

SKRIPSI

**ANALISA PENGGUNAAN NACA 4315
PADA SUDU TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH**



Disusun oleh:

I MADE RISKY DARMADI

NIM. 2111916

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

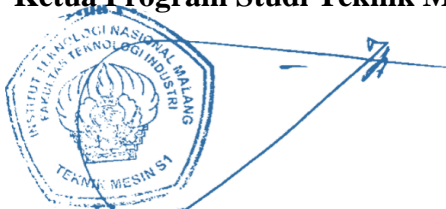
SKRIPSI

ANALISA PENGGUNAAN NACA 4315 PADA SUDU TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH

Disusun Oleh :

Nama : I Made Risky Darmadi
Nim : 2111916
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT
NIP. Y. 1030400406

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing

Ir. Soeparno Djiwo, MT
NIP. Y. 1018600128



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 : I Made Risky Darmadi
NIM : 2111916
Program studi : Teknik Mesin S-1
Judul : ANALISA PENGGUNAAN NACA 4315 PADA SUDU
TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN
VARIASI SUDUT PENGARAH
Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)
Hari/Tanggal : Rabu, 1 Februari 2023
Tempat : R 123 dan R1 124
Dengan Nilai : 80,5

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA

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

SEKRETARIS

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

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I

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

PENGUJI II

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Made Risky Darmadi

NIM : 2111916

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

Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi Skripsi yang berjudul
**“ANALISA PENGGUNAAN NACA 4315 PADA SUDU TURBIN ANGIN
SUMBU HORIZONTAL DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH”** adalah
hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang
telah disebutkan sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 1 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan



I Made Risky Darmadi

2111916

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : I Made Risky Darmadi


Nim : 2111916







Program Studi : Teknik Mesin S-1


Fakultas : Teknologi Industri

Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT

Judul Skripsi : ANALISA PENGGUNAAN NACA 4315 PADA SUDU
TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN
VARIASI SUDUT PENGARAH

NO	Tanggal	Kegiatan	Paraf Dosen
1	Selasa 04-10-2022	- Pengajuan Judul Proposal Skripsi - Surat Keputusan Bimbingan	
2	Sabtu 08-10-2022	- Perbaiki Batasan Masalah - Menambahkan Tempat Pengujian - Turbin Yang Digunakan	
3	Rabu 12-10-2022	- Perbaiki Lembar Pengesahan (Biaya Kegiatan dan jangka Waktu Pelaksanaan) - Perbaiki Batasan Masalah - Perbaiki Tujuan Penelitian	
4	Selasa 18-10-2022	- Perbaiki Diagram Alir - Menambahkan Road Map Diagram - Mengulas Penelitian Terdahulu (Sub BAB 2.1) - Memperbaiki Urutan Sub BAB Pada BAB 2	
5	Rabu 19-10-2022	- Perbaiki Penjelasan Diagram Alir - Menambahkan Metode Pengolahan Data yang Digunakan Pada Diagram Alir - Menambahkan Cara Pembuatan Prototipe Turbin Angin - Menambahkan Tabel Anggaran Biaya	
6	Senin 24-10-2022	- Menambahkan Daftar Riwayat Hidup Pada Lampiran - Perbaiki Penulisan Daftar Pustaka	

7	Selasa 22-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> - Semua penulisan jurusan di ganti menjadi program Studi - Perbaiki sumber gambar 3.2 menjadi Laboratorium Energi Program Studi Teknik Mesin ITN Malang, 2022 	
8	Selasa 29-11-2022	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki Sub BAB 3.2.5 Pengambilan Data Penambahan berapa kali pengambilan data pada setiap sudu - Perbaiki Sub BAB 3.2.6 pada pengolahan data, ditulis dengan jelas metode pengolahan data dan jabarkan setiap pengolahan data 	
9	Selasa 06-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki Sub BAB 4.1.1 data hasil pengujian, Penambahan dasar penetapan sudut sudu, kecepatan angin, dan beban - Perbaiki Sub BAB 4.3.1 Penambahan minimal tiga pembanding pada pengujian sebelumnya untuk membuktikan kebenaran pengujian - Perbaiki Sub BAB 4.3.2 Penambahan perbedaan daya turbin dan daya generator turbin angin 	
10	Selasa 13-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki Sub BAB 4.3.2 Penambahan berapa besar daya turbin berdasarkan referensi buku dan pada turbin angin yang digunakan - 	
11	Selasa 20-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki Sub BAB 4.3.3 Penambahan analisa efisiensi - Penambahan analisa mengapa daya turbin angin rendah - Solusi agar efisiensi turbin bisa mencapai diatas 50% 	
12	Selasa 10-12-2022	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki Sub BAB 4.3.4 penyesuaian analisa sesuai konsep konversi energi - Pembahasan daya output generator dengan daya turbin angin 	

		- Menghubungkan pembahasan analisa daya output generator dengan daya turbin sesuai dasar teori yang ada di BAB 2	
13	Selasa 17-01-2023	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki BAB V Kesimpulan - Susunan Lampiran - Lampiran I Daftar Riwayat Hidup - Lampiran II Surat Bimbingan - Lampiran III Data Hasil Pangujian - Lampiran IV Data Hasil Analisa Perhitungan - Lampiran V Dokumentasi Kegiatan 	

Diperiksa dan disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Soeparno Djiwo, M.T.
NIP. Y. 1018600128

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : I Made Risky Darmadi
Nim : 2111916
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PENGGUNAAN NACA 4315 PADA SUDU
TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL DENGAN
VARIASI SUDUT PENGARAH**
Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo, MT

Tanggal Pengajuan Skripsi : 15 September 2022
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 15 Februari 2023
Telah Diselesaikan Dengan Nilai :

**Disetujui,
Dosen Pembimbing**



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

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang maha Esa atas rahmat dan karunianya. Saya sebagai mahasiswa Teknik Mesin S-1 yang menempuh tugas akhir atau skripsi di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam melaksanakan tugas skripsi ini, penulis banyak mengalami hambatan-hambatan dalam proses penyusunannya. Oleh karena itu, penulis banyak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan bimbingan dari:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu Dr.Ellysa Nursanti, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr.I Komang Astana Widi, ST.,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Soeparno Djiwo,MT selaku Dosen Pembimbing Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Kedua orang tua yang selalu mendukung penuh atas kelancaran proses penyusunan proposal ini baik melalui doa maupun financial yang dibutuhkan penulis.
7. Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri yang telah membantu support dalam penyusunan proposal ini.

Saya berharap dengan membaca skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, dalam hal ini yang dapat menambah wawasan kita mengenai ilmu pengetahuan bagaimana berproses pada saat melaksanakan tugas akhir. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka penulis mengharapkan kritik dan saran dari Bapak/Ibu Dosen demi kebaikan menuju ke arah yang lebih baik.

Malang, 01 Oktober 2022

I Made Risky Daramdi

ABSTRAK

I Made Risky Darmadi (2111916)

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

Jl. Raya Karanglo KM.2 Malang(Jawa Timur)

Email : riskydarmadi@gmail.com

Energi alternatif terbarukan semakin gencar dalam pengembangannya untuk pembangkit listrik. Energi angin merupakan energi yang fleksibel karena dapat diterapkan baik di daerah landai, dataran tinggi, dan laut. Dimana akhir-akhir ini bahan bakar minyak harganya melambung, ketersediaan bahan bakar minyak juga sangat terbatas dan kesadaran akan memelihara lingkungan hidup. 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 4315 pada sudu turbin angin sumbu horizontal dengan variasi sudut pengarah $45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ dan diuji menggunakan turbin angin tipe *propeller* dengan terowongan angin (*wind tunnel*). Dalam membuat sudu *airfoil* NACA 4315 ini, peneliti menggunakan alat 3D Printing dengan material plastik. Pada pengujian NACA 4315 sudu turbin angin dengan variasi sudu antara 45 sampai 90 derajat dengan kecepatan angin ditetapkan pada nilai 6 m/s dan pembebanan dengan menggunakan *prony brake* sebesar 0,03 kg sehingga torsi dari turbin juga didapatkan sebesar 0,004792 Nm. Hasil kecepatan putar turbin tertinggi sebesar 1128 Rpm pada sudu 90 derajat, daya turbin angin pada sudu 90 derajat sebesar 0,565785 Watt. efisiensi turbin angin sebesar 8,95 % pada sudu 90 derajat, dan daya output dari generator sebesar 0,088 Watt pada sudu 90 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 4315, Turbin Angin, Kecepatan Putar Turbin, Daya Turbin, Daya Generator, Efisiensi.

**ANALYSIS OF USING NACA 4315
ON HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE WITH
VARIATION OF STEERING ANGLE**

ABSTRACT

I Made Risky Darmadi (2111916)

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri – Institut

Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo KM.2 Malang(Jawa Timur)

Email : riskydarmadi@gmail.com

Renewable alternative energy is increasingly being developed for power generation. Wind energy is flexible energy because it can be applied both in sloping areas, highlands and seas. Whereas the price of fuel oil has recently soared, its availability is also limited, as is public awareness of the importance of environmental protection. Therefore, the researchers tried to make several innovations in wind turbines which are expected to get more optimal results, one of which is to try to analyze the use of NACA 4315 on horizontal axis wind turbine blades with variations in the pilot angle of 45°, 55°, 65°, 75°, 90° and tested using a propeller type wind turbine with a wind tunnel. Researchers used a 3D Printing tool with plastic material to create this NACA 4315 airfoil blade. The wind speed is set at 6 m/s for the NACA 4315 test on wind turbine blades, and the loading is done with a prony brake weighing 0.03 kg. The torque from the turbine is also set at 0.004792 Nm. The results obtained are a turbine rotational speed of 1128 Rpm at a 90 degree blade, the wind turbine power at a 90 degree blade is 0.565785 Watt. The wind turbine efficiency of 8.95% at a 90-degree angle, and the output power of the generator is 0,088 Watt at a 90-degree angle. According to the data, all results are directly proportional; the higher the blade value, the higher the turbine speed, turbine power, generator power, and efficiency.

Keywords: NACA 4315 Airfoil, Wind Turbine, Turbine Speed, Power Turbine, Generator Power, Efficiency.

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I.....	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	4
1.6 Metode penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Turbin Angin	10
2.2.1 Pengertian Turbin Angin	10
2.2.2 Potensi Tenaga Angin.....	11
2.2.3 Jenis-Jenis Turbin Angin	12

2.3 Pengertian Turbin dan Macam-Macam Turbin	16
2.4 Energi Angin	18
2.5 Terowongan Angin (<i>Wind Tunnel</i>).....	19
2.6 Karakteristik <i>Airfoil</i>	20
2.6.1 NACA Seri 4 Digit	22
2.6.2 Penomoran NACA	22
2.6.3 NACA 4315	23
2.7 Konsep Dasar Sistem Konversi Energi Angin (SKEA)	23
Diketahui:.....	24
2.7.1 Daya Turbin Angin	24
2.7.2 Tip Speed Ratio.....	24
2.7.3 Daya Output Turbin	24
2.7.4 Efisiensi Turbin.....	25
2.8 Road Map Diagram	26
METODE PENELITIAN	26
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	27
3.2.1 Studi Literatur	27
3.2.2 Pembuatan Prototipe Turbin Angin	27
3.2.3 Pembuatan Sudu <i>Airfoil</i> NACA 4315.....	28
3.2.4 Variabel Pengujian.....	29
3.2.5 Pengujian Variasi Sudut.....	29
3.2.6 Pengambilan Data	30
3.2.7 Pengolahan Data	33
3.2.8 Pembahasan	34
3.2.9 Kesimpulan	35
BAB IV	36
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Data Hasil Pengujian	36
4.1.1 Data Hasil Pengujian Kecepatan Putar Turbin.....	36
4.1.2 Data Hasil Pengujian Daya Turbin Angin	37
4.1.3 Data Hasil Pengujian Efisiensi Turbin Angin.....	37
4.1.4 Data Hasil Pengujian Daya Output Generator	38

4.2 Pengolahan Data Hasil Pengujian	38
4.2.1 Pengolahan Data Hasil Pengujian Kecepatan Turbin Angin	38
4.2.2 Pengolahan Data Hasil Pengujian Daya Turbin Angin	39
4.2.3 Pengolahan Data Hasil Pengujian Efisiensi Turbin Angin	40
4.2.4 Pengolahan Data Hasil Pengujian Daya Output Generator	41
4.3 Pembahasan	44
4.3.1 Kecepatan Putar Turbin	44
4.3.2 Daya Turbin Angin	45
4.3.3 Efisiensi Turbin Angin	47
4.3.4 Daya Output Generator	48
BAB V.....	51
KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN I	55
CURRICULUMVITAE.....	55
DATAPENDIDIKAN.....	55
LAMPIRAN II.....	56
LAMPIRAN III	57
LAMPIRAN IV	58
TABEL HASIL PENGOLAHAN DATA.....	58
LAMPIRAN V	65
DOKUMENTASI KEGIATAN	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin	11
Gambar 2.2 Turbin angin sumbu horizontal dan kombinasi lainnya	14
Gambar 2.3 Turbin angin sumbu vertikal dan kombinasi lainnya	16
Gambar 2.4 Wind Tunnel Terbuka.....	20
Gambar 2.5 Wind Tunnel Tertutup	20
Gambar 2.6 Airfoil	21
Gambar 2.7 Berbagai bentuk airfoil	22
Gambar 2.8 Airfoil NACA 4315	23
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	26
Gambar 3.2 Prototipe Turbin Angin.....	27
Gambar 3.3 Sudu NACA 4315.....	29
Gambar 3.4 Prony Brake	30
Gambar 3.5 Prony Brake	31
Gambar 3.6 GUI Trainer Turbin.....	31
Gambar 3.7 Port Receiver	31
Gambar 3.8 GUI Trainer Turbin	32
Gambar 3.9 Knob Pengatur Kecepatan Kipas	32
Gambar 3.10 Range Nilai Sudu.....	32
Gambar 3.11 Komputer	33
Gambar 4.1 Grafik hubungan Antara Sudu Dengan Kecepatan Putar Turbin ...	39
Gambar 4.2 Grafik hubungan Antara Sudu Dengan Daya Turbin Angin	40
Gambar 4.3 Grafik hubungan Antara Sudu Dengan Efisiensi Turbin Angin.....	41
Gambar 4.4 Grafik hubungan Antara Sudu Dengan Daya Output Generator	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Pengujian Kecepatan Putar Turbin.....	37
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Daya Turbin Angin	37
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian Efisiensi Turbin Angin.....	38
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Kecepatan Putar Turbin.....	38
Tabel 4. 5 Hasil Pengolahan Data	42