

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Inovasi	4
1.8. Hipotesis.....	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Fluida.....	6
2.2. Pengertian Turbin Air.....	6
2.3. Klasifikasi Turbin.....	7
2.2.1. Turbin Impuls	7
2.2.2. Turbin Reaksi	7
2.2.3. Kriteria Pemilihan Turbin Air	8

2.4.	Turbin <i>Cross-Flow</i>	9
2.5.	Keunggulan Turbin <i>Cross-Flow</i>	10
2.6.	Aliran Pada <i>Runner</i> Turbin <i>Cross-Flow</i>	11
2.7.	Daya Pada Turbin <i>Cross-Flow</i>	14
2.8.	Segitiga Kecepatan Pada Turbin <i>Cross-Flow</i>	14
2.9.	Model Turbulen RNG $k-\varepsilon$	18
2.10.	Keunggulan Model Turbulen RNG $k-\varepsilon$	20
2.11.	Simulasi CFD	20
2.12.	Aplikasi CFD.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1.	Komponen Sistem	23
3.1.1.	<i>Runner</i>	23
3.1.2.	<i>Nozzle</i>	24
3.1.3.	Turbin <i>Cross-Flow</i>	24
3.2.	Metode Penelitian.....	25
3.3.	Peralatan Komputasi	26
3.4.	Studi Kasus Simulasi CFD Pada Pipa <i>Elbow</i>	27
3.5.	Simulasi CFD Pada Turbin <i>Cross-Flow</i>	35
3.6.	Jadwal Penelitian.....	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1.	Hasil Simulasi CFD.....	44
4.1.1.	Data Hasil Simulasi CFD Pada Profil Kecepatan	45
a.	Tekanan Total Pada Hasil Simulasi.....	48
b.	Bilangan Reynolds Fluida Pada Inlet <i>Nozzle</i>	50
c.	Komparasi Hasil Simulasi Pada Profil Kecepatan.....	51

4.1.2. Data Hasil Simulasi CFD Pada Profil Tekanan	57
a. Komparasi Hasil Simulasi Pada Profil Tekanan.....	61
4.1.3. Daya yang Dibangkitkan Turbin <i>Cross-Flow</i>	66
4.2. Optimasi <i>Output</i> Daya Turbin <i>Cross-Flow</i> Melalui Perubahan Rasio Diameter <i>Runner</i>	67
4.2.1. Perubahan Geometri <i>Runner</i> Turbin <i>Cross-Flow</i>	68
4.2.2. Hasil Simulasi Dengan Perubahan Geometri <i>Runner</i>	69
4.2.3. Kenaikan Daya yang Dihasilkan Turbin <i>Cross-Flow</i>	73
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1. Kesimpulan.....	77
5.2. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hasil simulasi pada turbin <i>cross-flow</i>	2
Gambar 2.1 Jenis aliran fluida bergerak	6
Gambar 2.2 Turbin impuls	7
Gambar 2.3 Turbin reaksi.....	8
Gambar 2.4 Diagram pertimbangan pemilihan jenis turbin	8
Gambar 2.5 <i>Runner</i> pada turbin <i>cross-flow</i>	9
Gambar 2.6 <i>Runner</i> turbin <i>cross-flow</i> dengan tiga <i>disk</i>	10
Gambar 2.7 Turbin <i>cross-flow</i> sederhana	10
Gambar 2.8 Aliran pada <i>runner</i> turbin <i>cross-flow</i>	12
Gambar 2.9 Segitiga kecepatan pada turbin <i>cross-flow</i>	15
Gambar 2.10 Defleksi pada aliran dalam <i>runner</i> turbin <i>cross-flow</i>	16
Gambar 2.11 Diagram segitiga kecepatan.....	16
Gambar 2.12 Diagram kecepatan gabungan	17
Gambar 2.13 Diagram kecepatan sisi keluar dan masuk.....	17
Gambar 2.14 Analisa aliran udara dalam ruangan dengan metode CFD	21
Gambar 2.15 Analisa CFD dalam desain otomotif dan aviasi	22
Gambar 2.16 Analisa CFD dalam turbin.....	22
Gambar 2.17 Analisa CFD dalam sistem perpipaan.....	22
Gambar 3.1 Geometri <i>runner</i>	23
Gambar 3.2 <i>Nozzle</i> turbin <i>cross-flow</i>	24
Gambar 3.3 <i>Assembly nozzle</i> dan <i>runner</i>	24
Gambar 3.5 <i>Flow Chart</i> metode penelitian	26
Gambar 3.6 <i>Software</i> yang digunakan dalam pembuatan simulasi	26
Gambar 3.7 Geometri pipa <i>elbow</i>	27
Gambar 3.8 Mesh pipa konikal <i>elbow</i>	28
Gambar 3.9 Pengaturan model turbulen pada pipa <i>elbow</i>	28
Gambar 3.10 Material simulasi pada pipa <i>elbow</i>	29
Gambar 3.11 <i>Boundary condition</i> pada <i>inlet</i>	29
Gambar 3.12 <i>Boundary condition</i> pada <i>outlet</i>	29
Gambar 3.13 <i>Pressure contour</i> pada pipa <i>elbow</i>	30

Gambar 3.14	Titik pengambilan sampel pada <i>pipa elbow</i>	31
Gambar 3.15	Grafik pengaruh ukuran <i>mesh</i> terhadap hasil simulasi tekanan	32
Gambar 3.16	<i>Velocity vector</i> pada <i>pipa elbow</i>	33
Gambar 3.17	Grafik pengaruh ukuran <i>mesh</i> terhadap hasil simulasi kecepatan .	34
Gambar 3.18	<i>Flux mass flow rate</i> simulasi dengan <i>mesh</i> 5 mm	34
Gambar 3.19	<i>Assembly nozzle</i> dan <i>runner</i>	35
Gambar 3.20	Pengaturan <i>enclosure</i>	36
Gambar 3.21	<i>Enclosure</i> pada turbin <i>cross-flow</i>	36
Gambar 3.22	Pengaturan <i>mesh</i> pada turbin <i>cross-flow</i>	37
Gambar 3.23	Penambahan <i>body sizing</i> pada <i>mesh enclosure</i>	37
Gambar 3.24	Jumlah <i>nodes</i> dan <i>element</i> pada <i>mesh</i> simulasi	37
Gambar 3.25	<i>Mesh</i> pada turbin <i>cross-flow</i>	37
Gambar 3.26	<i>Mesh</i> pada <i>enclosure</i> turbin <i>cross-flow</i>	38
Gambar 3.27	Pengaturan model turbulen simulasi turbin <i>cross-flow</i>	38
Gambar 3.28	Material simulasi turbin <i>cross-flow</i>	39
Gambar 3.29	<i>Boundary condition</i> pada <i>inlet</i> turbin <i>cross-flow</i>	39
Gambar 3.30	<i>Boundary condition</i> pada <i>outlet</i> turbin <i>cross-flow</i>	40
Gambar 3.31	<i>Operating condition</i> simulasi turbin <i>cross-flow</i>	40
Gambar 3.32	Penampang <i>inlet nozzle</i>	40
Gambar 3.33	<i>Boundary condition</i> pada <i>runner</i>	41
Gambar 3.34	<i>Runner, nozzle, filler, dan outlet</i>	41
Gambar 3.35	<i>Wall</i> pada <i>interface</i>	41
Gambar 4.1	Pembagian daerah pada hasil simulasi turbin <i>cross-flow</i>	44
Gambar 4.2	Penamaan daerah pada hasil simulasi turbin <i>cross-flow</i>	44
Gambar 4.3	Vektor kecepatan pada kondisi 2 m/s 300 rpm	45
Gambar 4.4	Vektor kecepatan pada kondisi 3 m/s 450 rpm	45
Gambar 4.5	Vektor kecepatan pada kondisi 4 m/s 600 rpm	46
Gambar 4.6	Vektor kecepatan pada kondisi 5 m/s 750 rpm	46
Gambar 4.7	Vektor kecepatan pada kondisi 6,487 m/s 1000 rpm	46
Gambar 4.8	Nilai kecepatan pada lokasi pengambilan sampel	47
Gambar 4.9	Vektor kecepatan pada kondisi 2 m/s 300 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	52

Gambar 4.10 Vektor kecepatan pada kondisi 3 m/s 450 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	53
Gambar 4.11 Vektor kecepatan pada kondisi 4 m/s 600 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	53
Gambar 4.12 Vektor kecepatan pada kondisi 5 m/s 750 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	54
Gambar 4.13 Vektor kecepatan pada kondisi 6,487 m/s 1000 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	55
Gambar 4.14 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 2 m/s 300 rpm	57
Gambar 4.15 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 3 m/s 450 rpm	58
Gambar 4.16 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 4 m/s 600 rpm	58
Gambar 4.17 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 5 m/s 750 rpm	58
Gambar 4.18 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 6,487 m/s 1000 rpm	59
Gambar 4.19 Nilai tekanan pada lokasi pengambilan sampel.....	60
Gambar 4.20 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 2 m/s 300 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	61
Gambar 4.21 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 3 m/s 450 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	62
Gambar 4.22 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 4 m/s 600 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	63
Gambar 4.23 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 5 m/s 750 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	63
Gambar 4.24 <i>Pressure contour</i> pada kondisi 6,487 m/s 1000 rpm (a) model STD $k-\varepsilon$ (b) model RNG $k-\varepsilon$	64
Gambar 4.25 Grafik daya yang dibangkitkan turbin <i>cross-flow</i>	67
Gambar 4.26 <i>Velocity contour</i> hasil simulasi dengan geometri <i>existing</i>	68
Gambar 4.27 Perbedaan geometri <i>runner</i>	68
Gambar 4.28 Perbedaan geometri <i>runner</i>	69
Gambar 4.29 Vektor kecepatan pada kondisi 2 m/s 300 rpm (a) geometri <i>existing</i> (b) geometri <i>improved</i>	70
Gambar 4.30 Vektor kecepatan pada kondisi 3 m/s 450 rpm (a) geometri <i>existing</i> (b) geometri <i>improved</i>	71

Gambar 4.31 Vektor kecepatan pada kondisi 4 m/s 600 rpm (a) geometri <i>existing</i> (b) geometri <i>improved</i>	71
Gambar 4.32 Vektor kecepatan pada kondisi 5 m/s 750 rpm (a) geometri <i>existing</i> (b) geometri <i>improved</i>	72
Gambar 4.33 Vektor kecepatan pada kondisi 6,487 m/s 1000 rpm (a) geometri <i>existing</i> (b) geometri <i>improved</i>	73
Gambar 4.34 Grafik perbandingan daya yang dibangkitkan turbin <i>cross-flow</i> ...	74
Gambar 4.35 Grafik persentase kenaikan relatif daya turbin <i>cross-flow</i>	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter geometri <i>runner</i> turbin <i>cross-flow</i>	24
Tabel 3.2 Dimensi pipa <i>elbow</i>	27
Tabel 3.3 Jumlah <i>nodes</i> dan element pada mesh pipa <i>elbow</i>	28
Tabel 3.4 Besar tekanan pada titik pengambilan sampel	31
Tabel 3.5 Besar kecepatan pada titik pengambilan sampel	33
Tabel 3.6 Perbedaan <i>flow rate</i> pada <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> pipa <i>elbow</i>	35
Tabel 3.7 Variasi <i>boundary condition</i> simulasi turbin <i>cross-flow</i>	42
Tabel 4.1 Kecepatan pada lokasi pengambilan sampel	47
Tabel 4.2 Kecepatan pada hasil simulasi dengan metode STD $k-\varepsilon$	56
Tabel 4.3 Persentase perbedaan kecepatan pada hasil simulasi	56
Tabel 4.4 Tekanan pada lokasi pengambilan sampel	59
Tabel 4.5 Tekanan pada hasil simulasi dengan metode STD $k-\varepsilon$	65
Tabel 4.6 Persentase perbedaan tekanan pada hasil simulasi	65
Tabel 4.7 Daya yang dibangkitkan turbin <i>cross-flow</i>	66
Tabel 4.8 Daya yang dibangkitkan turbin <i>cross-flow</i> dengan geometri <i>improved</i>	74
Tabel 4.8 Kenaikan daya relatif turbin <i>cross-flow</i> dengan geometri <i>improved</i> ...	75