

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>SKRIPSI</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b>	<b>v</b>
<b>NASKAH SOAL TUGAS AKHIR</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>xxiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b>	<b>xxv</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xxx</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>xxxii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 Penggunaan CFD pada Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i>	5
2.2 Penelitian Simulasi CFD pada Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i> dengan Variasi Konfigurasi <i>Baffle</i>	9
2.3 Penelitian Kinerja STHE dengan Variasi <i>Baffle</i> dan <i>Mass Flow Rate</i>	13
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	<b>18</b>
3.1 Alat Penukar Kalor	18
3.2 Klasifikasi Alat Penukar Kalor	18
3.2.1 Klasifikasi Berdasarkan <i>Recuperator</i> atau <i>Regenerator</i>	19
3.2.2 Klasifikasi Berdasarkan Proses Perpindahan Kalor	19

3.2.3	Klasifikasi Berdasarkan Konstruksi Geometrinya	20
3.2.4	Klasifikasi Berdasarkan Mekanisme Perpindahan Kalor	26
3.2.5	Klasifikasi Berdasarkan Aliran Fluida	27
3.3	Alat Penukar Kalor Tipe <i>Shell and Tube</i>	28
3.4	Komponen Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i>	30
3.4.1	<i>Shell</i>	30
3.4.2	<i>Front Head and Rear Head</i>	30
3.4.3	<i>Nozzle</i>	31
3.4.4	<i>Tube</i>	31
3.4.5	<i>Tubesheet</i>	31
3.4.6	<i>Baffle</i>	32
3.5	Analisis Termodinamika	34
3.5.1	Hukum Termodinamika Satu	34
3.5.2	Hukum Termodinamika Dua	34
3.5.3	<i>Pressure Drop</i>	34
3.5.4	<i>Mass Flow Rate</i>	35
3.6	Aliran Fluida	36
3.6.1	Aliran Laminar, Turbulen, dan Transisional	36
3.6.2	Aliran <i>Steady</i> dan <i>Unsteady</i>	37
3.6.3	Aliran Alamiah dan Paksa	38
3.7	Mekanisme Perpindahan Kalor	38
3.7.1	Konduksi	38
3.7.2	Konveksi	40
3.7.3	Radiasi	40
3.8	Bilangan Reynolds	41
3.9	Bilangan Prandtl	41
3.10	Bilangan Nusselt	42
3.11	Teori Computational Fluid Dynamics (CFD)	42
3.11.1	<i>Finite Volume Methode (FVM)</i>	43
3.11.2	<i>Governing Equation</i>	44
3.11.3	Model Turbulensi	45

3.11.4	<i>Meshing (Discretization)</i>	47
3.12	Mesh Independency Test	49
3.13	Perhitungan Termal Metode Bell-Delaware	49
3.13.1	Perhitungan Beban Kalor	50
3.13.2	Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference</i>	50
3.13.3	Penentuan Faktor Koreksi LMTD	50
3.13.4	Penentuan Estimasi Total Koefisien Perpindahan Kalor	51
3.13.5	Perhitungan Kecepatan Aliran Fluida dan Luas Permukaan	52
3.13.6	Perhitungan Laju Fluks Massa	53
3.13.7	Perhitungan Diameter Ekuivalen Hidrolik	54
3.13.8	Perhitungan Faktor Perpindahan Kalor dan Bilangan Nusselt <i>Shell</i>	54
3.13.9	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Ideal <i>Shell</i>	55
3.13.10	Perhitungan Diameter <i>Tube Bundle</i>	55
3.13.11	Penentuan Faktor Koreksi Baris <i>Tube</i>	55
3.13.12	Penentuan Faktor Koreksi <i>Window</i>	56
3.13.13	Penentuan Faktor Koreksi <i>Bypass</i>	58
3.13.14	Penentuan Faktor Koreksi <i>Leakage</i>	58
3.13.15	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Sisi <i>Shell</i>	59
3.13.16	Perhitungan Faktor Perpindahan Kalor dan Bilangan Nusselt <i>Tube</i>	59
3.13.17	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor pada <i>Tube</i>	60
3.13.18	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	60
3.14	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Metode Bell-Delaware	60
3.14.1	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Ideal	61
3.14.2	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona <i>Cross Flow</i> dan <i>Bypass</i>	62
3.14.3	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona <i>Window</i>	62
3.14.4	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona Tepi	63
3.14.5	Perhitungan <i>Total Pressure Drop</i> Sisi <i>Shell</i>	63
3.14.6	Perhitungan Faktor Gesekan <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Tube</i>	63
3.14.7	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan	64
3.14.8	Perhitungan <i>Total Pressure Drop</i> Sisi <i>Tube</i>	64
3.15	Perhitungan Efektivitas-NTU	64

3.15.1	Perhitungan Kapasitas Kalor	65
3.15.2	Perhitungan NTU	65
3.15.3	Perhitungan Efektivitas	65
3.15.4	Perhitungan Unjuk Kerja	66
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>67</b>
4.1	Diagram Alir Penelitian	67
4.2	Pendekatan dalam Penelitian	67
4.3	Prosedur Penelitian	68
4.3.1	Studi Literatur	69
4.3.2	Pengumpulan dan Perhitungan Data	69
4.3.3	Simplifikasi Model Geometri 3D	71
4.3.4	Pembuatan Geometri Menggunakan Perangkat Lunak CAD	71
4.3.5	Mendefinisikan Area pada Geometri	73
4.3.6	Pembuatan <i>Meshing</i>	74
4.3.7	Pengaturan <i>Setup Launcher</i>	76
4.3.8	Pengaturan <i>General Setup</i>	77
4.3.9	Pengaturan <i>Models</i>	78
4.3.10	Pengaturan Material	79
4.3.11	Pengaturan <i>Cell Zone Conditon</i>	80
4.3.12	Pengaturan <i>Boundary Layer Conditions</i>	81
4.3.13	Pengaturan <i>Solution Methods</i>	84
4.3.14	Pengaturan <i>Initialization</i>	85
4.3.15	Pengaturan <i>Residual</i>	86
4.3.16	<i>Run Calculation</i>	87
4.3.17	<i>Post Processing</i>	88
4.3.18	Analisis Data	89
4.3.19	Komparasi	89
4.4	Alat Penelitian	89
4.4.1	Perangkat Keras	90
4.4.2	Perangkat Lunak	90
4.5	Objek Penelitian	96

4.6	Variabel Penelitian	99
4.6.1	Variabel Bebas	99
4.6.2	Variabel Terikat	99
4.6.3	Variabel Kontrol	100
4.7	Variasi Kasus	100
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>102</b>
5.1	Akurasi Hasil Simulasi	102
5.1.1	<i>Mesh Independency Test</i>	102
5.1.2	Peninjauan <i>Residual Monitor</i>	104
5.1.3	Peninjauan Kesetimbangan Massa	105
5.1.4	Peninjauan Kesetimbangan Energi	105
5.2	Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Eksisting	106
5.2.1	Hasil Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Eksisting	106
5.2.2	Analisis Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Eksisting	115
5.3	Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Pasca <i>Revamp Maximum Intake</i>	119
5.3.1	Hasil Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Pasca <i>Revamp Maximum Intake</i>	119
5.3.2	Analisis Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Pasca <i>Revamp Maximum Intake</i>	128
5.4	Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Pasca <i>Revamp TDR</i>	132
5.4.1	Hasil Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Pasca <i>Revamp TDR</i>	132
5.4.2	Analisis Simulasi Berdasarkan Kondisi Kasus Pasca <i>Revamp TDR</i>	141
5.5	Perbandingan dan Pembahasan Hasil Simulasi CFD	145
5.6	Perhitungan Termal Metode Bell-Delaware	147
5.6.1	Perhitungan Laju Perpindahan Kalor	148
5.6.2	Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference</i>	148
5.6.3	Perhitungan Faktor Koreksi LMTD	148
5.6.4	Perhitungan Luas Permukaan Perpindahan Kalor	149
5.6.5	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Simulasi	150

5.6.6	Perhitungan Luas Permukaan Aliran Fluida	150
5.6.7	Perhitungan Laju Fluks Massa	150
5.6.8	Perhitungan Kecepatan Linear Fluida	151
5.6.9	Perhitungan Diameter Ekuivalen Hidrolik	151
5.6.10	Perhitungan Bilangan Reynolds	151
5.6.11	Perhitungan Bilangan Prandtl	152
5.6.12	Perhitungan Bilangan Nusselt	152
5.6.13	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor	153
5.6.14	Perhitungan Faktor Koreksi Baris <i>Tube</i>	153
5.6.15	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Window</i>	154
5.6.16	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Bypass</i>	155
5.6.17	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Leakage</i>	155
5.6.18	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Sisi <i>Shell</i>	156
5.6.19	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	157
5.6.20	Perhitungan Deviasi Koefisien Perpindahan Kalor	157
5.7	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Metode Bell-Delaware	157
5.7.1	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Ideal	157
5.7.2	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona <i>Cross Flow</i> dan <i>Bypass</i>	158
5.7.3	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona <i>Window</i>	158
5.7.4	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona Tepi	159
5.7.6	Perhitungan Total <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Shell</i>	160
5.7.7	Perhitungan Faktor Gesekan <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Tube</i>	160
5.7.8	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan	160
5.7.9	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat <i>Nozzle</i> Sisi <i>Tube</i>	161
5.7.10	Perhitungan Total <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Tube</i>	161
5.8	Perhitungan Efektivitas-NTU Metode Analitik	161
5.8.1	Perhitungan Kapasitas Kalor Fluida Panas	161
5.8.2	Perhitungan Kapasitas Kalor Fluida Dingin	162
5.8.3	Perhitungan Perbandingan Kapasitas Kalor	162
5.8.4	Perhitungan NTU	162
5.8.5	Perhitungan Efektivitas	162

5.8.6	Perhitungan Unjuk Kerja	163
5.9	Komparasi Hasil Perhitungan Metode Analitik dengan Simulasi	163
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>166</b>
6.1	Kesimpulan	166
6.2	Saran	167
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>168</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>171</b>