

**ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA
TYPE 4412 PADA POROS HORIZONTAL TURBIN ANGIN**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : AHMAD FARIS NAUFAL RIZQI

NIM : 1911089

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
AGUSTUS 2023**

**ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA
TYPE 4412 PADA POROS HORIZONTAL TURBIN ANGIN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin S-1

Disusun Oleh :

NAMA : AHMAD FARIS NAUFAL RIZQI

NIM : 19.11.089

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
AGUSTUS 2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA
TYPE 4412 PADA POROS HORIZONTAL TURBIN ANGIN**

Disusun Oleh :

Nama : Ahmad Faris Naufal Rizqi
NIM : 1911089
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri


Malang, 7 September 2023
Diperiksa dan Disetujui

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT
NIP. Y. 1030400405

Dosen Pembimbing



Ir. Soeparno Djiwo, MT.
NIP.Y. 1018600128



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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 : Ahmad Faris Naufal Rizqi
NIM : 1911089
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul : ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA TYPE
4412 PADA POROS HORIZONTAL TURBIN ANGIN

Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Studi Strata Satu (S-1)

Hari/Tanggal : Rabu, 16 Agustus 2023

Tempat : Ruang 1.1.1

Dengan Nilai : 80,20

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Sekretaris



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y.1030400405

Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP.P.1031500490

Penguji I

Anggota Penguji

Penguji II



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP.Y. 1030400405

Djoko Hari Praswanto, ST., MT.
NIP.P. 1031800551

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Faris Naufal Rizqi

NIM : 1911089

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul “ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA TYPE 4412 PADA POROS HORIZONTAL TURBIN ANGIN” adalah hasil karya saya sendiri dan bukan dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya.







Malang, 7 September 2023
Yang membuat pernyataan










Ahmad Faris Naufal Rizqi
NIM.1911098


LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Ahmad Faris Naufal Rizqi
NIM : 1911089
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penggunaan Sudu NACA TYPE 4412 Pada Poros Horizontal Turbin Angin

No	Tanggal	Kegiatan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Sabtu 4 Maret 2023	- Pengajuan dan Konsultasi Judul Proposal Skripsi	
2.	Jumat 10 Maret 2023	- Mengirim BAB I - Lanjutkan BAB II	
3.	Minggu 12 Maret 2023	- Rumus-rumus yang digunakan ditulis referensinya - Lanjutkan BAB III	
4.	Rabu 15 Maret 2023	- Diagram alir tambahkan kolom pembuatan spesimen	
5.	Kamis 23 Maret 2023	Peneliti terdahulu diurut tahunnya	
6.	Selasa 4 April 2023	ACC proposal skripsi	

7.	Jumat 16 Juni 2023	Menulis BAB IV sesuai hasil penelitian	
8.	Sabtu 17 Juni 2023	- Perbaiki 4.2 Pengolahan data dan pembahasan hasil pengujian	
9.	Rabu 21 Juni 2023	- Perbaiki BAB V kesimpulan dan saran - ACC siap seminar hasil	
10.	Kamis 20 Juli 2023	- Perbaiki pada typo kata - Perbaiki gambar dan grafik hasil pengujian	
11.	Jumat 21 Juli 2023	ACC skripsi sidang komprehensif	
12.	Kamis 17 Agustus 2023	Melakukan revisi dari penguji : - Cek typo dan format penulisan - Tambahkan gambar model posisi sudu NACA (3 dimensi) - Ubah data daya generator - Ubah satuan data tabel penelitian - Grafik keterangan di perbaiki - Alasan memilih NACA 4412 - Diagram alir di perbaiki - Alasan memilih sudu 50-70, bahas dengan teori	
13.	Kamis 7 September 2023	ACC skripsi jilid	

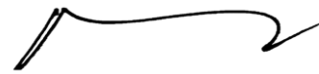
Dosen Pembimbing



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ahmad Faris Naufal Rizqi
NIM : 1911089
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN
SUDU NACA TYPE 4412 PADA POROS
HORIZONTAL TURBIN ANGIN**
Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT.
Tanggal Pengajuan Skripsi : 3 Maret 2023
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 7 September 2023
Telah Diselesaikan Dengan Nilai : 80,20

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing



Ir Soeparno Djiwo, MT.
NIP.P. 1018600128

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Masa Esa, yang telah mencurahkan berkat rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan judul **“ANALISA PENGARUH PENGGUNAN SUDU NACA TYPE 4412 PADA POROS HORIZONTAL TURBIN ANGIN”**

Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagai persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) di Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak selesai dan terwujud tanpa adanya bimbingan, kontribusi dan motivasi dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan yang baik ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya dan memberikan penghargaan yang setinggi tingginya kepada yang terhormat :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kemudahan bagi penyusun sehingga dapat dapat mengerjakan laporan skripsi.
2. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata ST., MT selaku Pimpinan Fakultas atau Dekan Fakultas Teknologi Nasioanal Malang.
4. Bapak Dr. I Komang Astana Widi ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Ir. Soeparno Djiwo., MT selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu tenaga serta pikiran untuk memberikan bimbingan, masukan dan nasehat yang sangat bermanfaat kepada penulis.
6. Bapak Arif Kurniawan, ST., MT. selaku dosen Wali yang membantu dalam melancarkan dan dukungan dalam pengerjaan skripsi.
7. Segenap keluarga serta orang tua yang selaku memberi dukungan dan semangat finansial kepada penulis.
8. Dan rekan-rekan penulis yang telah banyak membantu selama proses penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa ada banyak keterbatasan dan kemampuan dalam menyusun Skripsi ini. Lebih berkualitas dan bermanfaat umumnya bagi para pembaca, serta khususnya bagi penulisan sendiri.

Malang, 7 September 2023
Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A. Faris Naufal Rizqi', written in a cursive style.

Ahmad Faris Naufal Rizqi

ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN SUDU NACA TYPE 4412 PADA POROS HORIZONTAL TURBIN ANGIN

Ahmad Faris Naufal Rizqi¹, Soeparno Djiwo²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : ahmadfarisnaufal02@gmail.com

ABSTRAK

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE). Sumber daya energi di Indonesia dan dunia semakin menipis, dengan kondisi seperti ini dimana energi menjadi semakin langka dan semakin mahal, dengan pertumbuhan konsumsi energi yang semakin tinggi dengan rata-rata 7% per tahun. maka peneliti mencoba untuk melakukan beberapa inovasi pada turbin angin yang diharapkan mendapatkan hasil yang lebih optimal, salah satunya yaitu mencoba untuk melakukan analisa penggunaan NACA 4412 pada sudu turbin angin sumbu horizontal dengan variasi sudut pengarah 50°, 55°, 60°, 65°, 70° dan diuji menggunakan turbin angin tipe *propeller* dengan terowongan angin (*wind tunnel*). Dalam membuat sudu *airfoil* NACA 4412 ini, peneliti menggunakan alat 3D Printing dengan material plastik ABS. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian Kecepatan Putaran Poros (RPM), Daya Turbin, Daya Output, Efisiensi, dan Torsi menggunakan Alat ukur Komputer yang menggunakan aplikasi GUI *Trainer* Turbin. Pada pengujian NACA 4412 pada sudu turbin angin dengan range sudu antara 50 sampai 70 derajat dengan kecepatan angin ditetapkan pada nilai 6 m/s dan pembebanan dengan menggunakan *prony brake* sebesar 0,02 kg sehingga torsi dari turbin juga ditetapkan sebesar 0,00319 Nm. Didapatkan hasil kecepatan putar turbin sebesar 937 Rpm pada sudu 70 derajat, daya turbin angin pada sudu 70 derajat sebesar 9,25 Watt, daya output dari generator sebesar 7,17 Watt pada sudu 70 derajat. Maka nilai efisiensi tertinggi sebesar 9,52595% pada sudu 70 derajat. Dari data yang didapatkan semua hasil berbanding lurus, semakin tinggi nilai sudu maka kecepatan turbin, daya turbin, daya generator, efisiensi juga semakin tinggi.

Kata kunci : *Airfoil* NACA 4412, Turbin Angin, Kecepatan Putar Turbin, Daya Turbin, Daya Generator, Efisiensi.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF USING NACA TYPE 4412 BLADES ON THE HORIZONTAL SHAFT OF A WIND TURBINE

Ahmad Faris Naufal Rizqi¹, Soeparno Djiwo²

Departement of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology

National Institute of Technology Malang

Email : ahmadfarisnaufal02@gmail.com

ABSTRACT

According to the Ministry of Energy and Mineral Resources, Directorate General of New Renewable Energy and Energy Conservation (EBTKE). Energy resources in Indonesia and the world are dwindling, with conditions like this where energy is becoming increasingly scarce and increasingly expensive, with the growth of energy consumption getting higher with an average of 7% per year. then researchers try to make some innovations in wind turbines that are expected to get more optimal results, one of which is trying to analyze the use of NACA 4412 in horizontal axis wind turbine blades with variations in steering angles of 50 °, 55 °, 60 °, 65 °, 70 ° and tested using propeller-type wind turbines with wind tunnels. In making the NACA 4412 airfoil blades, researchers used 3D Printing tools with ABS plastic material. The tests carried out in this study are testing the Shaft Rotation Speed (RPM), Turbine Power, Output Power, Efficiency, and Torque using Computer measuring instruments using the Turbine Trainer GUI application. In testing NACA 4412 on wind turbine blades with a blade range between 50 to 70 degrees with wind speed set at a value of 6 m / s and loading using a prony brake of 0.02 kg so that the torque of the turbine is also set at 0.00319 Nm. The results obtained turbine rotational speed of 937 Rpm at 70 degrees blade, wind turbine power at 70 degrees blade of 9.25 Watt, output power from the generator of 7.17 Watt at 70 degrees blade. Then the highest efficiency value is 9.52595% at 70 degrees blade. From the data obtained all the results are directly proportional, the higher the blade value, the higher the turbine speed, turbine power, generator power, efficiency.

Keywords : NACA 4412 Airfoil, Wind Turbine, Turbine Rotational Speed, Turbine Power, Generator Power, Efficiency.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Turbin Angin	7
2.2.1 Pengertian Turbin Angin	7
2.2.2 Potensi Tenaga Angin.....	8
2.2.3 Jenis-Jenis Turbin Angin.....	9
2.3 Pengertian Turbin dan Macam-Macam Turbin	11
2.4 Energi Angin	11

2.5 Terowongan Angin	12
2.6 Karakteristik <i>Airfoil</i>	12
2.6.1 NACA seri 4 digit.....	13
2.6.2 Penomoran NACA.....	14
2.6.3 NACA 4412.....	14
2.6.4 Design Model Posisi Sudu NACA 4412	15
2.7 Konsep Dasar Sistem Konversi Energi Angin (SKEA)	15
2.7.1 Daya Turbin Angin.....	16
2.7.2 Tip Speed Ratio	16
2.7.3 Daya Output Turbin.....	16
2.7.4 Efisiensi Turbin	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	18
3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2.1 Studi Literatur.....	19
3.2.2 Pembuatan Prototipe Turbin Angin.....	19
3.2.3 Pembuatan Sudu <i>Airfoil</i> NACA 4412	20
3.2.4 Pengujian Variasi Sudut	21
3.2.5 Pengambilan Data.....	21
3.2.6 Pengolahan Data	25
3.2.7 Pembahasan	26
3.2.8 Kesimpulan.....	26
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Data Hasil Pengujian	27
4.1.1 Data Hasil Pengujian Kecepatan Putar Turbin.....	27
4.1.2 Data Hasil Pengujian Daya Turbin Angin.....	28

4.1.3 Data Hasil Pengujian Efisiensi Turbin Angin	28
4.1.4 Data Hasil Pengujian Pengujian Daya Output Generator.....	29
4.2 Pengolahan Data dan Pembahasan Hasil Pengujian.....	29
4.2.1 Pengolahan Data Hasil Pengujian Kecepatan Putar Turbin	29
4.2.2 Pengolahan Data Hasil Pengujian Daya Turbin Angin	30
4.2.3 Pengolahan Data Hasil Pengujian Efisiensi Turbin Angin.....	31
4.2.4 Pengolahan Data Hasil Pengujian Daya Output Generator	32
4.3 Pembahasan	35
4.3.1 Kecepatan Putar Turbin.....	35
4.3.2 Daya Turbin Angin.....	36
4.3.3 Efisiensi Turbin Angin	37
4.3.4 Daya Output Genarator.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 Turbin Angin.....	8
GAMBAR 2.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal	10
GAMBAR 2.3 Turbin Angin Sumbu Vertikal dan kombinasi lain.....	10
GAMBAR 2.4 Wind Tunnel Terbuka	12
GAMBAR 2.5 Wind Tunnel Tertutup.....	12
GAMBAR 2.6 <i>Airfoil</i>	13
GAMBAR 2.7 <i>Airfoil</i> NACA 4412.....	14
GAMBAR 2.8 Design Model Posisi Sudu NACA 4412.....	15
GAMBAR 3.1 Diagram Alir	18
GAMBAR 3.2 Prototipe Turbin Angin.....	19
GAMBAR 3.3 Sudu NACA 4412	21
GAMBAR 3.4 <i>Prony brake</i>	22
GAMBAR 3.5 Saklar	22
GAMBAR 3.6 GUI Trainer Turbin.....	22
GAMBAR 3.7 <i>Port receiver</i>	23
GAMBAR 3.8 <i>Logger trainer</i>	23
GAMBAR 3.9 Knop Pengatur Kecepatan Kipas	23
GAMBAR 3.10 Range Nilai Sudu	24
GAMBAR 3.11 Komputer	24
GAMBAR 4.1 Grafik Hubungan Antara Sudu Dengan Kecepatan Putar Turbin.....	30
GAMBAR 4.2 Grafik Hubungan Antara Sudu Dengan Daya Turbin Angin.....	31
GAMBAR 4.3 Grafik Hubungan Antara Sudu Dengan Efisiensi Turbin Angin.....	32
GAMBAR 4.4 Grafik Hubungan Antara Sudu Dengan Daya Output Generator	33

DAFTAR TABEL

TABEL 4.1 Tabel pengujian kecepatan turbin.....	28
TABEL 4.2 Tabel pengujian daya turbin angin	28
TABEL 4.3 Tabel pengujian efisiensi turbin angin.....	29
TABEL 4.4 Tabel pengujian daya output generator	29
TABEL 4.5 Data Hasil Pengolahan.....	34