



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**Uji Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal 5 Sudu dengan  
Berbagai Variasi Sudut Serang**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

**Kristino Budiarto**

**21050111060052**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
SEMARANG  
SEPTEMBER 2014**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS**

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

NAMA : Kristino Budiarto

NIM : 21050111060052

Tanda Tangan :

Tanggal :



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
FAKULTAS TEKNIK**

**TUGAS PROYEK AKHIR**

NO:        /        / PA / DIII TM /

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut :

N a m a                                : Kristino Budiarto

NIM                                        : 21050111060052

Judul Proyek Akhir        : Protoripe Turbin Angin Sumbu Horizontal

Isi Tugas :

1. Membuat prototipe turbin angin
2. Menguji unjuk kerja prototipe turbin angin

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

Semarang , .....

Ketua PSD III Teknik Mesin

Bambang Setyoko, ST, M.Eng

NIP. 196809011998021001

Tembusan :

- Koordinator Proyek Akhir
- Dosen Pembimbing

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Kristino Budiarto

NIM : 21050111060052

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Uji Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal  
dengan 5 Sudu dengan Berbagai Variasi Sudut Serang

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Sri Utami Handayani, ST, MT ( )

Penguji : Drs. Juli Mrihardjono, MT ( )

Penguji : Drs. Wiji Mangestiyono, MT ( )

Semarang, .....

Ketua PSD III Teknik Mesin

Bambang Setyoko, ST, M.Eng

NIP. 196809011998021001

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

### TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

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

Nama : Kristino Budiarto  
NIM : 21050111060052  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin/Diploma III  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** ( *None-exclusive Royalty Free Right* ) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

*Uji Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal dengan 3 Sudu dengan Berbagai Variasi Sudut Serang*

beserta perangkat yang ada ( jika diperlukan ). Dengan Hak Bebas Royalti / Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media / 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 : 5 Oktober 2014

Yang menyatakan

(Kristino Budiarto)

## HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto:

1. Pengalaman adalah guru yang sangat berharga
2. Selalu Menjadi yang baru untuk terus berkembang, untuk mencapai tujuan dan cita – cita
3. Belajar, usaha, dan berdo'a
4. Jangan suka menunda pekerjaanmu, jika masa masa depanmu tak ingin kamu tunda
5. Surga ada dibawa telapak kaki ibu

### Persembahan:

1. ALLAH SWT atas Rahmat dan Karunia-NYA
2. Bapak dan Ibu tercinta yang memberikan kepercayaan dan dukungan secara moril dan materiil kepada kami
3. Bambang Setyoko, ST, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
4. Sri Utami Handayani ST. MT., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami selama proses pengerjaan sampai laporan selesai
5. Ir. Rahmat selaku dosen wali
6. Dosen yang telah membimbing dan membekali kami
7. Teman – teman yang telah membantu dan memberikan semangat
8. Keluarga besar PSD III Teknik Universitas Diponegoro

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT kerana atas berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga laporan TA (Tugas Akhir) ini dapat terselesaikan. Salam dan shalawat semoga tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai Uswatun Hasanah dan Rahmatan Lil' alamin. Laporan Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam pelaksanaan Kerja Praktek sampai penyusunan laporan ini. Terutama kepada :

1. Ir.H. Zainal Abidin Ms selaku Ketua Program Diploma III Universitas Diponegoro.
2. Bambang Setyoko, ST, M.Eng selaku Ketua Jurusan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
3. Ir. Rahmat selaku dosen wali kelas B, angkatan 2011 PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
4. Sri Utami Handayani, ST, MT selaku dosen pembimbing TA (Tugas Akhir).
5. Terkhusus kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dorongan moril dan materil.

6. Teman – teman satu kelompok tugas akhir sebagai teman diskusi bersama untuk penyelesaian dan keberhasilan tujuan bersama.
7. Semua teman – teman yang ikut membantu dan menyumbangkan pemikiran kepada kelompok kita dalam penyelesaian pengerjaan Tugas Akhir.

Akhir kata, Semoga laporan TA (Tugas Akhir) ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan tentang pengukuran daya turbin dengan variasi sudu. Penulis sadar bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk ketercapaiannya laporan yang lebih baik.

Demikian laporan Tugas akhir ini dibuat, atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Semarang, 9 September 2014

**Penulis**



## **ABSTRAKSI**

*Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi angin berkecepatan rendah maka diperlukan pengembangan turbin angin yang sesuai dengan profil kecepatan angin di Indonesia. Tujuan pelaksanaan tugas akhir ini adalah untuk mencari sudut sudu turbin angin yang tepat agar daya yang dihasilkan maksimal. Metodologi yang digunakan yaitu perancangan alat, pengujian alat, pengambilan data, dan pengolahan data. Data yang dikumpulkan adalah tegangan, hambatan, kecepatan putar sudu turbin, dan kecepatan angin di depan turbin. Data yang dihitung adalah arus, daya aktual, daya teoritis, dan efisiensi.*

*Berdasarkan hasil pengujian antara sudut  $0^{\circ}$ - $90^{\circ}$  dengan rentang  $5^{\circ}$  dapat disimpulkan bahwa sudut turbin angin horizontal 5 sudu yang dapat memberikan efisiensi optimal adalah sudut  $15^{\circ}$  dengan daya 0.003 watt.*

*Kata kunci: Turbin angin horizontal, airfoil, sudut, daya aktual, efisiensi.*

## **ABSTRACT**

*Indonesia is a tropical country which has the low velocity of wind potential so needed develop wind turbine which match with Indonesia wind velocity's profil. The aim of this final project is to find the appropriate angle of horizontal wind turbine's 5 blade in order to create a maximum power. Methodology that used is design equipment, testing equipment, take the datas, and process the datas.*

*According to testing result between angle  $0^{\circ}$ - $90^{\circ}$  with range  $5^{\circ}$  can be concluded that the angle of horizontal wind turbine's 5 blade which can give optimum efficiency is angle  $15^{\circ}$  with power 0.003 watt. The collected datas are stress, obstruction, sentrifugal velocity of wind blade's turbine, and wind velocity in front of turbine. The calculated datas are current, actual power, teority power, and efficiency.*

*Key words: horizontal wind turbine, airfoil, angle, actual power, efficiency.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS .....	ii
TUGAS PROYEK AKHIR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
<i>ABSTRAKSI</i>	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii

### BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar belakang
- 1.2. Perumusan Masalah
- 1.3. Batasan Masalah
- 1.4. Tujuan Tugas Akhir
- 1.5. Sistematika Penulisan

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1. Energi angin
  - 2.1.1. Definisi energi angin
  - 2.1.2. Asal energi angin
  - 2.1.3. Kandungan energi dalam angin
- 2.2. Turbin angin

- 2.2.1. Definisi turbin angin
- 2.2.2. Jenis-jenis turbin angin
- 2.2.3. Tip Speed Ratio
- 2.2.4. Daya listrik
- 2.2.5. Efisiensi
- 2.3. Airfoil
  - 2.3.1. Definisi Airfoil
  - 2.3.2. Karakteristik airfoil
  - 2.3.3. Proses terbentuknya gaya angkat
  - 2.3.4. Sudu untuk turbin angin sumbu horizontal
- 2.4. Alat Penunjang
  - 2.4.1. Generator
  - 2.4.2. Bantalan

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

- 3.1. Proses Perencanaan
  - 3.1.1. Generator
  - 3.1.2. Perencanaan Sudu
  - 3.1.3. Bantalan (*bearing*)
- 3.2. Proses Perhitungan
  - 3.2.1. Perhitungan Generator
  - 3.2.2. Perhitungan Sudu
- 3.3. Proses Pembuatan
  - 3.3.1. Alat dan Bahan
- 3.4. Proses Perakitan
  - 3.4.1. Alat Bantu yang digunakan
  - 3.4.2. Langkah Perakitan
- 3.5. Prosedur Pengujian Alat
  - 3.5.1. Peralatan Pengujian
  - 3.5.2. Langkah pengujian

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Data penelitian

4.1.2. Perhitungan daya teoritis

4.1.3. Perhitungan arus

4.1.4. Perhitungan daya aktual

4.1.5. Perhitungan efisiensi

### 4.2. Pembahasan

4.2.1. Data hasil perhitungan

4.2.2. Hubungan tegangan dengan variasi sudut sudu turbin angin

4.2.3. Hubungan arus dengan variasi sudut sudu turbin angin

4.2.4. Hubungan daya aktual dengan variasi sudut sudu turbin angin

4.2.5. Hubungan efisiensi dengan variasi sudut sudu turbin angin

## BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

5.2. Saran

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arah energi angin	
Gambar 2.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal	
Gambar 2.3 Turbin angin sumbu horizontal (kiri) ; Turbin angin sumbu vertikal (kanan)	
Gambar 2.4 Nomenklatur airfoil .....	
Gambar 2.5 Diagram <i>Lift</i> untuk naca 4412	
Gambar 2.6 <i>flowfield</i> airfoil .....	
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	
Gambar 3.2 Desain sudu	
Gambar 3.3 Lengan sudu .....	
Gambar 3.4 Dudukan lengan sudu (Hub) .....	
Gambar 3.5 Poros .....	
Gambar 3.6 Turbin angin .....	
Gambar 3.7 Diagram alir pengujian alat .....	
Gambar 3.8 Anemometer .....	
Gambar 3.9 Tachometer .....	
Gambar 3.10 Multimeter .....	
Gambar 3.11 Rangkaian alat uji turbin angin .....	
Gambar 3.12 Penunjuk Multimeter.....	
Gambar 3.13 Ujung <i>Wind Tunnel</i> .....	

Gambar 4.1 Hubungan tegangan dengan perubahan sudut turbin angin 5 sudu sumbu horizontal .....

Gambar 4.2 Hubungan arus dengan perubahan sudut turbin angin 5 sudu sumbu horizontal .....

Gambar 4.3 Hubungan daya aktual dengan perubahan sudut turbin angin 5 sudu sumbu horizontal .....

Gambar 4.4 Kurva  $C_l/\alpha$  naca 4412 .....

Gambar 4.5 Hubungan daya aktual dengan perubahan sudut turbin angin 5 sudu sumbu horizontal .....

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pengelompokan potensi energi angin dan lokasi potensial .....
Tabel 3.1 Lebar sudu.....
Tabel 4.1 Data hasil uji kerja .....
Tabel 4.2 Data hasil perhitungan .....



## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Penggunaan pertama halaman
A	Luas penampang angin yang dilewati	7
B	Jumlah sudu	21
C	Lebar sudu	22
D	Diameter kipas turbin	22
Ek	Energi kinetik	7
I	Arus	15
m	Massa udara	7
P	Daya listrik	15
R	Hambatan	15
Rs	Radius kipas sudu	22
r	Radius titik selanjutnya kipas sudu	22
V	Tegangan	15
v	Kecepatan angin	7
	Efisiensi	16
	Kepadatan udara	7
	<i>Tips speed ratio</i>	21

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Gambar teknik turbin angin sumbu horizontal 5 sudu.

Lampiran 2 Gambar teknik dinamo,udukan turbin angin, dan sudu turbin angin.

Lampiran 3 Gambar teknik bantalan

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1999, *CAT Windpower Course Blade Design Note*, hal 3 – 8.

Andika, M.N., Triharyanto Y.T., dan Prasetya R.O., 2007, *Kincir Angin Sumbu Horizontal Bersudu Banyak*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Fisika Energi, Energi Angin

Freris, L.L., 1990, *Wind Energy Conversion Systems*, hal. 98 – 99, Colset, Singapore.

Harahap, Y. dan Sasongko, H., 2003, *Analisa karakteristik Distribusi Tekanan dan Kecepatan Pada Bodi Aerodinamika Airfoil Dengan Metoda Panel Dalam Fenomena “Flow Around Body”*, Jurnal Teknik Mesin, Volume 6, Nomer 01, hal 1-3.

<http://AirfoilWikipedia.freeencyclopedia.htm>, diunduh tanggal 24 Juli 2014

<http://WindturbineWikipedia.freeencyclopedia.htm>, diunduh tanggal 29 Mei 2014

Sulistyo dan Setyono, P., 2012, *Intisari Fisika*, hal. 63 – 237, Pustaka Setia, Bandung.