

**STUDI UJI LAPANGAN TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN  
SUMBU *HORIZONTAL* LIMA BILAH SPIRAL  
TERKAIT EFEK *SOLIDITY NUMBER***



SARNO ANDRI SUSANTO  
NIM : 41318120054

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI UJI LAPANGAN TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN  
SUMBU *HORIZONTAL* LIMA BILAH SPIRAL  
TERKAIT EFEK *SOLIDITY NUMBER*



Disusun oleh:

Nama :Sarno Andri Susanto  
Nim :41318120054  
Program Studi :Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI UJI LAPANGAN TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN  
SUMBU *HORIZONTAL* LIMA BILAH SPIRAL  
TERKAIT EFEK *SOLIDITY NUMBER*

Disusun oleh:

Nama :Sarno Andri Susanto  
Nim :41318120054  
Program Studi :Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pada tanggal : 21 Februari 2023

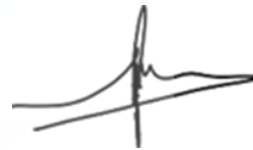
Telah dipertahankan didepan penguji,

Pembimbing TA



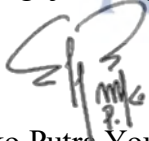
(Dr, Abdul Hamid, B.Eng., M.Eng)  
NIK/NIP : 19046003

Penguji sidang I



(Muhamad Fitri, Ph.D)  
NIK/NIP : 118690617

Penguji sidang II



(Rikko Putra Youlia, M.Eng)  
NIK/NIP : 120930671

Penguji Sidang III



(Dedik Romahadi, M.Sc)  
NIK/NIP: 116910542

Mengetahui

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, Ph.D )  
NIK/NIP : 118690617

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, ST.M.T)  
NIK/NIP : 216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarno Andri Susanto  
Nim : 41318120054  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Studi Uji Lapangan Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu  
*Horizontal Lima Bilah Spiral Terkait Efek Solidity Number*

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 mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta 21 Februari 2023



Sarno Andri Susanto

## PENGHARGAAN

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena telah diberikan rahmat dan anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Uji Lapangan Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu *Horizontal* Lima Bilah Spiral Terkait Efek *Solidity Number*”.Puji syukur dengan adanya bimbingan dan bantuan dari pembimbing maupun rekan - rekan penulis sehingga dapat melaksanakan Tugas Akhir dan menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir. Pada kesempatan ini juga penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Muhamad Fitri, ST., M.Si., P.hD selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T selaku koordinator Tugas Akhir Teknik mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr.Abdul Hamid,B.Eng.,M.Eng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Kedua orang tua dan keluarga atas doa, perhatian, bantuan moral maupun moril dan nasihatnya.
5. Kepada rekan-rekan satu team dan Mahasiswa Universitas Mercu Buana yang telah membantu dan memberikan masukan untuk dapat menyusun dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Melalui lembar penghargaan ini saya menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan wawasan kepada para pembaca dan dapat dikembangkan untuk Tugas Akhir dimasa mendatang.

Jakarta 21 Februari 2023



Sarno Andri Susanto

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. ENERGI ANGIN	8
2.3. TURBIN ANGIN	9
2.4. JENIS-JENIS TURBIN ANGIN	10
2.4.1. Turbin Angin Sumbu <i>Vertikal</i> (TASV)	11
2.4.2. Turbin Angin Sumbu <i>Horizontal</i> (TASH)	11
2.5. KOMPONEN TURBIN ANGIN	13

2.5.1. Generator	13
2.5.2. Sudu ( <i>Blade</i> )	13
2.5.3. <i>Yawing</i> / Kontrol Arah	14
2.5.4. Menara / Tower	15
<b>2.6. PARAMETER PENGUJIAN TASH</b>	<b>15</b>
2.6.1. Nilai Torsi ( $T_{th}$ )	15
2.6.2. <i>Coefficient Torque</i> ( $C_t$ )	15
2.6.3. <i>Coefficient Daya</i> ( $C_p$ )	16
2.6.4. Daya Aktual Eksperimen	16
2.6.5. Daya Teoritis	17
2.6.6. <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	17
2.6.7. <i>Solidity Number</i>	17
2.6.8. Efisiensi Turbin	18
<b>BAB III METODOLOGI</b>	<b>19</b>
3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	19
3.1.1. Studi Literatur	20
3.1.2. Desain TASH Lima Bilah Spiral	21
3.1.3. Pembuatan <i>Prototype</i> TASH Lima Bilah Spiral	22
3.2. ALAT DAN BAHAN	23
3.2.1 Anemometer	24
3.2.2 Tachometer	24
3.2.3 Voltmeter	25
3.2.4 Torquemeter	25
3.2.5 Amperemeter	26
3.3. PENGUJIAN DAN PENGAMBILAN DATA	26
3.3.1 Daftar Tahapan pengujian TASH	26

3.3.2 Pengukuran Kecepatan Angin	27
3.3.3 Pengukuran Daya Turbin	27
3.3.4 Pengukuran Putaran poros (RPM)	28
3.3.5 Pengukuran Daya Torsi	28
<b>3.4. PENGOLAHAN DATA</b>	<b>29</b>
3.4.1 Perhitungan Koefisien Torsi ( $C_T$ )	30
3.4.2 Perhitungan Koefisien Daya ( $C_p$ )	30
3.4.3 Perhitungan <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	31
3.4.4 Perhitungan <i>Solidity Number</i>	31
3.4.5 Perhitungan Efisiensi Turbin	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>32</b>
4.1. PENGAMBILAN DATA	32
4.2. ANALISIS DATA DAN HASIL	35
4.2.1 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Torsi ( $C_T$ )	35
4.2.2 Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Daya ( $C_P$ )	36
4.2.3 Hasil Perhitungan Nilai Efisiensi Turbin	36
4.2.4 Data Hasil Analisis dan Perhitungan	37
4.3. PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS	38
4.3.1 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Tegangan	38
4.3.2 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Arus	39
4.3.3 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Aktual Eksperimen	40
4.3.4. Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Teoritis ( $P_w$ ideal)	40
4.3.5 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Koefisien Torsi	41
4.3.6 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Koefisien Daya	42
4.3.7 Hubungan Kecepatan Angin Terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	42



<b>BAB V</b>	<b>44</b>
<b>5.1 KESIMPULAN</b>	<b>44</b>
<b>5.2 SARAN</b>	<b>45</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>49</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Turbin Angin Sumbu <i>Vertikal</i>	11
Gambar 2.2. Turbin Angin Sumbu <i>Horizontal</i>	12
Gambar 2.3. Jenis <i>Upwind Turbin</i> dan <i>Downwind Turbin</i>	13
Gambar 2.4. Generator	14
Gambar 2.5. Sudu / <i>blade</i> tipe lima bilah <i>spiral</i>	14
Gambar 2.6 <i>Yawing</i> / kontrol arah	15
Gambar 2.7. Menunjukkan tower / Menara	15
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian	20
Gambar 3.2. <i>Design</i> TASH lima bilah spiral	22
Gambar 3.3. <i>Prototype</i> TASH bilah spiral lima <i>blade</i>	23
Gambar 3.4. Perakitan <i>prototype</i> TASH	23
Gambar 3.5. Anemometer	24
Gambar 3.6. Tachometer	25
Gambar 3.7. Voltmeter	25
Gambar 3.8. Torquemeter	26
Gambar 3.9. Amperemeter	26
Gambar 3.10. Pengukuran Kecepatan Angin	27
Gambar 3.11. Pengukuran Daya Turbin	27
Gambar 3.12. Pengukuran Putaran Poros (RPM)	28
Gambar 3.13. Pengukuran Daya Torsi	28
Gambar 4.1 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Tegangan	38
Gambar 4.2 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Kuat Arus	39
Gambar 4.3 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Daya Aktual	40
Gambar 4.4 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Daya Teoritis	40
Gambar 4.5 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Koefisien Torsi	41
Gambar 4.6 Grafik Kecepatan Angin Terhadap Koefisien Daya	42
Gambar 4.7 Grafik Kecepatan Angin Terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2 Rata-rata Kecepatan Angin di Kabupaten Tangerang	9
Tabel 3.1 Alat Dan Bahan	23
Tabel 4.1 Data Pengujian TASH 5 <i>Blade</i> (10:00 - 23/10/2022)	32
Tabel 4.2 Data Pengujian TASH 5 <i>Blade</i> (11:00 - 23/10/2022)	33
Tabel 4.3 Data Pengujian TASH 5 <i>Blade</i> (13:00 - 23/10/2022)	33
Tabel 4.4 Data Pengujian TASH 5 <i>Blade</i> (14:00 - 23/10/2022)	34
Tabel 4.5 Data Pengujian TASH 5 <i>Blade</i> (15:00 - 23/10/2022)	34
Tabel 4.6 Data Rata-rata Hasil Pengujian TASH	35
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Analisis Data Koefisien Torsi ( $C_T$ )	36
Tabel 4.8 Perhitungan Analisis Data Koefisien Daya ( $C_p$ )	36
Tabel 4.9 Perhitungan Analisis Data Efisiensi Turbin	37
Tabel 4.10 Data Hasil Analisis dan Perhitungan	37

## DAFTAR SIMBOL

---

$\lambda$	<i>Tip Speed Rasio</i>
$\rho$	Massa Jenis Udara ( 1,293 Kg/m <sup>3</sup> )
$(\sigma)$	<i>Solidity number</i>

---



## DAFTAR SINGKATAN

---

<b>Singkatan</b>	<b>Keterangan</b>
TASH	Turbin Angin Sumbu <i>Horizontal</i>
TSR	<i>Tip Speed Ratio</i>
PLTB	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
TASV	Turbin Angin Sumbu <i>Vertikal</i>

---

