

**PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN DAN
JUMLAH SUDU TERHADAP KINERJA
TURBIN ANGIN DARRIEUS**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



OLEH :

**SUNARYO
1011411062**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN DAN JUMLAH SUDU
TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN DARRIEUS**


Dipersiapkan dan disusun oleh:


SUNARYO
1011411062

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Tanggal 2 Januari 2020

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Yudi Setiawan, S.T., M.Eng.
NP.107405048


Eka Sari Wijianti, S.Pd., M.T
NIP.198103192015042001

Penguji,

Penguji,


R. Priveko Prayitnandi, S.S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP.106895012


Saparin, S.T., M.Si.
NIP.198612022019031009

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN DAN JUMLAH SUDU
TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN DARRIEUS

Dipersiapkan dan disusun oleh:

SUNARYO
1011411902

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Tanggal, 2 Januari 2020

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pembantu,

Yudi Setiawan, S.T., M.Eng
NIP.107605018

Eka Sari Wijanti, S.Pd., M.T
NIP.198103192015042001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SUNARYO

NIM : 101 1411 0062

Judul : Pengaruh Variasi Kemiringan dan Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Angin Darrieus

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tagas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan di dalam karya skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunjuk, 2 Januari 2020



SUNARYO
NIM. 101 1411 062

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SUNARYO
NIM : 101 1411 062
JURUSAN : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti-free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul: **“Pengaruh Variasi Kemiringan dan Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Angin Darrieus”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat,
Pada 2 Januari 2020
Yang menyatakan,



(SUNARYO)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Menyadari penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan yang maha Esa yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia-nya
2. Keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa yang selalu menyertai penulis terutama kedua orang tua saya.
3. Bapak Wahri Sunanda, S.T. M.Eng., Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
4. Bapak Yudi Setiawan, S.T., M.Eng., Selaku Dosen Pembimbing Utama Penulisan Tugas Akhir Penulis.
5. Ibu Eka Sari Wijianti, S.T., M.Eng., Selaku Dosen Pembimbing Pendamping Penulisan Tugas Akhir Penulis dan Dosen Pembimbing Akademik Penulis.
6. Bapak R. Priyoko Prayitnoadi, S.S.T., M.eng., Ph.D., Selaku ketua sidang skripsi penulis dan Dosen Penguji.
7. Bapak Saparin, S.T., M.Si., Selaku Dosen Penguji.
8. Kepada Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah mengajar dan memberi ilmu pengetahuan.
9. Teman-teman mahasiswa jurusan Teknik Mesin Universitas Bangka Belitung angkatan 2014.

Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan pembaca, akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan yang maha esa, karena berkat rahmat dan karunia-nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Maksud dan tujuan Penulis dari penulisan Tugas Akhir ini untuk memenuhi persyaratan untuk mendapat gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Bangka Belitung. Tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN DAN JUMLAH SUDU TERHADAP KINERJA TURBIN ANGIN DARRIEUS.** Pengujian yang dilakukan adalah pengujian skala laboratorium dengan variasi sudu 3, 4 dan 5 serta variasi kemiringan sudu turbin 30°, 45°, 60°, 75° dan 90° serta kecepatan angin 3 m/s. Untuk mengetahui hubungan antara kemiringan dan jumlah sudu serta kecepatan angin terhadap kinerja yang dihasilkan.

Penulis merasa dalam menyusun laporan ini masih ada beberapa kesalahan dan hambatan, disamping itu masih kekurangan-kekurangan lainnya, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari semua pihak.

Balunujuk, 2 Januari 2020

(SUNARYO)
1011411062

INTISARI

Energi angin merupakan salah satu energi yang ramah lingkungan, sumber energi yang berlimpah dan dapat diperbaharui sehingga sangat berpotensi untuk dikembangkan. Salah satu kebutuhan pokok bagi Indonesia adalah energi listrik. Pemenuhan energi listrik di Indonesia belum seluruhnya tercukupi terlebih pada daerah-daerah yang terpelosok. Salah satu cara untuk mengkonversikan energi listrik adalah dengan turbin angin, turbin angin adalah salah satu jenis pemanfaatan energi. Dari pemanfaatan energi listrik ini dibuat turbin angin vertikal darrieus dengan dimensi rotor $\varnothing 150$ mm x 500 mm, rangka 550 mm x 550 mm x 700 mm, *wind deflector* 365 mm x 305 mm, Sudu 100 mm x 310 mm dengan variasi kemiringan sudu 30° , 45° , 60° , 75° , dan 90° serta variasi jumlah sudu 3, 4 dan 5. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Kecepatan angin ditentukan dengan cara mendekati anemometer pada sudu turbin dan kecepatan angin yang diukur setelah angin melewati *wind deflector*. Kinerja turbin angin paling optimal berada pada variasi kemiringan 45° dengan jumlah sudu 5 yaitu putaran poros sebesar 66,96 rpm, daya output sebesar 1,30 watt, *tip speed ratio* (TSR) sebesar 3,364 dan koefisien daya (C_p) sebesar 0,52.

Kata kunci: Turbin angin vertikal, turbin darrieus, *wind deflektor*

ABSTRACT

Wind energy is one of the environmentally friendly energy sources, abundant and renewable energy sources that have the potential to be developed. One of the basic needs of Indonesian people is electricity. Fulfillment of electricity in Indonesia has not been fully met, especially in remote areas. Wind turbines are one type of energy utilization. From this utilization of electrical energy will be made darriieus wind turbine with dimensions of $\text{Ø}150\text{mm} \times 500\text{mm}$, frame $550\text{mm} \times 550\text{mm} \times 700\text{mm}$, wind deflector $365\text{mm} \times 305\text{mm}$, blade $100\text{mm} \times 310$ with blade variations 30° , 45° , 60° , 75° and 90° variations in the number of blades 3 , 4 and 5. The study was conducted at a laboratory scale. Wind speed is determined by approaching the anemometer to the turbine blade and the wind speed is measured after the wind has passed through the wind deflector. The most optimal performance of the wind turbine is on the slope variation of blade 45° with the number of blades 5 the number of shaft spins is 66.9 rpm, output power 1.30 watts, rotation speed ratio (TSR) off 3.361 and power coefficient 0.52

Keywords: Vertical wind turbines, darriieus turbines, wind deflektor

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batas Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Penelitian terdahulu	4
2.2 Energi.....	5
2.2.1 Sumber energi.....	6
2.2.2 Sifat sumber energi.....	6
2.2.3 Energi angin.....	6
2.3 Turbin angin	11
2.3.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH).....	13
2.3.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV).....	14
2.4 Turbin angin darrieus.....	15
2.5 Perhitungan kinerja turbin angin	16
2.5.1 Luas sapuan	16
2.5.2 Daya potensial angin	16
2.5.3 Daya (output turbin)	17
2.5.4 Arus listrik	17
2.5.5 <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR).....	17
2.5.6 Koefisien Kinerja Turbin Angin (C_p)	17
2.6 Fenomena <i>Dinamic Stall</i>	18
BAB III METODELOGI PENELITIAN	20
3.1 Tempat /Lokasi dan waktu penelitian.....	20
3.2 Bahan dan alat penelitian.....	20
3.2.1 Bahan	20

3.2.2 Alat	21
3.3 Diagram alir penelitian	24
3.3.1 Studi literatur	25
3.3.2 Persiapan alat dan bahan	25
3.3.3 Pembuatan dan perakitan alat	25
3.4 Pengujian alat.....	28
3.5 Langkah penelitian.....	29
3.6 Pengambilan data.....	31
3.7 Metode pembahasan yang disediakan	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Data hasil penelitian	33
4.2 Perhitungan	35
4.2.1 Perhitungan jumlah sudu 3	35
4.2.2 Perhitungan jumlah sudu 4	36
4.2.3 Perhitungan jumlah sudu 5	38
4.2.4 <i>Tip speed ratio</i> (TSR)	39
4.2.5 Koefisien Daya (Cp).....	40
4.3 Pembahasan	41
4.3.1 Hubungan kemiringan dan jumlah sudu terhadap putaran poros (Rpm) yang dihasilkan.....	42
4.3.2 Hubungan kemiringan dan jumlah sudu terhadap daya output (Watt) yang dihasilkan.....	42
4.3.3 Hubungan kemiringan dan jumlah sudu terhadap <i>tip speed ratio</i> (TSR)	43
4.3.4 Hubungan kemiringan dan jumlah sudu terhadap koefisien daya (Cp).....	44
4.4 Analisa Terhadap Penomena Yang Terjadi Pada Turbin Angin	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Terjadinya angin.....	7
Gambar 2.2 Angin lembah dan angin gunung	9
Gambar 2.3 Angin fohn.....	10
Gambar 2.4 Angin muson barat dan angin muson timur	10
Gambar 2.5 Angin darat dan angin laut	11
Gambar 2.6 Kincir angin sumbu horizontal.....	14
Gambar 2.7 Kincir angin sumbu vertikal.....	15
Gambar 2.8 Turbin angin darrieus	16
Gambar 2.9 Grafik hubungan cp-tsr untuk beberapa jenis turbin angin	18
Gambar 2.10 Fenomena <i>Dinamic Stall</i>	19
Gambar 3.1 Rangka dengan baja ringan	20
Gambar 3.2 Pipa alluminium	21
Gambar 3.3 Triplek	21
Gambar 3.4 Multitester	21
Gambar 3.5 Anemometer	22
Gambar 3.6 Tachometer.....	22
Gambar 3.7 Generator mini dc.....	22
Gambar 3.8 Kipas angin.....	23
Gambar 3.9 Bor tangan	23
Gambar 3.10 Gerinda tangan	23
Gambar 3.11 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 3.12 Pembuatan rangka turbin.....	26
Gambar 3.13 Pembuatan jumlah sudu 3	26
Gambar 3.14 Pembuatan rotor 3 sudu.....	26
Gambar 3.15 Pembuatan <i>wind deflektor</i>	27
Gambar 3.16 Turbin angin beserta bagian-bagiannya	27
Gambar 3.17 Bagian-bagian turbin angin	28
Gambar 3.18 Pengujian alat	29
Gambar 3.19 Penempatan turbin angin.....	30
Gambar 3.20 Peniupan dari kipas angin ke turbin	30
Gambar 3.21 Pengukuran kecepatan angin.....	30
Gambar 3.22 Pengukuran kecepatan poros.....	31
Gambar 3.23 Pengukuran tegangan dan kuat arus	31
Gambar 4.1 Turbin angin 3 sudu dengan kemiringan 90°	34
Gambar 4.2 Turbin angin 4 sudu dengan kemiringan 60°	35
Gambar 4.3 Turbin angin 5 sudu dengan kemiringan 45°	36
Gambar 4.4 Sudu turbin	37
Gambar 4.5 Grafik dan tabel daya output turbin pada variasi sudu 3.....	38
Gambar 4.6 Grafik dan tabel daya output turbin pada variasi sudu 4.....	39
Gambar 4.7 Grafik dan tabel daya output turbin pada variasi sudu 5.....	40
Gambar 4.8 Grafik dan tabel jumlah putaran poros (Rpm) yang dihasilkan oleh turbin angin untuk setiap jumlah sudu.....	43

Gambar 4.9 Grafik dan tabel jumlah daya output yang dihasilkan oleh turbin angin untuk setiap jumlah sudu.....	44
Gambar 4.10 Grafik dan tabel jumlah <i>tip speed ratio</i> (TSR) yang dihasilkan untuk setiap jumlah sudu	45
Gambar 4.11 Grafik dan tabel jumlah Koefisien Daya (C_p) yang dihasilkan untuk setiap variasi sudu	46
Gambar 4.12 Fenomena <i>Dinamic Stall</i>	47



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil pengujian tegangan dan kuat arus.....	33
Tabel 4.2 Hasil pengujian jumlah putaran poros (Rpm) Pada jumlah sudu 3	34
Tabel 4.3 Hasil pengujian jumlah putaran poros (Rpm) Pada jumlah sudu 4	35
Tabel 4.4 Hasil pengujian jumlah putaran poros (Rpm) Pada jumlah sudu 5	36
Tabel 4.5 Hasil perhitungan <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR).....	41
Tabel 4.6 Hasil perhitungan Koefisien Daya (Cp)	42

