

# **TESIS**

## **STUDI PENGARUH PERUBAHAN BENTUK *BLADE* DAN SUDUT ANGKAT PADA TURBIN ANGIN *HORIZONTAL***



**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan pada  
Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:  
ICHSAN ASTANTO  
062050442834**

**PROGRAM MAGISTER TERAPAN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2022**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “Studi Pengaruh Perubahan Bentuk *Blade* dan Sudut Angkat pada Turbin Angin *Horizontal*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada tanggal 22 Juli 2022.

Palembang, 22 Juli 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis

Ketua:

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng ( )  
197711252000032001

Anggota:

1. Dr. RD. Kusmanto, S.T., M.M. ( )  
197110231994031002
2. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM ( )  
196711191993032003
3. Carlos, RS, S.T., M.T. ( )  
196403011989031003
4. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S. ( )  
196403011989031003
5. Dr. Ing Ahmad Taqwa, M.T. ( )  
196403011989031003

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Program Magister Terapan**

**Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM  
NIP 196711191993032003**

**HALAMAN PENGESAHAN TESIS  
STUDI PENGARUH PERUBAHAN BENTUK *BLADE* DAN  
SUDUT ANGKAT PADA TURBIN ANGIN *HORIZONTAL***

**Oleh:  
ICHSAN ASTANTO  
NPM 062050442834**

**Palembang, Juli 2022**

**Pembimbing 1**

**Menyetujui,  
Pembimbing 2**

**Dr. Phil. Fatahul Arifin, ST.,  
Dipl., Eng., EPD., MEngSc.  
NIP. 197201011998021004**

**Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S.  
NIP. 197110231994031002**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Program Magister Terapan**

**Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM  
NIP. 196711191993032003**

## RINGKASAN

### STUDI PENGARUH PERUBAHAN BENTUK *BLADE* DAN SUDUT ANGKAT PADA TUBIN ANGIN *HORIZONTAL*

Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis, Juli 2022

Ichsan Astanto; Dibimbing oleh Dr. Phil. Fatahul Arifin, S.T., Dipl., Eng., EPD., M.EngSc. dan DR. Yohandri Bow, S.T., M.S.

#### *Study of Effect Changing the Blade Shape and Lift Angles on Horizontal Wind Turbine*

xvii + 52 halaman, 7 tabel, 31 gambar, 1 lampiran (14 halaman)

Kekurangan komoditas energi seperti batubara dan minyak bumi menjadikan ongkos komoditas tersebut kian melambung tinggi. Peristiwa ini menunjukkan betapa negara-negara didunia masih sangat bergantung terhadap bahan bakar energi fosil, dan sudah selayaknya masa peralihan menuju energi baru terbarukan dapat segera direalisasikan, energi yang rendah emisi dan ramah lingkungan ini adalah harapan dimasa yang akan datang. Indonesia dengan persediaan sumber energi terbarukannya yang jumlahnya melimpah merupakan kekuatan yang besar untuk revolusi energi bersih ini. Teknologi turbin yang mampu mengoptimalkan kecepatan angin yang ada di Indonesia harus menjadi jawaban agar energi ini makin bermanfaat. Pada penelitian ini, ide untuk analisa percobaan tentang “Studi Pengaruh Perubahan Bentuk Sudu dan Sudut Angkat Pada Tubin Angin Horizontal dengan menggunakan alat peraga Nvis 6009 Experimentation with Solar and Wind Energy. Nvis 6009 ini adalah suatu alat peraga yang digunakan oleh sekolah vokasi untuk memahami konsep pembangkit listrik DC berbasis energi matahari dan angin. Untuk mengoptimalkan kecepatan angin yang rendah, pada Nvis 6009 turbin angin sumbu horizontal (HAWT) dengan tipe 3 sudu yang berbeda dan perubahan sudut angkatnya, sehingga kita dapat mengetahui pengaruh perubahan tegangan yang dihasilkan, sehingga kita dapat mengetahui pengaruh perubahan tegangan yang dihasilkan. ilustrasi sederhana menggunakan aplikasi Solidworks dilakukan sebagai validasi hasil penelitian sebelumnya dan untuk memperoleh data awal eksperimen penelitian. hasil akhir pengujian pada Tipe Sudu II didapat data maksimum pada sudut Sudu 13 ° dengan kecepatan angin 3,9 m/s ,Putaran Sudu 2587 Rpm menghasilkan tegangan 2,8 V. Studi lanjutan Pengujian kinerja pada Turbin angin Horizontal dilakukan Kembali dengan membandingkan 3 bentuk Diffuser turbin yang berbeda, dengan variasi sudut Blade dan kecepatan angin yang sama dan experimental sebelumnya, hasil akhir pengujian pada diffuser II didapat data maksimum pada sudut Sudu 13 ° dengan kecepatan angin 3,9 m/s ,Putaran Sudu 2719 Rpm menghasilkan tegangan 5,94 V.

**Kata Kunci:** *wind turbine , renewable energy, sudu, diffuser.*

Kepustakaan: 16 (2018-2022)

## SUMMARY

### STUDY OF EFFECT CHANGING THE BLADE SHAPE AND LIFT ANGLES ON HORIZONTAL WIND TURBINE

Scientific Paper in the form of Thesis, Juli 2022

Ichsan Astanto; Supervised by Dr. Phil. Fatahul Arifin, S.T., Dipl., Eng., EPD., M.EngSc. and DR. Yohandri Bow, S.T., M.S.

#### Studi Pengaruh Perubahan Bentuk *Blade* Dan Sudut Angkat Pada Turbin Angin *Horizontal*

xvii + 52 pages, 10 tables, 31 pictures, 1 attachments (14 pages)

The lack of energy commodities such as coal and petroleum makes the cost of these commodities soar. This event shows how much countries in the world are still very dependent on fossil fuels, and it is fitting that the transition to new renewable energy can be realized soon, low emission and environmentally friendly energy is the hope in the future. Indonesia has a supply of renewable energy sources that are abundant is a great force for this clean energy revolution. Turbine technology that is able to optimize wind speed in Indonesia must be the answer so that this energy is more useful. In this study, the idea for an experimental analysis of "Study of the Effect of Blade Shape Change and Lift Angle on Horizontal Wind Turbin using Nvis 6009 Experimentation with Solar and Wind Energy props. The Nvis 6009 is a prop used by vocational schools to understand the concept of a DC power plant based on solar and wind energy. To optimize low wind speed, on Nvis 6009 horizontal axis wind turbine (HAWT) with different type 3 Blade and changes in lift angle, so that we can know the effect of the resulting voltage change, so that we can know the effect of the resulting voltage change. Simple illustrations using the Solidworks application are done as validation of the results of previous research and to obtain preliminary data of research experiments. The final results of the test on Type Blade II obtained maximum data at a Blade angle of 13 ° with a wind speed of 3.9 m / s, Blade Rotation 2587 Rpm produces a voltage of 2.8 V. Follow-up study Performance testing on the Horizontal Wind Turbine was carried out again by comparing 3 different turbine diffuser shapes, with variations in the blade angle and the same wind speed and previous experimental, the final result of testing on the diffuser II obtained maximum data at a blade angle of 13 with a wind speed of 3,9 m/s , 2719 Rpm of blade rotation produces a voltage of 5.94 V.

**Keywords:** *HAWT, wind turbine , renewable energy, Blade, & diffuser.*

Citations: 19 (2018-2022)

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ichsan Astanto  
NPM : 062050442834  
Judul Tesis : Studi Pengaruh Perubahan Bentuk Blade dan Sudut Angkat  
pada Turbin Angin Horizontal

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2022

Ichsan Astanto  
NPM 062050442834

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ichsan Astanto  
NPM : 062050442834  
Judul Tesis : Studi Pengaruh Perubahan Bentuk Blade dan Sudut Angkat  
pada Turbin Angin Horizontal

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2022

**Ichsan Astanto**  
NPM 062050442834

## RIWAYAT HIDUP

Ichsan Astanto, lahir pada tanggal 12 April 1987, di Gumawang, Sumatera Selatan. Penulis pertama kali masuk pendidikan formal di SD Negeri 1 Tepungsari, Belitang. Setelah lulus dari Sekolah Dasar penulis melanjutkan pendidikan di SLTP Negeri 1 Belitang dan selesai pada tahun 2000. Setelah



lulus dari SLTP , penulis melanjutkan ke jenjang SMA di MAN Gumawang dan selesai pada tahun 2004. Pada tahun 2005 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang Jurusan Teknik Mesin dan selesai pada tahun 2008. Pada Tahun 2011 Penulis melanjutkan studi S1 Teknik Mesin di Universitas Sriwijaya dan selesai pada tahun 2015. Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan di Politeknik Negeri Sriwijaya. Memulai karir sebagai R&D Engineer di PT.Esco Bintan Indonesia ditahun 2009, sebagai Quality Control di PT.Panosonic Elctronic Device Batam tahun 2010, dan sebagai PJS Head of Tank Terminal di PT.AKR Corporindo Tbk di tahun 2021.



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “**Studi Pengaruh Perubahan Bentuk Blade dan Sudut Angkat pada Turbin Angin Horizontal**”. Tesis ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan mata kuliah Ujian Tesis pada Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya. Selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tesis ini izinkan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos RS, S.T., M.T., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Dr. Phil. Fatahul Arifin, S.T., Dipl., Eng., EPD., MEngSc selaku Dosen pembimbing I.
5. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S. selaku Dosen pembimbing II.
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Orang Tua, Istri dan anak tercinta yang telah memberikan dukungan penuh serta pemberi semangat dalam pelaksanaan dan penulisan Tesis ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya angkatan 2020 dan rekan-rekan lainnya yang telah memberikan bantuan untuk penyelesaian Tesis ini.

Melalui Tesis ini penulis mengharapkan semoga penelitian ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan dan menunjang perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan khususnya energi terbarukan.

Palembang, Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN TESIS</b> .....	iii
<b>RINGKASAN</b> .....	iv
<b>SUMMARY</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	vii
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GLOSARIUM</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	4
1.5 Hipotesa .....	4
1.6 Keterbaruan Penelitian .....	4
1.7 Kerangka Pikir Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Definisi Energi Angin .....	7
2.2 Geografis dan Kondisi Angin Kota Palembang .....	8
2.3 Karakteristik Low Wind Speed .....	9
2.4 Turbin Angin .....	10
2.4.1 Jenis Turbin Angin .....	10
2.4.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal .....	11
2.4.3 Turbin Angin Sumbu Vertikal .....	12
2.4.4 Elemen Turbin Angin .....	12
2.5 Diffuser Augmented Wind Turbine (DAWT) .....	13

2.6 Sudu (Blade).....	13
2.7 Sudut Blade.....	14
2.8 Perhitungan Daya .....	14
2.9 Tip Speed Ratio .....	16
2.10 SolidWorks .....	17
2.10.1 Solidworks Simulation .....	18
2.11 Komponen Turbin Angin .....	20
2.12 Prinsip Kerja Generator DC.....	21
2.13 Sistem Elektrik PLTB.....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional .....	27
3.2 Pendekatan Desain Struktural .....	28
3.3 Pertimbangan Percobaan .....	28
3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.3.2 Bahan dan Alat .....	29
3.3.3 Prosedur Penelitian .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Drawing Solidwork.....	32
4.1.1 Drawing HAWT tanpa diffuser .....	32
4.1.2 Variasi Blade HAWT tanpa diffuser .....	33
4.2 Pengujian Kinerja Turbin tanpa diffuser (HAWT) .....	34
4.2.1 Pengujian untuk Blade 1 tanpa diffuser.....	34
4.2.2 Pengujian untuk Blade 2 tanpa diffuser.....	35
4.2.3 Pengujian untuk Blade 3 tanpa diffuser.....	36
4.3 Variasi Blade HAWT dengan diffuser .....	38
4.3.1 Pengujian untuk Blade 1 dengan diffuser.....	41
4.3.2 Pengujian untuk Blade 2 dengan diffuser.....	42
4.3.3 Pengujian untuk Blade 3 dengan diffuser.....	43
4.4 Hasil studi perbandingan antara Blade non diffuser dgn Diffuser .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Klasifikasi Kecepatan Angin Menurut Skala Beaufort .....8
2.2	Klasifikasi Turbin Angin.....9
3.1	Rancangan Tabel Hasil Pengamatan Eksperimen .....20
3.2	Jadwal Penelitian .....22
4.1	Pengujian Blade 1 .....25
4.2	Pengujian Blade 2 .....26
4.3	Pengujian Blade 3 .....27
4.4	Pengujian Diffuser 1 .....30
4.5	Pengujian Diffuser 2 .....31
4.6	Pengujian Diffuser 3 .....32
4.7	Perbandingan non diffuser dan dengan diffuser pd blade 2 .....34
4.5	Perbandingan non diffuser dan dengan diffuser pd blade 1 .....35
4.6	Perbandingan non diffuser dan dengan diffuser pd blade 3 .....36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. 1 Kerangka Pikir Penelitian .....	6
2. 1 Energi Angin.....	7
2. 2 Letak Geografis Kota Palembang, Sumatera Selatan.....	9
2. 3 Jenis Turbin Angin .....	10
2. 4 Jenis turbin angin sumbu horizontal.....	11
2. 5 Jenis Turbin Angin berdasarkan jumlah sudu .....	11
2. 6 Jenis-Jenis Turbin Angin Sumbu Vertikal.....	12
2. 7 Komponen Wind Turbine Angin .....	12
2. 8 Sketsa Diffuser .....	13
2. 9 Tipe Blade yg berputar secara Horizontal axis.....	13
2.10 Gaya Aerodinamik Airfoill .....	14
2.11 Relative size of small wind turbine .....	16
3. 1 Desain Fungsional Turbin Angin tanpa Diffuser .....	19
3. 2 Desain Diffuser.....	19
3. 3 Nvis6009 experimentation tool HAWT .....	20
3. 4 Diagram Alir Penelitian.....	23
4. 1 Drawing variasi blade HAWT .....	24
4. 2 Variasi blade HAWT .....	24
4. 3 Model 3D Nvis6009 HAWT .....	25
4. 4 Grafik Pengujian Sudut Blade Terhadap Putaran Blade .....	27
4. 5 Grafik Pengujian Sudut Blade Terhadap Tegangan .....	28
4. 6 Grafik Pengujian Sudut Blade Terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> .....	28
4. 7 Blade HAWT Nvis 6009 dengan Diffuser .....	29
4. 8 Variasi Blade HAWT dengan diffuser .....	29
4. 9 Simulasi Velocity angin terhadap diffuser dan Blade HAWT .....	30
5. 0 Grafik Pengujian Sudut Blade Terhadap Putaran Blade Diffuser .....	33
5. 1 Grafik Pengujian Sudut Blade Terhadap Tegangan Diffuser.....	33
5. 2 Grafik Pengujian Sudut Blade Terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> .....	34
4. 5 Grafik Perbandingan non diffuser dan dgn diffuser pd Blade 2.....	35
4. 6 Grafik Perbandingan non diffuser dan dgn diffuser pd Blade 1.....	35
4. 6 Grafik Perbandingan non diffuser dan dgn diffuser pd Blade 3.....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Jumlah</b>
Lampiran 1 Gambar Blade Turbin angin HAWT Non diffuser .....	6
Lampiran 2 Gambar Diffuser Turbin angin HAWT.....	3
Lampiran 3 Foto Dokumentasi .....	8

## DAFTAR GLOSARIUM

<i>A</i>	Area rotor turbin angin ( $m^2$ )
<i>C<sub>p</sub></i>	Koefisien Daya
<i>D</i>	Diameter diffuser (m)
<i>EK</i>	Energi Kinetik
<i>L</i>	Panjang Diffuser (m)
<i>P</i>	Daya (Watt)
<i>m</i>	Massa (kg)
<i>v</i>	Kecepatan angin (m/s)
<i>v<sub>t</sub></i>	<i>kinematic viscosity</i> ( $m^2/s$ )
<i>θ</i>	Sudut diffuser
<i>ρ</i>	Densitas ( $kg/m^3$ )
<i>τ</i>	<i>shear stress</i> (Pa)
<i>μ</i>	<i>dynamic viscosity</i> ( $m^2/s$ )
<i>σ</i>	<i>surface tension</i> (kg/m)
<i>ω</i>	<i>specific dissipation rate</i> ( $s^{-1}$ )
<i>DAWT</i>	<i>Diffuser Augmented Wind Turbine</i>
<i>HAWT</i>	<i>Horizontal Axis Wind Turbine</i>

## **MOTTO**

Dalam perjalanan itu tak ada lorong sempit yang lebih sulit dari ini,  
beruntunglah orang yang tak membawa kedengkian sebagai teman.

**(Jalāl ad-Dīn Mohammad Rūmī)**



**Barakallah**

Tesis ini saya dedikasikan untuk:

Almamaterku Politeknik Negeri sriwijaya

Dan semua civitas akademika beserta sosial masyarakat.

Terima kasih ....

Salam *respect...*