

**OPTIMASI JARAK NOZZLE TERHADAP BUCKET
TURBIN PELTON KAPASITAS 400 WATT**

SKRIPSI

OLEH:

**MUHAMMAD ROBBY
NPM 17 813 0046**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

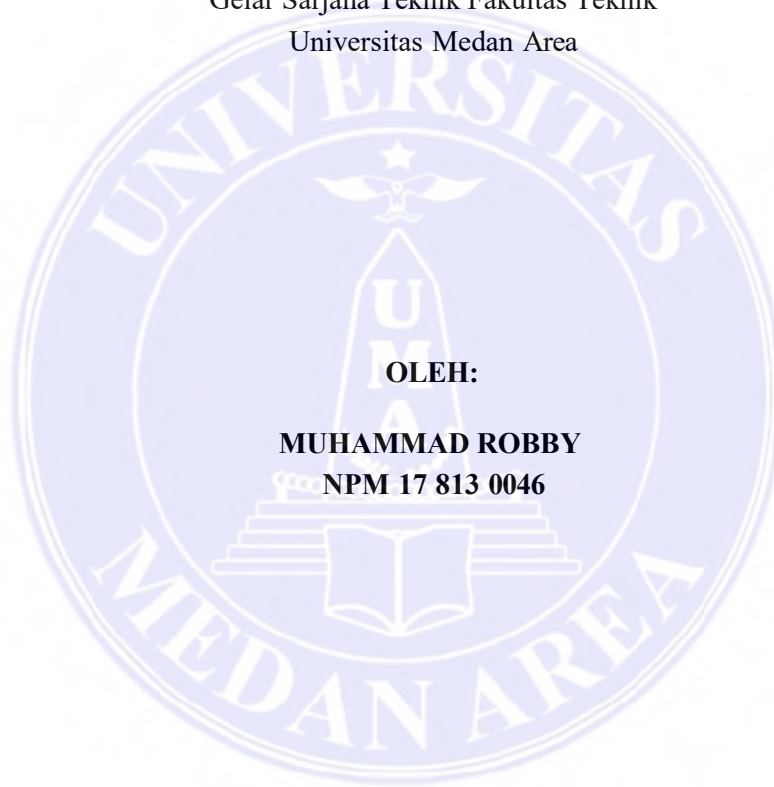
Document Accepted 11/6/26

Access From (repositori.uma.ac.id)11/6/26

OPTIMASI JARAK NOZZLE TERHADAP BUCKET TURBIN PELTON KAPASITAS 400 WATT

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



OLEH:

MUHAMMAD ROBBY

NPM 17 813 0046

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/6/26

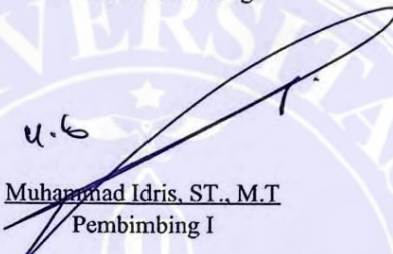
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repositori.uma.ac.id)11/6/26

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Seminar Hasil : Optimasi Jarak Nozzle Terhadap Bucket Turbin Pelton
Kapasitas 400 Watt
Nama Mahasiswa : Muhammad Robby
NPM : 178130046
Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

u.6

Muhammad Idris, ST., M.T
Pembimbing I


Dr. Eng. Supriatno, ST., MT
Dekan
FAKULTAS TEKNIK


Dr. Iswandi, ST., M.T
K. Prodi. MT
PRODI. TEKNIK MESIN

Tanggal Lulus:

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Robby
NPM : 178130046
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **OPTIMASI JARAK NOZZLE TERHADAP BUCKET TURBIN PELTON KAPASITAS 400 WATT**.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 25 Januari 2024

Yang menyatakan



(Muhammad Robby)

ABSTRAK

Turbin Pelton merupakan turbin impuls, yaitu turbin yang digerakan oleh energi kinetik air. Semprotan (*jet*) air berkecepatan tinggi mengenai *bucket runner* dan setelah menggerakkan *runner* air pada kecepatan rendah, yang berarti sebagian energinya tidak di serap oleh *runner*. Tekanan air masuk dan keluar sudu adalah tekanan atmosfer. Turbin tersebut dioperasikan oleh satu atau bisa dikatakan lebih jet (*Nozzle*) air yang masuk ke *center bucket* pada sekeliling parameter dari *runner*. Tenaga berasal dari gaya air dari tekanan tinggi yang menumbuk *bucket* sehingga dinamai turbin *impuls*. Disini peneliti ingin melakukan eksperimental variasi diameter *nozzle* terhadap putaran poros turbin Pelton, Variasi jarak semprot *nozzle* yang digunakan peneliti yaitu 50 mm, 60 mm, 70 mm, dengan menggunakan *flowmeter*. Tujuannya ini untuk mengetahui efek perubahan diameter *nozzle* terhadap putaran sudu turbin guna menghasilkan putaran tercepat dan pengaruh diameter *nozzle* terhadap putaran sudu turbin. Dengan adanya variasi diameter *nozzle* maka didapatkan rpm turbin dan efisiensi turbin yang maksimal.

Adapaun manfaat dari penelitian ini adalah agar dapat mengetahui posisi dan jarak *nozzle* terhadap pergerakan sudu yang menentukan performa turbin Pelton dengan kapasitas 400 Watt.

ABSTRACT

The Pelton turbine is an impulse turbine, namely a turbine that is driven by the kinetic energy of water. The high-speed water jet hits the runner bucket and after moving the water runner at a low speed, which means some of the energy is not absorbed by the runner. The water pressure entering and leaving the blade is atmospheric pressure. The turbine is operated by one or more water jets (nozzles) which enter the center bucket around the parameters of the runner. The power comes from the force of high pressure water hitting the bucket, so it is called an impulse turbine. Here the researcher wants to experiment with variations in nozzle diameter regarding the rotation of the Pelton turbine shaft. Variations in the nozzle spray distance used by the researcher are 50 mm, 60 mm, 70 mm, using a flowmeter. The aim is to determine the effect of changing the nozzle diameter on the rotation of the turbine blade in order to produce the fastest rotation and the effect of nozzle diameter on the rotation of the turbine blade. By varying the diameter of the nozzle, maximum turbine rpm and turbine efficiency are obtained,

The benefit of this research is to be able to determine the position and distance of the nozzle to the blade movement which determines the performance of the Pelton turbine with a capacity of 400 Watts.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Medan Pada tanggal 08, Mei 1999 dari ayah Saiful Amri dan ibu Ratna Wilis. Penulis merupakan putra ke-3 dari 4 bersaudara.

Tahun 2017 Penulis lulus dari SMK Panca Budi Medan dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, pada tahun 2020 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PKS Torgamba Labuhan Batu.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul “Optimasi Jarak *Nozzle* Terhadap *Bucket* Turbin Pelton Kapasitas 400 Watt”.

Dalam kegiatan penulis untuk menyelesaikan proposal skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bantuan berupa bimbingan, arahan dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu maka dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Iswandi, ST, MT sebagai Ketua Program Studi, terimakasih juga saya ucapkan kepada bapak Muhammad Idris, ST.,MT selaku dosen pembimbing saya.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih belum sempurna adanya, karena masih banyak kekurangan baik dari segi ilmu maupun susunan bahasanya. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi menyempurnakan proposal skripsi ini ke arah yang lebih baik lagi. Semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis sendiri tentunya.

Medan, 25 Januari 2024

Penulis

Muhammad Robby

NPM 17 813 0046

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Definisi Turbin Air	5
2.2. Klasifikasi Turbin Air.....	5
2.3. Kriteria Pemilihan Jenis Turbin.....	10
2.4. Cara Kerja Turbin Pelton.....	14
2.5. Bagian Utama Turbin Pelton	15
2.6. Rumus-rumus Yang Digunakan.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.2. Peralatan dan Bahan.....	24
3.3. Metode Penelitian.....	29
3.4. Persiapan Pengujian	30
3.5. Prosedur Pengujian.....	30
3.6. Diagram Alir Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PENELITIAN.....	32
4.1. Hasil.....	32
4.2. Pembahasan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1. Simpulan	38
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Turbin Pelton	6
Gambar 2.2.	Turbin Turgo	7
Gambar 2.3.	Turbin <i>Crossflow</i>	8
Gambar 2.4.	Turbin <i>Screw</i>	9
Gambar 2.5.	Turbin <i>Francis</i>	10
Gambar 2.6.	Turbin <i>Kaplan</i>	11
Gambar 2.7.	Tingkat <i>Head</i> Sumber Air	12
Gambar 2.8.	<i>Runner</i>	17
Gambar 2.9.	<i>Nozzle</i>	19
Gambar 2.10.	Bagan Kecepatan Turbin Pelton	22
Gambar 3.1.	<i>Experimental Set Up</i> Turbin Pelton	26
Gambar 3.2.	Pompa	26
Gambar 3.3.	<i>Nozzle</i> Pada Turbin Pelton	27
Gambar 3.4.	Katup Pengatur Debit Air	27
Gambar 3.5.	<i>Rotameter</i>	28
Gambar 3.6.	<i>Tachometer</i>	28
Gambar 3.7.	<i>Manometer</i>	29
Gambar 3.8.	<i>Stopwatch</i>	29
Gambar 3.9.	<i>Multimeter</i>	30
Gambar 3.10.	Diagram Alir	33
Gambar 4.1.	Grafik Variasi Jarak Nozzle	32
Gambar 4.2.	Grafik Efisiensi Turbin Pelton	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kecepatan Spesifik Turbin Konvensional	14
Tabel 2.2.	Faktor-faktor Koreksi Daya	24
Tabel 3.1.	Jadwal Kegiatan Penelitian	25
Tabel 4.1.	Variasi jarak nozzle turbin pelton	44
Tabel 4.2.	Daya masing-masing variasi jarak nozel turbin pelton	45
Tabel 4.3.	Statistik deskriptif	48
Tabel 4.4.	Estimasi perbedaan	49
Tabel 4.5.	<i>Test</i>	49



DAFTAR NOTASI

N_s	=	Kecepatan spesifik turbin (<i>rpm</i>)
N	=	Kecepatan putaran turbin (<i>rpm</i>)
H_{efs}	=	Tinggi jatuh efektif (<i>m</i>)
P	=	Daya turbin <i>output</i> (<i>Hp</i>)
P	=	Daya turbin (<i>Watt</i>)
ρ	=	Massa jenis air (kg/m^3)
Q	=	Debit air (m^3/s)
G	=	Gaya grafitasi (m/s^2)
H	=	<i>Head</i> efektif (<i>m</i>)
η	=	Efisiensi turbin
v_p	=	Kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (<i>m/s</i>)
f	=	Keofisien kerugian gesek
g	=	Percepatan grafitasi ($9,8 m/s^2$)
L_p	=	Panjang pipa (<i>m</i>)
D_p	=	Diameter dalam pipa (<i>m</i>)
Q	=	Debit (m^3/s)
A	=	Luas bagian penampang basah (m^2)
V	=	Kecepatan aliran rata pada luas bagian penampangbasah (<i>m/s</i>)

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu potensi sumber daya alam terbesar yang dimiliki oleh bangsa Indonesia adalah air. Disamping kegunaannya untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari kandungan energi yang dimiliki oleh air yang mengalir dari ketinggian tertentu juga bisa dimanfaatkan sebagai pembangkit energi mekanis. Salah satu contoh alat konversi energi air menjadi energi mekanik adalah turbin air, Energi mekanik pada turbin air dapat diubah menjadi energi listrik yang merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui.

Dalam kemajuan teknologi sekarang ini banyak dibuat peralatan-peralatan yang inovatif dan tepat guna. Salah satu contoh bidang teknik mesin terutama dalam bidang konversi energi dan pemanfaatan alam sebagai sumber energi. Diantaranya adalah pemanfaatan air yang bisa digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik. Alat tersebut adalah berupa turbin yang digerakkan oleh air yang disambungkan dengan generator. Dalam konvensionalnya pada zaman dahulu air juga dimanfaatkan untuk pembangkit listrik yaitu untuk menggerakkan generator pembangkit yang digunakan kincir air, tetapi sekarang ini kincir air sudah ditinggalkan dan digunakanlah turbin air. Dalam suatu sistem PLTA, turbin air merupakan salah satu peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk mengubah energi air menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini diubah menjadi energi listrik oleh generator.

Turbin Pelton merupakan turbin *impuls*, yaitu turbin yang digerakkan oleh energi kinetik air. Semprotan (jet) air berkecepatan tinggi mengenai *bucket runner*

dan setelah menggerakkan *runner* air pada kecepatan rendah, yang berarti sebagian energinya tidak di serap oleh *runner*. Tekanan air masuk dan keluar sudu adalah tekanan atmosfer. Turbin Pelton adalah merupakan contoh terbaik dari *turbin impuls*. Turbin tersebut dioperasikan oleh satu atau bisa dikatakan lebih jet (*Nozzle*) air yang masuk ke *center bucket* pada sekeliling parameter dari *runner*. Tenaga berasal dari gaya air dari tekanan tinggi yang menumbuk *bucket* sehingga dinamai turbin *impuls*.

Disini peneliti ingin melakukan *eksperimental* variasi jarak *nozzle* terhadap sudu turbin pelton, dengan variasi jarak *nozzle* yang digunakan peneliti yaitu 50 mm, 60 mm, 70 mm, dengan menggunakan *flowmeter*. Dengan adanya variasi jarak *nozzle* maka didapatkan rpm turbin dan efisiensi turbin yang maksimal, jadi setiap jarak *nozzle* maka laju putaran yang terjadi pada *runner* turbin juga akan berubah, hal ini disebabkan adanya perbedaan tekanan aliran air sehingga terjadi perbedaan kecepatan aliran air pada ujung *nozzle* yang menumbuk sudu turbin tersebut. Dengan pembahasan di atas, maka penulis membuat judul skripsi : “Optimasi Jarak *Nozzle* Terhadap *Bucket* Turbin Pelton Kapasitas 400 Watt”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

- a. Apakah ada pengaruh jarak *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air terhadap unjuk kerja turbin Pelton?
- b. Manakah jarak *nozzle* dan variasi bukaan katup pengatur debit air yang memiliki unjuk kerja turbin Pelton yang terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mendapatkan nilai torsi pada variasi jarak semprot nozzle unjuk kerja turbin pelton.
- b. Untuk menganalisa efisiensi pada variasi pengaruh jarak semprot nozzle pada unjuk kerja turbin pelton.

1.4 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis penelitian adalah sebagai berikut “

- a. Eksperimental variasi diameter *nozzle* terhadap putaran poros turbin Pelton
- b. Variasi diameter *nozzle* yang digunakan peneliti yaitu 8 mm, 10 mm, 12 mm
- c. Turbin Pelton yang digunakan memiliki pompa dengan *head* 42 m.
- d. Penelitian difokuskan untuk mendapatkan nilai unjuk kerja turbin Pelton.
- e. Jarak semprot *nozzle* dalam penelitian ini adalah 50 mm, 60 mm, 70 mm,

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah agar dapat mengetahui posisi dan jarak *nozzle* terhadap pergerakan sudu yang menentukan performa turbin Pelton dengan kapasitas 400 Watt.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Turbin Air

Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air dikembangkan pada abad ke-19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin *impuls* dan turbin reaksi.

2.2 Klasifikasi Turbin Air

Turbin air dapat diklasifikasikan berdasarkan penurunan tekanan, yaitu sebagai berikut :

1. Turbin *Impuls*

Turbin *impuls* adalah turbin air yang cara kerjanya merubah seluruh energi air (terdiri dari energi potensial, tekanan dan kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi kinetik. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada *nozzle*. Air yang keluar dari *nozzle* mempunyai kecepatan tinggi, lalu membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (*impulse*). Akibatnya, roda turbin akan berputar. Turbin *impuls* adalah turbin dengan tekanan sama, karena aliran air yang keluar dari *nozzle* tekanannya adalah

sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi dari tempat tinggi dan bertekanan, ketika masuk ke sudu maka jalanturbin akan dirubah menjadi energi kecepatan. Contoh : Turbin Pelton, Turbin Turgo, Turbin *Crossflow* dan Turbin *Screw*.

2. Turbin Pelton

Turbin Pelton disebut juga *turbin impuls* atau turbin tekanan rata atau turbin pancaran bebas. Hal ini dikarenakan tekanan air yang keluar dari *nozzle* sama dengan tekanan atmosfer. Dalam instalasi turbin ini, semua energi (*geodetik* dan tekanan) dirubah menjadi kecepatan yang keluar dari *nozzle*. Energi yang masuk ke dalam roda akan berjalan dalam bentuk energi kinetik. Ketika melewati roda turbin, energi kinetik tadi dikonversikan menjadi kerja poros dan sebagian kecil energi ada yang terlepas dan ada yang digunakan untuk melawan gesekan dengan permukaan sudu turbin.

Turbin Pelton biasanya berukuran besar seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 di bawah ini. Hal ini dapat dimaklumi karena turbin tersebut dioperasikan pada tekanan tinggihan perubahan momentum yang diterima oleh sudu-sudu turbin sangat besar, sehingga dengan sendirinya struktur turbin harus kuat. Pada turbin Pelton, semua energi tinggi dan tekanan ketika masuk ke sudu maka jalan turbin telah diubah menjadi energi kecepatan.



Gambar 2.1 Turbin Pelton

Turbin Pelton terdiri dari dua bagian utama yaitu *nozzle* dan roda jalan (*runner*). *Nozzle* mempunyai beberapa fungsi, yakni mengarahkan pancaran air ke sudu turbin, mengubah tekanan menjadi energi kinetik dan mengatur kapasitas kecepatan air yang masuk ke turbin.

Jarum yang terdapat pada *nozzle* berguna untuk mengatur kapasitas air dan mengarahkan konsentrasi air yang terpancar dari mulut *nozzle*. Panjang jarum sangat menentukan tingkat konsentrasi dari air, semakin panjang jarum *nozzle* maka air akan semakin terkonsentrasi untuk memancarkan ke sudu jalan turbin.

Roda jalan pada turbin berbentuk pelek (*rim*) dengan sejumlah sudu sekelilingnya. Pelek ini dihubungkan dengan poros dan seterusnya akan menggerakkan generator. Sudu turbin Pelton berbentuk elipsoidal atau disebut juga dengan *bucket* dan ditengahnya mempunyai pemisah air (*splitter*).

3. Turbin Turgo

Turbin Turgo seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 di bawah ini dapat beroperasi pada *head* 30 s/d 300 m. Seperti turbin Pelton, turbin Turgo merupakan turbin impuls, tetapi sudunya berbeda. Pancaran air dari *nozzle* membentur sudu pada 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 2.2 Turbin Turgo

4. Turbin *Crossflow*

Salah satu jenis turbin *impuls* ini juga dikenal dengan nama Turbin *Michell-Banki* seperti ditunjukkan pada gambar 2.3 di bawah ini yang merupakan penemunya. Selain itu juga disebut Turbin *Osberger* yang merupakan perusahaan yang memproduksi turbin *crossflow*. Turbin *crossflow* dapat dioperasikan pada debit 20 liter/sec hingga 10 m³/sec dan *head* antara 1 s/d 200 m.



Gambar 2.3 Turbin *Crossflow*

Turbin mengalirkan pemasukan air ke sudu turbin secara radial. Air dialirkan melewati sudu-sudu jalan yang membentuk silinder, pertama-tama air dari luar masuk ke dalam silinder sudu- sudu dan kemudian dari dalam ke luar. Jadi kerja roda jalan turbin ini adalah seperti turbin Pelton yaitu hanya sebagian sudu-sudu saja yang bekerja mebalikkan aliran air.

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

5. Turbin *Screw*

Turbin *screw* seperti ditunjukkan pada gambar 2.4 di bawah ini merupakan pembalikan dari fungsi pompa *screw*. Pompa *screw* sendiri ditemukan oleh seorang ilmuwan Yunani yaitu telah lebih dari 21 abad yang lalu dan sampai saat ini pompa ini masih dipakai. Pada awalnya *Archimedes* menciptakan pompa ini bertujuan untuk mengeluarkan air dari bagian dalam kapal. Kemudian *Archimedes* sendiri merancang ulang pompa ini untuk digunakan dalam menaikkan air dari sungai.



Gambar 2.4 Turbin Screw

6. Turbin Reaksi

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

7. Turbin Francis

Turbin *Francis* seperti ditunjukkan pada gambar 2.5 di bawah ini merupakan jenis turbin tekanan lebih. Sudunya terdiri atas sudu pengarah dan sudu

jalan, yang keduanya terendam dalam air. Perubahan energi terjadi seluruhnya dalam sudu pengarah dan sudu gerak, dengan mengalirkan air ke dalam sebuah terusan atau dilewatkan ke dalam dengan mengalirkan air ke dalam sebuah cincin yang berbentuk spiral atau rumah keong.



Gambar 2.5 Turbin *Francis*

8. Turbin *Kaplan*

Turbin air *Kaplan* merupakan salah satu jenis dari turbin reaksi. Turbin *Kaplan* tersusun dari *propeller* / sudu-sudu roda turbin seperti baling-baling kapal. Turbin *Kaplan* seperti ditunjukkan pada gambar 2.6 di bawah ini merupakan turbin tekanan yang spesial. Sudu jalan turbin *Kaplan* kemurniannya kecil dan pada saluran sudujalan belokannya kecil. Sudu jalan dan kedudukannya dapat diatur dan disesuaikan dengan tinggi jatuh air sehingga sesuai untuk pusat tenaga air pada aliran sungai. Sudu roda jalan turbin *Kaplan* mirip roda *propeller*, yang letak sudunya terpisah jauh satu sama lainnya.



Gambar 2.6 Turbin *Kaplan*

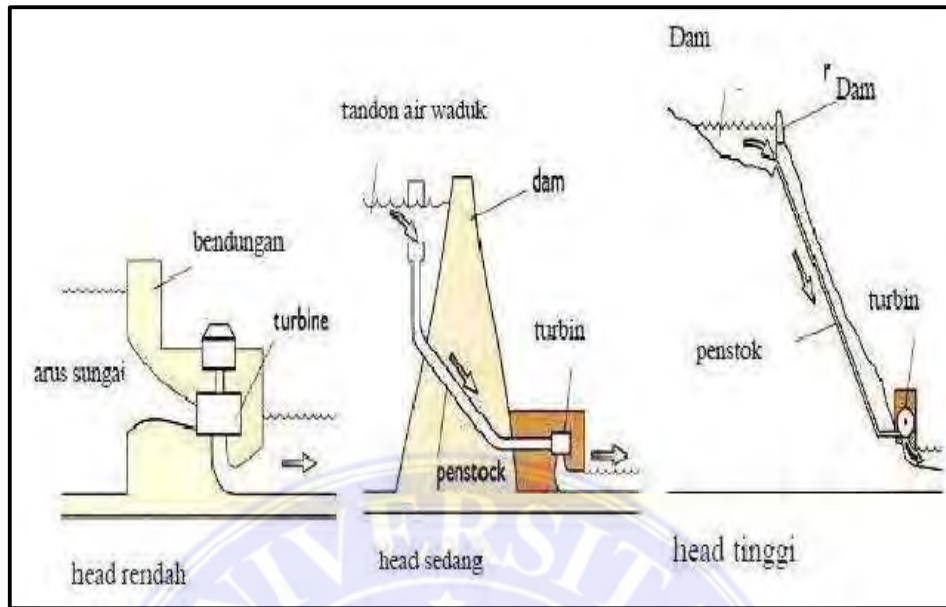
2.3 Kriteria Pemilihan Jenis Turbin

Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari jenis-jenis turbin, khususnya untuk suatu desain yang sangat spesifik. Faktor tinggi jatuhnya air efektif (*net head*) dan debit yang akan dimanfaatkan untuk operasi turbin merupakan faktor utama yang mempengaruhi pemilihan jenis turbin, sebagai contoh : turbin Pelton efektif untuk operasi pada tinggi jatuhnya air (*head*) tinggi, sementara turbin *propeller* sangat efektif beroperasi pada tinggi jatuhnya air (*head*) rendah. Faktor daya (*power*) yang diinginkan berkaitan dengan tinggi jatuhnya air (*head*) dan debit yang tersedia (Ismono, 1999).

Kecepatan (putaran) turbin yang akan ditransmisikan ke generator. Sebagai contoh untuk sistem transmisi *direct couple* antara generator dengan turbin pada *head* rendah, sebuah turbin reaksi (*propeller*) dapat mencapai putaran yang diinginkan, sementara turbin Pelton dan *crossflow* berputar sangat lambat (*low speed*) yang akan menyebabkan sistem tidak beroperasi. Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan masing-masing jenis turbin. Pada tahap awal, pemilihan jenis turbin dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi turbin.

Pada dasarnya daerah kerja operasi turbin menurut (Keller, 1975) dikelompokkan menjadi tiga yaitu sebagai berikut :

1. *Low head power plant*
2. *Medium head power plant*
3. *High head power plant*



Gambar 2.7 Tingkat *Head* Sumber Air (Vienna, 1981)

Pada tahap awal, pemilihan jenis turbin dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi turbin, yaitu sebagai berikut :

2.3.1 Berdasarkan Kecepatan Spesifik (N_s)

Kecepatan putaran turbin yang akan ditransmisikan ke generator. Sebagai contoh untuk sistem transmisi *direct couple* antara generator dengan turbin pada *head* rendah, sebuah turbin reaksi (*propeller*) dapat mencapai putaran yang diinginkan, sementara turbin Pelton dan *crossflow* berputar sangat lambat (*low speed*) yang akan menyebabkan sistem tidak beroperasi.

Dalam menentukan putaran spesifik ini dilakukan dengan cara trial and error dengan menggabungkan beberapa rumus terkait. Hubungan antara kecepatan turbin dan kecepatan spesifik turbin ditentukan dengan persamaan berikut:

$$N_s = (N \sqrt{P} / H^{3/4}) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

N_s = Kecepatan spesifik turbin (*rpm*)

N = Kecepatan putaran turbin (*rpm*)

H_{efs} = Tinggi jatuh efektif (*m*)

P = Daya turbin *output* (*Hp*)

Output turbin ditentukan dengan persamaan berikut :

$$P = \rho \times Q \times g \times H \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P = Daya turbin (*Watt*)

ρ = Massa jenis air (kg/m^3)

Q = Debit air (m^3/s)

G = Gaya grafitasi (m/s^2)

H = *Head* efektif (*m*)

η = Efisiensi turbin

Kecepatan spesifik setiap turbin memiliki kisaran (*range*) tertentu berdasarkan data eksperimen. Setiap turbin air memiliki nilai kecepatan spesifik masing-masing. Tabel 2.1 menjelaskan batasan kecepatan spesifik untuk beberapa turbin konvensional.

Tabel 2.1 Kecepatan Spesifik Turbin Konvensional

No.	Jenis Turbin	Kecepatan Spesifik
1.	<i>Pelton dan Kincir Air</i>	$10 \leq N_s \leq 35$
2.	<i>Francis</i>	$60 \leq N_s \leq 300$
3.	<i>Cross-Flow</i>	$40 \leq N_s \leq 200$
4.	<i>Kaplan dan Propeller</i>	$250 \leq N_s \leq 1000$

(Sumber: Penche, C, 1998)

Dengan mengetahui kecepatan spesifik turbin maka perencanaan dan

pemilihan jenis turbin akan menjadi lebih mudah. Dengan mengetahui besaran kecepatan spesifik maka dimensi dasar turbin dapat diestimasi (diperkirakan).

2.3.2 Berdasarkan *Head* dan Debit

Dalam pemilihan jenis turbin, hal spesifik yang perlu diperhatikan antara lain menentukan tinggi *head* bersihnya dan besar debit airnya. Faktor yang mempengaruhi kehilangan tinggi pada saluran air adalah besarpemampang saluran air, besar kemiringan saluran air dan besar luas penampang pipa pesat (Arismunandar dkk, 2004).

Berikut adalah pengertian tentang *head* dan debit :

1. *Head* Bersih (*Net Head*)

Head bersih adalah selisih antara *head* ketinggian kotor dengan *head* kerugian di dalam sistem pemipaan pembangkit listrik tenaga *mikrohydro* tersebut. *Head* kotor (*gross head*) adalah jarak *vertical* antara permukaan air sumber dengan ketinggian air keluar saluran turbin (*tail race*) untuk turbin reaksi dan keluar *nozzle* untuk turbin impuls. *Head* kerugian di dalam sistem pemipaan yaitu berupa *head* kerugian di dalam pipa dan *head* kerugian pada kelengkapan perpipaan seperti sambungan, katup, percabangan, *difuser* dan sebagainya.

Head kerugian aliran di dalam pipa (*Major Losses*) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (Fox dan Mc Donald, 1995).

$$h_f = f(L_p V_p^2) / D_p 2g \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

v_p = Kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (*m/s*)

f = Keofisien kerugian gesek

g = Percepatan grafitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

L_p = Panjang pipa (m)

D_p = Diameter dalam pipa (m)

2. Kapasitas Aliran (Debit)

Debit aliran adalah volume air yang mengalir dalam satuan waktu tertentu.

Debit air adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air. Pengukurannya dilakukan tiap hari, atau dengan pengertian lain yaitu debit atau aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/s). Prinsip pelaksanaan pengukuran debit adalah mengukur luas penampang basah, kecepatan aliran dan tinggi muka air tersebut.

Debit dapat dihitung dengan persamaan berikut (Penche, C, 1998) :

$$Q = A.V \text{ (} m^3/s \text{)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

Q = Debit (m^3/s)

A = Luas bagian penampang basah (m^2)

V = Kecepatan aliran rata pada luas bagian penampang basah (m/s)

2.4 Cara Kerja Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan suatu alat yang merubah energi kinetik dan energi potensial dari air menjadi energi gerak rotasi pada poros turbin (energi mekanis). Turbin Pelton dipakai untuk tinggi air jatuh yang besar. Aliran air dalam pipa akan keluar dengan kecepatan tinggi. Tinggi air jatuh (H) dihitung dari permukaan air di atas sampai ke tengah-tengah pancaran air.

Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Dimaksudkan supaya bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya-gaya samping. Tidak semua sudu menerima pancaran air, hanya sebagian saja secara bergantian tergantung posisi sudu tersebut. Jumlah *nozzle* pada turbin Pelton tergantung pada kapasitas air. Air yang keluar melalui *nozzle* dirubah menjadi energi kinetik dan pancaran air yang tinggi dan akan diterima sudu. Maka energi akan dipindah dari air ke *bucket* sehingga *runner* berputar.

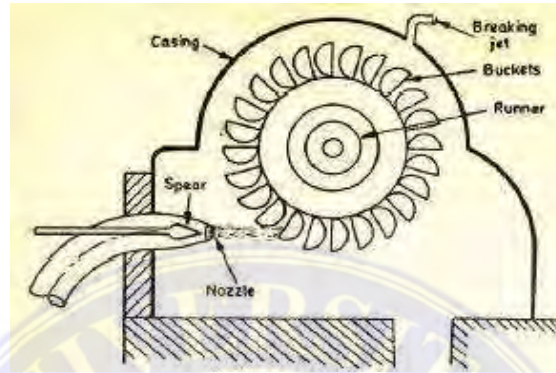
Untuk turbin Pelton dengan daya yang kecil bisa diatur dengan hanya menggeserkan kedudukan jarum sudu. Tekanan statis dari tinggi air jatuh menghasilkan tekanan dinamis yang bekerja di aliran air berupa energi kecepatan. Bila aliran air ini dihentikan secara tiba-tiba maka energi kecepatan ini berubah menjadi energi tumbukan. Untuk menghindari tekanan tumbukan kerjanya jarum *nozzle* dibantu dengan perlengkapan yang disebut dengan pembelok pancaran. Pada saat beban turbin berkurang dengan tiba-tiba, pembelok pancaran berayun kemuka jarum *nozzle* lebih dulu, sehingga arah pancaran air dari *nozzle* ke sudu jalan menjadi berbelok. Kemudian baru jarum *nozzle* bergeser memperkecil penampang keluar *nozzle*. Pembelok pancaran akan tetap berada di pinggir pancaran air.

2.5 Bagian Utama Turbin Pelton

Pada dasarnya turbin Pelton terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: *runner*, *nozzle* dan rumah turbin. Turbin Pelton juga dilengkapi oleh transmisi, bantalan dan bagian kelistrikan.

1. *Runner*

Runner turbin Pelton pada dasarnya terdiri atas piringan dan sejumlah mangkok atau *bucket* yang terpasang di sekelilingnya. Piringan terpasang pada poros dengan sambungan pasak dan *stopper*.



Gambar 2.8 *Runner*

2. *Bucket*

Bucket Pelton atau biasa disebut sudu, berbentuk dua buah mangkok. *Bucket* berfungsi membagi pancaran menjadi dua bagian. Gaya pada *bucket* berasal dari pancaran air yang keluar dari *nozzle*, yang dibalikkan setelah membentur sudu. Kemudian arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum, gaya inilah yang disebut gaya impuls.

3. 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.

4. Piringan

Piringan atau biasa di sebut *disk*, adalah bagian dari *runner*. Bahan *disk* yang baik digunakan adalah bahan yang kuat dan diusahakanseringan mungkin. Piringan berfungsi sebagai tempat *bucket* dipasang.

5. *Nozzle*

Nozzle merupakan bagian dari turbin yang sangat penting, yang berfungsi sebagai pemancar aliran air untuk mengalirkan air ke arah sudu-sudu turbin. Air yang keluar dari *nozzle* yang mempunyai kecepatan tinggi akan membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu, arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum. Secara umum, *nozzle* adalah komponen mekanis yang berbentuk saluran dan memiliki luas penampang bervariasi. Kecepatan fluida yang mengalir melalui *nozzle* ini bisa digunakan sementara sesuai dengan tekanannya. Fluida yang mengalir melalui *nozzel* akan lebih cepat namun tekanan yang dihasilkan bisa saja turun.



Gambar 2.9 *Nozzle*

6. Rumah Turbin

Rumah turbin berfungsi sebagai tempat *nozzle* terpasang, serta berfungsi membelokkan air agar keluar secara teratur. Rumah turbin juga berfungsi untuk melindungi *runner* dari gangguan luar contohnya kotoran dan cuaca.

7. *Pulley*

Pulley adalah penerus putaran dari poros turbin ke poros selanjutnya (generator). *Pulley* juga dapat berfungsi untuk menaikkan putaran. *Pulley* biasa

disebut transmisi sabuk. Sabuk terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium.

8. Bantalan

Bantalan merupakan bagian penting dari turbin. Bantalan berfungsi sebagai penopang dari poros turbin. Putaran dari poros turbin dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros bekerja dengan baik.

9. Kelistrikan

Turbin Pelton *mikrohidro* dapat digunakan untuk menggerakkan generator listrik. Untuk itu perlu adanya komponen tambahan yang disebut generator. Generator berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Generator arus bolak-balik sering disebut juga sebagai *alternator*, generator *AC (alternating current)* atau generator sinkron. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator.

Alternator menghasilkan listrik dengan prinsip yang sama pada generator DC, yakni adanya arus pengumpan yang disebut arus eksitasi saat terjadi medan magnet disekitar kumparan. Dari alternator dapat diukur arus (*I*) dan tegangan keluaran (*V*) yang kemudian digunakan untuk menentukan besarnya daya yang dihasilkan. Generator memiliki tiga bagian yang penting, yaitu sebagai berikut :

a. Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar yang menjadi satu dengan poros alternator yang terdapat magnet permanen atau lilitan induksi magnet. Pada rotor terdapat bagian yang berfungsi sebagai kutub magnet yang terletak pada sisi luar dari lilitan. Rotor ditumpu oleh dua buah *bearing*, pada bagian depannya terdapat *pulley*. Rotor berfungsi menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke stator.

b. Stator

Stator adalah bagian yang statis pada alternator yang berupa inti besi yang dibungkus dengan kawat tembaga. Bagian ini berupa lilitan yang berfungsi untuk menghasilkan arus bolak-balik (AC).

c. Dioda

Dioda mengkonversi arus bolak-balik yang dihasilkan oleh pasangan rotor dan stator menjadi arus searah.

2.6 Rumus-rumus Yang Digunakan

Adapun rumus-rumus yang digunakan pada perancangan turbin Pelton ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Daya yang Dihasilkan Turbin

Dari kapasitas air dan tinggi air jatuh dapat diperoleh daya yang dihasilkan turbin yaitu sebagai berikut (*Dietzel*, 1996, hal. 2) :

$$P = \rho \cdot g \cdot V \cdot \eta_T \dots\dots\dots (2.5)$$

- Dengan :
- P = Daya yang dihasilkan turbin (W)
 - ρ = Massa jenis air (kg/m³)
 - g = Percepatan gravitasi (m/s²)
 - V = Debit air (m³/s)

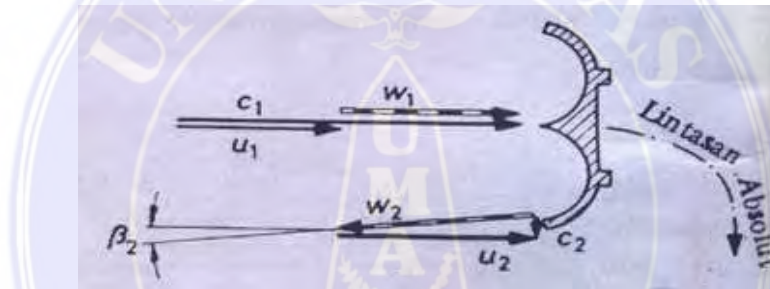
H = Tinggi air jatuh (m)

η_T = Randemen turbin

2. Perhitungan Pancar Air

Pada turbin tekanan sama (turbin *impuls*) agar mendapatkan randemen yang baik harus mempunyai hubungan antara kecepatan pancar air (c_1) dan kecepatan tangensial (u).

Berikut bagan kecepatan turbin Pelton terdapat pada Gambar 2.10. pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.10 Bagan Kecepatan Turbin Pelton

$$\text{Kecepatan pancar air } (c_1) = \sqrt{2 g H} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\text{Kecepatan tangensial } (u) = c_1 / 2 \dots \dots \dots (2.7)$$

3. Perhitungan Nozzle

Menghitung luas permukaan pancaran air (A)

$$A = v / c_1 \dots \dots \dots (2.8)$$

Sehingga diameter pancar air (d)

$$d = 0,15 \sqrt{v / \sqrt{H}} \dots \dots \dots (2.9)$$

4. Perhitungan Dimensi Turbin

a. Kecepatan Spesifik (n_q)

Kecepatan spesifik merupakan suatu besaran yang penting dalam

perencanaan turbin, karena digunakan untuk memilih kecepatan putar turbin. Kecepatan spesifik (n_q) untuk satu *nozzle* dapat dicari dengan rumus sebagai berikut

$$n_q = n \sqrt{v} / H^{0,75} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

n = Kecepatan putar turbin (rpm)

V = Kapasitas aliran (m³/s)

H = Tinggi jatuh air (m)

b. Diameter Roda Rata-rata (D)

Setelah menentukan kecepatan spesifik didapatkan kecepatan putar turbin. Diameter roda rata-rata dapat ditentukan sebagai berikut:

$$D = 60 u / \pi n \dots\dots\dots(2.11)$$

5. Perbandingan D/d

Dari perhitungan diameter roda rata-rata (D) dan diameter pancar air (d) didapatkan perbandingan D/d. D/d perhitungan dibandingkan D/d pada grafik sehingga dapat diketahui apakah perbandingan D/d memenuhi syarat atau tidak.

Dari perbandingan D/d tersebut makajumlah sudu (z) dapat ditentukan.

6. Perhitungan Dimensi Sudu

Panjang sudu dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$r = 0,38. r \dots\dots\dots(2.12)$$

Lebar sudu dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$r = 0,34. r \dots\dots\dots(2.13)$$

Tinggi sudu dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$r = 0,12. r \dots\dots\dots(2.14)$$

7. Perhitungan Poros

Parameter yang digunakan dalam perhitungan poros adalah sebagaiberikut:

P_d = Daya yang ditransmisikan (kW)

f_c = Faktor koreksi

n = Putaran poros (rpm)

$P_d = f_c \times P$ (kW)

T = Momen puntir (kg.m)

τ_a = Tegangan geser yang terjadi (N/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik bahan (kg/mm²)

Sf_1 dan Sf_2 = Faktor keamanan

C_b = Faktor C_b nilainya 1,2 sampai 2,3

Jika diperkirakan tidak terjadi pembebanan lentur maka $C_b = 1$

K_t = Faktor K_t dipilih 1,0 jika beban dikenakan secara halus. 1,0 – 1,5

jika dikenakan sedikit beban kejutan atau tumbukan, dan 1,5 – 3,0

jika bebankejutan atau tumbukan besar.

d_s = Diameter minimal poros (mm)

Faktor-faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan (f_c) dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Faktor-faktor Koreksi Daya

Daya yang akan ditransmisikan	F_c
Daya rata - rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normala	1,0 - 1,5

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot P_d/n \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 - Sf_2) \dots\dots\dots (2.16)$$

$$ds = \{5,1 \cdot Kt \cdot Cb \cdot T\}^3 / ca \dots \dots \dots (2.17)$$



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Tempat pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini direncanakan mulai dari awal bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Maret 2024, seperti terlihat pada tabel ini:

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

Aktifitas	2023 -2024															
	Bulan Des				Bulan Jan				Bulan Feb				Bulan Mar			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■	■	■	■												
Penulisan Proposal			■	■	■	■	■	■								
Seminar Proposal					■	■	■	■								
Proses Penelitian									■	■	■	■				
Pengolahan Data													■	■	■	■
Penyelesaian Laporan																
Seminar Hasil																
Evaluasi dan																
Persiapan Sidang																
Sidang Sarjana																

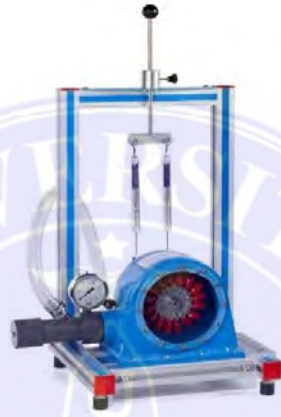
3.2 Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah turbin Pelton skala laboratorium.

3.2.1 Alat

a. *Experimental Set Up* Turbin Pelton

Turbin Pelton adalah sebuah alat yang berputar yang mengambil energi kinetik dari arus air.



Gambar 3.1 *Experimental Set Up* Turbin Pelton

b. Pompa

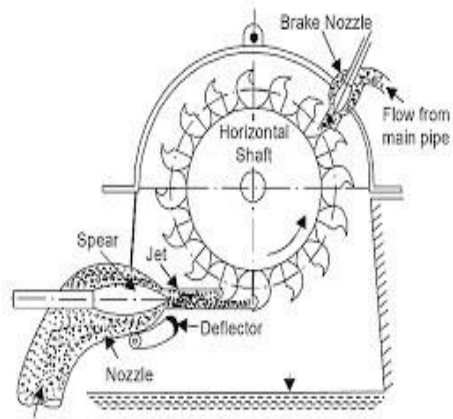
Pompa berfungsi sebagai alat untuk mengalirkan fluida pada penelitian ini.



Gambar 3.2 Pompa

c. *Nozzle*

Nozzle berfungsi sebagai alat pengarah air kesudu-sudu turbin dan juga berfungsi sebagai alat merubah energi potensial air menjadi energi kinetik.



Gambar 3.3 *Nozzle* Pada Turin Pelton

d. Katup Pengatur Debit Air

Katup pengatur debit ait berfungsi sebagai alat untukmengatur debit air dan tekanan air yang akan keluar dari *nozzle*.



Gambar 3.4 Katup Pengatur Debit Air

e. *Rotameter*

Rotameter sebagai alat untuk mengukur debit aliran air.



Gambar 3.5 *Rotameter*

f. *Tachometer*

Tachometer adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran poros turbin (rpm)



Gambar 3.6 *Tachometer*

g. *Manometer*

Manometer berfungsi sebagai alat ukur menentukan tekanan air.



Gambar 3.7 *Manometer*

h. *Stopwatch*

Stopwatch ini digunakan untuk menentukan lama waktu yang digunakan selama pengujian.



Gambar 3.8 *Stopwatch*

i. *Multimeter*

Multimeter berfungsi sebagai alat untuk mengukur tegangan listrik dan arus.



Gambar 3.9 *Multimeter*

3.2.2 Bahan

Sesuai dengan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, untuk turbin Pelton maka bahan yang digunakan yaitu air.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini secara metode penelitian yang digunakan dapat dijabarkan sebagai berikut:

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika pada analisis pengaruh jarak *nozzle* terhadap *bucket* turbin Pelton adalah sebagai berikut:

- a. Studi literatur
- b. Observasi ke perangkat turbin Pelton.
- c. Melakukan perhitungan termasuk efisiensi turbin
- d. Menganalisa hasil pengujian
- e. Menarik kesimpulan

3.3.2 Parameter Pengukuran

Parameter yang diukur dalam analisis pengaruh jarak *nozzle* terhadap *bucket* turbin Pelton adalah sebagai berikut:

- a. Debit air (m^3/s)
- b. Head air (m)
- c. Torsi (Nm)
- d. Putaran (rpm)
- e. Pembukaan katup (%)

3.4 Populasi Dan Sampel

Persiapan yang dilakukan yaitu:

- a. Mempersiapkan alat uji yang akan digunakan serta peralatan- peralatan pendukung dalam pengujian.
- b. Memeriksa alat uji dan peralatan-peralatan dalam kondisi berfungsi dengan baik, agar saat pengujian didapatkan hasil yang optimal dan tanpa kendala.
- c. Mengukur jarak *nozzle* dengan turbin memiliki jarak 50 mm, 60 mm, 70 mm dan 90 mm.

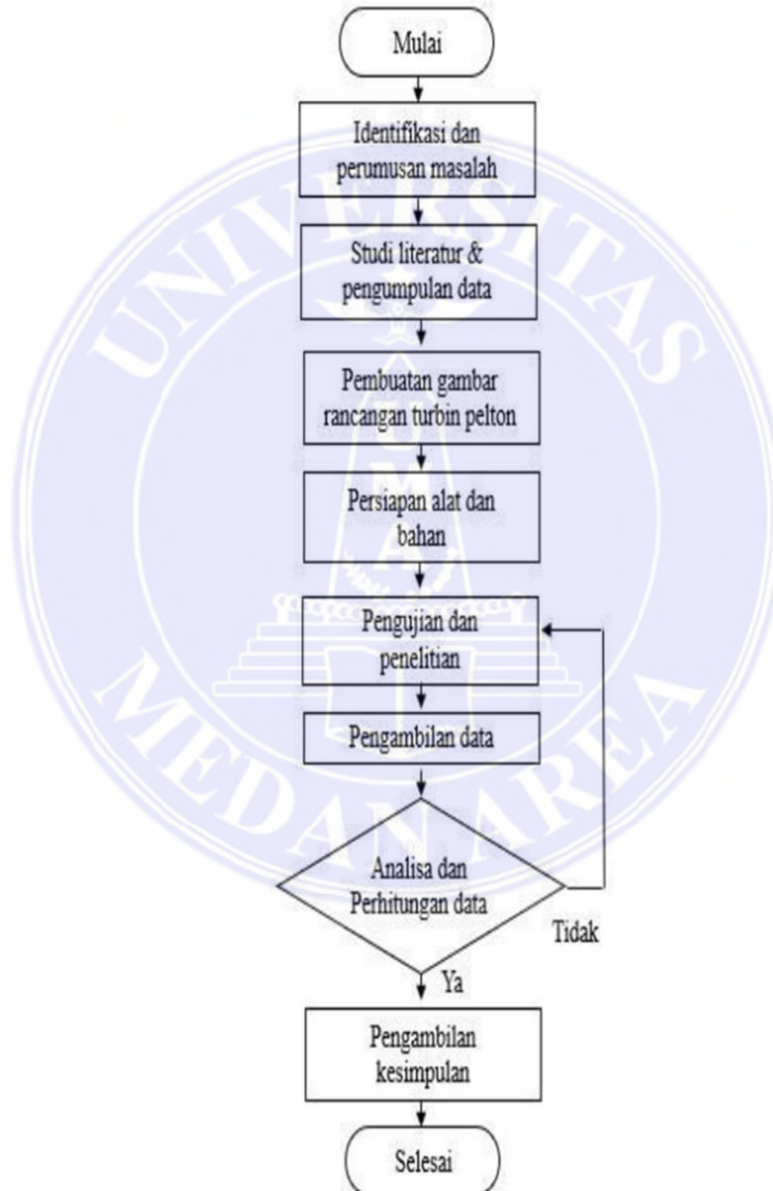
3.5 Prosedur Kerja

Langkah – langkah dalam pengujian ini dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Menghidupkan pompa *jet pump* sebagai mengalirkan *fluida*.
- b. Lakukan pengujian jarak semprot dan varisasi katup pengatur debitair yang telah ditentukan.
- c. Pengambilan data selama kurun waktu 60 detik.

- d. Melakukan pencatatan hasil pengukuran secara benar.
- e. Melakukan pengolahan data yang selanjutnya untuk diambil kesimpulan.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.10 Diagram Alir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan tentang Kajian Performa Turbin Pelton Kapasitas 400Watt terhadap Variasi Kemiringan Bucket dapat disimpulkan:

1. Pada penelitian ini terdapat beberapa jarak semprot nozzle yaitu 50 mm, 60 mm, 70 mm yang masing – masing memiliki bukaan katup 90° dan 180°, terdapat jarak yang terbaik yang memiliki nilai torsi sebesar 2,44 Nm pada jarak semprot nozzle 50 mm di bukaan katup 180°.
2. Pengaruh jarak semprot mempengaruhi efisiensi yang didapat dari hasil penelitian ini pada masing-masing variasi jarak nozzle turbin pelton, pada jarak semprot nozzle 50 mm di bukaan katup 180° menghasilkan efisiensi yang signifikan yaitu 87,75%.

5.2. Saran

1. Untuk penelitian dengan analisa langsung sebaiknya dilakukan secara tim dan solid agar masing-masing lingkup bahasan dapat saling melengkapi menjadi satu kesatuan penelitian terhadap turbin pelton yang telah dibangun.
2. Data penelitian yang didapatkan akan menjadi lebih baik dan terpercaya apabila alat record data yang dihasilkan, dipasang pada masing-masing alat pembaca variabel pada turbin pelton tersebut. Sehingga pencatatan setiap 10 menit sekali yang dilakukan pada penelitian ini tidak perlu lagi dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, w. (2019). Prinsip Kerja dan Komponen-komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Cimahi: Universitas Jendral Achmad Yani.
- [Irawan, D. (2017). Prototype Turbin Pelton Sebagai Energi Alternatif Mikrohidro : Universitas Muhammadiyah Metro.
- Kurniawan, y. (2017). Pengaruh Jarak dan Posisi Nozzle Terhadap Daya Turbin Pelton. Jakarta Selatan: Universitas Pancasila.
- Mulyadi. (2016). Pengaruh Jarak Semprot Nozzle Terhadap Putaran Poros Turbin dan Daya Listrik Yang Dihasilkan Pada Prototype Turbin Pelton. Malang : Universitas Islam Malang.
- Rahmat. (2014). Analisa Turbin Pelton Berskala Mikro Pada Pembuatan Instalasi Uji Laboratorium. Depok: Universitas Gunadarma.
- Saputra, (2019). Rancang Bangun Turbin Pelton Skala Lab Untuk Praktek Mahasiswa. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Saputra,. (2020). Pengaruh Jumlah Sudu Pada Prototype Pltmh dengan Menggunakan Turbin Pelton Terhadap Efisiensi Yang Dihasilkan. Bali: Universitas Udayana.
- Simamora. (2010). Perancangan Alat Uji Prestasi Turbin Pelton. Rokan Hulu: Universitas Pasir Pangaraian.
- Sinaga, (2018). Pembuatan Prototype Turbin Pelton. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Siregar, (2018). Analisa Numerik Sudut Sudu Masuk dan Keluar Turbin Pelton Terhadap Efisiensi Turbin. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Yusuf, (2019). Analisa Pengaruh Variasi Tekanan dan Jarak Semprot Nozzle Terhadap Daya Output Pada Instalasi Turbin Pelton. Kendari: Universitas Halu Oleo.