

TUGAS AKHIR

**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH SUDUT BILAH
DARRIEUS TIPE H DAN BENTUK BILAH SAVONIUS
TERHADAP PERFORMA TURBIN HYBRID PADA
RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BAYU (PLTB)**



Disusun Oleh :

WISNU HERICO AJI RONGGO KUNCORO

NBI : 142200088

BINTANG TRIES NANDA NUGRAHA

NBI : 1422000137

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2024

TUGAS AKHIR

KAJI EKSPERIMEN PENGARUH SUDUT BILAH DARRIEUS TIPE H DAN BENTUK BILAH SAVONIUS TERHADAP PERFORMA TURBIN HYBRID PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)



Disusun oleh:

WISNU HERICO AJI RONGGO KUNCORO
1422000088

BINTANG TRIES NANDA NUGRAHA
1422000137

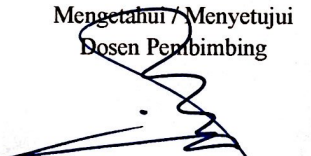
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : WISNU HERICO AJI RONGGO KUNCORO
NBI : 1422000088
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : KAJI EKSPERIMEN PENGARUH SUDUT BILAH
DARRIEUS TIPE H DAN BENTUK BILAH
SAVONIUS TERHADAP PERFORMA TURBIN
HYBRID PADA RANCANG BANGUN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)


Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing


Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc.
NPP. 20420860073

Dekan
Fakultas Teknik


Dr. Ir. Sajiyo, M. Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410900197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Ir. Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420960485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul : **KAJI EKSPERIMEN PENGARUH SUDUT BILAH DARRIEUS TIPE H DAN BENTUK BILAH SAVONIUS TERHADAP PERFORMA TURBIN HYBRID PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)** yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 14 Desember 2023



Wisnu Herico Aji Konggo K.

NBI. 1422000088



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wisnu Herico Aji Ronggo Kuncoro
NBI/ NPM : 1422000088
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : ~~Skripsi/ Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/Praktek*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

KAJI EKSPERIMEN PENGARUH SUDUT BILAH DARRIEUS TIPE H DAN BENTUK BILAH SAVONIUS TERHADAP PERFORMA TURBIN HYBRID PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif (**Nonexclusive Royalty - Free Right**), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945
Pada tanggal : 15 Januari 2024



(Wisnu Herico Aji Ronggo K.)

*Coret yang tidak perlu

LEMBAR PERSEMBAHAN DAN KATA MUTIARA

PERSEMBAHAN :

Saya ucapkan terimakasih kepad Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, petunjuk, dan kemudahan yang diberikan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta khususnya kakak saya Tedyta Nico yang selalu mendukung, mendoakan dan memotivasi saya dalam menyelesaikan pendidikan ini dan juga kepada dosen pembimbing bapak Gatut Priyo Utomo yang telah membantu dan mendidik saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Serta kepada teman-teman dan sahabat saya yang tak pernah lelah dalam mendukung dan memberi nasihat.

KATA MUTIARA :

"Terkadang, kekuatan sejati muncul dari ketekunan dalam menghadapi ketidakpastian. Jadikan setiap tantangan sebagai peluang untuk tumbuh dan bersinar."

ABSTRAK

KAJI EKSPERIMEN PENGARUH SUDUT BILAH DARRIEUS TIPE H DAN BENTUK BILAH SAVONIUS TERHADAP PERFORMA TURBIN HYBRID PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)

Penelitian ini mengenai pemanfaatan potensi angin di wilayah surabaya yang berpotensi untuk dijadikan energi baru terbarukan yaitu tenaga bayu .Tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal untuk dijadikan sebagai pembangkit listrik tenaga bayu. Sehingga adanya potensi energi baru terbarukan di pesisir wilayah surabaya tersebut peneliti ingin melakukan kajian dan pembuatan turbin angin pembangkit listrik tenaga bayu agar dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik di kawasan tersebut.

Pada tugas akhir ini metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan metode penelitian eksperimental dengan menganalisa pengaruh kemiringan sudut airfoil serta pengaruh penambahan bilah Savonius pada turbin Darrieus tipe-H terhadap performa daya turbin yang dihasilkan. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan pembuatan alat turbin angin Darrieus tipe-H dan selanjutnya dilakukan pengambilan data melalui pengujian pada turbin tersebut dengan menggunakan variasi sudut kemiringan airfoil sebesar 0°, 10°, 15° serta menggunakan variasi bilah turbin Savonius dengan tipe U dan L pada turbin Darrieus tipe-H.

Berdasarkan pengujian dengan variabel sudut bilah turbin darrieus tipe H dan bentuk bilah turbin savonius terhadap performa turbin hybrid pada rancang bangun pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) didapatkan sebuah kesimpulan bahwa variabel kemiringan dan jenis bilah turbin berpengaruh terhadap daya performa. Hasil turbin dengan jenis bilah savonius L dan sudut bilah 0° menghasilkan daya output listrik terbesar yaitu 30,94 watt. Hal tersebut disebabkan pada sudut bilah 0° angin yang menabrak turbin tidak mengalami gangguan sehingga resistansi angin terhadap baling-baling dapat dikurangi, meminimalkan hambatan terhadap gerakan putar turbin. Pada bila savonius L memiliki tingkat kestabilan yang lebih baik karena bentuknya yang memungkinkan redistribusi beban secara lebih merata saat berputar. Ini dapat mengurangi getaran dan membuat turbin lebih tahan terhadap arah angin yang tiba-tiba berbeda.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, energi angin, turbin angin, turbin angin Darrieus tipe H, turbin angin Savonius, turbin angin hybrid

ABSTRACT

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF H TYPE DARRIEUS BLADE ANGLES AND SAVONIUS BLADE SHAPE ON HYBRID TURBINE PERFORMANCE IN WINDOW POWER PLANT (PLTB) DESIGN

This research is about the use of wind potential in the Surabaya region which has the potential to be used as new renewable energy, namely wind power. But it has not been utilized optimally to be used as a wind power plant. So there is potential for new renewable energy in the coastal region of Surabaya. The researcher wants to conduct a study and create wind turbines for wind power generation so that they can be used as a source of electrical energy in the area.

In this final project, the research method used is an experimental research method by analyzing the effect of the airfoil tilt angle and the effect of adding Savonius blades to the H-type Darrieus turbine on the resulting turbine power performance. The method used in this research begins with making an H-type Darrieus wind turbine and then collecting data through testing the turbine using variations in airfoil tilt angles of 0°, 10°, 15° and using variations of U-type Savonius turbine blades. and L in the H-type Darrieus turbine.

Based on tests using the variable angle of the Darrieus type H turbine blade and the shape of the Savonius turbine blade on the performance of the hybrid turbine in wind power plant (PLTB) design, it was concluded that the variable tilt and type of turbine blade had an effect on power performance. The resulting turbine with Savonius L blade type and blade angle of 0° produces the largest electrical output power, namely 30.94 watts. This is because at a blade angle of 0° the wind hitting the turbine is not disturbed so that the wind resistance to the blades can be reduced, minimizing resistance to the rotational movement of the turbine. On the other hand, the Savonius L has a better level of stability because its shape allows for a more even redistribution of the load when rotating. This can reduce vibrations and make the turbine more resistant to suddenly different wind directions.

Keyword : Wind Power Plant, wind energy, wind turbine, Darrieus type H wind turbine, Savonius wind turbine, hybrid wind turbine

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Kaji Eksperimen Pengaruh Sudut Bilah Darricus Tipe H Dan Bentuk Bilah Savonius Terhadap Performa Turbin Hybrid Pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenga Bayu (PLTB)” ini dengan baik. Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun Proposal Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan bantuan materil maupun non materil, mendoakan memberikan semangat dan dukungan sampai detik ini.
2. Bapak Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc. sebagai dosen pembimbing yang telah bersedia untuk meluangkan waktu untuk membimbing dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
3. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Seluruh bapak/ibu dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
5. Seluruh teman-teman Mahasiswa Teknik Mesin Untag Surabaya dan banyak pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak memberi support, semangat, bantuan, saran selama menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.

Akhir kata dari penulis, besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan, walaupun penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan.

Surabaya, 14 Desember 2023



Wisnu Herico Aji R.K.

NBI. 1422000088

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Pernyataan Keaslian.....	iii
Pernyataan Persetujuan Publikasi	iv
Lembar Persembahan.....	v
Abstrak	vi
Abstract.....	vii
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Energi Alternatif	5
2.2 Angin	5
2.1.1 Kondisi Geografis Surabaya.....	6
2.3 Turbin Angin.....	7
2.3.1 Turbin Angin Horizontal.....	8
2.3.2 Turbin Angin Vertikal.....	9
2.3.3 Turbin Angin <i>Hybrid</i>	10
2.4 Daya Turbin Angin	14
2.5 Pengaruh Variasi Sudut Sudu Terhadap Performa Turbin.....	16
2.6 Sudut Serang.....	16

2.7 <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	17
2.8 Daya Generator	18
2.9 Efisiensi Sistem.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Penelitian	21
3.2 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	22
3.3 Perencanaan Penelitian	23
3.3.1 Mulai.....	23
3.3.2 Studi Literatur	23
3.3.3 Studi Lapangan	23
3.3.4 Pembuatan Turbin Angin	23
3.3.5 Pengujian Turbin Angin Dengan Variabel	23
3.3.6 Data Hasil Pengujian.....	24
3.3.7 Analisa Data.....	25
3.3.8 Kesimpulan	25
3.3.9 Selesai	25
3.4 Alat uji dan perlengkapan	25
3.5 Mekanisme Kerja Alat Uji	26
3.6 Peralatan Pengujian.....	26
3.7 Alat dan Bahan Perancangan.....	28
3.8 Pelaksanaan Pengujian	31
3.9 Tata Cara Pengujian	31
3.10 Analisis	32
BAB IV ANALISA DATA	33
4.1 Penelitian	33
4.2 Data Hasil Pengujian.....	33
4.1 Perhitungan Daya Turbin Angin	36
4.2 Sudut Pasang Sudu (<i>Pitch</i>)	37
4.3 Sudut Serang	38
4.4 <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR).....	38
4.5 Daya Generator	38
4.6 <i>Coefficient of Performance</i> (<i>C_p</i>).....	38

4.7 Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin.....	39
4.8 Grafik Hasil Pengujian.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN	46

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Citra Satelit Arah Angin di Indonesia	6
Gambar 2.2 Data Kecepatan Angin Rata-Rata	7
Gambar 2.3 Jenis Turbin Angin Berdasarkan Jumlah Sudu.....	8
Gambar 2.4 Jenis – Jenis Turbin Angin Sumbu Vertikal	9
Gambar 2.5 Turbin TASV Tipe Hybrid Darrius-Savonius	11
Gambar 2.6 Gaya- Gaya Pada Setiap Sudu.....	12
Gambar 2.7 Prinsip Rotor Savonius	13
Gambar 2.8 Rotor Savonius Tipe U	14
Gambar 2.9 Rotor Savonius Tipe L.....	14
Gambar 2.10 Gaya Yang Diterima Oleh Bilah Turbin	15
Gambar 2.11 Sudut Serang (<i>Angle Of Attack</i>)	16
Gambar 2.12 Sudut Serang.....	17
Gambar 2.13 <i>Tip Speed Rasio</i> (TSR)	17
Gambar 2.14 Perbandingan <i>Tip Speed Rasio</i>	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2 Alat Uji Prototype.....	25
Gambar 4.1 Nilai Massa Jenis Angin Berdasarkan Suhu.....	36
Gambar 4.2 Grafik Jenis Bilah dan Sudut Bilah Terhadap Putaran Turbin.....	40
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Jenis Bilah dan Sudut Bilah Terhadap Daya	41
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Jenis Bilah dan Sudut Bilah Terhadap COP	42

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Data Potensi Energi Alternatif dan Penggunaannya di Indonesia	5
Tabel 3.1 Variasi Sudut dan Tipe.....	24
Tabel 3.2 Pengambilan Data Pengujian.....	24
Tabel 3.3 Peralatan Pengujian.....	26
Tabel 3.4 Alat dan Bahan Perancangan Alat Turbin Angin.....	28
Tabel 4.1 Data Pengujian Metode Sampel Random	33
Tabel 4.2 Data Pengujian Metode Sampel Random Kode.....	34
Tabel 4.3 Rata-Rata Data Pengujian	35
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin	39