



LAPORAN SKRIPSI

**PERANCANGAN TURBIN ANGIN SAVONIUS 150
WATT DAN ANALISA PENGARUH
OVERLAP SUDU TERHADAP
TORSI SERTA PUTARAN**

**SODIQ KUNTORO
NIM. 201554145**

DOSEN PEMBIMBING

**Rianto Wibowo, ST., M.Eng.
Rochmad Winarso, S.T., M.T.**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MURIA KUDUS

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERANCANGAN TURBIN ANGIN SAVONIUS 150 WATT
DAN ANALISA PENGARUH *OVERLAP* SUDU
TERHADAP TORSI SERTA PUTARAN**

SODIQ KUNTORO

NIM. 201554145

Kudus, Agustus 2018

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

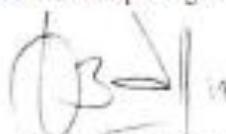
Rianto Wibowo, ST., M.Eng.
NIDN. 0630037301

Pembimbing Pendamping,

Rochmad Winterso, S.T., M.T.
NIDN. 0612037201

Mengetahui

Koordinator Skripsi/Tugas Akhir



Qomaruddin, ST., MT.
NIDN. 0626097102

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN TURBIN ANGIN SAVONIUS 150 WATT
DAN ANALISA PENGARUH *OVERLAP* SUDU
TERHADAP TORSI SERTA PUTARAN

SODIQ KUNTORO

NIM. 201554145

Kudus, 31 Agustus 2018

Menyetujui,

Ketua Pengaji,


Qomaruddin, ST., MT.
NIDN. 0626097102

Anggota Pengaji I,


Bachtiar Satya N., ST., MT.
NIDN. 0624077201

Anggota Pengaji II,

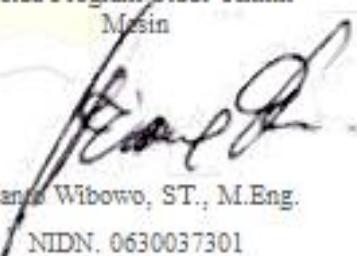

Rianto Wibowo, ST., M.Eng.
NIDN. 0630037301

Mengetahui



Mohammad Syaiful, S.T., M.T.
NIDN. 0601076901

Ketua Program Studi Teknik
Mesin


Rianto Wibowo, ST., M.Eng.
NIDN. 0630037301

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sodiq Kuntoro
NIM : 201554145
Tempat & Tanggal Lahir : Kulon Progo, 26 April 1992
Judul Skripsi : Perancangan Turbin Angin Savonius 150 Watt dan Analisa Pengaruh *Overlap* Sudu Terhadap Torsi serta Putaran

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 31 Agustus 2018

Yang memberi pernyataan,



Sodiq Kuntoro
NIM. 201554145

PERANCANGAN TURBIN ANGIN SAVONIUS 150 WATT DAN ANALISA PENGARUH *OVERLAP* SUDU TERHADAP TORSI SERTA PUTARAN

Nama mahasiswa : Sodiq Kuntoro

NIM : 201554145

Pembimbing :

1. Rianto Wibowo, ST., M.Eng.
2. Rochmad Winarso, S.T., M.T.

RINGKASAN

Sudu-sudu turbin savonius dipasang dengan posisi tertentu untuk mendapatkan efisiensi yang maksimal dalam memanfaatkan daya angin, dalam skripsi ini meneliti pengaruh *overlap* sudu terhadap torsi dan putaran yang dihasilkan pada turbin savonius. Tujuan adalah: (1) merancang sudu-sudu turbin tipe savonius 150 watt, (2) menganalisa sudu-sudu turbin tipe savonius terhadap torsi dan putaran, (3) menghasilkan rancangan sudu-sudu turbin tipe savonius.

Metode yang digunakan adalah studi literatur, analisa kebutuhan turbin savonius, konsep desain turbin savonius, pemilihan konsep, perancangan dan perhitungan, menggambar komponen, simulasi dengan Autodesk CFD 2018, pengambilan dan pengolahan data.

Hasil yang diperoleh adalah rancang sudu-sudu turbin savonius berjumlah enam, bentuk sudu L, luas sapuan $2,6 \text{ m}^2$, jarak pangkal sudu dengan poros 46 mm, *overlap* 66 mm, sudut sudu 125° dan sudut kelegkungan 18° . Perbandingan hasil simulasi antara turbin tanpa *overlap* dan *overlap* menghasilkan kecepatan angin keluar turbin tanpa *overlap* = 1,02024 m/s dengan *overlap* = - 0,05696 m/s. Torsi yang dihasilkan torsi turbin tanpa *overlap* = 4,56 Nm, turbin dengan *overlap* = 9,05 Nm

Kata kunci : Autodesk CFD 2018, *savonius*, sudu-sudu, turbin angin

SAVONIUS WIND TURBINE DESIGN 150 WATT AND ANALYSIS OF INFLUENCE BLADES OVERLAP AGAINST TORQUE AND ROTATION

Student Name : Sodiq Kutoro

Student Identity Number : 201554145

Supervisor :

1. Rianto Wibowo, ST., M.Eng.
2. Rochmad Winarso, S.T., M.T.

ABSTRACT

Savonius turbine blade mounted with a certain position to get maximum efficiency in utilizing the power of the wind, in this thesis investigated the influence of blade overlap against the torque and the rotation of the turbine generated on savonius. The objectives are: (1) designing type savonius blade turbine 150 watt, (2) analyze type savonius turbine blades against the torque and the rotation, (3) produce design-type blades savonius turbine.

The method used is the study of literature, savonius turbines needs analysis, concept design, selection of savonius turbine concept, design and calculations, drawing components, simulation CFD 2018 with Autodesk, retrieval and processing of data.

The results obtained are savonius turbine blades design amounted to six blades, type L, blades area 2.6 m^2 , the distance from the base of the turbine blades with axis of 46 mm, 66 mm, angular overlap blades 125° and angle kelegkungan 18° . Comparison between simulation results of turbines without overlap and overlap generating wind speed turbine out without overlap = 1.02024 m/s with an overlap = -0.05696 m/s . torque of the turbine torque generated without overlap = 4.56 Nm , turbines with overlap = 9.05 Nm

Keywords: Autodesk CFD 2018, blades, savonius, wind turbine

KATA PENGANTAR

Syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah Nya, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan Skripsi berjudul ”Perancangan Turbin Angin Savonius 150 Watt dan Analisa Pengaruh *Overlap* Sudu Terhadap Torsi serta Putaran”. Penyusunan Skripsi/Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik

Pelaksanaan pembuatan skripsi ini banyak bantuan yang diberikan kepada penulis. Oleh karena itu sebagai rasa syukur diucapkan terima kasih yang kepada :

1. Rianto Wibowo, ST., M.Eng. selaku Pembimbing Utama Skripsi serta Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan pengarahan dalam menyusun laporan Skripsi ini.
2. Rochmad Winarso, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping Skripsi
3. Qomaruddin, ST., MT. selaku Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Mesin Universitas Muria Kudus
4. Mohammad Dahlan, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus
5. Ayah dan Ibu yang tidak henti-hentinya mendoakan dan memberi dukungan moril dan materiil
6. Teman-teman mahasiswa angkatan 2012, 2013, 2014 dan 2015 yang saling mendukung dan memberi semangat untuk segera menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam penulisan laporan ini, karena itu pengembangan dan perbaharuan dapat dilakukan untuk menyempurnakan kedepannya. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
RINGKASAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Turbin angin	5
2.2. Turbin angin <i>savonius</i>	7
2.3. Komponen turbin angin savonius.....	11
2.3.1. Sudu-sudu/ <i>blade/bilah</i>	11
2.3.2. <i>Overlap</i>	14
2.3.3. Poros	15
2.3.4. <i>Bearing</i>	15
2.3.5. Rangka	17
2.3.6. <i>Pully</i>	17
2.3.7. Generator	18
2.3.8. Penyimpan energi	19
2.4. Energi Angin	19
2.5. Parameter turbin savonius	22
2.6. Teori Betz.....	23

BAB III METODOLOGI.....	27
3.1. Rancangan Skripsi.....	27
3.2. Studi literatur.....	28
3.3. Analisa kebutuhan turbin savonius	28
3.4. Konsep desain turbin savonius.....	28
3.5. Pemilihan konsep	30
3.6. Perancangan dan perhitungan	30
3.6.1. Luas permukaan sudu	30
3.6.2. Sudut sudu.....	31
3.6.3. <i>Overlap</i>	31
3.7. Menggambar komponen.....	32
3.8. Simulasi.....	34
3.9. Pengambilan dan pengolahan data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Dimensi turbin.....	35
4.1.1. Luas sudu-sudu turbin.....	35
4.1.2. Desain rotor turbin	36
4.1.3. Sudut sudu.....	37
4.1.4. <i>Overlap</i>	37
4.2. Daya angin	38
4.3. Daya turbin.....	38
4.4. Gaya angin	38
4.5. Putaran turbin	39
4.6. Poros turbin	39
4.7. Bantalan.....	42
4.8. Simulasi.....	43
4.9. Pengambilan dan pengolahan data	48
BAB V PENUTUP.....	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kincir angin Belanda dan turbin angin Kalifornia	5
Gambar 2.2. Turbin rotor H di Inggris dan turbin horisontal	6
Gambar 2.3. Tipe turbin angin sumbu horisontal	6
Gambar 2.4. Berbagai macam tipe turbin angin sumbu vertikal.....	7
Gambar 2.5. Rotor <i>savonius</i>	8
Gambar 2.6. Turbin savonius dengan <i>circular shiled</i>	9
Gambar 2.7. Turbin angin tiga sudu bersirip	9
Gambar 2.8. Turbin angin savonius bentuk sudu L dengan 4 tingkat.....	10
Gambar 2.9. Sudu turbin angin <i>savonius</i> tipe <i>U</i> dan tipe <i>L</i>	11
Gambar 2.10. Skema sederhana gaya <i>drag</i> dan <i>lift</i>	12
Gambar 2.11. Segitiga Aliran Kecepatan Fluida	13
Gambar 2.12. Segitiga kecepatan turbin	13
Gambar 2.13. Segitiga kecepatan (Munson <i>et al</i> , 2005)	14
Gambar 2.14. <i>Overlap</i> sudu (Rizkiyanto, 2015)	14
Gambar 2.15. Bantalan.....	16
Gambar 2.16. <i>Tapered Roller Bearings</i>	16
Gambar 2.17. <i>Pulley</i>	18
Gambar 2.18. Generator magnet permanen	18
Gambar 2.19. Akumulator.....	19
Gambar 2.20. Profil kecepatan angin melewati mesin kenversi energi	24
Gambar 2.21. Koefisien daya dari berbagai tipe turbin angin	25
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian.....	27
Gambar 3.2. Turbin dua tingkat	29
Gambar 3.3. Turbin savonius angin topan	29
Gambar 3.4. Turbin savonius	30
Gambar 3.5. Inventor Professional 2018	32
Gambar 3.6. Rancangan rotor turbin savonius.....	32
Gambar 3.7. Rancangan rangka	33
Gambar 3.8. Desain turbin savonius	33

Gambar 4.1. Sudu turbin	35
Gambar 4.2. Desain sudu turbin savonius.....	36
Gambar 4.3. Penampang turbin savonius.....	36
Gambar 4.4. Desain sudut kemiringan sudu dan sudut lengkung sudu	37
Gambar 4.5. Desain <i>overlap</i> sudu	38
Gambar 4.6. Poros turbin	40
Gambar 4.7. Gaya yang bekerja pada poros	41
Gambar 4.8. Diagram benda bebas	41
Gambar 4.9. Tampilan awal Autodesk CFD 2018	43
Gambar 4.10. Membuat bidang sebagai fluida gas	44
Gambar 4.11. Memilih material	44
Gambar 4.12. Memilih bidang input angin masuk.....	45
Gambar 4.13. Mesh sizing	45
Gambar 4.14. Proses simulasi	46
Gambar 4.15. Penampang kecepatan angin bidang YZ	46
Gambar 4.16. Penampang kecepatan angin bidang XZ	47
Gambar 4.17. Grafik kecepatan angin pada arah X, Y, Z.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data hasil pengujian Energi Angin di Kabupaten Kudus	21
Tabel 2.2. Perubahan parameter udara dengan bertambahnya temperatur	21
Tabel 3.1. Analisa kebutuhan.....	28
Tabel 3.2. Kebutuhan perancangan turbin angin	31



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Nomor Persamaan
A	Luas permukaan	m^2	2,4,11
α	Sudut defleksi	rad	3
C	Kapasitas bantalan	kN	9
D	Diameter turbin, poros	mm	7
F	Gaya angin	N	1,2,3,4,13
g	Percepatan gravitasi bumi	m/s^2	-
k	Rasio diameter dalam dan diameter luar	-	7
L	Umur bantalan	Jam	8,9,10
λ	Tip speed ratio	-	15
η	Efisiensi aerodiamikotor	-	16
N	Putara rotor	rpm	15
P	Daya turbin, angin	Watt	5,6
R	Jari-jari rotor	m	15
ρ	Massa jenis	Kg/m^3	11,12
T	Torsi	Nm	5,6,7
τ	Tegangan geser	Mpa	-
v	Kecepatan angin	m/s	8,9,10,11,12,13
V	Faktor rotasi	-	8
W	Beban	N	8
ω	Kecepatan sudu	Rad/s	15
Y	Faktor rotasi	-	8

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rotor turbin savonius tanpa <i>overlap</i>	56
Lampiran 2	Rotor turbin savonius dengan <i>overlap</i>	57
Lampiran 3	Sudu turbin savonius	58
Lampiran 4	Poros turbin savonius	59
Lampiran 5	Rangka turbin savonius	60
Lampiran 6	Turbin savonius	61
Lampiran 7	Tabel <i>Values of X and Y for dynamically loaded bearings</i>	62
Lampiran 8	Tabel <i>basic static and dyamic capacities of various type of radial ball bearings</i>	63
Lampiran 9	Tabel hasil simulasi kecepatan angin turbin a.....	65
Lampiran 10	Table hasil simulasi kecepatan angin turbin b	67
Lampiran 11	Spesifikasi generator turbin angin	69
Lampiran 12	Buku bimbingan skripsi.....	70
Lampiran 13	Revisi ujian skripsi	76
Lampiran 14	Turnitin	78
	BIODATA PENULIS	79

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

<i>Advancing blade</i>	: sudu yang berfungsi sebagai area dorong oleh angin
<i>Altitude</i>	: posisi vertikal suatu objek dari suatu titik tertentu
<i>Circular shiled</i>	: penghalang di depan <i>returning blade</i>
<i>Coefficient of power</i>	: perbandigan daya turbin dengan daya angin
<i>Drag force</i>	: gaya dorong oleh angin
<i>EBT</i>	: Energi Baru Terbarukan
<i>Guide vane</i>	: bidang pegarah aliran angin masuk pada turbin
<i>Headwind</i>	: arah sudu berlawanan dengan arah angin masuk
<i>Overlap</i>	: jarak antara pangkal sudu dengan sudu yang berhadapan
<i>Returning blade</i>	: sudu sebagai pemantul aliran kearah sekitarnya
<i>Tailwind</i>	: arah putaran sudu searah angin masuk
<i>Windmill</i>	: istilah turbin angin