



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGARUH LINIERISASI SUDUT PUNTIR
TERHADAP EFESIENSI BILAH TAPERLESS
AIRFOIL NACA 4415 PADA APLIKASI PLTB**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Dafa Hafidzh Ridhoari

NIM. 1802321018

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
AGUSTUS, 2021**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH LINIERISASI SUDUT PUNTIR TERHADAP EFESIENSI BILAH TAPERLESS AIRFOIL NACA 4415 PADA APLIKASI PLTB

Oleh :

Dafa Hafidzh Ridhoari

NIM. 1802321018

Program Studi Teknik Konversi Energi

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.

NIP. 196605191990031002

Pembimbing II

Adi Syuriadi, S.T., M.T.

NIP. 197611102008011011

Ketua Program Studi

Teknik Konversi Energi

Ir. Agus Sukandi, M.T.

NIP. 196006041998021001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENGARUH LINIERISASI SUDUT PUNTIR TERHADAP EFESIENSI
BILAH TAPERLESS AIRFOIL NACA 4415 PADA APLIKASI PLTB**

Oleh :

Dafa Hafidzh Ridhoari

NIM. 1802321018

Program Studi Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 20 Agustus 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Tanda Tangan
1.	Ir. Agus Sukandi, M.T. NIP. 196006041998021001	
2.	Ir. Emir Ridwan, M.T. NIP.196002021990031001	

Depok, 20 Agustus 2021

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.
NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dafa Hafidzh Ridhoari

NIM : 1802321018

Menyatakan bahwa judul dan isi Laporan Tugas Akhir ini bebas dari plagiasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 20 Agustus 2021



METERAI
TEMPEL
Rp. 2000
CAAJX21438885

Dafa Hafidzh Ridhoari

NIM. 1802321018



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Suatu pembangkit listrik yang dihasilkan dari angin tidak mengandung emisi CO₂ dan tidak berkontribusi terhadap efek rumah kaca. Turbin angin dapat digunakan pada daerah terpencil sebagai pembangkit listrik untuk sekitar daerah tersebut. Pada perhitungan perancangan bilah, sudut bilah berubah tidak linier sepanjang bilah sehingga sulit untuk dibuat karena itu perlu dilakukan linierisasi pada sudut bilah. Proses linierisasi bertujuan untuk memudahkan pembuatan bilah tetapi mereduksi sedikit daya. Perancangan bilah yang tepat menghasilkan kinerja konversi energi yang optimal pada kecepatan angin tinggi maupun rendah. Perancangan bilah menggunakan aplikasi Qblade menggunakan *Blade Element Momentum*(BEM) untuk memprediksi kinerja bilah jenis *taperless* dengan *airfoil* NACA 4415. Penentuan geometri bilah sangat menentukan keluaran daya yang dihasilkan. Linierisasi dilakukan pada sudut puntir didapatkan yang paling optimal pada 75% dari total elemen bilah dengan daya input 500 Watt memiliki koefisien daya (C_p) sebesar 0,53 pada TSR 5. Penurunan efisiensi sebesar 0,43 % antara tanpa linierisasi dengan linierisasi sudut puntir.

Kata kunci: Bilah, Sudut, Linierisasi, Perancangan.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

A power plant generated from wind does not contain CO₂ emissions and does not contribute to the greenhouse effect. Wind turbines can be used in remote areas to generate electricity for the surrounding area. In the calculation of the design of the blade, the angle of the blade changes non-linearly along the blade so it is difficult to make it because it needs to be linearized on the angle of the blade. The linearization process aims to facilitate the manufacture of blades but reduce a little power. Proper blade design results in optimal energy conversion performance at both high and low wind speeds. Blade design using the Qblade application uses Blade Element Momentum (BEM) to predict the performance of a taperless blade with Airfoil NACA 4415. Determination of blade geometry greatly determines the resulting power output. Linearization carried out at the torsion angle was found to be the most optimal at 75% of the total blade elements with an input power of 500 Watts having a power coefficient (C_p) of 0.53 at TSR 5. The decrease in efficiency was 0.43% between without linearization and linearization of the torsion angle.

Keywords: Blade, Angle, Linierization, Design.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari hambatan dan perlu bantuan, bimbingan, motivasi, serta dukungan dari berbagai pihak hingga pada akhirnya dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ribuan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Orang tua kami yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materil;
2. Bapak Ir. Agus Sukandi, M.T. selaku kepala Program Studi Teknik Konversi Energi yang telah membantu mengarahkan penulis;
3. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Adi Syuriadi, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini;
5. Bapak Ricky Elson selaku founder PT. Lentera Bumi Nusantara dalam memberikan bimbingan kepada penulis dalam kegiatan Praktik Kerja Lapangan;
6. Bang Muhammad Nasrul, Bang Muhammad Alroshady Said, serta tim lainnya di PT. Lentera Bumi Nusantara yang telah membimbing selama penyusunan laporan;
7. Kawan-kawan di PT. Lentera Bumi Nusantara yang telah membagikan pengalamannya sebagai bentuk pembelajaran;

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari banyaknya kekurangan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, apabila nantinya terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan ini penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan para pembaca pada umumnya.

Depok, 20 Agustus 2021

Penulis





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISTILAH

Lambang Romawi

Lambang	Besaran	Satuan
A	Luas penampang	m^2
a	Faktor induksi aksial	-
a'	Faktor induksi angular	-
B	Jumlah bilah	-
c	Panjang <i>chord</i>	-
C_D	Koefisien hambatan	-
C_L	Koefisien angkat	-
C_P	Koefisien daya	-
F_D	Gaya hambatan	$N (kg \cdot m^2/s^2)$
F_L	Gaya angkat	$N (kg \cdot m^2/s^2)$
F_N	Gaya normal	$N (kg \cdot m^2/s^2)$
F_T	Gaya tangensial	$N (kg \cdot m^2/s^2)$
g	Percepatan gravitasi	m/s^2
h	Ketinggian	m
I	Momen inersia	$kg \cdot m^2$
m	Massa	kg
N	Total elemen	-
n	Potongan melintang (<i>section</i>)	-
P	Daya turbin	$W(kg \cdot m^2/s^3)$
P_{angin}	Daya angin	$W (kg \cdot m^2/s^3)$
P_{maks}	Daya maksimal turbin	$W (kg \cdot m^2/s^3)$
p	Tekanan angin	$Pa (kg \cdot m^2/s^2)$
R	Jari-jari total bilah	m
r	radius lokal	m
r_{hub}	Radius pangkal	m
T	<i>Thrust</i>	$N (kg \cdot m^2/s^2)$



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

t	waktu	s
U	Kecepatan angin	m/s
U_{rel}	Kecepatan angin relatif	m/s

Lambang Yunani

Lambang	Besaran	Satuan
λ	<i>Tip speed ratio</i>	-
λ_r	<i>Lokal speed ratio</i>	-
σ	Soliditas	-
σ_r	Soliditas lokal	-
τ	Torsi	N·m(kg·m ² /s ²)
α	Sudut serang (<i>angle of attack</i>)	°
β	Sudut puntir (<i>the setting angle</i>)	°
ϕ	Sudut angin relatif (<i>flow angle</i>)	°
η	Efisiensi	-
Ω	Kecepatan angular bilah	rad/s(30/π rpm)
ρ	Densitas fluida	kg·m ³
ω	Kecepatan angular wake	rad/s(30/π rpm)
ν	Viskositas kinematic fluida	m ² /s
μ	Viskositas dinamik fluida	N·s/m ² (kg/s·m)

Subskrip

Lambang	Deskripsi
i	Elemen
n	Potongan melintang (<i>section</i>)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISTILAH	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	2
1.5 Lokasi Objek Tugas Akhir	2
1.6 Metode Penyelesaian Masalah	2
1.7 Manfaat yang Didapatkan	3
1.8 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Turbin Angin	5
2.1.1 Jenis Turbin Angin	5
2.1.2 Komponen Turbin Angin	6
2.1.3 Jenis-Jenis Bilah	8
2.2 Teori Momentum Linier	8
2.3 Teori Momentum Angular	10



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4	Aerodinamis pada Turbin Angin.....	12
2.4.1	Jenis Airfoil.....	12
2.4.2	Gaya-Gaya pada Turbin Angin	14
2.5	Teori Elemen Bilah	15
2.6	Teori Elemen Momentum Bilah	16
2.7	Blade Twist	18
2.8	Software Qblade.....	19
BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN.....		20
3.1	Diagram Alir	20
3.1. 1	Studi Literatur	21
3.1. 2	Perancangan Bilah.....	21
3.1. 3	Simulasi Rancangan Bilah.....	22
3.1. 4	Penentuan Geometri Bilah.....	23
3.1. 5	Proses Linierisasi Sudut Twist.....	24
3.1. 6	Analisis Data.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Hasil Perancangan Bilah.....	26
4.2	Hasil Simulasi Rancangan Bilah.....	26
4.3	Hasil Penentuan Geometri Bilah.....	27
4.4	Hasil Proses Linierisasi Sudut Twist	28
4.5	Hasil Analisa Data.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		34
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran.....	34
DAFTAR PUSAKA		35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kincir angin dengan sumbu horizontal	5
Gambar 2. 2 Kincir Angin dengan Poros Vertikal	6
Gambar 2. 3 Beberapa Macam Turbin Angin	7
Gambar 2. 4 Jenis-Jenis Bilah	8
Gambar 2. 5 Aktuator disk	9
Gambar 2. 6 Skema parameter pada analisis momentum angular	10
Gambar 2. 7 Airfoil NACA 4415	12
Gambar 2. 8 Bentuk Geometri Airfoil	13
Gambar 2. 9 Sudut-Sudut pada Airfoil	13
Gambar 2. 10 Gaya pada Rotor bilah dalam aliran udara	14
Gambar 2. 11 Arah Datang Angin	15
Gambar 2. 12 skematik pada elemen bilah	15
Gambar 2. 13. Perbedaan twist pada (r/R) bilah turbin	18
Gambar 2. 14 Linierisasi Chord dan Sudut Puntir bilah jenis taper	18
Gambar 2. 15 Software Qblade v0.96	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir	20
Gambar 4. 1 Airfoil NACA 4415	26
Gambar 4. 2 Grafik C_l/C_d – Alpha	26
Gambar 4. 3 grafik C_l -Alpha	27
Gambar 4. 4 Grafik Sudut Twist tanpa Linierisasi	28
Gambar 4. 5 Grafik Twist Linier 25%	28
Gambar 4. 6 Grafik Twist Linier 50%	29
Gambar 4. 7 Grafik Twist Linier 75%	29
Gambar 4. 8 Desain Bilah tanpa Linierisasi Sudut Twist	30
Gambar 4. 9 Desain Bilah pada Linierisasi Sudut Twist 75%	30
Gambar 4. 10 Desain Bilah dengan Linierisasi Sudut Twist 50%	31
Gambar 4. 11 Desain Bilah dengan Linierisasi Sudut Twist 25%	31
Gambar 4. 12 Grafik P-V tanpa Linierisasi Sudut Twist	31
Gambar 4. 13 Grafik C_p -TSR pada Kecepatan Angin 12 m/s	32
Gambar 4. 14 Grafik Daya-RPM tanpa Linierisasi Sudut Twist	32
Gambar 4. 15 Grafik Daya-RPM pada Linierisasi Twist 75%	33

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Bilah.....	21
Tabel 3. 2 Parameter Geometri.....	23
Tabel 3. 3 Pembagian Bilah ke Beberapa Elemen.....	23
Tabel 4. 1 Hasil Parameter Bilah.....	26
Tabel 4. 2 Hasil Parameter.....	27
Tabel 4. 3 Hasil Parameter Geometri.....	27
Tabel 4. 4 Variasi Sudut Twist.....	29





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Turbin Angin TSD-500 W.....	51
--	----





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit listrik yang menggunakan batu bara menghasilkan emisi CO₂ yang menyebabkan efek rumah kaca. Listrik yang dihasilkan dari angin tidak menghasilkan emisi CO₂ dan karena itu tidak berkontribusi pada efek rumah kaca. Banyak hal yang dapat dimanfaatkan oleh energi angin dan itu dapat membuka banyak lapangan pekerjaan. Di daerah terpencil atau daerah dengan jaringan yang lemah turbin angin dapat digunakan untuk mengisi baterai atau dikombinasikan dengan mesin diesel untuk mengurangi penggunaan bahan bakar.[1]

Daya yang di produksi energi angin tergantung pada interaksi antara rotor dengan angin. Desain turbin angin sumbu horizontal menggunakan *airfoil* yang dimana turbin angin mengubah energi kinetik angin menjadi daya angin yang nantinya dapat menghasilkan listrik. Penggunaan *airfoil* dapat digunakan untuk perhitungan dan desain bilah agar menghasilkan daya yang optimal. *Airfoil* NACA 4415 memiliki bentuk yang tipis, dengan rasio C_L/C_D tinggi, momen pitch rendah nilai C_L tinggi, dan nilai C_D rendah. Jenis *airfoil* ini sangat baik digunakan untuk desain turbin angin sumbu horizontal. [2]

Pada perhitungan dan desain bilah, panjang chord, sudut bilah berubah tidak linier di sepanjang bilah. Biasanya bilah seperti ini sulit untuk dibuat dan banyak material yang digunakan, sehingga tidak ekonomis. Jadi, untuk mereduksi kerugian tersebut, perlu dilakukan linierisasi terhadap chord dan sudut bilah. Akan tetapi linierisasi akan mengurangi beberapa persen daya jika dilakukan tidak tepat.[3]

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan bentuk bilah jenis *taperless twist angle* tanpa linierisasi dengan *twist angle* yang dilinierisasi.
2. Bagaimana kinerja bilah jenis *taperless* dengan *twist angle* tanpa linierisasi dengan *twist angle* yang dilinierisasi.
3. Pada elemen berapa *twist angle* yang dilinierisasi paling optimal dalam bentuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan kinerja pada bilah *taperless* airfoil NACA 4415?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbedaan bentuk bilah jenis *taperless twist angle* tanpa linierisasi dengan *twist angle* yang dilinierisasi.
2. Menganalisis kinerja bilah jenis *taperless twist angle* tanpa linierisasi dengan *twist angle* yang dilinierisasi.
3. Mengetahui pada elemen berapa *twist angle* yang dilinierisasi paling optimal dalam kinerja pada bilah *taperless* airfoil NACA 4415?

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Linierisasi Sudut Puntir terhadap Efisiensi Bilah Taperless Airfoil NACA 4415 pada Aplikasi PLTB” pembahasannya mencakup tentang:

1. Perbedaan bentuk bilah jenis *taperless twist angle* tanpa linierisasi dengan *twist angle* yang dilinierisasi.
2. Analisis kinerja bilah jenis *taperless twist angle* tanpa linierisasi dengan *twist angle* yang dilinierisasi.
3. Elemen-elemen pada bilah jenis *taperless* terhadap kecepatan angin yang menerpa bilah.

1.5 Lokasi Objek Tugas Akhir

Lokasi objek tugas akhir ini dilaksanakan di PT. Lentera Bumi Nusantara, Jl. Raya Ciheras Kp. Sindang Asih, Dusun Lembur Tengah, Desa Ciheras, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya.

1.6 Metode Penyelesaian Masalah

1. Studi literatur;
2. Perancangan Bilah;
3. Simulasi Rancangan Bilah;
4. Penentuan Geometri Bilah;



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Proses Linierisasi Sudut *Twist*;
6. Analisa Data.

1.7 Manfaat yang Didapatkan

Manfaat yang didapat sebagai berikut :

1. Memperkenalkan bentuk bilah *taperless*.
2. Memperkenalkan geometri bilah.
3. Memberikan pengetahuan tentang gaya-gaya yang terjadi pada bilah.
4. Memberikan titik pada elemen bilah yang tepat untuk linierisasi.

1.8 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

1. Bagian Awal
 - a. Halaman Judul
 - b. Halaman Pengesahan
 - c. Abstrak
 - d. Kata Pengantar
 - e. Daftar Isi
 - f. Daftar Tabel
 - g. Daftar Gambar
 - h. Daftar Lampiran
2. Bagian Utama
 - a. BAB I Pendahuluan
Merupakan bagian yang terdiri dari: latar belakang, perumusan masalah, tujuan, rumusan masalah, ruang lingkup dan batasan masalah, lokasi objek, metode penyelesaian masalah, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan tugas akhir.
 - b. BAB II Tinjauan Pustaka
Merupakan bagian yang berisi studi pustaka/literatur yang memaparkan rangkuman kritis tentang topik tugas akhir yang akan dibahas.
 - c. BAB III Metodologi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Merupakan bagian yang berisi menguraikan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah meliputi studi literatur, perancangan bilah, simulasi rancangan bilah, penentuan geometri bilah, proses linierisasi sudut *twist*, dan analisa data.

d. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Merupakan bagian yang berisi hasil dan pembahasan, perhitungan-perhitungan analisis, serta interpretasi dan pembahasan hasil perhitungan.

e. BAB V Kesimpulan

Merupakan bagian yang berisi kesimpulan dari seluruh analisis data dan pembahasan hasil perhitungan.

3. Bagian Akhir

- a. Daftar Pustaka
- b. Lampiran



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Bentuk bilah tanpa linierisasi yaitu berbentuk melengkung dari pangkal ke ujung dapat terlihat di bagian trailing edge bilah, sedangkan bentuk bilah yang di linierisasi yaitu datar dari pangkal ke ujung.
2. Kinerja bilah tanpa linierisasi lebih tinggi dengan kinerja bilah yang di linierisasi. Penurunan efisiensi hanya sebesar 0,43% antara tanpa linierisasi dengan linierisasi.
3. Linierisasi yang paling optimal pada 75% dari total elemen bilah yaitu sudut puntir (β) pada $10,73^\circ$ sampai $7,33^\circ$.

5.2 Saran

1. Melakukan perbandingan bilah taperless dengan jenis bilah lainnya karena untuk perhitungan perancangan bilah berbeda-beda pada setiap jenisnya.
2. Memasukan faktor koreksi pada simulasi agar perhitungan daya menjadi lebih akurat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSAKA

1. Hansen MOL. Aerodynamics Of Wind Turbines. third. New York: Routledge. 2015;
2. Manwell JF, McGowan JG, Rogers AL. WIND ENERGY EXPLAINED. Second. 2009;
3. Himran S. Energi Angin. I. Rizky G, editor. Yogyakarta: ANDI(Anggota IKAPI). 2019;
4. Dahlan B. Rancang Bangun Baling-Baling Kincir Angin Menggunakan Naca 4412 Dan 4415 Dari Bahan Kayu Mahoni (Swietenia Macrophylla) Dan Pinus (Pinus Merkusii). 2016;
5. Al-Shemmeri. Wind Turbines. Ventus Publishing Aps. 2010;
6. Nada, A. A., & Al-Shahrani AS. Shape Optimization of Low Speed Wind Turbine Blades Using Flexible Multibody Approach. Energy Procedia; 2017;
7. Zahra IN. Modul Pengenalan Turbin Angin. 2014;
8. Piggott H. Windpower Workshop: Building Your Own Wind Turbine. Centre of Alternative Technology Publications. 1997;
9. Ragheb M. Aerodynamics of rotor blades. 2013.;
10. Wilson RE. Aerodynamics of wind turbines. 1980.
11. Padmaja, D.,V., and Appala Raju T.,A. Scheming and Substantial Advances to Wind Turbine Blade Design. Int J Res Mech Eng Technol. 2013;
12. Rachman A, Pratiwi P, Ashari L. Rancang Bangun dan Uji Prestasi Horizontal Axis Wind Turbine Jenis Taper Design and Performance Horizontal Axis Wind Turbine Taper Type. 2019;
13. Marten, D., & Wendler J. Qblade Guidelines. 2013;
14. Ingram G. Wind Turbine Blade Analysis using Blade Element Method. Durham University. 2011;
15. Zahra IN. Dasar - Dasar Perancangan Bilah. 2014;





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 1 Spesifikasi Turbin Angin TSD-500 W



THE SKY DANCER

System Name	TSD-500
Turbine Type	HAWT
Maximum Power Output	500 Wp at 12 m/s above
Start up Wind Speed	2.5 m/s
Cut in Wind Speed	3 m/s
Survival Wind Speed	33 m/s
Generator Type	3-phase permanent magnet (Coggingless technology)
Blade Diameter	1.6 and 2 m
Number of blades	3 blades
Blade Material	Pinewood
Maximum RPM	1000 RPM
Storage System	24 V
Weight of Turbine System (except pole)	25 kg
Height of Pole	4 + 6 m
Manufactured by	Nidec Corp. Japan

LENTERA ANGIN NUSANTARA
Jalan Raya Cihelas, Cipaluhah-Tasikmalaya, Jawa Barat
nusantaraangin@le.ntara.lg.mall.com
0821 21 318819

