

**PENGARUH VARIASI TINGGI SUDU TERHADAP
EFISIENSI TURBIN ANGIN SAVONIUS TIPE – S
DENGAN 4 SUDU**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik
Program Pendidikan Strata Satu**



Oleh :

DIMAS NUR ALIM

41187001190056

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM 45

BEKASI

2024

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI



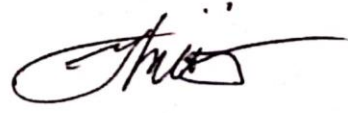
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sidang Skripsi
sebagai jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas "45" Bekasi

PENGARUH VARIASI TINGGI SUDU TERHADAP EFISIENSI TURBIN ANGIN SAVONIUS TIPE – S DENGAN 4 SUDU

Nama : Dimas Nur Alim
NPM : 41187001190056
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 10 Januari 2024

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Penguji 1	: Taufiqur Rokhman, S.T., M.T. 45101022008001	
Penguji 2	: Paridawati, S.T., M.T. 45114082009024	
Penguji 3	: Riri Sadiana, S.Pd., M.Si. 45104052015009	

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH VARIASI TINGGI SUDU TERHADAP EFISIENSI TURBIN ANGIN SAVONIUS TIPE – S DENGAN 4 SUDU

Disusun oleh :

Dimas Nur Alim

41187001190056

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Pendidikan Strata Satu (S-1)

Bekasi, 10 Januari 2024

Disetujui oleh :

Pembimbing I



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.

45101032013007

Pembimbing II



Yopi Handoyo, S.Si., M.T.

45101102010017

Mengetahui,
Ketua Program Studi



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng

45101032013007



PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dimas Nur Alim
NPM : 41187001190056
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknik
Email : dimaspale@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul “ **Pengaruh Variasi Tinggi Sudu Terhadap Efisiensi Turbin Angin Savonius Tipe – S Dengan 4 Sudu**” bebas dari plagiarisme. Rujukan penulis sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku umum.

Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan adanya unsur plagiarisme tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Bekasi, 10 Januari 2024

Yang membuat pernyataan,


2E5C2ALX085701946
Dimas Nur Alim

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِن تَنصُرُوا اللَّهَ يَنصُرْكُمْ وَيُثَبِّتْ أَقْدَامَكُمْ

“Wahai orang-orang yang beriman! Jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia (Allah) akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.”

(QS.Muhammad 47 : 7)

حَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمُ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baiknya manusia adalah yang bermanfaat bagi manusia lain.”

(HR.Ahmad)

“Berpengaruh, tapi tidak terpengaruh.”

(Dimas Nur Alim)

PERSEMBAHAN

Untuk semua orang yang berperan dalam penulisan skripsi ini. Penulis sangat berterima kasih atas segala motivasi serta dukungan yang selama ini diberikan dan tak lupa penulis juga bersyukur bisa menyelesaikannya. Ini merupakan salah satu nikmat yang telah diberikan oleh Allah SWT. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi banyak orang sekaligus menjadi inspirasi dan membawa keberokahan aamiin.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah, penulis ucapkan atas kehadiran Allah Subhanhu wa Ta'ala yang telah melimpahkan nikmat, rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat akademis yang wajib ditempuh mahasiswa dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Mesin di fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberi bimbingan, bantuan, dan dukungan moril maupun materil sehingga memudahkan penulis dalam penyelesaiannya. Dan skripsi ini tidak terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Dr. Amin, S.Pd., M.Si.** selaku Rektor Universitas Islam "45" Bekasi.
2. Bapak **Riri Sadiana, S.Pd., M.Si.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi.
3. Bapak **R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.** selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Universitas Islam "45" Bekasi.
4. Bapak **Yopi Handoyo, S.Si., M.T.** selaku Dosen Pembimbing 2.
5. Kedua Orang Tua dan keluarga besar yang telah memberikan segala macam bentuk dukungannya.
6. Para dosen yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungannya.
7. Seluruh rekan – rekan Teknik Mesin Universitas Islam "45" Bekasi Angkatan 2019 yang selalu memberikan semangat.
8. Teman – teman pengendali angin (Alfian Yusup Saksono dan Alif Wigunatama).
9. Mama Alif yang telah senantiasa menyediakan konsumsi selama penelitian ini berlangsung.

10. Cak legh dan rekan - rekan pengajian.
11. Teman - teman KKN Kelompok 17 Bedeng, (Rama, Ulwan, Agi, Ihsan, Restu, Doni, Samsul, Rahma, Dinda, Vivie, Nabila, Puji, Husnul, Andin, Alvi, Duwi, Damaya, Heni, Fitri, Dea, Frida, Selfhi, Mita, Riri, Nisa).
12. Teman – teman forum diskusi (Qimeng, Iboy, Ikal, Pongo, BangBill, Ondoy, Rafi).
13. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini, yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karna itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan pengetahuan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bekasi, 10 Januari 2024

Dimas Nur Alim

ABSTRAK

Energi sangat dibutuhkan untuk kelangsungan hidup manusia, contohnya energi dari bahan bakar fosil masih menjadi bahan baku pemenuhan kebutuhan energi di Indonesia. Sedangkan, pemanfaatan energi baru terbarukan masih rendah. Potensi pemanfaatan energi angin di Indonesia sebagai bahan baku energi baru terbarukan perlu dioptimalkan. Pemanfaatan energi angin salah satunya dengan turbin angin savonius sebagai pembangkit listrik. Desain yang cukup sederhana, membuat turbin ini dapat beroperasi di kecepatan angin rendah. Hal ini sesuai dengan kondisi angin di Indonesia yang rata – rata rendah. Penelitian ini, bertujuan untuk menciptakan turbin dengan efisiensi yang maksimum. Turbin angin Savonius terbuat dari bahan besi hollow *square* dan plat seng. Sudu dibuat dengan variasi tinggi 0,5 m, 0,6 m, dan 0,7 m dengan jumlah masing – masing 4 sudu. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pengambilan data berupa kecepatan angin, temperatur udara, putaran poros, torsi dan tegangan listrik. Analisis data penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menyatakan efisiensi tertinggi sebesar 18,04 % dari variasi tinggi sudu 0,5 m pada kecepatan angin 5,3 m/s. dan efisiensi terendah sebesar 12,25 % dari variasi tinggi sudu 0,7 m pada kecepatan angin 3,8 m/s. Luasan tangkapan angin berpengaruh pada nilai efisiensi yang didapat.

Kata Kunci : Energi angin; Savonius; efisiensi; Sudu ; EBT

ABSTRACT

Energy is very much needed for human survival, for example energy from fossil fuels is still the raw material to meet energy needs in Indonesia. Meanwhile, the use of new renewable energy is still low. The potential for utilizing wind energy in Indonesia as a raw material for new renewable energy needs to be optimized. One of the uses of wind energy is the Savonius wind turbine as an electricity generator. The design is quite simple, making this turbine able to operate at low wind speeds. This is in accordance with wind conditions in Indonesia, which are on average low. This research aims to create a turbine with maximum efficiency. The Savonius wind turbine is made from hollow square iron and zinc plate. The blades are made with varying heights of 0.5 m, 0.6 m and 0.7 m with 4 blades each. This research is using experimental method. Retrieval of data in the form of wind speed, air temperature, shaft rotation, torque and electrical voltage. This research data analysis uses quantitative descriptive analysis. The research results stated that the highest efficiency was 18.04% from a blade height variation of 0.5 m at a wind speed of 5.3 m/s. and the lowest efficiency was 12.25% from a blade height variation of 0.7 m at a wind speed of 3.8 m/s. The area of the wind catchment affects the efficiency value obtained.

Keywords: *Wind energy; Savonius; efficiency; Blade; EBT*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.5.1 Manfaat Umum	6
1.5.2 Manfaat Khusus	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Pengertian Energi	8

2.1.1	Klasifikasi Berdasarkan Bentuk Dasar	8
2.1.2	Klasifikasi Berdasarkan sumbernya.....	9
2.2	Energi Baru.....	9
2.3	Energi Terbarukan	10
2.4	Energi Angin	10
2.5	Potensi Energi Baru Terbarukan	12
2.6	Jenis – jenis Angin	14
2.6.1	Angin Laut	14
2.6.2	Angin Darat.....	15
2.6.3	Angin Lembah.....	15
2.6.4	Angin Gunung.....	16
2.7	Sifat – sifat Angin.....	16
2.8	Sejarah Turbin	17
2.8.1	Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)	21
2.8.2	Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	22
2.9	Prinsip Dasar Turbin Angin	26
2.10	Dampak Turbin Angin Terhadap Lingkungan	28
2.11	Parameter Turbin Angin.....	30
2.11.1	Energi dan Daya angin.....	30
2.11.2	Torsi Turbin	33
2.11.3	Daya Turbin	33
2.11.4	Efisiensi Turbin.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Diagram Penelitian	36
3.2	Studi Literatur.....	37

3.3	Perancangan Desain Turbin.....	37
3.4	Penyediaan Alat dan Bahan.....	39
3.4.1	Alat.....	40
3.4.2	Bahan	44
3.5	Perakitan TASV Savonius.....	47
3.6	Pengujian TASV Savonius.....	48
3.6.1	Parameter Pengukuran	48
3.6.2	Persiapan Pengujian	48
3.6.3	Langkah Pengujian Turbin Angin.....	49
3.7	Analisis Data	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Penelitian	51
4.2	Data Pengujian	52
4.3	Pembahasan	54
4.3.1	Daya Angin	54
4.3.2	Torsi	57
4.3.3	Kecepatan Sudut	59
4.3.4	Daya Turbin	61
4.3.5	Efisiensi Turbin.....	63
4.3.6	Tegangan <i>Output</i> Turbin.....	65
4.4	Data Perhitungan	66
4.4.1	Analisis Pengaruh Tinggi Sudu Terhadap Efisiensi	66
BAB V PENUTUP.....		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran.....	69

DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi Turbin Angin	52
Tabel 4. 2 Turbin Angin Savonius dengan Variasi Tinggi 0,6 m	53
Tabel 4. 3 Turbin Angin Savonius dengan Variasi Tinggi 0,5 m	53
Tabel 4. 4 Turbin Angin Savonius dengan Variasi Tinggi 0,7 m	54
Tabel 4. 5 Daya Angin	56
Tabel 4. 6 Torsi	58
Tabel 4. 7 Rpm.....	60
Tabel 4. 8 Kecepatan Sudut	61
Tabel 4. 9 Daya Turbin	62
Tabel 4. 10 Efisiensi.....	64
Tabel 4. 11 Tegangan Output Turbin.....	65
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Variasi Tinggi 0,5 m	66
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Variasi Tinggi 0,6 m	66
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Variasi Tinggi 0,7 m	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Konsumsi Energi di Dunia.....	1
Gambar 1. 2 Grafik Konsumsi Energi di Indonesia.....	2
Gambar 1. 3 Konsumsi Listrik per Kapita di Indonesia	3
Gambar 2. 1 Proses Terjadinya Angin	11
Gambar 2. 2 Perkembangan EBT	13
Gambar 2. 3 Perkembangan Penyediaan Energi Baru Terbarukan.....	13
Gambar 2. 4 Angin Laut	15
Gambar 2. 5 Angin Darat	15
Gambar 2. 6 Angin Lembah.....	16
Gambar 2. 7 Angin Gunung	16
Gambar 2. 8 Seistan Windmills	17
Gambar 2. 9 Turbin Pertama di China	18
Gambar 2. 10 Kincir angin Belanda tipe gallery mill	19
Gambar 2. 11 Macam-macam Turbin Angin Sumbu Horizontal.....	22
Gambar 2. 12 Macam - Macam Turbin Sumbu Vertikal	22
Gambar 2. 13 Rotor Darrieus	23
Gambar 2. 14 Savonius Rotor	24
Gambar 2. 15 Prinsip rotor savonius.....	25
Gambar 2. 16 Rotor Musgrove	26
Gambar 2. 17 Prinsip Dasar Turbin Angin	26
Gambar 2. 18 Komponen Penyusun Turbin Angin.....	27
Gambar 2. 19 Luas Sapuan dan Kecepatan Angin.....	31
Gambar 2. 20 Rope Break.....	33
Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian.....	36
Gambar 3. 2 Skecth Variasi Tinggi Sudu	38
Gambar 3. 3 Sketch Sudu dengan Ukuran	38
Gambar 3. 4 Sketch Rangka Turbin.....	39
Gambar 3. 5 Sketch Rangka Turbin dengan Ukuran	39
Gambar 3. 6 Las Listrik	40

Gambar 3. 7 Gerinda.....	40
Gambar 3. 8 Tachometer.....	41
Gambar 3. 9 Anemometer.....	41
Gambar 3. 10 Multimeter.....	42
Gambar 3. 11 Neraca Pegas.....	42
Gambar 3. 12 Pemberat.....	43
Gambar 3. 13 Kipas Angin.....	43
Gambar 3. 14 Besi Hollow.....	44
Gambar 3. 15 Besi Poros.....	44
Gambar 3. 16 Pelat Seng.....	45
Gambar 3. 17 Pulley.....	45
Gambar 3. 18 Bearing Pillow Block.....	46
Gambar 3. 19 Generator.....	46
Gambar 3. 20 Tali Karet.....	47
Gambar 3. 21 Turbin Angin Savonius Tipe - S.....	48
Gambar 4. 1 Turbin Angin Savonius 4 Sudu.....	51
Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Variasi Tinggi Sudu terhadap Daya Angin.....	56
Gambar 4. 3 Pengujian Torsi.....	57
Gambar 4. 4 Pengaruh Variasi Tinggi Sudu terhadap Torsi.....	58
Gambar 4. 5 Pengukuran Putaran Poros (Rpm).....	59
Gambar 4. 6 Pengaruh Variasi Tinggi Sudu terhadap Rpm.....	60
Gambar 4. 7 Grafik Pengaruh Variasi Tinggi Sudu terhadap Kecepatan Sudut...	61
Gambar 4. 8 Grafik Pengaruh Variasi Tinggi Sudu terhadap Daya Turbin.....	63
Gambar 4. 9 Grafik Pengaruh Variasi Tinggi Sudu terhadap Efisiensi.....	64
Gambar 4. 10 Grafik Pengaruh Tinggi Sudu terhadap Tegangan.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	72
Lampiran 2	73
Lampiran 3	74
Lampiran 4	75
Lampiran 5	76
Lampiran 6	76
Lampiran 7	76
Lampiran 8	76

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

E_k	: Energi Kinetik (Joule)
m	: Massa udara yang mengalir pada satuan waktu (kg/s)
v	: Kecepatan angin (m/s)
V	: Volume udara (m ³ /s)
ρ	: Massa jenis udara (kg/m ³)
A	: Luasan udara yang ditangkap oleh turbin (m ²)
D	: Diameter turbin (m)
H	: Tinggi Sudu (m)
P_a	: Daya yang dihasilkan oleh angin (Watt)
M	: Berat molekul (kg/mol)
p	: Tekanan standar 1 atm = 101325 (N/m ² = Pascal)
R	: Konstanta gas universal = 8,31434 (J/mol. K)
T	: Temperatur absolut (K)
τ	: Torsi dinamis yang dihasilkan dari putaran poros (Nm)
W	: Beban pemberat (N)
S	: Beban yang terbaca neraca (N)
D	: Diameter pulley (m)
d	: Diameter tali (m)
P_t	: Daya yang dihasilkan oleh turbin (Watt)
ω	: Kecepatan sudut (rad/s)
n	: Putaran poros setiap menit atau rotasi putaran per menit (rpm)
η_t	: Efisiensi turbin (%)