

SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA 6412 DENGAN
VARIASI SUDUT PENYEMPITAN ALIRAN AIR TERHADAP
PERFORMA DAN EFISIENSI TURBIN AIR VORTEX**



Disusun oleh :

Nama : Edwin Dino Ramadhan

Nim : 1811172

PROGRAM TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2021

**ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA 6412 DENGAN
VARIASI SUDUT PENYEMPITAN ALIRAN AIR TERHADAP
PERFORMA DAN EFISIENSI TURBIN AIR VORTEX**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

EDWIN DINO RAMADHAN

1811172

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

2021

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA 6412 DENGAN VARIASI SUDUT PENYEMPITAN ALIRAN AIR TERHADAP PERFORMA DAN EFISIENSI TURBIN AIR VORTEX



Disusun Oleh:


Nama : Edwin Dino Ramadhan
NIM : 1811172
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

Dr. Komang Astana Widi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1030400405

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing


Ir. Mochtar Asroni, MSME.
NIP. 1018100036



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Edwin Dino Ramadhan
NIM : 1811172
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penggunaan Sudu Naca 6412 Dengan Variasi Sudut Penyempitan Aliran Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air Vortex

Dipertahankan di hadapan tim penguji skripsi jenjang Strata 1 (S-1) pada:

Hari/Tanggal : Selasa, 15 Februari 2022

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 81,85 (A)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1030400405

Sekretaris

Febi Rahmadianto, S.T., M.T.
NIP. P. 1031500490

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Teguh Rahardjo, M.T.
NIP. 195706011992021001

Penguji II

Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng.
NIP. P. 1031500492

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Edwin Dino Ramadhan
NIM : 1811172
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penggunaan Sudu Naca 6412 Dengan Variasi Sudut Penyempitan Aliran Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air Vortex

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 15 Februari 2022
Penulis

Edwin Dino Ramadhan
NIM. 1811172

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Edwin Dino Ramadhan
NIM : 1811172
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penggunaan Sudu Naca 6412 Dengan Variasi Sudut Penyempitan Aliran Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air Vortex

Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni, MSME.

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Penelitian	02 November 2021	
2.	Pengajuan Proposal Penelitian	19 November 2021	
3.	Seminar Proposal	22 November 2021	
4.	Konsultasi Bab I	23 November 2021	
5.	Konsultasi Bab II	23 November 2021	
6.	Konsultasi Bab III	24 November 2021	
7.	Konsultasi Bab IV	23 Desember 2021	
8.	Konsultasi Bab V	30 Desember 2021	
9.	Seminar Hasil	31 Januari 2022	
10.	ACC Laporan Skripsi	02 Februari 2022	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Edwin Dino Ramadhan
NIM : 1811172
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penggunaan Sudu Naca 6412 Dengan Variasi Sudut Penyempitan Aliran Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air Vortex

Dosen Pembimbing : Ir. Mochtar Asroni, MSME.

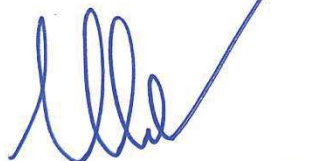
Tanggal Pengajuan Skripsi : 02 November 2021

Tanggal Penyelesaian Skripsi : 02 Februari 2022

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 88 (A)

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



Ir. Mochtar Asroni, MSME.

NIP. 1018100036

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis diberikan kemudahan dan kelancaran untuk dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi dengan judul **“Analisa Pengaruh Penggunaan Sudu Naca 6412 Dengan Variasi Sudut Penyempitan Aliran Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air Vortex”**. Skripsi ini disusun sebagai syarat kelulusan studi pada Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, dukungan serta saran. Maka melalui kesempatan ini perkenankan penulis untuk menyampaikan rasa hormat yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Ellysa Nursanti, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Mochtar Asroni, MSME. selaku Dosen Pembimbing Skripsi serta Dosen Koordinator Bidang Ilmu Konversi Energi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan dan ilmu yang tak ternilai harganya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Sibut, S.T.,M.T. selaku Dosen Wali yang telah memberikan nasihat, arahan serta didikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Mesin S-1 FTI ITN Malang.

6. Kedua orang tua Bapak Sutiaji dan Ibu Pi'ani yang telah membesarkan dan membimbing penulis dengan penuh ketelatenan, kesabaran dan keikhlasan, serta keluarga tercinta yang tak henti-hentinya senantiasa memberikan dukungan, motivasi dan doa.
7. Rekan-rekan seperjuangan dalam proses penelitian skripsi Andre Wijaya, Buyung Ichwan Ajik, Muhammad Lutfi Abdullah, dan Muhammad Afif Litrianto yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan kerja sama yang baik.
8. Seluruh teman-teman mahasiswa angkatan 2018 dan keluarga besar Program Studi Teknik Mesin S-1 FTI ITN Malang, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya akan kekurangan dan keterbatasan yang ada dalam penyusunan laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyusunan laporan skripsi ini jauh dari kata sempurna dan harapan penulis pribadi serta pihak lainnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pihak manapun. Semoga buku laporan skripsi ini bermanfaat bagi penulis pribadi dan para pembaca, serta dapat memberikan manfaat dan sumbangsih untuk perkembangan ilmu pengetahuan saat ini dan di masa yang akan datang.

Malang, Februari 2022

Penulis

Analisa Pengaruh Penggunaan Sudu Naca 6412 Dengan Variasi Sudut Penyempitan Aliran Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air Vortex

E. D. Ramadhan¹Ir. Mochtar Asroni, MSME²
Progam Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang Kota Malang,
Indonesia
edwindino28@gmail.com

Abstrak

Energi saat ini semakin berkurang akibat penggunaan energi fosil yang berlebihan di semua bidang. Salah satu sumber energi yang banyak dilakukan penelitian adalah aliran air. Penggunaan berbagai macam-turbin semakin berkembang, Indonesia merupakan negara dengan potensi sumber daya air nomor 5 terbesar di dunia. Potensi sumber daya air yang sangat melimpah dengan jumlah total 3.200 miliar m³/tahun. Pembangkit listrik tenaga air saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber energi terbaru. Penggunaan turbin air vortex sangat berguna untuk memaksimalkan potensi tersebut karena kebanyakan sungai di Indonesia memiliki head yang rendah. Penelitian dengan menggunakan metode penelitian eksperimen, yaitu dengan membuat turbin vortex dengan tipe sudu berpenampang lurus dan sudu naca 6412 yang memiliki tinggi sudu 30cm dan kapasitas air 10 l/s dengan variasi sudut penyempitan aliran 10°, 20°, dan 30°. Pengujian akan dilakukan berdasarkan variasi yang digunakan terhadap performa dan efisiensi turbin vortex. Hasil penelitian yang di dapat bahwa bentuk sudu naca 6412 dengan sudut 10° memiliki performa dan efisiensi paling optimal dari pada sudu berpenampang lurus. Daya tertinggi dimiliki oleh turbin dengan bentuk sudu naca 6412 dengan sudut penyempitan aliran 10° memiliki daya sebesar 15,57 watt. Efisiensi tertinggi dimiliki bentuk sudu naca 6412 dengan sudut penyempitan aliran 10°, memiliki efisiensi sebesar 31,62%. Hal ini dikarenakan dengan bentuk sudu naca 6412, luasan permukaan sudu yang terkena hantaman fluida menjadi lebih merata, juga dengan sudut penyempitan 10° menyebabkan aliran vortex tidak langsung cepat turun.

Kata kunci : Turbin Vortex, Naca 6412, Sudu Lurus, Sudut Penyempitan Aliran

Analysis of the Effect of Using Naca 6412 Blades With Variations in the Angle of Water Flow Narrowing on the Performance and Efficiency of the Vortex Water Turbine

E. D. Ramadhan¹Ir. Mochtar Asroni, MSME²
Department of Mechanical Engineering Faculty of Industrial Technology
National Institute of Technology Malang
edwindino28@gmail.com

Abstract

Energy is currently decreasing due to excessive use of fossil energy in all fields. One of the energy sources that has been widely studied is the flow of water. The use of various kinds of turbines is growing, Indonesia is a country with the 5th largest water resource potential in the world. The potential of water resources is very abundant with a total amount of 3,200 billion m³/year. Hydroelectric power is currently one of the options in utilizing the latest energy sources. The use of vortex water turbines is very useful to maximize this potential because most rivers in Indonesia have low heads. The research uses experimental research methods, namely by making a vortex turbine with a straight cross-sectional blade type and a 6412 naca blade which has a blade height of 30cm and a water capacity of 10 l/s with variations in the flow narrowing angle of 10°, 20°, and 30°. Tests will be carried out based on the variations used on the performance and efficiency of the vortex turbine. The results of the study showed that the shape of the Naca 6412 blade with an angle of 10 ° had the most optimal performance and efficiency than a straight cross-section blade. The highest power is owned by a turbine with a blade shape naca 6412 with a flow narrowing angle of 10° having a power of 15.57 watts. The highest efficiency is in the form of a naca blade 6412 with a flow narrowing angle of 10°, having an efficiency of 31.62%. This is because with the shape of the naca blade 6412, the surface area of the blade affected by the fluid impact becomes more evenly distributed, also with a constriction angle of 10° causing the indirect vortex flow to drop quickly.

Keywords: Vortex Turbine, Naca 6412, Straight Blade, Flow Narrowing Angle

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR	vii
Abstrak	ix
Abstract	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sisitematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Aliran Vortex.....	7
2.3 Turbin Vortex	7
2.3.1 Cara Kerja Turbin Vortex	8
2.3.2 Kelebihan Turbin Vortex	9
2.3.3 Klasifikasi Vortex	9
2.3.4 Saluran Masuk/Inlet Area	10
2.4 Pengukuran Debit (Q)	11
2.5 Pengukuran Torsi	11

2.6	Daya Efektif	12
2.7	Daya Potensi.....	12
2.8	Efisiensi	13
2.9	NACA.....	13
2.4.1	Bentuk – bentuk NACA.....	13
2.4.2	NACA Seri 4 Digit.....	15
2.4.3	NACA 6412	16
2.4.4	Sudut Penyempitan Aliran	17
BAB III METODE PENELITIAN.....		18
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	18
3.2	Studi Literatur.....	19
3.3	Rancangan Penelitian	19
3.4	Model Alat Uji.....	20
3.4.1	Bejana Turbin Vortex.....	20
3.4.2	Model Sudu	21
3.4.3	Dudukan Turbin Air.....	22
3.5	Langkah-langkah pengujian alat	23
3.6	Sudut Penyempitan Aliran Air	24
3.7	Alat Ukur Yang digunakan.....	25
3.6.1	Tachometer.....	25
3.6.2	Avometer / Multimeter.....	25
3.6.3	Busur Derajat	26
3.6.4	Timbangan Tarik.....	26
3.6.5	Stopwatch.....	27
3.6.6	Jangka Sorong	27
3.8	Peralatan dan Bahan	28
3.9	Proses Pengambilan Data	29
3.8.1	Kecepatan Aliran Air (V).....	29
3.8.2	Debit Air (Q).....	29
3.8.3	Putaran Poros Turbin (rpm)	29
3.8.4	Torsi (τ).....	30
BAB IV		31

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Data Hasil Pengujian	31
4.1.1. Data Hasil Uji Debit Air	31
4.1.2. Data Hasil Uji Putaran Poros Turbin (Rpm)	31
4.1.3. Data Hasil Pembebanan	33
4.2. Pengolahan Data Hasil Pengujian	33
4.2.1. Debit Aliran Air	33
4.2.2. Torsi	34
4.2.3. Daya Efektif	36
4.2.4. Daya Potensi Air	37
4.2.5. Efisiensi.....	38
4.3. Analisa Hasil Pengolahan Data	39
4.3.1. Analisa Hubungan Antara Sudut Penyempitan Aliran Air dengan Putaran Poros Turbin.	39
4.3.2. Analisa Hubungan Antara Putaran Poros Turbin dengan Torsi.....	40
4.3.3. Analisa Hubungan Antara Sudut Penyempitan Aliran Air dengan Daya Efektif.	41
4.3.4. Analisa Perbandingan Nilai Efisiensi Pada Sudu Lurus dan Sudu NACA 6412.	43
BAB V.....	45
PENUTUP.....	45
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Turbin Vortex.	8
Gambar 2. 2 Klasifikasi Vortex berdasarkan kekuatannya.	9
Gambar 2. 3 Tipe lubang masuk turbin vortex.	10
Gambar 2. 4 Airfoil dengan bagian-bagiannya.	14
Gambar 2. 5 Naca seri empat digit.....	15
Gambar 2. 6 Hydrofoil NACA 6412.....	16
Gambar 2. 7 Sudut Penyempitan Aliran	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Instalasi Turbin Air Vortex	20
Gambar 3. 3 Bejana turbin vortex	21
Gambar 3. 4 Sudu NACA 6412 Turbin Air Vortex.....	22
Gambar 3.5 Dudukan Turbin Air.....	23
Gambar 3.6 Sudut Penyempitan Aliran Air.....	24
Gambar 3.7 Tachometer.....	25
Gambar 3.8 Avometer.....	25
Gambar 3.9 Busur 180°.....	26
Gambar 3.10 Timbangan Tarik.....	26
Gambar 3.11 Stopwatch Handphone.....	27
Gambar 3.12 Jangka Sorong.....	28
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Antara Sudut Penyempitan Aliran dengan Putaran Poros.....	39
Gambar 4. 2 Grafik Antara Putaran Poros dengan Torsi	40
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Antara Sudut Penyempitan Aliran dengan Daya Efektif.....	42
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Antara Sudut Penyempitan Aliran Air dengan Efisiensi.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengambilan Data Debit.....	31
Tabel 4. 2 Hasil Pengambilan Data Putaran Poros Turbin Pada Sudu Lurus	32
Tabel 4. 3 Hasil Pengambilan Data Putaran Poros Turbin Pada Sudu Naca 6412	32
Tabel 4. 4 Hasil Pengambilan Data Pembebanan Pada Sudu Lurus	33
Tabel 4. 5 Hasil Pengambilan Data Pembebanan Pada Sudu Naca 6412	33
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengolahan Debit Aliran Air.....	34
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengolahan Torsi Pada Sudu Lurus	35
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengolahan Torsi Pada Sudu Naca 6412	36
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengolahan Daya Efektif Pada Sudu Lurus	36
Tabel 4. 10 Data Hasil Pengolahan Daya Efektif Pada Sudu Naca 6412	37
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengolahan Daya Potensi Air	37
Tabel 4. 12 Data Hasil Pengolahan Efisiensi Pada Sudu Lurus.....	38
Tabel 4. 13 Data Hasil Pengolahan Efisiensi Pada Sudu Naca 6412.....	38

