

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xiii
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	2
I.2.1. Batasan Masalah .....	2
I.3. Tujuan Penelitian .....	3
I.4. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1. Metode Seleksi <i>Airfoil</i> dengan XFOIL .....	4
II.2. Komparasi Antara Metode BEM dan CFD .....	5
II.3. Validasi Metode BEM dengan Hasil Eksperimen <i>Wind Tunnel</i> .....	6
II.4. Pengujian Bilah <i>Inverse Taper</i> .....	8
BAB III DASAR TEORI .....	10
III.1. Energi Angin.....	10
III.2. Teori Momentum .....	11
III.2.1. Momentum Aksial.....	12
III.2.2. Momentum Angular .....	14
III.3. Aerodinamis pada <i>Airfoil</i> .....	18
III.4. Teori Elemen Bilah .....	20
III.5. Teori Momentum-Elemen Bilah .....	22
III.5.1. Perhitungan Koefisien Daya .....	23

III.6. Faktor-Faktor Koreksi.....	25
III.6.1. Koreksi Rugi Ujung dan Pangkal.....	26
III.6.2. Koreksi pada Kondisi <i>Wake</i> Turbulen .....	26
III.6.3. Koreksi Koefisien Angkat Tiga Dimensi dan Rotasi.....	27
III.7. Bentuk Rancangan Bilah <i>Inverse Taper</i> .....	27
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN .....	29
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian.....	29
IV.2. Tata Laksana Penelitian .....	30
IV.2.1. Studi Literatur .....	31
IV.2.2. Perancangan Dimensi Bilah.....	31
IV.2.3. Simulasi Rancangan Bilah .....	35
IV.2.4. Seleksi Rancangan Dimensi Bilah .....	35
IV.2.5. Perbaikan Rancangan Dimensi Bilah.....	36
IV.2.6. Perhitungan Teoritis.....	38
IV.2.7. Implementasi Hasil Rancangan Bilah.....	40
IV.2.8. Pengujian Lapangan.....	40
IV.2.9. Pengolahan Data Pengujian Lapangan.....	41
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
V.1. Hasil Perancangan Dimensi Bilah.....	42
V.2. Hasil Simulasi Rancangan Bilah.....	42
V.3. Hasil Seleksi Rancangan Dimensi Bilah.....	43
V.3.1. Hasil Seleksi Lebar <i>Innermost Station/Hub</i> .....	43
V.3.2. Hasil Seleksi $C_P$ Target .....	44
V.3.3. Hasil Seleksi Rentang TSR pada $C_P$ Target.....	44
V.4. Hasil Perbaikan Rancangan Dimensi Bilah .....	45
V.5. Hasil Perhitungan Teoritis.....	47
V.6. Hasil Implementasi Bilah.....	49
V.7. Hasil Pengujian Lapangan.....	51
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	55
VI.1. Kesimpulan .....	55
VI.2. Saran .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	56

LAMPIRAN .....	58
LAMPIRAN A PROGRAM PERHITUNGAN DAN TABULASI DIMENSI BILAH <i>SEMI-INVERSE TAPER</i> .....	59
LAMPIRAN B TABEL KOORDINAT <i>AIRFOIL</i> .....	68
LAMPIRAN C TABEL HASIL DIMENSI BILAH.....	70
LAMPIRAN D TABEL KOEFISIEN DAYA .....	83
LAMPIRAN E TABEL ITERASI BILANGAN REYNOLDS .....	84
LAMPIRAN F TABEL PERHITUNGAN $C_p$ TEORITIS .....	88
LAMPIRAN G GAMBAR 2D RANCANGAN BILAH.....	95
LAMPIRAN H GRAFIK DAYA UJI LAPANGAN.....	101

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter bilah <i>inverse taper</i> Saoke [5] .....	8
Tabel 4.1. Komparasi hasil <i>XFOIL</i> dengan eksperimen <i>wind tunnel</i> .....	31
Tabel 4.2. Parameter rancangan bilah .....	32
Tabel 4.3. Variasi parameter rancangan .....	33
Tabel 5.1. Lebar <i>innermost station</i> .....	43
Tabel 5.2. Rentang TSR pada bilah TSR4 .....	44
Tabel 5.3. Rentang TSR pada bilah TSR5 .....	44
Tabel 5.4. Bilangan <i>Re</i> perbaikan .....	45
Tabel 5.5. Rancangan dimensi bilah perbaikan .....	46
Tabel 5.6. Faktor induksi perhitungan (manual) .....	47
Tabel 5.7. Koefisien daya perhitungan (manual) .....	48
Tabel 5.8. Perbedaan hasil simulasi dengan perhitungan manual .....	48
Tabel 5.9. Perubahan dimensi bilah pada implementasi .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik $C_p$ terhadap TSR [8] .....	5
Gambar 2.2. Grafik komparasi antara hasil metode BEM dengan hasil eksperimen pada <i>wind tunnel</i> kecepatan angin rendah [9] .....	7
Gambar 2.3. Grafik komparasi antara hasil metode BEM dengan hasil eksperimen pada <i>wind tunnel</i> kecepatan angin tinggi [9] .....	7
Gambar 2.4. Grafik $C_p$ vs TSR bilah <i>inverse taper</i> Saoke [5] .....	9
Gambar 3.1. <i>Streamtube</i> pada turbin angin [10] .....	11
Gambar 3.2. Rotasi Angular Bilah [11] .....	14
Gambar 3.3. Geometri <i>airfoil</i> ; <i>airfoil</i> S1210 .....	18
Gambar 3.4. Gaya yang bekerja pada <i>airfoil</i> .....	18
Gambar 3.5. Grafik $C_L$ terhadap alfa; <i>airfoil</i> S1210 .....	19
Gambar 3.6. Elemen-elemen bilah .....	20
Gambar 3.7. Gaya pada elemen bilah .....	20
Gambar 3.8. Bentuk-bentuk rancangan bilah .....	27
Gambar 4.1. Diagram alir tata laksana penelitian .....	30
Gambar 4.2. Diagram alir perbaikan rancangan bilah .....	37
Gambar 4.3. Pembagian elemen bilah .....	38
Gambar 4.4. Diagram alir perhitungan BEM .....	39
Gambar 5.1. Grafik $C_p$ vs TSR seluruh variasi .....	42
Gambar 5.2. Grafik $C_p$ vs TSR perbaikan rancangan dimensi bilah .....	46
Gambar 5.3. Pemodelan 3D bilah .....	49
Gambar 5.4. Bilah hasil implementasi .....	50
Gambar 5.5. Kurva daya uji hasil lapangan .....	51
Gambar 5.6. Mekanisme <i>furling</i> .....	52
Gambar 5.7. Grafik kecepatan angin dan daya keluaran 21 September 2019 .....	53
Gambar 5.8. Grafik kecepatan angin dan daya keluaran 22 September 2019 .....	53
Gambar 5.9. Grafik kecepatan angin dan daya keluaran 23 September 2019 .....	54
Gambar 5.10. Grafik kecepatan angin dan daya keluaran 24 September 2019 ....	54