

SKRIPSI

**ANALISIS VARIASI SUDUT BILAH DAN
KECEPATAN ANGIN PADA TURBIN
ANGIN SAVONIUS TERHADAP NILAI
KOEFSISIEN DAYA TURBIN
MENGUNAKAN *COMPUTATIONAL
FLUID DYNAMICS***



Oleh:

Muhammad Hendra Budi Satria
NPM. 21036010077

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISIS VARIASI SUDUT BILAH TURBIN DAN KECEPATAN ANGIN
PADA TURBIN ANGIN SAVONIUS TERHADAP NILAI KOEFISIEN
DAYA TURBIN MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMICS***

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 : Muhammad Hendra Budi Satria
NPM : 21036010077
Konsentrasi : Konversi Energi

Telah Diuji Dalam Ujian Komprehensif Skripsi
Hari/Tanggal : Kamis, 24 Juli 2025

Telah Disahkan Oleh:

Tim Penguji
1.



Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.
NIP. 19940428 202203 2 011

2.



Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT.
NIP. 19640611 199203 2 001

Dosen Pembimbing



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

Koordinator Program Studi Teknik Mesin



Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT.
NIP. 19640611 199203 2 001

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



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P
NIP. 19650403 199103 2001



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

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Muhammad Hendra Budi Satria

NPM : 21036010077

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 / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode-V, TA 2024/2025.

Dengan judul : ANALISIS VARIASI SUDUT BILAH DAN KECEPATAN ANGIN PADA TURBIN ANGIN SAVONIUS TERHADAP NILAI KOEFISIEN DAYA TURBIN MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.

()

2. Dr. Ir Luluk Edahwati, MT.

()

Surabaya, 25 Juli 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



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

NIP. 199403112025062005

Catatan: *) coret yang tidak perlu

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Hendra Budi Satria
NPM : 21036010077
Program : Sarjana
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik dan 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, 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, 25 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan,



The image shows a yellow rectangular official stamp with a red border. Inside the stamp, there is a red circular emblem with a white bird (Garuda) in the center. To the left of the emblem, the text 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KULTUR' is written vertically. To the right, the text 'METERAI TEMPEL' is written. Below the emblem, the alphanumeric code 'A/E11AKX103447763' is printed. A black handwritten signature is written across the stamp.

Muhammad Hendra Budi Satria
21036010077

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan apresiasi sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara moral maupun materi 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 Teknik Mesin dan Dosen Penguji II Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Tria Puspa Sari, S.T., M.S. Selaku Dosen Pembimbing penelitian proposal skripsi.
4. Ibu Dr. Wahyu Dwi Lestari, S.Pd., MT. Selaku Dosen Wali, Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc. Selaku Dosen Penguji I, Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua Orang Tua yang senantiasa memberikan dukungan semangat, do’a, perhatian, dan motivasi tanpa henti.
7. Teman – teman seluruh angkatan Program Studi Teknik Mesin yang selalu memberikan dukungan

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini belumlah dikatakan sempurna. Untuk itu, penulis dengan sangat terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca sekalian. Semoga proposal skripsi ini bermanfaat untuk kita semua.

Surabaya, 7 Desember 2024

Muhammad Hendra Budi Satria

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT KETERANGAN REVISI	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK	xiv
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 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Turbin Angin	7
2.2.2 <i>Horizontal Axis Wind Turbine</i>	8
2.2.3 <i>Vertical Axis Wind Turbine</i>	9
2.2.4 Turbin Angin Savonius.....	10
2.3 Sifat – sifat Fluida.....	12
2.3.1 Aliran Laminar	12
2.3.2 Aliran Turbulen	13
2.4 SKEA.....	14
2.5 Gaya Aerodinamika	15
2.6 <i>Polyvinyl Chloride</i>	16
2.7 Parameter Perhitungan Turbin Angin.....	16
2.7.1 Analisis Daya Angin.....	16

2.7.2 Analisis Daya Turbin.....	17
2.7.3 Analisis Torsi.....	17
2.7.4 Analisis Koefisien Daya	18
2.7.5 Analisis Efisiensi Turbin	19
2.7.6 <i>Reynold Number</i>	19
2.8 Parameter Desain Turbin Angin	20
2.8.1 Jumlah Bilah	20
2.8.2 Sudut Busur Bilah Turbin.....	21
2.8.3 <i>Overlap Ratio</i>	22
2.9 <i>Software</i> Perancangan Desain.....	24
2.10 Hipotesis	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	27
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.2.1 Lokasi Penelitian	28
3.2.2 Waktu Penelitian	28
3.3 Peralatan dan Bahan Penelitian	29
3.4 Tahap Pengumpulan Data.....	29
3.5 Variabel Penelitian.....	30
3.5.1 Variabel Bebas.....	30
3.5.2 Variabel Terikat.....	30
3.5.3 Variabel Kontrol.....	30
3.6 Dinamika Aliran Fluida Berbasis CFD.....	31
3.6.1 Tahapan <i>Preprocessing</i>	31
3.6.2 Tahapan <i>Processing</i>	33
3.6.3 Tahapan <i>Postprocessing</i>	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Distribusi Aliran Udara	35
4.2 Analisis Hasil Simulasi.....	37
4.2.1 Analisis Daya Angin.....	37
4.2.2 Analisis Daya Turbin.....	39
4.2.3 Koefisien Daya Turbin	40
4.2.4 Analisis Efisiensi Turbin	42
4.3 Kontur Aliran Udara Pada Turbin Angin Savonius.....	43

4.3.1 Kontur Distribusi <i>Velocity</i>	43
4.3.2 Kontur Distribusi <i>Pressure</i>	45
4.4 Validasi Ketepatan Hasil Simulasi	47
BAB VKESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Sebaran Potensi Energi Angin Indonesia	6
Gambar 2.2 Grafik Kapasitas PLTB Level I – IV	7
Gambar 2.3 Sketsa Sederhana Kincir Angin.....	8
Gambar 2.4 Macam-macam Desain Turbin Angin HAWT	9
Gambar 2.5 Macam-macam Desain Kincir Angin VAWT.....	10
Gambar 2.6 Perkembangannya Rotor Savonius.....	11
Gambar 2.7 Klasifikasi Aliran Fluida	12
Gambar 2.8 Aliran laminar	13
Gambar 2.9 Aliran turbulen	13
Gambar 2.10 Tampilan atas dari gaya-gaya yang bekerja pada rotor turbin angin poros vertikal.....	15
Gambar 2.11 Polyvinyl Chloride (PVC).....	16
Gambar 2.12 Turbin Angin Savonius dengan jumlah bilah yang berbeda	21
Gambar 2.13 Tampilan atas bilah dengan sudut yang berbeda (a) 0°; (b) 45°; (c) 90° dan (d) 135°	22
Gambar 2.14 Profil kecepatan pada bilah Savonius sisi cembung dan sisi cekung dari bilah dengan rasio tumpang tindih yang berbeda (a) 0,0; (b) 0,15; dan (c) 0.3	23
Gambar 2.15 Kontur kecepatan (<i>velocity</i>) dan garis aliran (<i>streamlines</i>) di sekitar rotor Savonius dengan rasio tumpang tindih (<i>overlap</i>) $\beta = 0,15$ pada (a) sudut 0°; (b) 45°; dan (c) 90°.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2 Geometri desain turbin angin poros vertical (a) Tampak Isometri; (b) Tampak depan; dan (c) Tampak atas	31
Gambar 3.3 Pemodelan domain komputasi terhadap bentuk turbin angin poros vertical.....	32
Gambar 3.4 Proses <i>meshing</i> pada turbin angin poros vertical	32
Gambar 3.5 Penginputan parameter pada saat simulasi.....	33
Gambar 3.6 Pengaturan dinamika fluida.....	34

Gambar 3.7 Output dari simulasi terhadap turbin angin	34
Gambar 4. 1 Aliran udara (streamlines)	35
Gambar 4.2 Distribusi aliran udara pada sudut bilah 120° dengan variasi kecepatan (a) 8 m/s, (b) 9 m/s, dan (c) 10 m/s	36
Gambar 4.3 Analisis pengaruh sudut bilah dan kecepatan angin terhadap daya angin pada turbin savonius.....	38
Gambar 4.4 Analisis pengaruh sudut bilah dan kecepatan angin terhadap daya turbin pada turbin savonius	39
Gambar 4.5 Analisis pengaruh sudut bilah dan kecepatan angin terhadap koefisien daya pada turbin savonius	41
Gambar 4.6 Analisis pengaruh sudut bilah dan kecepatan angin terhadap efisiensi pada turbin savonius.....	42
Gambar 4.7 Kontur distribusi <i>velocity</i> pada sudut bilah 120° dengan variasi kecepatan (a) 8 m/s, (b) 9 m/s, dan (c) 10 m/s	44
Gambar 4.8 <i>Pressure</i> diagram.....	46
Gambar 4.9 Kontur distribusi <i>pressure</i> pada sudut bilah 120° dengan variasi kecepatan (a) 8 m/s, (b) 9 m/s, dan (c) 10 m/s	46
Gambar 4.10 Hasil perbandingan desain turbin angin poros vertical antara (a) penelitian terdahulu dan (b) penelitian sekarang	48
Gambar 4.11 Perbandingan hasil efisiensi turbin poros vertical antara peneltian terdahulu dan penelitian sekarang.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkembangan Energi Terbarukan dengan Targetnya di Tahun 2025....	6
Tabel 2.2 <i>Wind Class</i>	14
Tabel 3. 1 Waktu pelaksanaan penelitian.....	29
Tabel 3.2 Variabel bebas penelitian	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel hasil analisis daya angin pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 8 m/s	60
Lampiran 2. Tabel hasil analisis daya angin pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 9 m/s	61
Lampiran 3. Tabel hasil analisis daya angin pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 10 m/s	63
Lampiran 4. Tabel hasil analisis daya turbin pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 8 m/s	64
Lampiran 5. Tabel hasil analisis daya turbin pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 9 m/s	66
Lampiran 6. Tabel hasil analisis daya turbin pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 10 m/s	67
Lampiran 7. Tabel hasil analisis koefisien daya pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 8 m/s	69
Lampiran 8. Tabel hasil analisis koefisien daya pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 9 m/s	70
Lampiran 9. Tabel hasil analisis koefisien daya pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 10 m/s	72
Lampiran 10. Tabel hasil analisis efisiensi pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 8 m/s	74
Lampiran 11. Tabel hasil analisis efisiensi pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 9 m/s	75
Lampiran 12. Tabel hasil analisis efisiensi pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 10 m/s	77
Lampiran 13. Tabel hasil analisis bilangan reynold pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 8 m/s	79
Lampiran 14. Tabel hasil analisis bilangan reynold pada variasi sudut turbin angin savonius terhadap kecepatan angin 9 m/s	80
Lampiran 15. Tabel hasil analisis bilangan reynold pada variasi sudut turbin angin	

savonius terhadap kecepatan angin 10 m/s	82
Lampiran 16. Hasil simulasi turbin angin poros vertikal pada laju aliran fluida pada kecepatan 8 m/s	84
Lampiran 17. Hasil simulasi turbin angin poros vertikal pada laju aliran fluida pada kecepatan 9 m/s	87
Lampiran 18. Hasil simulasi turbin angin poros vertikal pada laju aliran fluida pada kecepatan 10 m/s	90

ABSTRAK

Penelitian ini membahas kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal (VAWT) tipe Savonius dengan menganalisis pengaruh variasi sudut bilah dan kecepatan angin menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi perilaku aerodinamika turbin melalui distribusi kontur kecepatan dan tekanan, serta menentukan nilai koefisien daya (C_p) pada berbagai kondisi operasional. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2023 dengan variasi sudut bilah sebesar 100°, 105°, 110°, 115°, 120°, 125°, dan 130°, serta kecepatan angin sebesar 8 m/s, 9 m/s, dan 10 m/s. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai koefisien daya (C_p) tertinggi sebesar 0,627 diperoleh pada sudut bilah 120° dengan kecepatan angin 8 m/s, menghasilkan efisiensi sebesar 63%. Pada kecepatan angin 9 m/s, nilai koefisien daya (C_p) maksimum sebesar 0,548 juga diperoleh pada sudut bilah 120° dengan efisiensi 55%. Sementara itu, pada kecepatan 10 m/s, nilai koefisien daya (C_p) tertinggi sebesar 0,513 dicapai pada sudut bilah 115°, dengan efisiensi 51,3%. Analisis kontur kecepatan dan tekanan menunjukkan adanya variasi aliran udara yang signifikan akibat perubahan bilangan Reynolds dan geometri bilah. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa performa optimal turbin angin Savonius dapat dicapai melalui kombinasi sudut bilah dan kecepatan angin yang tepat. Penelitian ini mendukung pengembangan sistem energi angin yang efisien untuk kondisi kecepatan angin rendah hingga sedang.

Kata Kunci: Turbin sumbu vertikal, sudut bilah, dinamika fluida komputasional, koefisien daya, kecepatan angin

ABSTRACT

This study investigates the performance of a Savonius type Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) by analyzing the influence of blade angle variations and wind speed using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations. The research aims to evaluate the aerodynamic behavior of the turbine through velocity and pressure contour distribution, as well as to determine the power coefficient (C_p) under varying conditions. Simulations were conducted using SolidWorks 2023 with blade angles of 100°, 105°, 110°, 115°, 120°, 125°, and 130°, and wind speeds of 8 m/s, 9 m/s, and 10 m/s. The results show that the highest power coefficient (C_p) of 0.627 was achieved at a blade angle of 120° and wind speed of 8 m/s, with an efficiency of 63%. At 9 m/s, the highest power coefficient (C_p) reached was 0.548 with 55% efficiency, also at 120°, while at 10 m/s, the maximum power coefficient (C_p) of 0.513 was obtained at 115°, corresponding to 51.3% efficiency. The analysis of velocity and pressure contours revealed significant airflow variation influenced by changes in Reynolds number and blade geometry. These findings confirm that the optimal performance of a Savonius wind turbine is achieved through the appropriate combination of blade angle and wind velocity. This research supports further development of efficient wind energy systems suitable for low to moderate wind conditions.

Keywords: Vertical axis turbine, blade angle, computational fluid dynamics, power coefficient, wind speed