

**DESAIN TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL HYBRID  
KAPASITAS 300 WATT UNTUK GEDUNG SALA VIEW  
HOTEL SURAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



Oleh :

MUHAMAD  
NIM. I0411031

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2015**

**DESAIN TURBIN ANGIN HYBRID SUMBU VERTIKAL KAPASITAS 300  
WATT UNTUK GEDUNG SALA VIEW HOTEL SURAKARTA**

Disusun Oleh

**MUHAMAD**  
NIM : 10411031

Dosen Pembimbing 1



**D. DANARSONO, ST, MT, PhD**  
NIP. 196905141999031001

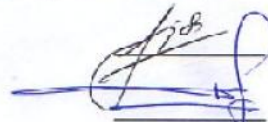

Dosen Pembimbing 2



**EKO PRASETYO B., ST, MT**  
NIP. 197109261999031002

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **29-12-2015**, pukul **13:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

1. Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST, MT  
197403262000031001
2. DR ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT  
197106151998021002
3. Indri Yaningsih, S.T., M.T  
198607042012122004

Kepala Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta

**DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT**  
NIP. 197106151998021002

Koordinator Tugas Akhir

**DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT**  
NIP. 197003231998021001



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN**

Jl Ir Sutami No. 36A Kentingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR**

**PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**

Program Studi : **S1 Teknik Mesin**

Nomor : **0603/TA/S1/04/2015**

Nama : **MUHAMAD**  
NIM : **10411031**  
Bidang : **Desain**  
Pembimbing 1 : **D. DANARDONO, ST, MT, PhD/196905141999031001**  
Pembimbing 2 : **EKO PRASETYO B., ST,MT/197109261999031002**  
Penguji : **1. Prof. Dr. DWI ARIES HIMAWANTO, ST, MT/  
197403262000031001**  
**2. DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT/ 197106151998021002**  
**3. Indri Yaningsih, S.T.,M.T/ 198607042012122004**

Mata Kuliah Pendukung  
1. **MOTOR BAKAR(MS06013-10)**  
2. ()  
3. ()

Judul Tugas Akhir

**"DESAIN TURBIN ANGIN HYBRID SUMBU VERTIKAL  
KAPASITAS 300 WATT UNTUK GEDUNG SALA VIEW  
HOTEL SURAKARTA"**



2015-12-14 06:45:15

Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

**DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT**  
NIP. 197106151998021002

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

## MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(Q.S. ArRa'ad : 11)

“Self-pity is our worst enemy and if we yield to it, we can never do anything wise in this world”

Helen Keller

## PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati seraya mengucapkan syukur kehadiran Illahi, kupersembahkan tulisan ini kepada:

1. Allah SWT, Pemilik segala keagungan, kemuliaan, kekuatan dan keperkasaan. Segala yang kualami adalah kehendak-Mu, semua yang kuhadapi adalah kemauan-Mu, segala puji hanya bagi-Mu, ya Allah, Pengatur alam semesta, tempat bergantung segala sesuatu, tempatku memohon pertolongan.
2. Junjungan Nabi besar Muhammad SAW, Manusia terbaik di muka bumi, uswatun hasanah, penyempurna akhlak, sholawat serta salam semoga selalu tercurah padanya, keluarga, sahabat dan pengikutnya yang istiqomah sampai akhir zaman.
3. Kasih sayang dan cinta yang tak pernah putus dari Bapak, Ibu, Adik-adikku serta keluarga tercinta. Kasih sayang kalian tak akan pernah kulupakan sepanjang hidupku.
4. Bapak Danardono dan Bapak Eko Prasetya yang tak pernah lelah untuk membimbing tugas akhir saya.
5. Seluruh dosen, karyawan, dan mahasiswa Teknik Mesin UNS.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah kepada penulis sehingga mampu melaksanakan dan menyelesaikan skripsi dengan judul “Desain Turbin Angin Hybrid Sumbu Vertikal Kapasitas 300 Watt Untuk Gedung SALA VIEW Hotel Surakarta” dengan baik.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam mengerjakan skripsi ini tidaklah mungkin dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak atas segala bantuan dan perhatian selama penulis menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak D. Danardono, ST., MT., Ph.D selaku Dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan nasehat, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Eko Prasetya B, ST.,M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang turut serta memberikan motivasi, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Dwi Aries Himawanto, ST, MT dan Bapak DR Eng Syamsul Hadi ST.,MT selaku dosen penguji tugas akhir saya yang telah memberi saran yang membangun.
4. Bapak DR Nurul Muhyat ST, MT, selaku Pembimbing Akademis yang telah berperan sebagai orang tua penulis dalam menyelesaikan studi di Universitas Sebelas Maret ini.
5. Bapak DR Eng Syamsul Hadi ST.,MT. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

6. Bapak DR Nurul Muhayat ST, MT. selaku koordinator Tugas Akhir.
7. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah turut serta mendidik penulis hingga menyelesaikan studi S1.
8. Seluruh staf karyawan administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kemudahan dalam hal administrasi.
9. Ayah, Ibu dan adikku atas do'a restu, nasihat, motivasi, dukungan material dan spiritual dalam menyelesaikan skripsi.
10. Rekan-rekan seperjuangan di Mecheng 11, kakak tingkat dan adik tingkat di Jurusan Teknik Mesin UNS, *M-solidarity forever!!*
11. Segenap Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin yang telah memberikan pembelajaran berharga yang akan selalu saya ingat.
12. Dan semua pihak yang telah mendukung kelancaran skripsi penulis yang tidak bias penulis sebutkan satu-persatu.

Pada akhirnya penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak supaya menjadi masukan yang sangat berguna bagi penulis untuk memperbaiki dan menyempurnakan penulisan lain yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua dan bagi penulis pada khususnya.

Surakarta, 18 November 2015

Penulis

**PERANCANGAN TURBIN ANGIN HYBRID SUMBU VERTIKAL  
KAPASITAS 300 WATT UNTUK GEDUNG SALA VIEW HOTEL  
SURAKARTA**

**Muhamad**

Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta Indonesia  
E-mail : muhamadrosyidi@gmail.com

Abstrak

Tugas akhir ini membahas tentang analisa potensi energi angin gedung SALA VIEW Hotel Surakarta serta merancang turbin angin *hybrid* sumbu vertikal yakni gabungan antara turbin angin Darrieus dengan turbin angin Savonius, untuk gedung SALA VIEW Hotel Surakarta. Analisa potensi energi angin di gedung SALA VIEW Hotel dimulai dengan mengumpulkan data kecepatan angin selama 2 tahun dari Badan Meteorologi Bandara Adi Soemarmo yakni dari tahun 2013 sampai 2014. Data kecepatan angin diolah per tahun menggunakan metode distribusi Weibull. Perancangan turbin angin *hybrid* sumbu vertikal termasuk perhitungan ukuran komponen komponen turbin angin *hybrid* sumbu vertikal seperti poros, sudu turbin angin dan komponen lainnya. Hasil dari analisa data kecepatan angin menggunakan metode distribusi weibull menunjukkan besar enegi angin pada tahun 2013 dan 2014 berturut turut adalah 95486,4 W/h per bulan dan 73123,2 W/h per bulan. Desain turbin angin *hybrid* sumbu vertikal memiliki diameter 1,29 m serta memiliki kapasitas daya keluaran sebesar 300 Watt..

**Kata kunci:** Kecepatan angin, Distribusi Weibull, Kerapatan Energi, Turbin angin *hybrid* sumbu vertikal, Output daya .



**DESIGN OF HYBRID VERTICAL AXIS WIND TURBINE WITH OUTPUT  
POWER 300 WATT FOR SALA VIEW HOTEL SURAKARTA**

**Muhamad**

Departement of Mechanical Engineering  
Engineering Faculty of Sebelas Maret University  
Surakarta Indonesia  
E-mail : muhamadrosyidi@gmail.com

*Abstract*

*This report is discussing about wind energy potential analysis in SALA VIEW Hotel Surakarta and hybrid vertical axis wind turbine design which is a combination between Darrieus with Savonius wind turbine. This research is started by collecting wind speed data from Meteorological of Adi Soemarmo Airport for two years, 2013 and 2014. The wind speed data is analyzed using Weibull distribution method per year. The design of hybrid vertical axis wind turbine including calculation of shaft, wind turbine blade etc. The result of wind speed data analysis shows that wind energy for 2013 is 95486,4 W/h per month and for 2014 is 73123,2 W/h per month, then the design of hybrid vertical axis wind turbine has diameter 1.291 m and ouput power 300 Watt.*

**Keywords:** *Wind speed, Weibull distribution method, Power density, Hybrid vertical axis wind turbine, Output power.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN SURAT PENUGASAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Rumusan Masalah .....	2
1.3.Batasan Masalah .....	2
1.4.Tujuan Penelitian .....	3
1.5.Manfaat Penelitian .....	3
1.6.SistematikaPenulisan .....	3
BAB II DASAR TEORI .....	5
2.1.Pengertian Angin .....	5
2.2.Potensi Energi Angin .....	5
2.3.Fungsi Distribusi Weibull .....	7
2.4.Turbin Angin dan Penggunaannya.....	9
2.4.1.Teori Turbin Angin .....	9
2.4.2.Jenis jenis Turbin Angin .....	9
2.4.3.Pemanfaatan Turbin Angin di Perkotaan .....	10
2.4.4.Turbin Angin <i>Hybrid</i> Sumbu Vertikal .....	13

2.4.5. Daya dan Konfigurasi Turbin Angin <i>Hybrid</i> Sumbu Vertikal.....	19
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN.....	21
3.1.Studi Literatur dan Pendalaman Materi .....	21
3.2.Memilih Lokasi .....	21
3.3.Mengumpulkan Data Kecepatan Angin.....	21
3.4.Mengolah Data Kecepatan Angin .....	21
3.5.Mendesain Turbin Angin <i>Hybrid</i> .....	21
3.6.Menggambar Desain Turbin Angin <i>Hybrid</i> .....	22
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	23
4.1.Profil Gedung SALA VIEW Hotel .....	23
4.2.Analisa Potensi Energi Angin .....	24
4.2.1.Pengambilan Sumber Data Kecepatan Angin .....	24
4.2.2.Koreksi dan Penyesuaian Data .....	26
4.2.3.Pengolahan Data Kecepatan Angin .....	26
4.3.Desain Turbin Angin <i>Hybrid</i> Sumbu Vertikal.....	31
4.3.1.Dimensi Rotor Turbin Angin <i>Hybrid</i> Sumbu Vertikal.....	32
4.3.2.Dimensi Komponen Turbin Angin <i>Hybrid</i> .....	35
4.4.Pemilihan Generator dan Sistem Transmisi.....	50
4.4.1.Pemilihan Generator .....	50
4.3.1. Komponen Transmisi.....	51
4.5.Desain Rangka Turbin Angin <i>Hybrid</i> .....	53
4.6.Prediksi Performa Turbin Angin <i>Hybrid</i> .....	54
4.6.1.Pengaruh Penggabungan Turbin Angin Darrieus dengan Turbin Angin Savonius .....	55
4.6.2.Performa Turbin Angin <i>Hybrid</i> .....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1. Kesimpulan .....	58
5.2. Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Turbin angin sumbu horisontal .....	10
Gambar 2.2. (a) Turbin angin Darrieus .....	11
(b) Turbin angin Savonius .....	11
Gambar 2.3. (a) Turbin yang terintegrasi dengan desain gedung .....	12
(b) Turbin angin yang dipasang pada atap suatu gedung.....	12
Gambar 2.4. Pola aliran angin yang melewati sebuah gedung .....	12
Gambar 2.5. Skema bentuk turbin angin Darrieus H-rotor .....	13
Gambar 2.6. Gaya <i>lift</i> pada sudu turbin angin H-rotor .....	14
Gambar 2.7. Distribusi tekanan pada airfoil .....	14
Gambar 2.8. Perbandingan jumlah sudu pada turbin tngin Darrieus .....	16
Gambar 2.9. Skema turbin angin Savonius.....	18
Gambar 2.10. Posisi <i>e</i> dan <i>d</i> pada turbin angin Savonius .....	19
Gambar 2.11. (a) Turbin angin <i>hybrid</i> Tipe 1 .....	20
(b) Turbin angin <i>hybrid</i> Tipe 2.....	20
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.....	22
Gambar 4.1. Gedung SALA VIEW Hotel .....	23
Gambar 4.2. Posisi gedung SALA VIEW Hotel.....	24
Gambar 4.3. Alat pengusir kelelawar.....	24
Gambar 4.4. Komponen turbin angin <i>hybrid</i> .....	35
Gambar 4.5. Sudu turbin angin Darrieus .....	37
Gambar 4.6. Sudu turbin angin Savonius .....	38
Gambar 4.7. Gaya yang dialami turbin angin <i>hybrid</i> .....	39
Gambar 4.8. Pengaruh torsi pada poros .....	40
Gambar 4.9. Pengaruh momen bending pada poros .....	40
Gambar 4.10. Aliran udara di perkotaan.....	41
Gambar 4.11. Diagram benda bebas dudukan strut .....	44
Gambar 4.12. Posisi penampang A dan penampang B .....	45
Gambar 4.13. Diagram benda bebas dari strut.....	46
Gambar 4.14. NFD, SFD, dan BMD strut .....	47
Gambar 4.15. Bantalan <i>bolt flange mounted bearing</i> .....	50

Gambar 4.16. Generator EAWINEA-75GE-300W .....	51
Gambar 4.17. <i>Flange coupling</i> .....	52
Gambar 4.18. Rangka turbin angin <i>hybrid</i> sumbu vertikal.....	54
Gambar 4.19. Turbin angin <i>hybrid</i> sumbu vertikal keseluruhan .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai $\sigma$ dan $Z$ .....	7
Tabel 4.1. Contoh data kecepatan angin .....	25
Tabel 4.2. Contoh data kecepatan angin yang sudah diubah .....	27
Tabel 4.3. Arah angin selama 2 tahun di Badan Meteorologi Bandara Adi Soemarmo .....	32
Tabel 4.4. Dimensi Rotor .....	36
Tabel 4.5. Daftar nilai <i>safety factor</i> .....	39
Tabel 4.6. Nilai koefisien <i>drag</i> .....	41
Tabel 4.7. Standar ukuran pasak .....	43
Tabel 4.8. Nilai gaya dalam .....	47
Tabel 4.9. Dimensi Bantalan Seri 5305 .....	50
Tabel 5.1. Dimensi turbin angin <i>hybrid</i> sumbu vertikal .....	58

## DAFTAR NOTASI

A	luas area ( $m^2$ )
$A_d$	luas sapuan untuk rotor turbin Darrius ( $m^2$ )
$A_s$	luas sapuan untuk rotor turbin Savonius ( $m^2$ )
$A_t$	luas sapuan rotor turbin ( $m^2$ )
C	kapasitas beban dinamik
$C_d$	koefisien <i>drag</i>
$C_0$	kapasitas beban statik
$C_{Pd}$	koefisien daya untuk turbin angin Darrius
$C_{Ps}$	koefisien daya untuk turbin angin Savonius
$C_p$	koefisien daya turbin
c	parameter skala distribusi <i>weibull</i>
$c$	panjang <i>chord</i> sudu turbin angin (m)
D	diameter turbin angin (m)
$D_d$	diameter rotor turbin angin Darrieus (m)
$D_s$	diameter rotor turbin angin Savonius (m)
$d$	panjang <i>chord</i> sudu turbin Savonius (m)
$d_p$	diameter poros (m)
$E_d$	energi per satuan waktu
$E_t$	energi selama satu satuan waktu
$e$	jarak antara dua sudu turbin Savonius (m)
$F_d$	gaya <i>drag</i> (N)
$F(V)$	fungsi <i>cumulative</i> distribusi <i>weibull</i>
$f(V)$	fungsi <i>probability density</i> distribusi <i>weibull</i>
H	tinggi turbin angin (m)
$H_d$	tinggi rotor turbin angin Darrieus (m)
$H_s$	tinggi rotor turbin angin Savonius (m)
$K_m$	faktor kombinasi beban kejut dan lelah untuk pembebanan bending
$K_s$	faktor keamanan untuk <i>bearing</i>
$K_t$	faktor kombinasi beban kejut dan lelah untuk pembebanan torsi

k	parameter bentuk distribusi <i>weibull</i>
Lh	umur bantalan/ <i>bearing</i>
l	panjang pasak (m)
M	momen (N.m)
M <sub>e</sub>	momen bending (N.m)
m <sub>b</sub>	massa sudu (kg)
N	kecepatan putar (rpm)
N	<i>safety factor</i>
P	daya (Watt)
Pt	daya yang dihasilkan turbin (Watt)
R	jari jari turbin angin (m)
R <sub>d</sub>	jari jari rotor turbin Darrieus (m)
R <sub>s</sub>	jari jari rotor turbin Savonius (m)
Sy	tegangan yield material (N/m <sup>2</sup> )
T	torsi yang dihasilkan oleh turbin angin (N.m)
T <sub>e</sub>	<i>twisting</i> momen (N.m)
t	tebal pasak (m)
V	kecepatan angin (m/s <sup>2</sup> )
V <sub>E</sub>	besar kecepatan angin yang menghasilkan energi maksimum (m/s)
V <sub>f</sub>	kecepatan angin yang sering muncul selama satu periode waktu (m/s)
V <sub>m</sub>	kecepatan rata rata (m/s)
V <sub>1</sub>	kecepatan angin yang diukur Badan Meteorologi (m/s)
V <sub>2</sub>	kecepatan angin yang diukur pada ketinggian Z <sub>2</sub> (m/s)
W	beban radial ekivalen dinamik
W <sub>A</sub>	beban aksial (N)
W <sub>R</sub>	beban radial (N)
w	lebar pasak (m)
X	faktor beban radial
Y	faktor rotasi
Z <sub>1</sub>	nilai gradien tinggi pada puncak lapis batas lokasi Badan Meteorologi
Z <sub>2</sub>	nilai gradien tinggi pada puncak lapis batas lokasi yang ingin diketahui
1	kekasaran permukaan di lokasi Badan Meteorologi



- 2 kekasaran permukaan di lokasi yang ingin diketahui
  - overlap ratio*
  - tip speed ratio*
  - massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )
  - standar deviasi
  - solidity*
- d tegangan tarik ijin material untuk desain ( $\text{N/m}^2$ )
- d tegangan geser ijin material untuk desain ( $\text{N/m}^2$ )
  - kecepatan sudut putar turbin angin ( $\text{rad/s}$ )
- d kecepatan sudut putar turbin angin Darrieus ( $\text{rad/s}$ )
- s kecepatan sudut putar turbin angin Savonius ( $\text{rad/s}$ )

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kecepatan Angin.....	63
Lampiran 2 Hasil perhitungan $V_{E_{max}}$ per bulan.....	75
Lampiran 3 Hasil Pengolahan Data Kecepatan Angin per Tahun .....	75
Lampiran 4 Hasil Perhitungan Arah Angin .....	76
Lampiran 5 Tabel Standar Ukuran Pasak .....	76
Lampiran 6 Standar Ukuran Bantalan.....	77
Lampiran 7 Standar Jumlah Baut pada <i>Flange Coupling</i> .....	77
Lampiran 8 Gambar Teknik.....	78