



**ANALISIS PENGARUH VARIASI *PITCH ANGLE* PADA TURBIN ANGIN  
SUMBU HORIZONTAL TIPE *FLAT PROPELER***

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi Tugas Akhir dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**M.FatahYasin**  
**NIM 071910101076**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

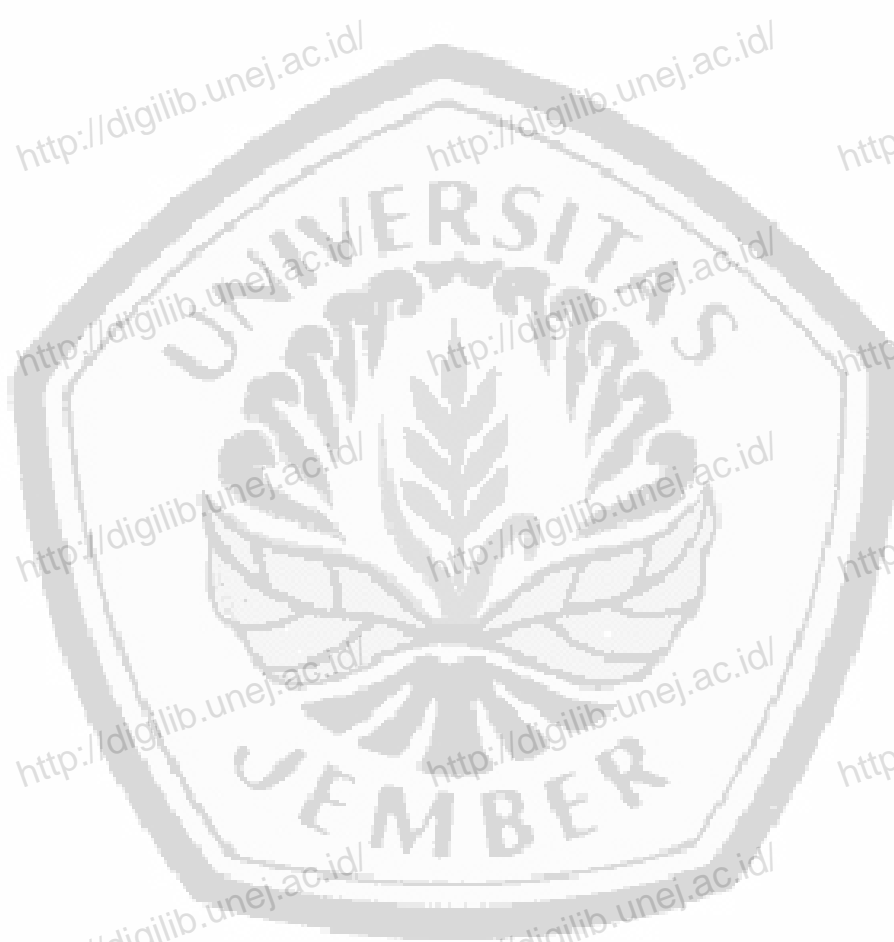
## PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH VARIASI *PITCH ANGLE* PADA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIPE *FLAT PROPELER*”** 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 dan Ibu yang sudah mendoakan dan memberi suport selama ini sehingga skripsi ini bisa terselesaikan
4. 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.
5. Bapak Nurkoyim kustanto S.T., M.T., yang sudah memberi bimbingan selama kuliah di fakultas teknik
6. Seluruh warga teknik mesin angkatan '07' yang sudah banyak memberi warna kehidupan selama kuliah **”Solidarity Forever”**.
7. Seluruh anggota Keluarga Besar Tapal kuda aeromodeling pak. Nur salim, Pak. Sutikno, Pak. Joun, Pak, fanani, Pak. Agus Mz. Erfan, Mz Aditya, Riski, Itong, terima kasih sudah mau menemani mengarungi angkasa 2 tahun ini.
8. Seluruh anggota Aerokreasi unej terima akasih teman teman semua jaga persahabatan kita dan jaga kreatifitas kalian di dunia dirgantara

9. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.



## **MOTTO**

*“Apabila di dalam diri seseorang masih ada rasa malu dan takut untuk berbuat suatu kebaikan, maka jaminan bagi orang tersebut adalah tidak akan bertemunya ia dengan kemajuan selangkah pun”. (Bung Karno)*

*“Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajar manusia dengan perantara kalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya”.  
(Terjemahan Surat Al-Alaq (96) ayat 3-4).*

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

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Mohammad Fatah Yasin**

NIM : **071910101076**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul: *“analisis pengaruh variasi pitch angle pada turbin angin sumbu horizontal tipe flat propeler”* 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,

Yang menyatakan,

Mohammad Fatah Yasin

NIM. 071910101076

## SKRIPSI

# ANALISIS PENGARUH VARIASI *PITCH ANGLE* PADA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIPE *FLAT PROPELER*

Oleh :

**Mohammad Fatah Yasin**  
**NIM 071910101076**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Hary Sutjahjono, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digo Listyadi S., M.Sc..

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ANALISIS PENGARUH VARIASI *PITCH ANGLE* PADA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIPE *FLAT PROPELER*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 08 November 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Ketua,

Sekretaris,

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

Ir. Digdo Listyadi S. MSc.  
NIP 19680617 199501 1 001

Anggota I,

Anggota II,

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

Aris Zainul Muttazin, S.T., M.T.  
NIP 19680617 199501 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Analisis Pengaruh Variasi *Pitch Angle* Pada Turbin Angin Sumbu Horizontal Tipe *Flat Propeler***; Mohammad Fatah Yasin, 071910101076: 45 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Isu perubahan iklim dan penggunaan besar-besaran bahan bakar fosil dalam proses produksi yang terlihat saat ini menuntut banyak pihak untuk berfikir ulang dalam menggunakan bahan bakar fosil, khususnya minyak dan gas yang berkontribusi pada pemanasan global. Sumber energi terbarukan yang saat ini digunakan secara komersial di Indonesia adalah tenaga air dan panas bumi. Tetapi dalam pengembangannya terdapat beberapa kendala, diantaranya adalah untuk tenaga air, ketersediaan lahan serta jaminan pasokan air, sementara untuk tenaga panas bumi, yaitu teknologi dan biaya eksplorasi. Salah satu sumber energi terbarukan yang bisa digunakan dalam skala kecil adalah energi angin

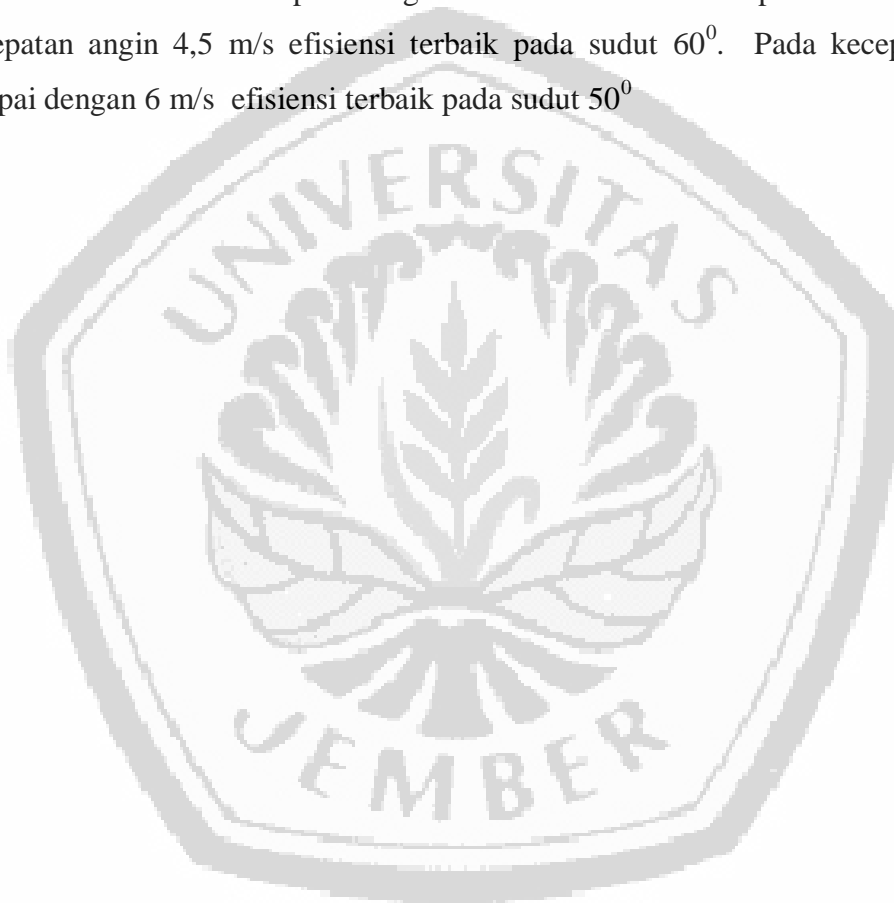
Energi Angin merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang memanfaatkan angin sebagai sumber energinya. Karena sifatnya yang ramah lingkungan sumber energi angin mulai dikembangkan untuk mengantisipasi terjadinya krisis energi. Dalam rangka pengembangan teknologi Sistem Konversi Energi Angin (SKEA),

. Dalam penelitian ini, difokuskan pada penelitian tentang turbin angin sumbu horizontal (TASH) dengan menggunakan pengubah *pitch blade*. Diharapkan dapat meningkatkan kinerja dari turbin yang meliputi Torsi (  $T$  ), Kecepatan Putar (  $n$  ), Daya (  $P$  ) dan efisiensi (  $C_p$  ). Pitch yang di variasikan pada penelitian ini yaitu  $45^0$ ,  $50^0$ ,  $60^0$ ,  $75^0$ ,  $80^0$  dan  $85^0$ . Variasi kecepatan angin yang digunakan pada penelitian ini yaitu 2,5 m/s, 3 m/s, 3.5 m/s, 4 m/s, 4.5 m/s, 5 m/s 5.5 m/s dan 6 m/s



Penelitian tentang Pengaruh Variasi *Pitch Angle* Pada Turbin Angin Sumbu Horizontal Tipe *Flat Propeler* dilakukan dilaboratorium Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dari hasil penelitian didapat bahwa kecepatan angin 2,5 m/s efisiensi terbaik pada sudut sebesar  $50^{\circ}$ . Pada kecepatan 3 m/s sampai dengan 3,5 m/s efisiensi terbaik pada sudut  $75^{\circ}$ . Pada kecepatan angin 4 m/s efisiensi terbaik pada sudut  $50^{\circ}$  Pada kecepatan angin 4,5 m/s efisiensi terbaik pada sudut  $60^{\circ}$ . Pada kecepatan 5 m/s sampai dengan 6 m/s efisiensi terbaik pada sudut  $50^{\circ}$



## SUMMARY

Analysis of the Effect of Variations in Pitch Angle Horizontal Axis Wind Turbine Flat Type Propeler; Fatah Mohammad Yasin, 071910101076: 45 pages; Tier One Program Mechanical Engineering Department of Mechanical Engineering

The issue of climate change and the massive use of fossil fuels in the production process are visible today require multiple parties to re-think the use of fossil fuels, especially oil and gas that contributes to global warming. Renewable energy sources currently used commercially in Indonesia are hydropower and geothermal. But there are some obstacles in its development, such as for water power, availability of land and water supply guarantee, while geothermal energy, the technology and the cost of exploration. One source of renewable energy that can be used in small-scale wind energy.

Wind energy is one type of renewable energy that uses the wind as a source of energy. Because of its environmentally friendly wind energy sources were developed to anticipate the energy crisis. In the framework development of Wind Energy Conversion System technology (Skea)

In this experiment, focused on the study of horizontal axis wind turbines (HAWT) using modifier pitch blade. Expected to improve the performance of the turbine which includes Torque (T), Rotate speed (n), Power (P) and efficiency (Cp). Vary the pitch in this study,  $45^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$ ,  $80^{\circ}$  and  $85^{\circ}$ . Variations in wind speed used in this experiment is 2,5 m/s, 3 m/s, 3.5 m/s, 4 m/s, 4.5 m/s, 5 m/s 5.5 m/s and 6 m/s.

From the results of the study found that the wind speed of 2.5 m / s the best efficiency at an angle of  $50^{\circ}$ . At a speed of 3 m / s to 3.5 m / s at the best efficiency point of  $75^{\circ}$ . At wind speeds of 4 m / s at the best efficiency point of  $50^{\circ}$  At wind speeds of 4.5 m / s at the best efficiency point of  $60^{\circ}$ . At a speed of 5 m / s to 6 m / s at an angle of  $50^{\circ}$  best efficiency

## PRAKATA

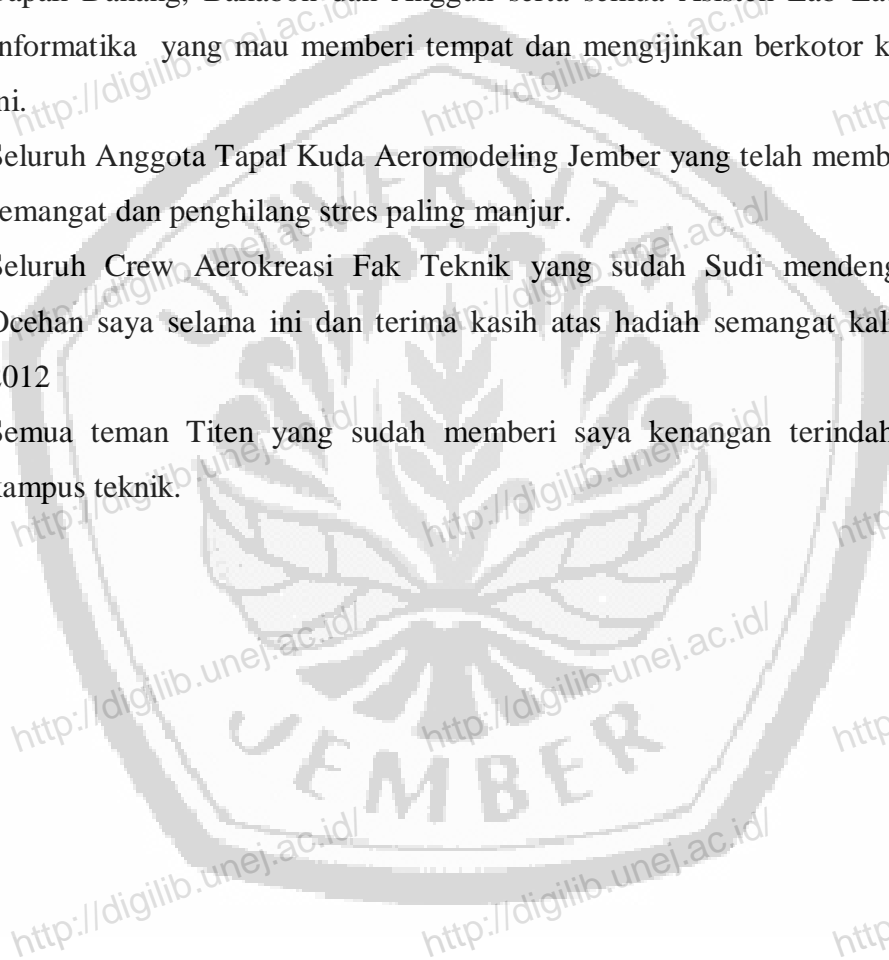
Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji dan syukur ke hadirat ALLAH SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *analisis pengaruh variasi pitch angle pada turbin angin sumbu horizontal tipe flat propeler*

. 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 Sananta, 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 Andi Sanata, S.T, M.T, selaku dosen penguji I dan Bapak Aris Zainul muttaqin, S.T., M.T., selaku dosen penguji II
5. Bapak M. Nurkoyim K., ST., MT., yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
6. Ayahanda, Ibunda dan Adek tercinta terima kasih atas semua doa, semangat, motivasi dan kasih sayang kalian semua sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;

7. Teman-teman seperjuanganku *Seven Engine '07*, terima kasih atas motivasi dan do'a yang kalian berikan serta seluruh Angkatan '06
8. Mbak Halimah, selaku staf administrasi jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, terima kasih atas bantuannya dalam kelancaran pembuatan skripsi;
9. Staf Fakultas Teknik Universitas Jember;
10. Bapak Danang, Bakabon dan Anggun serta semua Asisten Lab Laboratorium Informatika yang mau memberi tempat dan mengizinkan berkotor-kotor selama ini.
11. Seluruh Anggota Tapal Kuda Aeromodeling Jember yang telah memberi suntikan semangat dan penghilang stres paling manjur.
12. Seluruh Crew Aerokreasi Fak Teknik yang sudah Sudi mendengar Ocehan Ocehan saya selama ini dan terima kasih atas hadiah semangat kalian di LKA 2012
13. Semua teman Titen yang sudah memberi saya kenangan terindah selama di kampus teknik.



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Energi Angin</b> .....	4
2.1.1 Daya Energi Angin .....	4
2.1.2 Kecepatan Angin .....	5
<b>2.2 Kincir Angin</b> .....	7
<b>2.3 Jenis – Jenis Turbin Angin</b> .....	9
2.3.2 HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine) .....	9
2.3.2 VAWT (Vertical Axis Wind Turbine) .....	11
<b>2.4 Efisiensi Rotor</b> .....	14

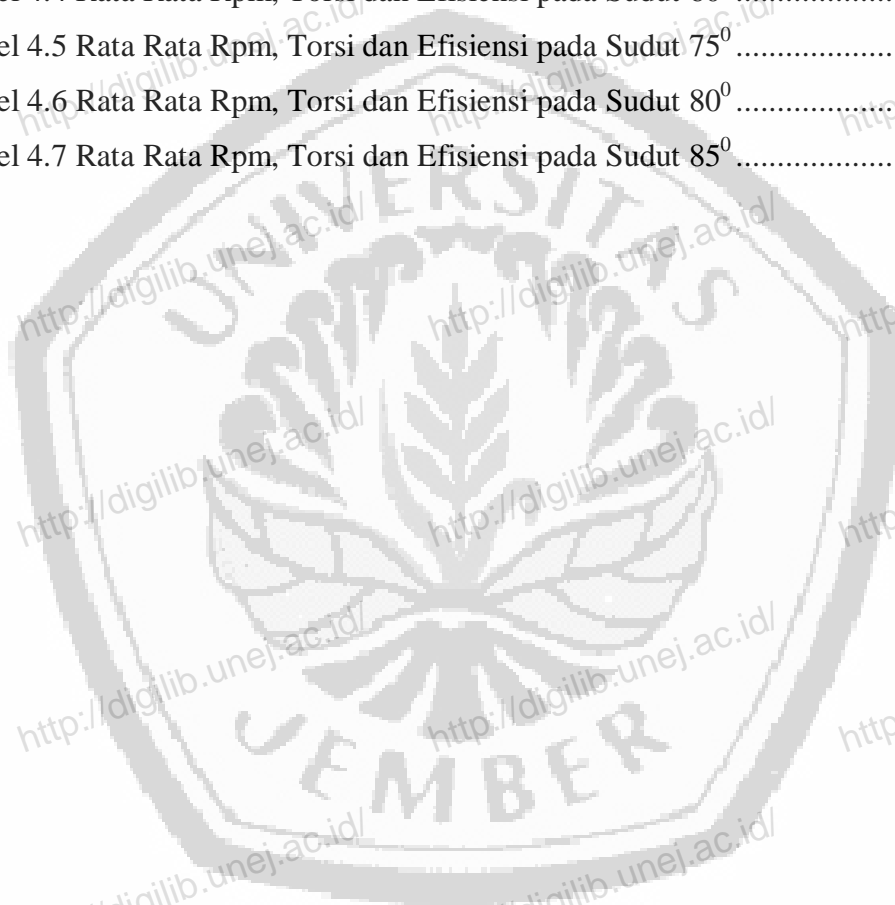
<b>2.5 Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)</b> .....	15
2.5.1 Kelebihan Turbin angin Sumbu Horizontal (TASH) .....	16
2.5.2 Kelemahan Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) .....	16
<b>2.6 Daya, Torsi, dan Kecepatan</b> .....	18
<b>2.7 Gaya hambat (drag) dan Gaya Angkat (lift)</b> .....	21
<b>2.8 Pemilihan Tempat</b> .....	23
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	25
<b>3.1 METODE PENELITIAN</b> .....	25
<b>3.2 VARIABEL PENELITIAN</b> .....	25
3.2.1 Variabel Bebas .....	25
3.2.2 Variabel Terikat .....	25
<b>3.3 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN</b> .....	25
<b>3.4 ALAT DAN BAHAN</b> .....	26
<b>3.5 PROSEDUR PENELITIAN</b> .....	26
<b>3.6 SUMBER DATA</b> .....	27
<b>3.7 CARA KERJA DAN TEKNIK PENGAMBILAN DATA</b> .....	29
<b>3.8 DIAGRAM ALIR PENELITIAN</b> .....	30
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	31
<b>4.1 HASIL PENGUJIAN</b> .....	31
<b>4.2 PERHITUNGAN DAYA TEORITIS</b> .....	31
<b>4.3 EFISIENSI DAYA TURBIN</b> .....	32
4.3.a) Tabel Gaya, Putaran Rotor Rata Rata Dan Efisiensi .....	33
4.3.b) Analisa Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Rpm, Torsi, Daya dan Efisiensi Turbin.....	36
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	43
5.1 KESIMPULAN .....	43
5.2 SARAN .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	44
<b>LAMPIRAN</b> .....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan kecepatan angin terhadap ketinggian tertentu .....	6
Gambar 2.2 Prinsip Dasar Kincir Angin .....	8
Gambar 2.3 Rotor horizontal.....	9
Gambar 2.4 Jenis – Jenis Kincir Angin.....	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 dan Soliditas Rotor dari Turbin .....	14
Gambar 3.1 Menggunakan 2 sudu .....	16
Gambar 3.2 Menggunakan 4 sudu .....	17
Gambar 4.1 Pengaruh Antara Kecepatan dengan Rpm Pada Saat Belum Ada Pembebanan.....	36
Gambar 4.2 Segitiga Kecepatan .....	37
Gambar 4.3 Pengaruh Antara Kecepatan Angin dan Torsi.....	38
Gambar 4.4 Pengaruh Sudut Blade terhadap Cd dan Cl.....	39
Gambar 4.5 Pengaruh Kecepatan Angin terhadap Daya Turbin .....	40
Gambar 4.6 Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Efisiensi Turbin .....	41
Gambar 4.7 Pengaruh <i>Tip Speed Ratio</i> Pada <i>Blade</i> Bersudut 45°, 50°, dan 60° .....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Daya Angin Yang tersedia .....	32
Tabel 4.2 Rata Rata Rpm, Torsi dan Efisiensi pada Sudut $45^{\circ}$ .....	33
Tabel 4.3 Rata Rata Rpm, Torsi dan Efisiensi pada Sudut $50^{\circ}$ .....	33
Tabel 4.4 Rata Rata Rpm, Torsi dan Efisiensi pada Sudut $60^{\circ}$ .....	34
Tabel 4.5 Rata Rata Rpm, Torsi dan Efisiensi pada Sudut $75^{\circ}$ .....	34
Tabel 4.6 Rata Rata Rpm, Torsi dan Efisiensi pada Sudut $80^{\circ}$ .....	35
Tabel 4.7 Rata Rata Rpm, Torsi dan Efisiensi pada Sudut $85^{\circ}$ .....	35





## DAFTAR LAMPIRAN

<b>A. Tabel data hasil pengujian.....</b>	<b>45</b>
<b>B. Perhitungan Daya Teoritis.....</b>	<b>51</b>
<b>C. Tabel Perhitungan Daya Teoritis .....</b>	<b>53</b>
<b>D. Perhitungan daya aktual turbin .....</b>	<b>55</b>
<b>E. Perhitungan Lift dan Drag .....</b>	<b>60</b>
E.1 Perhitungan Koefisien <i>Drag</i> ( $C_d$ ) dan koefisien <i>Lift</i> ( $C_l$ ).....	60
E.2 Perhitungan Lift dan Drag.....	61
<b>F. Perhitungan Reynold Number.....</b>	<b>64</b>

