

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah dan Asumsi.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Metode-Metode Numerik Investigasi Kinerja CRWT	7
2.2. Studi Eksperimen Kinerja Turbin Angin <i>Counter Rotating</i>	10
2.3. Studi Eksperimental Turbin Angin Kecepatan Rendah	12
BAB III DASAR TEORI	13
3.1. Daya Angin.....	13
3.2. Daya Turbin Angin dan Torsi	14
3.3. Turbin Angin.....	16
3.3.1. Turbin Angin <i>Counter Rotating</i>	18
3.3.2. Airfoil.....	19
3.3.3. Desain Rotor	20

3.4. Model Matematika Turbin Angin Counter Rotating.....	24
3.5. <i>Computational Fluid Dynamic</i>	26
3.5.1 Persamaan Konservasi	26
3.5.2 <i>Reynolds Average Navier-Stokes</i>	28
3.5.3 Model Turbulen SST k- ω	28
3.5.4 Tiga Elemen Utama Dalam CFD	29
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	31
4.1. Objek Penelitian	31
4.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	32
4.2.1. Alat Penelitian.....	32
4.2.2. Bahan Penelitian.....	32
4.3. Langkah Penelitian.....	33
4.3.1 Pembuatan Domain Komputasi	33
4.3.2 Pendefinisian Bidang	35
4.3.3 Meshing.....	36
4.3.4 Validasi Metode Simulasi	38
4.4. Prosedur Pengambilan Data	40
4.5. Prosedur Pengolahan Data	40
4.6. Diagram Alir	41
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
5.1. Validasi CRWT 3 Sudu.....	47
5.2. Karakteristik Hasil Simulasi <i>Transient</i>	48
5.3. Visualisasi Aliran Simulasi CRWT pada Kondisi <i>Transient</i>	50
5.3. Karakteristik Efek <i>Near Wake</i> Simulasi <i>Transient</i>	57
5.4. Karakteristik Daya Mekanik Simulasi MRF.....	61
5.6. Karakteristik Medan Aliran di sekitar Sudu Sepanjang <i>Span</i>	63
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	66
6.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Volume bidang angin yang mengalir menuju turbin.....	14
Gambar 3.2 Konfigurasi poros dan rotor turbin angin (Peter dan Richard, 2012)	17
Gambar 3.3 Klasifikasi Turbin Angin (Mathew, 2006).....	18
Gambar 3.4 <i>Counter Rotating Wind Turbine</i> (Oprina G, 2016)	19
Gambar 3.5 Gaya-gaya yang bekerja pada airfoil (Mathew, 2006).....	20
Gambar 3. 6 Hubungan jumlah sudu dan TSR (Mathew, 2006).....	22
Gambar 3. 7 Geometri sudu sepanjang <i>section</i> (Mathew, 2006)	23
Gambar 3.8 Segitiga Vektor-vektor kecepatan pada rotor 1 (Appa, 2002)	24
Gambar 3.9 Segitiga Vektor-vektor kecepatan pada rotor 2 (Appa, 2002)	25
Gambar 3.10 Vektor-vektor gaya pada rotor CRWT (Appa, 2002)	26
Gambar 4.1 Model CRWT sudu-2 (kiri) dan sudu-3 (kanan).....	31
Gambar 4.2 <i>Rotating domain rotor</i> dalam satuan cm	34
Gambar 4.3 Domain komputasi secara keseluruhan dalam satuan cm	34
Gambar 4.4 Lokasi kondisi batas	36
Gambar 4.5 <i>Preview</i> hasil mesh untuk SRWT, (a). domain keseluruhan 3D, (b) tampak samping 2D, (c) perbesaran tampak samping, (d) <i>mesh</i> di sekitar airfoil	38
Gambar 4.6 Seksi uji pengambilan data kecepatan putar rotor pada terowongan angin.....	39
Gambar 4. 7 Diagram alir perancangan rotor.....	42
Gambar 4. 8 Diagram alir simulasi <i>transient</i>	43
Gambar 4. 9 Diagram alir simulasi <i>steady</i>	44
Gambar 4. 10 Diagram alir <i>pre-processing</i>	45
Gambar 4. 11 Diagram alir <i>processing</i>	46
Gambar 5.1 Karakteristik kecepatan putar rotor (rpm) untuk mencapai nilai <i>steady</i>	48
Gambar 5.2 Perbandingan hubungan torsi sesaat dengan waktu <i>transient</i>	49
Gambar 5. 3 Daya mekanik sesaat hasil simulasi <i>transient</i>	50
Gambar 5.4 Visualisasi <i>streamline</i> CRWT pada kondisi <i>transient</i>	53
Gambar 5.5 Visualisasi vortisitas CRWT pada kondisi <i>transient</i>	56

Gambar 5. 6 Kontur <i>velocity deficit</i> saat kecepatan putar tetapnya, (a) SRWT, (b) CRWT sudu 2, (c) CRWT sudu 3.	58
Gambar 5. 7 Profil kuantitas kecepatan aliran fluida pada daerah y/D 0,2	60
Gambar 5. 8 Profil kuantitas kecepatan aliran fluida pada daerah y/D 0,85.....	60
Gambar 5.9 Karakteristik daya mekanik sebagai fungsi penurunan kecepatan putar rotor	62
Gambar 5.10 Kontur tekanan dan vektor kecepatan rotor depan CRWT pada $r/R = 20 \%$, 40% , dan 85%	63
Gambar 5.11 Kontur tekanan dan vektor kecepatan rotor belakang CRWT pada $r/R = 20 \%$, 40% , dan 85%	64
Gambar 5.12 <i>Streamline</i> pada permukaan rotor depan CRWT pada $r/R = 20 \%$, 40% , dan 85%	64
Gambar 5.13 <i>Streamline</i> pada permukaan rotor belakang CRWT pada $r/R = 20 \%$, 40% , dan 85%	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Desain geometri sudu tiap <i>section</i>	32
Tabel 4.2 Spesifikasi Rotor CRWT	33
Tabel 4.3 Parameter hasil <i>mesh</i>	37
Tabel 5.1 Validasi simulasi <i>transient</i> dengan eksperimen.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Airfoil NREL untuk Desain Sudu.....	71
Lampiran 2. Properti massa rotor hasil desain (dari Solidworks 2016).....	74
Lampiran 3. <i>Set up</i> Simulasi	76
Lampiran 4. Data simulasi MRF untuk penurunan kecepatan putar.....	77