

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH VARIASI
KETEBALAN BILAH DAN KECEPATAN
ANGIN TERHADAP KINERJA TURBIN
ANGIN SAVONIUS MENGGUNAKAN
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS
(CFD)**



Oleh :

Fandi Achmad Firmansyah
NPM. 21036010047

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH VARIASI KETEBALAN BILAH DAN KECEPATAN
ANGIN TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN SAVONIUS
MENGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)**

Disusun Oleh :

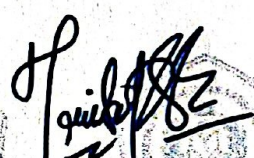
FANDI ACHMAD FIRMANSYAH
NPM. 21036010047

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Selasa, 24 Februari 2026

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing

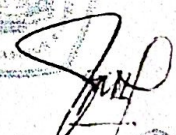

Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 19640611.199203 2 001


Tria Puspa Sari, S.T., M.S.
NIP. 199403112025062005

Dosen Penguji II

Koordinator Program Studi Teknik
Mesin


Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng.
NIP. 199407262024061002


Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 19640611.199203 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA
TIMURFAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Fandi Achmad Firmansyah
NPM : 21036010047
Program Studi : ~~Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan /~~
~~Teknik Lingkungan / Teknik Sipil / Teknik Mesin~~

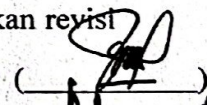
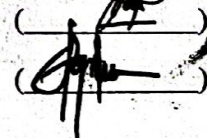
Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN) / SEMINAR~~
~~PROPOSAL~~ / SKRIPSI / TUGASAKHIR Ujian Lisan Periode I, TA 2025/2026.

Dengan judul : ANALISIS PENGARUH VARIASI KETEBALAN BILAH DAN
KECEPATAN ANGIN TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN
SAVONIUS MENGGUNAKAN COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMICS (CFD)

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT.

2. Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng.


 12/2/2026

Surabaya, 25 Februari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing


Tria Puspa Sari, S.T., M.S.

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fandi Achmad Firmansyah
NPM : 21036010047
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik & Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 6 Maret 2025

Yang Membuat Pernyataan



Fandi Achmad Firmansyah
21036010047

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis diberikan kemampuan dan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara moral maupun material, yaitu:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT. Selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, dan Selaku Dosen Penguji I.
3. Ibu Tria Puspa Sari, S.T., M.S. Selaku Dosen Pembimbing penelitian skripsi.
4. Bapak Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Penguji II, Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan satu angkatan di Program Studi Teknik Mesin yang senantiasa memberikan dorongan, semangat, serta dukungan selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan belum mencapai tingkat kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi berbagai pihak.

Surabaya, 6 Agustus 2025

Fandi Achmad Firmansyah
NPM. 21036010047

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR BEBAS REVISI	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengaruh Ketebalan Bilah Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius	5
2.2 Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius	6
2.3 Landasan Teori.....	8
2.3.1 Energi Terbarukan dan Tak Terbarukan.....	8
2.3.2 Turbin Angin	11
2.3.3 Kecepatan Angin	16
2.3.4 Ketebalan Bilah	16
2.3.5 Jumlah Bilah.....	18
2.3.6 Sudut Busur Bilah Turbin.....	19
2.3.7 <i>Overlap Ratio</i>	20
2.3.8 Material Bilah.....	21

2.3.9 Gaya Aerodinamika.....	22
2.3.10 Analisis Varian (ANOVA)	23
2.4 <i>Reynold Number</i>	24
2.5 Karakteristik Turbin Angin.....	25
2.5.1 Analisis Daya Angin.....	25
2.5.2 Analisis Daya Turbin.....	25
2.5.3 Analisis Torsi.....	26
2.5.4 Analisis Koefisien Daya	26
2.6 <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	26
2.7 Hipotesis	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.2 Diagram Alir Penelitian	30
3.3 Variabel Penelitian.....	31
3.3.1 Variabel Bebas.....	31
3.3.2 Variabel Terikat.....	32
3.3.3 Variabel Kontrol.....	32
3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	32
3.5 Rincian dari Metode Pengambilan Data	33
3.5.1 <i>Pre-Processing</i>	33
3.5.2 <i>Processing</i>	35
3.5.3 <i>Post-Processing</i>	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 <i>Grid Independent Test</i>	37
4.2 Distribusi Aliran Dan Tekanan	38
4.3 Hubungan Antara Ketebalan Bilah Dan Kecepatan Angin Terhadap Daya Turbin.....	41

4.4 Hubungan Antara Ketebalan Bilah Dan Kecepatan Angin Terhadap Koefisien Daya	45
4.5 Hubungan Antara Ketebalan Bilah Dan Kecepatan Angin Terhadap Efisiensi Turbin.....	48
4.6 Validasi Ketepatan Hasil Simulasi.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Perbandingan Beban Operasi Terhadap Efisiensi	10
Gambar 2. 2 Turbin Angin.....	12
Gambar 2. 3 Jenis-jenis Turbin Angin Horizontal.....	13
Gambar 2. 4 Jenis-jenis Turbin Angin Vertikal.....	14
Gambar 2. 5 Jenis-jenis turbin savonius	15
Gambar 2. 6 Grafik hubungan koefisien daya dan kecepatan angin	16
Gambar 2. 7 Ketebalan Bilah.....	17
Gambar 2. 8 Hasil Penelitian Karis Zaeni, Rozi dan Yunianto	18
Gambar 2. 9 Variasi Jumlah Bilah Turbin.....	19
Gambar 2. 10 Variasi Sudut Busur Bilah Turbin.....	20
Gambar 2. 11 <i>Overlap Ratio</i>	20
Gambar 2. 12 Hasil penelitian Hendra.....	21
Gambar 2. 13 Material PVC	22
Gambar 2. 14 Aliran Angin Pada Turbin Savonius	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir	30
Gambar 3. 2 Geometri Desain Turbin Angin	33
Gambar 3. 3 Penerapan Domain Komputasi	34
Gambar 3. 4 <i>Meshing</i>	34
Gambar 3. 5 <i>Cut Plots</i>	35
Gambar 3. 6 <i>Output</i> dari Simulasi Turbin Angin	36
Gambar 4. 1 <i>Grid Independent Test</i>	37
Gambar 4. 2 Distribusi Aliran Udara Pada Variasi Ketebalan Bilah Dengan Variasi Kecepatan Angin (a) 4 m/s, (b) 5 m/s, (c) 6 m/s, dan (d) 7 m/s	38
Gambar 4. 3 Kontur Distribusi Pressure Pada Variasi Ketebalan Bilah Dengan Variasi Kecepatan Angin (a) 4 m/s, (b) 5 m/s, (c) 6 m/s, dan (d) 7 m/s	40
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Ketebalan Bilah dan Kecepatan Angin Dengan Daya Angin	42
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Ketebalan Bilah dan Kecepatan Angin Dengan Daya Turbin.....	43
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Ketebalan Bilah dan Kecepatan Angin Dengan Koefisien Daya	46

Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Ketebalan Bilah dan Kecepatan Angin Dengan Efisiensi	49
--	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengaruh geometri ketebalan bilah penelitian terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 Pengaruh kecepatan angin penelitian terdahulu	7
Tabel 2. 3 Potensi Energi Terbarukan	9
Tabel 2. 4 Cadangan Energi Tak Terbarukan	10
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	29
Tabel 3. 2 Variabel Bebas Penelitian.....	31
Tabel 3. 3 Parameter Simulasi	35
Tabel 4. 1 Validasi ANOVA Daya Turbin Terhadap Ketebalan Bilah	44
Tabel 4. 2 Validasi ANOVA Koefisien Daya Terhadap Ketebalan Bilah.....	47
Tabel 4. 3 Validasi ANOVA Efisiensi Terhadap Ketebalan Bilah.....	50

ABSTRAK

Turbin angin Savonius merupakan salah satu jenis turbin angin sumbu vertikal (*Vertical Axis Wind Turbine /VAWT*) yang memiliki keunggulan dalam kesederhanaan desain, kemudahan manufaktur, serta kemampuan beroperasi pada kecepatan angin rendah. Karakteristik tersebut menjadikan turbin Savonius sesuai untuk diaplikasikan di wilayah perkotaan dan daerah dengan potensi angin terbatas. Namun, dibandingkan dengan jenis turbin angin lainnya, turbin Savonius masih memiliki kinerja dan efisiensi yang relatif rendah, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk meningkatkan performanya. Kinerja turbin Savonius dipengaruhi oleh parameter desain bilah dan kondisi operasional, khususnya ketebalan bilah dan kecepatan angin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ketebalan bilah dan kecepatan angin terhadap kinerja turbin Savonius menggunakan metode simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD). Parameter kinerja yang dianalisis meliputi koefisien daya, faktor torsi, dan efisiensi turbin, sehingga diperoleh gambaran menyeluruh mengenai karakteristik performa turbin pada berbagai kondisi operasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa daya keluaran turbin meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan angin. Daya tertinggi sebesar 9,85 W diperoleh pada kecepatan angin 7 m/s dengan ketebalan bilah 5,5 mm. Namun, peningkatan kecepatan angin tidak selalu diikuti oleh peningkatan koefisien daya dan efisiensi. Pada kecepatan angin tinggi, koefisien daya dan efisiensi cenderung menurun akibat meningkatnya gaya drag dan kerugian aerodinamis yang disebabkan oleh aliran turbulen di sekitar bilah. Variasi ketebalan bilah juga berpengaruh signifikan terhadap kinerja turbin, dimana bilah yang lebih tebal menghasilkan performa yang lebih stabil dalam rentang kecepatan angin yang ditinjau. Penelitian lanjutan disarankan melakukan validasi eksperimental untuk meningkatkan keakuratan hasil simulasi.

Kata kunci : Turbin Angin Savonius, CFD, Ketebalan Bilah, Kecepatan Angin, Koefisien Daya

ABSTRACT

The Savonius wind turbine is a type of vertical axis wind turbine (VAWT) that offers advantages in terms of design simplicity, ease of manufacturing, and the ability to operate at low wind speeds. These characteristics make the Savonius turbine suitable for application in urban areas and regions with limited wind potential. However, compared to other types of wind turbines, the Savonius turbine still exhibits relatively low performance and efficiency, thus requiring further studies to improve its performance. The performance of the Savonius turbine is influenced by blade design parameters and operational conditions, particularly blade thickness and wind speed. This study aims to analyze the effects of blade thickness variation and wind speed on the performance of a Savonius wind turbine using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation. The performance parameters analyzed include the power coefficient, torque factor, and turbine efficiency, providing a comprehensive overview of turbine performance under various operating conditions. The simulation results indicate that the turbine power output increases with increasing wind speed. The highest power output of 9.85 W was achieved at a wind speed of 7 m/s with a blade thickness of 5.5 mm. However, an increase in wind speed does not always result in higher power coefficient and efficiency. At higher wind speeds, the power coefficient and efficiency tend to decrease due to increased drag forces and aerodynamic losses caused by turbulent flow around the blades. The variation in blade thickness also has a significant effect on turbine performance, where thicker blades produce more stable and efficient performance within the investigated wind speed range. Further research is recommended to conduct experimental validation to improve the accuracy of the simulation results.

Keywords : Wind Savonius Turbine, CFD, Blade Thickness, Wind Speed, Power Coefficient