



**STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN BERSUDU 4 BUAH DAN 2
BUAH PADA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL**

SKRIPSI

Oleh

**Ekik Yuris Wicaksono
NIM 071910101084**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 (S-1)
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

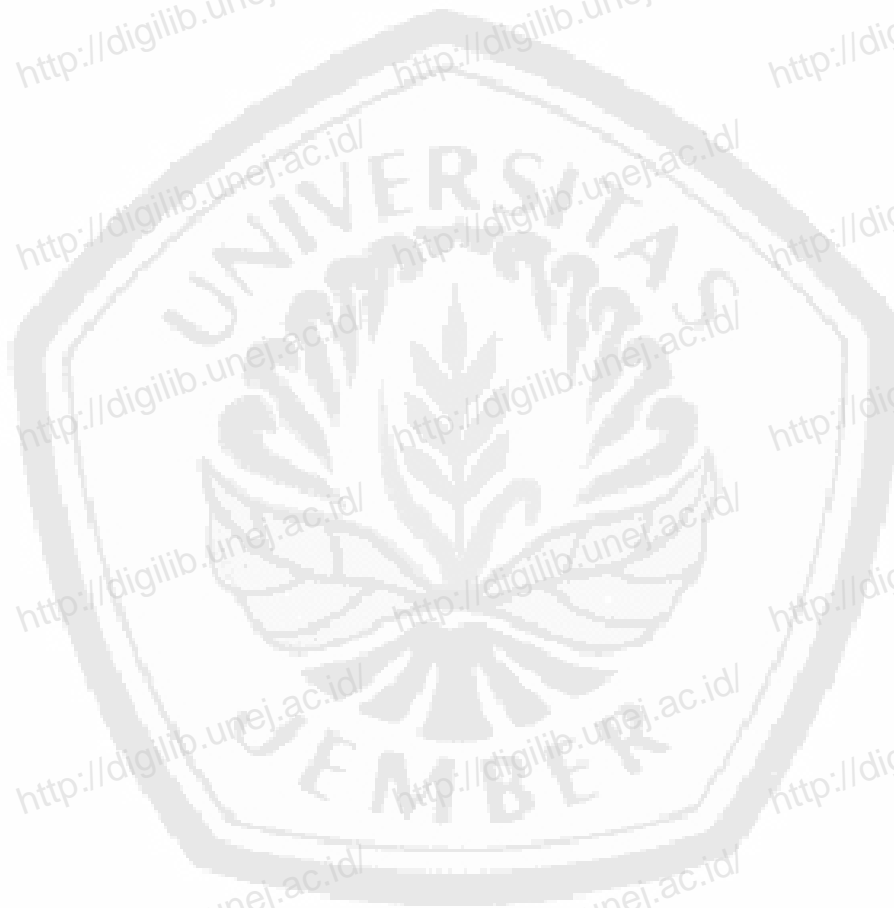
PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Studi Eksperimental Turbin Bersudu 4 Buah dan 2 Buah pada Turbin Angin Sumbu Horisontal”** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah S.W.T.
2. Rasulullah Muhammad SAW, Suri Tauladan Umat Manusia;
3. Bapak Purwoto dan Ibuku Eko Tjitrowati yang selalu memberikan dukungan baik doa maupun upayanya sampai terselesaikannya skripsi ini. Terima kasih banyak
4. Seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan dan do'a.
5. Semua Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu terutama Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T., dan Bapak Ir. Digdo Listyadi M.Sc., yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini, juga kepada Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. dan Bapak Andi Sanata S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang banyak memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Seluruh Guru-guruku dari SD, SLTP, SMA dan Guru mengaji yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan ilmu.
7. Seluruh warga teknik mesin angkatan '05, '06, '08, yang saya hormati dan tak lupa angkatan 07 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang banyak memberikan warna dalam perjalanan 4,5 tahun ini, terima kasih teman.
”Solidarity Forever”.

8. Seluruh warga rent house manggis XI Angger, Topek, Trik, Ofa, Gavi, Bambang, Ari, Edi, Discovery, Reza, dan ex. Rent house Mz Ari, Mz Erick. Thank for all.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.



MOTTO

*Jadi Diri Sendiri, Cari Jati Diri, And Dapatkan Hidup Yang Mandiri
Optimis, Karena Hidup Terus Mengalir Dan Kehidupan Terus Berputar
Sesekali Liat Ke Belakang Untuk Melanjutkan Perjalanan Yang Tiada
Berujung*

*“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu
Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang
sabar”*

(Al-Baqarah: 153)

*Keberhasilan tidak di ukur dari berapa besar hasil yang dicapai, tapi
dari seberapa besar usaha untuk mencapai hasil tersebut*

Lakukan yang terbaik dan semuanya akan indah pada waktunya...!!

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Ekik Yuris Wicaksono**

NIM : **071910101084**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: **“Studi Eksperimental Turbin Bersudu 4 Buah dan 2 Buah pada Turbin Angin Sumbu Horisontal”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 1 November 2012

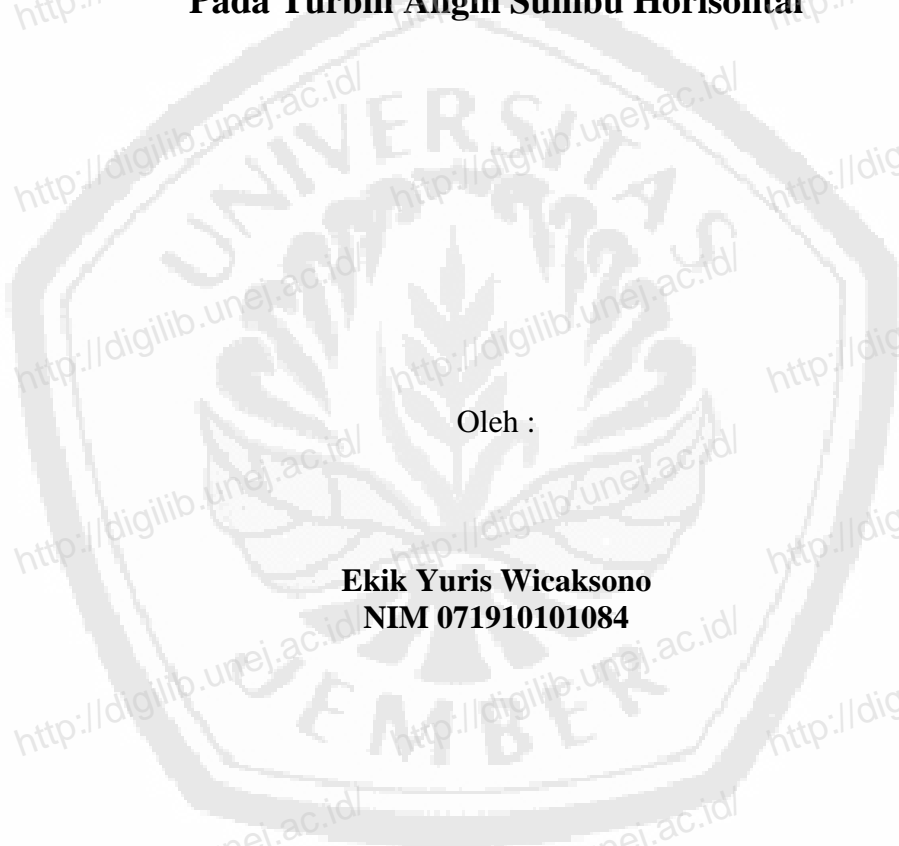
Yang menyatakan,

Ekik Yuris Wicaksono

NIM. 071910101084

SKRIPSI

**Studi Eksperimental Turbin Bersudu 4 Buah Dan 2 Buah
Pada Turbin Angin Sumbu Horizontal**



Oleh :

**Ekik Yuris Wicaksono
NIM 071910101084**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Studi Eksperimental Turbin Bersudu 4 Buah dan 2 Buah pada Turbin Angin Sumbu Horisontal**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 2 November 2012

Tempat : Lab. Mekatron Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
NIP 19681205 199702 1 002

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc
NIP 19680617 199501 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.
NIP 19681207 199512 1 002

Andi Sanata, S.T., M.T.
NIP 19750502 200112 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Studi Eksperimental Turbin Bersudu 4 Buah dan 2 Buah pada Turbin Angin Sumbu Horisontal; Ekik Yuris Wicaksono, 071910101084; 2012: 0 halaman; Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Berkurangnya cadangan sumber energi khususnya minyak bumi dan energi fosil pada umumnya merupakan persoalan penting saat ini terutama keterkaitannya sebagai sumber bahan bakar pembangkit tenaga listrik dan dampak yang ditimbulkannya pada kerusakan lingkungan dan perubahan iklim.

Meninjau masalah diatas, maka diperlukan suatu sumber energi alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil khususnya sebagai bahan bakar pembangkit tenaga listrik untuk keperluan rumah tangga. Energi listrik dapat dibangkitkan dari beberapa sumber energi alternatif pembangkit alternatif yang tersedia di alam, salah satunya energi angin. Kondisi alam yang sangat berpotensi menghasilkan tiupan angin yang fluktuatif dari tahun ke tahun, sangat mungkin untuk digunakan turbin angin pembangkit listrik skala kecil.

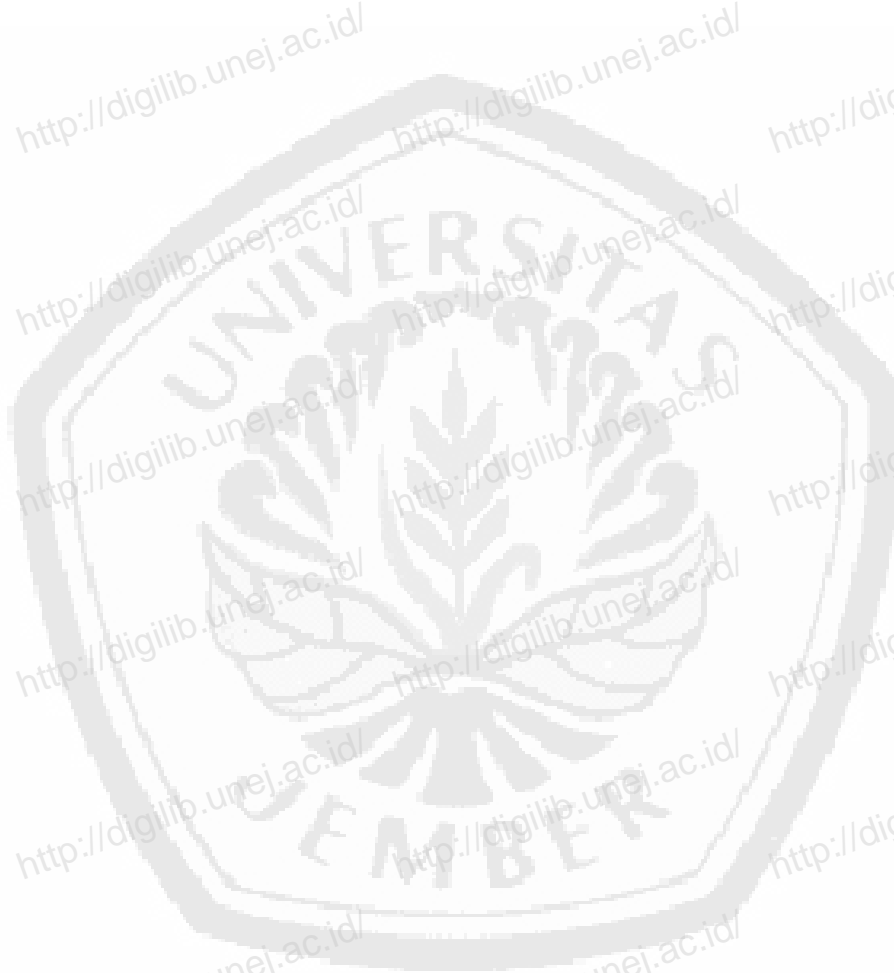
Turbin Angin Sumbu Horisontal merupakan jenis turbin angin yang paling sederhana dan versi besar dari anemometer. Turbin Angin sumbu Horisontal dapat berputar karena adanya gaya angkat (lift).

Dalam penelitian ini Turbin Angin Sumbu Horisontal diberi perlakuan berupa perbandingan jumlah sudu 4 buah dan 2 buah yang akan diuji dengan menggunakan cara eksperimen dan simulasi dengan mengambil data pada kecepatan 1,5 m/s, 2 m/s, 2,5 m/s, 3 m/s, 3,5 m/s, 4 m/s; 4,5 m/s; 5 m/s. Analisa yang dilakukan meliputi torsi, rpm, dan daya.

Dari hasil pengujian didapatkan daya efektif tertinggi didapatkan pada kecepatan angin 5 m/s dengan daya sebesar 1,36 Watt menggunakan 4 buah sudu.

Dari hasil pengujian didapatkan torsi tertinggi didapatkan pada kecepatan angin 5 m/s dengan torsi sebesar 0,13 Nm menggunakan 4 buah sudu.

Dari hasil pengujian didapatkan RPM tertinggi didapatkan pada kecepatan angin 5 m/s dengan RPM sebesar 108,33 dengan menggunakan 2 buah sudu dan RPM terkecil didapatkan pada kecepatan 1,5 m/s dengan menggunakan 4 buah sudu.



SUMMARY

Experimental Study of the Turbine Blade 4 Pieces and 2 Pieces on Horizontal Axis Wind Turbine; Ekik Yuris Wicaksono, 071910101084; 2012: 0 pages; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

The decreased reserves of energy resources, especially petroleum and fossil energy in general is an important issue today relates primarily as a source of fuel power plants and their impact on environmental degradation and climate change.

Reviewing the above problems, we need a source of alternative energy to reduce dependence on fossil energy sources, especially as fuel power generation for domestic use. Electrical energy can be generated from several alternative energy sources alternative power available in nature, one of which wind energy. Natural conditions that are potentially generate winds which fluctuate from year to year, it is possible to use wind turbines generating electricity on a small scale.

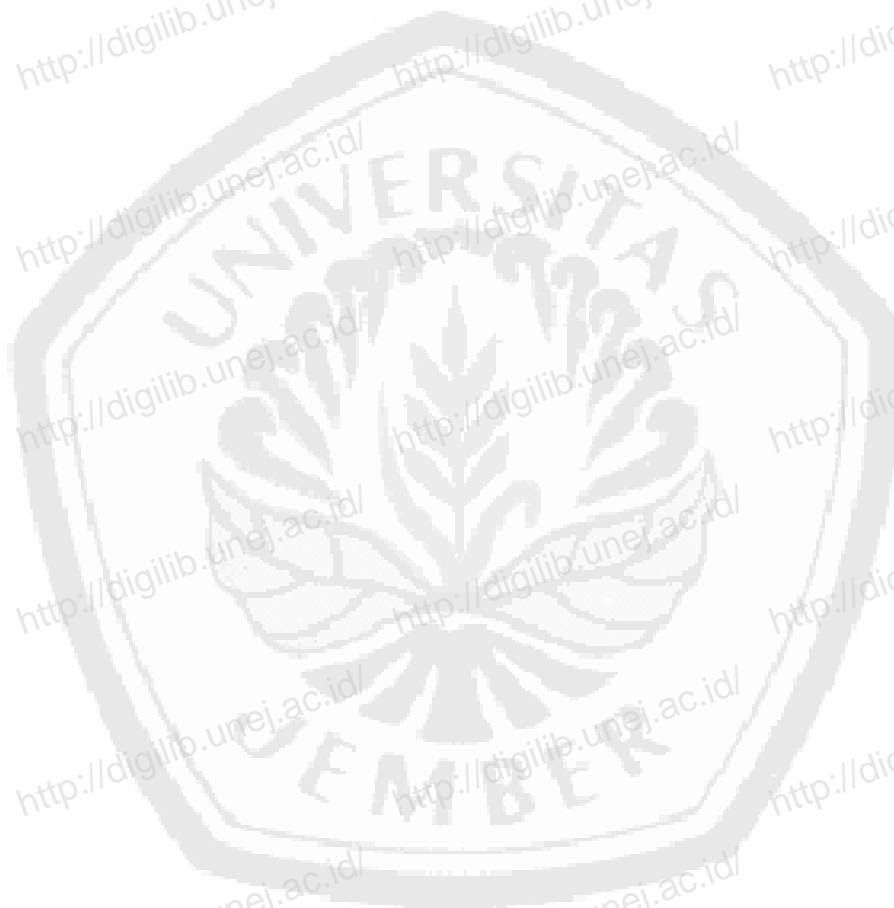
Horizontal Axis Wind Turbine is a type of wind turbine is the simplest and large versions of the anemometer. Horizontal Axis Wind Turbines can rotate because to the lift force.

In this study, Horizontal Axis Wind Turbine is treated in the form of a comparison of blade 4 pieces and 2 pieces to be tested by using the means of the experiments and simulations by taking the data at a speed 1,5 m/s, 2 m/s, 2,5 m/s, 3 m/s, 3,5 m/s, 4 m/s, 4,5 m/s, 5 m/s. the analysis was conducted on the torque, rpm, and power.

From the test results obtained effective power obtained at the highest wind speed of 5 m/s with a power of 1,36 watt using 4 pieces of blades.

From the test results obtained the highest torque obtained at wind speeds of 5 m/s with a torque of 0,13 Nm using 4 pieces of blades.

From the test results obtained highest RPM found in wind speed of 5 m/s with the RPM of 108,33 by using 2 pieces of blade and the RPM smallest obtained at a speed of 1,5 m/s by using 4 pieces blade.



PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji dan syukur ke hadirat ALLAH SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Studi Eksperimental Turbin Angin Bersudu 4 Buah dan 2 Buah pada Turbin Angin Sumbu Horizontal*. Shalawat serta salam semoga tercurah pada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini mengalami berbagai kendala karena keterbatasan dan kemampuan penulis. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dengan rasa tulus dan ikhlas penulis mengucapkan terima kasih kepada:

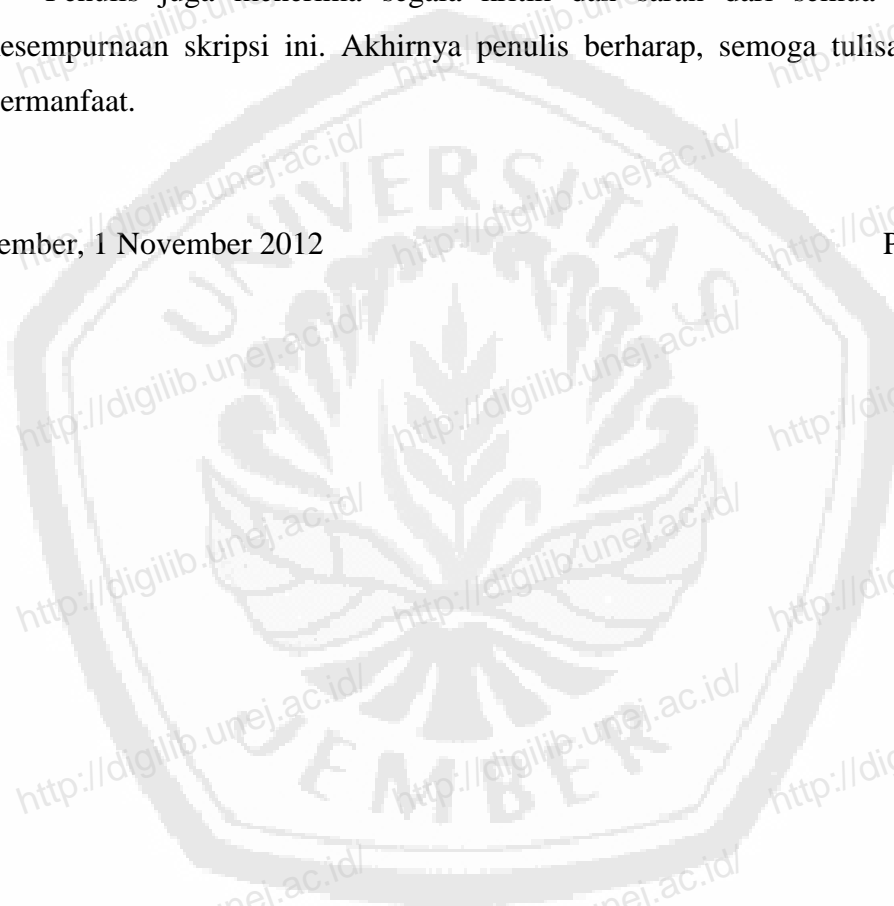
1. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Andi Sanata, S.T., M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember;
3. Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T., selaku DPU, dan Bapak Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc., selaku DPA yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
4. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T, M.T, selaku dosen penguji I dan Bapak Andi Sanata, S.T., M.T. selaku dosen penguji II
5. Ayahanda dan Ibunda tercinta terima kasih atas semua doa, semangat, motivasi dan kasih sayang kalian semua sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
6. Teman-teman seperjuanganku *Seven Engine '07*, terima kasih atas motivasi dan do'a yang kalian berikan serta seluruh Angkatan '06 dan '08;

7. Mbak Halimah, selaku staf administrasi jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, terima kasih atas bantuannya dalam kelancaran pembuatan skripsi;
8. Staf Fakultas Teknik Universitas Jember;
9. Seluruh asisten laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 1 November 2012

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. 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	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Energi Angin	4
2.1.1 Daya Energi Angin.....	4
2.1.2 Kecepatan Angin.....	5
2.2 Kincir Angin	7
2.3 Jenis – Jenis Turbin Angin	9
2.3.1 HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine).....	9
2.3.2 VAWT (Vertical Axis Wind Turbine).....	11

2.4 Efisiensi Rotor	14
2.5 Turbin Angin Sumbu Horisontal (TASH)	15
2.5.1 Kelebihan Turbin Angin Sumbu Horisontal (TASH)	16
2.5.2 Kelemahan Turbin Angin Sumbu Horisontal (TASH)	16
2.6 Daya, Torsi dan Kecepatan	18
2.7 Gaya Hambat (drag) dan Lift	22
2.8 Pemilihan Tempat	23
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Metodologi Penelitian	25
3.2 Variabel Penelitian	25
3.2.1 Variabel Bebas.....	25
3.2.2 Variabel Terikat.....	25
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.4 Alat dan Bahan	26
3.5 Prosedur Penelitian	26
3.6 Sumber Data	27
3.7 Cara Kerja dan Teknik Pengambilan Data	27
3.8 Diagram Alir Penelitian	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Pengujian	30
4.1.1 Sketsa Sudut Serang terhadap Sudu pada Turbin Angin Sumbu Horisontal	30
4.1.2 Turbin Angin Sumbu Horisontal 4 Sudu dan 2 Sudu.....	30
4.2 Hasil Perhitungan	32
4.2.1 Tabel dan Grafik Perhitungan Turbin Angin Sumbu Horisontal 4 Sudu dan 2 Sudu	34

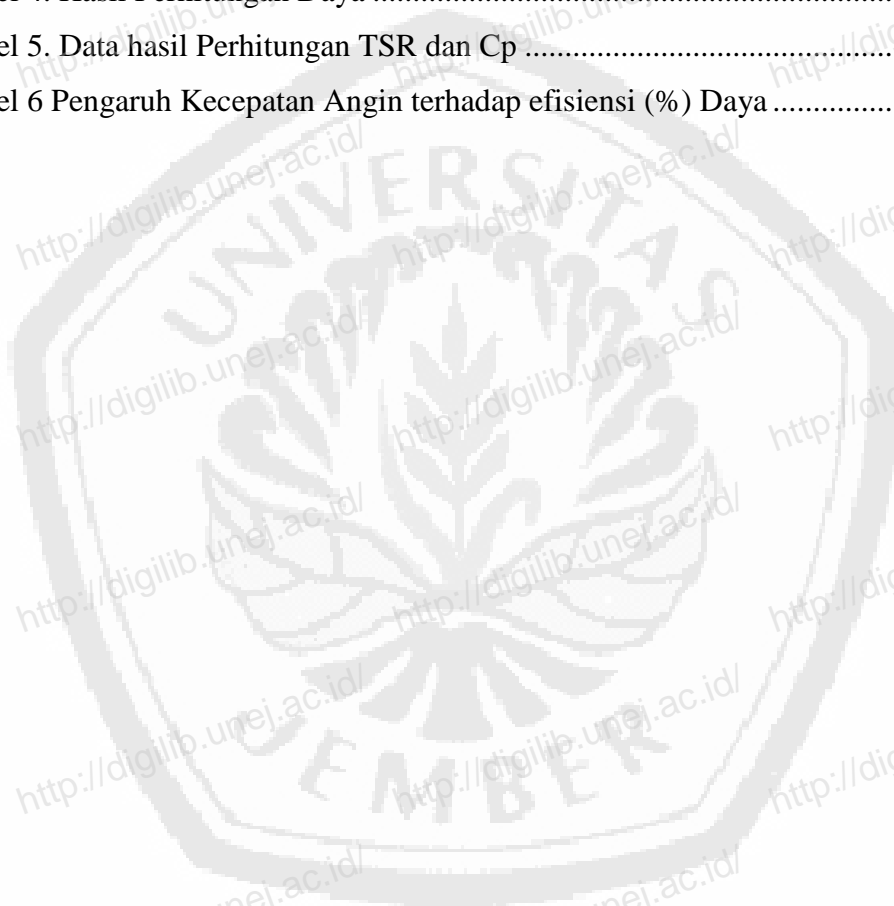
4.2.2 Perhitungan Tip Speed Ratio (TSR) dan Koefisien	
Power (Cp).....	37
4.2.2.1 Tip Speed Ratio (TSR).....	37
4.2.2.2 Koefisien Power.....	37
4.3 Perhitungan Daya Teoritis.....	39
4.3.1 Perhitungan Daya Teoritis Turbin Angin Sumbu	
Horisontal 4 sudu dan 2 sudu.....	39
4.4 Efisiensi Turbin.....	42
4.4.1 Rumus Perhitungan Efisiensi Daya Turbin.....	42
BAB 5. PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan Kecepatan Angin terhadap Ketinggian Tertentu	6
Gambar 2.2	Prinsip Dasar Kincir Angin	8
Gambar 2.3	Rotor Horisontal	9
Gambar 2.4	Jenis – Jenis Kincir Angin Sumbu Horisontal	10
Gambar 2.5	Rotor Savonius	11
Gambar 2.6	Rotor Darrieus	12
Gambar 2.7	Berbagai Jenis Kincir dengan Sumbu Vertikal, Sumbu kombinasi dan lain - lain	13
Gambar 2.8	Berbagai Efisiensi Rotor dari Turbin	14
Gambar 2.9	(TASH) menggunakan 2 sudu	17
Gambar 2.10	(TASH) menggunakan 4 sudu	17
Gambar 2.11	Daya dan Torsi Yang Dihasilkan Kincir Angin pada Kecepatan Tertentu	18
Gambar 2.12	Daya dan Torsi sebagai Fungsi Putaran Pada Berbagai Kecepatan Angin	19
Gambar 2.13	TSR dan Cp pada Berbagai Jenis Turbin Angin	20
Gambar 3.1	Bentuk Sudu	27
Gambar 3.2	Prototype Turbin Horisontal	28
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4.1	Sudut Serang pada Sudu	30
Gambar 4.2	Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin terhadap n (rpm)	31
Gambar 4.3	Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin terhadap Gaya	32
Gambar 4.4	Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin terhadap Torsi	35
Gambar 4.5	Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin terhadap Daya	36
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Daya Aktual Turbin	37
Gambar 4.7	Grafik Hubungan TSR terhadap Cp	39
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Kecepatan angin terhadap Efisiensi (%)	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pengujian antara Kecepatan Angin terhadap n (rpm).....	30
Tabel 2. Hasil Pengujian antara Kecepatan Angin terhadap Gaya	31
Tabel 3. Hasil Perhitungan Torsi	34
Tabel 4. Hasil Perhitungan Daya	36
Tabel 5. Data hasil Perhitungan TSR dan C_p	38
Tabel 6 Pengaruh Kecepatan Angin terhadap efisiensi (%) Daya	42



DAFTAR LAMPIRAN

A. A.1 Tabel Hasil Perhitungan Turbin Angin 4 Sudu	46
A.1 Tabel Hasil Perhitungan Turbin Angin 4 Sudu	46
B. B.1 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap rpm	47
B.2 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap gaya	48
B.3 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap torsi	49
B.4 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap daya	50
C. A. Perhitungan Daya Aktual Turbin Angin Sumbu Horizontal 4 Sudu dan 2 Sudu	50
a. Perhitungan Torsi	50
b. Perhitungan Kecepatan Angular	53
c. Perhitungan Daya Aktual.....	57
B. Perhitungan Tip Speed Ratio (TSR) dan Koefisien Power (Cp) pada turbin Angin Sumbu Horizontal 4 Sudu dan 2 Sudu.....	60
a. Perhitungan Tip Speed Ratio (TSR).....	60
b. Perhitungan Koefisien Power (Cp).....	63
D. Gambar 1. Prototype Turbin Horizontal 4 Sudu.....	68
Gambar 2. Prototype Turbin Horizontal 2 Sudu.....	68
Gambar 3. Prototype Cerobong Angin (tampak depan).....	69
Gambar 4. Prony Brake	69
Gambar 5. Pegas Ukur.....	70
Gambar 6. Tachometer	70
Gambar 7. Anemometer	71