14}{16} \\
 &= 0,157 \text{ m}
 \end{aligned}$$

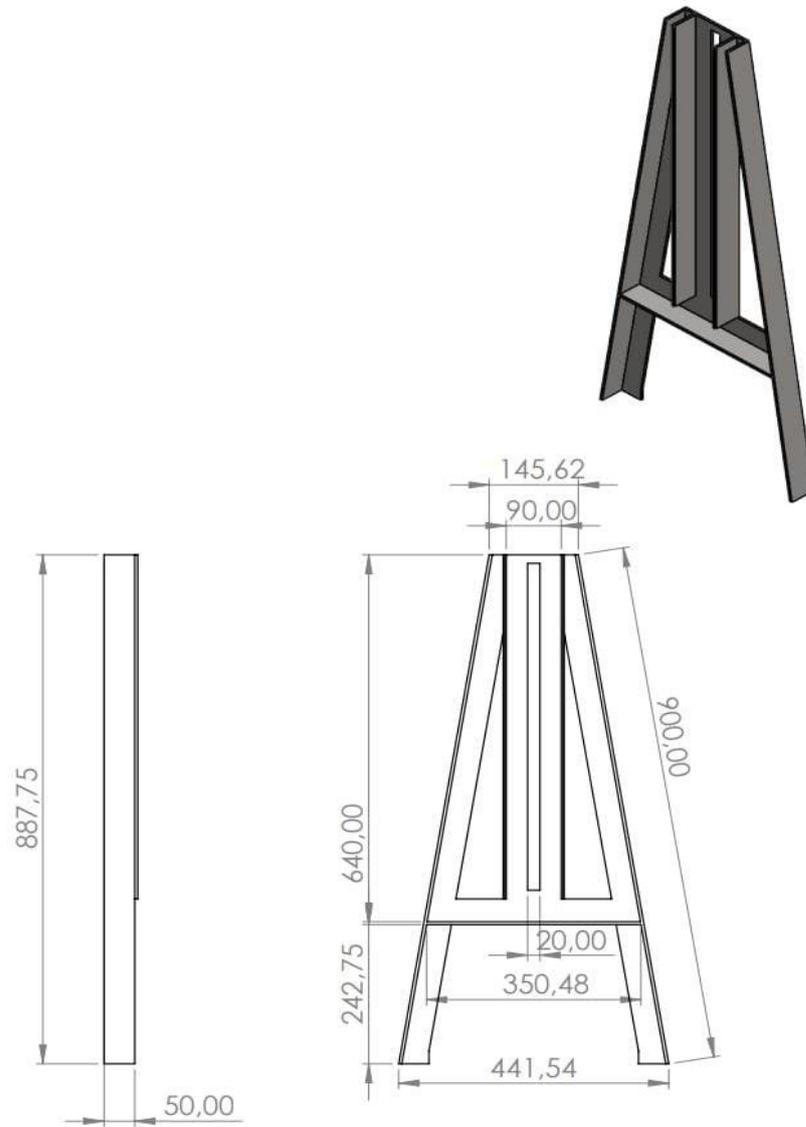
4.4 Hasil Rancangan Komponen Rangka Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro*

Pembuatan *desain* pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* menggunakan aplikasi *solidworks* memiliki beberapa tahap ,yaitu :

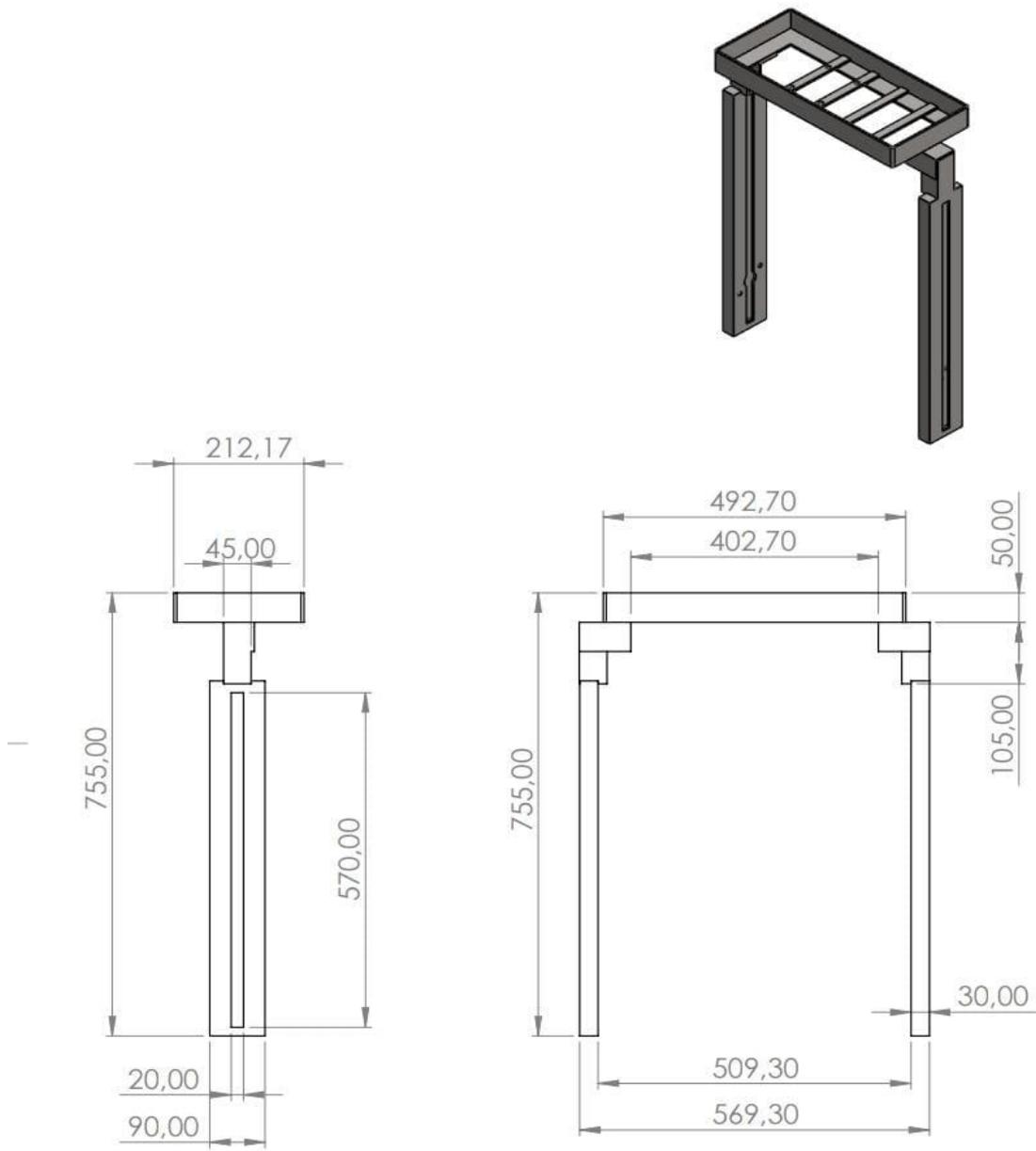
1. Proses perancangan *desain* dengan menggunakan aplikasi *solidworks*

Perancangan *desain* atau sketch perancangan dilakukan agar dapat mengetahui ukuran-ukuran alat yang akan dirancang. Perancangan merupakan salah satu hal yang tepat untuk memberikan hasil yang diharapkan. Dalam tahap perancangan ini diusahakan untuk dapat menyediakan segala sesuatu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan alat, sehingga dalam proses pembuatan alat tidak ada hambatan-hambatan yang mengganggu proses pembuatan benda kerja.

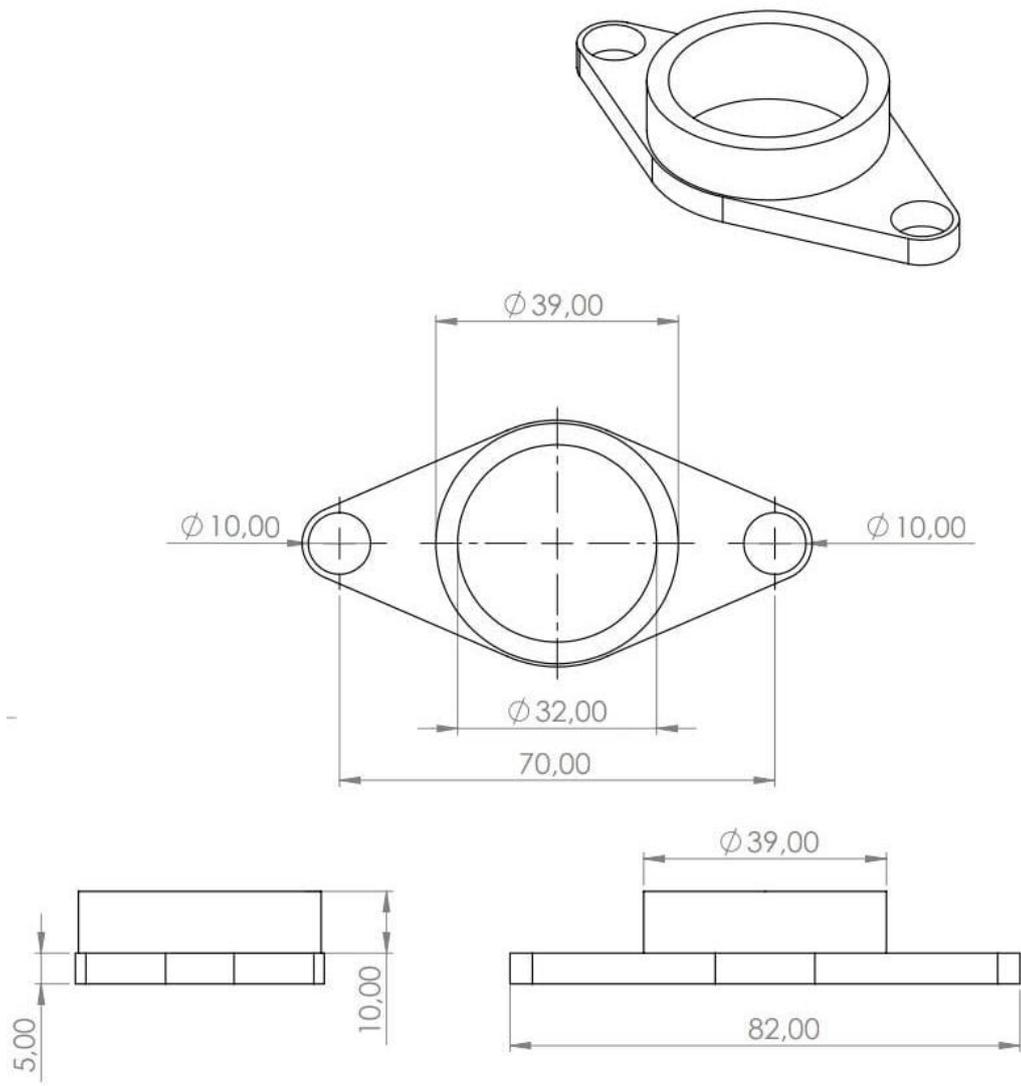
- Proses perancangan *desain* menggunakan aplikasi *solidworks*



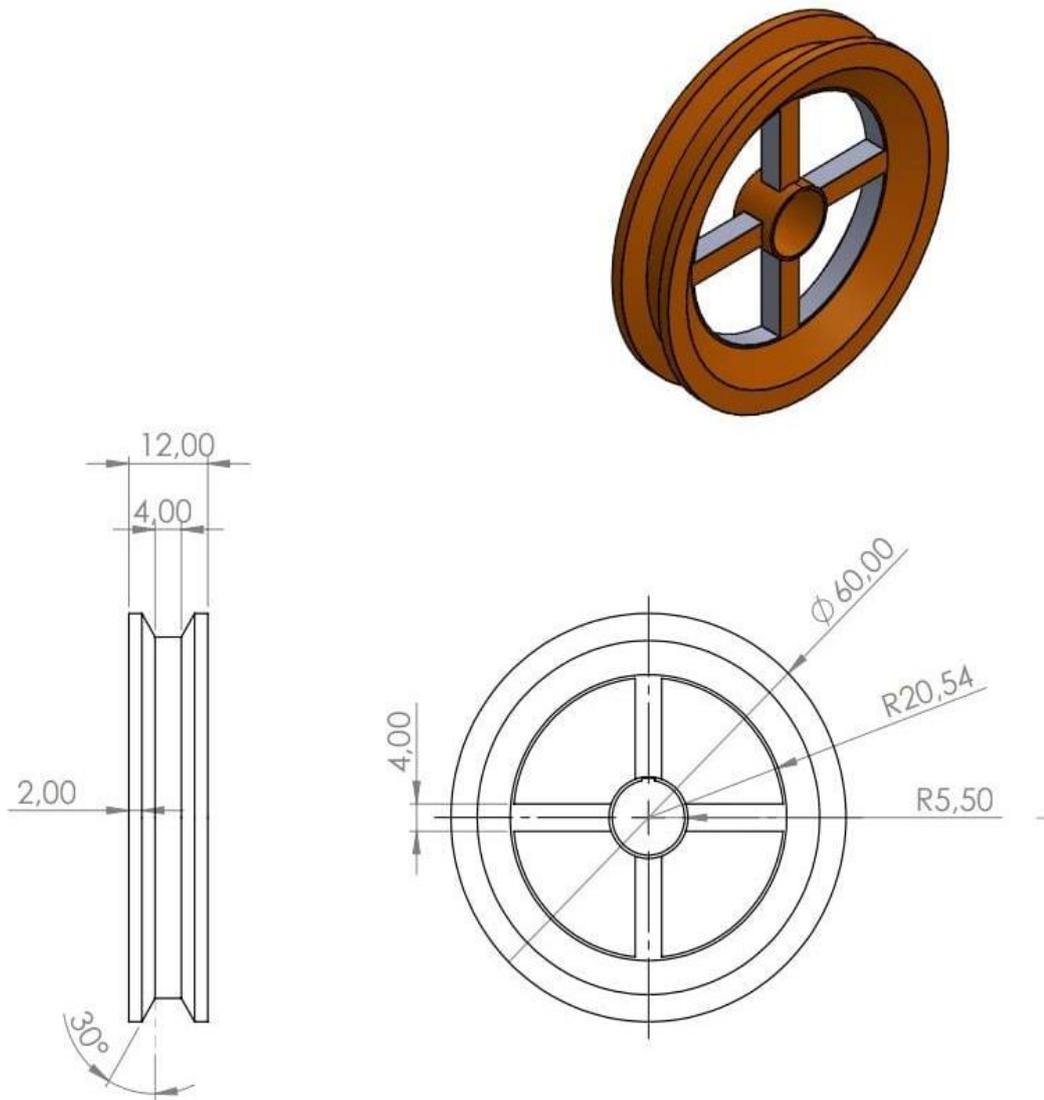
Gambar 4.6 *desain* perancangan tumpuan rangka



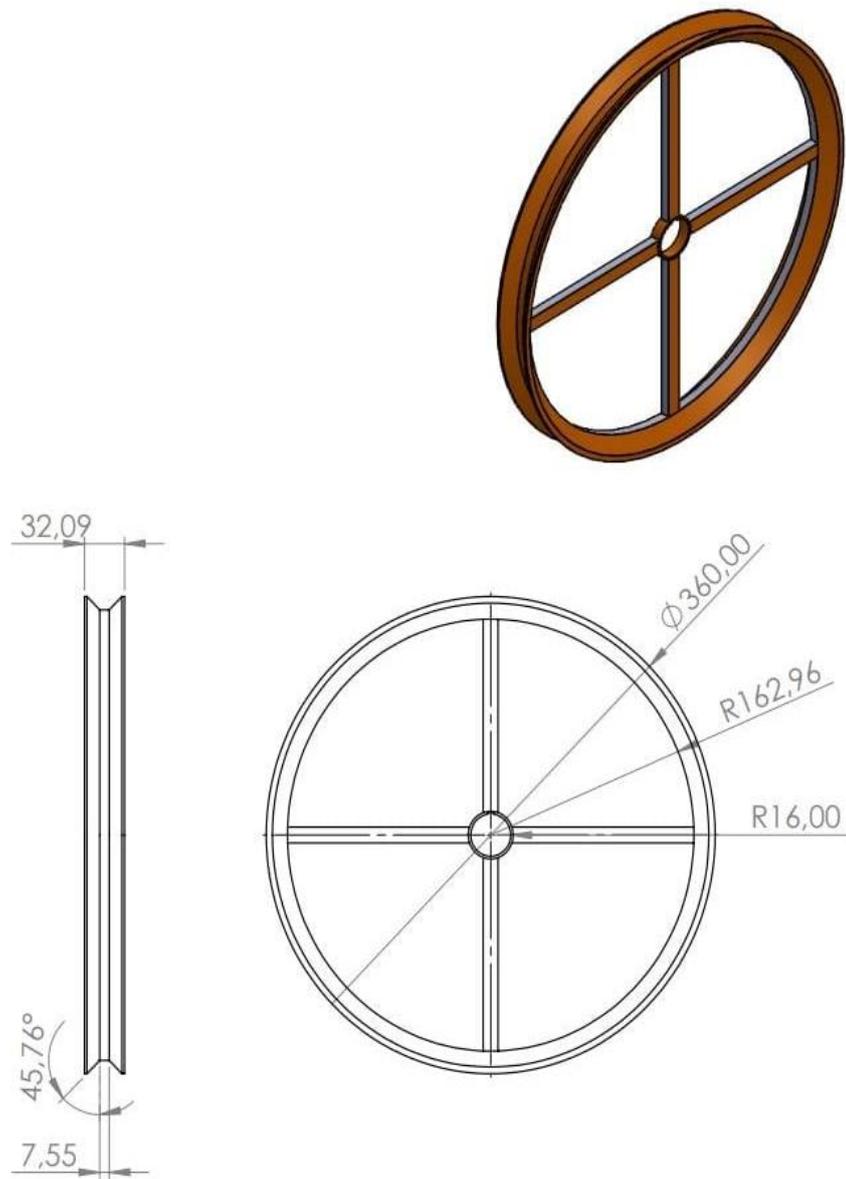
Gambar 4.7 *desain* perancangan dudukan generator



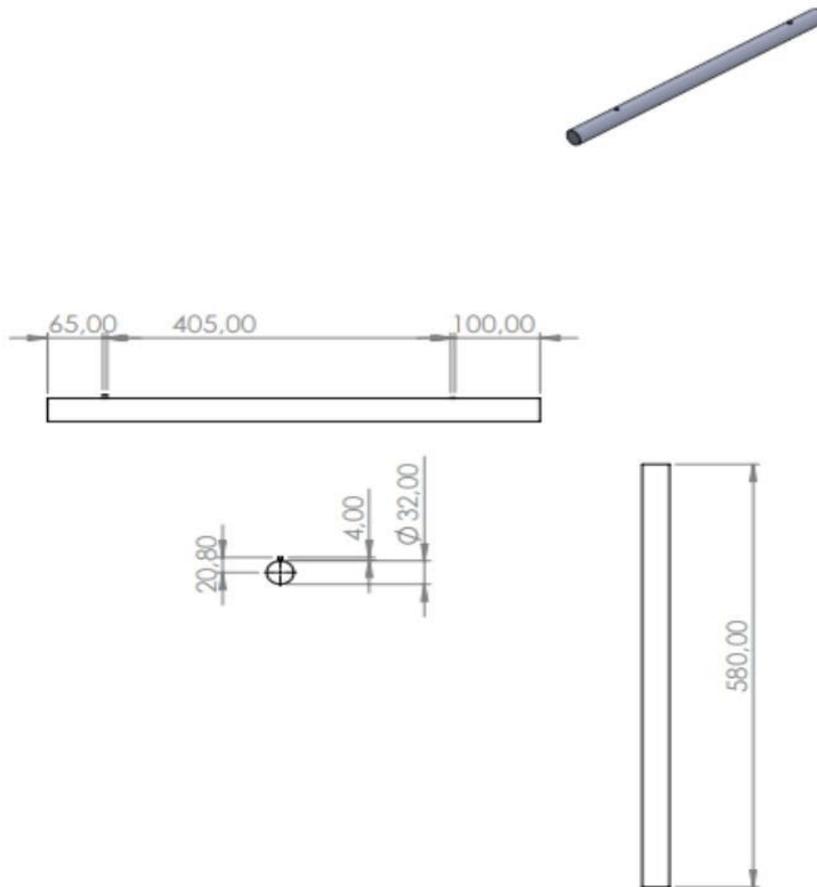
Gambar 4.8 *desain* perancangan bantalan bearing



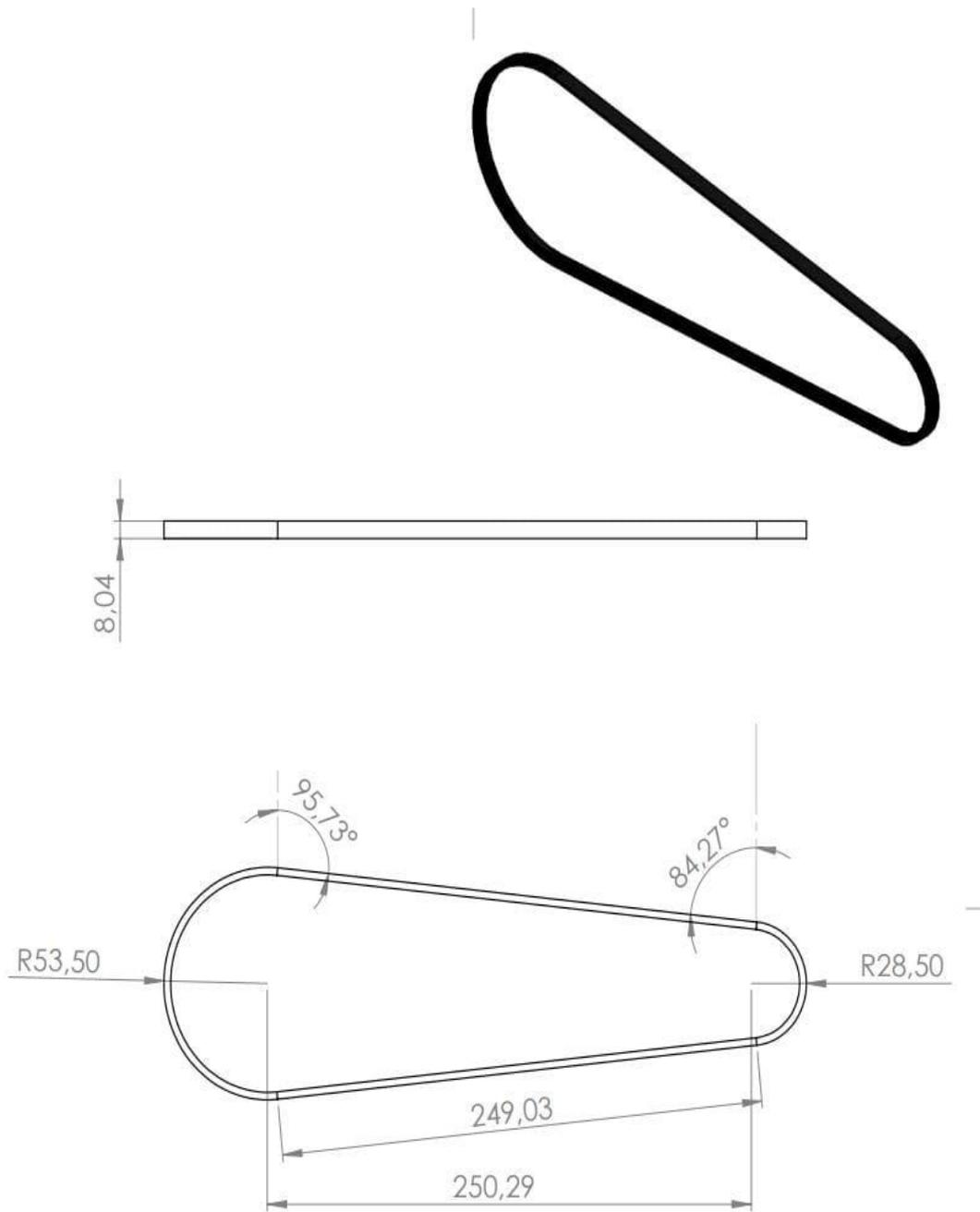
Gambar 4.9 *desain* perancangan pulley generator



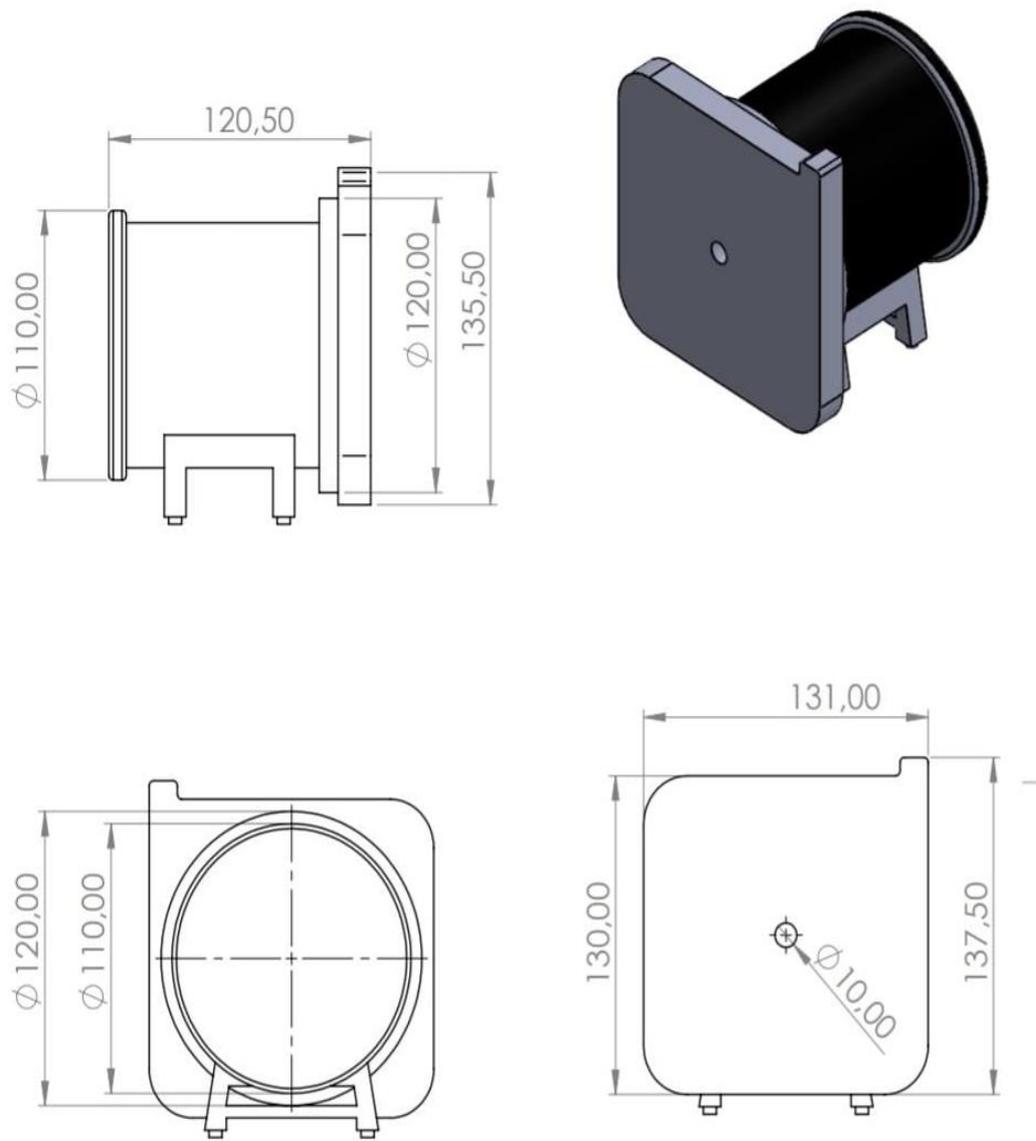
Gambar 4.10 *desain* perancangan pulley kincir



Gambar 4.11 *desain* As poros kincir



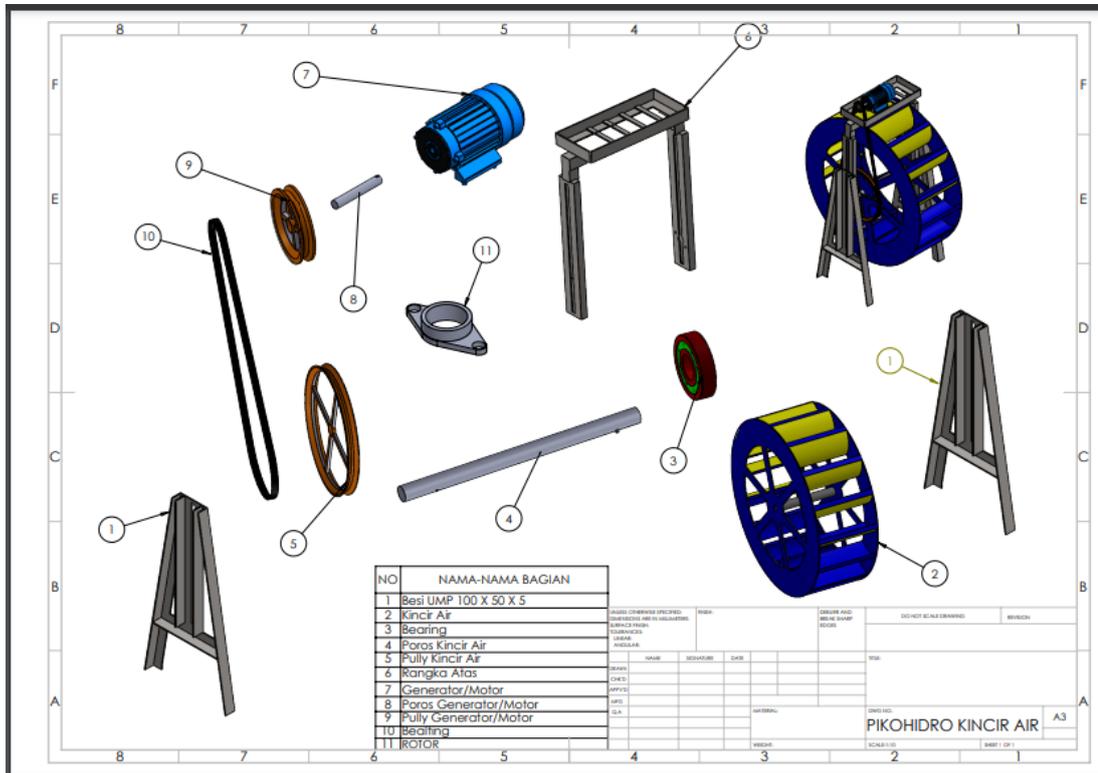
Gambar 4.12 *desain* v-belt



Gambar 4.13 *desain* generator DC

4.4. Tahap perakitan komponen (*assembly*)

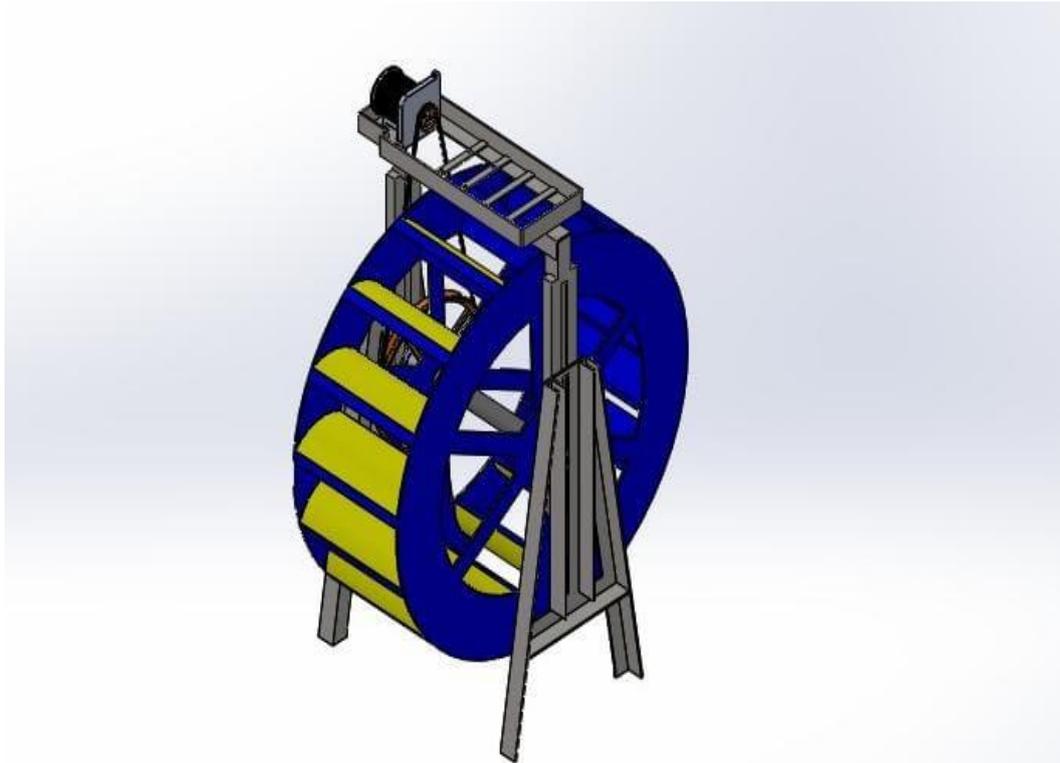
Tahap ini berfungsi untuk menyatukan atau menggabungkan bagian-bagian komponen yang telah dirancang sehingga menjadikan alat yang utuh.



Gambar 4.14 tahap perakitan komponen (*Assembly*)

4.4.1. hasil perancangan kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* dengan generator DC

Proses ini dilakukan menggunakan *Software Solidworks 2020* dengan proses *assembly* yaitu proses menggabungkan semua komponen menjadi satu bagian

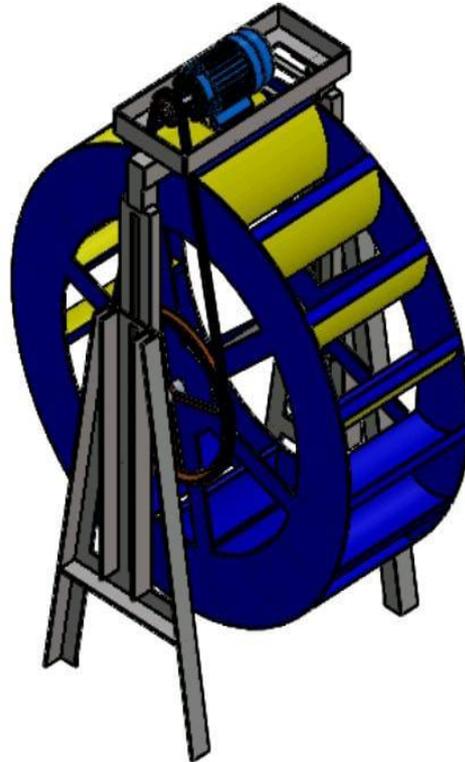


Gambar 4.15 Hasil Perancangan *desain* kincir air sebagai Pembangkit Listrik Tenaga *pico-hydro* dengan generator DC

Tabel 4.2 Spesifikasi Perancangan produk Generator DC

Model	Ukuran	Satuan
Generator DC	40	volt
Kecepatan putaran generator DC	300	rpm
Panjang poros kincir	580	mm
Panjang rangka	1100	mm
Lebar rangka	995	mm
Tinggi rangka	900	mm

4.4.2. Hasil Perancangan Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro* Dengan Generator AC



Gambar 4.16 Hasil Perancangan *desain* kincir air sebagai Pembangkit Listrik Tenaga *pico-hydro* dengan generator AC

4.5. Spesifikasi Akhir Perancangan

Adapun Spesifikasi akhir perancangan kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* yang dirancang sebagai berikut :

Tabel 4.3 Spesifikasi Perancangan Produk Generator AC

Model	Ukuran	Satuan
Generator AC	220	volt
Kecepatan putaran generator AC	420	rpm
Panjang poros kincir	580	mm
Panjang rangka	1100	mm
Lebar rangka	995	mm
Tinggi rangka	900	mm

BAB 5 PENUTUP

5.1 kesimpulan

Hasil penelitian mengenai perancangan kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* pada saluran irigasi dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. perancangan pada kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* dengan mendesain rangka, mendesain dudukan generator dan mendesain kincir menggunakan aplikasi *solidworks 2020*. Dalam tahapan perancangan desain rangka pembangkit dilakukan dengan mendesain dudukan generator kemudian dilanjutkan dengan mendesain kincir air, lalu dengan mendesain poros kincir, setelah itu dengan mendesain generator dan selanjutnya dengan mendesain v-belt dan mendesain pully. Kemudian semua desain sudah dirancang maka dilakukan lah proses penggabungan semua komponen menjadi satu (*assembly*) dimana proses ini dapat kita ketahui cara perancangan kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga *pico-hydro*
2. Sistem yang dibuat pada penelitian sudah dapat bekerja sesuai dengan perencanaan, yaitu dapat menghasilkan tegangan listrik yang bersumber pada aliran irigasi yang digunakan untuk menggerakkan turbin yang sudah dikopel dengan generator DC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arus keluaran yang dihasilkan nilainya konstan sedangkan tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan bervariasi tergantung pada besarnya kecepatan aliran air yang mengalir. Besarnya beban terpasang, akan mempengaruhi arus beban DC dan mempengaruhi arus pada generator DC, semakin besar beban yang dipasang maka besar arus generator DC dan Pico hydro power secara teknologi memiliki efisiensi yang tinggi sehingga dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang manajemen energi. Selain memiliki efisiensi tinggi, *pico hydro power* juga dinilai aman.

5.2 Saran

Saran yang terdapat pada penelitian perancangan kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga *picohydro* (PLTPH) pada saluran irigasi :

1. Untuk debit air disarankan untuk menggunakan pompa yang lebih kuat agar air pada reservoir tidak langsung terkuras dan yang membuat aliran air tidak kontinu agar dapat mengoptimalkan kinerja kincir air tipe undershot.
2. Untuk waterway disarankan menggunakan saluran yang cukup panjang agar ketika pintu air di buka tidak terjadi luapan yang menghambat kinerja kincir air
3. Untuk volume air yang digunakan disarankan untuk tidak terlalu banyak karena akan terjadi genangan pada saluran dan air tidak lagi menabrak sudu melainkan menabrak poros kincir.
4. Untuk mendapat tekanan air yang menabrak sudu disarankan menggunakan variasi kemiringan pada waterway agar terdapat tekanan yang menabrak sudu.
5. Kincir air tipe undershot ini dapat di implementasikan di daerah-daerah yang memiliki aliran sungai atau aliran irigasi yang deras agar dapat menjadi salah satu pembangkit listrik alternatif.
6. Untuk rekomendasi penggunaan kincir air tipe undershot adalah untuk penerapan di harapkan menggunakan luas penampang yang sudah diperhitungkan dengan baik dan di sesuaikan dengan diameter kincir agar tidak mengurangi optimalisasi kinerja kincir dan efisiensi kincir air tipe undershot.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S., Tamam, M. T., & Kurniawan, I. H. (2021). Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(1), 7. <https://doi.org/10.24853/resistor.4.1.7-10>
- Bandri, S., Premadi, A., & Andari, R. (2021). STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICOHYDRO (PLTPh) RUMAH TANGGA. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 21(1), 16. <https://doi.org/10.36275/stsp.v21i1.345>
- Elfiano, E., & Dinata, A. (2017). Pembuatan Kincir Air Untuk Pembangkit Listrik Dengan Pemanfaatan Arus Air Sungai. *Jurnal Pengabdian UMRI*, 1(2).
- Hasriani, L. M. S., & Jafar, A. F. (2017). Penerapan Media Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) terhadap Keterampilan Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2), 89–95.
- Ismanto, D., Trinofrandesta, E., Mesin, P. T., Teknik, F., & Padang, U. N. (2018). *Rancang Bangun Kincir Air*. 1–5.
- Junaidi, A., Rinaldi, & Hendri, A. (2014). Model Fisik Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik. *Jom FTEKNIK*, 1(2), 1–9.
- Kurnia, R., Teknik, F., Studi, P., Mesin, T., Kudus, U. M., Wibowo, R., Teknik, F., Studi, P., Mesin, T., Kudus, U. M., Hudaya, A. Z., Teknik, F., Studi, P., Mesin, T., Kudus, U. M., Overshot, T., Lengkung, S., & Hidro, M. (2022). *Perancangan Turbin Air Tipe Overshot Sebagai*. 5(1), 36–45.
- Lara. (2022). No Title–2003 ,8.5.2017 ,הארץ, העינים. לבגד שבאמת לנגד העינים. 2005. www.aging-us.com
- Shantika et al., 2016. (2016). *SIMULASI ALIRAN PICOHYDRO 100 WATT PORTABLE PADA HEAD 2 METER* Tito Shantika, Alexin Putra, Ryan Kornelius Obaja Jurusan Teknik Mesin Itenas Bandung Jl. PHH Mustofa 23 Bandung. November, 491–497.
- Syahputra, T. M., Syukri, M., & Sara, I. D. (2017). *Rancang Bangun Prototipe*. 2(1), 16–22.
- Tuapetel, J. V., & Poerwoko, D. (2018). Perancangan Kincir Terapung Pada

Sungai Untuk Pembangkit Listrik. *Prosiding Seminar Nasional Pakar*, 39–45. <https://doi.org/10.25105/pakar.v0i0.2601>

Yoon, C. (2014). 濟無No Title No Title No Title. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 382–386.

Yusmartato, Pelawi, Z., Yusniati, Fauzi, & Sitanggang, S. A. (2022). Pemanfaatan Aliran Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro (PLTPH) Di Desa Bandar Rahmat Kecamatan Tanjung Tiram Kabupaten Batu Bara. *Journal of Electrical Technology*, 7(1), 25–28.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PERANCANGAN KINCIR AIR SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO-HYDRO (PLTPH) PADA SALURAN IRIGASI.

Nama : Muhammad Rizki Hidayat Sirait
Npm : 1907230041

Dosen Pembimbing 1 : M YANI, ST., MT

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pemberian spesifikasi TA	myfa
		- Perbaiki Bab I, latar belakang rumusan masalah, tujuan penelitian	myfa
		- Perbaiki Bab II, banyak yang tidak perlu	myfa
		- Perbaiki Bab III, perbaiki diagram alir	myfa
		- Aec, lampiro	myfa
		- Perbaiki Bab IV, buat 2 model kincir air, PLTPH	myfa
		- Perbaiki Bab V, kesimpulan disimpulkan dgn tujuan pada bab I.	myfa
		- Aec Seminar hasil.	myfa
		- Aec sidang smgama	myfa



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila menyalin surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XII/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 558/IL.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 26 Mei 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD RIZKI HIDAYAT SIRAIT
Npm : 1907230041
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN KINCIR AIR SEBAGAI PEMBANGKIT .
LISTRIK TENAGA PICO- HYDRO (PLTPH) PADA
SALURAN IRIGASI .
Pembimbing : M . YANI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 07 Dzulqaidah 1445 H
26 Mei 2023 M



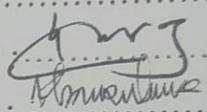
Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

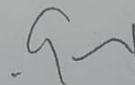
Nama : Muhammad Rizki Hidayat Sirait
 NPM : 1907230041
 Judul Tugas Akhir : Perencanaan Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro
 (PLTPH) Pada Saluran Irigasi

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M. Yani, ST, MT	:
Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT	: 
Pembanding – II : Khairul Umurani, ST, MT	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230012	DIKEY WAHYUDIN	
2	1907230019	HALFA ANDE PASARIBU	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 23 Jumadil Awal 1445 H
07 Desember 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Muhammad Rizki Hidayat Sirait
NPM : 1907230041
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro
(PLTPH) Pada Saluran Irigasi
Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : M. Yani. ST. MT

KEPUTUSAN

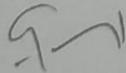
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Perbaiki semua camara pada saat
sumbu.*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

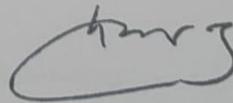
Medan, 23 Jumadil Awal 1445 H
07 Desember 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Munawar Alfansury Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Rizki Hidayat Sirait
NPM : 1907230041
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro
(PLTPH) Pada Saluran Irigasi
Dosen Pemanding - I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
Dosen Pemanding - II : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembimbing - I : M. Yani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

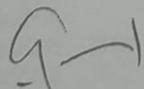
Format penulisan / citra gambar
referensi

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

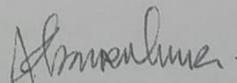
Medan 23 Jumadil Awal 1445 H
07 Desember 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pemanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Khairul Umurani, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Rizki Hidayat Sirait
Alamat : Jl. Besar Tembung Gg. Hamid Singkil
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Umur : 24 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tempat, Tanggal Lahir : Tembung, 20 juni 2000
Tinggi/Berat Badan : 165/65 kg
Kewarganegaraan : Indonesia
Anak ke : 4 Dari 5 Bersaudara
No. Hp : 082360966338
Email : muhammadrizkysirait@gmail.com

Nama Orang Tua

Ayah : Drs. M. Yunus Sirait
Ibu : Rosna Dongoran, S.Pd

Pendidikan

Tahun 2005 : -
Tahun 2006 – 2012 : SDN 104205 TEMBUNG
Tahun 2012 – 2015 : SMPN 2 PERCUT SEI TUAN
Tahun 2015 – 2018 : SMKN 1 PERCUT SEI TUAN
Tahun 2019 – 2024 : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)