

**STUDI KINERJA BILAH *TAPERLESS* MENGGUNAKAN *AIRFOIL* NACA
2410 UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
*THE SKY DANCER 500 W***



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI KINERJA BILAH *TAPERLESS* MENGGUNAKAN AIRFOIL NACA 2410
UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
THE SKY DANCER 500W



UNIVERSITAS
Disusun oleh:
Nama : Samuel
NIM : 41320010033
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBUARI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI KINERJA BILAH *TAPERLESS* MENGGUNAKAN *AIRFOIL* NACA 2410
UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL THE SKY
DANCER 500 W

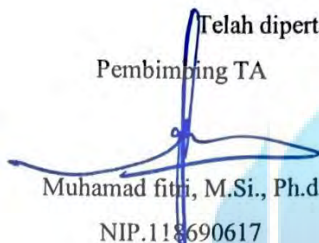
Disusun oleh:

Nama : Samuel
NIM : 41320010033
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal:

Telah dipertahankan di depan penguji

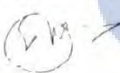
Pembimbing TA


Muhamad fitri, M.Si., Ph.d
NIP.118690617


Penguji Sidang I

Gilang Awan Yudhistira, M.T
NIP.118170044

Pembimbing II


Dadang Suhendra Permana, M.Si
NIP. 612650444

Penguji Sidang III


Dr. Agung Wahyudi Biantoro
NIP.60969021


UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui

Kaprodi Teknik Mesin


Muhamad fitri, M.Si., Ph.d
NIP.118690617

Kordinator TA


Gilang Awan Yudhistira, M.T
NIP.118170044

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Samuel
NIM : 41320010033
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : STUDI KINERJA BILAH *TAPERLESS* MENGGUNAKAN
AIRFOIL NACA 2410 UNTUK APLIKASI TURBIN ANGIN
SUMBU HORIZONTAL *THE SKY DANCER* 500W

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 September 2022


METERAL
TIMPEL
SAAMU0705 (Sa muel)

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Studi Kinerja Bilah *Taperless* Menggunakan *Airfoil* NACA 2410 untuk Aplikasi Turbin Angin Sumbu Horizontal The Sky Dancer 500 W” yang mana Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan pengarahan agar Tugas Akhir yang dilaksanakan dapat berjalan dengan lancar .
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang selalu memimpin penyelenggaraan pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat, membina tenaga kependidikan mahasiswa, tenaga administrasi dan administrasi fakultas.
3. Bapak Muhamad Fitri, M.Si, Ph. D. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana selaku kaprodi yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat kepada penulis.
4. Bapak Fajar Anggara, S.T., M. Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Muhamad Fitri, M.Si, Ph. D selaku dosen pembimbing dan motivator yang telah memberikan bimbingan, saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

6. Dosen Pengajar dan juga staf di lingkungan Universitas Mercu Buana yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
7. Orang tua yang selama ini selalu memberikan semangat kasih sayang serta doa kepada penulis demi kelancaran dan kesuksesan dalam mengerjakan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Andre Angga Sitanggang S.T, Indra Anggi Sitanggang S.T, Anugrah Wahyu Ariyadi S.T, Ahmad Fikri Ramadhan Munandar S.T, Muhammad Auf CS.T, Muhammad Megah Rizky CS.T, Arya Zuhendrik CS.T yang telah memberikan semangat, motivasi, dan bantuan dalam menyelesaikan setiap tugas dalam perkuliahan, terutama dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah membantu penulis dalam melakukan kegiatan penelitian sampai menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan berkah atas semua dukungan dan bantuan dari semua pihak. Penulis sadar bahwa mungkin saja masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Di samping itu juga menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan-kekurangan lainnya, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi dan bagi pembaca pada umumnya.

Jakarta, 30 September 2022



Samuel

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN	4
1.5. RUANG LINGKUP PENELITIAN	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. ENERGI BARU TERBARUKAN	10
2.3. PENGERTIAN ANGIN	10
2.4. TURBIN ANGIN	11
2.5. SISTEM KERJA TURBIN ANGIN SKALA MIKRO	12

2.6.	KOMPONEN TURBIN ANGIN	13
2.6.1.	Bilah	13
2.6.2.	Generator	14
2.6.3.	Fin (Ekor)	14
2.6.4.	Controller	15
2.6.5.	Inverter	15
2.6.6.	Data logger	15
2.6.7.	Baterai	16
2.7.	BILAH	16
2.7.1.	Jenis-Jenis Bilah	16
2.8.	AIRFOIL	17
 BAB III METODELOGI PENELITIAN		19
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	19
3.2.	ALAT DAN BAHAN	21
3.3.	PROSES MANUFAKTUR	24
3.4.	PENGUJIAN LAPANGAN DI PT LENTERA BUMI NUSANTARA	28
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1.	MANUFAKTUR BILAH	30
4.2.	ANALISIS KINERJA BILAH TAPERLESS	40
4.3	PERBANDINGAN DENGAN PENELITIAN TERDAHULU	44
 BAB V PENUTUP		45
5.1	KESIMPULAN	45
5.2	SARAN	45
 DAFTAR PUSTAKA		46
 Lampiran		48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal dan Turbin Angin Sumbuvertikal	11
Gambar 2.2 Bilah	14
Gambar 2.3 Generator	14
Gambar 2.4 Fin (Ekor) Turbin Angin	14
Gambar 2.5 Skema Kerja Controller	15
Gambar 2.6 Inverter	15
Gambar 2.7 Data Logger	16
Gambar 2.8 Baterai	16
Gambar 2.9 Jenis-Jenis Bilah	17
Gambar 2.10 <i>Airfoil</i>	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengujian	20
Gambar 3. 3 Mesin Gerinda Tangan	21
Gambar 3. 4 Mesin Ketam	21
Gambar 3. 5 Penggaris dan Siku	22
Gambar 3. 6 Gergaji Kayu	22
Gambar 3. 7 Mesin Bor	22
Gambar 3. 8 Amplas Kertas	23
Gambar 3. 9 Kayu Mahoni	23
Gambar 3. 10 Triplek	24
Gambar 3. 11 Vernis	24
Gambar 4.1 Gambar 2D Airfoil NACA 2410	31
Gambar 4. 2 Grafik CL/CD Terhadap Alpha	32
Gambar 4. 3 Grafik Proses Linearisasi	33
Gambar 4.4 Hasil Simulasi	34
Gambar 4.5 Desain 3D Bilah Tipe <i>Taperless</i> Airfoil NACA 2410	35
Gambar 4.6 Desain 2D Bilah Tipe <i>Taperless</i> Airfoil NACA 2410	36
Gambar 4. 7 Grafik Tegangan Terhadap Waktu	41
Gambar 4. 8 Grafik Arus Terhadap Waktu	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Parameter Awal Perancangan Bilah	31
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Geometri Bilah	32
Tabel 4. 3 Koordinat Asli Dari Airfoil NACA2410	35
Tabel 4. 4 Ringkasan Data Hasil Pengujian	42
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian	43



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
α	Sudut antara <i>chord line</i> dengan arah gerak aliran udara relatif
β	Sudut puntir tiap elemen yang ada di dalam bilah
ϕ	Sudut yang dihasilkan dari garis rotor <i>plane</i> dengan arah angin relatif
η	Efisiensi tiap komponen
V_{tip}	Kecepatan angin di ujung bilah
ρ	Densitas udara
ω	Kecepatan Putar Rotor
τ	Torsi
λ	<i>Tip speed ratio</i>
λ_r	TSR Parsial
Re	Bilangan Reynold
μ	Viskositas Dinamik
ν_k	Viskositas Kinematik
K	Efisiensi Sistem Turbin Angin

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PLTB	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
LBN	Lentera Bumi Nusantara
LAN	Lentera Angin Nusantara
LEVN	Lentera Electric Vehicle Nusantara
LAgN	Lentera Agri Nusantara
HAWT	Horizontal Axis Wind Turbine
VAWT	Vertical Axis Wind Turbine
Cp	Coefficient Performance
TSR	<i>Tip speed ratio</i>
TSD	<i>The sky dancer</i>
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracker</i>
Cl	Coefficient lift
Cd	Coefficient drag
CAD	Computer Aided Design
RPM	Revolution Per Minute

MERCU BUANA