

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL BAHASA INGGRIS</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b>	<b>iv</b>
<b>NASKAH SOAL</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b>	<b>xxii</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xxvii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xxviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1. Unjuk Kerja Perpindahan Panas pada <i>U-tube Molten Salt Steam Generator</i>	5

2.2. CFD untuk Investigasi Karakteristik Perpindahan Panas <i>Molten Salt</i> di <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i> (STHE)	11
2.3. Analisis CFD Sisi <i>Shell</i> untuk Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i> Skala Kecil	16
2.4. Perbandingan Analisis CFD dan HTRI	22
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	<b>27</b>
3.1. Rankine Cycle pada Concentrated Solar Power	27
3.2. Alat Penukar Kalor	29
3.2.1. Klasifikasi Berdasarkan Geometri Konstruksi	30
3.2.2. Klasifikasi Berdasarkan <i>Flow Arrangements</i>	30
3.2.3. Klasifikasi Berdasarkan Proses Transfer.	31
3.2.4. Klasifikasi Berdasarkan Mekanisme Perpindahan Kalor	31
3.3. Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i>	32
3.4. Komponen Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i>	33
3.4.1. <i>Shell</i>	34
3.4.2. <i>Head</i>	34
3.4.3. <i>Nozzle</i>	34
3.4.4. <i>Tube</i>	35
3.4.5. <i>Tubesheet</i>	38
3.4.6. <i>Baffle</i>	39
3.4.7. Tie Rod	41
3.5. <i>Sizing</i> Alat Penukar Kalor	41
3.5.1. Perhitungan Beban Kalor	41
3.5.2. Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference</i>	42
3.5.3. Penentuan Faktor Koreksi LMTD	42
3.5.4. Penentuan Estimasi Total Koefisien Perpindahan Kalor	43

3.5.5. Perhitungan Luasan Area Perpindahan Kalor yang Dibutuhkan	44
3.5.6. Perhitungan Jumlah <i>Tube</i>	45
3.5.7. Perhitungan Diameter <i>Tube Bundle</i>	45
3.5.8. Perhitungan Diameter Dalam <i>Shell</i>	46
3.5.9. Penentuan Jumlah <i>Baffle</i> dan Perhitungan <i>Baffle Spacing</i>	46
3.5.10. Perhitungan Laju Aliran Fluida	47
3.6. Metode Perancangan Bell-Delaware	47
3.6.1. Perhitungan Laju Fluks Massa pada <i>Shell</i>	48
3.6.2. Perhitungan Diameter Ekuivalen Hidrolik	48
3.6.3. Perhitungan Bilangan Reynolds dan Prandtl pada <i>Shell</i>	48
3.6.4. Penentuan Faktor Koreksi <i>Window</i>	49
3.6.5. Penentuan Faktor Koreksi <i>Leakage</i>	51
3.6.6. Penentuan Faktor Koreksi <i>Bypass</i>	52
3.6.7. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor <i>Shell</i>	53
3.6.8. Perhitungan Laju Fluks Massa pada <i>Tube</i>	54
3.6.9. Perhitungan Bilangan Reynolds dan Prandtl pada <i>Tube</i>	54
3.6.10. Faktor Perpindahan Kalor dan Bilangan Nusselt <i>Tube</i>	55
3.6.11. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor pada <i>Tube</i>	55
3.6.12. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	55
3.6.13. Perhitungan Deviasi Koefisien Perpindahan Kalor	56
3.7. Perhitungan Mekanikal Alat Penukar Kalor	56
3.7.1. Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Shell</i>	57
3.7.2. Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Rear Head</i>	58
3.7.3. Perhitungan <i>Nozzle</i>	59
3.7.4. Penentuan <i>Flange</i>	61

3.7.5. Penentuan Geometri <i>Tubesheet</i> dan <i>Baffle</i>	62
3.7.6. Penentuan <i>Tie Rod</i>	65
3.8. Perhitungan <i>Pressure Drop</i>	65
3.8.1. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona <i>Cross Flow</i>	66
3.8.2. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona <i>Window</i>	67
3.8.3. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona Tepi	68
3.8.4. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> <i>Nozzle Shell</i>	69
3.8.5. Perhitungan Total <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Shell</i>	70
3.8.6. Perhitungan Faktor Gesekan <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Tube</i>	70
3.8.7. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan	70
3.8.8. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat <i>Nozzle Tube</i>	71
3.8.9. Perhitungan Total <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Tube</i>	71
3.9. Perhitungan Efektivitas Alat Penukar Kalor	71
3.10. HTRI <i>Xchanger Suite</i>	73
3.11. <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)	74
3.11.1. Finite Volume Method	74
3.11.2. <i>Governing Equation</i>	75
3.11.3. Model Turbulensi	77
3.11.4. Model Turbulensi <i>Realizable</i> k-epsilon	79
3.11.5. Algoritma Penyelesaian	80
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>82</b>
4.1. Diagram Alir Penelitian	82
4.2. Alat Penelitian	83
4.3. Bahan Penelitian	84
4.4. Proses HTRI	85

4.5. Proses Prediksi Numeris CFD	87
4.5.1. <i>Pre-processing</i>	87
4.5.2. <i>Solving</i>	89
4.5.3. <i>Post-processing</i>	93
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>94</b>
5.1. Sizing Alat Penukar Kalor	94
5.1.1. Perhitungan Beban Kalor	94
5.1.2. Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference</i>	95
5.1.3. Penentuan Faktor Koreksi LMTD	95
5.1.4. Penentuan Estimasi Total Koefisien Perpindahan Kalor	95
5.1.5. Perhitungan Luasan Area Perpindahan Kalor yang Dibutuhkan	96
5.1.6. Perhitungan Jumlah <i>Tube</i>	96
5.1.7. Perhitungan Diameter <i>Tube Bundle</i>	97
5.1.8. Perhitungan Diameter Dalam <i>Shell</i>	97
5.1.9. Penentuan Jumlah <i>Baffle</i> dan <i>Baffle Spacing</i>	97
5.1.10. Perhitungan Luas Penampang <i>Tube</i> dan Luas <i>Crossflow Shell</i>	98
5.2. Metode Perancangan Bell-Delaware	98
5.2.1. Perhitungan Laju Fluks Massa pada <i>Shell</i>	98
5.2.2. Perhitungan Diameter Ekuivalen Hidrolik	98
5.2.3. Perhitungan Bilangan Reynolds dan Prandtl pada <i>Shell</i>	99
5.2.4. Penentuan Faktor Koreksi Window	99
5.2.5. Penentuan Faktor Koreksi <i>Leakage</i>	99
5.2.6. Penentuan Faktor Koreksi <i>Bypass</i>	100
5.2.7. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor <i>Shell</i>	101
5.2.8. Perhitungan Laju Fluks Massa pada <i>Tube</i>	101

5.2.9. Perhitungan Bilangan Reynolds dan Prandtl pada <i>Tube</i>	102
5.2.10. Faktor Perpindahan Kalor dan Bilangan Nusselt <i>Tube</i>	102
5.2.11. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor pada <i>Tube</i>	102
5.2.12. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	102
5.2.13. Perhitungan Deviasi Koefisien Perpindahan Kalor	103
5.3. Perhitungan Mekanikal Alat Penukar Kalor	103
5.3.1. Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Shell</i>	104
5.3.2. Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Rear Head</i>	104
5.3.3. Perhitungan <i>Nozzle</i>	105
5.3.4. Penentuan <i>Flange</i>	106
5.3.5. Penentuan Ketebalan <i>Tubesheet</i> dan <i>Baffle</i>	108
5.3.6. Penentuan <i>Tie Rod</i>	108
5.4. Perhitungan <i>Pressure Drop</i>	108
5.4.1. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona <i>Cross Flow</i>	109
5.4.2. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona <i>Window</i>	109
5.4.3. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Zona Tepi	110
5.4.4. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> <i>Nozzle Shell</i>	110
5.4.5. Perhitungan Total <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Shell</i>	111
5.4.6. Perhitungan Faktor Gesekan <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Tube</i>	111
5.4.7. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Gesekan	111
5.4.8. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat <i>Nozzle Tube</i>	111
5.4.9. Perhitungan Total <i>Pressure Drop</i> Sisi <i>Tube</i>	112
5.5. Perhitungan Efektivitas Alat Penukar Kalor	112
5.6. Prediksi HTRI <i>Xchanger Suite</i>	113
5.7. Prediksi Numeris <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)	114

5.7.1. Pembuatan Domain Fluida	114
5.7.2. Uji Sensitifitas dan Kualitas Mesh	114
5.7.3. Peninjauan Residual Monitor	117
5.7.4. Peninjauan Keseimbangan Massa dan Energi	119
5.7.5. Hasil Prediksi Numeris	120
5.7.6. Hasil Visual Prediksi Numeris	122
5.8. Perbandingan Hasil Bell-Delaware, HTRI, dan CFD	124
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>127</b>
6.1. Kesimpulan	127
6.2. Saran	130
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>131</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>133</b>