

**ANALISA PENGARUH BENTUK SUDU NACA 6512 DENGAN
VARIASI DEBIT AIR TERHADAP PERFORMA DAN EFISIENSI
TURBIN AIR VORTEX PIKOHIDRO**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

MUHAMMAD AFIF LISTRIANTO

NIM. 1811066

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

2021

**ANALISA PENGARUH BENTUK SUDU NACA 6512 DENGAN VARIASI
DEBIT AIR TERHADAP PERFORMA DAN EFISIENSI
TURBIN AIR VORTEX PIKOHIDRO**

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:

MUHAMMAD AFIF LISTRIANTO NIM. 1811066

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

2021

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

ANALISA PENGARUH BENTUK SUDU NACA 6512 DENGAN VARIASI DEBIT AIR TERHADAP PERFORMA DAN EFISIENSI TURBIN AIR VORTEX PIKOHIDRO



Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Afif Listrianto
NIM : 1811066
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang


Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



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

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing



Bagus Setyo Widodo, ST., M.MT
NIP. P. 1032100599



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 : Muhammad Afif Listrianto
NIM : 1811066
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Bentuk Sudu Naca 6512 Dengan Variasi
Debit Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air
Vortex Pikohidro

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

Hari/Tanggal : Selasa, 15 Februari 2022

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 75,75 (B+)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

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

Sekretaris

Febi Rahmadiano, 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 : Muhammad Afif Listrianto
NIM : 1811066
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Bentuk Sudu Naca 6512 Dengan Variasi
Debit Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air
Vortex Pikohidro


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 2021

Penulis








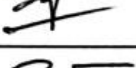
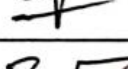
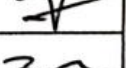

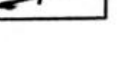
Muhammad Afif Listrianto
NIM. 1811066

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Afif Listrianto
NIM : 1811066
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Bentuk Sudu Naca 6512 Dengan Variasi
Debit Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air
Vortex Pikohidro

Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi ST., MT (Pembimbing 1)

Bagus Setyo Widodo ST., M.MT (Pembimbing 2)

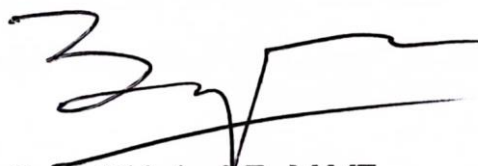
No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	19-10-2021	
2.	Konsultasi Bab I	16-11-2021	
3.	Konsultasi Bab II	23-11-2021	
4.	Daftar Seminar Proposal	09-12-2021	
5.	Seminar Proposal	21-12-2021	
6.	Konsultasi Bab IV	04-02-2022	
7.	Konsultasi Bab V	07-02-2022	
8.	Daftar Seminar Hasil	08-02-2022	
9.	Seminar Hasil	09-02-2022	
10.	Daftar Ujian Skripsi	11-02-2022	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Afif Listrianto
NIM : 1811066
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Bentuk Sudu Naca 6512 Dengan Variasi
Debit Air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air
Vortex Pikohidro
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi ST., MT (Pembimbing 1)
Bagus Setyo Widodo ST., M.MT (Pembimbing 2)
Tanggal Pengajuan Skripsi : 2 November 2021
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 31 Januari 2022
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 82 (A)

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



Bagus Setyo Widodo, S.T., M.MT
NIP. P. 1032100599

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 Bentuk Sudu Naca 6512 Dengan Variasi Debit air Terhadap Performa Dan Efisiensi Turbin Air Vortex Pikohidro”**. 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, selaku dosen pembimbing 1 skripsi dan 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,
4. Bagus Setyo Widodo, S.T., M.MT. selaku dosen pembimbing 2 skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, doa serta ilmunya yang berharga sehingga memberikan kemudahan dan kelancaran untuk penulisan skripsi ini.
5. Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dosen Koordinator Bidang Ilmu konversi energi yang telah memberikan arahan dan ilmu bidang konversi energi sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

6. Kedua orang tua 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 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, Desember 2021



Penulis

ANALISA PENGARUH BENTUK SUDU NACA 6512 DENGAN VARIASI DEBIT AIR TERHADAP PERFORMA DAN EFISIENSI TURBIN AIR VORTEX PIKOHYDRO

Muhammad Afif Listrianto¹, Bagus Setyo Widodo²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: afiflistrianto@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan energi berkembang secara pesat di Indonesia, sehingga dibutuhkan energi alternatif untuk mengatasinya. Salah satu energi alternatif yang bisa dimanfaatkan adalah energi air. Energi ini dapat ditemukan pada aliran sungai, pemanfaatan energi air dengan menggunakan turbin vortex dengan daya picohydro yang memanfaatkan pusaran air yang melingkar untuk memutar setiap sudu pada turbin. Turbin vortex memiliki head yang relatif rendah 0,7 m – 3m dengan debit 50 L/s sehingga dapat digunakan pada sungai aliran head rendah. Kinerja turbin vortex dipengaruhi beberapa faktor salah satunya bentuk sudu yang digunakan, konstruksi sudu terbuat dari bahan kayu dengan menggunakan 4 buah sudu turbin dengan panjang setiap sudu 30 cm dan lebar 10 cm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudu naca 6512 dan lurus terhadap performa dan efisiensi yang dihasilkan turbin vortex dengan variasi debit aliran air 7,5 l/s, 8,5 l/s, 9,5 l/s dan 10,5 l/s. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan 4 kali percobaan dan di ambil hasil rata-rata. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa daya efektif maksimal dihasilkan pada variasi debit 10,5 l/s dengan penggunaan sudu naca 6512 yaitu sebesar 18,6 watt, untuk efisiensi maksimum dihasilkan pada variasi debit 9,5 l/s dengan penggunaan sudu naca 6512 yaitu sebesar 38,84%. Dari hasil tersebut disimpulkan bahwa penggunaan sudu naca 6512 lebih baik performa dan efisiensi nya. Semakin besar debit air maka daya turbin akan meningkat, sedangkan pada efisiensi terjadi penurunan pada debit 10,5 l/s karena konstruksi turbin vortex yang digunakan hanya dapat menampung efisiensi maksimal hingga pada debit air 9,5 l/s.

Kata kunci: Vortex, Turbin, Naca 6512, Sudu Lurus, Debit Air, Performa, Efisiensi

THE EFFECT OF NACA 6512 BLADE TURBINE WITH VARIATIONS IN WATER DISCHARGE ON THE PERFORMANCE AND EFFICIENCY OF THE PICOHYDRO VORTEX WATER TURBINE

Muhammad Afif Listrianto¹, Bagus Setyo Widodo²

^{1,2}Department of Mechanical Engineering Faculty of Industrial Technology
National Institute of Technology Malang
Email: afiflistrianto@gmail.com

ABSTRACT

Energy needs are growing rapidly in Indonesia, so alternative energy is needed to overcome them. One alternative energy that can be utilized is water energy. This energy can be found in the flow of rivers, the use of water energy by using a vortex turbine with picohydro power that utilizes a circular vortex to rotate each blade on the turbine. The vortex turbine has a relatively low head of 0.7 m – 3 m with a discharge of 50 L/s so that it can be used in low head flow rivers. The performance of the vortex turbine is influenced by several factors, one of which is the shape of the blades used, the construction of the blades is made of wood using 4 turbine blades, each blade is 30 cm long and 10 cm wide. The purpose of this study was to determine the effect of the Naca 6512 and straight blades on the performance and efficiency of the vortex turbine with variations in water flow rate of 7.5 l/s, 8.5 l/s, 9.5 l/s and 10.5 l/s. In this study, the experimental method was used with 4 trials and the average results were taken. From the results of the study, it was found that the maximum effective power was produced at a discharge variation of 10.5 l/s with the use of a Naca blade 6512 which was 18.6 watts, for maximum efficiency it was produced at a discharge variation of 9.5 l/s with the use of a Naca blade 6512, which was equal to 38.84%. From these results, it was concluded that the use of the Naca 6512 blade had better performance and efficiency. The greater the water flow, the turbine power will increase, while the efficiency decreases at a discharge of 10.5 l/s because the vortex turbine construction used can only accommodate maximum efficiency up to a water flow of 9.5 l/s.

Keywords: *Vortex, Turbine, Naca 6512, Straight Blade, Water Discharge, Performance, Efficiency*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1.1 Wahyu Didik Prasetyo, 2012	6
2.1.2 M Farid Rahman Hakim, 2018.....	6
2.1.3 P Sritram dan R Suntivarakorn, 2019	7
2.1.4 Edwin Ardiyanto, 2019	7
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro.....	8
2.3 Saluran Masuk (<i>Inlet Area</i>).....	10
2.4 Definisi dan Klasifikasi Turbin Air	10
2.1.5 Turbin Impuls	11
2.1.6 Turbin Reaksi	12
2.5 Aliran <i>Vortex</i>	12
2.6 Turbin <i>Vortex</i>	14
2.5.1 Cara Kerja Turbin <i>Vortex</i>	17

2.5.2	Keunggulan Turbin <i>Vortex</i>	17
2.7	<i>NACA Hydrofoil</i>	18
2.6.1	<i>NACA Sistem 4 digit</i>	20
2.6.2	Karakteristik <i>Aerodinamis NACA 6512</i>	20
2.8	Pengukuran Debit (Q).....	21
2.9	Gaya Beban Pada Sudu.....	22
2.10	Pengukuran Torsi.....	22
2.11	Daya Efektif.....	23
2.12	Daya Potensi.....	24
2.13	Efisiensi.....	24
BAB III	METODE PENELITIAN	25
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2	Studi Literatur.....	26
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.4	Model Alat Uji yang Digunakan.....	26
3.3.1	Model Rumah Turbin <i>Vortex</i>	27
3.3.2	Model rangka dudukan.....	28
3.3.3	Model Talang Saluran Masuk Air.....	29
3.5	Konsep Variasi Bentuk Sudu.....	29
3.5.1	Bentuk Sudu Naca 6512.....	30
3.5.2	Bentuk Sudu Lurus.....	30
3.6	Instalasi Sudu ke Turbin Air <i>Vortex</i>	31
3.7	Alat Ukur Yang Digunakan Pada Penelitian.....	33
3.5.1	Tachometer.....	33
3.5.2	Timbangan Tarik.....	33
3.5.3	Stopwatch.....	34
3.5.4	Wadah Gelas Ukur 1 Liter.....	35
3.8	Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.9	Langkah - langkah Pengujian Alat Uji.....	36
3.10	Proses Pengambilan Data.....	37
3.8.1	Pengambilan Data Debit Air (Q).....	39
3.8.2	Pengambilan Data Putaran Poros Turbin (RPM).....	40
3.8.3	Pengambilan Data Beban Torsi (<i>Prony Brake</i>).....	41

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil Rancangan Sudu	43
4.1.1 Sudu Naca 6512	43
4.1.2 Sudu Lurus	44
4.2 Data Hasil Pengujian.....	45
4.2.1 Debit Air.....	45
4.2.2 Putaran Poros Turbin (rpm)	46
4.2.3 Beban Torsi	47
4.3 Pengolahan Data Hasil Pengujian	47
4.3.1 Gaya Beban Pada Sudu	47
4.3.2 Torsi	48
4.3.3 Daya turbin.....	49
4.3.4 Daya Potensi Air	50
4.3.5 Efisiensi.....	51
4.4 Analisa Hasil Pengolahan Data.....	53
4.4.1 Hubungan Antara Debit Air Terhadap Daya Potensi Air	53
4.4.2 Hubungan Antara Debit Air Terhadap Putaran Poros Turbin.....	54
4.4.3 Hubungan Antara Debit Air Terhadap Torsi	56
4.4.4 Hubungan Antara Debit Air Terhadap Daya Turbin.....	58
4.4.5 Hubungan Antara Debit Air Terhadap Efisiensi	60
BAB V PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema turbin pada pembangkit listrik tenaga air	9
Gambar 2.2 Tipe casing saluran lubang masuk turbin <i>vortex</i>	10
Gambar 2.3 Skema turbin <i>vortex</i>	15
Gambar 2.4 Forced vortex (a) Open vessel (b) Closed vessel	16
Gambar 2.5 Free vortex (a) Free surface (b) Fluid enclosed	16
Gambar 2.6 Naca <i>airfoil</i> Nomenklature	19
Gambar 2.7 NACA nomenklatur seri 4 digit	20
Gambar 2.8 Karakteristik NACA 6512	21
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	25
Gambar 3.2 Model alat uji turbin <i>vortex</i>	27
Gambar 3.3 Model rumah turbin <i>vortex</i>	28
Gambar 3.4 Model rangka dudukan	28
Gambar 3.5 Model talang saluran air	29
Gambar 3.6 Bentuk sudu naca 6512	30
Gambar 3.7 Bentuk sudu naca lurus	30
Gambar 3.8 Instalasi Sudu naca 6512 ke Poros	31
Gambar 3.9 Instalasi sudu lurus ke poros	32
Gambar 3.10 Instalasi Poros ke Rumah Turbin Air Vortex	32
Gambar 3.11 Tachometer	33
Gambar 3.12 Timbangan tarik	34
Gambar 3.13 Stopwatch	34
Gambar 3.14 Wadah Gelas Ukur	35
Gambar 3.15 Siklus Aliran Air	37
Gambar 3.16 Putaran aliran air vortex tanpa sudu	38
Gambar 3.17 Menghitung debit air dengan gelas ukur	39
Gambar 3.18 Pengukuran rpm dengan tachometer	40
Gambar 3.19 Pengukuran beban torsi dengan timbangan tarik	41
Gambar 4.1 Penampang sudu Naca 6512	43
Gambar 4.2 Ukuran lebar sudu Naca 6512	44
Gambar 4.3 Ukuran panjang sudu Naca 6512	44
Gambar 4.4 Ukuran sudu lurus	45
Gambar 4.5 Grafik hubungan debit air terhadap daya potensi air	53

Gambar 4.6 Grafik hubungan debit air terhadap putaran poros turbin	54
Gambar 4.7 Grafik hubungan debit air terhadap torsi.....	56
Gambar 4.8 Grafik hubungan debit air terhadap daya turbin.....	58
Gambar 4.9 Grafik hubungan debit air terhadap efisiensi	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil data pengujian volume air.....	46
Tabel 4.2 Hasil data pengujian putaran poros turbin (rpm)	46
Tabel 4.3 Hasil data pengujian pembebanan torsi	47
Tabel 4.4 Hasil pengolahan data gaya beban pada sudu	48
Tabel 4.5 Hasil pengolahan data torsi	49
Tabel 4.6 Hasil pengolahan data daya turbin	50
Tabel 4.7 Hasil pengolahan data daya potensi air.....	51
Tabel 4.8 Hasil pengolahan data efisiensi turbin	52