

TUGAS AKHIR

**KAJI EXPERIMENTAL JUMLAH SUDU DAN SUDUT
SUDU TURBIN ANGIN PADA RANCANG BANGUN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)**



Disusun Oleh :

MOCH. RAVI BAJHA
NBI : 1422000145

REYHAN ANDIKA PUTRA
NBI : 1422000078

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

2024

TUGAS AKHIR

KAJI EXPERIMENTAL JUMLAH SUDU DAN SUDUT SUDU TURBIN ANGIN PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)



Disusun oleh:

MOCH. RAVI BAIHAQI

1422000145

REYHAN ANDIKA PUTRA

1422000078

Dosen Pembimbing :

Ir. Supardi, M.Sc.

**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 PROPOSAL TUGAS AKHIR

NAMA : MOCH. RAVI BAIHAQI
NBI : 1422000145
NAMA : REYHAN ANDIKA PUTRA
NBI : 1422000078
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : KAJI EXPERIMENTAL JUMLAH SUDU DAN
SUDUT SUDU TURBIN ANGIN PADA RANCANG
BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
BAYU (PLTB)

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



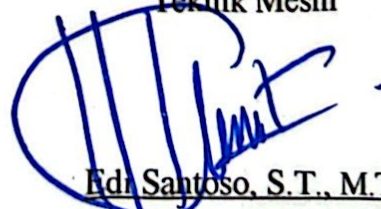
Ir. Supardi, M.Sc.
NPP. 20420.86.0083



Dekan
Fakultas Teknik

Dr. Ir. Sa'yo, M.Kes., IPU, ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420.96.0485



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASIKARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Moch. Ravi Baihaqi
NBI/ NPM : 1422000145
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/ 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 EXPERIMENTAL JUMLAH SUDU DAN SUDUT SUDU
TURBIN ANGIN PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGABAYU (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 Surabaya
Pada tanggal : 03 Juli 2024

Yang Menyatakan,



(Moch. Ravi Baihaqi)

*Coret yang tidak perlu

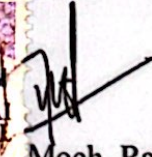
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
**KAJI EXPERIMENTAL JUMLAH SUDU DAN SUDUT SUDU TURBIN
ANGIN 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, 13 Juni 2024




Moch. Ravi Baihaqi
1422000145

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Kaji Experimental Jumlah Sudu Dan Sudut Sudu Turbin Angin Pada Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenga Bayu (PLTB)" ini dengan baik. Maksud dan tujuan dari Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata I 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. Supardi. 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, 13 Juni 2024



MOCH. RAVI BAIHAQI
NBI. 1422000145

LEMBAR PERSEMBAHAN

PERSEMBAHAN :

Saya ucapkan terimakasih kepada 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 yang telah mendukung, mendoakan dan memotivasi saya dalam menyelesaikan pendidikan ini dan juga kepada dosen pembimbing bapak Supardi yang telah membantu dan mendidik saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Serta kepada teman-teman dan sahabat saya yang tak pernah lelah dalam membantu, mendukung dan memberi nasihat.

KATA MUTIARA :

“HIDUP ITU PENUH DENGAN PERTARUNGAN JADI JANGAN PERNAH
MENYERAH SEBELUM MENCOBA LELAH BOLEH TAPI JANGAN PERNAH
UNTUK TAKUT MENCOBA KEMBALI”

ABSTRAK

KAJI EXPERIMENTAL JUMLAH SUDU DAN SUDUT SUDU TURBIN ANGIN PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)

Penelitian ini berfokus pada eksplorasi potensi energi angin di daerah pantai yang dapat diubah menjadi sumber energi baru terbarukan, khususnya tenaga bayu. Meskipun potensinya cukup besar, pemanfaatannya untuk pembangkit listrik tenaga bayu masih terbatas. Oleh karena itu, peneliti berusaha untuk mengkaji dan merancang turbin angin sebagai sarana pembangkit listrik tenaga bayu guna optimalisasi pemanfaatan energi terbarukan di pesisir pantai, sehingga berfungsi sebagai sumber energi listrik di wilayah pantai. Pada penelitian ini peneliti akan merancang sebuah pembangkit listrik alternatif yang bersumber dari energi kinetik diubah menjadi energi listrik. Rancang bangun pembangkit listrik ini menggunakan turbin angin jenis Savonius Tipe U dan Savonius double U yang dilakukan analisa berupa sudut sudu dan jumlah bilah agar menghasilkan daya output terbesar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji turbin dengan variasi jumlah bilah Savonius tipe U dan sudut sudu Savonius double U. Variasi yang digunakan adalah untuk jumlah bilah Savonius tipe U terdapat jumlah bilah 2 dan 4, dan untuk sudut sudu Savonius tipe double U terdapat sudut yaitu 150° , 160° , dan 170° . Tujuan dari rancang bangun pembangkit listrik tersebut adalah dimana turbin angin yang menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan energi angin sebagai tenaga penggerak bilah turbin yang akan memutar poros turbin yang tersambung ke generator dapat menghasilkan energi listrik. Turbin angin savonius tipe U dengan variasi jumlah bilah 4 blade dan savonius tipe dobel U dengan variasi 170° menghasilkan nilai efisiensi turbin terbaik yaitu 4 blade 1.20% dan sudut 170° menghasilkan 3,68%. Karakteristik grafik yang dihasilkan untuk variasi sudut bilah dan jumlah bilah memiliki kecenderungan sama yaitu semakin tinggi efisiensi maka semakin besar daya yang dihasilkan.

Kata kunci : Pembangkit listrik tenaga bayu, energi angin, turbin angin, turbin angin Savonius tipe U dan double U

ABSTRACT

KAJI EXPERIMENTAL JUMLAH SUDU DAN SUDUT SUDU TURBIN ANGIN PADA RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)

This research focuses on exploring the potential of wind energy in coastal areas which can be converted into new renewable energy sources, especially wind energy. Even though the potential is quite large, its use for wind power generation is still limited. Therefore, researchers are trying to study and design wind turbines as a means of generating wind power to optimize the use of renewable energy on the coast, so that it functions as a source of electrical energy in coastal areas. In this research, researchers will design an alternative power plant that is sourced from kinetic energy which is converted into electrical energy. The design of this power plant uses Savonius Type U and Savonius double U wind turbines which are analyzed in the form of blade angles and number of blades to produce the largest output power. This research aims to examine turbines with variations in the number of U-type Savonius blades and double U-type Savonius blade angles. The variations used are for the number of U-type Savonius blades, there are 2 and 4 blades, and for the double U-type Savonius blade angle, there are angles namely 150°, 160°, and 170°. The aim of the power plant design is that the wind turbine produces electrical energy by utilizing wind energy as the driving energy for the turbine blades which will rotate the turbine shaft connected to the generator to produce electrical energy. The U type Savonius wind turbine with a variation in the number of blades of 4 and the double U type Savonius with a variation of 170° produces the best turbine efficiency value, namely 4 blades 1.20% and an angle of 170° produces 3.68%. The graphic characteristics produced for variations in knife angle and number of knives have the same tendency, namely the higher the efficiency, the greater the power produced.

Key words: *Wind power plants, wind energy, wind turbines, Savonius type U and double U wind turbines*

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Energi Angin	5
2.1.1. Kondisi Geografis Surabaya	5
2.2 Turbin Angin	7
2.2.1. Turbin Angin Sumbu Vertical	7
2.2.2. Turbin Angin Sumbu Horizontal	9
2.3 Macam-Macam Turbin Angin Vertical	11
2.3.1. Darieus.....	11
2.3.2. Giromill	11
2.3.3. Savonius.....	12
2.4 Turbin Angin Savonius.....	12
2.5 Daya Turbin Angin	13
2.6 Pengaruh Variasi Sudut Sudu Terhadap Peforma Turbin	15
2.7 Perhitungan Sudu Terhadap Segitiga Kecepatan.....	15
2.8 Tip Speed Ratio (TSR)	15
2.9 Daya Generator	16
2.10 Efisiensi Sistem.....	16
2.11 Perhitungan BHP.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Penelitian.....	19

3.2 Diagram Alir (Flow Chart)	20
3.3 Perencanaan Penelitian	21
3.3.1. Mulai	21
3.3.2. Studi Literatur	21
3.3.3. Studi Lapangan	21
3.3.4. Pembuatan Turbin Angin	21
3.3.5. Pengujian Turbin Angin Dengan Variabel.....	22
3.3.6. Data Hasil Pengujian.....	22
3.3.7. Analisa Data.....	23
3.3.8. Kesimpulan	23
3.3.9. Selesai	24
3.4 Alat Uji dan Perlengkapan	24
3.5 Mekanisme Kerja Alat Uji	24
3.6 Peralatan Pengujian	25
3.7 Alat dan Bahan Perancangan	27
3.8 Pelaksanaan Pengujian	29
3.9 Tata Cara Pengujian.....	29
3.10 Analisis	30
BAB IV ANALISA DATA	33
4.1 Penelitian	33
4.2 Data Hasil Pengujian	33
4.1 Perhitungan Daya Turbin Angin.....	35
4.2 Sudut Pasang Sudu (Pitch)	36
4.3 Perhitungan Sudu Terhadap Segitiga Kecepatan	37
4.4 Tip Speed Ratio (TSR)	38
4.5 Daya Generator.....	38
4.6 Efisiensi Sistem	39
4.7 Perhitungan BHP (Brake House Power).....	39
4.7 Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin.....	40
4.8 Grafik Hasil Pengujian	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	49
LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Citra Satelit Arah Angin di Indonesia.....	6
Gambar 2. 2 Data Kecepatan Angin Rata-Rata.....	6
Gambar 2. 3 Turbin Angin Sumbu Vertical.....	8
Gambar 2. 4 Turbin Angin Sumbu Horizontal	10
Gambar 2. 5 Tipe Rotor Savonius	12
Gambar 2. 6 Gaya Yang Diterima Oleh Bilah Turbin	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	20
Gambar 3. 4 Alat Uji Prototype.....	24
Gambar 4. 1 Grafik jenis bilah dobel U terhadap daya (Watt).....	41
Gambar 4. 2 Grafik jenis bilah dobel U terhadap sudut pasang sudu	42
Gambar 4. 3 Grafik jenis bilah dobel U terhadap tip speed ratio (TSR)	42
Gambar 4. 4 Grafik jenis bilah dobel U terhadap efisiensi sistem (%)	43
Gambar 4. 5 Grafik jenis bilah U terhadap daya (Watt).....	44
Gambar 4. 6 Grafik jenis bilah U terhadap sudut pasang sudu (%)	45
Gambar 4. 7 Grafik jenis bilah U terhadap Segitiga Kecepatan (m/s)	45
Gambar 4. 8 Grafik bilah U terhadap speed tip rasio (TSR).....	46
Gambar 4. 9 Grafik bilah U terhadap efisiensi sistem (%)	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variasi Sudut dan Tipe.....	22
Tabel 3. 2 Pengambilan Data Pengujian.....	23
Tabel 3. 3 Peralatan Pengujian	25
Tabel 3. 4 Alat dan bahan perancangan alat turbin angin.....	27
Tabel 4. 1 Data Pengujian Metode Sample Random	33
Tabel 4. 2 Data Pengujian Metode Sample Sesuai Kode	34
Tabel 4. 3 Rata-rata Data Pengujian.....	35
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Karakteristik Turbin.....	40