

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA TURBIN
VORTEX BERBASIS GRAVITASI DENGAN
SUDU AXIAL

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional
Yogyakarta



Diajukan oleh :

Enggar Ali Pamungkas

210016102

Teknik Mesin-S1

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
2021

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA TURBIN *VORTEX*
BERBASIS GRAVITASI DENGAN TIPE SUDU *AXIAL***

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mengambil Tugas Akhir II Pada
Program Studi Teknik Mesin S1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Disusun Oleh :

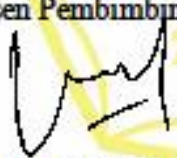
NAMA : ENGGAR ALI PAMUNGKAS
NIM : 210016102
PRODI : TEKNIK MESIN S1

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Yogyakarta, 25 Januari 2020

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Eka Yawara, M.T.

NIK : 1973 0129


Didit Setvo Pamuji, ST., M.Eng.

NIK : 1973 0343

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Ir. Wartono, M.Eng

NIP : 19621115994031001

HALAMAN PENGESAHAN

Dipertahankan didepan Dewan Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin
S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta dan diterima guna memenuhi
persyaratan untuk Mencapai Drajat Sarjana Teknik

Pada Hari : Kamis
Tanggal : 4 Februari 2021
Waktu : 11.00 WIB s.d selesai
Tempat : Ruang A18, ITNY Babarsari Catur
Tunggal Depok Sleman

Disahkan Oleh :

1. Ketua Penguji
Ir. Eka Yawara, M.T
2. Anggota Penguji
Didit Setyo Pamuji, ST., M.Eng.
3. Anggota Penguji
Ir. Harianto M.T

Tanda Tangan



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Industri ITNY



Dr. Daru Sugati, S.T., M.T.
NIK. 1973 0125

Menyetujui,
Ka. Prodi Teknik Mesin



Ir. Wartono, M.Eng.
NIP. 196211151994031001



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

SOAL TUGAS AKHIR

Nomor : 18/ITNY/Prodi.TM-S1/TGA/IX/2020

Nama Mahasiswa : ENGGAR ALI PAMUNGKAS
Nomor Mahasiswa : 210016102
Soal : Studi *Eksperimental* Kinerja Turbin *Vortex* Berbasis
Gravitasi dengan Sudu *Axial*

Yogyakarta, 30 Oktober 2020

Dosen Pembimbing I

Ir. Eka Yawara, M.T

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang tertulis sebagai bahan acuan dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka skripsi ini.



Yogyakarta, 4 Februari 2021



ENGGAR ALL P
210016102

HALAMAN PESEMBAHAN

Sujud syukurku kusembahkan kepadaMu ya Allah, Tuhan Yang Maha Agung dan Maha Tinggi. Atas segala rahmat dan juga kesempatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir skripsi saya dengan segala kekurangannya. Segala syukur kuucapkan kepadaMu Ya Rabb, karena sudah menghadirkan orang-orang berarti disekeliling saya. Yang selalu memberikan semangat dan do'a, sehingga skripsi saya ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa bangga dan kerendahan hati, kupersembahkan karya kecil "Tugas Akhir" ini kepada :

1. **Allah SWT**, atas rahmat dan karunia-Nya lah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar dan tepat pada waktunya.
2. **Rasulullah SAW** sebagai suri tauladan panutan umat hingga akhir zaman.
3. Kepada orang tua saya yang sangat saya cintai yaitu Ayah saya. dan Ibu saya yang telah merawat, mendidik, mendukung, dan tak hentinya mendo'akan saya selama ini.
4. **Dosen Teknik Mesin ITNY** yang telah mengajarkan dan menurunkan ilmunya.
5. Seluruh saudara anggota **SPEDEER TEAM** yang telah memberikan inspirasi maupun motivasi serta support yang begitu banyak.
6. Seluruh teman-teman Team **RISET TURBIN VORTEX** yang ikut berpartisipasi dalam berjalannya proyek Tugas Akhir ini.
7. **HMTM ITNY** yang telah memberikan segudang pengalaman dalam hal birokrasi dan bersosialisasi.

MOTTO

“Menyesali nasib tidak akan mengubah keadaan. Terus berkarya dan bekerja yang membuat kita berharga” – KH. Abdurrahman Wahid.

“Perdamaian tanpa keadilan adalah ilusi”
– KH. Abdurrahman Wahid.

“Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh engkau akan jatuh diantara bintang” – Ir. Soekarno.

“Bebek berjalan berbondong-bondong, akan tetapi burung elang terbang sendirian” – Ir. Soekarno

“Tuhan telah memasang tangga di hadapan kita, kita harus mendakinya setahap demi setahap” – Jalaluddin Rumi

“Janganlah memandang kepada siapa yang bicara, tetapi perhatikanlah apa yang ia bicarakan” – Ali bin Abi Thalib

“Seberat apapun rintangan, jalani jangan dihindari”

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir I dengan judul “Studi *Experimental* Kinerja Turbin *Vortex* Berbasis *Gravitasi* dengan Sudu *Axial*”.

Penulisan Tugas Akhir ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY).

Dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi kesehatan, kemudahan dan kelancaran dalam berlangsungnya kehidupan saya serta mengabulkan setiap do'a-do'a saya.
2. Orang tua saya yang selalu memberikan nasehat dan semangat, yang telah bekerja pagi, siang, dan malam untuk membiayai kuliah dan kebutuhan hidup saya, serta do'a yang tiada henti untuk saya.
3. Dr. Ir. H. Ircham, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Ir. Wartono, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
5. Ir. Eka yawara. M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
6. Didit Setyo Pambuji, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II.

7. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Terutama temen-temen saya yang sudah banyak membantu, Speeder Team, HMTM, Team Vortex dan lain-lainnya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir yang telah terselesaikan ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat lebih disempurnakan lagi di kemudian hari.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat dijadikan referensi bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin ITNY dan bagi yang memerlukan pada umumnya.

Yogyakarta, 30 Oktober 2020

Penulis
ENGGAR ALI.P

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN SOAL	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PESEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Aliran Saluran Terbuka	6
2.2.2 Turbin Air	7
2.2.3 Klasifikasi Turbin Air	10
2.3 <i>Vortex</i>	13
2.4 Turbin <i>Vortex</i>	14
2.5 Cara Kerja Turbin <i>Vortex</i>	14
2.6 Klasifikasi <i>Vortex</i>	15
2.7 Perhitungan Turbin <i>Vortex</i>	17

2.7.1	Pengukuran Debit	17
2.7.2	Pengukuran Torsi	17
2.7.3	Daya Aktual.....	18
2.7.4	Daya Potensi.....	18
2.7.5	Effisiensi.....	18
BAB III	METODELOGI PENELITIAN.....	20
3.1	Diagram Alir	20
3.2	Lokasi Penelitian	21
3.3	Peralatan dan Bahan.....	21
3.3.1	Peralatan Penelitian	21
3.3.2	Bahan Penelitian.....	21
3.3.3	Peralatan dan Perangkat Pendukung	22
3.4	Perancangan	22
3.4.1	Perancangan Sudu Vortex	23
3.4.2	Perancang Perangkat Keras	24
3.4.3	Skema Rangkaian Alat Pengujian.....	27
3.5	Parameter Penelitian.....	28
3.6	Langkah-Langkah Pengujian Alat.....	28
3.6.1	Kalibrasi Alat Ukur	28
3.6.2	Langkah-Langkah Pengambilan Data	29
3.6.3	Langkah Pengolahan Data.....	29
3.6.4	Langkah Pengolahan Data.....	30
3.6.5	Hasil Pengolahan dan Analisis Data	33
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Hasil Perancangan	34
4.1.1	Hasil Perancangan Alat Uji	34
4.1.2	Hasil Sudu Turbin <i>Axial</i>	35
4.2	Waktu Pengujian Dan Pengambilan Data	35
4.3	Hasil Pengujian	35
4.3.1.	Pengukuran Debit	35
4.3.2.	Pengujian Pada Debit 120 Lpm.....	36
4.3.3.	Data Hasil Pengujian	40
4.4	Hasil Perhitungan	42
4.4.1	Torsi	42
4.4.2	Daya Aktual.....	42

4.4.3	Daya Potensi.....	43
4.4.4	Effisiensi.....	43
4.5	Hasil Perbandingan Putaran, Torsi dan Daya Aktual.....	44
4.6	Hasil Perbandingan Putaran, Effisiensi dan Head.....	45
4.7	Perbandingan Dari Percobaan dan Studi Literatur.....	46
BAB V	PENUTUP	47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran untuk Penelitian Selanjutnya.....	47
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN	xvii
3.7	Desain Rangka.....	48
3.8	Desain Basin.....	49
3.9	Desain Sudu.....	50
4.14	Program arduino uno torsi dan rpm.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin <i>Pelton</i>	7
Gambar 2.2 Turbin Turgo.....	8
Gambar 2.3 Turbin <i>Cross Flow</i>	8
Gambar 2.4 Turbin Francis.....	9
Gambar 2.5 Turbin Kaplan.....	10
Gambar 2.6 Klasifikasi Turbin air.....	11
Gambar 2.7 Grafik Pemilihan Jenis Turbin Berdasarkan Kecepatan.....	13
Gambar 2.8 Turbin Vortex.....	14
Gambar 2.9 Rumah Turbin Vortex.....	15
Gambar 2.10 Klasifikasi <i>Vortex</i> berdasarkan kekuatannya.....	15
Gambar 2.11 Bentuk Permukaan Pusaran Air Secara Matematik.....	16
Gambar 2.12 Prinsip <i>Proni Brake Dynamometer</i>	17
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	20
Gambar 3.2 Desain <i>Set-up experiment</i>	22
Gambar 3.3 Desain <i>Runner Blade</i>	23
Gambar 3.4 Cetakan Basin.....	24
Gambar 3.5 Proses Pengecoran Basin.....	24
Gambar 3.6 <i>Finishing</i> Pada Basin.....	25
Gambar 3.7 Proses Pemotongan Rangka.....	26
Gambar 3.8 Proses Pengelasan.....	26
Gambar 3.9 Desain Instalasi <i>Set-up experiment</i>	27
Gambar 3.10 Valve dan Rotameter.....	29
Gambar 3.11 Proses Pengisian bak air.....	29
Gambar 3.12 Benda yang ditimbang.....	30
Gambar 3.13 Penimbangan pada <i>Load cell</i>	30
Gambar 3.14 Tombol penyetelan kalibrasi C.....	32
Gambar 3.15 Hasil kalibrasi.....	32
Gambar 4.1 Alat uji sebelum <i>finishing</i>	34
Gambar 4.2 Alat uji siap di gunakan.....	34
Gambar 4.3 Hasil pembuatan sudu turbin <i>Axial</i>	35
Gambar 4.4 Hasil Rotormeter 120 LPM.....	36

Gambar 4.5 Pengujian tanpa <i>runner</i>	37
Gambar 4.6 Pengujian pada pembebanan 200 rpm	37
Gambar 4.7 Pengujian pada pembebanan 160 rpm	38
Gambar 4.8 Pengujian pada pembebanan 120 rpm	38
Gambar 4.9 Pengujian pada pembebanan 80 rpm	39
Gambar 4.10 Pengujian pada pembebanan 40 rpm	39
Gambar 4.11 Pengujian pada pembebanan 0 rpm	40
Gambar 4.12 Grafik Putaran, Torsi dan Daya aktual	45
Gambar 4.13 Grafik Putaran, Effisiensi dan <i>Head</i>	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Literatur	4
Tabel 2.2 Tabel kecepatan spesifik turbin konvensional.....	12
Tabel 2.3 Kecepatan Putaran Turbin	13
Tabel 3.1 Spesifikasi Desain <i>Runner Blade</i>	23
Tabel 3.2 Penginputan Data	33
Tabel 4.1 Hasil pengujian pada pembebanan 200 rpm.....	40
Tabel 4.2 Hasil pengujian pada pembebanan 160 rpm.....	40
Tabel 4.3 Hasil pengujian pada pembebanan 120 rpm.....	40
Tabel 4.4 Hasil pengujian pada pembebanan 80 rpm.....	41
Tabel 4.5 Hasil pengujian pada pembebanan 40 rpm.....	41
Tabel 4.6 Hasil pengujian pada pembebanan 0 rpm.....	41
Tabel 4.7 Rata-rata data dari hasil pengujian	41
Tabel 4.8 Perhitungan torsi.....	42
Tabel 4.9 Perhitungan daya aktual	43
Tabel 4.10 Perhitungan daya potensi.....	43
Tabel 4.11 Perhitungan effisiensi	44
Tabel 4.12 Hasil perbandingan dari percobaan dan studi literatur	46

ABSTRAK

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring meningkatnya perkembangan kebutuhan manusia. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber energi terbarukan. Namun selama ini pemanfaatannya masih belum maksimal.

Penelitian ini sendiri adalah menganalisis kinerja torsi, daya dan efisiensi turbin *vortex* tipe sudu *Axial* dengan jumlah sudu 7. Desain *Gravitational Water Vortex Power Plant* (GWVPP) dengan bentuk *basin conical* meningkatkan kecepatan aliran pusaran yang mempengaruhi kinerja putaran *runner*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan dimensi basin diameter D_1 490 mm, diameter D_2 100 mm, tinggi basin 300 mm dan dengan menggunakan debit 120 Lpm. Langkah-langkah pembuatan dimulai dari perancangan desain dan pembuatan perangkat keras. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa torsi terbesar terdapat pada debit 120 Lpm, pembebanan di putaran 0 rpm dengan hasil torsi 0,333 N.m, daya efektif sebesar 0,815 watt pada debit 120 Lpm dengan pembebanan di putaran 160 rpm, sedangkan Efisiensi maksimal terdapat pada debit 120 Lpm di putaran 160 rpm dengan efisiensi sebesar 20%.

Kata Kunci : Debit, Mikro Hidro, Turbin, *Vortex*, Sudu *Axial*.