



**ANALISA KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
MENGUNAKAN *AIRFOIL* NACA 6510 TIPE *TAPERLESS*
TERHADAP VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN JUMLAH SUDU
DENGAN SIMULASI CFD**

SKRIPSI

ALFA NICO IMMANUEL

1710311008

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2021



**ANALISA KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
MENGUNAKAN *AIRFOIL* NACA 6510 TIPE *TAPERLESS*
TERHADAP VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN JUMLAH SUDU
DENGAN SIMULASI CFD**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

ALFA NICO IMMANUEL

1710311008

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2021**

PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Alfa Nico Immanuel
NIM : 17.10.311.008
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : **ANALISA KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN AIRFOIL NACA 6510 TIPE TAPERLESS TERHADAP VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN JUMLAH SUDU DENGAN SIMULASI CFD**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dr. Damora Rhakasywi, S.T, M.T

Penguji Utama

M. Arifudin Lukmana , S.T, M.T

Penguji Lembaga

Fahrudin, S.T, M.T

Penguji Pembimbing



Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc, M.Si

Dekan Fakultas Teknik

Nur Cholis, S.T, M.Eng

Ka. Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 12 Juli 2021

PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISA KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGUNAKAN *AIRFOIL* NACA 6510 TIPE *TAPERLESS* TERHADAP VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN JUMLAH SUDU DENGAN SIMULASI CFD

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Alfa Nico Immanuel

1710311008

Pembimbing 1



Fahrudin, S.T., M.T

Pembimbing 2



Sigit Pradana, S.T., M.T

Jakarta, 20 Juli 2021

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Mesin



Nur Cholis, S.T., M.Eng

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Alfa Nico Immanuel
NIM : 17.10.311.008
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang berjudul “ANALISA KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN *AIRFOIL NACA 6510 TIPE TAPERLESS* TERHADAP VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN JUMLAH SUDU DENGAN SIMULASI CFD” adalah hasil karya sendiri dan bukan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya mengaku sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Jakarta, 20 Juli 2021

Yang Menyatakan,



Alfa Nico Immanuel

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademis Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Alfa Nico Immanuel
NIM : 1710311008
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non Exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **ANALISA KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN AIRFOIL NACA 6510 TIPE TAPERLESS TERHADAP VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN JUMLAH SUDU DENGAN SIMULASI CFD**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 20 Juli 2021

Yang Menyatakan



Alfa Nico Immanuel

**ANALISA KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
MENGUNAKAN *AIRFOIL* NACA 6510 TIPE *TAPERLESS*
TERHADAP VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN JUMLAH SUDU
DENGAN SIMULASI CFD**

Alfa Nico Immanuel

ABSTRAK

Turbin angin merupakan suatu alat yang mampu mengubah energi angin menjadi energi mekanik dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik melalui generator. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Banyu (PLTB). Pada Turbin ini melakukan variasi terhadap jumlah sudu yaitu 2 dan 3 sudu serta kecepatan angin yang bervariasi dari 11,13, dan 15 m/s. Bilah ini memakai satuan *airfoil* internasional yaitu NACA (*National Advisory Committee for Aeronautics*) yang memakai 4 digit yaitu 6510. Analisa ini dilakukan pada *software* CFD yang parameter sudah ditetapkan dihitung melalui perhitungan geometri, dan dilakukan desain bilah pada *software* CAD dari data yang di *input* oleh perhitungan geometri. Desain yang sudah jadi pada 2 sudu dan 3 sudu selanjutnya langsung di analisa di *software* CFD yang dilakukan beberapa tahap dari diagram *modeller*, *mesh*, *set up*, dan *results*. *Set up* merupakan suatu analisa mendapatkan hasil dari desain bilah pada 2 sudu dan 3 sudu dan mendapatka hasil yaitu nilai C_p pada 2 sudu bernilai 0,65 , 0,72 , dan 0,8 dan juga 3 sudu bernilai 0,69 , 0,8 , dan 0,9 dengan TSR yang sudah didapatkan hasil yaitu 5,6, dan 7.

Kata Kunci : Turbin, *airfoil*, analisa, *software* CAD, *software* CFD, *set up*, dan *results*

***PERFORMANCE ANALYSIS OF HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE
USING AIRFOIL NACA 6510 TAPERLESS TYPE
TOWARDS VARIATIONS OF WIND SPEED AND NUMBER OF BLADES
WITH CFD SIMULATION***

Alfa Nico Immanuel

ABSTRACT

Wind turbine is a device that is able to convert wind energy into mechanical energy and then converted into electrical energy through a generator. This turbine varies the number of blades, namely 2 and 3 blades and the wind speed varies from 11, 13, and 15 m/s. This bar uses an international airfoil unit, namely NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) which uses 4 digits, namely 6510. This analysis is carried out on CFD software whose parameters have been determined calculated through geometric calculations, and the blade design is carried out in CAD software from the data inputted by geometry calculations. The finished designs on 2 blades and 3 blades are then directly analyzed in CFD software which is carried out in several stages from modeller diagrams, mesh, set up, and results. Set up is an analysis to get the results of the blade design on 2 blades and 3 blades and get the results that the C_p value on 2 blades is 0.65, 0.72, and 0.8 and also 3 blades is 0.69, 0.8, and 0.9 with TSR that has been obtained results are 5.6, and 7

Key Words : Turbine, airfoil, analition, software CAD, software CFD, set up, and results

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Skripsi yang berjudul "ANALISA KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN *AIRFOIL* NACA 6510 TIPE *TAPERLESS* TERHADAP VARIASI KECEPATAN ANGIN DAN JUMLAH SUDU DENGAN SIMULASI CFD" ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangan Nasional Veteran Jakarta. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan nikmat serta ujian kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

2. Orang tua dan Keluarga yang selalu memberi dukungan, motivasi, dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik UPNVJ

4. Bapak Nur Cholis, ST. M.Eng selaku Kepala Program Studi Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pembangan Nasional Veteran Jakarta.

4. Bapak Fahrudin, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu pengarahan materi dan penelitian dalam skripsi ini.

5. Bapak Sigit Pradana, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.

6. Bang Ricky Elson selaku Founder PT. Lentera Bumi Nusantara dan Pembimbing PKL yang telah membantu dan memberikan waktu serta ilmunya dalam mendampingi penulis dalam penelitian sehingga skripsi ini bisa diselesaikan tepat waktu.

7. Aji Farhan Utomo, Muhammad Ghifari Ramad , Ilham Dani, Fadillah Muharram, dan Habibsaptanov yang telah menyemangati dan memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi.

8. Adam Al Fakhri dan Irham Abadan yang telah mengajarkan saya tentang cara melakukan analisa aerodinamis dalam bilah pada *software* CFD.

9. Kepada teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta khususnya Angkatan 2017 yang sudah memberikan semangat dan moral kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 5 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	II
PENGESAHAN PENGUJI	III
PENGESAHAN PEMBIMBING	IV
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	V
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	VI
ABSTRAK	VII
<i>ABSTRACT</i>	VIII
KATA PENGANTAR.....	IX
DAFTAR ISI.....	XI
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR GAMBAR.....	XIV
DAFTAR LAMPIRAN	XVI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 TUJUAN	2
1.5 MANFAAT	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.2 LANDASAN TEORI	4
2.2.1. Energi Angin	4
2.2.2. Potensi Energi Angin	5
2.2.3. Jenis – Jenis Turbin Angin.....	6

2.2.4.	Gaya – Gaya Yang Mempengaruhi Turbin.....	7
2.2.5.	<i>Airfoil</i>	8
2.2.6.	Jenis Bilah.....	10
2.2.7.	<i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		12
3.1.	TAHAPAN-TAHAPAN PROSES PENELITIAN	12
3.2.	TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN.....	13
3.2.1.	Tempat.....	13
3.2.2.	Waktu	13
3.3.	ALAT DAN BAHAN PENELITIAN.....	13
3.3.1.	Alat.....	13
3.3.2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	14
3.4.	TEKNIK PENGUMPULAN DATA	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1.	PARAMETER AWAL BILAH NACA 6510	17
4.2.	PARAMETER AWAL ANALISA BILAH NACA 6510	19
4.3.	PEMBUATAN DESAIN 3D PADA <i>SOLID WORK</i>	22
4.4.	ANALISIS BILAH PADA <i>SOFTWARE</i> CFD.....	23
4.4.1.	Bilah <i>Taperless Airfoil</i> NACA 6510 pada 2 sudu.....	23
4.4.2.	Bilah <i>Taperless Airfoil</i> NACA 6510 pada 3 sudu.....	29
4.4.3.	Hasil Fluent <i>Bilah 2 sudu dan 3 sudu pada software CFD</i>	34
4.5.	HASIL DATA PADA BILAH 2 SUDU DAN 3 SUDU DARI <i>SOFTWARE</i> CFD	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		42
5.1.	KESIMPULAN.....	42
5.2.	SARAN.....	42
DAFTAR PUSTAKA		
RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Awal Paramater Bilah.....	17
Tabel 4. 2 Penentuan geometri perancangan bilah.....	19
Tabel 4. 3 Penentuan Elemen dan TSR pada bilah <i>Taperless Airfoil</i> Naca 6510.	20
Tabel 4. 4 Hasil Geometri <i>twist</i> , <i>twist linear 75%</i> , dan <i>twist linear</i>	20
Tabel 4. 5 Hasil Geometri <i>chord</i> dan <i>scale</i>	21
Tabel 4. 6 Nilai Torsi terhadap 2 sudu.....	37
Tabel 4. 7 Nilai Torsi terhadap 3 sudu.....	38
Tabel 4. 8 Nilai Daya Turbin terhadap 2 sudu.....	38
Tabel 4. 9 Nilai Daya Turbin terhadap 3 sudu.....	39
Tabel 4. 10 Nilai C_p terhadap 2 sudu.....	39
Tabel 4. 11 Nilai C_p terhadap 3 sudu.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta potensi energi angin di indonesia pada 10 m.	5
Gambar 2. 2 Turbin Angin tipe HAWT	6
Gambar 2. 3 Turbin Angin tipe VAWT	7
Gambar 2. 4 Bagian-Bagian <i>Airfoil</i>	9
Gambar 2. 5 Tipe Bilah.....	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir	12
Gambar 3. 2 Laptop HP 15	13
Gambar 3. 3 Spesifikasi Laptop HP 15	14
Gambar 3. 4 <i>Microsoft Excel</i> 2016	14
Gambar 3. 5 <i>Solid Work</i> 2020.....	15
Gambar 3. 6 <i>Ansys</i> 2019.....	15
Gambar 4. 1 Grafik <i>Twist</i> dan <i>Linear</i>	21
Gambar 4. 2 Elemen Bilah	22
Gambar 4. 3 Model Bilah <i>Taperless Airfoil</i> NACA 6510 dengan 3 sudu	22
Gambar 4. 4 Model Bilah <i>Taperless Airfoil</i> NACA 6510 dengan 2 sudu	23
Gambar 4. 5 Hasil <i>Mesh</i> Bilah 2 sudu	24
Gambar 4. 6 Iterasi pada 2 sudu terhadap kecepatan 11 m/s	24
Gambar 4. 7 Hasil Iterasi C_l terhadap kecepatan 11 m/s.....	25
Gambar 4. 8 Hasil Iterasi C_d terhadap kecepatan 11 m/s	25
Gambar 4. 9 Hasil Iterasi 2 sudu terhadap kecepatan 13 m/s	26
Gambar 4. 10 Hasil Iterasi C_l terhadap kecepatan angin 13 m/s	26
Gambar 4. 11 Hasil Iterasi C_d terhadap kecepatan angin 13 m/s	27
Gambar 4. 12 Hasil Iterasi 2 sudu terhadap kecepatan angin 15 m/s	27
Gambar 4. 13 Hasil Iterasi C_l terhadap kecepatan angin 15 m/s	28
Gambar 4. 14 Hasil Iterasi C_d terhadap kecepatan angin 15 m/s	28
Gambar 4. 15 Hasil <i>Mesh</i> Bilah 3 sudu	29
Gambar 4. 16 Hasil Iterasi 3 sudu terhadap kecepatan angin 11 m/s	30
Gambar 4. 17 Hasil Iterasi C_l terhadap kecepatan angin 11 m/s	30
Gambar 4. 18 Hasil Iterasi C_d terhadap kecepatan angin 11 m/s	31
Gambar 4. 19 Hasil Iterasi 3 sudu terhadap kecepatan angin 13 m/s	31
Gambar 4. 20 Hasil Iterasi C_l terhadap kecepatan angin 13 m/s	32

Gambar 4. 21 Hasil Iterasi C_d terhadap kecepatan angin 13 m/s	32
Gambar 4. 22 Hasil Iterasi 3 sudu terhadap kecepatan angin 15 m/s	33
Gambar 4. 23 Hasil Iterasi C_l terhadap kecepatan angin 15 m/s	33
Gambar 4. 24 Hasil Iterasi C_d terhadap kecepatan angin 15 m/s	34
Gambar 4. 25 Gambar <i>Velocity</i> 2 sudu pada kecepatan angin 11 m/s	34
Gambar 4. 26 Gambar <i>Velocity</i> 2 sudu pada kecepatan angin 13 m/s	35
Gambar 4. 27 Gambar <i>Velocity</i> 2 sudu pada kecepatan angin 15 m/s	35
Gambar 4. 28 Gambar <i>Velocity</i> 3 sudu pada kecepatan angin 11 m/s	36
Gambar 4. 29 Gambar <i>Velocity</i> 3 sudu pada kecepatan angin 13 m/s	36
Gambar 4. 30 Gambar <i>Velocity</i> 3 sudu pada kecepatan angin 15 m/s	37
Gambar 4. 31 Hasil Perbandingan C_p terhadap V (m/s).....	40
Gambar 4. 32 Hasil Perbandingan C_p terhadap TSR.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Teknik 2D pada Bilah *Taperless Airfoil* NACA 6510

Lampiran 2. Hasil Iterasi 2 sudu

Lampiran 3. Hasil Iterasi 3 sudu

Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme