UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL		i
HALAMAN PENGESAHAN		ii
HALAMAN PERNYATAAN		iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR		iv
HALAMAN PENGESAHAN HASIL UJIAN PENDADARAN		v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN		vi
INTISARI		vii
KATA PENGANTAR		viii
DAFTAR ISI		x
DAFTAR GAMBAR		xiii
DAFTAR TABEL		xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN		xvii
BAB I	**PENDAHULUAN**	
1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Rumusan Masalah	3
1.3.	Batasan Masalah	3
1.4.	Tujuan Penelitian	3
1.5.	Manfaat Penelitian	3
BAB II	**TINJAUAN PUSTAKA**	
2.1.	Sejarah Turbin	5
2.2.	Jenis Turbin Angin	5
	2.2.1. Turbin Angin Sumbu Horizontal	7
	2.2.2. Turbin Angin sumbu Vertikal	10
BAB III	**DASAR TEORI**	
3.1.	Dasar Teori	17

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.	Teori Dasar Betz's Momentum	17
3.3.	*Tip Speed*	21
3.4.	*Cut In speed*	22
3.5.	Volume Kontrol	22
3.6.	Penerapan Volume Control Turbin	26
3.7.	Dynamometer Sederhana	27
BAB IV	METODOLOGI DAN PENELITIAN	
4.1.	Objek Pengujian	30
4.2.	Proses Manufaktur Turbin	32
4.3.	Variasi Objek Pengujian	36
4.4.	Alat-Alat Pengujian	36
4.5.	Cara pengujian	39
	4.5.1. Pengukuran Kecepatan angin	40
	4.5.2. Pengukuran Putaran poros Turbin	41
	4.5.3. Perhitungan	42
	4.5.4. Analisis Data	43
BAB V	**HASIL DAN PEMBAHASAN**	
5.1.	Kecepatan Angin Rata-Rata	44
	5.1.1 Variasi Kecepatan angin ke-1	44
	5.1.2 Variasi Kecepatan angin ke-2	45
	5.1.3 Variasi Kecepatan angin ke-3	45
5.2.	Karakteristik Turbin Angin	46
	5.2.1. Karakteristik Turbin Angin Model 12 *Blade*	47
	5.2.2. Karakteristik Turbin Angin Model 10 *Blade*	50
	5.2.3. Karakteristik Turbin Angin Model 8 *Blade*	53
	5.2.4. Karakteristik Turbin Angin Model 6 *Blade*	56
5.3.	Pembahasan Hasil Pengujian	59
	5.3.1. Perbandingan Grafik *Power coefficient (Cp) - Tip speed ratio* λ	60
	5.3.2. Hubungan Torsi (T) terhadap Putaran Turbin	63

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	5.3.3. Hubungan Daya (*P*) terhadap Putaran Turbin	65
5.4.	Perhitungan Gaya Dorong Fluida Terhadap Turbin	66
	5.4.1. Variasi Kecepatan Angin Keluar	66
	5.4.2. Perhitungan Gaya *Drag* Pada Turbin	66
BAB VI	**KESIMPULAN DAN SARAN**	69
6.1.	Kesimpulan	69
6.2.	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN		74

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Berbagai jenis turbin angin (Anwar, 2008)	6
Gambar 2.2.	Kom ponen dari sebuah turbin angin sumbu horizontal, *gearbox, rem rotor shaft* dan rakitan (Anderson, 2008)	7
Gambar 2.3.	*Doesburger* kincir angin (Ede, 2007)	8
Gambar 2.4.	Tiga Berbilah Turbin Angin (Franke, 2005)	9
Gambar 2.5.	Turbin Angin *Darrieus* (30 m) di Kepulauan Magdalen (Aarchiba, 2007)	11
Gambar 2.6.	*Windmill* dengan rotasi layar di Osijek, Kroasia (12 m) (Tiho, 2007)	12
Gambar 2.7.	*Savonius wind turbin* (Toshihiro Oimatsu, 2006)	13
Gambar 2.8.	*Verical axis wind* turbin dengan 5 blade (Kamal, 2008)	14
Gambar 2.9.	Pengaruh sudut blade terhadap *power coefficient* dan *tip speed ratio* (Kamal, 2008)	14
Gambar 2.10.	Variasi karakteristik starting pada berbagai kecepatan udara terhadap (*rpm*) (Saha, 2005)	15
Gambar 3.1.	Kondisi aliran saat energi kinetik pada angin berubah menjadi energi mekanis, menurut teori dasar momentum (Anthony, 2007)	19
Gambar 3.2.	Hubungan *ideal power* koefisien terhadap *Tip speed ratio* (White,1999)	21
Gambar 3.3.	Laju aliran udara	25
Gambar 3.4.	Kecepatan angin yang mengenai turbin	26
Gambar 3.5.	Koefisien drag untuk untuk berbagai macam bentuk	26
Gambar 3.6.	Skema *friction brake*	29
Gambar 4.1.	Turbin angin vertikal dengan rotor *savonius*	30
Gambar 4.2.	*Blade* yang dibuat dari pipa PVC	31
Gambar 4.3.	Kayu (*Plywood*)	31
Gambar 4.4.	Pipa galvanis	31

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.5.	*Ball bearing* dan *tapered roller bearing*	32
Gambar 4.6.	Besi siku lubang	32
Gambar 4.7.	*blade*	33
Gambar 4.8.	Penopang *blade*	33
Gambar 4.9.	Poros	34
Gambar 4.10.	Penopang turbin	34
Gambar 4.11.	Rangka turbin	34
Gambar 4.12.	Pemasangan *blade*	35
Gambar 4.13.	Turbin	35
Gambar 4.14.	Penomoran model turbin	36
Gambar 4.15.	Skema pengukuran kecepatan angin	37
Gambar 4.16.	Anemometer type LT-LUTRON AM-4203	37
Gambar 4.17.	Skema pengukuran kecepatan putaran (*rpm*)	38
Gambar 4.18.	Tachometer type LT-LUTRON DT-2259	38
Gambar 4.19.	Diagram alir untuk proses pengujian dan pengukuran	39
Gambar 4.20.	Instrumen pengukur putaran turbin terhadap variasi pembebanan	41
Gambar 5.1.	Variasi kecepatan angin	44
Gambar 5.2.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 12 *blade* pada kecepatan 4,207 *m/s*	47
Gambar 5.3.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 12 *blade* pada kecepatan 5,093 m/s	48
Gambar 5.4.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 12 *blade* pada kecepatan 5,76 *m/s*	49
Gambar 5.5.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 10 *blade* pada kecepatan 4,207 *m/s*	50
Gambar 5.6.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 10 *blade* pada kecepatan 5,093 *m/s*	51
Gambar 5.7.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 10 *blade* pada kecepatan 5,76 *m/s*	52

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.8.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 8 *blade* pada kecepatan 4,207 *m/s*	53
Gambar 5.9.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 8 *blade* pada kecepatan 5,093 *m/s*	54
Gambar 5.10.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 8 *blade* pada kecepatan 5,76 *m/s*	55
Gambar 5.11.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 6 *blade* pada kecepatan 4,207 *m/s*	57
Gambar 5.12.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 6 *blade* pada kecepatan 5,093 *m/s*	58
Gambar 5.13.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* model 6 *blade* pada kecepatan 5,76 *m/s*	59
Gambar 5.14.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* pada kecepatan 4,*207 m/s*	60
Gambar 5.15.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* pada kecepatan 5,093 *m/s*	61
Gambar 5.16.	Grafik hubungan antara *power coefficient (Cp)* dengan *tip speed ratio (λ)* pada kecepatan 5,76 *m/s*	61
Gambar 5.17.	Grafik hubungan antara torsi dengan *rpm* pada turbin angin semua model dengan kecepatan 4,207 *m/s*	63
Gambar 5.18.	Grafik hubungan antara torsi dengan *rpm* pada turbin angin semua model dengan kecepatan 5,093 *m/s*	64
Gambar 5.19.	Grafik hubungan antara torsi dengan *rpm* pada turbin angin semua model dengan kecepatan 5,76 *m/s*	64
Gambar 5.20.	Grafik hubungan daya dengan *rpm* turbin angin semua model dengan kecepatan 4,207 *m/s*	65
Gambar 5.21.	Grafik hubungan daya dengan *rpm* turbin angin semua model dengan kecepatan 5,093 *m/s*	66
Gambar 5.22.	Grafik hubungan daya dengan *rpm* turbin angin semua model dengan kecepatan 5,76 *m/s*	66
Gambar 5.23.	Skema perhitungan gaya pada turbin	67

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1.	Kecepatan angin pada variasi kecepatan angin ke 1	44
Tabel 5.2.	Kecepatan angin pada variasi kecepatan angin ke 2	45
Tabel 5.3.	Kecepatan angin pada variasi kecepatan angin ke 3	46
Tabel 5.4.	Kecepatan angin keluar pada variasi kecepatan angin 4,207 *m/s*	66
Tabel 5.5.	Kecepatan angin keluar pada variasi kecepatan angin 5,093 *m/s*	66
Tabel 5.6.	Kecepatan angin keluar pada variasi kecepatan angin 5,76 *m/s*	66
Tabel 5.7.	Perhitungan Gaya *Drag* pada Turbin Pada Kecepatan 4,207 *m/s*	67
Tabel 5.8.	Perhitungan Gaya *Drag* pada Turbin Pada Kecepatan 5.093 *m/s*	67
Tabel 5.9.	Perhitungan Gaya *Drag* pada Turbin Pada Kecepatan 5,76 *m/s*	68

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH GEOMETRI DAN JUMLAH BLADE TERHADAP UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS
Faisal Nizar, Ir. Hermawan, M.Si
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luasan m^2
A1	= Luasan penampang masuk m^2
A2	= Luasan penampang keluar m^2
Cp	= *Power coefficient*
E	= Energi kinetik *(Nm)*
F	= Gaya *(N)*
m	= Massa *(kg)*
$\dot{m}$	= *Mass flow rate (kg/s)*
N	= Putaran rotor *(rpm)*
P	= Daya *(W)*
Po	= Daya mekanis angin *(W)*
p	= Tekanan
rpm	= Radius per menit
Rx	= Resultan gaya
T	= Torsi *(N-m)*
w	= Kecepatan sudut
V	= Kecepatan angin *(m/s)*
v1	= Kecepatan aliran masuk *(m/s)*
v2	= Kecepatan aliran keluar *(m/s)*
v'	= Kecepatan aliran rata-rata *(m/s)*
vr	=*Tip speed*
λ	= *Tip speed ratio*