



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN TUGAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian	4
I.4. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1. Penelitian Selubung Turbin Angin Menggunakan Nosel dan Difuser.....	6
II.2. Penelitian Selubung Turbin Angin Tipe Difuser dengan Variasi Rasio L/D	7



II.3.	Penelitian Selubung Turbin Angin Tipe Difuser dengan Penambahan Tepian	8
II.4.	Penelitian Selubung Difuser Tipe <i>Compact</i>	9
II.5.	Penelitian Selubung Turbin Angin Tipe Difuser dengan Penambahan Difuser Kecil di Dalamnya sebagai <i>Splitter</i>	10
III.DASAR TEORI		12
III.1.	Energi Angin	12
III.2.	Karakteristik dan Potensi Angin di Indonesia.....	12
III.3.	<i>Wind Farm</i>	15
III.4.	Daya Pada Turbin Angin.....	15
III.5.	<i>Diffuser Augmented Wind Turbine</i>	17
III.6.	Aliran Fluida Dinamis.....	18
	III.6.1 Aliran Turbulen.....	19
III.7.	Komputasi Dinamika Fluida (CFD).....	19
	III.7.1. Persamaan Konservasi Massa	20
	III.7.2. Persamaan Konservasi Momentum.....	21
	III.7.3. Persamaan Navier-Stokes.....	22
	III.7.4. Persamaan <i>Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS)</i> ..	23
	III.7.5. Model Turbulensi Berdasarkan RANS	25
	III.7.6. Proses Simulasi CFD	27
	III.7.7. Konvergensi Numerik	27
	III.7.8. Independensi <i>Mesh</i>	28
IV.METODE PENELITIAN		29
IV.1.	Objek Penelitian	29
IV.2.	Alat Penelitian.....	31
IV.3.	Tata Laksana Penelitian	32
	IV.3.1 Identifikasi Masalah.....	32
	IV.3.2 Studi Literatur	32
	IV.3.3 Pemodelan	33
	IV.3.4 Validasi Model Numerik.....	33



IV.3.4.1	<i>Preprocessing</i>	33
IV.3.4.2	<i>Solving</i>	34
IV.3.4.3	<i>Postprocessing</i>	34
IV.3.5	Kajian Desain	34
IV.3.6	Pengolahan Data	34
V.	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
V.1.	Validasi Model Numerik.....	36
V.1.1	Kondisi Batas	37
V.1.2	<i>Meshing</i>	38
V.1.3	Hasil Validasi Model Numerik	40
V.1.4	Akurasi Hasil Validasi Model Numerik.....	43
V.1.4.1	Independensi <i>Mesh</i>	44
V.1.4.2	Kualitas <i>Mesh</i>	44
V.1.4.3	Kriteria Konvergensi.....	45
V.1.4.4	<i>Mass Imbalance</i>	45
V.2.	Penelitian Difuser Bertingkat Dengan Penambahan Lengkungan Inlet	46
V.2.1	Geometri dan Kondisi Komputasi.....	46
V.2.2	<i>Meshing</i>	47
V.3.	Hasil Penelitian Difuser Bertingkat Dengan Penambahan Lengkungan Inlet	48
V.3.1	Hasil Simulasi 50 Variasi Model Geometri.....	48
V.3.2	Pengujian Variasi Kecepatan Aliran Bebas Terhadap Desain Terbaik.....	52
V.3.3	Analisis Efek Penambahan Lengkungan Inlet.....	54
V.3.4	Analisis Efek Penambahan Tepian	56
V.3.5	Efek Tingkat Pada Difuser Bertingkat Dengan Penambahan Lengkungan Inlet.....	57
V.3.6	Rekomendasi Posisi Peletakkan Rotor.....	58
V.3.7	Akurasi Hasil Penelitian.....	58



V.3.7.1 Independensi <i>Mesh</i>	58
V.3.7.2 Kualitas <i>Mesh</i>	59
V.3.7.3 Kriteria Konvergensi.....	59
V.3.7.4 <i>Mass Imbalance</i>	59
V.4. Perbandingan Hasil Penelitian Difuser Bertingkat dengan Hasil Penelitian Lainnya.....	60
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	62
VI.1. Kesimpulan	62
VI.2. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN A HASIL VALIDASI MODEL NUMERIK	68
A.1 Hasil Validasi Model Numerik Berbagai Model Turbulen.....	68
LAMPIRAN B HASIL PENELITIAN	69
B.1 Distribusi Rasio Kecepatan U/U_0 di Sepanjang Garis Tengah.....	69
B.2 Jumlah Mesh dan Kualitas Mesh dari 50 Model Penelitian	81
B.3 Kontur Plot Kecepatan (kiri) dan Tekanan (kanan) Model Penelitian ...	83



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Sumber daya dan kapasitas terpasang sumber energi baru terbarukan di Indonesia	2
Tabel 2.1. Hasil peningkatan kecepatan tipe difuser dengan penambahan difuser kecil di dalamnya sebagai <i>splitter</i> pada variasi sudut bukaan <i>splitter</i>	10
Tabel 3.1. Kecepatan rata-rata angin per hari selama periode satu tahun di Jepara.....	13
Tabel 4.1. Spesifikasi data model penelitian.....	30
Tabel 4.2. Spesifikasi alat penelitian.....	31
Tabel 5.1. Properti kondisi batas simulasi	37
Tabel 5.2. Detail pengaturan <i>mesh</i> yang digunakan	39
Tabel 5.3. Perbandingan (U_{max}/U_0) hasil validasi dan (U_{max}/U_0) data sekunder.....	41
Tabel 5.4. Pengaturan numerik untuk pendekatan hasil eksperimen Abe & Ohya [9].....	43
Tabel 5.5. Kategori kualitas <i>mesh</i> berdasarkan parameter <i>skewness</i> dan <i>orthogonal quality</i> [31]	45
Tabel 5.6. Hasil simulasi rasio U_{max}/U_0 dari 50 variasi model geometri penelitian	49
Tabel 5.7. Distribusi rasio U/U_0 di beberapa titik pengukuran sepanjang garis tengah model difuser tanpa menggunakan lengkungan inlet pada variasi U_0	55
Tabel 5.8. Distribusi rasio U/U_0 di beberapa titik pengukuran sepanjang garis tengah model difuser dengan menggunakan lengkungan inlet pada variasi U_0	56



Tabel 5.9. Perbandingan rasio U_{max}/U_0 beberapa variasi geometri model difuser.....	57
Tabel 5.10. Perbandingan rasio U_{max}/U_0 untuk $L/D = 1,5$ pada berbagai hasil penelitian	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Variasi bentuk yang digunakan untuk selubung turbin angin ..	6
Gambar 2.2. Grafik Distribusi kecepatan angin dan koefisien tekanan statik sepanjang pusat sumbu X	6
Gambar 2.3. Grafik hubungan antara rasio kecepatan angin dengan panjang difuser	7
Gambar 2.4. Grafik hubungan antara U_{max}/U_{∞} dengan L/D pada variasi model difuser	7
Gambar 2.5. Grafik hubungan antara U/U_{∞} dengan X/L pada variasi tinggi tepian.....	8
Gambar 2.6. Fenomena vorteks	9
Gambar 2.7. Difuser tipe <i>compact-brimmed</i>	9
Gambar 2.8. Kontur kecepatan tipe difuser dengan penambahan difuser kecil di dalamnya sebagai <i>splitter</i> pada $L_1 = 0,5$ m dan $\alpha_i = 4^o$	10
Gambar 3.1. Tipikal kurva daya turbin angin	14
Gambar 3.2. Peta persebaran kecepatan rata-rata angin global	14
Gambar 3.3. Peta persebaran potensi tenaga angin di Indonesia	15
Gambar 3.4. Pemodelan sistem turbin angin	16
Gambar 3.5. Tampilan bentuk dan skema aliran yang melewati DAWT	18
Gambar 3.6. Grafik rasio kecepatan dan tekanan DAWT	18
Gambar 3.7. Struktur aliran turbulen	19
Gambar 3.8. Sebuah elemen fluida untuk hukum kekekalan massa dalam tiga dimensi.....	21



Gambar 3.9. Sebuah elemen fluida untuk hukum kekekalan momentum dalam tiga dimensi	22
Gambar 3.10. Pendekatan DNS dan RANS	24
Gambar 3.11. Pendekatan RANS pada satu titik terhadap waktu	24
Gambar 4.1. Diagram alir Penelitian.....	32
Gambar 5.1. Kondisi geometri dan komputasi model Abe & Ohya untuk validasi	36
Gambar 5.2. Pemodelan <i>axisymmetric</i>	37
Gambar 5.3. Rancang desain difuser Abe & Ohya pada ANSYS 17.0	37
Gambar 5.4. Tampilan <i>mesh</i> model difuser Abe & Ohya pada ANSYS 17.0 menggunakan <i>face split</i>	39
Gambar 5.5. Tampilan <i>mesh</i> model difuser Abe & Ohya pada ANSYS 17.0 menggunakan metode Multizone Quad/Tri	39
Gambar 5.6. Tampilan <i>mesh</i> model difuser Abe & Ohya pada ANSYS 17.0 menggunakan metode Quadrilateral	40
Gambar 5.7. Tampilan <i>mesh</i> model difuser Abe & Ohya pada ANSYS 17.0 menggunakan metode Triangle.....	40
Gambar 5.8. Grafik rasio kecepatan U/U_0 di sepanjang garis tengah pada validasi model numerik untuk berbagai model tubulen.....	42
Gambar 5.9. Grafik independensi <i>mesh</i> pada validasi model numerik.....	44
Gambar 5.10. Hasil <i>mass imbalance</i> pada validasi model numerik	46
Gambar 5.11. Geometri dan kondisi komputasi model penelitian.....	46
Gambar 5.12. Desain geometri pada penelitian Model 4.....	47
Gambar 5.13. Tampilan <i>mesh</i> pada penelitian Model 4.....	47
Gambar 5.14. Grafik rasio U_{max}/U_0 dari 50 variasi model geometri penelitian	49



Gambar 5.15. Kontur plot kecepatan: (a) Model 4 dan (b) Model 10	50
Gambar 5.16. Kontur plot tekanan: (a) Model 4 dan (b) Model 10	51
Gambar 5.17. Grafik distribusi U/U_0 di sepanjang garis tengah terhadap variasi U_0 Model Abe & Ohya.....	52
Gambar 5.18. Grafik Hubungan U_{max}/U_0 di garis tengah terhadap variasi U_0 Model Abe & Ohya.....	53
Gambar 5.19. Grafik distribusi U/U_0 di sepanjang garis tengah terhadap variasi U_0 Model 4.....	53
Gambar 5.20. Grafik Hubungan U_{max}/U_0 di garis tengah terhadap variasi U_0 Model 4.....	54
Gambar 5.21. Fenomena terbentuknya vorteks oleh tepian difuser.....	57
Gambar 5.22. Grafik independensi <i>mesh</i> pada penelitian.....	58
Gambar 5.23. Hasil <i>mass imbalance</i> pada penelitian Model 4	60