

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KINCIR ANGIN TIPE
HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE (HAWT) UNTUK
DAERAH PANTAI SELATAN JAWA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat Strata-1
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Ahmad Sayogo

20120130216

**PROGRAM STUDI S.1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KINCIR ANGIN TIPE *HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE* (HAWT) UNTUK DAERAH PANTAI SELATAN JAWA “** ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta,

Ahmad Sayogo
20120130216

Motto

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Selesaikan apa yang sudah kamu mulai”

“Tak ada masalah yang tak dapat diselesaikan”

“Kita yang berusaha Tuhan Yang Menentukan”

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. **Bapak dan Ibuku tercinta, Darwoto dan Sri Lertari**, terimakasih atas didikan, kasih sayang, kesabaran, kepercayaan dan dukunganmu selama ini, sehingga aku mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dimasa depan kelak aku akan membuatmu bangga dengan karya-karyaku.
2. **Alfa Widi Astuti S.Hut.** kakak tercinta yang telah memberikan motivasi untuk sukses semuda mungkin, saya harap kakak lebih sukses daripada saya saat ini, semoga kakak bisa meraih apa yang kalian cita-citakan.
3. **Novi Caroko, S.T., M.Eng. dan Wahyudi, S.T., M.T.** Selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai.
4. **Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.** Selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. **Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2012 dan semua angkatan yang selalu memberi dukungan satu sama lain “M Forever”.**

Intisari

Kincir angin merupakan salah satu penggerak mula dari sumber energi untuk membangkitkan listrik yang memanfaatkan tenaga angin. Kelebihan kincir angin adalah disamping sumber daya yang melimpah dan terbaru juga tidak menimbulkan dampak pencemaran lingkungan berupa gas buang. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk merancang dan membuat kincir angin yang sesuai dengan kecepatan angin di Indonesia dengan material yang kuat, murah dan mudah untuk didapat.

Proses perancangan meliputi perhitungan daya *output* kincir, desain *blade*, pemilihan perbandingan roda gigi *gearboxes*, dan pemilihan generator. Material yang digunakan untuk membuat *blade* (sudu) adalah kayu Pinus dengan ukuran awal 1250 mm x 150 mm x 30 mm. Proses pembuatan dilakukan dengan cara menyerut kayu secara manual dengan menggunakan mesin pasah. Proses *finishing* dilakukan dengan mengamplas secara manual hingga membentuk profil yang diinginkan kemudian dilakukan proses pengecatan untuk menutup pori-pori kayu.

Hasil perancangan yaitu kincir angin tipe horisontal *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) dengan jumlah sudu 3 buah. Diameter rotor 3 m dengan material sudu (*blade*) adalah kayu Pinus dan perbandingan roda gigi pada *gearboxes* adalah 1:3 dengan kapasitas generator 500 Watt. Jenis sudu yang digunakan adalah sudu *airfoil* tipe Clark-Y dengan permukaan bawah datar (*flat botom*). Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan kincir dapat bekerja pada kecepatan angin 1,5-3,9 m/s.

Kata Kunci: *airfoil*, Clark-Y *flat botom*, HAWT, kincir angin

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warohmatullahi wabarokatuh,

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul ” **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KINCIR ANGIN TIPE *HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE* (HAWT) UNTUK DAERAH PANTAI SELATAN JAWA**”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Strata-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Hasil dari perancangan ini didapat desain *prototype* kincir angin tipe horisontal (HAWT) bersudu 3. Sudu (*blade*) yang digunakan adalah sudu jenis *airfoil* dengan *airfoil* jenis Clark-Y *flat botom*. Dari hasil uji coba didapat kincir angin dapat beroperasi pada kecepatan 1,5-3,9 m/s.

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku kepala program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia memberikan bimbingan dan saran yang sangat bermanfaat.
3. Bapak Wahyudi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia memberikan bimbingan dan saran yang sangat bermanfaat.
4. Kedua orang tua yang telah memberi dukungan, pengertian, semangat, dan doa.
5. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah bersedia memberikan masukan-masukan dalam laporan tugas akhir.
6. Aditya Ivanda dan Erwin Pratama selaku tim kelompok dalam penelitian tugas akhir yang telah bekerjasama dengan baik dalam penyelesaian tugas akhir.

7. Semua Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan bekal ilmu bagi penulis selama penulis mengikuti kuliah di Program Studi Teknik Mesin selama kurang lebih 4 tahun.
8. Seluruh karyawan Jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas bantuan yang telah diberikan selama masa kuliah.

Kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan laporan ini, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan teman-teman mahasiswa yang lain.

Wassalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Yogyakarta, 2016

Ahmad Sayogo

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
BAB I 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 Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1. Potensi Angin di Indonesia	5
2.2.2. Kincir Angin	6
2.2.3. Jenis Kincir Angin	7
2.2.3.1. Kincir Angin Tipe <i>Horizontal</i> (HAWT)	7
2.2.3.2. Kincir Angin Sumbu Vertikal (VAWT)	8
2.2.4. Komponen Utama Kincir Angin	11
2.2.4.1 Sudu (<i>Blade</i>)	11

2.2.4.2. Transmisi (<i>Gearboxes</i>)	11
2.2.4.3. Generator	12
2.2.4.4. Menara (Tower)	13
2.2.4.5. Penyimpan Daya (Baterei)	14
2.2.5. Parameter Yang Berpengaruh Dalam Perancangan <i>Blade</i>	15
2.2.5.1. <i>Swept Area</i>	15
2.2.5.2. Daya Angin	15
2.2.5.3. TSR (<i>Tip Speed Ratio</i>)	17
2.2.5.4. <i>Rotor Solidity</i>	18
2.2.6. <i>Airfoil</i>	18
2.2.7. Sistem Transmisi	20
2.2.7.1. Poros	20
2.2.7.2. Roda Gigi	21
2.2.8. Pengelasan	26
2.2.8.1. Pengelasan SMAW	26
2.2.9. Mur dan Baut	28
2.2.9.1. Jenis Baut	28
2.2.9.2. Jenis Mur	29
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1. Tempat dan Waktu Pembuatan	30
3.1.1. Tempat Perancangan dan Pembuatan	30
3.1.2. Waktu pembuatan	30
3.2. Alat dan Bahan pembuatan	30
3.2.1 Alat Pembuatan	30
3.2.2. Bahan Pembuatan	31
3.3. Diagram Alir Perancangan dan Pembuatan	31
BAB IV Perhitungan dan Pembahasan	32
4.1. Perhitungan	32
4.1.1. Dasar pemilihan Jenis Kincir Angin	32

4.1.2. Potensi Kecepatan Angin	32
4.1.3. Penentuan Diameter Rotor	34
4.1.4. Tip-Speed Ratio	35
4.1.5 Rotor Solidity	35
4.2. Perancangan <i>Blade</i> (Sudu) Kincir Angin.....	36
4.2.1. Proses Desain	36
4.2.2. Proses Analisa Desain	37
4.3. Perancangan Poros dan <i>Gearbox</i>	42
4.3.1. Perancangan <i>Gearbox</i>	42
4.3.2. Perancangan Poros.....	46
4.4. Proses Pembuatan	47
4.4.1. Pembuatan Pola	47
4.4.2. Proses Penyerutan.....	48
4.4.3. Proses Pengamplasan.....	49
4.4.4. Proses Finishing.....	50
4.4.5. Hasil Pembuatan Kincir Angin.....	51
4.5. Uji Coba Kincir Angin.....	53
4.6. Estimasi Biaya	54
BAB VPENUTUP.....	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kincir Angin Tipe <i>Horizontal</i>	7
Gambar 2.2. Skema dan prinsip kerja kincir angin VAWT tipe Savonius	8
Gambar 2.3. Kincir angin VAWT tipe Darrieus	9
Gambar 2.4. Kincir angin VAWT tipe H-rotor.....	9
Gambar 2.5. Bilah (<i>Blade</i>)	10
Gambar 2.6. Transmisi.....	11
Gambar 2.7. Generator.....	11
Gambar 2.8. Tower	12
Gambar 2.9. Baterai (ACU)	13
Gambar 2.10. <i>Swept Area</i>	13
Gambar 2.11. Hubungan nilai TSR terhadap C_p	16
Gambar 2.13. <i>Airfoil</i>	17
Gambar 2.14. Macam-macam roda gigi.....	22
Gambar 2.15. Komponen Las SMAW	26
Gambar 2.16. Jenis baut.....	27
Gambar 2.17. Jenis Mur	28
Gambar 3.1. Diagram Alir Perancangan dan Pembuatan	31
Gambar 4.1. Gambar 3D <i>Airfoil</i>	36
Gambar 4.2. Bentuk <i>Airfoil</i>	37
Gambar 4.3 Gambar 3D Kincir Angin	37
Gambar 4.4. Analisa aliran fluida pada <i>blade</i>	36
Gambar 4.5. Turbulensi pada <i>blade</i>	37
Gambar 4.6. Distribusi tekanan pada <i>blade airfoil</i>	38
Gambar 4.7. Distribusi tekanan pada <i>blade airfoil</i> yang dipasang stik	38

Gambar 4.8. Distribusi aliran fluida pada <i>blade</i>	40
Gambar 4.9. Distribusi aliran fluida pada <i>blade</i> yang dipasang stik	40
Gambar 4.10. Distribusi aliran tekanan pada <i>blade</i>	42
Gambar 4.11. Distribusi aliran tekanan pada <i>blade</i> yang dipasang stik	42
Gambar 4.12. Balok kayu pinus	47
Gambar 4.13. Pola pada kayu pinus	48
Gambar 4.14. Proses penyerutan.....	48
Gambar 4.15. Kayu setelah dilakukan penyerutan.....	49
Gambar 4.16. Proses pengamplasan	49
Gambar 4.17. Proses <i>finishing</i>	50
Gambar 4.18. Kayu pinus setelah dipernis	50
Gambar 4.19. Stik <i>blade</i>	51
Gambar 4.20. <i>Blade</i> yang sudah dirakit dengan stik <i>blade</i>	51
Gambar 4.21. Kincir Angin HAWT.....	52
Gambar 4.22. Uji coba kincir angin	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Pemilihan Modul Roda Gigi.....	59
Lampiran 2. Tabel 1. Tabel Propertis Udara Tekanan 1 atm.....	60
Lampiran 3. Tabel 2. Karakteristik bahan roda gigi	61
Lampiran 4. Tabel 3. Faktor bentuk roda gigi	62
Lampiran 5. Tabel 4. Faktor dinamis roda gigi (f_v).....	63
Lampiran 6. Tabel 5. Faktor tegangan kontak bahan roda gigi	64
Lampiran 7. Tabel 6. Bahan untuk konstruksi mesin	65
Lampiran 8. Komponen UtamaKincir Angin.....	66
Lampiran 9. GAmbar Desain <i>Blade</i>	67
Lampiran 10. Gambar Desain Stik <i>Blade</i>	68

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

HAWT	: <i>Horizontal Axis Wind Turbine</i>
VAWT	: <i>Vertical Axis Wind Turbine</i>
A	: Luas <i>Area Swept</i> (m ²)
<i>d</i>	: Diameter Rotor (m)
P	: Daya mekanik kincir angin (Watt)
C _p	: Koefisien daya
ρ	: Densitas udara (kg/m ³)
V	: Kecepatan Angin (m/s)
TSR	: <i>Tip Speed Ratio</i>
<i>n</i>	: Putaran rotor (rpm)
N	: Jumlah <i>Blade</i> (sudu)
C	: lebar <i>blade</i> (m)
R	: Jari-jari rotor (m)
P _d	: Daya rencana (Watt)
<i>f_c</i>	: Faktor koreksi
T	: Torsi (Mpa)
σ_B	: Kekuatan tarik bahan (Mpa)
Sf ₁ .Sf ₂	: Faktor koreksi bahan
d _s	: diameter poros (mm)
<i>d'_o</i>	: Diameter jarak bagi sementara pinion dan roda gigi (mm)
<i>i</i>	: Jumlah gigi
<i>a</i>	: Jarak sumbu poros (m)
<i>d_o</i>	: Diamater jarak bagi sebenarnya roda gigi (mm)

m	: modul gigi
z	: jumlah gigi
d_k	: Diameter kepala roda gigi (mm)
d_f	: Diameter kaki roda gigi (mm)
f_v	: Faktor koreksi kecepatan
F_t	: Gaya tangensial yang terjadi pada roda gigi (Mpa)
F'_b	: Beban lentur yang diizinkan (N)
Y	: Faktor bentuk gigi
b	: Lebar gigi (mm)