

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xvii
INTISARI.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III DASAR TEORI .....	19
3.1. Bahan Bakar Padat .....	19
3.2. Biomassa .....	19
3.3. Analisis <i>Proximate</i> dan <i>Ultimate</i> .....	20
3.4. <i>Heating Value</i> .....	20
3.5. Tempurung Kelapa .....	21
3.6. Pembakaran .....	22
3.7. Termodinamika Pembakaran.....	23
3.8. Tiga “t” Pembakaran .....	24
3.9. Mekanisme Pembakaran Bahan Bakar Padat .....	24
3.9.1. Pengeringan ( <i>Drying</i> ) .....	25

3.9.2.	Devolatilisasi .....	25
3.9.3.	Pembakaran Arang ( <i>Char Combustion</i> ) .....	26
3.10.	Mol dan Massa Molar .....	26
3.10.1.	Fraksi mol .....	27
3.10.2.	Fraksi massa.....	27
3.10.3.	Hubungan mol dengan massa .....	28
3.11.	Stoikiometri Pembakaran.....	28
3.12.	Massa Jenis Udara .....	31
3.13.	Laju Aliran Udara dan Laju Aliran Massa Udara.....	31
3.14.	<i>Air Fuel Ratio</i> (AFR).....	32
3.15.	Faktor yang mempengaruhi Pembentukan CO <sub>2</sub> .....	33
3.16.	Teknologi Pembakaran Bahan Bakar Padat.....	34
3.17.	<i>Grate Furnace</i> .....	36
3.18.	<i>Air Preheater</i> (APH).....	37
3.19.	Rumus Pemodelan Devolatilisasi Bahan Bakar Padat Biomassa .....	39
3.20.	<i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) .....	42
3.21.	Diskretisasi ( <i>Meshing</i> ) .....	44
3.22.	<i>Mesh Independency Test</i> .....	45
3.23.	Kualitas <i>Mesh</i> .....	45
3.23.1.	<i>Skewness</i> .....	45
3.23.2.	<i>Orthogonal Quality</i> .....	47
3.24.	Persamaan-Persamaan Dasar pada CFD.....	48
3.24.1.	Persamaan Kekekalan Massa.....	48
3.24.2.	Persamaan Kekekalan Momentum .....	50
3.24.3.	Persamaan Kekekalan Energi Kinetik .....	53
3.24.4.	Persamaan Kekekalan Energi Termal.....	54
3.24.5.	Persamaan Kesetimbangan Spesies .....	54
3.25.	Algoritma Komputasi .....	55
3.26.	<i>Convergence</i> .....	55
3.27.	Persamaan van Winkle dkk.....	56
BAB IV METODE PENELITIAN .....		57

4.1.	Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	57
4.2.	Objek Penelitian .....	58
4.2.1.	Tungku Pembakaran Biomassa.....	58
4.2.2.	<i>Grate</i> .....	63
4.2.3.	<i>Biomass Intake</i> .....	65
4.2.4.	<i>Manhole</i> .....	66
4.2.5.	Suplai Udara Primer.....	67
4.2.6.	Kompor Bakar.....	69
4.2.7.	<i>Air Preheater</i> .....	70
4.3.	Sarana Penelitian .....	70
4.3.1.	<i>Personal Computer (PC)</i> .....	70
4.3.2.	ANSYS Workbench.....	71
4.3.3.	ANSYS DesignModeler .....	72
4.3.4.	ANSYS Meshing .....	73
4.3.5.	ANSYS Fluent .....	74
4.3.6.	ANSYS CFD-Post .....	75
4.3.7.	Microsoft Excel 2013.....	76
4.3.8.	Alat Ukur .....	76
4.3.9.	Bahan Penelitian .....	79
4.4.	Metode Penelitian.....	81
4.4.1.	Pengolahan Data Eksperimen .....	81
4.4.2.	Uji Coba Simulasi.....	82
4.4.3.	Identifikasi Masalah.....	82
4.4.4.	Studi Pustaka.....	82
4.4.5.	Perancangan Penelitian .....	82
4.4.6.	Riset dan Pengambilan Data .....	83
4.4.7.	Pengolahan Data Simulasi .....	84
4.5.	Skema Diagram Alir Penelitian.....	84
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		86
5.1.	Hasil Analisis <i>Proximate</i> dan <i>Ultimate</i> Bahan Bakar .....	86
5.2.	Reaksi Dekomposisi Bahan Bakar .....	88

5.3.	<i>Air Fuel Ratio</i> dan Persentase <i>Excess Air</i> .....	90
5.3.1.	<i>Air Fuel Ratio</i> Teoritis .....	90
5.3.2.	<i>Air Fuel Ratio</i> Aktual dan Persentase <i>Excess Air</i> .....	91
5.4.	Fraksi Massa Kandungan Gas-gas Volatil .....	93
5.5.	Reaksi yang Terjadi pada <i>Freeboard</i> .....	94
5.6.	<i>Physical Properties</i> dan Pemodelan Dua Dimensi Bahan Bakar di dalam Tungku .....	96
5.7.	<i>Inertial Losses</i> .....	96
5.8.	Hasil Eksperimen .....	97
5.9.	Analisis <i>Heat Losses</i> .....	98
5.9.1.	Perhitungan Nilai Koefisien Transfer Kalor pada Dinding Tungku .....	99
5.9.2.	Perhitungan Nilai Koefisien Transfer Kalor pada Pengumpan Bahan Bakar .....	104
5.9.3.	Perhitungan <i>Thermal Mass</i> pada Dinding Tungku .....	108
5.10.	<i>Mesh Independence</i> .....	110
5.11.	Analisis Kualitas <i>Mesh</i> .....	112
5.11.1.	<i>Skewness</i> .....	112
5.11.2.	Kualitas Ortogonal .....	114
5.12.	Validasi Persentase Mol CO <sub>2</sub> antara Hasil Eksperimen dan Hasil Simulasi .....	115
5.13.	Validasi Temperatur <i>Freeboard</i> dan <i>Chimney</i> antara Hasil Eksperimen dan Hasil Simulasi .....	116
5.13.1.	Variasi Temperatur Udara Primer 45oC .....	117
5.13.2.	Variasi Temperatur Udara Primer 65°C .....	119
5.13.3.	Variasi Temperatur Udara Primer 95°C .....	121
5.14.	Kontur Kecepatan Aliran di <i>Freeboard</i> pada Simulasi .....	123
5.15.	Kontur Temperatur di <i>Freeboard</i> pada Simulasi .....	123
5.16.	Kontur Fraksi Mol CO <sub>2</sub> di <i>Freeboard</i> pada Simulasi .....	125
5.17.	Kontur Fraksi Mol O <sub>2</sub> di <i>Freeboard</i> pada Simulasi .....	125
5.18.	Distribusi Fraksi Mol Gas-Gas di <i>Freeboard</i> pada Simulasi .....	126

5.18.1. Fraksi mol CH <sub>4</sub> .....	128
5.18.2. Fraksi Mol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	130
5.18.3. Fraksi Mol O <sub>2</sub> .....	132
5.18.4. Fraksi Mol H <sub>2</sub> O.....	134
5.18.5. Fraksi Mol CO .....	136
5.18.6. Fraksi Mol CO <sub>2</sub> .....	138
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	141
6.1. Kesimpulan.....	141
6.2. Saran .....	142
DAFTAR PUSTAKA .....	143
LAMPIRAN.....	145