

**UJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN *OMNI  
DIRECTIONAL GUIDE* VANES DAN VARIASI JUMLAH  
BILAH TURBIN TERHADAP PERFORMA TURBIN ANGIN  
SUMBU VERTIKAL *CROSS FLOW***

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**



**Oleh :  
ANDREAS WIBOWO  
NIM I0413009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2017**

**UJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN OMNI DIRECTIONAL  
GUIDE VANES DAN VARIASI JUMLAH BILAH TURBIN TERHADAP  
PERFORMA TURBIN ANGIN CROSSFLOW**

Disusun Oleh

**ANDREAS WIBOWO**  
NIM : **10413009**

Dosen Pembimbing 1

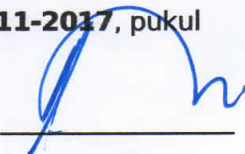
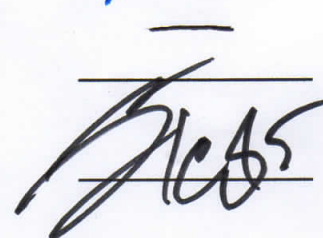
  
**D. DANARDONO, ST, MT, PhD**  
NIP. **196905141999031001**

Dosen Pembimbing 2

  
**Dr. BUDI SANTOSO, ST, MT**  
NIP. **197011052000031001**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **02-11-2017**, pukul **15:00:00**, bertempat di **M.101, gd.1 FT-UNS**.


1. Dr. BUDI KRISTIAWAN, ST., MT.  
197104251999031001
2. DR. ENG. SYAMSUL HADI, S.T., M.T.  
197106151998021002
3. Sukmaji Indro Cahyono, ST, MEng  
198308182014041001

  
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**





## **PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS**

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepengetahuan saya juga terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Jika terdapat hal – hal yang tidak sesuai dengan ini, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surakarta, 2 November 2017

Andreas Wibowo

## MOTTO

*Credo videre bona Domini in terra viventium* ( Psalm 27:13)

(I believe to see the good things of the Lord in the land of the living)

*Citius, Altius, Fortius*

(Faster, Higher, Stronger)

*In Omnia Paratus*

(prepared for all things)

## ABSTRAK

### UJI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN *OMNI DIRECTIONAL GUIDE VANES* DAN VARIASI JUMLAH BILAH TURBIN TERHADAP PERFORMA TURBIN ANGIN SUMBU VERIKAL *CROSS FLOW*

Andreas Wibowo  
Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta, Indonesia  
Email: andreas\_wibowo77@student.uns.ac.id

---

## ABSTRAK

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mencari tahu pengaruh penggunaan *guide vanes* tipe *omni directional* dan jumlah bilah turbin terhadap performa turbin angin sumbu vertikal *crossflow* serta mencari tahu konfigurasi terbaik antara *guide vanes* dan turbin *crossflow*. Pengujian menggunakan metode eksperimen dilakukan menggunakan beberapa parameter pengujian yang meliputi jumlah bilah turbin dan *guide vanes*, kemiringan bilah *guide vanes* dan kecepatan angin. Hasil dari pengujian menunjukkan konfigurasi antara turbin *crossflow* 16 bilah dan *guide vanes* 16 bilah dengan kemiringan bilah  $60^0$  sebagai konfigurasi terbaik antara turbin *crossflow* dan *guide vanes*. Hasil pengujian juga menunjukkan terjadinya peningkatan performa berupa koefisien daya yang signifikan pada beberapa konfigurasi dengan peningkatan koefisien daya tertinggi senilai 271.39% lebih tinggi dibandingkan dengan koefisien daya turbin *crossflow* tanpa penggunaan *guide vanes*

**Keywords:** Energi angin, Turbin angin sumbu vertikal, Crossflow, Guide vanes

## ABSTRACT

### EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF THE OMNI DIRECTIONAL GUIDE VANES CONFIGURATION AND BLADE NUMBER VARIATION TO ENHANCE THE PERFORMANCE OF THE CROSS FLOW VERTIKAL AXIS WIND TURBINE

Andreas Wibowo  
Mechanical Engineering Department  
Faculty of Engineering, Sebelas Maret University  
Surakarta, Indonesia  
Email: andreas\_wibowo77@student.uns.ac.id

---

## ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the best configuration between guide vanes and crossflow vertical axis wind turbine with influence of several parameters including guide vanes tilt angle and the number of turbine and guide vane blades. The experimental test were conducted under certain wind speed and wind directions using crossflow wind turbine which consisted of 8, 12 and 16 blades. Two types of guide vane were developed in this study, employing  $20^{\circ}$  and  $60^{\circ}$  tilt angle. Both of the two types of guide vane had three variations of blade numbers which had same blade numbers variations as the turbines. The result showed that the configurations between  $60^{\circ}$  guide vane with 16 blade numbers and turbine with 16 blade numbers as the best configurations. The result also showed that for certain configuration, guide vane was able to increase the coefficient of power generated by the turbine significantly with highest coefficient of power increase by 271.39% compared to the baseline configuration without using of guide vane.

**Keywords:** Wind energy, Vertical axis wind turbine, Crossflow, Guide vanes



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan YME, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Uji Eksperimental Pengaruh Penggunaan *Omni Directional Guide Vanes* dan Variasi Jumlah Bilah Turbin Terhadap Performa Turbin Angin *Cross Flow*” ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Sarjana Teknik Mesin di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat banyak saran, dorongan dan masukan-masukan dari berbagai pihak. Penulis dengan kerendahan hati mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan doa, semangat, motivasi dan bantuan materil untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dominicus Danardono Dwi Prija Tjahja S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Dr. Budi Santoso S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah menyempatkan waktu dan berbagi ilmu dalam membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh asisten laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah menyempatkan waktu dan berbagi ilmu dalam membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman-teman riset grup *vertical axis wind turbine*, Sandi, Marcel, Egi, Bang Adin, Mas Yoga, Mas ilham dan Mba Diniar yang saling membantu dan memberikan semangat demi terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Teman-teman “COMET” S1 Teknik Mesin Reguler angkatan 2013 yang selalu memberikan sosuli untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman AS, Iqbal, Yobel, Ipul dan Piko yang selalu memberikan bantuan untuk melepas penat dan mentertawakan segala hal dalam proses menyelesaikan skripsi ini

8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu selama penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di kemudian hari. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat di masa yang akan datang.

Surakarta, September 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SURAT PENUGASAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR NOTASI .....	xv
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 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Turbin Angin .....	6
2.2.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal .....	7
2.2.3 Turbin Angin Sumbu Vertikal .....	8
2.2.4 Turbin Angin Crossflow.....	9
2.2.5 Guide Vanes .....	10
2.2.6 Prinsip konversi Energi Angin .....	11
2.2.7 Power Coefficient.....	15
2.2.8 Tip Speed Ratio.....	16
2.2.9 Daya Poros .....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Spesimen Penelitian .....	19
3.2 Alat Uji Penelitian.....	24

3.3	Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1	Pengukuran Kecepatan Angin dan Pengujian Performa Turbin ....	33
4.2	Pengujian Turbin Crossflow Tanpa Guide Vanes .....	34
4.3	Pengujian Konfigurasi Turbin Crossflow Dan Guide Vanes .....	37
4.3.1	Pengujian Konfigurasi Turbin Crossflow 16 Bilah Dan Guide Vanes Dengan Kemiringan Bilah 60 <sup>0</sup> .....	37
4.3.2	Pengujian Konfigurasi Turbin Crossflow 16 Bilah Dan Guide Vanes Dengan Kemiringan Bilah 20 <sup>0</sup> .....	39
4.3.3	Pengujian Konfigurasi Turbin Crossflow 16 Bilah Dan Guide Vanes Dengan Kemiringan Bilah 60 <sup>0</sup> .....	42
4.3.4	Pengujian Konfigurasi Turbin Crossflow 16 Bilah Dan Guide Vanes Dengan Kemiringan Bilah 20 <sup>0</sup> .....	44
4.3.5	Pengujian Konfigurasi Turbin Crossflow 16 Bilah Dan Guide Vanes Dengan Kemiringan Bilah 60 <sup>0</sup> .....	47
4.3.6	Pengujian Konfigurasi Turbin Crossflow 16 Bilah Dan Guide Vanes Dengan Kemiringan Bilah 20 <sup>0</sup> .....	50
4.4	Analisa Hasil Pengujian .....	52
BAB V PENUTUP.....		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis turbin angin berdasarkan jumlah sudu.....	7
Gambar 2.2	Jenis turbin angin vertikal .....	8
Gambar 2.3	Turbin cross flow .....	9
Gambar 2.4	Perbandingan koefisien daya dan koefisien torsi turbin crossflow dengan jenis turbin lainnya.....	10
Gambar 2.5	Aliran angin guide vanes .....	11
Gambar 2.6.	Kondisi aliran pada ekstraksi energi mekanik dari aliran udara bebas .....	13
Gambar 2.7	Koefisien daya terhadap rasio kecepatan aliran udara .....	16
Gambar 2.8	Nilai $C_p$ dan tip speed ratio untuk berbagai turbin angin.....	17
Gambar 2.9	Prony brake.....	18
Gambar 3.1	Model turbin angin cross flow.....	19
Gambar 3.2	Model guide vanes tipe omni directional .....	20
Gambar 3.3	Model konfigurasi turbin dan guide vanes .....	21
Gambar 3.4	Perbandingan dengan desain guide vanes yang diusulkan.....	22
Gambar 3.5	Desain guide vanes yang digunakan.....	23
Gambar 3.6	Tachometer .....	24
Gambar 3.7	Timbangan tangan digital dan pemberat 50 gram .....	24
Gambar 3.8	Anemometer .....	26
Gambar 3.9	Wind generator .....	26
Gambar 3.10	Skema rangkaian eksperimen .....	27
Gambar 3.11	Diagram alir eksperimen .....	32
Gambar 4.1	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow tanpa guide vanes pada kondisi kecepatan angin 3.56 m/s .....	34
Gambar 4.2	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow tanpa guide vanes pada kondisi kecepatan angin 3.27 m/s .....	35
Gambar 4.3	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow tanpa guide vanes pada kondisi kecepatan angin 2.64 m/s .....	35

Gambar 4.4	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 16 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.56 m/s .....	37
Gambar 4.5	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 16 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.27 m/s .....	38
Gambar 4.6	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 16 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 2.64 m/s .....	38
Gambar 4.7	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 16 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.56 m/s .....	40
Gambar 4.8	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 16 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.27 m/s .....	40
Gambar 4.9	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 16 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 2.64 m/s .....	41
Gambar 4.10	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 12 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.56 m/s .....	42
Gambar 4.11	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 12 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.27 m/s .....	43
Gambar 4.12	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 12 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 2.64 m/s .....	43
Gambar 4.13	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 12 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.56 m/s .....	45
Gambar 4.14	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 12 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.27 m/s .....	45

Gambar 4.15	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 12 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 2.64 m/s .....	46
Gambar 4.16	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 8 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.56 m/s .....	48
Gambar 4.17	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 8 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.27 m/s .....	48
Gambar 4.18	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 8 bilah dan guide vanes $60^0$ pada kondisi kecepatan angin 2.64 m/s .....	49
Gambar 4.19	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 8 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.56 m/s .....	50
Gambar 4.20	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 8 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 3.27 m/s .....	51
Gambar 4.21	Perbandingan $C_p$ dengan tip speed ratio untuk turbin crossflow 8 bilah dan guide vanes $20^0$ pada kondisi kecepatan angin 2.64 m/s .....	51
Gambar 4.22	Ilustrasi fenomena di dalam turbin dan <i>guide vanes</i> .....	56

## DAFTAR NOTASI

$A$	= Luas area sapuan rotor	( $m^2$ )
$C_p$	= Koefisien daya	(non-dimensional)
$C_m$	= Koefisien torsi	(non-dimensional)
$D$	= Diameter	(m)
$D_1$	= Diameter luar	(m)
$D_2$	= Diameter dalam	(m)
$E$	= Energi kinetik benda bergerak	(Joule)
$F$	= Gaya	(N)
$m$	= <i>Massa</i>	(kg)
$N$	= Kecepatan Putar	(rpm)
$P$	= Daya	(Watt)
$P_w$	= Daya total yang tersedia dalam angin	(Watt)
$P_T$	= Daya mekanik aktual	(Watt)
$S$	= Luas sapuan rotor	( $m^2$ )
$T$	= Torsi	(Nm)
$V$	= Laju volume udara	( $m^3/s$ )
$v$	= Kecepatan angin	(m/s)
$\dot{m}$	= <i>Laju aliran Massa</i>	(kg/s)
$\rho$	= Massa jenis udara	( $kg/m^3$ )
$v'$	= Kecepatan aliran udara pada rotor	(m/s)
$\lambda$	= Rasio Kecepatan ujung (Tip Speed Ratio)	(non-dimensional)