

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH VARIASI RASIO
TAPERED BLADE DAN TIP SPEED RATIO
(TSR) TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN
SAVONIUS DENGAN METODE
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)**



Oleh:

MOCHAMMAD NUR IRSYAD PRABAWANTO

NPM. 22036010044

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2026

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH VARIASI RASIO *TAPERED BLADE* DAN *TIP SPEED RATIO* (TSR) TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)

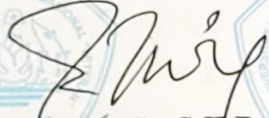
Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Studi Strata Satu dan Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Oleh :

Nama : Mochammad Nur Irsyad Prabawanto
NPM : 22036010044
Konsentrasi : Konversi Energi

Telah diuji dalam Ujian Komprehensif Skripsi
Pada Jumat / 12 Juni 2026
Telah disahkan oleh:

Dosen Penguji 1



Dr. Musyaroh, S.T.P., M. T
NIP. 19940820 202406 2 0025

Dosen Pembimbing 1



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

Dosen Penguji 2



Fatkhurrohman, S.T., M.Eng
NIP. 19930524 202406 1 002

Dosen Pembimbing 2



Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T.
NIP. 19980615 202406 2 002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Mesin



Dr. T.Ir. Luluk Edahwati, M.T.
NIP. 196406111992032001

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



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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294 Telp. 031-8782179
Email: teknikmesin@upnjatim.ac.id , Laman : http://tekmesin.upnjatim.ac.id/

KETERANGAN BEBAS REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Mochammad Nur Irsyad Prabawanto
NPM : 220361010044
Program Studi : Teknik Mesin
Tanggal Sidang Hasil : 12 Juni 2026

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi *) ~~PRA-RENCANA (DESAIN) / SEMINAR PROPOSAL /~~
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode IV, TA . 2026/2027.

Dengan judul : ANALISIS PENGARUH VARIASI RASIO *TAPERED BLADE* DAN *TIP SPEED RATIO*
(TSR) TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN METODE *COMPUTATIONAL*
FLUID DYNAMICS (CFD)

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. Dr. Musvaroh, S.T.P., M. T
2. Fatkhurrohman, S.T., M.Eng

Surabaya, 18 Juni 2026

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 1

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

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2

A-N TRIA PUSPA SARI
Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T.
NIP. 19980615 202406 2 002

Catatan: *) coret yang tidak perlu

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mochammad Nur Irsyad Prabawanto
NPM : 22036010044
Program : Sarjana(S1)
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik dan Sains
Judul Skripsi/Tugas Akhir : ANALISIS PENGARUH VARIASI RASIO TAPERED BLADE DAN TIP SPEED RATIO (TSR) TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN SAVONIUS DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

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, 26 Juni 2026

Yang Membuat pernyataan



Mochammad Nur Irsyad Prabawanto
NPM. 22036010044

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul: Analisis Pengaruh Variasi Rasio *Tapered Blade* Dan *Tip Speed Ratio* (TSR) Terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius Dengan Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P**, Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. **Dr. T.Ir. Luluk Edahwati, M.T.**, Ketua Program Studi Teknik Mesin.
3. **Tria Puspa Sari, S.T., M.S.** dan **Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T.**, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
4. **Dr. Musyaroh, S.T.P., M. T** dan **Fatkhurrohman, S.T., M.Eng.**, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
5. **Kedua orang tua dan keluarga tercinta**, atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan materi yang tiada henti dalam pengerjaan skripsi ini.
6. **Syawalina Maghfira Yahya**, yang senantiasa menjadi sumber semangat dan tempat berbagi selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala bentuk dukungan, doa, perhatian, kesabaran, serta kepercayaan yang selalu diberikan. Kehadiran dan motivasi yang tidak pernah putus menjadi salah satu kekuatan bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. **Naufal Alifio, Saka Palwaguna, M Fauzi** untuk dukungan penuh sebagai rekan satu tim dalam pengerjaan turbin angin savonius
8. **Antonius Angel Wijaya, Reinand Ari Pratama, Izza Muhammad Hanif Surya Alam, Daniel Ebenezer Budiharto, Aditya Thoriq, Farryzki Noor Thoriq, Muhammad Zaky Fahlevy, A Aldy Gymnastyar** atas pertemanan erat yang selalu memberikan support dari masa SMA hingga saat ini.

9. **Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2022**, atas dukungan, kebersamaan, dan motivasinya.

10. **Diri saya sendiri** sebagai penulis yang memilih untuk tidak menyerah terhadap semua masalah saat pengerjaan skripsi ini dan selalu percaya perkataan luffy “Jika jalannya terlihat terlalu mudah, mungkin aku ada di jalan yang salah”

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi tambahan wawasan dan referensi dalam bidang ilmu teknik mesin.

Surabaya, 26 Juni 2026

Penulis
(*Mochammad Nur Irsyad Prabawanto*)

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat serta tingginya emisi karbon akibat penggunaan bahan bakar fosil mendorong pengembangan energi terbarukan, salah satunya energi angin. Turbin angin Savonius dipilih karena mampu bekerja pada kecepatan angin rendah yang sesuai dengan kondisi angin di Indonesia, namun masih memiliki kelemahan berupa nilai *coefficient of power* (*CoP*) yang relatif rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi rasio *tapered blade* dan *tip speed ratio* (*TSR*) terhadap kinerja turbin angin Savonius menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (*CFD*). Simulasi dilakukan secara tiga dimensi (3D) menggunakan ANSYS Fluent 2021 R2 dengan model turbulensi *realizable k-ε* dan metode *sliding mesh*. Variasi rasio *taper* yang digunakan yaitu 0,7; 0,6; dan 0,5 dengan variasi *TSR* sebesar 0,2 hingga 1,2. Parameter yang dianalisis meliputi *coefficient of power* (*CoP*), *coefficient of moment* (*CoM*), dan *coefficient of static torque* (*CTs*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi rasio *taper* berpengaruh terhadap performa turbin Savonius. Variasi *taper* 0,7 menghasilkan performa terbaik dengan nilai *CoP* maksimum sebesar 0,478 pada *TSR* 1,0, sedangkan *taper* 0,5 menghasilkan performa terendah dengan nilai *CoP* maksimum sebesar 0,314 pada *TSR* 0,6. Hasil analisis kontur aliran menunjukkan bahwa geometri *tapered blade* mampu mengurangi *flow separation* dan meningkatkan gaya *drag* pada *advancing blade* sehingga meningkatkan efisiensi turbin pada kondisi angin rendah.

Kata kunci: Turbin Savonius, *tapered blade*, *tip speed ratio*, *CFD*, *coefficient of power*.

ABSTRACT

The increasing demand for electrical energy and the high carbon emissions caused by fossil fuel consumption have encouraged the development of renewable energy, particularly wind energy. The Savonius wind turbine was selected because it can operate effectively at low wind speeds commonly found in Indonesia; however, it still has the drawback of a relatively low coefficient of power (CoP). This study aims to analyze the effect of tapered blade ratio and tip speed ratio (TSR) variations on the performance of a Savonius wind turbine using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method. Three-dimensional (3D) simulations were conducted using ANSYS Fluent 2021 R2 with the realizable $k-\varepsilon$ turbulence model and sliding mesh method. The taper ratios investigated were 0.7, 0.6, and 0.5, with TSR variations ranging from 0.2 to 1.2. The analyzed parameters included coefficient of power (CoP), coefficient of moment (CoM), and coefficient of static torque (CTs). The results showed that the taper ratio significantly affected the turbine performance. The 0.7 taper ratio produced the best performance with a maximum CoP value of 0.478 at TSR 1.0, while the 0.5 taper ratio resulted in the lowest performance with a maximum CoP value of 0.314 at TSR 0.6. Flow contour analysis indicated that the tapered blade geometry reduced flow separation and increased the drag force on the advancing blade, thereby improving turbine efficiency under low wind speed conditions.

Keywords: *Savonius turbine, tapered blade, tip speed ratio, CFD, coefficient of power.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR BEBAS REVISI.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengaruh Geometri terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius.....	4
2.2 Pengaruh Variasi TSR terhadap Kinerja Turbin Angin Savonius.....	6
2.3 Landasan Teori	7
2.3.1 Energi Terbarukan	7
2.3.2 Turbin Angin Savonius.....	8
2.3.3 <i>Tapered Blade</i> Turbin Angin Savonius	9
2.3.4 <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	11
2.3.6 <i>Gaya Drag</i>	15
2.3.7 <i>Tip Speed Ratio (TSR)</i>	15
2.3.8 <i>Bilangan Reynolds</i>	16
2.3.9 Perhitungan Torsi.....	17
2.3.10 Perhitungan <i>Coefficient of Power, Coefficient of Moment, dan</i> <i>Coefficient of Static Torque</i>	17
2.4 Hipotesis	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	19

3.3	Variabel Penelitian.....	21
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	21
3.4.1	Alat Penelitian	21
3.4.2	Bahan Penelitian	22
3.5	Tahap <i>pre-processing</i>	23
3.5.1	Pembuatan Geometri.....	23
3.5.2	Pembuatan <i>Meshing</i>	24
3.5.3	<i>Boundary Conditions</i>	26
3.5.4	<i>Grid Independency Test</i>	27
3.6	Tahap Processing	28
3.6.1	<i>General</i>	30
3.6.2	<i>Model</i>	30
3.6.3	<i>Material</i>	30
3.6.4	<i>Cell Zone Condition</i>	31
3.6.5	<i>Boundary Coundition</i>	31
3.6.6	<i>Solution</i>	31
3.6.7	<i>Initialize</i>	31
3.6.8	<i>Residual</i>	31
3.6.9	<i>Run Calculation</i>	31
3.7	Pengolahan Data	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Validasi <i>Grid Independency Test</i>	34
4.2	Analisa Pengaruh Variasi <i>Taper Blade</i> terhadap CoM.....	35
4.3	Analisa Hasil Perbandingan CoP dan CTs pada Setiap Variasi <i>Taper Blade</i> ..	36
4.4	Analisa Hasil <i>Velocity Contour</i> pada Setiap Variasi <i>Taper Blade</i>	39
4.5	Analisa Hasil <i>Preassure Contour</i> pada Setiap Variasi <i>Taper Blade</i>	42
4.6	Perbandingan <i>Coefficient of Power</i> terhadap <i>Betz Limit</i>	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....		49
LAMPIRAN		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bauran Energi Primer	8
Gambar 2. 2 Desain Rotor Savonius 2 sudu	9
Gambar 2. 3 Perbandingan Turbin Konvensional dan <i>Tepered Blade</i>	10
Gambar 2. 4 <i>Computation Domains and Boundary Condition</i>	11
Gambar 2. 5 <i>Mesh Quality</i>	12
Gambar 2. 6 <i>Velocity contours (m/s) and streamlines</i>	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir	20
Gambar 3. 2 Geometri Turbin	23
Gambar 3. 3 <i>Meshing</i> Menggunakan Ansys 2021 R2	25
Gambar 3. 5 Dimensi 2D <i>Boundary Conditions</i>	26
Gambar 3. 6 Setup 3D <i>Boundary Conditions</i>	26
Gambar 4. 1 Grafik validasi GIT	34
Gambar 4. 2 Komparasi CoM setiap variasi taper.....	35
Gambar 4. 3 Komparasi CoP setiap variasi taper	37
Gambar 4. 4 Komparasi CTs setiap variasi taper	38
Gambar 4. 5 Betz limit	45
Gambar 4. 6 Perbandingan CoP Taper Blade dengan Betz Limit.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu terkait Kinerja Turbin Savonius dengan Variasi Geometri	4
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu terkait Kinerja Turbin Savonius dengan Variasi TSR	6
Tabel 3. 1 Konfigurasi Geometri Penelitian	23
Tabel 3. 2 Spesifikasi Turbin.....	24
Tabel 3. 3 Grid Independency Test pada Turbin Angin Savonius	27
Tabel 3. 4 Setup Solver Simulasi Penelitian.....	28
Tabel 3. 5 Setup Input Validasi	29
Tabel 3. 6 Contoh Tabel Data.....	32
Tabel 4. 1 Perbandingan Data Validasi	34
Tabel 4. 2 Kontur Kecepatan pada variasi taper 0.7; 0.6; 0.5	40
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Data CTs	41
Tabel 4. 4 Kontur Tekanan pada variasi taper 0.7; 0.6; 0.5.....	43