



**LAPORAN SKRIPSI**

***FABRIKASI BLADE* TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA ANGIN BERBAHAN KOMPOSIT SERAT  
GELAS Matrik POLYEPOKSI**

**ADE KURNIAWAN  
NIM. 201854064**

**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Sugeng Slamet, S.T, M.T.

Rianto wibowo, ST.,M.Eng

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MURIA KUDUS  
AGUSTUS 2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

***FABRIKASI BLADE* TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
ANGIN BERBAHAN KOMPOSIT SERAT GELAS MatriK  
POLYEPOKSI**

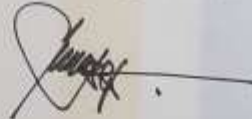
**ADE KURNIAWAN**

**NIM. 201854064**

Kudus, 1 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Sugeng Slamet, ST, M.T.  
NIDN. 0622067101

Pembimbing Pendamping,



Rianto Wibowo, ST, M.Eng.  
NIDN. 0630037301

**HALAMAN PENGESAHAN**

**FABRIKASI BLADE TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
ANGIN BERBAHAN KOMPOSIT SERAT GELAS Matrik  
POLYEPoksi**

**ADE KURNIAWAN  
NIM. 201854064**

Kudus, 1 September 2023

Menyetujui,

Ketua Penguji,

Dr. Akhmad Zidni Hudaya., ST., M.Eng.  
NIDN. 060021087301

Anggota Penguji I,

Ratri Rahmawati., ST., M.Sc.  
NIDN. 0613049403

Anggota Penguji II,

Dr. Sugeng Slamet, ST, M.T.  
NIDN. 0622067101

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Mohammad Dahlan., ST. MT.  
NIP. 0610701000001141

Ketua Program Studi

Dr. Akhmad Zidni Hudaya., ST., M.Eng.  
NIP. 197308212005011001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ade Kurniawan  
NIM : 201854064  
Tempat & Tanggal Lahir : Pati, 16 November 1999  
Judul Skripsi/Tugas Akhir\* : *Fabrikasi Blade Turbin pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbahan Komposit serat gelas matrik polyepoksi*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir\* ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 17 Agustus 2023

Yang memberi pernyataan,



Ade Kurniawan  
NIM. 201854064

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada tuhan maha esa akhirnya penulis berhasil menyelesaikan skripsi / tugas akhir berjudul *Blade* Turbin pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbahan Komposit serat gelas matrik polyepoksi

Penyusunan Skripsi/Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana, Dalam penyusunan skripsi/tugas akhir tak lepas dari bantuan dan dukungan beberapa pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Kesehatan dan kekuatan untuk menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan do'a, nasehat, motivasi dan semangat sehingga dapat menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Sugeng Slamet, S.T, M.T, dan Bapak Rianto Wibowo, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing yang memberikan motivasi, nasehat, dan memberikan solusi-solusi terbaik dalam penyelesaian Skripsi/Tugas Akhir ini.
4. Teman dan sahabat yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian Skripsi/Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi/tugas akhir ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga buku tesis ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, 01 agustus 2023

Penulis

## **FABRIKASI BLADE TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN BERBAHAN KOMPOSIT SERAT GELAS Matrik POLYEPOKSI**

Nama mahasiswa : Ade Kurniawan

NIM : 201854064

Pembimbing :

1. Dr. Sugeng Slamet, ST, M.T.
2. Rianto Wibowo, ST, M.eng

### **ABSTRAK**

Indonesia adalah negara memiliki iklim tropis yang mempunyai dua musim, yaitu musim panas dan musim hujan. Selain itu Indonesia negara kepulauan yang mempunyai garis pantai yang membentang dari Sabang sampai Merauke. Salah satu keuntungan yang dapat dimanfaatkan adalah potensi angin yang memiliki kecepatan angin rata-rata 3,4,5m/s yang nantinya dapat di manfaatkan menjadi sumber energi baru terbarukan yaitu pembangkit listrik tenaga angin. pada umumnya *blade* turbin terbuat dari bahan logam. *Blade* turbin terbuat dari bahan logam memiliki kelemahan antara lain biaya produksi lebih mahal dibandingkan komposit fiber glass, selain itu bobot yang berat dapat menghambat putaran yang dihasilkan. Proses pengembangannya kincir angin menggunakan bahan komposit fiberglass dikarenakan bahan komposit fiber glass memiliki kekuatan sama seperti logam tetapi memiliki bobot lebih ringan dan biaya produksi lebih sedikit dari pada bahan logam. Proses pembuatan *blade* turbin dengan menggunakan metode hand lay-up yang sudah banyak diaplikasikan di dunia industri saat ini. Bahan yang digunakan untuk membuat *blade* yaitu fiber glass, polyepoksi, hardener, mirror glaze dan talk. Orientasi serat fiber glass berbentuk anyam dengan komposisi polyepoksi clear hardener dengan perbandingan 2:1 poliepoksi:hardener. *Blade* yang sudah jadi akan dilakukan uji densitas dan porositas dengan standar ASTM D792. Pembuatan *blade* turbin pembangkit listrik tenaga angin tipe horizontal berbahan komposit fiber glass yang memiliki kekuatan sama seperti *blade* turbin terbuat dari logam. Selain itu bahan fiber glass dapat diharapkan bisa berputar secara maksimal dengan kecepatan angin rata-rata di Indonesia 4-5m/s sehingga dapat mencapai daya yang di inginkan.

**Kata Kunci : Komposit, Fiber-glass, angin, Blade turbin, horizontal.**



# **TURBINE BLADE FABRICATION OF WIND POWER GENERATION TURBINE BLADE FROM POLYEPOXY GLASS FIBER MATRIC COMPOSITE**

*Student Name* : Ade Kurniawan

*Student Identity Number* : 201854064

*Supervisor* :

1. Dr. Sugeng Slamet, ST, M.T.
2. Rianto Wibowo, ST, M.eng

## ***ABSTRACT***

Indonesia is a country with a tropical climate which has two seasons, namely summer and rainy season. In addition, Indonesia is an archipelago that has a coastline stretching from Sabang to Merauke. One advantage that can be exploited is the potential for wind which has an average wind speed of 3,4,5m/s which can later be utilized as a new renewable energy source, namely wind power plants. In general, turbine blades are made of metal. Turbine blades made of metal have weaknesses, including production costs that are more expensive than fiber glass composites, besides that the heavy weight can inhibit the resulting rotation. The windmill development process uses fiberglass composite materials because fiber glass composite materials have the same strength as metal but have lighter weight and lower production costs than metal materials. The process of making turbine blades using the hand lay-up method which has been widely applied in the industrial world today. The materials used to make blades are fiber glass, polyepoxy, hardener, mirror glaze and talc. The orientation of the fiber glass fiber is woven with a clear hardener polyepoxy composition with a ratio of 2:1 polyepoxy:hardener. The finished blade will be tested for density according to the ASTM D792 standard. The results are expected to be able to make horizontal type turbine blades made of glass fiber composites which have the same strength as turbine blades made of metal. In addition, the fiber glass material can be expected to rotate optimally with an average wind speed in Indonesia of 3-5m/s so that it can achieve the desired power.

**Keywords: Composite, Fiber-glass, wind, turbine blade, horizontal.**

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>DAFTAR ISTILAH SINGKATAN</b> .....	xvii

## **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Turbin Angin .....	3
2.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) .....	3
2.2.1 Kelebihan Turbin Angin Sumbu Horizontal .....	4
2.2.2 Kelebihan Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH) .....	4
2.3 Turbin Angin Sumbu Vertikan (TASV) .....	5
2.3.1 Kelebihan TASV .....	5
2.3.2 Kelemahan TASV .....	6
2.4 <i>BLADE</i> .....	6
2.5 KOMPOSIT .....	7
2.5.1 Klasifikasi Komposit .....	8
2.6 Bagian Utama Penyusun Komposit .....	11
2.6.1 <i>Reinforcement</i> (penguat) .....	11
2.6.2 Matrik .....	13
2.7 Jenis resin dan serat .....	14
2.7.1 Resin .....	14
2.7.2 Serat sintesis .....	17
2.8 Jenis Lapisan Pada Komposit .....	18
2.9 Metode Pembuatan Komposit .....	18
2.9.1 Hand Lay-up .....	19
2.9.2 Vaccum Bagging .....	20
2.9.3 Spray-Up Process .....	21
2.9.4 Filament-Winding Process .....	22
2.9.5 Proses Pencetakan Tertutup (Closed-Mold Processes) .....	23



2.9.6	Sheet Molding Compound (SMC) .....	23
2.9.7	Continuos- Pultrosion Proses .....	24
2.10	Pengujian Densitas dengan Hukum Archimedes .....	25
2.11	Pengujian porositas .....	25

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Diagram Alur .....	26
3.1.1	Variabel Penelitian .....	27
3.1.2	Matriks .....	27
3.2	Alat dan Bahan .....	28
3.3	Desain <i>Blade</i> .....	32
3.4	Membuat cetakan <i>Blade</i> .....	33

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Membuat Cetakan <i>Blade</i> .....	38
4.1.1	Pembuatan Cetakan PVC .....	38
4.1.2	Pembuatan <i>Blade</i> .....	39
4.2	Hasil pengujian <i>Blade</i> turbin.....	43
4.3	Ukuran <i>Blade</i> , Kolam dan variable perbandingan komposit .....	43
4.3.1	Ukuran Kolam .....	43
4.3.2	Ukuran Kolam .....	43
4.3.3	Variabel perbandingan komposit .....	43
4.4	Perhitungan .....	44
4.4.1	Pengujian Densitas .....	44
4.4.2	Pengujian Porositas .....	45
4.5	Pembahasan .....	44
4.5.1	Uji Densitas .....	46
4.5.2	Uji Porositas .....	47
4.6	Data Pengujian .....	48

### **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran .....	49

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	50
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	52
-----------------------	----

### **BIODATA PENULIS**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Turbin Angin Sumbu Horizontal .....	4
Gambar 2.2	Turbin Angin Sumbu Vertical .....	5
Gambar 2.3	<i>Blade</i> .....	6
Gambar 2.4	Klasifikasi komposit Berdasarkan bentuk dari matriks-nya .....	8
Gambar 2.5	komposit berdasakan jenis penguatnya .....	10
Gambar 2.6	Ilustrasi komposit berdasarkan penguatnya .....	11
Gambar 2.7	serat alami.....	11
Gambar 2.8	serat sintesis.....	11
Gambar 2.9	Tipe penguat komposit, (a) Komposit berpenguat partikel, (b) Komposit serat pendek, (c) Komposit serat panjang, (d) Komposit berlapis ( sumber: Meyrs dan Chawla, 2009: 766) ....	13
Gambar 2.10	Lamina dan laminate (Campbell, 2010: 7) .....	18
Gambar 2.11	Metode Hand Lay-Up (Gibson, F Ronald. 1994) .....	20
Gambar 2.12	Skema <i>vacuum bagging</i> .....	20
Gambar 2.13	Proses <i>vacuum infussion</i> .....	21
Gambar 2.14	metode Spray- Up Process .....	22
Gambar 2.15	Filament-Winding Process .....	22
Gambar 2.16	Sheet Molding Compound (SMC) .....	24
Gambar 2.17	Continuous-Pultrusion Process (H.G. De Young,1983) .....	24
Gambar 3.1	Diagram Alir Proses Pembuatan Blade Turbin .....	26
Gambar 3.2	PVC lembaran (polyvinyl chloride) .....	28
Gambar 3.3.	kuas .....	28
Gambar 3.4	amplas .....	29
Gambar 3.5	mesin gerinda .....	29
Gambar 3.6	neraca gantung dan duduk .....	30
Gambar 3.7	Resin Polyepoksi dan Hardener.....	30
Gambar 3.8	Mirror Glaze .....	31
Gambar 3.9	Serat Fiber-Glass .....	31
Gambar 3.10	Ukuran <i>Blade</i> .....	32
Gambar 3.11	Desain <i>Blade</i> .....	32
Gambar 3.12	Memotong Pvc .....	33
Gambar 3.13	pembuatan sudut air foil .....	33
Gambar 3.14	melapisi cetakan <i>Blade</i> .....	34
Gambar 3.15	mencampur polyepoksi dan Hardener .....	34
Gambar 3.16	pembuatan <i>Blade</i> .....	35
Gambar 3.17	Pengeringan <i>Blade</i> .....	36
Gambar 3.18	Finishing <i>Blade</i> .....	36

Gambar 3.19	penyemprotan clear .....	37
Gambar 4.1	Memotong Pvc .....	38
Gambar 4.2	pembuatan sudut air foil .....	39
Gambar 4.3	melapisi cetakan <i>Blade</i> .....	39
Gambar 4.4	mencampur polyepoksi dan Hardener .....	40
Gambar 4.5	pembuatan <i>Blade</i> .....	40
Gambar 4.6	Pengeringan <i>Blade</i> .....	41
Gambar 4.7	Finishing <i>Blade</i> .....	42
Gambar 4.8	penyemprotan clear .....	42



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Pengujian Densitas .....	46
Tabel 4.2	uji porositas .....	47
Tabel 4.3	Data pengujian .....	48



## DAFTAR SIMBOL

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>	<b>Nomor Persamaan</b>
$pb$	Massa jenis	Gr/cm <sup>3</sup>	1
$W_{udara}$	Berat benda di udara	gr	1
$W_{air}$	Berat benda dalam air	gr	1
$P_{air}$	Massa jenis air murni	1gr/cm <sup>3</sup>	1
$P$	Porositas	%	2
$M_b$	Massa sempel setelah direndam	Gr	2
$M$	Massa sempel ketika kering	Gr	2
$V$	Volume sempel	cm <sup>3</sup>	2

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Bukti berat Blade .....	52
Lampiran 2	Ukuran kolam dan air .....	55
Lampiran 3	Pembuatan cetakan Blade .....	57





## DAFTAR ISTILAH SINGKATAN

TASV	: Turbin Angin Sumbu Vertikal.
TASH	: Turbin Angin Sumbu Horizontal.
PMC	: Polymer Matrix Composites.
MMC	: Metal Matrix Composites.
CMC	: Ceramic Matrix Composites.
GRFP	: Glass Fiber Reinforced Plastic.
SIC	: Silicon Carbide.
SMC	: Sheet Molding Compound.