

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA ANGIN SUMBU HORIZONTAL
MENGUNAKAN VARIASI JUMLAH SUDU
BERBASIS *Q-BLADE***

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan oleh :

WAIS AL KHORNI

18.02.03.076

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
KEMENTERIAN PENDIDIKAN , KEBUDAYAAN, RISET
DAN TEKNOLOGI**

2022

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN VARIASI JUMLAH SUDU BERBASIS Q-BLADE

DESIGN AND BUILD OF HORIZONTAL AXIS WIND TURBINE PLANT USING Q-
BLADE BASED VARIATION OF BLADE

Dipersiapkan dan disusun oleh

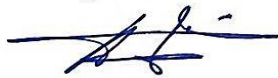
WAIS AL KHORNI

180203076

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada seminar Tugas Akhir tanggal 13 Januari 2022

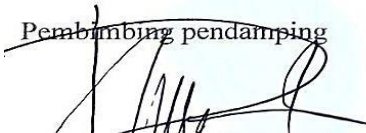
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T.
NIDN : 0028108902

Pembimbing pendamping



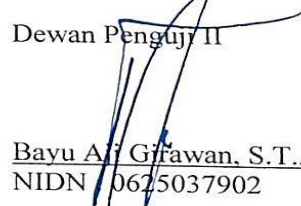
Radhi Arjawan, S.T., M.Eng.
NIDN : 0002069108

Dewan Penguji I



Joko Setia Pribadi, S.T., M.Eng.
NIDN : 0602037702

Dewan Penguji II



Bayu Aji Gifawan, S.T., M.T.
NIDN : 0625037902

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Joko Setia Pribadi, S.T., M.Eng.
NIDN: 0602037702

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Wais Al Khorni
No Mahasiswa : 18.02.03.076
Progam Studi : Diploma III Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusif Royalti Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN VARIASI JUMLAH SUDU
BERBASIS *Q-BLADE*”**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), mendistribusikannya dan menampilkan/mempublikasikan di internal atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap
Pada tanggal : 13 Januari 2022
Yang menyatakan



(Wais Al Khorni)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa dan tanpa menghilangkan rasa hormat yang mendalam, saya selaku penyusun dan penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan semua saudara yang senantiasa memberikan semangat dan doa.
3. Bapak Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
4. Bapak Joko Setia Pribadi, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap.
5. Bapak Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T. selaku Pembimbing I Tugas Akhir.
6. Bapak Radhi Ariawan, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing II Tugas Akhir.
7. Seluruh dosen, asisten, teknisi, karyawan dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah membekali ilmu dan memberi fasilitas peralatan serta membantu dalam segala hal selama kegiatan penulis di kampus
8. Seluruh teman-teman angkatan 2018 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap yang sudah memberikan semangat, bantuan dan inspirasi dan ide-ide positif dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terimakasih untuk semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini, semoga Tuhan selalu melimpahkan berkat dan karunia bagi kita semua.

Cilacap, 13 Januari 2022



(Wais Al Khorni)

ABSTRAK

Pada dasarnya energi angin belum bisa dipergunakan langsung maka dari itu diperlukan suatu mesin untuk bisa merubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik sehingga dapat diteruskan menjadi energi listrik. Alat ini dinamakan turbin angin atau sering disebut juga dengan kincir angin. Secara umum kincir angin terbagi menjadi dua jenis yaitu sumbu *horizontal* dan sumbu. Tujuan dalam rancang bangun pembangkit listrik tenaga yaitu membuat desai sudu dengan variasi jumlah sudu, melakukan simulasi dengan variasi jumlah sudu 3, 4, dan 5 menggunakan *software q-blade*. Menghitung estimasi waktu dalam pembuatan sudu turbin angin. Membandingkan hasil simulasi dengan percobaan sederhana. Metode perancangan yang digunakan adalah metode VDI 2222. Untuk perhitungan menggunakan prinsip perancangan geometri bilah berdasarkan rumus-rumus pada referensi, dan metode pengujian menggunakan perbandingan antara simulasi dan percobaan sederhana. Dalam pengujian dan simulasi divariasikan kecepatan angin 1,1 m/s; 2,4 m/s; 3,6 m/s. Hasil pelaksanaan rancang bangun dan pengujian diperoleh sudu dengan panjang 200 mm, *chord 1* = 30 mm, *chord 2* = 9 mm, *chord 3* = 5 mm, *twist chord 1*=21°, *twist cord 2*= 3,9°, *twist chord 3*= -0,6° dengan waktu total pembuatan 6,17 jam. Hasil percobaan sederhana didapat nilai *Power* sebesar 0.42 Watt dengan kecepatan angin sebesar 3,6 m/s dan putaran rotor hub 450 rpm. Hasil simulasi menunjukkan *Coefitient Power* tertinggi 0,532 dengan nilai *Tip Speed Ratio* 7,6 dan daya yang dihasilkan sebesar 2.309 Watt. Dari hasil percobaan sederhana didapat *Tip Speed Ratio* 2.62, daya turbin yang dihasilkan 0.42 Watt dan nilai *Coefitient Power* 0.0133.

Kata kunci : Turbin Angin, *Q-blade*, *Tip Speed Ratio*, *Coefitient Power*.

ABSTRACT

Wind energy cannot be used directly, therefore a machine is needed to be able to convert wind kinetic energy into mechanical energy thus it can be forwarded into electrical energy. This tool is called as wind turbine or a windmill. In general, windmills are divided into two types, namely the horizontal axis and the vertical axis. The objectives in the design of a wind power plant were to design the blades with variations in the number of blades, perform simulations with variations in the number of blades 3, 4, and 5 using q-blqde software. Calculate the estimated time in the manufacture of wind turbine blades, and compare the simulation results with simple experiments. The design method used was the VDI 2222 method, the calculations used the principle of blade geometry design based on the formulas in the reference, where as the test method used a comparision between simulation and simple experiments. In the test and simulation, the wind speed was varied 1.1 m/s, 2.4 m/s, 3.6 m/s. The results of the implementation of the design and testing obtained blades with a length of 200 mm, a chord 1 = 30 mm, chord 2 = 9 mm, chord 3 = 5 mm off and a twist of 21° , with a total manufacturing time of 6.17 hours. The results of a simple experiment obtained a Powe of 0.42 watt with a wind speed of 3.6 m/s and a rotor hub rotation of 450 rpm. The simulation results showed a Coefitient Power of 0.532 with a Tip Speed Ratio of 7,6 and the resulting Power was 2.309 Watts. From the results of a simple experiment, the calculation of the tip speed ratio was 2.62, the turbine power produced was 0.42 watts and the coefitient power value was 0.0133.

Keywords: *Wind Turbine, Q-blade, Tip Speed Ratio, Coefitient Power.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANGBANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN VARIASI SUDU BERBASIS *Q-BLADE* “**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap. Dengan selesainya Tugas Akhir ini maka penulis tidak lupa mengucapkan banyar terimakasih kepada rekan-rekan yang telah terlibat dan membantu dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr, Ir. Aris Tjahyanto M.Kom selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Roy Aries Permana Tariga, S.T., M.T. selaku Pembimbing I Tugas Akhir yang telah dengan sabar membimbing Tugas Akhir penulis sampai selesai.
3. Bapak Radhi Ariawan, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing II Tugas Akhir yang telah dengan sabar membimbing Tugas Akhir penulis sampai selesai.
4. Bapak Dr. Agus Santoso selaku Dewan Penguji I
5. Bapak Bayu Aji Girawan, S.T., M.T. selaku Dewan Penguji II

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaannya. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Cilacap, 13 Agustus 2022



Wais Al Khorni
180203076

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Turbin	6
2.2.2 Aliran Fluida	7
2.2.3 <i>Blade</i>	8
2.2.4 Generator	8
2.2.5 Proses perancangan menurut VDI 2222	9
2.2.6 Gambar teknik	11
2.2.7 <i>Solidworks</i>	13
2.2.8 Proses produksi	13
2.2.9 Proses pengelasan.....	13
2.2.10 Proses perakitan.....	14

2.2.11 Proses finishing	14
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN	
3.1 Alat dan Bahan	16
3.2 Metode Perancangan	19
3.2.1 Merencana	20
3.2.2 Mengkonsep	21
3.2.3 Merancang	24
3.2.4 Penyelesaian	24
3.3 Prosedur Proses Produksi	24
3.3.1 Identifikasi gambar	25
3.3.2 Persiapan alat dan bahan	25
3.3.3 Proses pemotongan	25
3.3.4 Proses pelapisan resin	26
3.3.5 Proses gurdi	26
3.3.6 Proses perakitan	27
3.3.7 Apakah produk sesuai desain	27
3.3.8 Menghitung waktu produksi	27
3.3.9 Penulisan laporan	27
3.4 Metode Uji Hasil	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perancangan	34
4.1.1 Merencana	34
4.1.2 Mengkonsep	35
4.1.3 Merancang	48
4.1.4 Penyelesaian	49
4.2 Proses Produksi	49
4.2.1 Proses pengerjaan <i>blade</i>	49
4.3 Perhitungan Waktu Proses Produksi	54
4.3.1 Perhitungan estimasi waktu proses pemotongan	54
4.3.2 Perhitungan waktu proses pemahatan	57
4.3.3 Perhitungan waktu proses gurdi	57
4.3.4 Perhitungan estimasi waktu pelapisan resin	60

4.3.5 Perhitungan estimasi waktu proses <i>balancing</i>	61
4.3.6 Perhitungan estimasi waktu proses <i>finishing</i>	62
4.4 Uji Hasil.....	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perancangan menurut VDI 2222.....	9
Gambar 3.1 Diagram alir proses perancangan <i>blade</i> pembangkit listrik tenaga angin	19
Gambar 3.2 Diagram alir simulasi.....	20
Gambar 3.3 Diagram alir proses produksi <i>blade</i>	25
Gambar 3.4 Diagram alir uji hasil	28
Gambar 4.1 <i>Air Foil</i> NACA 4412.....	40
Gambar 4.2 Pembuatan desain <i>blade wind turbine</i> pada <i>software q-blade</i>	41
Gambar 4.3 Grafik <i>Coefficient Power</i> terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> 1,1 m/s.....	42
Gambar 4.4 Grafik <i>Coefficient Power</i> terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> 2,4 m/s.....	43
Gambar 4.5 Grafik <i>Coefficient Power</i> terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> 3,6 m/s.....	44
Gambar 4.6 Grafik <i>Power</i> terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> 1,1 m/s	45
Gambar 4.7 Grafik <i>Power</i> terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> 2,4 m/s	46
Gambar 4.8 Grafik <i>Power</i> terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> 3,6 m/s	47
Gambar 4.9 Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Horizontal.....	48
Gambar 4.10 Baling-baling pembangkit listrik tenaga angin sumbu horizontal	48
Gambar 4.11 <i>Blade</i> (bilah) Pembangkit listrik tenaga angin sumbu horizontal	49
Gambar 4.12 Bagian <i>blade</i> (bilah).....	49
Gambar 4.13 Contoh material kayu jati.....	55
Gambar 4.14 Ukuran bor pada <i>blade</i> (bilah)	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Alat.....	16
Tabel 3.1	Alat (lanjutan).....	17
Tabel 3.1	Alat (lanjutan).....	18
Tabel 3.2	Bahan.....	18
Tabel 3.2	Bahan (lanjutan).....	19
Tabel 3.3	Identifikasi produk.....	21
Tabel 3.4	Data uji hasil.....	28
Tabel 3.4	Data uji hasil (lanjutan).....	29
Tabel 3.5	Data uji hasil.....	29
Tabel 3.6	Data uji hasil.....	29
Tabel 3.7	Data uji hasil.....	29
Tabel 3.8	Data uji hasil.....	30
Tabel 3.9	Data uji hasil angin alami di pantai teluk penyu jam 07:00 pada ketinggian 0,7 mdpl.....	31
Tabel 3.10	Data uji hasil angin alami di pantai teluk penyu jam 12:00 pada ketinggian 0,7 mdpl.....	31
Tabel 3.11	Data uji hasil angin alami di pantai teluk penyu jam 17:00 pada ketinggian 0,7 mdpl.....	31
Tabel 3.12	Perbandingan simulasi dengan percobaan sederhana.....	32
Tabel 3.13	Perbandingan simulasi dengan percobaan sederhana di pantai teluk penyu.....	33
Tabel 4.1	Daftar kebutuhan bilah.....	34
Tabel 4.2	Diagram matrik kebutuhan.....	35
Tabel 4.3	Penilaian konsep.....	35
Tabel 4.3	Penilaian konsep (lanjutan).....	36
Tabel 4.4	Parameter perancangan bilah.....	37
Tabel 4.5	Perancangan geometri bilah.....	37
Tabel 4.5	Perancangan geometri bilah (lanjutan).....	38
Tabel 4.6	Proses pengerjaan <i>blade</i>	50
Tabel 4.6	Proses pengerjaan <i>blade</i> (lanjutan).....	51

Tabel 4.6	Proses pengerjaan <i>blade</i> (lanjutan)	52
Tabel 4.7	Proses pelapisan <i>blade</i> dengan resin.....	52
Tabel 4.7	Proses pelapisan <i>blade</i> dengan resin (lanjutan)	53
Tabel 4.8	Proses <i>balancing</i>	53
Tabel 4.8	Proses <i>balancing</i> (lanjutan).....	54
Tabel 4.9	Waktu yang dibutuhkan pada proses pemotongan kayu balok	56
Tabel 4.9	Waktu yang dibutuhkan pada proses pemotongan kayu balok (lanjutan)	57
Tabel 4.10	Waktu yang dibutuhkan untuk pemahatan	57
Tabel 4.11	Waktu proses gurdi	60
Tabel 4.12	Waktu proses pelapisan resin.....	60
Tabel 4.12	Waktu proses pelapisan resin (lanjutan)	61
Tabel 4.13	Waktu proses <i>balancing</i>	61
Tabel 4.14	Waktu proses <i>finishing</i>	62
Tabel 4.15	Data uji hasil	62
Tabel 4.16	Data uji hasil.....	62
Tabel 4.17	Data uji hasil	63
Tabel 4.18	Data uji hasil	63
Tabel 4.19	Data uji hasil	63
Tabel 4.20	Data uji hasil	63
Tabel 4.20	Data uji hasil (lanjutan).....	64
Tabel 4.21	Data uji hasil angin alami di pantai teluk penyu jam 07:00 pada ketinggian 0,7 mdpl.....	66
Tabel 4.22	Data uji hasil angin alami di pantai teluk penyu jam 12:00 pada ketinggian 0,7 mdpl.....	66
Tabel 4.23	Data uji hasil angin alami di pantai teluk penyu jam 17:00 pada ketinggian 0,7 mdpl.....	66
Tabel 4.24	Perbandingan simulasi dengan percobaan sederhana	68
Tabel 4.25	Perbandingan simulasi dengan percobaan sederhana di pantai Teluk Penyu	68

Tabel 4.25 Perbandingan simulasi dengan percobaan sederhana di pantai Teluk Penyu (lanjutan).....	69
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I Biodata Penulis
- LAMPIRAN II Uji hasil percobaan sederhana menggunakan angin buatan
- LAMPIRAN III Uji hasil percobaan sederhana menggunakan angin buatan angin alami pada ketinggian 0.7 mdpl
- LAMPIRAN IV Gambar desain pembangkit listrik tenaga angin LAMPIRAN V Gambar desain *blade*
- LAMPIRAN VI Gambar desain rotor hub