



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN CAM PENGATUR SUDUT *PITCH*
BILAH TURBIN PADA *PROTOTYPE* TURBIN ANGIN
SUMBU VERTIKAL BILAH ADAPTIF SKALA
LABORATORIUM**

PROYEK AKHIR

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

**YOGA AL FARIZI
40040221650017**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
AGUSTUS 2025**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN CAM PENGATUR SUDUT *PITCH*
BILAH TURBIN PADA *PROTOTYPE* TURBIN ANGIN
SUMBU VERTIKAL BILAH ADAPTIF SKALA
LABORATORIUM**

PROYEK AKHIR

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

**YOGA AL FARIZI
40040221650017**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG
AGUSTUS 2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Yoga Al Farizi
NIM : 40040221650017
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun *Cam* Pengatur Sudut *Pitch* Bilah Turbin pada *Prototype* Turbin Angin Sumbu Vertikal Bilah Adaptif Skala Laboratorium

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing dan diajukan sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Semarang, 17 Agustus 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Didik Ariwibowo, S.T., M.T.

NIP. 197007152003121001.

Pengusul,



Yoga Al Farizi

NIM 40040221650017

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : YOGA AL FARIZI

NIM 40040221650040

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yoga Al Farizi', written over a horizontal line.

Tanggal : 21 Agustus 2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Hayam Wuruk No. 3-4
Pleburan, Semarang Kode Pos 50241
Tel./Faks. (024) 8316333
<http://me.vokasi.undip.ac.id>
email: me.vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR
No. : 455/PA/RPM/IV/2025

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

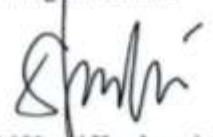
Nama : Yoga Al Farizi
NIM : 40040221650017
Judul Proyek Akhir : Perancangan Cam Pengatur Bilah Turbin pada *Prototype*
Turbin Angin Sumbu Vertikal Bilah Adaptif Skala
Laboratorium.
Dosen Pembimbing : Didik Ariwibowo, S.T., M.T.
NIP : 197007152003121001

Isi Tugas:

1. Membuat desain 3D turbin *prototype* turbin angin sumbu vertikal bilah adaptif skala laboratorium dengan komponen-komponennya
2. Melakukan simulasi analisis *motion study* pada *software solidworks* 2024 lisensi *academic version*.
3. Melakukan pengujian alat menggunakan *wind tunnel*.
4. Menganalisis efisiensi kerja *Prototype* Turbin Angin Sumbu Vertikal Bilah Adaptif Skala Laboratorium dengan menggunakan data hasil pengujian alat.
5. Membuat *prototype* dan/atau paten sederhana dan/atau HKI hak cipta dan/atau jurnal publikasi.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 28 April 2025 Ketua
Prodi Sarjana Terapan Rekayasa
Perancangan Mekanik


Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Yoga Al Farizi
NIM : 40040221650017
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun *Cam* Pengatur Sudut *Pitch* Bilah
Turbin pada *Prototype* Turbin Angin Sumbu
Vertikal Bilah Adaptif Skala Laboratorium

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

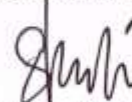
TIM PENGUJI

Pembimbing : Didik Ariwibowo, S.T., M.T.
Penguji 1 : Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
Penguji 2 : Dr. Drs. Wiji Mangestiyono, M.T.



Semarang, 21 Agustus 2025

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik



Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yoga Al Farizi
NIM : 40040221650017
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberika kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Rancang Bangun *Cam* Pengatur Sudut *Pitch* Bilah Turbin pada *Prototype* Turbin Angin Sumbu Vertikal Bilah Adaptif Skala Laboratorium”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 21 Agustus 2025

Yang menyatakan



Yoga Al Farizi

MOTTO

1. Bekerjalah dengan ikhlas biar do'a Ibumu yang bertarung diatas langit
2. Tetaplah prasangka yang baik
3. Selalu bersyukur apapun yang terjadi
4. Menoleh ke masa lalu itu baik untuk masa depan, namun jangan sampai tenggelam pada masa lalumu
5. Tidak ada kata terlambat untuk belajar
6. Lebih baik mencoba walaupun mendapatkan kegagalan daripada menyesal karena tidak dikemudian hari

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun *Cam* Pengatur Sudut *Pitch* Bilah Turbin pada *Prototype* Turbin Angin Sumbu Vertikal Bilah Adaptif Skala Laboratorium”.

Dalam penyusunan proposal proyek akhir ini tentu tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu , pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat serta ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M. Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ibu Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Didik Ariwibowo, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Andry Afriansyah Bachri selaku teman satu kelompok dalam proyek akhir pembuatan desain *prototype* turbin sumbu vertikal dengan bilah adaptif.
5. Seluruh dosen dan teknisi yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.

6. Kedua orang tua serta keluarga yang telah senantiasa memberikan doa dan semangat serta dukungan.
7. Teman-teman angkatan 2021 Rekayasa Perancangan Mekanik yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan Proyek Akhir.
8. Teman-teman yang diamanahi untuk belajar di *Teaching Factory* Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang yang sudah membantu dalam menyelesaikan proyek akhir.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari adanya keterbatasan pengetahuan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis terbuka untuk menerima kritik dan saran yang konstruktif untuk perbaikan.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi, semoga kebaikan mereka dilimpahkan dengan balasan yang berlimpah. Diharapkan laporan ini dapat memberikan wawasan dan pengetahuan yang berguna bagi penulis dan para pembaca dari berbagai latar belakang.

Semarang, 21 Agustus 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yoga Al Farizi', written in a cursive style.

Yoga Al Farizi

ABSTRAK

RANCANG BANGUN CAM PENGATUR SUDUT *PITCH* BILAH TURBIN PADA *PROTOTYPE* TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL BILAH ADAPTIF SKALA LABORATORIUM

Di Indonesia, angin adalah salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan. Diperkirakan, potensi energi angin di Indonesia mencapai 155 GW, yang terdiri dari 60,6 GW energi angin darat dan 94,2 GW energi angin lepas pantai. Namun, pemanfaatan energi angin saat ini baru mencapai 154,3 MW, atau kurang dari 0,1% dari potensi yang tersedia (ESDM, 2023). Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengonversi energi angin menjadi energi mekanik adalah turbin angin sumbu vertikal (*vertical axis wind turbine-VAWT*). VAWT masih terus dikaji untuk mendapatkan efisiensi terbaiknya.

Tujuan riset ini adalah untuk meningkatkan efisiensi VAWT dengan cara mendesain mekanisme *cam-rack-pinion* untuk mengatur sudut bilah, memvisualisasikan gerakan, mengetahui efektivitas penggunaan mekanisme tersebut, dan mengetahui koefisien daya turbin yang dihasilkan. Untuk mencapai tujuan tersebut, metode yang digunakan dalam riset ini adalah: (i) perancangan dan simulasi, yang dilakukan menggunakan Solidworks untuk mendapatkan model atau geometri mekanisme *cam-rack-pinion*, (ii) fabrikasi dan perakitan, yang merupakan perwujudan skala laboratorium dari VAWT yang dilengkapi dengan mekanisme *cam-rack-pinion*, (iii) eksperimental, dilakukan dengan cara pengambilan data kecepatan udara, putaran turbin, dan gaya pada bilah. Perancangan dilakukan dengan cara menggambar serangkaian turbin angin dan mekanisme *cam-rack-pinion* yang dapat memfasilitasi perubahan sudut bilah terhadap sudut *azimuth* turbin. Perubahan sudut setiap bilah dirancang untuk dapat berorientasi terhadap arah datang angin. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi komponen yang sesuai agar perubahan sudut bilah yang berorientasi terhadap arah datang angin dapat terjadi.

Hasil riset menunjukkan bahwa koefisien daya VAWT 4 bilah dengan mekanisme *cam-rack-pinion* lebih besar yaitu 0,17 jika dibandingkan dengan VAWT 4 bilah dengan mekanisme pengatur sudut bilah dengan motor servo penelitian dari Zhang et al. (2015) menghasilkan koefisien 0,16.

Kata kunci: *vawt, pitch, cam, rack, pinion*

ABSTRACT

DESIGN AND CONTRUCSION OF PITCH ANGLE CONTROL SYSTEM FOR TURBINE BLADE ADJUSTMENT CAM ON LABORATORY-SCALE ADAPTIVE BLADE VERTICAL AXIS WIND TURBINE PROTOTYPE

In Indonesia, wind is one of the renewable energy sources with great potential for utilization. It is estimated that Indonesia's wind energy potential reaches 155 GW, consisting of 60.6 GW of onshore wind energy and 94.2 GW of offshore wind energy. However, the current utilization of wind energy is only 154.3 MW, or less than 0.1% of the available potential (ESDM, 2023). One of the technologies used to convert wind energy into mechanical energy is the vertical axis wind turbine (VAWT). VAWT is still being studied to achieve its optimal efficiency.

The objective of this research is to improve the efficiency of VAWTs by designing a cam-rack-pinion mechanism to adjust the blade angle, visualize the movement, determine the effectiveness of the mechanism, and determine the power coefficient of the turbine produced. To achieve these objectives, the methods used in this research are: (i) design and simulation, conducted using Solidworks to obtain the model or geometry of the cam-rack-pinion mechanism, (ii) fabrication and assembly, which is the laboratory-scale implementation of the VAWT equipped with the cam-rack-pinion mechanism, (iii) experimental testing, conducted by measuring air velocity, turbine rotation, and blade forces. The design was carried out by drawing a series of wind turbines and cam-rack-pinion mechanisms that can facilitate changes in the angle of the blades relative to the azimuth angle of the turbine. The angle of each blade is designed to be oriented toward the direction of the wind. Simulations were carried out to obtain the appropriate component specifications so that the angle of the blades could be oriented toward the direction of the wind.

The results of the study show that the power coefficient of a 4-blade VAWT with a cam-rack-pinion mechanism is greater, at 0.17, compared to a 4-blade VAWT with a blade angle control mechanism using a servo motor. The study by Zhang et al. (2015) produced a coefficient of 0.16.

Keywords: vawt; pitch; cam; Rack; Pinion

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
SURAT TUGAS	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
RANCANG BANGUN CAMP PENGATUR SUDUT <i>PITCH</i> BILAH TURBIN PADA <i>PROTOTYPE</i> TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL BILAH ADAPTIF SKALA LABORATORIUM	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4

1.3	Batasan Masalah	4
1.4	Tujuan	5
1.5	Luaran	5
1.6	Sistematika Penulisan Laporan	6
1.6.1	Pendahuluan.....	6
1.6.2	Tinjauan Pustaka.....	7
1.6.3	Metodologi.....	7
1.6.4	Hasil dan Pembahasan	7
1.6.5	Kesimpulan dan Saran	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		9
2.1.	Energi Angin	9
2.2.	Turbin Angin.....	9
2.3.	Daya Angin	10
2.4.	Luas Penampang Turbin	11
2.5.	Kecepatan Sudut	11
2.6.	Torsi.....	12
2.7.	Daya Turbin	12
2.8.	Koefisien Daya Turbin Angin Vertikal.....	13
2.9.	Sudu atau Bilah Turbin (<i>Blade Turbine</i>).....	13
2.10.	Mekanisme <i>Cam</i> Pengatur Sudut <i>Pitch</i> Bilah Turbin	14
2.11.	Noken as atau <i>camshaft</i>	15

2.12.	<i>Rack dan Pinion</i>	16
2.13.	Bantalan	19
2.12.1	Bantalan Luncur	20
2.12.2	Bantalan Gelinding	21
2.14.	Poros	21
2.15.	Pasak	22
BAB III METODOLOGI.....		25
3.1	Pengumpulan Informasi	26
3.2	Perancangan Alat.....	26
3.2.1	Proses Desain Rack dan Pinion	30
3.2.2	Proses Perancangan <i>Cam</i>	31
3.2.3	Penentuan Panjang Jari-jari <i>Cam</i>	32
3.3	Melakukan Simulasi	34
3.3.1	Pengaturan Simulasi <i>Motion study</i>	35
3.3.2	Pengaturan posisi awal	39
3.4	Membuat Fabrikasi Prototipe 3 Dimensi	40
3.4.1	Pembuatan Bilah.....	41
3.4.2	Pembuatan Lengan, <i>Cam</i> , <i>Rack</i> , dan <i>Pinion</i>	42
3.4.3	Pembuatan Meja atau Dudukan	46
3.5	Pengujian Alat.....	47
3.6	Proses Pengambilan Data.....	49

3.7	Analisis Data.....	50
3.8	Penyusunan Laporan.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Hasil Simulasi Motion study.....	51
4.1.1	Pada sudut 0 derajat	51
4.1.2	Pada sudut 10 derajat	51
4.1.3	Pada sudut 20 derajat	52
4.1.4	Pada sudut 30 derajat	52
4.1.5	Pada sudut 40 derajat	53
4.1.6	Pada sudut 50 derajat	53
4.1.7	Pada sudut 60 derajat	54
4.1.8	Pada sudut 70 derajat	54
4.1.9	Pada sudut 80 derajat	55
4.1.10	Pada sudut 90 derajat	55
4.3	Data Hasil Pengujian.....	56
4.3	Pengolahan Data	56
4.3.1	Luas Penampang.....	56
4.3.2	Daya Angin.....	57
4.3.3	Kecepatan Sudut	58
4.3.4	Torsi.....	58
4.3.5	Daya Turbin	59

4.3.6	Koefisien Daya.....	60
4.4	Hasil Analisis Data	61
4.4.1	Hubungan antara Kecepatan Angin dengan Torsi	61
4.4.2	Hubungan antara Kecepatan Angin dengan Putaran	62
4.4.3	Hubungan antara Kecepatan Angin dengan Koefisien Daya	63
4.5	Pembahasan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....		68
LAMPIRAN		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme pengatur sudut <i>pitch</i> bilah turbin.....	14
Gambar 2.2 Sistem roda gigi <i>rack and pinion</i>	16
Gambar 2.3 Bagian Roda Gigi <i>Pinion</i>	17
Gambar 2.4 Bantalan Luncur	20
Gambar 2.5 Bantalan Gelinding.....	21
Gambar 2.6 Poros.....	22
Gambar 2.7 Pasak.....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir	25
Gambar 3.2 Desain 3D <i>Prototype</i> Turbin Angin Sumbu Vertikal Bilah Adaptif Skala Laboratorium	27
Gambar 3.3 Arah aliran angin dan orientasi bilah sudu agar efisiensi maksimum..	29
Gambar 3.4 Sudut bilat turbin angin (<i>pitch</i>) yang ideal	29
Gambar 3.5 Gambar Desain <i>rack</i>	30
Gambar 3.6 Desain <i>pinion</i>	31
Gambar 3.7 Penentuan panjang jari jari <i>cam</i>	32
Gambar 3.8 Turbin dengan sistem kontrol <i>pitch</i> kolektif dikendalikan oleh motor servo	32
Gambar 3.9 Proses Perancangan Cam	33
Gambar 3.10 Simulasi <i>Motion Study</i> pada <i>software</i> Solidworks 2024 lisensi <i>Academic Version</i>	35
Gambar 3.11 Pengaturan lalu pilih <i>add-in motion simulation</i>	36
Gambar 3.12 Komponen yang tetap atau <i>fix</i>	37
Gambar 3.13 Pengaturan gerakan berputar lengan turbin angin sumbu vertikal.....	38
Gambar 3.14 Proses setelah menerapkan fitur motor putar pada <i>motion study</i>	39
Gambar 3.15 Proses kalkulasi animasi <i>motion study</i>	39
Gambar 3.16 Posisi Pengaturan Awal Turbin Angin	39
Gambar 3.17 Tampilan dari aplikasi Ultimaker Cura	41
Gambar 3.18 Alat 3D print eder.....	42
Gambar 3.19 mesin CNC (<i>Computer Numerical Control</i>) milling.....	43
Gambar 3.20 Pengaturan <i>milling</i> pada lengan turbin angin sumbu vertikal menggunakan <i>software Autodesk Fusion 360</i>	43
Gambar 3.20 Pengaturan <i>milling</i> pada cam turbin angin sumbu vertikal menggunakan <i>software Autodesk Fusion 360</i>	44
Gambar 3.21 Pengaturan <i>milling</i> pada <i>bracket</i> turbin angin sumbu vertikal menggunakan <i>software Autodesk Fusion 360</i>	44
Gambar 3.22 Pengaturan <i>milling</i> pada <i>bracket</i> lengan turbin angin sumbu vertikal menggunakan <i>software Autodesk Fusion 360</i>	45
Gambar 3.23 Pengaturan <i>milling</i> pada <i>rack</i> turbin angin sumbu vertikal menggunakan <i>software Autodesk Fusion 360</i>	45
Gambar 3.24 Pengaturan <i>milling</i> pada <i>pinion</i> turbin angin sumbu vertikal menggunakan <i>software Autodesk Fusion 360</i>	46
Gambar 3.25 Rakitan alumunium ekstruksion	47
Gambar 3.26 Peralatan pengujian turbin angin sumbu vertikal	48
Gambar 3.27 Penataan pengujian turbin angin sumbu vertikal.....	49

Gambar 4.1 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 0 derajat	50
Gambar 4.2 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 10 derajat	51
Gambar 4.3 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 20 Derajat.....	52
Gambar 4.4 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 30 derajat	52
Gambar 4.5 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 40 derajat.....	53
Gambar 4.6 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 50 derajat	53
Gambar 4.7 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 60 derajat.....	54
Gambar 4.8 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 70 derajat.....	54
Gambar 4.9 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 80 derajat.....	55
Gambar 4.10 Hasil simulasi <i>motion study</i> pada posisi 90 derajat.....	56
Gambar 4.11 Grafik Hubungan antara kecepatan angin dengan torsi.....	62
Gambar 4.12 Grafik Hubungan antara kecepatan angin dengan putaran turbin.....	63
Gambar 4.13 Grafik Hubungan antara kecepatan angin dengan koefisien daya.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dimensi pasak dan alur metris menurut BS 4235:1967	23
Tabel 3.1 Nama komponen dan jumlahnya	28
Tabel 3.2 Panjang jari jari <i>cam</i>	33
Tabel 4.1 Hasil pengujian	56

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul Halaman
P_a	Daya Angin	9
ρ	Densitas Udara	9
A	Luas Penampang Turbin	10
v	Kecepatan Udara	10
t	Panjang Bilah	10
b	Lebar Bilah	10
ω	Kecepatan Sudut	10
n	Kecepatan Rotor	10
T	Torsi	11
F	Gaya	11
r	jari-jari puli	11
m	massa pembebanan	11
g	gravitasi	11
P_t	Daya yang dihasilkan turbin	11
C_p	Koefisien Daya	12
z	Jumah Gigi,	16
d	Diameter Lingkaran Tusuk	16
t	Tusuk Gigi	16
h_k	Tinggi Kepala Gigi	16
h_t	Tinggi Kaki Gigi	16
p	Jarak Antar Gigi <i>Rack</i>	18
τ	Tegangan geser	20
D	Diameter Minimal Poros Pejal	20