

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

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan oleh :

Adam Jauza Maulana

180303079

**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 SUDUT *BLADE*
BERBASIS *Q-BLADE*

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

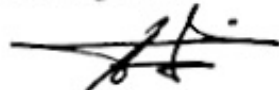
Dipersiapkan dan disusun oleh :

Adam Jauza Maulana
180303079

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada Seminar Tugas Akhir Tanggal 13 Januari 2022

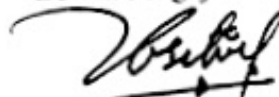
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



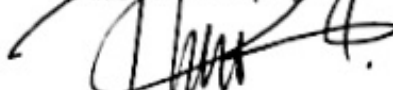
Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T.
NIDN : 0028108902

Dewan Penguji 1



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

Dosen Pendamping



Radji Ariawan, S.T., M.Eng.
NIDN : 0002069108

Dewan Penguji 2



Bayu Aji Gusawan, 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 dibawah ini:

Nama : Adam Jauza Maulana
No. Mahasiswa : 180303079
Program 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 BANGUN PEMBANGKIT LISTIK SUMBU
HORIZONTAL MENGGUNAKAN VARIASI SUDUT *BLADE* BERBASIS
Q-BLADE”**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya dan menampilkan/mempublikasikan diinternet 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 : 9 Agustus 2021

Yang menyatakan



(Adam Jauza Maulana)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah Subhannahu Wa Ta'ala dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Ibu dan Ayah tercinta yang senantiasa selalu memberikan semangat dan memfasilitasi segala hal dalam kehidupan saya sehingga mempermudah saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua pembimbing saya yang selalu dengan sabar memberikan arahan serta motivasi kepada saya agar mampu menjadi pribadi yang lebih baik.
3. Kedua penguji yang telah memberikan kritik serta saran kepada saya, mulai dari seminar proposal tugas akhir hingga sidang tugas akhir terlaksana.
4. Partner tugas akhir saya yang selalu kompak dan memberi semangat hingga selesainya tugas akhir ini.
5. Support system saya Hana Mustika yang selalu menemani, memberikan semangat serta dukungan kepada saya hingga saat ini.
6. Sahabat-sahabat saya yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang selalu memberikan saya semangat, arahan serta dukungan kepada saya.

Terimakasih atas segala bantuan baik materi serta moral hingga pada akhirnya terselesaikan Tugas Akhir saya ini. Semoga Allah Subhannahu Wa Ta'ala selalu memberikan limbahan berkah dan karunianya kepada semua pihak yang telah banyak membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Cilacap, 9 Agustus 2021



(Adam Jauza Maulana)


KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "RANCANG BANGUN BANGUN PEMBANGKIT LISTIK SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN VARIASI SUDUT *BLADE* BERBASIS *Q-BLADE*". Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan Diploma III Politeknik Negeri Cilacap. Berkat bimbingan, pengarahan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M. Kom. selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Joko Setia Pribadi, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.
3. Bapak Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T. selaku pembimbing satu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Radhi Ariawan, S.T., M.Eng. selaku pembimbing dua dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Eng. Agus Santoso selaku penguji I dalam sidang Tugas Akhir ini.
6. Bapak Bayu Aji Girawan, S.T., M.T. selaku penguji II dalam sidang Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin angkatan 2018 yang sama-sama berjuang dan telah memberikan semangat dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dan demi perbaikan sangat peneliti harapkan agar penulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan peneliti khususnya.

Cilacap, 9 Agustus 2021



Adam Jauza Maulana

ABSTRAK

Penggunaan energi angin sebagai energi alternatif ini muncul sebagai sumber energi terbarukan. Indonesia merupakan negara yang memiliki wilayah pesisir pantai yang berpotensi untuk sebuah pengembangan pembangkit listrik tenaga angin. Diperlukan mesin turbin angin sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Tujuan dalam rancang bangun pembangkit listrik dengan variasi sudut *blade* berbasis *q-blade* yaitu melakukan simulasi untuk mengetahui dan membandingkan nilai dari *coefficient power* (C_p) dan nilai *Tip Speed Ratio* (TSR), membuat *blade*, dan melakukan uji fungsi *blade*. Metode yang digunakan dalam proses perancangan yaitu VDI 2222, untuk proses simulasi menggunakan *software Q-blade* dan melakukan perhitungan geometri bilah sebagai data penentu pada langkah simulasi. Hasil pelaksanaan dari rancang bangun serta simulasi dan uji fungsi diperoleh desain *blade* menggunakan variasi sudut 5° dengan panjang 200 mm, chord 1 = 30 mm, chord 2 = 9 mm, chord 3 = 10 mm dan dengan menggunakan bentuk penampang *airfoil* NACA 4412 dan jenis *taper*. Simulasi yang didapat rata-rata C_p 0,65 dan nilai TSR *maximum* 7 dengan tiga kecepatan 1,3 m/s, 2,4 m/s, 3,6 m/s menggunakan variasi sudut 3° , 5° , dan 10° . Pada nilai power diperoleh 0,05 Watt, 0,52 Watt, 1,76 Watt dengan sudut 5° .

Kata kunci: Turbin, *coefficient power*, *Tip Speed Ratio*, sudut *blade*

ABSTRACT

The use of wind as an alternative energy is emerging as a renewable energy source. Indonesia is a country that has a coastal area that has the potential for a wind power plant development. Wind turbine engine is needed as a converter of mechanical energy into electrical energy. The objectives in the design of power plants with variations in blade angles based on q-blade were to perform simulations to find out and compare the values of the power coefficient (C_p) and Tip Speed Ratio (TSR), make blades, and perform blade function tests. The method used in the design process used VDI 2222, for the simulation process by using Q-blade software and calculating the geometry of the blades as the determining data in the simulation step. The results of the implementation of the design as well as simulations and function tests are obtained by using a blade design variation of 5° angle with a length of 200 mm, chord 1 = 30 mm, chord 2 = 9 mm, chord 3 = 10 mm and by using the NACA 4412 airfoil cross-sectional shape and type taper. The simulation obtained an average C_p of 0.65 and a maximum TSR value of 7 with three speeds of 1.3 m/s, 2.4 m/s, 3.6 m/s using 3° , 5° , and 10° angle variations. The power value obtained was 0.05 Watt, 0.52 Watt, 1.76 Watt with an angle of 5° .

Keywords: *Turbine, power coefficient, Tip Speed Ratio, blade angle*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSTUJUAN PUBLIKASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
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 Angin.....	6
2.2.2 Turbin Angin Poros Vertikal (VAWT).....	7
2.2.3 Turbin Angin Poros Horizontal (HAWT).....	8

2.2.4 <i>Blade</i>	8
2.2.5 Generator.....	10
2.2.6 Metode Perancangan VDI 2222	11
2.2.7 Gambar teknik.....	12
2.2.8 <i>Balancing</i>	12
2.2.9 Solid Works	13
2.2.10 Elemen Poros	13
2.2.11 <i>Software Q-blade</i>	14
2.2.12 Proses Produksi	15

BAB III METODE PENYELESAIAN

3.1 Alat dan Bahan	18
3.2 Metode Perancangan.....	21
3.2.1 Merencana.....	23
3.2.2 Mengkonsep.....	24
3.2.3 Merancang.....	25
3.2.4 Penyelesaian.....	25
3.3 <i>Flow of Process</i> Produksi	25
3.4 Uji Fungsi	27

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Perancangan	29
4.1.1 Merencana.....	29
4.1.2 Mengkonsep.....	30
4.1.3 Merancang.....	38
4.1.4 Penyelesaian.....	40
4.2 <i>Flow of Process</i> Produksi	40

4.3 Uji Fungsi	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perancangan menurut VDI 2222	11
Gambar 3.1 Diagram alir proses perancangan <i>blade</i>	22
Gambar 3.2 Diagram alir simulasi <i>Q-blade</i>	23
Gambar 3.3 Diagram alir pembuatan <i>blade</i>	26
Gambar 3.4 Diagram uji fungsi.....	27
Gambar 4.1 <i>Aorfoil</i> NACA 4412	35
Gambar 4.2 Proses pembuatan desain <i>blade</i> turbin angin pada <i>software q-blade</i>	36
Gambar 4.3 Perbandingan Grafik C_p terhadap TSR, dengan variasi sudut <i>blade</i> dengan kecepatan 1,1 m/s.....	37
Gambar 4.4 Perbandingan Grafik C_p terhadap TSR, dengan variasi sudut <i>blade</i> dengan kecepatan 2,4 m/s.....	38
Gambar 4.5 Perbandingan Grafik C_p terhadap TSR, dengan variasi sudut <i>blade</i> dengan kecepatan 3,6 m/s.....	39
Gambar 4.6 Grafik <i>Power</i> terhadap TSR dengan kecepatan angin 1,1 m/s.....	40
Gambar 4.7 Grafik <i>Power</i> terhadap TSR dengan kecepatan angin 2,4 m/s.....	41
Gambar 4.8 Grafik <i>Power</i> terhadap TSR dengan kecepatan angin 3,6 m/s.....	42
Gambar 4.9 Desain wujud Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Horizontal	43
Gambar 4.10 Baling-baling Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Horizontal	43
Gambar 4.11 <i>Blade</i> (Bilah) Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Horizontal	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan jenis <i>blade</i>	9
Tabel 3.1 Alat.....	19
Tabel 3.2 Bahan	21
Tabel 3.3 Identifikasi masalah produk	25
Tabel 4.1 Daftar kebutuhan <i>blade</i>	29
Tabel 4.2 Diagram matrik kebutuhan	30
Tabel 4.3 Parameter perancangan bilah <i>taper</i> NACA 4412	31
Tabel 4.4 Geometri Bilah Taper NACA 4412	31
Tabel 4.5 Nama bagian <i>blade</i>	43
Tabel 4.6 Bahan <i>blade</i>	44
Tabel 4.7 Proses pembuatan <i>blade</i>	45
Tabel 4.8 Pelapisan <i>blade</i> dengan resin	48
Tabel 4.9 Proses <i>balancing</i>	49
Tabel 5.1 Parameter uji fungsi	50
Tabel 5.2 Grafik Simulasi Q- <i>blade</i> dengan kecepatan (1,3 m/s)	50
Tabel 5.3 Grafik Simulasi Q- <i>blade</i> dengan kecepatan (2,4 m/s)	51
Tabel 5.4 Grafik Simulasi Q- <i>blade</i> dengan kecepatan (3,6 m/s)	51
Tabel 5.5 Grafik simulasi <i>q-blade</i> dengan diameter <i>blade</i> 0,3 m dengan kecepatan angin buatan 1,1 m/s.....	52
Tabel 5.6 Grafik simulasi <i>q-blade</i> dengan diameter <i>blade</i> 0,3 m dengan kecepatan angin buatan 2,4 m/s.....	52
Tabel 5.7 Grafik simulasi <i>q-blade</i> dengan diameter <i>blade</i> 0,3 m dengan kecepatan angin buatan 3,6 m/s.....	53
Tabel 5.8 Grafik simulasi <i>q-blade</i> angin nyata dengan kecepatan (0,63 m/s)	53
Tabel 5.9 Grafik simulasi <i>q-blade</i> angin nyata dengan kecepatan (2,4 m/s)	53
Tabel 5.10 Grafik simulasi <i>q-blade</i> angin nyata dengan kecepatan (2,8 m/s)	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Biodata Penulis

Lampiran II Struktur Model *Loading* Angin Buatan

Lampiran III Struktur Model *Loading* Angin Nyata

Lampiran IV Desain *blade* NACA 4412 sudut 5°

Lampiran V Desain *sub plate*