

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI RASIO PULLEY TERHADAP DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN GENERATOR PADA TURBIN PELTON

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

Disusun Oleh:

TEGUH MALIK ISMAYANA
1707230036



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Teguh Malik Ismayana
NPM : 1707230036
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Studi Eksperimental Pengaruh variasi rasio pulley terhadap daya listrik yang dihasilkan generator pada Turbin Pelton.
Bidang Ilmu : Konversi Energi

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, 9 Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



H. Muharnif M.S.T.M.Sc

Dosen Penguji II



Khairul Umurani.S.T.M.T

Dosen Penguji III



Bekti Suroso, S.T.,M.Eng

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Teguh Malik ismayana
Tempat /Tanggal Lahir : Tanah Putih/04 April 1999
NPM : 1707230036
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Rasio Pulley Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Generator Pada Turbin Pelton.”,

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 saya 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, 9 Oktober 2021

Saya yang menyatakan,



Teguh Malik Ismayana

ABSTRAK

Penelitian ini tentang pengaruh variasi diameter *pulley* yang digerakkan pada mesin turbin pelton terhadap kapasitas hasil pengujian dilatarbelakangi oleh produksi di Indonesia kurang memadai, sehingga dibutuhkan sebuah Turbin Pelton Skala Mikro untuk mempermudah dalam penanganan dan di dunia teknik . Tujuan penelitian ini adalah Turbin Pelton Skala Mikro, menganalisis pengaruh variasi rasio *pulley* terhadap daya listrik yang dihasilkan generator. Pada penelitian ini, yang dianalisis yaitu kecepatan 50 Herz dengan variasi diameter *pulley* yang digerakkan 1:1 dan diameter *pulley* penggerak 1:2 . Metode pengujian menggunakan air setiap percobaan mencatat hasil yang ditampilkan dengan Arduino . Setelah selesai pengujian dilakukan analisis dari data yang diperoleh berupa Putaran Turbin(Rpm), Arus(ampere), Tegangan(volt). Hasil pengujian terbaik diperoleh dengan menggunakan variasi diameter *pulley* yang digerakkan ukuran 1:1 dengan kapasitas Air 500 liter/menit. Hasil yang didapatkan dalam pembuatan alat turbin pelton sangatlah berperan bagi mahasiswa agar lebih mendalami dari kekurangan dan kelebihan pada alat alat tersebut.

Kata kunci: Turbin Pelton, Generator, *Pulley*

ABSTRACT

This research is about the effect of variations in the diameter of the pulley that is driven on the Pelton turbine engine on the capacity of the test results because production in Indonesia is inadequate, so a Micro-Scale Pelton Turbine is needed to facilitate handling and in the engineering world. The purpose of this study is a Micro-Scale Pelton Turbine, to analyze the effect of variations in the pulley ratio on the electrical power produced by the generator. In this study, the speed of 50 Herz was analyzed with variations in the diameter of the driven pulley 1:1 and the diameter of the driven pulley 1:2. The test method uses water for each experiment to record the results displayed with Arduino. After completing the test, an analysis of the data obtained in the form of Turbine Rotation (Rpm), Current (amperes), Voltage (volts) was carried out. The best test results were obtained by using a 1:1 driven pulley diameter variation with a water capacity of 500 liters/minute. The results obtained in the manufacture of Pelton turbine tools are very important for students to further explore the advantages and disadvantages of these tools.

Keywords: *Pelton Turbine, Generator, Pulley*

KATA PENGANTAR

Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhaanahu Wa ta'ala 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 “Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Rasio *Pulley* Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Generator Pada Turbin Pelton ”. sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Orang tua penulis: Bapak Iswandi dan Ibu Sina Agusni, yang telah memberikan semangat dan kasih sayang yang tiada henti-hentinya dan selalu berdoa kepada penulis.
2. Bapak Bekti Suroso. S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing saya , yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar.S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Chandra A Siregar. S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar. S.T., M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak H.Muharnif M.S.T.,M.Sc selaku Dosen Penguji I dan Bapak Khairul Umurani.S.T.,M.T selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini..
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis: Fadhly Mujahid, Ari Aswari Purba, Muhammad Riski, Bimbi Fauzi Pangestu Sinaga, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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 Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 9 Oktober 2021



Teguh malik ismayana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRACK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
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. Kajian Pustaka	6
2.2. Turbin Air	7
2.3. Turbin Pelton	10
2.4. Prinsip Kerja Turbin Pelton	10
2.5. Komponen Utama Turbin Pelton	10
2.5.1 Rumah Turbin	10
2.5.2 <i>Runner</i>	11
2.5.3 Sudu (<i>Bucket</i>)	12
2.5.4 <i>Nozzle</i>	13
2.5.5 Poros	13
2.5.6 Piringan (<i>Disk</i>)	14
2.5.7 Bantalan	14
2.5.8 <i>Pulley</i>	15
2.5.9 <i>Belting</i>	15
2.5.10 Generator AC	16
2.6. Generator	16
2.7. Pembebanan Pada Turbin Pelton	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.1.1. Tempat Penelitian	19
3.1.2. Waktu Penelitian	19
3.2. Alat dan Bahan	20
3.1.1. Alat Yang Digunakan	20
3.1.2. Bahan Yang Digunakan	25
3.1.3. Eksperimental Setup	26
3.3. Bagan Alir	27
3.4. Set Up	28

3.5. Prosedur Pengujian	28
3.6. Jobsheet	29
BAB 4 ANALISA DATA	30
4.1 Hasil Data Pengujian Turbin Pelton	20
4.2 Pengukuran Turbin Pelton Menyeluruh	30
4.3 Analisa Data Hasil Penelitian	31
4.3.1. Perhitungan Debit Air Pada Kecepatan Pompa 50Hz	31
4.3.2. Analisa Perhitungan Variasi Rasio <i>Pulley</i> 1:1	32
4.3.3. Analisa Perhitungan Variasi Rasio <i>Pulley</i> 1:2	34
4.3.4. Peforma Hasil Variasi Rasio <i>Pulley</i> 1:1 Dan <i>Pulley</i> 1:2	35
4.3.5. Hubungan Antara Variasi <i>Pulley</i> Pada Putara Generator	35
4.3.6. Hubungan variasi <i>pulley</i> pada Torsi	36
4.3.7. Hubungan Variasi Rasio <i>Pulley</i> Pada Tegangan	37
4.3.8. Hubungan Variasi Rasio <i>Pulley</i> Pada Daya	38
4.3.9. Hubungan variasi rasio <i>pulley</i> pada efisiensi	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LEMBARAN ASISTENSI	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel Daftar Notasi	xii
Tabel 3.1.Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian	19
Tabel 3.1.Jobsheet	29
Tabel 4.1.Jobsheet data yang akan diuji	30
Tabel 4.2.Data Hasil Pengujian Variasi Rasio Pulley 1:1 Dan Pulley	31
Tabel 4.3.Hasil Analisa Data	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Pelton	8
Gambar 2.2 Rumah Turbin	11
Gambar 2.3 <i>Runner</i>	12
Gambar 2.4 <i>Bucket</i>	12
Gambar 2.5 <i>Nozzel</i>	13
Gambar 2.6 Poros	13
Gambar 2.7 Piringan (<i>Disk</i>)	14
Gambar 2.8 Bantalan	14
Gambar 2.9 <i>Pulley</i>	15
Gambar 2.10 <i>Belting</i>	15
Gambar 2.11 Generator	16
Gambar 2.12 Generator AC	17
Gambar 3.1 Turbin Pelton	20
Gambar 3.2 Generator	21
Gambar 3.3 <i>Box Panel</i>	21
Gambar 3.4 Multi Meter Digital	22
Gambar 3.5 Tacho Meter Digital	23
Gambar 3.6 Kunci L	24
Gambar 3.7 Pulley	24
Gambar 3.8 Vbelt	25
Gambar 3.9 Air	25
Gambar 3.10 Gambar Eksperimen Setup	26
Gambar 3.11 Bagan Alir	27
Gambar 4.1 Grafik Putaran Generator (Rpm) Pada Variasi Rasio <i>Pulley</i>	36
Gambar 4.2 Grafik Torsi Pada Variasi Rasio <i>Pulley</i>	36
Gambar 4.3 Grafik Tegangan (volt) Pada Variasi Rasio <i>Pulley</i>	37
Gambar 4.4 Grafik Daya (watt) Pada Variasi Rasio <i>Pulley</i>	38
Gambar 4.5 Grafik Efisiensi pada variasi rasio <i>pulley</i>	39

DAFTAR NOTASI

Simbol	Besaran	Satuan
P_H	Daya hidrolis	Watt
Q	Debit aliran	m^3/s
H	Head	M
T	Torsi	Nm
ρ	Massa jenis	kg/m^3
g	Percepatan gravitasi	m/s^2
V	Volume	m^3
R	Radius	M
N	Putaran	Rpm
η	Efisiensi	% (persen)
ε	Tegangan Induksi	Volt
Δt	Perubahan waktu	s (detik)
$\Delta\phi$	Perubahan fluks magnetik	
P_d	Tekanan Discharge	Psi
P_s	Tekanan Suction	Psi
F	Gaya	Newton
P_T	Daya turbin	Watt

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik di Indonesia saat ini semakin meningkat dan masih didominasi oleh energi yang berbasis bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batu bara. Kerugian dari penggunaan bahan bakar fosil adalah sifatnya yang tidak ramah lingkungan, karena hasil pembakaran bahan bakar fosil adalah CO₂ yang merupakan gas rumah kaca. Bahan bakar fosil merupakan energi yang tak terbarukan, sehingga apabila dieksploitasi secara terus menerus maka cadangan bahan bakar fosil akan habis. Selain itu ada juga daerah-daerah yang letak atau kondisi geografisnya yang tidak memungkinkan jaringan listrik sampai kepada masyarakat. Maka dari permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu upaya untuk menyuplai kebutuhan energi listrik dengan memanfaatkan kondisi dan potensi yang ada pada daerah tersebut. Sebenarnya banyak energi yang dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik, tapi banyak terkendala dalam hal biaya pembuatan dan operasional. Oleh karena itu perlu dikembangkan sumber energi alternatif yang dapat menggantikan sumber energi berbasis fosil, yang ramah lingkungan dan bersifat terbarukan. Pemanfaatan energi aliran air sebagai pembangkit listrik merupakan salah satu cara penggunaan sumber energi terbarukan.”(Ninla Elmawati Falabiba, 2019)

Banyak sekali pemakaian pulley dan v-belt yang digunakan sebagai alat transmisi pada mesin – mesin konvensional, maupun mesin yang moderen, namun tidak jarang penggunaan pulley dan v-belt tanpa memperhitungkan faktor slip yang timbul antara pulley dan v-belt sehingga putaran yang diharapkan tidak muncul. Berkenaan dengan masalah diatas maka dilakukanlah pengujian dan penelitian pada transmisi pulley dan v-belt dengan menggunakan motor berdaya ¼ Hp sebagai sumber penggerak. Besarnya slip yang terjadi pada putaran pulley dan v-belt akan di analisa secara teori dan praktis yang menggunakan alat ukur putaran (tachometer). Diketuainya besar slip antara pulley dan v-belt maka kita dapat menentukan berapa besar nilai beban yang harus diberikan untuk suatu daya dan putaran pada spesifikasi motor, sehingga kebutuhan daya dan putaran dapat disesuaikan dengan besarnya nilai beban yang harus diberikan.

Perubahan parameter pada sistem eksitasi generator akan mempengaruhi performansi tanggapan tegangan sistem eksitasi generator baik performansi dalam domain waktu maupun performansi dalam domain frekuensi. Sistem eksitasi adalah suatu

peralatan yang berguna untuk menjaga performansi tegangan dan daya mengatur tegangan eksitasi sehingga tegangan eksitasi generator akan meningkat. Jika tegangan eksitasi meningkat maka daya tegangan yang dibangkitkan oleh generator akan meningkat pula. Sistem eksitasi generator merupakan elemen penting untuk membentuk profil tegangan terminal generator yang stabil. Sistem pengoperasian unit eksitasi generator ini berfungsi untuk menjaga agar tegangan generator tetap konstan dengan kata lain generator akan tetap mengeluarkan tegangan yang selalu stabil tidak terpengaruh pada perubahan beban yang selalu berubah-ubah, dikarenakan beban sangat mempengaruhi tegangan keluaran generator.”(Harry iqbal Al-Fikri, n.d.)

Dalam mencapai performa kinerja turbin pelton, sudu mempunyai peranan penting dikarenakan pemanfaatan energi air yang di tembakkan nosel ketitik lingkaran tusuk ini dilakukan dua kali, yang pertama energi pancaran air pada sudu-sudu pada saat air mulai masuk, dan yang kedua adalah daya dorong air pada sudu-sudu saat air meninggalkan runner. Kemiringan sudu juga akan berpengaruh dalam kinerja turbin pelton. Penambahan jumlah sudu berarti menambah jumlah gaya tangensial sehingga resultanya menjadi lebih besar, namun pertambahan jumlah sudu memungkinkan adanya pengurangan besar nilai dari masing-masing gaya tangensial tersebut secara individual tetapi resultan gayanya menjadi lebih besar, jadi dapat dikatakan bahwa dengan adanya pertambahan jumlah sudu akan menambah putaran dan gaya tangensial yang terjadi dan dengan sendirinya meningkatkan daya dan efesiensi turbin pelton, untuk itu maka penelitian ini diarahkan untuk menentukan kecepatan putaran dan kecepatan yang ideal dengan ukuran variasi pulley yang divariasikan dalam menghasilkan daya turbin yang maksimal.”(Amirul Amin, Priyagung Hartono, 2010)

1.2.Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini ialah Pengaruh variasi rasio pulley terhadap daya listrik yang dihasilkan generator pada Turbin Pelton Skala Mikro. Yang akan diuji menggunakan variasi pulley dengan ukuran 1:1 dan 1:2 .

1.3.Ruang Lingkup

Adapun batasan masalah dalam dalam proposal tugas akhir ini adalah:

1. Turbin Pelton

2. Pulley Ukuran 1:1 dan 1:2
3. Runner ukuran 246 cm(diameter luar)
4. Jumlah sudu(*bucket*) 22 buah
5. *Belting(v-belt)*
6. Menggunakan 3 *Nozzle*
7. Menggunakan *frekuensi* pompa air 50Hz
8. Menggunakan *fluida* air
9. *Nozzle* keadaan terbuka penuh
10. Sudut sudu keadaan 0⁰ derajat

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah:

1. Mengetahui kecepatan(Rpm) yang dihasilkan oleh putaran pulley dengan memvariasikan ukuran pulley 1:1 dan 1:2 .
2. Mengetahui tegangan listrik yang dihasilkan generator pada saat memvariasikan rasio pulley dengan ukuran 1:1 dan 1:2.
3. Mengetahui daya listrik yang dihasilkan oleh Generator dan meneruskan ke inverter dengan menggunakan beban lampu 5 watt,14 watt,dan 18 watt.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian adalah:

1. Hasil dari tugas akhir ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan turbin pelton dengan memperhatikan debit air yang masuk ke sudu turbin.
2. Berguna untuk masyarakat didaerah yang memiliki sumber air yang banyak seperti sungai dan bendungan air.
3. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi para peneliti yang ingin mendalami tentang turbin pelton.
4. Sebagai wujud kontribusi dalam Pengaruh variasi rasio *pulley* terhadap

daya listrik yang dihasilkan generator Sebagai sarana pengaplikasian kreatifitas dari ilmu yang di dapatkan selama di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Kebutuhan energi listrik pada beberapa tahun terakhir di Indonesia semakin besar seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat dan pertumbuhan ekonomi yang semakin membaik . Menggerakkan mesin pembangkit listrik membutuhkan minyak sebagai sumber bahan bakarnya, disisi lain harga minyak di dunia semakin melonjak . Salah satu solusi adalah memanfaatkan energi baru dan terbarukan, seperti energi surya, angin, biomasa dan air. Diperlukan energi alternatif untuk mensuplai bahan bakar, salah satu energi alternatif adalah PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro). Kincir air dan turbin untuk mikrohidro adalah sarana untuk mengubah aliran air menjadi energi mekanik . Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik.

Menurut , bak penampung air pada PLTMH akan memberikan energi potensial yang diteruskan yang dapat diubah menjadi energi kinetik. Turbin air dapat diartikan sebagai suatu mesin penggerak mula yang fluida kerjanya adalah air.

Penelitian PLTMH ini menggunakan generator ganda pada satu turbin, bertujuan untuk menambah daya listrik yang dihasilkan, agar menghasilkan daya yang nantinya dapat digunakan untuk warga yang membutuhkan energi listrik tersebut. Kecepatan putaran pada turbin yang dihasilkan masih bisa untuk menggerakkan dua buah generator secara bersamaan. Dengan menggunakan dua buah generator pada satu turbin, dapat menghasilkan daya lebih besar dibandingkan dengan PLTMH satu turbin dengan satu generator.”(Syafrizal, 2017)

Berbicara tentang listrik, mungkin bisa di katakan merupakan hal sederhana apabila kita mempelajari sedikit di dalam pengadaanya, karena listrik dapat kita dapatkan dari hal-hal di sekitar atau yang selalu kita gunakan, seperti angin, air, limbah, gas, panas, uap, dll. Itu sebabnya melihat akan kebutuhan masyarakat akan listrik dan kekayaan akan sumber daya alam yang kita miliki di sekitar, perlu untuk kita selalu belajar dan memanfaatkan sumber daya alam kita dengan sebaik-baiknya. Dan di samping itu, dapat juga mengenalkan kepada masyarakat bahwa listrik dapat di peroleh dari hal yang sederhana dan berada di sekitar kita. Generator adalah suatu alat/ sistem yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik dan menghasilkan tenaga listrik bolak-balik atau tenaga listrik searah tergantung pada tipe generator. Generator arus bolak balik sering disebut juga generator sinkron . Prinsip kerja generator berdasarkan Hukum Faraday tentang induksi elektro magnetic yaitu bila suatu konduktor digerakkan dalam medan magnet, maka akan membangkitkan gaya gerak listrik. Konstruksi generator sinkron terdiri dari Stator dan Rotor. Stator adalah bagian yang diam sedangkan rotor adalah bagian yang bergerak.”(Harry iqbal Al-Fikri, n.d.)

2.2. Turbin Air

Turbin air adalah turbin yang menggunakan air sebagai fluida kerja. Air mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah. Dalam proses aliran didalam pipa, energi potensial berangsurangsur berubah menjadi energi kinetik. Didalam turbin, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis dimana air akan memutar roda turbin yang ditransmisikan pada generator untuk menghasilkan energi listrik. Untuk menghitung energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

a. Klasifikasi Turbin Air Berdasarkan Sistem Aliran

Air Pendorong Turbin air digerakkan karena adanya dorongan aliran air yang tinggi sehingga dapat memutar sudu-sudu turbin.

Berikut klasifikasi turbin air berdasarkan aliran arah tembak fluida yaitu Overshot, Undershot dan Breastshot.

1. Overshot Tipe overshot adalah tipe turbin air yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian atas turbin. Keuntungan dari penggunaan tipe overshot ialah:
 - a. Tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85 %.
 - b. Tidak membutuhkan aliran yang deras.
 - c. Konstruksi yang sederhana.
 - d. Mudah dalam perawatan.
 - e. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terpencil.

Sedangkan kerugian dari tipe overshot yaitu:

- a. Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya reservoir air atau bendungan air memerlukan investasi lebih banyak.
 - b. Tidak dapat digunakan untuk mesin putaran tinggi.
 - c. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan.
2. Undershot Tipe undershot adalah turbin air yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian bawah turbin. Keuntungan dari penggunaan tipe undershot ialah:
 - a. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan.
 - b. Konstruksi lebih sederhana.
 - c. Lebih ekonomis.
 - d. Mudah untuk dipindahkan.

Sedangkan kerugian dari tipe undershot yaitu:

- a. Efisiensi kecil (25%-70%)
 - b. Daya yang dihasilkan relatif kecil
3. Breastshot Tipe breastshot adalah tipe turbin air yang aliran air pendorongnya menabrak sudu pada bagian tengah turbin. Keuntungan dari tipe Breastshot yaitu:
 - a. Tipe ini lebih efisiensi dari tipe undershot.
 - b. Dibandingkan tipe overshot tinggi jatuhnya lebih pendek.

c. Dapat diaplikasikan pada sumber air aliran rata.

Sedangkan kerugian dari tipe breastshot yaitu:

- a. Sudu-sudu dari tipe ini tidak rata seperti tipe undershot (lebih rumit).
- b. Diperlukan pada arus aliran rata.
- c. Efisiensi lebih kecil daripada tipe overshoot (20% - 75%).

2.3. Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan pengembangan dari turbin Impuls yang ditemukan oleh S.N. Knight pada tahun 1872 dan N.J. Colena pada tahun 1873 dengan memasang mangkok-mangkok pada roda turbin. Setelah itu turbin impuls dikembangkan oleh orang amerika Lester G. Pelton pada tahun 1880 yang melakukan perbaikan dengan penerapan mangkok ganda simetris, punggung membelah membagi jet menjadi dua paruh yang sama yang dibalikan menyamping. Pada turbin Pelton putaran terjadi akibat pembelokan pada mangkok ganda runner Oleh sebab itu turbin pelton disebut juga sebagai turbin pancaran bebas. Gambar turbin pelton dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan suatu jenis turbin yang mengandalkan suatu reaksi impuls dari suatu daya yang dihasilkan dari daya hidrolisis. Semakin tinggi head yang dimiliki maka semakin baik untuk turbin jenis ini. Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah – tengah sudu dan pancara air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya – gaya samping. Turbin Pelton untuk pembangkit skala besar membutuhkan head lebih kurang

150 meter tetapi untuk skala mikro, head 20 meter sudah mencukupi. Turbin Pelton memiliki komponen utama yaitu sudu turbin, nozel dan rumah turbin.

Didalam turbin, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis dimana air akan memutar roda turbin yang ditransmisikan pada generator untuk menghasilkan energi listrik. Adapun perhitungan-perhitungan pada turbin pelton adalah sebagai berikut.

- Menghitung debit air

Debit air (Q) dihitung untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir dalam satuan volume per satuan waktu. Besarnya nilai dari debit air dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

- Daya hidrolis

Daya hidrolis merupakan daya yang dihasilkan oleh air yang mengalir dari suatu ketinggian. Dalam hal ini daya hidrolis diperoleh dari daya air yang dihasilkan oleh pompa, untuk menghitung daya hidrolis digunakan persamaan :

$$P_H = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (2.2)$$

- Torsi

Turbin terhubung dengan generator melalui tali belt yang berputar membutuhkan nilai torsi yang optimum. Torsi atau momen gaya merupakan sebuah besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi. Torsi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$T = F \cdot r \quad (2.3)$$

- Meter Kolom Air

Meter kolom air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$H = (P_d - P_s) \times \frac{0,703 \text{ m}}{1 \text{ Psi}} \quad (2.4)$$

- Efisiensi

Efisiensi sistem merupakan kemampuan peralatan pembangkit untuk mengubah energi kinetik dari air yang mengalir menjadi energi listrik (Saputra et al., 2020). Untuk menghitung efisiensi sistem dapat digunakan persamaan

$$\eta_T = \frac{P_g}{P_H} \times 100\% \quad (2.5)$$

2.4. Prinsip Kerja Turbin Pelton

Prinsip kerja turbin pelton yaitu merubah gaya potensial air menjadi gaya mekanis yang terjadi akibat reaksi impuls pada *runner* turbin yang menyebabkan *runner* turbin dapat berputar selama ada pancaran air yang menyemprot sudu. Air disemprotkan dari *nozzle* mengenai sudu-sudu turbin, maka *runner* dapat berputar untuk memutar *pulley* turbin yang terhubung ke generator menggunakan belt sehingga generator dapat berputar.

2.5. Komponen Utama Turbin Pelton

Pada dasarnya turbin pelton terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: runner, nozel dan rumah turbin. Turbin ini juga dilengkapi oleh transmisi, bantalan dan bagian kelistrikan.

Turbin pelton ditentukan oleh PCD (*Pitch Circle Diameter*) adalah sebuah diameter tangensial pada roda yang dilewati oleh titik tengah semburan air yang berasal dari pancaran. Berikut dibawah ini komponen-komponen turbin pelton.

2.5.1 Rumah Turbin

Rumah turbin pelton berfungsi sebagai tempat pemasangan *nozzle* dan sekaligus sebagai pelindung turbin terhadap aktivitas kimia dan fisik di sekitarnya, suatu sistem turbin yang dibangun di daerah pegunungan dengan tanpa menggunakan rumah turbin cenderung lebih mudah mengalami korosi pada bagian poros dan bearing suatu turbin, intensitas cahaya matahari mempercepat laju reaksi oksidasi pada bagian-bagian turbin yang berbahan besi ataupun baja. Hal ini akan memperpendek usia pemasangan suatu turbin. Gambar 2.2 rumah turbin pelton dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.2 Rumah Turbin

2.5.2 Runner

Runner turbin pelton terdiri atas cakera dan beberapa sudu yang terpasang disekelilingnya seperti pada Gambar 2.3. Sudu dipasang dengan pengunci baut ataupun dapat di las senyawa dengan cakera. Cakra dipasang ke poros dengan sambungan pasak atau dengan pengunci baut. Besarnya *head* jatuh air yang dirancang menentukan ukuran besarnya diameter *runner* yang digunakan, semakin tinggi ataupun besar *head* jatuh air maka ukuran *runner* akan lebih baik jika semakin besar. Pemilihan diameter *runner* tergantung kepada kecepatan spesifik yang telah dirancang untuk turbin. Untuk turbin dengan pemilihan kecepatan putar yang tinggi maka akan di dapat ukuran roda turbin yang kecil, momen yang kecil, dan poros yang kecil. Gambar 2.3 *runner* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.3 *Runner*

2.5.3 Sudu (*Bucket*)

Sudu turbin pelton berbentuk seperti mangkuk dengan bagian dalam yang melengkung ke arah dalam dan bagian atasnya berbentuk runcing seperti pada Gambar 2.4. Pemanfaatan tinggi air jatuh (*head*) memiliki hubungan yang erat dengan bentuk sudu turbin. Untuk *head* jatuh air yang tinggi kelengkungan sudu akan lebih tajam semakin tinggi *head* jatuh air bentuk sudu akan semakin melengkung kedalam. Untuk tinggi air jatuh yang rendah kelengkungan sudu tidak terlalu melengkung. Pembuatan sudu dari belahan pipa atau konstruksi las dengan bahan plat baja sama sekali tidak dianjurkan karena kekokohnya kurang dan efisiensinya rendah. Sudu bisa dibuat dari beragam bahan. Gambar 2.4 sudu(*bucket*) dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.4 *Bucket*

2.5.4 *Nozzle*

Nozzle merupakan bagian dari turbin, didalam *nozzle* tekanan air dirubah menjadi kecepatan. *Nozzle* terdiri atas bagian selubung serupa hidung yang dipasang pada belokan pipa, dan jarum nosel yang bisa digerakkan didalam belokan pipa. Kerucut jarum dan selubung, yang cepat aus, dibuat dari bahan bermutu tinggi serta mudah untuk diganti. Diameter *nozzle* suatu turbin juga disesuaikan dengan tinggi jatuh air (*head*) dan kapasitas air yang masuk , untuk turbin dengan tinggi jatuh yang besar dan daya yang besar sistem penyemprotan airnya dibagi lewat beberapa *nozzle*. Gambar 2.5 *nozzle* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.5 Nozzle

2.5.5 Poros

Poros merupakan penerus putaran yang terjadi pada *runner*. Poros disambungkan ke *runner* menggunakan pasak. Putaran poros diteruskan ke transmisi sabuk, yang kemudian menuju ke poros generator. Dibawah ini contoh gambar poros. Gambar 2.6 poros dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.6 Poros

2.5.6 Piringan (Disk)

Piringan adalah bagian dari *runner*. Bahan disk yang baik digunakan adalah bahan yang kuat, dan diusahakan seringan mungkin. Piringan berfungsi sebagai tempat bucket dipasang. Gambar 2.7 piringan dapat dilihat dibawah ini..



Gambar 2.7 Piringan

2.5.7 Bantalan

Bantalan merupakan bagian penting dari turbin, alat ini berfungsi sebagai penompang dari poros turbin. Putaran poros turbin dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros bekerja dengan baik. Gambar 2.8 bantalan dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.8 Bantalan

2.5.8 Pulley

Pully adalah penerus putaran dari poros turbin. *Pully* juga dapat berfungsi untuk menaikkan/menurunkan putaran. Dibawah ini contoh gambar *pulley*. Gambar 2.9 *pulley* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.9 Pulley

2.5.9 *Belting*

Belting adalah sabuk atau *belt* yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium, tenunan, dan teteron. *Belting* digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. *Belting* berfungsi untuk menyambungkan putaran dari poros ke generator. Gambar 2.10 belting dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.10 *Belting*

2.5.10 Generator AC

Generator AC adalah generator yang menghasilkan listrik arus bolak balik. Generator AC termasuk jenis mesin serempak (mesin sikron) dimana frekuensi listrik yang dihasilkan sebanding dengan jumlah kutub dan putaran yang dimilikinya. Generator ini menghasilkan energi listrik bolak – balik (*Alternating Current* atau AC).

Generator digunakan sebagai alat untuk merubah energi putar mekanis menjadi energi listrik melalui adanya medan magnet yang diputar melalui rotor dan akan menimbulkan medan magnet yang timbul disisi stator. Medan magnet yang terjadi di stator dengan pola-pola tertentu akan menimbulkan arus listrik yang mengalir dikumparan stator yang dialirkan melalui saluran transmisi sebagai arus listrik. Semakin besar putaran generator maka semakin besar energi listrik yang didapat dan semakin besar energi kinetis yang diperlukan untuk memutarinya. Beban yang terpasang merupakan beban listrik yang digunakan sebagai media penerangan (Jasa, dkk, 2010). Gambar 2.11 generator dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 2.11 Generator

2.6. Generator

Generator adalah suatu alat atau mesin yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik. Dimana energi mekanik didapatkan dari energi potensial dan kinetik yang akan menggerakkan rotor melalui poros penghubung pada generator. Untuk PLTMH, energi potensial diperoleh dari sumber daya air. Energi potensial akan mendorong sudu atau impeler pada turbin sehingga timbul energi kinetik. Energi ini diubah oleh generator menjadi energi listrik melalui lilitan kumparan stator dan magnet rotor.(Indriani, 2015)

Generator dikelompokkan menjadi generator sinkron dan unsinkron dimana generator sinkron bekerja pada kecepatan dan frekuensi konstan. Keluaran dari generator sinkron adalah arus bolak-balik (AC).

Pada penelitian ini yang digunakan adalah generator sinkron atau juga bisa disebut generator AC (arus bolak-balik). Generator tersebut dikopel dengan turbin. Berdasarkan *Pulley* yang terdapat pada ujung belakang poros turbin memutar generator

listrik yang dihubungkan dengan *pulley* pada generator menggunakan *belt*. Semakin cepatnya perputaran turbin, maka putaran generator juga akan semakin cepat. Gambar generator turbin pelton dapat dilihat pada gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.12. Generator AC

Generator sinkron terdiri atas komponen stator (rangka, inti, slot dan gigi, kumparan), rotor (slip ring, kumparan, poros) dan prime mover. Stator berfungsi sebagai penerima induksi magnet dari rotor dimana arus AC disalurkan melalui armature ke beban. Stator berbentuk rangka silinder dengan jumlah lilitan kawat konduktor yang banyak Stator terbuat dari bahan ferromagnetik dan dilaminasi untuk mengurangi rugi-rugi arus pusar. Kualitas inti ferromagnetik yang baik akan memiliki permeabilitas dan resistivitas bahan tinggi. Rotor berfungsi untuk menghasilkan tegangan yang dibangkitkan oleh medan magnet dan diinduksikan ke stator. Bentuk rotor pada generator ada yang berbentuk kutub sepatu (*salient pole*) dan silindris (celah udara yang sama jaraknya).

Generator bekerja berdasarkan prinsip kerja induksi elektromagnetik atau fluksi yang kemudian mengubah energi listrik. Azas generator yang bekerja berdasarkan : Hukum Induksi Faraday : “Apabila jumlah garis gaya yang melalui kumparan diubah, maka gaya gerak listrik dinduksikan dalam kumparan itu. Besarnya gaya gerak listrik yang dinduksikan berbanding lurus dengan laju perubahan jumlah garis gaya melalui kumparan”.

2.7.Pembebanan Pada Turbin Pelton

Pembebanan yang dilakukan pada turbin pelton untuk penelitian ini menggunakan variasi beban kerja berupa lampu. Pada generator dipasang kabel yang dihubungkan ke rangkaian beban lampu dan dipasang AVO meter yang digunakan untuk

melihat dan mengukur tegangan serta arus yang dihasilkan generator. Pembebanan untuk mengetahui karakteristik yang meliputi kecepatan (putaran turbin dan generator), debit yang dihasilkan turbin pelton serta pengaruh pembebanan terhadap karakteristik elektrik generator (Tegangan, Arus serta Daya *Output*)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Jl. Kapten Mughtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara seperti yang tertera pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal Dan Kegiatan Saat Melakukan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu					
		1	2	3	4	5	6
1	Study Literatur Dan Desain	■	■	■	■		
2	PembuatanAlat Dan Pengujian		■	■	■		
3	Pengambilan Data			■	■	■	
4	Analisa Data				■	■	
5	Seminar Hasil					■	■
6	SidangSarjana						■

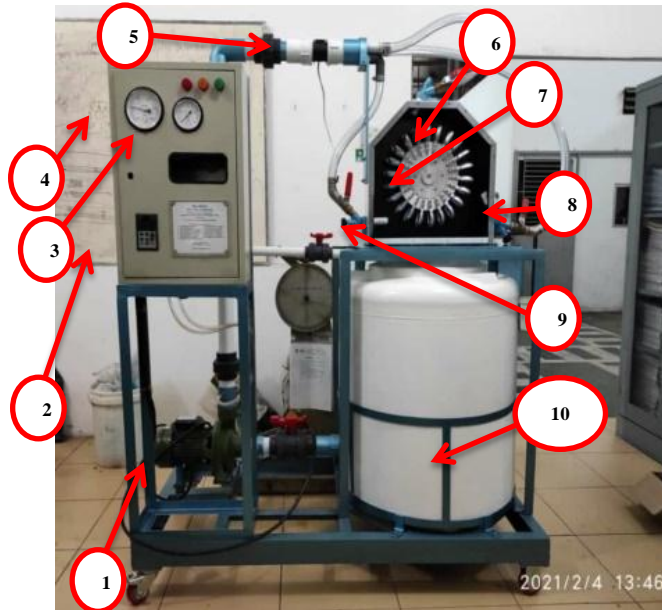
3.2. Alat,Bahan dan Eksperimental Set Up

3.2.1. Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Turbin Pelton

Turbin Pelton ini ideal untuk ketinggian yang sangat besar (80m hingga 1000m) dan dengan sedikit air. Keuntungan utama dari turbin Pelton adalah bahwa setiap nozzle dapat dikontrol secara terpisah. Fluktuasi jumlah air karenanya tidak menjadi masalah dan dapat diproses dengan mudah dan efisien. Berikut dibawah ini gambar 3.1 Turbin Pelton.



Gambar 3.1 Turbin Pelton

Keterangan :

1. Pompa air
2. Inverter
3. *Discharge*
4. *Suction*
5. *Flowmeter*
6. Sudu (*bucket*)
7. *Runner*
8. Katub nozzle
9. *Nozzle*
10. Drum air

b. Generator

Generator listrik adalah mesin yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dari sumber energi mekanik. Prinsip kerja dari generator listrik adalah induksi elektromagnetik. Berikut dibawah ini gambar3.2 Generator.



Gambar 3.2 Generator

c. *Box Panel*

Box Panel digunakan untuk memasang alat kelistrikan dan mengontrol mesin serta menjaga keamanan pada saat terjadinya gangguan dalam aliran listrik. Berikut dibawah ini gambar 3.3 *Box Panel*.



Gambar 3.3 Generator

d. *Multimeter Digital*

Multimeter Digital digunakan sebagai alat pengukur tegangan listrik. Berikut dibawah ini gambar 3.4 *Multimeter Digital*.



Gambar 3.4 *Multimeter Digital*

Spesifikasi:

Digital Multimeter DT9205A

Size : 31.5x91x189mm

Color	Black + Orange
LCD Display	2.75"
Features	Stable performance, automatic power off
Application	Diode Testing / transistor hFE measuring function
Max. Display	1999
DC Voltage	200mV~200V +/- (0.8% + 3)
	1000V +/- (0.8% + 4)
	200mV +/- (1.2% + 3)
AC Voltage	2mV~200V +/- (0.8% + 3)
	750V +/- (1.2% + 3)
	2mA~20mA +/- (1.2% + 2)
DC Current	200mA +/- (1.4% + 2)
	20A +/- (2.0% + 2)
AC Current	2mA~20mA +/- (1.2% + 3)

	200mA +/- (1.4% + 3)
	20A +/- (2.0% + 7)
Resistance	200~200M +/- (0.8%-10% + 2) ohm *detail cek user manual
Capacitance	2nF~200uF
Frequency	2kHz-200kHz
Power Supply	1 x 9V
Packing List	1 x Multimeter 1 x Red pen 1 x Black Pen 1 x User manual

e. *Tachometer Digital*

Tachometer Digital digunakan sebagai alat pengukur kecepatan putaran *pulley* pada saat turbin bekerja. Berikut dibawah ini gambar 3.5 *Tachometer Digital*.



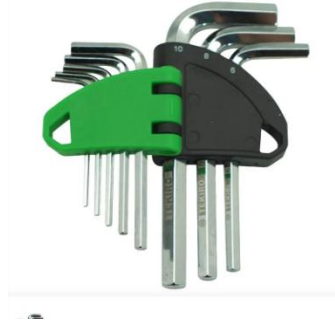
Gambar 3.5 *Tachometer Digital*

Spesifikasi :

- Model : DT-2234BL.
- Long detecting distance for photo Tach.up to 2 meters.
- Photo Tach. : 10 to 99,999 RPM.
- Accuracy : (0.05 % + 1 d).
- Size: 190 x 73 x 37 mm.
- Battery : 4 x 1.5V AA (UM-3) battery.

f. Kunci L

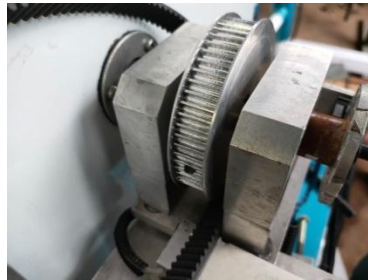
Kunci L adalah salah satu jenis hand tool yang berfungsi untuk mengencangkan atau mengendurkan baut. Berikut dibawah ini gambar3.6 Kunci L.



Gambar 3.6 Kunci L

g. *Pulley*

Pulley adalah penerus putaran dari poros turbin. *Pulley* juga dapat berfungsi untuk menaikkan/menurunkan putaran.. Berikut dibawah ini gambar 3.7 *Pulley*.



Gambar 3.7 *Pulley*

h. *V belt*

Belting adalah sabuk atau *belt* yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium, tenunan, dan teteron. *Belting* digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. *Belting* berfungsi untuk menyambungkan putaran dari poros ke generator. Berikut dibawah ini gambar 3.8 *Vbelt*.



Gambar 3.8 *Vbelt*

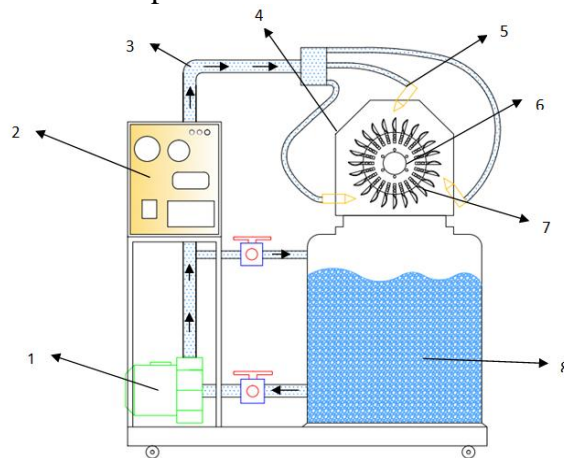
3.2.2. Bahan yang digunakan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air. Air merupakan sumber energi untuk menggerakkan turbin pelton. Pada penelitian ini air digunakan untuk menggerakkan sudu-sudu sehingga *runner* pada turbin pelton dapat berputar. Berikut dibawah ini gambar 3.9 air.



Gambar 3.9 Air

3.2.3. Eksperimental set up



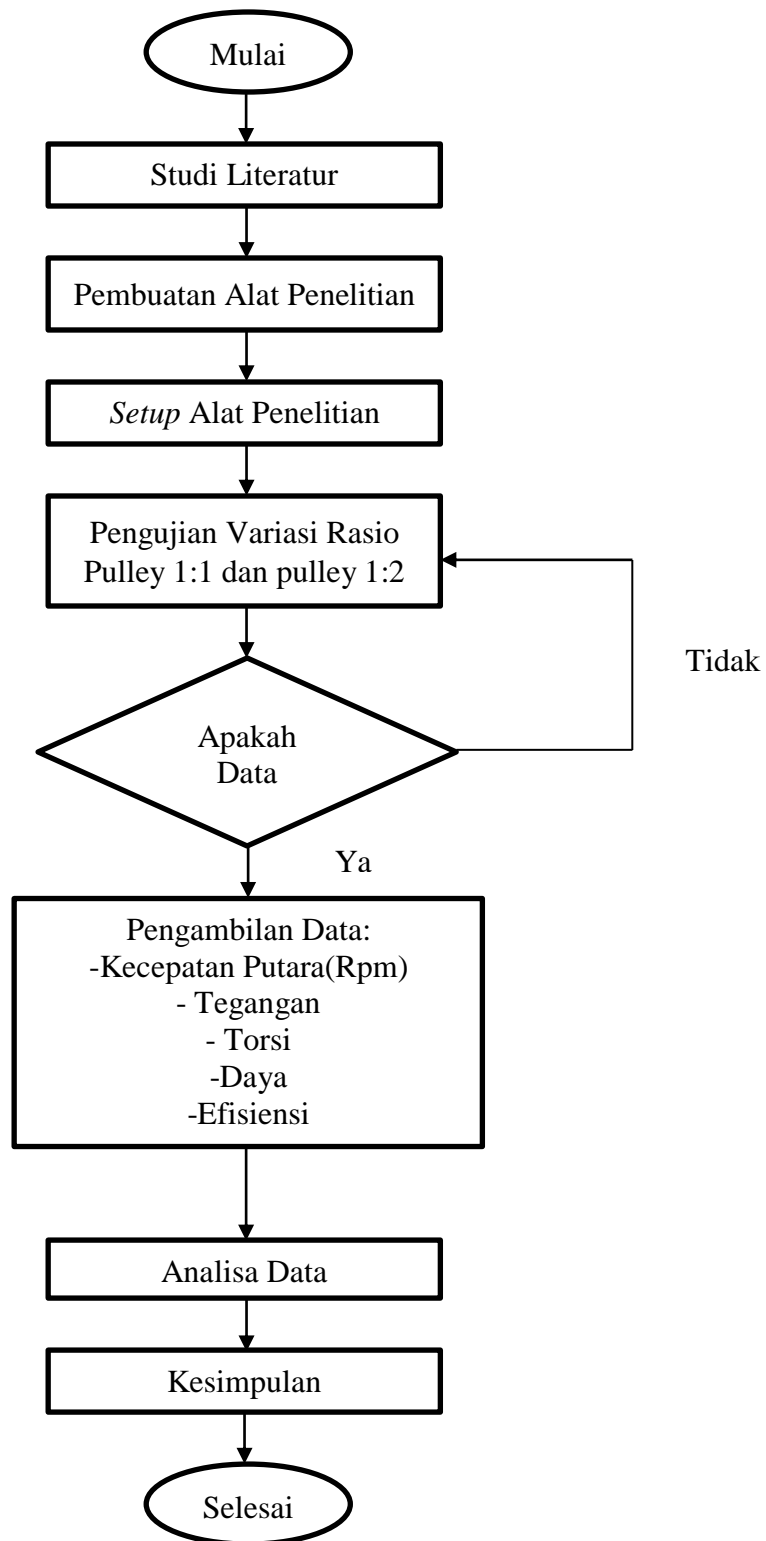
Gambar 3.10 Skema Turbin Pelton

1. Pompa
2. Box panel(arduino,inverter)
3. Pipa
4. Rumah turbin
5. *Nozzle*
6. *Pulley*
7. *Runner* dan sudu(*bucket*)
8. Penampung air(tong)

Penjelasan:

Turbin air mendapatkan air dari reservoir pada tingkat yang tinggi. Dalam pengaturan eksperimental air yang diambil dari bak diberi tekanan menggunakan pompa sentrifugal. Aliran air dari pompa diatur menggunakan katup gerbang. Air masuk ke rumah turbin melalui nozzle. Energi kinetik pancaran air ditransfer ke rotor. Hal ini menyebabkan poros turbin memutar. Kekuatan turbin dapat diatur dengan mengontrol aliran air di jet yang berada di box panel. Ini dilakukan dengan menggunakan spear valve di nozzle, yang disetel menggunakan tangan. lalu *discharge* dan *suction* berada didalam box panel yang akan ditampilkan di arduino. *Load cell* akan bekerja pada saat *runner* dan bucket berputar, hasil *load cell* akan ditampilkan di arduino, kecepatan putaran akan diukur dengan menggunakan *thachometer* pada saat turbin pelton berputar dengan maksimal. Tegangan yang dihasilkan turbin pelton diukur dengan multimeter digital melalui *inverter*.

3.3 Bagan Alir



Gambar 3.11 Bagan Alir

3.4 Set Up Alat Uji

Adapun *set up* turbin pelton skala mikro ini adalah :

1. Memasang baket ke *runner* yang digunakan.
2. Memasang *runner* turbin yang digunakan ke rumah turbin.
3. Membuka nozel turbin pada bukaan penuh
4. Menghubungkan turbin pelton ke arus listrik
5. Memasang pulley dengan ukuran 1;1 dan 1;2
6. Menghubungkan laptop ke arduino.

3.5 Prosedur Pengujian

Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tiga kali percobaan pada masing-masing variasi beban kerja. Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan seluruh alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Menyiapkan instalasi turbin pelton.
3. Pastikan semua kondisi alat dalam keadaan baik dan pastikan turbin pelton sudah diisi dengan air pada bak penampungan dan siap untuk digunakan.
4. Posisikan semua katup pada turbin pelton dalam keadaan terbuka penuh .
5. Kemudian tekan saklar untuk menghidupkan pompa pada turbin pelton sehingga turbin pelton menyala.
6. Tunggu hingga 5-10 menit agar putaran turbin pelton dan aliran air stabil.
7. Mengukur putaran poros turbin yang dikopel dengan generator menggunakan *tachometer* terlebih dahulu sebelum diberi pembebanan.
8. Pasang beban kerja yang akan divariasikan ke turbin pelton dengan cara menyambungkan kabel pada beban kerja dengan kabel pada generator. Lalu mengukur putaran poros turbin yang terkopel dengan generator yang sudah terpasang beban menggunakan *tachometer*.
9. Mengganti pulley dengan ukuran 1:1 dan 1:2, sesuai dengan yang ingin dianalisa.
10. Mencatat semua hasil pengukuran yang didapatkan.
11. Mengulang langkah nomor empat sampai dengan sembilan untuk masing-masing variasi beban kerja.
12. Mengumpulkan dan menganalisa data yang dihasilkan pada penelitian.
13. Membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan

3.6. Jobsheet

Tabel 3.1 *Jobsheet* Penelitian

No.	Variasi Rasio Pulley	Percobaan Ke	Jumlah Sudu	Diameter runner (mm)	Sudut Sudu	Jumlah Nozzle	Bukaan Nozzle
1	1:1	1	22	246	0°	3	Penuh
		2	22	246	0°	3	Penuh
		3	22	246	0°	3	Penuh
2	1:2	1	22	246	0°	3	Penuh
		2	22	246	0°	3	Penuh
		3	22	246	0°	3	Penuh

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Data Hasil Pengujian Turbin Pelton

Penelitian ini memerlukan beberapa ukuran dari alat dan bahan yang digunakan sebagai bahan pengolahan data perhitungan dalam rumus-rumus untuk menentukan performa turbin pelton diantaranya adalah

1. Diameter *Disk* (piringan) : 246 mm
2. Diameter Keseluruhan *Runner* : 370,5 mm
3. Tebal *Runner* : 20 mm
4. Variasi Rasio Pulley : 1:1 dan 1:2
5. Material *Runner* : Duraluminium
6. Material Sudu : Duraluminium

4.2 Pengukuran menyeluruh pada turbin pelton

Data yang akan dilakukan pengukuran parameter-parameter pada turbin dengan variasi rasio *pulley* 1:1 dan 1:2, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 *job sheet* data yang akan diuji

No.	Variasi rasio pulley	Percobaan Ke	Jumlah Sudu	Diameter runner (mm)	Sudut Sudu	Jumlah Nozzle	Bukaan Nozzle
1	1:1	1	22	246	0°	3	Penuh
		2	22	246	0°	3	Penuh
		3	22	246	0°	3	Penuh
2	1:2	1	22	246	0°	3	Penuh
		2	22	246	0°	3	Penuh
		3	22	246	0°	3	Penuh

Tabel 4.2 Data hasil pengujian variasi rasio pulley 1:1 dan pulley 1;2

No	Variasi Rasio Pulley	Debit L/min	Tegangan (V)	Putaran (rpm)	Torsi (Kg)	Suction (Psi)	Dicharge (Psi)
1.	Pulley 1:1	62	34,0	554,3	0,180	2,68	15,08
2.	Pulley 1:2	56	61,1	524,9	0,170	4,24	16,21

4.3. Analisa Data Hasil Penelitian

4.3.1 Perhitungan debit air pada kecepatan pompa 50Hz

Untuk mengetahui debit aliran dapat diketahui dari flow meter dengan nilai yang diperoleh sebagai berikut:

Diameter Pipa = 2 inchi = 0,0508 m

Diameter Selang = 3/4 inchi = 0,01905 m

Massa jenis fluid = 1000Kg / m³

Percepatan gravitasi = 9,81m/s²

Frekuensi Motor = 50Hz

Flow meter = 62 L/m → 0,00103m³/s

A. Luas Penampang Pipa

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,0508^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,00258$$

$$A = 0,00202m^2$$

B. Luas Penampang Selang

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,01905^2$$

$$A = \frac{3,14}{4} \cdot 0,000362$$

$$A = 0,0003 m^2$$

C. Kecepatan Masuk Pipa

$$Q = 62 L/m \rightarrow 0,00103m^3/s$$

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

$$V = \frac{0,00103}{0,00202}$$

$$V = 0,5099 \text{ m/s}$$

D. Kecepatan Masuk Selang Nozzle

$$V_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot V_1$$

$$V_2 = \frac{0,00202}{0,0003} \cdot 0,5099$$

$$V_2 = 3,433 \text{ m/s}$$

E. Kecepatan Masuk Air Di Tiap Selang

$$V = \frac{V_2}{3}$$

$$V = \frac{3,433}{3}$$

$$V = 1,144 \text{ m/s}$$

F. Debit Keluar Nozzle

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,0003 \times 1,144$$

$$Q = 0,00034 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.2 Analisa Perhitungan Variasi Rasio *Pulley* 1:1

Dalam menghitung pengaruh variasi rasio *pulley* 1:1 dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini . Adapun perhitungan sebagai berikut.

A. Kecepatan keliling (ω)

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

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 554,3}{60}$$

$$\omega = 58,016 \text{ rad/s}$$

B. Torsi (T)

$$r = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$$

$$F = 0,180 \cdot g$$

$$F = 0,180 \cdot 9,8 = 1,7658 \text{ N}$$

Maka :

$$T = F \cdot r$$

$$T = 1,7658 \cdot 0,08$$

$$T = 0,141 \text{ Nm}$$

C. Daya Turbin(P_t)

$$P_t = T \cdot \omega$$

$$P_t = 0,141 \cdot 58,016$$

$$P_t = 8,180 \text{ watt}$$

D. Head (H)

$$H = (P_d - P_s) \times \frac{0,703 \text{ m}}{1 \text{ Psi}}$$

$$H = (15,08 - 2,68) \times \frac{0,703 \text{ m}}{1 \text{ Psi}}$$

$$H = 12,4 \times \frac{0,703 \text{ m}}{1 \text{ Psi}}$$

$$H = 8,717 \text{ m}$$

E. Daya Hidrolis(P_a)

$$P_a = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

$$P_a = 1000 \cdot 9,81 \cdot 8,71 \cdot 0,001033$$

$$P_a = 88,26 \text{ watt}$$

F. Efisiensi(%)

$$\eta = \frac{P_t}{P_a} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{8,180}{88,26} \times 100\%$$

$$\eta = 9,26 \%$$

4.3.3 Analisa Perhitungan Variasi Rasio *Pulley* 1:2

Dalam menghitung pengaruh variasi rasio *pulley* 1:2 dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini. Adapun perhitungan sebagai berikut.

A. Kecepatan keliling (ω)

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

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 524,9}{60}$$

$$\omega = 54,939 \text{ rad/s}$$

B. Torsi (T)

$$r = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$$

$$F = 0,170 \cdot g$$

$$F = 0,170 \cdot 9,8 = 1,6677 \text{ N}$$

Maka :

$$T = F \cdot r$$

$$T = 1,6677 \cdot 0,08$$

$$T = 0,133 \text{ Nm}$$

C. Daya Turbin (P_t)

$$P_t = T \cdot \omega$$

$$P_t = 0,133 \cdot 54,939$$

$$P_t = 7,3096 \text{ watt}$$

D. Head (H)

$$H = (P_d - P_s) \times \frac{0,703 \text{ m}}{1 \text{ Psi}}$$

$$H = (16,21 - 4,24) \times \frac{0,703 \text{ m}}{1 \text{ Psi}}$$

$$H = 11,97 \times \frac{0,703 \text{ m}}{1 \text{ Psi}}$$

$$H = 17,02 \text{ m}$$

E. Daya Hidrolis (P_a)

$$P_a = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

$$P_a = 1000 \cdot 9,81 \cdot 17,02 \cdot 0,0009333$$

$$P_a = 155,82 \text{ watt}$$

F. Efisiensi(%)

$$\eta = \frac{P_t}{P_a} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{7,306}{155,82} \times 100\%$$

$$\eta = 9,26 \%$$

4.3.4. Peforma Hasil Variasi Rasio *Pulley* 1:1 Dan *Pulley* 1:2

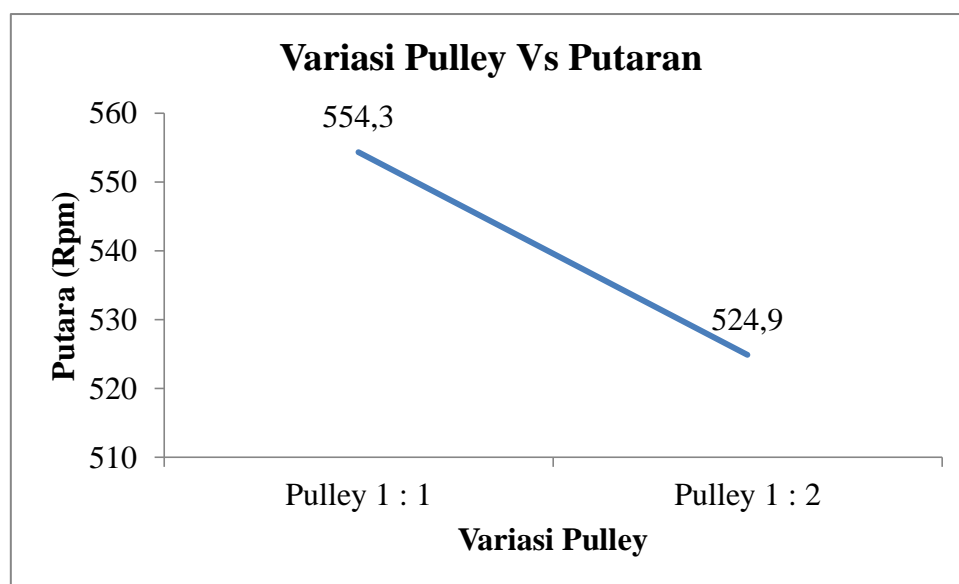
Setelah melakukan perhitungan dan analisa data maka diperoleh hasil data pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Analisa Data

No	Variasi <i>Pulley</i>	Percobaan Ke	Debit Air (m ³ /s)	Kecepatan Keliling (rad/s)	Torsi (Nm)	Daya Turbin (Watt)	Daya Air (P)	Efisiensi (%)
1	<i>Pulley</i> 1:1	1	0,0010 33	58,16	0,141	8,180	88,26	9,26
2	<i>Pulley</i> 1:2	2	0,0009 333	54,939	0,133	7,306	155,82	4,68

4.3.5. Hubungan Antara Variasi *Pulley* Pada Putaran Generator

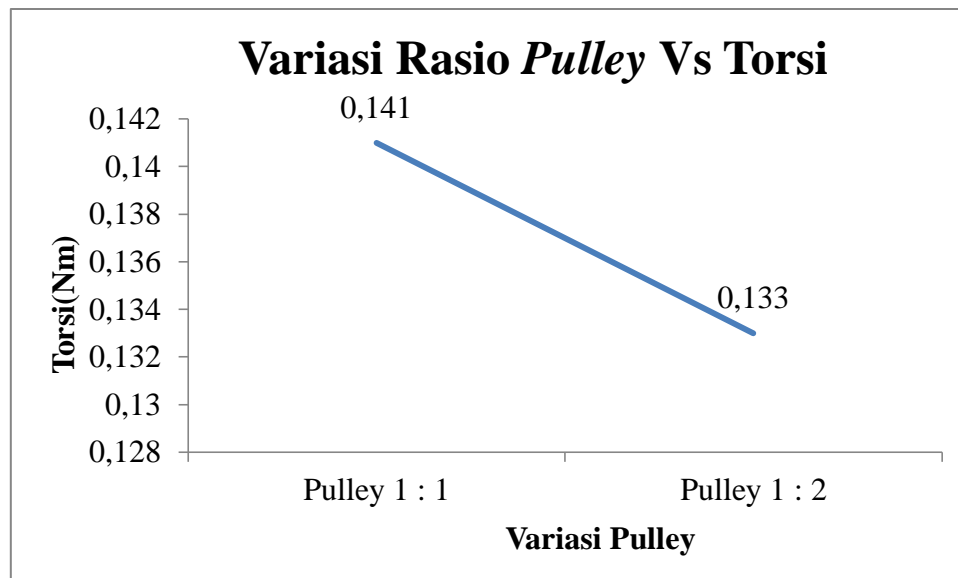
Dari tabel data perhitungan diatas yang selanjutnya dapat digambarkan dalam diagram alir guna mengetahui pengaruh variasi diameter *pulley* terhadap putaran generator dan tegangan (volt) yang dihasilkan. berikut merupakan grafik hasil pengujian dari pengaruh variasi rasio pulley dengan ukuran 1:1 dan ukuran 1:2 terhadap putaran turbin, yang dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4.1 Grafik Putaran Generator (Rpm) Pada Variasi Rasio *Pulley*

Dari gambar grafik 4.1 terlihat bahwa pada jumlah sudu 22 putaran generator (Rpm), terdapat dengan memvariasi rasio pulley dengan ukuran 1:1 adalah 554,3, sedangkan variasi rasio *pulley* dengan ukuran 1:2 adalah 524,9. Dalam pengujian ini tidak ada daya yang dihasilkan pada turbin pelton dengan kecepatan pompa 50Hz.

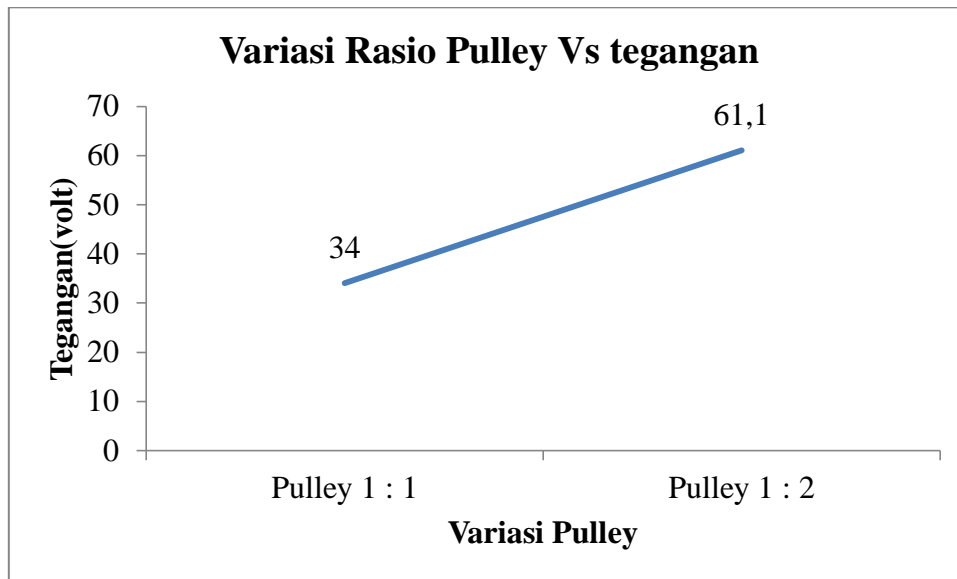
4.3.6. Hubungan Variasi *Pulley* Pada Torsi(Nm)



Gambar 4.2 Grafik Torsi(beban) Pada Variasi Rasio *Pulley*

Berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa jumlah sudu pada runner turbin yang digunakan akan menyebabkan torsi yang dihasilkan semakin menurun. Besar torsi yang didapatkan berbeda-beda dengan hasil yang menggunakan beban dan tidak menggunakan beban, hasil yang didapatkan pada ukuran Pulley dengan ukuran 1:1 sebesar 0,141 Nm sedangkan dengan ukuran Pulley dengan ukuran 1:2 sebesar 0,133 Nm sehingga putaran *runner* akan berpengaruh pada kecepatan putaran turbin. Semakin cepatnya perputaran turbin maka putaran generator juga akan semakin cepat sehingga torsi yang dihasilkan untuk memutar generator semakin kecil seiring dengan pergantian *pulley* yang berbeda turbin pelton.

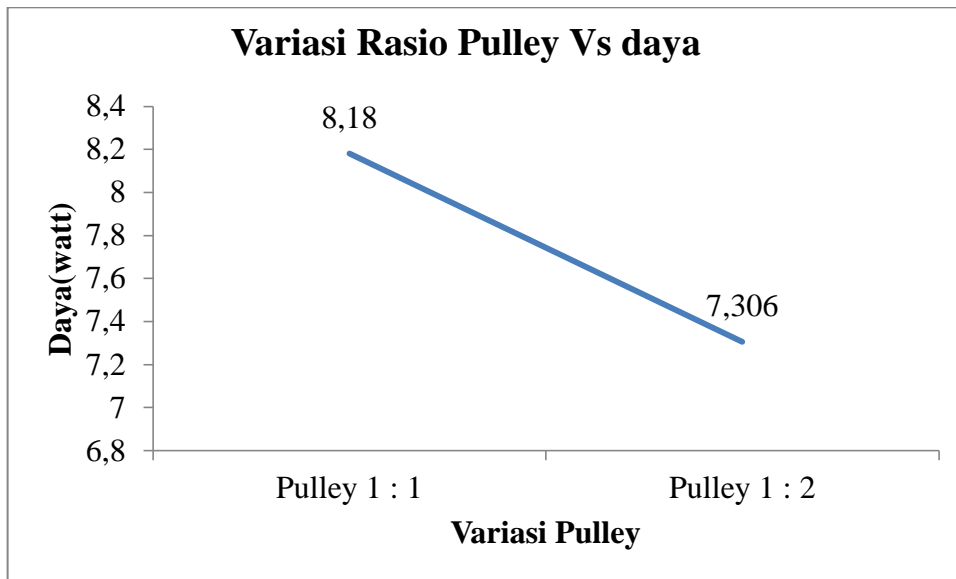
4.3.7. Hubungan Variasi Rasio *Pulley* pada Tegangan(volt).



Gambar 4.3 Grafik Tegangan (volt) Pada Variasi Rasio *Pulley*

Berdasarkan gambar grafik 4.3, diketahui hasil dari generator menghasilkan kecepatan putaran ukuran variasi rasio pulley 1:1 dan 553,8 rpm untuk ukuran variasi rasio *pulley* 1:2 sebesar 524,9 dengan tegangan yang dihasilkan variasi rasio *pulley* 1:2 sebesar 61,1volt untuk ukuran variasi rasio *pulley* 1:1 sebesar 34volt. Generator akan bekerja maksimal jika memenuhi minimal kecepatan sebesar 50hz.

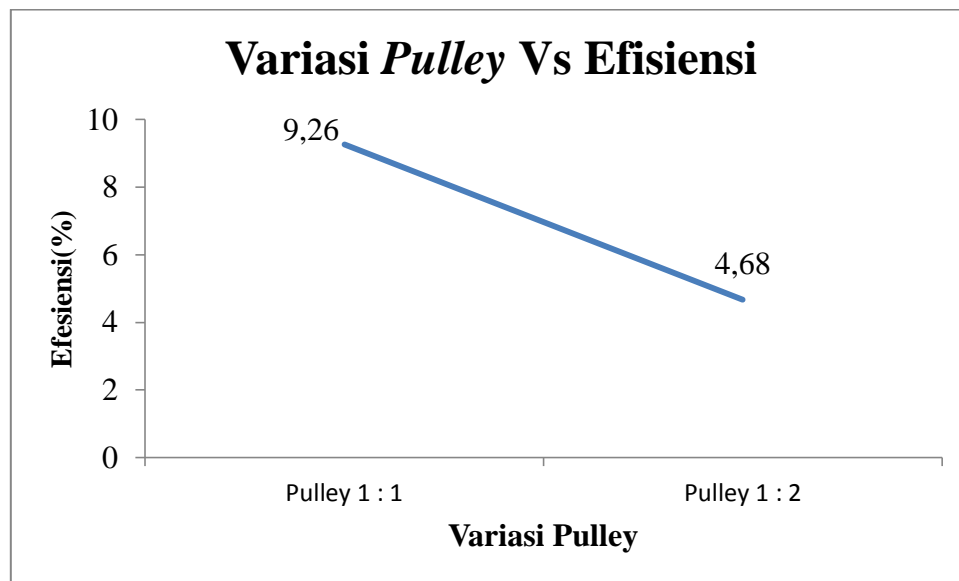
4.3.8. Hubungan Variasi Rasio *Pulley* Pada Daya(watt)



Gambar 4.4 Grafik Daya (watt) Pada Variasi Rasio *Pulley*

Dari grafik diatas didapatkan hasil daya (watt) yang keluar dari inverter, semakin besar putaran generator dengan memvariasikan rasio pulley maka kecepatan putran generator semakin tinggi dan kecepatan aliran maka putaran turbin akan semakin cepat untuk memutar generator dan menghasilkan daya yang maksimal dengan memvariasikan rasio *pulley* 1:1 sebesar 8,18watt dengan kecepatan generator sebesar 554,3 rpm. Hasil dari memvariasikan rasio *pulley* dengan ukuran 1:2 menghasilkan daya(watt) sebesar 7,306 watt, dengan kecepatan generator sebesar 524,9rpm dan daya yang dihasilkan akan ditampilkan dari inverter

4.3.9. Hubungan Variasi Rasio Pulley Pada Efisiensi



Gambar 4.5 Grafik Efisiensi pada variasi rasio *pulley*

Dari grafik diatas pada variasi rasio *pulley* dengan ukuran *pulley* 1:1 didapatkan efisiensinya sebesar 9,26% dan dengan ukuran *pulley* 1:2 didapatkan efisiensinya sebesar 4,68%, dari penjelasan tersebut pada ukuran *pulley* 1:1 sebesar 9,26% mendapatkan efisiensi yang tinggi dari pada variasi rasio *pulley* ukuran 1:2 lebih rendah.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian terhadap variasi rasio *pulley* terhadap daya listrik yang dihasilkan generator turbin pelton dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya yang dihasilkan pada variasi rasio *pulley* dengan ukuran 1:1 didapat pada data dari pengujian sebesar 8,18 watt dan variasi rasio *pulley* dengan ukuran 1:2 yang didapat sebesar 7,3609watt.
2. Putaran generator yang dihasilkan pada variasi rasio *pulley* 1:1 dengan nozzle terbuka penuh yaitu 554,3 rpm tanpa beban dan yang terkecil terjadi pada variasi rasio *pulley* ukuran 1:2 tanpa beban dan nozzle terbuka penuh yaitu 524,9rpm.
3. Nilai daya terbesar yang dihasilkan yang dihasilkan turbin pelton skala mikro dengan masing-masing variasi beban kerja adalah :
 - Nilai daya pada variasi *pulley* 1:1 sebesar 8,18 Watt
 - Nilai daya pada variasi *pulley* 1:2 sebesar 7,306 Watt

5.2. Saran

1. Sebelum melakukan pengujian hendaknya memeriksa kondisi fungsional alat yang akan diuji agar tidak terjadi kesalahan fatal pada saat pengujian.
2. Sebaiknya saat menghubungkan arus listrik ke turbin diharap lebih berhati-hati, karena arus yang dibutuhkan oleh turbin pelton terlalu tinggi.
3. Sebaiknya alat sensor maupun alat yang rentan terkena air kiranya dijauhkan dari air ataupun dibuat pelindung karena saat pengambilan data bisa eror atau rusak bila terkena air.
4. Pastikan alat yang akan diuji tidak mengalami kebocoran saat turbin mulai berputar dengan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirul Amin, Priyagung Hartono, U. L. (2010). *Pengaruh Variasi Diameter Pulley Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Pada Prototype Turbin Pelton*. 8719(2006), 2–6. Pelton Turbine Prototype, Rpm, Fluid Flow, Electric Power.
- Harry Iqbal Al-Fikri. (N.D.). *Analisis Pembangkit Listrik Dengan Generator Stirling Harry*.
- Indriani, A. (2015). Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Kutub Dan Jarak Celah Magnet Rotor Terhadap Performan Generator Sinkron Fluks Radial. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 9(2).
- Ninla Elmawati Falabiba. (2019). *Pengaruh Variasi Diameter Pulley Pada Mesin Perajang Bawang Merah Terhadap Kapasitas Rajangan*. 2(2).
- Syafrizal. (2017). *Bagaimana Menentukan Slip Pada Transmisi Pulley & V-Belt Pada Beban Tertentu Dengan Menggunakan Motor Berdaya Seperempat Hp*. 8(1), 21–26. Motor, Pulley, V-Belt.
- Armansyah, & Sudaryanto. (2016). Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal. *Jurnal Teknik Elektro Uisu*, 1(3), 48–55.
- Gd. Tangkas Arta Susena1, Ny. Arya Wigraha2, K. R. D. (2017). Pengaruh Sudut Primary Pulley Dan Variasi Berat Roller Terhadap Torque Dan Rpm Pada Motor Ganesha Electric Vehicles 1.0 Base Continous Variable Transmision (Cvt). *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (Jjptm)*, 7(1).
- Indriani, A. (2015). Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Kutub Dan Jarak Celah Magnet Rotor Terhadap Performan Generator Sinkron Fluks Radial. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 9(2).
- Puji Ristianto, S. (2019). Generator Ganda Pada Pembangkit Listrik Mikrohidro Dengan Turbin Tunggal. *Avitec*, 1(1), 65–70.
- Saputra, I. G. N., Jasa, L., & Wijaya, I. W. A. (2020). *Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype Pltmh Dengan Menggunakan Turbin Pelton Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan*. 7(4), 161–172.
- Sitepu, A., Sinaga, J., & Sugiri, A. (2014). Kajian Eksperimental Pengaruh Bentuk Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Helik Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh). *Jurnal Fema*, 2(2), 72–78.
- Utama, H. S., & Kusriyanto, M. (2017). *Prototype Pembangkit Mikrohidro Terintegrasi Beban Komplemen*. 55–66.

LAMPIRAN



Pengujian Ukuran Pulley 1:1









Pengujian ukuran pulley 1:2







DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 - 2022

Peserta seminar

Nama : Teguh Malik Ismayana
 NPM : 1707230036
 Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Rasio Pullory Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Generator Pada Turbin Pelton.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing - I	: Bekti Suroso.S.T.M.Eng		..... <i>[Signature]</i>
Pemanding - I	: H.Muharnif.S.T.M.Sc		..... <i>[Signature]</i>
Pemanding - II	: Khairul Umurani.S,T.M.T		..... <i>[Signature]</i>

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1707230037	BIMBI FAUZI PRINGESTU SIMAGA	..... <i>[Signature]</i>
2	1707230098	FERDIANSYAH SINAGA	..... <i>[Signature]</i>
3	16072300119	W.M AL-GADRI	..... <i>[Signature]</i>
4	1707230125	Khairul Latif Simanera	..... <i>[Signature]</i>
5			.....
6			.....
7			.....
8			.....
9			.....
10			.....

Medan, 20 Smpar 1445 H
 05 Oktober 2021 M



Chandra

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Teguh Malik Ismayana
NPM : 1707230036
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Rasio Pullority Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan generator Pada Turbin Pelton.

Dosen Pembimbing - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

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

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....


3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Medan 20 Syafr 1443H
08 Oktober 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Cinnahra A. Selcah S.T.M.T


Dosen Pembanding- I

H.Muharnif.S.T.M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Teguh Malik Ismayana
NPM : 1707230036
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Rasio Pulloriy Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan generator Pada Turbin Pelton.

Dosen Pembimbing - I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Khairul Umurani.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

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

Teguh Malik Ismayana
Metode perbaikan
.....

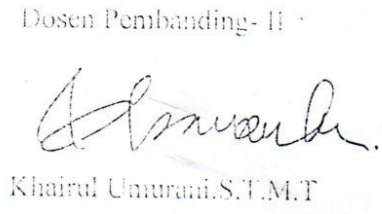
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 20 Shafir 1443H
08 Oktober 2021 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Chnandra A Siregar S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

Khairul Umurani.S.T.M.T



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

swab surat ini agar disebutkan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12

Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 330/1H.3AU/UMSU-07/F/2021

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 24 Februari 2021 dengan ini Menctapkan :

Nama : TEGUH MALIK ISMAYANA
Npm : 1707230036
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : STUDI EXPERIMENTAL PENGARUH VARIASI RASIO PULLEY
TERHADAP DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN GENERATOR PADA
PROTOTYPE TURBIN PELTON SKALA MIKRO
Pembimbing : BEKTI SUROSO, ST, M.Eng

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.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 12 Rajab 1442 H

24 Februari 2021 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST, MT

NIDN: 0101017202


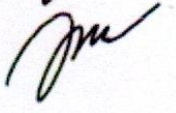

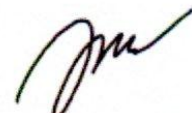

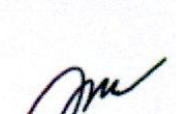




LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI RASIO PULLEY TERHADAP DAYA LISTRIK YANG DIHASILKAN GENERATOR PADA TURBIN PELTON

Nama : TEGUH MALIK ISMAYANA
NPM : 1707230036

Dosen Pembimbing : Bakti Suroso S.T.,M.Eng

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Rabu 4/8/2021	- Perbaiki latar belakang dan rumusan masalah	
2	Rabu 11/8/2021	- Perjelas tujuan dan variabel yang digunakan	
3	Selasa 31/9/2021	- Tambahkan beberapa jurnal internasional dan nasional	
4	Selasa 7/9/2021	- Perbaiki diagram alir	
5	Rabu 15/9/2021	- Perbaiki gambar	
6	Senin 20/9/2021	- Perbaiki kesimpulan dan saran	
7	Sabtu 25/9/2021	- Perbaiki daftar pustaka	
8	Rabu 29/9/2021	ACC Seminar hasil.	

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Teguh Malik Ismayana
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Tanah Putih, 04 April 1999
Alamat : Dusun Tanah Putih, Bagan Sinembah, Rokan Hilir, Riau
Agama : Islam
E-mail : teguhmalikismayana04@gmail.com
No. Handphone : 082185014874

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 025 Dusun Tanah Putih	Tahun 2005 - 2011
2. SMP Negeri 4 Bagan Sinembah	Tahun 2011 - 2014
3. SMK Widya Karya Balai Jaya	Tahun 2014 - 2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2017 - 2021