

**ANALISIS KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO TURBIN WHIRLPOOL DENGAN
MENGUNAKAN 6 SUDU**

SKRIPSI

OLEH:

**MUHAMMAD FIRHAN HAFANI LUBIS
178130013**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/6/22

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 (repository.uma.ac.id)13/6/22

**ANALISIS KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
MIKRO HIDRO TURBIN WHIRLPOOL DENGAN
MENGUNAKAN 6 SUDU**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana di Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH:
MUHAMMAD FIRHAN HAFANI LUBIS
NPM. 178130013

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

**MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Whirlpool Dengan Menggunakan 6 Sudu
Nama : Muhammad Firhan Hafani Lubis
NPM : 178130013
Bidang Keahlian : Konversi Energi
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN

Disetujui Oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing II

Pembimbing I

(Muhammad Idris, ST., MT)

(Indra Hermawan, ST., MT)

NIDN : 0106058104

NIDN : 0114048001

Diketahui Oleh :

Dekan

Ka. Prodi Teknik Mesin

(Rahmatul Syah S.Kom, M.Kom)

(Muhammad Idris, ST., MT)

NIDN : 0105058804

NIDN : 0106058104

Tanggal Lulus : 02 Februari 2022

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 dari hasil karya orang lain telah dituliskan secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika dalam penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademi yang saya peroleh dan sanksi lainnya apabila dikemudian hari ditemukan unsur plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Februari 2022

Hormat saya,



(MUHAMMAD FIRHAN HAFANI LUBIS)
(178130013)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUHAMMAD FIRHAN HAFANI LUBIS
NPM : 178130013
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*non-exclusisive Royalti-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“ANALISIS KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO
HIDRO TURBIN WHIRLPOOL DENGAN MENGGUNAKAN 6 SUDU”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti, noneklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, Februari 2022
Yang menyatakan :



(Muhammad Firhan Hafani Lubis)
(178130096)

ABSTRAK

Meningkatnya populasi manusia di zaman sekarang serta pertumbuhan ekonomi yang sangat pesat didunia terkhususnya di Indonesia, maka kebutuhan akan sumber energi listrik sangat dibutuhkan untuk keperluan sehari-hari. Salah satu energi alternatif yang berpotensi dimanfaatkan di Indonesia adalah energi air. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 100 kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi, Ada beberapa jenis turbin yang bisa diaplikasikan pada PLTMH, salah satunya adalah turbin whirlpool, Pada skripsi ini membahas tentang Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Whirlpool Dengan Menggunakan 6 Sudu. Sudu merupakan bagian dari turbin yang berfungsi menerima energi kinetik dari air dan berubah nya menjadi energi gerak(mekanik), Pada penelitian ini jumlah sudu yang digunakan yaitu model sudu turbin sirip dengan jumlah 6 buah sudu. Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan menggunakan 6 sudu. Pada penelitian ini dilakukan dalam lima percobaan dengan menggunakan debit yang sama pada setiap percobaan sehingga mendapatkan hasil berupa daya generator terbesar yaitu 11,12 watt, dengan nilai torsi 0,077 Nm, daya turbin terbesar yaitu 0,717 watt, Kecepatan spesifik tertinggi yaitu 00,05 rpm, Efisiensi turbin tertinggi yaitu 5,09%

Kata kunci : Kinerja Turbin whirlpool, PLTMH, Sudu

ABSTRACT

The increasing human population today and the very rapid economic growth in the world, especially in Indonesia, makes the need for electrical energy sources that are needed for daily needs. One alternative energy that may be utilized in Indonesia is air energy. Micro hydro power plant (MHPP) is a small satellite power plant (less than 100 kW), which utilizes air power (flow) as an energy source. There are several types of turbines that can be applied to MHP, one of which is a whirlpool turbine. This article discusses the Performance of a Whirlpool Micro Hydro Turbine Power Plant Using 6 Blades. The blades are part of the turbine that works to receive kinetic energy from the air and convert it into motion (mechanical) energy. In this study, the number of blades used is the fin turbine blade model with a total of 6 blades. The main purpose of this research is to analyze the micro hydro power generation using 6 blades. This study was carried out in five experiments using the same discharge in each experiment so as to get the results in the form of the largest power generator that is 11.12 watts, with a torque value of 0.077 Nm, the largest power turbine is 0.717 watts, the highest specific speed is 00.05 rpm, The highest turbine efficiency is 5.09%

Keywords: whirlpool turbine performance, PLTMH, blades

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Muhammad Firhan Hafani Lubis, dilahirkan di Kota Medan , Kecamatan Medan Tembung, Provinsi Sumatera Utara, tanggal 28 Maret 1999 dan Ayah bernama Hasan Sakbani Lubis dan Fitri Eka Arbaini, penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar pada tahun 2013 di SD Yayasan Pendidikan Putri Ayu Bakrie (YPPAB), Provinsi Jambi, dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2015 di SMP NEGERI 4 Kecamatan Tebing Tinggi, Jambi, dan juga penulis menyelesaikan sekolah menengah atas di SMAS YPMM pada tahun 2017 kecamatan Tebing Tinggi, Provinsi Jambi. Pada Tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin dan Selesai Pada Tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan berupa kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penelitian ini merupakan Tugas Akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area.

Dalam Penulisan dan penelitian skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moril dan material dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng. MSc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom . Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom. Selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Muhammad Idris, ST, MT. selaku ketua Prodi Teknik Mesin.
5. Dosen pembimbing I yaitu Bapak Indra Hermawan, ST, MT. dan Dosen pembimbing II yaitu Bapak Muhammad Idris, ST, MT.
6. Orang tua dan teman-teman yang senantiasa mendukung penulis.
7. Bapak dan Ibu Dosen, serta pegawai di Universitas Medan Area.
8. Para staf-staf karyawan tersebut terimakasih telah membantu penulis selama penulisan skripsi ini.

Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 8 April 2021



Penulis

Muhammad Firhan Hafani Lubis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN BUKU SKRIPSI	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Mikrohidro.....	5
B. Turbin Air	5
1. Definisi Turbin Air.....	5
2. Jenis-Jenis Turbin Air.....	6
C. Turbin Whirlpool	11
1. Cara Kerja Turbin Whirlpool	11
2. Komponen Komponen Turbin	12
D. Karakteristik Turbin Air	15
1. Debit air (Q).....	15

2. Daya air (Pa)	16
3. Daya turbin (Pt)	16
5. Torsi (T).....	17
6. Efisiensi (η_t).....	18
7. Kecepatan spesifik	18
8. Generator Listrik.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
A. Tempat dan Waktu Penelitian	19
B. Alat dan Bahan	20
1. Alat penelitian.....	20
2. Bahan Penelitian	23
C. Prosedur Penelitian.....	25
D. Alur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Hasil Penelitian.....	28
B. Pembahasan	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Turbin Pelton Dengan Banyak Nozzel.....	7
Gambar 2. 2. Turbin Turgo	8
Gambar 2. 3. Turbin Crossflow.....	8
Gambar 2. 4. Runner Turbin Francis	9
Gambar 2. 5. Turbin Kaplan	10
Gambar 2. 6. Turbin whirlpool	12
Gambar 2. 7. Aliran Laminar	14
Gambar 2. 8. Aliran Transisi	15
Gambar 2. 9. Aliran Turbulent.....	15
Gambar 2. 10. Skema Uji Torsi	17
Gambar 2. 11. Generator Listrik	18
Gambar 3. 1. Tachometer.....	20
Gambar 3. 2. Meteran atau Meter ukur	21
Gambar 3. 3. Stopwatch.....	21
Gambar 3. 4. Multitester	22
Gambar 3. 5. Timbangan Tangan Digital	23
Gambar 3. 6. Mesin Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	23
Gambar 3. 7. Sudu Turbin whirlpool	24
Gambar 3. 8. Rancangan Desain Sudu Turbin Whirlpool	24
Gambar 3. 9. Pengisian air di bak reservoir	25
Gambar 3. 10. Talang air.....	26
Gambar 3. 11. Pengukuran Tegangan dan Arus listrik	26
Gambar 3. 12. Pengukuran Menggunakan Thacometer.....	26
Gambar 3. 13. Pengukuran Torsi	26

Gambar 3. 14 Flow Chart.....	27
Gambar 4. 1. Perbandingan Percobaan Daya Generator.....	32
Gambar 4. 2. Perbandingan Percobaan Terhadap Torsi.....	32
Gambar 4. 3. Perbandingan Percobaan Terhadap Daya Turbin.....	33
Gambar 4. 4. Perbandingan Percobaan Terhadap Efisiensi Turbin.....	34
Gambar 4. 5. Perbandingan Percobaan Terhadap Kecepatan Spesifik	34



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian	19
Tabel 3. 2. Tabel Spesifikasi turbin whirlpool.....	25
Tabel 4. 1. Tabel Pengujian.....	28
Tabel 4. 2. Hasil Penelitian	31
Tabel 4. 3. Uji Normalitas.....	35



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan populasi manusia saat ini dan perkembangan moneter yang sangat pesat di muka bumi, khususnya di Indonesia, menyiratkan jika kebutuhan bakal sumber tenaga listrik diperlukan buat kebutuhan tiap hari. Kebutuhan tenaga listrik yang dimanfaatkan oleh daerah belum sesuai dengan aksesibilitas yang dilakukan oleh PT. PLN. Selanjutnya, pemadaman listrik tak jarang terjadi di wilayah- daerah di Indonesia. Meskipun masih banyak wilayah di Indonesia yang masyarakat miskinnya memiliki pilihan untuk memperoleh listrik untuk kebutuhan setiap harinya.

Salah satu energi elektif yang mungkin di gunakan di indonesia ialah energi air. Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga dan Sumber Daya Mineral (2006). Potensi air yang berada di wilayah indonesia yang bisa dimanfaatkan menjadi tenaga listrik mencapai 75670 MW, sedang kan yang hanya bisa di manfaatkan sekitar 4200 MW atau kurang lebih 5,55% yang hanya bisa termanfaatkan [1].

Air, turbin, serta generator adalah bagian mendasar dari PLTMH .Dari bagian-bagian itu, turbin ialah bagian yang berpengaruh mengubah energi. Ada berbagai macam turbin yang dapat diterapkan pada PLTMH, salah satunya adalah turbin pusaran air (*whrilpool*) .[2]

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja turbin whirpool, misalnya, ketinggian tetesan air (head), kecepatan aliran, dan jumlah sudu. Sudu bagian

penting untuk turbin yang mampu mendapatkan energi motor dari air serta mengubahnya menjadi energi gerakan rotasi (mekanik) pada poros penggerak, aliran air mengenai sisi tepi sudu yang membuat turbin berputar, dan ada adalah kekuatan yang berfungsi. Bagian utama dalam penelitian ini adalah bagian tepi yang layak yang merupakan pengembangan bagian dengan bentuk dan segmen melintang tertentu. sudu adalah bagian penting dari turbin.[3]

Sudu adalah bagian turbin yang mampu mengubah gerakan Pancaran air menjadi gerakan rotasi atau bidang air yang masuk ke turbin dan mengenai ujung tombak roda turbin karena adanya cairan yang berfungsi (air, angin, uap , dan sebagainya) energi dinamis menjadi energi mekanik yang menggerakkannya atau mengubah energi yang diharapkan menjadi energi motor. Keadaan ujung tombak turbin sesuai dengan fungsi cairan yang menggerakkannya dengan aspek sesuai kebutuhan untuk menggerakkan roda turbin [4].

Berdasarkan peneliti sebelumnya, yang telah menganalisis turbin whirpool mendapatkan hasil berupa data yang terlihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 penelitian sebelumnya

Percobaan	Torsi (Nm)	Daya turbin (watt)	Daya air (watt)
Sudu 8	10,06572	1,03288761	30,411
Sudu 6	7,60858	0,2654549	18,2466

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul:

“Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin whirlpool Dengan Menggunakan 6 Sudu”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Whirlpool dengan menggunakan 6 sudu ?
2. Berapa besar daya Listrik yang dihasil kan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan menggunakan 6 sudu?

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka batasan permasalahan yang akan diteliti dalam skripsi ini adalah :

1. Turbin yang digunakan adalah jenis turbin whirlpool.
2. Jumlah bilah sudu yang digunakan adalah 6 bilah.
3. Jenis sudu yang digunakan adalah jenis sudu turbin sirip.
4. Percobaan dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan debit yang sama

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

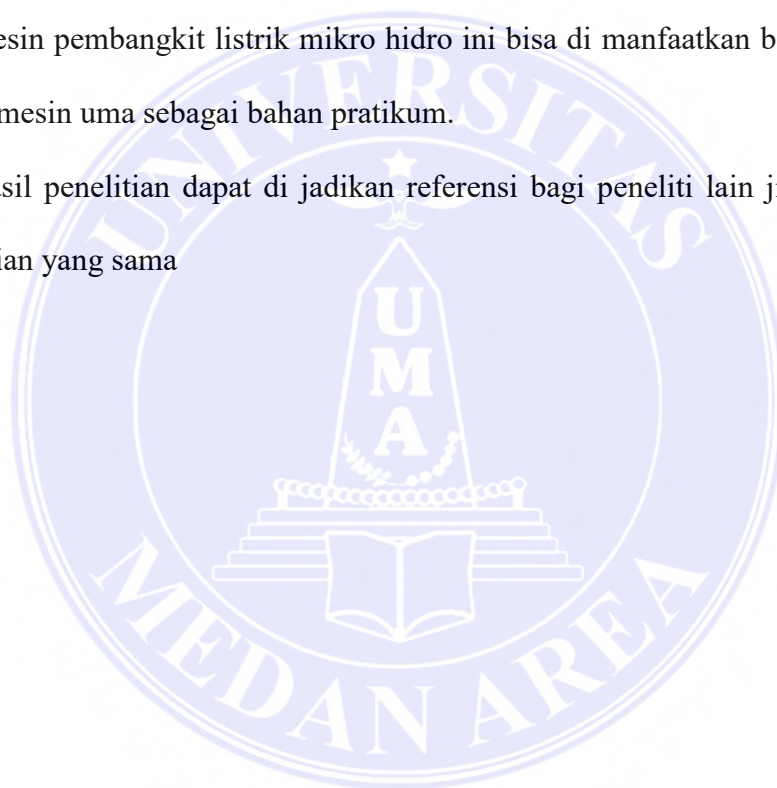
1. Menganalisis kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Turbin Whirlpool dengan 6 sudu
2. Menganalisis daya Listrik yang dihasilkan kan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

3. Melakukan Uji Normalitas untuk mengetahui apakah data yang di peroleh dalam lima percobaan terdistribusi normal atau tidak

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian dapat menambah ilmu dan pengetahuan tentang turbin khususnya turbin whirlpool.
2. Mesin pembangkit listrik mikro hidro ini bisa di manfaatkan bagi mahasiswa teknik mesin uma sebagai bahan praktikum.
3. Hasil penelitian dapat di jadikan referensi bagi peneliti lain jika melakukan penelitian yang sama



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikrohidro

Mikrohidro atau yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 100 kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak disebut clean energy karena ramah lingkungan. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu dan memiliki debit yang sesuai akan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik [6]. Adapun beberapa Parameter yang berkaitan dengan kinerja PLTMH yang meliputi perhitungan : Debit air, Putaran Turbin, Tegangan Generator, Arus Generator, Daya Generator, Torsi, Efisiensi.[7]

B. Turbin Air

1. Definisi Turbin Air

Sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida pada umumnya disebut turbin. Turbin air adalah turbin yang cara kerjanya menggunakan fluida

kerja air. Air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Dalam proses aliran di dalam pipa energi potensial berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Di dalam turbin, energi kinetik air diubah menjadi energi mekanis, di mana air memutar roda turbin [8].

Adapun fungsi turbin adalah mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Pada umumnya turbin air berbentuk seperti kincir angin yaitu dengan menggantikan angin untuk mendorong baling baling digantikan dengan air untuk menggerakkan turbin. Kemudian putaran turbin ini dihubungkan ke generator. Turbin air yang biasanya terdapat pada PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) untuk mengubah air lalu dikonversikan menjadi energi listrik kemudian dialirkan ke rumah masyarakat [9].

Prinsip dari kerja turbin air ialah mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Aliran air yang mempunyai energi potensial akan dialirkan ke sudu sudu turbin oleh nozle. Putaran dari sudu-sudu tersebut akan mengakibatkan poros turbin ikut bergerak dan kemudian putaran poros turbin akan diteruskan ke generator listrik untuk diubah menjadi energi listrik.

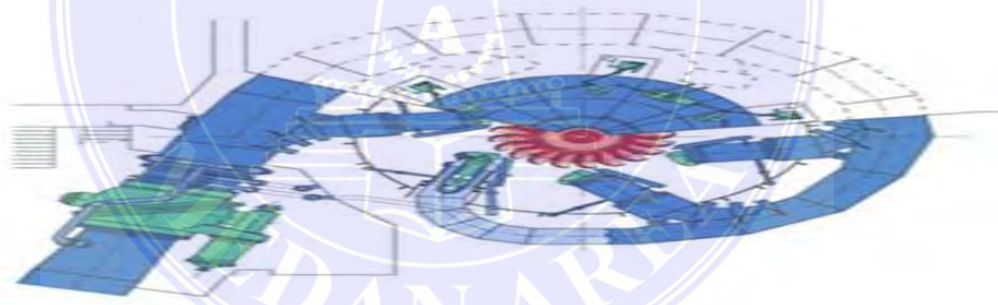
2. Jenis-Jenis Turbin Air

a. Turbin Impuls

Turbin impuls disebut juga dengan turbin air tekanan sama karena tekanan air yang keluar dari nozel tekanannya sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Sehingga energi tempat dan energi tekanan yang dimiliki oleh aliran air dirubah semuanya menjadi energi kecepatan. Adapun contoh dari turbin impuls antara lain turbin pelton, turbin crossflow dan lain-lain. Berikut adalah jenis jenis turbin impuls diantaranya adalah

1) Turbin Pelton

Turbin pelton termasuk salah satu jenis turbin air yang paling efisien. Turbin pelton terdiri dari satu set sudu yang diputar oleh pancaran air yang di semprotkan satu atau lebih alat yang disebut nozzle. Sudu pada turbin. Sudu pada turbin pelton dibentuk menjadi 2 bagian yang simetris sehingga pancaran air akan mengenai tengah – tengah sudu kemudiandan pancaran air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehinga bisa membalikkan pancaran air dengan baik dan membebaskan sudu dari gaya-gaya samping. Sistem penyemprotan air nya dibagi lewat beberapa nozzle untuk turbin dengan daya yang besar. Turbin Pelton untuk pembangkit skala besar membutuhkan head lebih kurang 150 m tetapi untuk skala mikro head 20 m sudah mencukupi. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2. 1. Turbin pelton dengan banyak nozzle

2). Turbin Turgo

Turbin turgo sama seperti turbin pelton termasuk dari turbin impuls namun dengan sudu berbeda, Pancaran air dari nozzele membentur sudu pada sudut 20°. Dalam hal kecepatan putaran turbin turgo lebih besar dari pada turbin pelton. Akibat nya dimungkinkan transmisi langsung dari turbin ke generator sehingga

menaikkan efisiensi total sekaligus menurunkan biaya perawatan. Untuk gambar turbin Turgo dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2. 2. Turbin Turgo

3). Turbin Crossflow

Turbin crossflow dikenal juga dengan sebutan turbin *Michell-Banki* yang merupakan nama dari penemu nya. Selain itu turbin ini disebut juga turbin *osberger* merupakan perusahaan yang memproduksi turbin crossflow. Seperti yang ditunjukkan gambar 2.3 Turbin crossflow dapat dioperasikan pada debit 20 liter/sec hingga 10 m³/sec dan head antara 1 s/d 200 m. Turbin crossflow menggunakan nozzle persegi panjang yang lebarnya sesuai dengan lebar runner.



Gambar 2. 3. Turbin Crossflow

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) kemudian meninggalkan turbin. Turbin crossflow sangat baik digunakan sebagai pusat tenaga air kecil dengan daya kurang lebih dari 750 kw. Pembuatan dan pemasangan konstruksi sangat sederhana, dan biaya pembuatan murah

b. Turbin Reaksi

Turbin reaksi disebut juga dengan turbin tekanan lebih karena tekanan air sebelum masuk roda turbin lebih besar dari pada tekanan air saat keluar roda turbin.

Secara umum dapat dikatakan bahwa aliran air yang masuk ke roda turbin mempunyai energi penuh, kemudian energi ini dipakai sebagian untuk menggerakkan roda turbin dan sebagian lagi dipergunakan untuk mengeluarkan air ke saluran pembuangan. Jenis turbin reaksi yang sering digunakan antara lain, turbin francis, turbin propeler atau kaplan.

Turbin yang termasuk dalam jenis turbin reaksi antara lain.

1). Turbin Francis

Pada gambar 2.4 merupakan salah satu jenis turbin reaksi yaitu turbin francis. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian keluar.

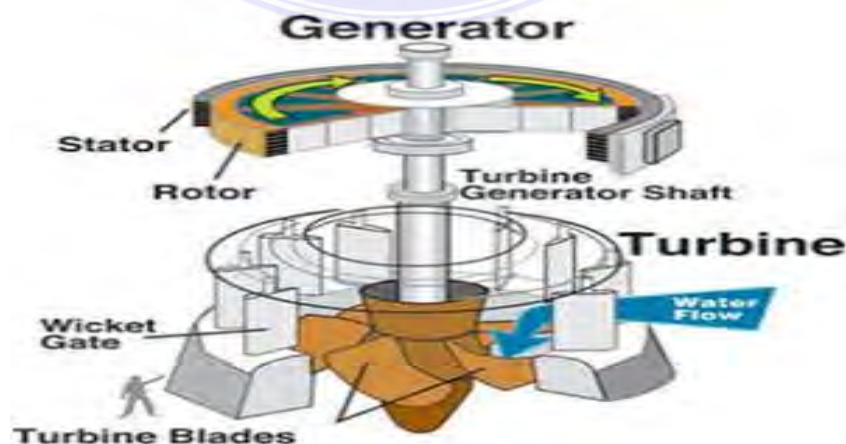


Gambar 2. 4. Runner Turbin Francis

Turbin francis menggunakan sudu pengarah, sudu pengarah mengarahkan air secara tangensial. Sudu pengarah pada turbin francis dapat menjadi sudu tetap ataupun sudu yang dapat diatur sudutnya. Pada berbagai kondisi aliran air penggunaan sudu pengarah yang dapat diatur merupakan pilihan yang tepat

2). Turbin Kaplan

Turbin Kaplan dan propeller merupakan turbin rekasi aliran aksial. Turbin ini tersusun dari propeller seperti pada perahu. Propeller tersebut biasanya mempunyai tiga hingga enam sudu. Turbin ini mempunyai roda jalan yang miring dengan baling-baling pesawat terbang, roda jalan pada kaplan berfungsi untuk mendapatkan gaya F yaitu gaya putar yang dapat menghasilkan torsi pada poros turbin. Berbeda dengan roda jalan pada francis, sudu-sudu pada roda jalan kaplan dapat diputar posisinya untuk menyesuaikan kondisi beban turbin. Pada instalasi pembangkit listrik tenaga air sungai kebanyakan menggunakan turbin jenis Kaplan dikarenakan turbin air ini mempunyai kelebihan dapat menyesuaikan head yang berubah-ubah sepanjang tahun. Turbin Kaplan dapat beroperasi dengan kecepatan tinggi sehingga ukuran roda dapat dikopel secara langsung ke generator seperti yang ditunjukkan gambar 2.5



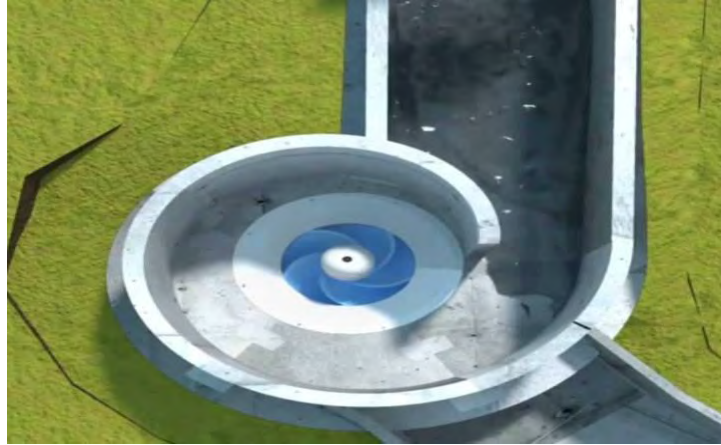
Gambar 2. 5. Turbin Kaplan

C. Turbin Whirlpool

Turbin whirlpool hanya memiliki satu komponen yang bergerak, sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama serta biaya perawatan yang mahal. Menurut turbulent, bak beton dapan bertahan lama hingga ratusan tahun dan turbin nya pun tidak mengganggu kehidupan ikan ikan yang ada di sungai. Turbulent menyatakan seiring perjalanan waktu, pembangkit listrik air dengan menggunakan bendungan dan turbin dengan bertekanan tinggi dengan tujuan sebagai sumber energi yang sudah semakin berkurang akan berkelanjutan kembali. selain itu ada juga sudu yang berfungsi sebagai daya yang bekerja, oleh karena itu sudu merupakan bagian yang sangat penting pada turbin [5].

1. Cara Kerja Turbin Whirlpool

Cara kerja turbin whirlpool yang ditunjukkan gambar 2.6 yaitu dengan memanfaatkan jeram kecil atau air terjun untuk mendapatkan energi. Kemudian di dekat sumber air di buat sebuah bak dan saluran air kecil dengan kontruksi sebuah beton. Generator dan impeller di masukkan kedalam bak, lalu dinding sungai di buka sedikit supaya sebagian air dapat masuk ke dalam nya. Sehingga membuat turbin berputar. Putaran turbin ini menghasilkan energi yang tanpa batas sepanjang aliran nya tetap mengalir.



Gambar 2. 6. Turbin whirlpool

2. Komponen Komponen Turbin

Pada dasarnya turbin memiliki beberapa komponen utama diantaranya sebagai berikut menurut.

a. Stator

Pada turbin stator terbagi menjadi dua bagian yaitu casing dan sudu diam/ tetap (fixed blade)

1) Casing

Suatu wadah yang berbentuk menyerupai sebuah tabung dimana rotor ditempatkan disebut casing. Pada bagian luar casing dipasang bantalan yang berfungsi untuk menyangga rotor.

2). Sudu

Pada roda turbin terdapat sudu, yaitu suatu konstruksi lempengan dengan bentuk dan penampang tertentu, air sebagai fluida kerja mengalir melalui ruangan diantara sudu tersebut, dengan demikian roda turbin akan dapat berputar dan pada sudu akan ada gaya yang bekerja. Gaya tersebut akan terjadi karena ada perubahan momentum dari fluida kerja air yang mengalir diantara sudu-sudunya. Sudu hendaknya dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadi perubahan momentum

pada fluida kerja air tersebut[8] .Sudu merupakan bagian dari turbin yang berfungsi menerima energi kinetik dari air dan merubah nya menjadi energi gerak(mekanik) putar pada poros penggerak. semakin banyak jumlah sudu maka unjuk kerja dari turbin kinetik akan meningkat. Bertambah panjangnya sudu dan besar debit aliran pada saluran turbin akan meningkatkan unjuk kerja turbin kinetik peningkatan unjuk kerja turbin terjadi karena adanya penambahan massa aliran yang menumbuk sudu turbin sehingga gaya tangensial yang dihasilkan meningkat dan gaya tangensial tersebut mempengaruhi torsi, daya dan efisiensi turbin kinetik [10]'

b. Rotor

Rotor merupakan bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari poros, sudu gerak dan bantalan.

1) Poros

Berbentuk silinder panjang yang solid (pejal) ataupun berongga (hollow)

2) Sudu Gerak

Sudu yang dipasang mengelilingi rotor membentuk suatu piringan

3) Bantalan

Bantalan berfungsi sebaagai penyangga rotor sehingga rotor dapat stabil/lurus pada posisi nya didalam casing dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas, selain bermanfaat bantalan juga menimbulkan kerugian mekanik karena gesekan.

E. Aliran fluida

Fluida adalah zat yang dapat mengalir bisa berupa cairan atau gas Pemakaian mekanika kepada medium kontinyu, baik benda padat maupun

fluida adalah didasari pada hukum gerak newton yang digabungkan dengan hukum gaya yang sesuai [11]. Aliran dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu :

1. Aliran Laminer

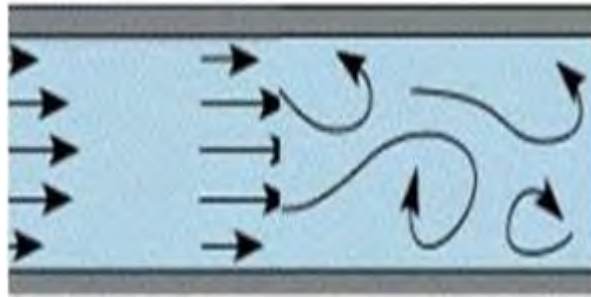
Adalah aliran fluida yang ditunjukkan dengan gerak partikel-partikel fluidanya sejajar dengan garis-garis arusnya. Dalam aliran laminer, partikel-partikel fluida seolah-olah bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus dan lancar, dengan satu lapisan meluncur satu arah pada lapisan yang bersebelahan. Sifat kekentalan zat cair berperan penting dalam pembentukan aliran laminer. Aliran laminer bersifat steady maksudnya alirannya tetap. Hal ini menunjukkan bahwa di seluruh aliran air, debit alirannya tetap atau kecepatan alirannya tidak berubah menurut waktu.



Gambar 2. 7. Aliran Laminar

2. Aliran Transisi

Aliran Transisi adalah dimana kondisi partikel fluida berada pada peralihan dari kondisi seragam menuju kondisi acak, pada kondisi nyatanya kondisi seperti ini sangat sulit terjadi



Gambar 2. 8. Aliran Transisi

3. Aliran Turbulen

Kecepatan aliran yang relatif besar akan menghasilkan aliran yang tidak laminar melainkan kompleks, lintasan gerak partikel saling tidak teratur antara satu dengan yang lain. Sehingga didapatkan ciri dari aliran turbulen yaitu tidak adanya keteraturan dalam lintasan fluidanya, aliran banyak bercampur, kecepatan fluida tinggi, panjang skala aliran besar dan viskositasnya rendah.



Gambar 2. 9. Aliran Turbulent

D. Karakteristik Turbin Air

1. Debit air (Q)

Debit air adalah besaran yang menyatakan banyaknya air yang mengalir selama satu waktu yang melewati suatu penampang luas [12]. Untuk menghitung nilai debit air, dapat digunakan persamaan sebagai berikut

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

Dimana :

V : volume tabung (m³/s)

t : waktu (s)

2. Daya air (Pa)

Daya hidrolis adalah daya yang dihasilkan oleh air yang mengalir dari suatu ketinggian [12]. Daya air dapat diketahui dengan mempergunakan persamaan (2.2)

$$P_a = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

ρ = massa jenis air (kg/m³)

Q = debit air (m³/s)

H = jatuh air (m)

G = gravitasi (m/s²)

3. Daya turbin (Pt)

Sedangkan untuk mengetahui daya turbin yang direncanakan dapat dihitung dengan melakukan persamaan (2.3)

$$P_t = T \cdot \omega \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

T = Torsi (N.m)

ω = kecepatan keliling turbin

4. Kecepatan keliling turbin

Kecepatan keliling turbin atau dikenal dengan kecepatan sudut dapat diperoleh dengan persamaan (2.4)

$$\omega = 2.\pi.n 60.....(2.4)$$

Dimana :

ω = Kecepatan keliling turbin atau kecepatan sudut

n = kecepatan putaran (rpm)

5. Torsi (T)

Momen gaya (torsi) adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi

Untuk menghitung torsi dapat menggunakan persamaan berikut[13]:

$$T = F.r(2.5)$$

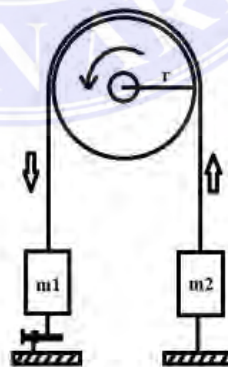
Dimana :

T : Momen torsi (N.m)

F : Gaya pada poros = $F=(m_2-m_1)g$

$m_1 m_2$ = Pembebanan (kg) g = Gravitasi (9,8 m/s²)

r : jari jari poros (m)



Gambar 2. 10. Skema uji torsi

6. Efisiensi (η_t)

Untuk menentukan efisiensi turbin whirlpool dilakukan perbandingan antara input dan output[14]. Maka ditentukan dengan persamaan :

$$\eta_t = \frac{p_{out}}{p_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.6)$$

7. Kecepatan spesifik

Kecepatan spesifik (N_s) adalah kecepatan putar turbin yang menghasilkan daya sebesar satu satuan daya pada tinggi terjun (H_{netto}) satu satuan panjang

$$N_s = \frac{n\sqrt{P}}{H^{5/4}} \dots\dots\dots(2.7)$$

P = daya (kw)

H = tinggi terjun netto/efektif (m)

n = putaran spesifik turbin (rpm)

8. Generator Listrik

Generator merupakan komponen pembangkit listrik mikro hidro yang berfungsi sebagai penukar energi mekanik berupa putaran poros turbin menjadi energi listrik. Prinsip dasar generator menerapkan hukum Faraday yang menyatakan bahwa, jika ada perubahan garis gaya magnet pada sebuah kumparan kawat, maka akan menimbulkan gaya gerak listrik (GGL)[15].



Gambar 2. 11. Generator Listrik

Untuk mengetahui daya yang dihasilkan generator dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$P_g = V \cdot I \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

P_g : daya (watt)

V : tegangan listrik (volt)

I : arus (ampere)



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah di peroleh dari setiap pengujian maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Daya generator terbesar terdapat pada pengujian pertama dan ke tiga dengan dimana mendapatkan hasil yaitu 4,56 watt , nilai torsi tertinggi yang didapat sebesar 0,077 Nm, nilai daya turbin tertinggi yg didapat sebesar 0,717 watt, nilai efisiensi turbin tertinggi yg didapat sebesar 32,34 %, nilai kecepatan spesifik terbesar yang di dapat sebesar 472,34 rpm.
2. Daya listrik yang dihasilkan dapat dilihat pada daya generator dimana daya yang di hasilkan mendapatkan nilai sebesar 4,42 watt
3. Data yang di peroleh dari hasil pengujian dapat dikatakan normal

B. Saran

Setelah melakukan percobaan langsung di lapangan saran yang dapat di berikan jika penelitian ini ingin dikembangkan lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan kecepatan pusaran air yang sempurna bentuk rumah turbin dirubah agar ketika menggunakan debit yang lebih besar air tidak meluap pada sarang turbin
2. Kemiring jalur waterway dapat dirubah agar mendapatkan tekanan air yang lebih ketika air menabrak sudu turbin
3. Pompa yang digunakan lebih besar agar mesin PLTMH ini dapat berjalan secara continue atau terus menerus

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Syarif, Y. Bow, and M. F. Taufik, "Analisis Kinerja Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Kaplan Sumberdaya Head Potensial," *J. Kinet.*, vol. 9, no. 01, pp. 33–40, 2018.
- [2] M. Program, S. Teknik, F. Teknik, U. Udayana, J. Raya, and K. Unud, "PENGARUH JUMLAH SUDU PADA PROTOTYPE PLTMH," vol. 7, no. 4, pp. 161–172, 2020.
- [3] Z. Zulfikar, P. Harahap, and H. A. Laksono, "Analisa Perbandingan Pengaruh Variasi Jumlah Sudu 4 Dan 8 Pada Turbin Angin Savonius Terhadap Tegangan Dan Arus Generator Dc," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.30596/rele.v2i1.3646.
- [4] M. A. Sahbana and S. K. Anam, "Pengaruh Jenis Sudu terhadap Daya dan Efisiensi Turbin Air Kinetik Poros Horizontal," *Proton*, vol. 10, no. 2, pp. 20–24, 2018.
- [5] J. R. Material and M. Energi, "FT-UMSU FT-UMSU," vol. 3, no. 2, pp. 103–111, 2020.
- [6] S. T. Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 407–422, 2018, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/127987/analisis-pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro-pltmh-studi-kasus-sungai-air-anak>.
- [7] I. Muslihin, "Rancang Bangun Prototype Alat," *Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 9–13, 2018.
- [8] R. Q. Irawan Hery, Syamsuri, "Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Bukaannya Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter Hery Irawan1, Syamsuri 2, Rahmad Q3," *J. Has. Penelit. LPPM Untag Surabaya Januari*, vol. 03, no. 01, pp. 27–31, 2018.
- [9] M. M. Ilham, . "Program Studi Teknik Mesin Fakultas," vol. 01, no. 03, pp. 4–15, 2017.
- [10] R. Soenoko, "Pengaruh Lebar sudut Mangkok Terhadap Unjuk Kerja Turbin Kinetik," *POLITEKNOLOGI* vol. 18, no. 3, pp. 315–322, 2019.
- [11] A. P. Panjang *et al.*, "Analisa Pengaruh Panjang Dan Bentuk Geometri Lunas Bilga Terhadap Arah Dan Kecepatan Aliran (Wake) Pada Kapal Ikan Tradisional (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan)," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 4, no. 4, pp. 345–352, 2016.
- [12] I. G. W. Putra, A. I. Weking, and L. Jasa, "Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 385, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i03.p13.
- [13] M. Yahya, T. Sukmadi, and B. Winardi, "Perencanaan modul pronny brake untuk penentuan karakteristik mekanik (torsion terhadap kecepatan) dan efisiensi motor induksi 3 fasa," *Depaetemen Tek. Elektro, Univ. Diponegoro, Semarang.*, vol. vol 5, p. 421, 2016.

- [14] J. T. Mesin, S. Tinggi, and T. Nasional, "PENGARUH PITCH SUDU TERHADAP," vol. 02, no. 2, pp. 111–122, 2017.
- [15] P. Studi, T. Mesin, D. Itn, J. L. Raya, K. Km, and T. Madu, "SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK TERBARUKAN M . Shofiyul Qolbi , Aladin Eko Purkuncoro," 2019.
- [16] NURYADI, TUTUT DEWI ASTUTI, ENDANG SRI UTAMI, and MARTINUS BUDIANTARA, *Dasar-Dasar Statistika Penelitian*. 2017.
- [17] D. S. Wibawa and A. Lutfy, "Studi Perencanaan Turbin Air PLTMH di Sungai Cilaki," vol. 10, no. November, 2020.

