

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	iii
PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxiv
INTISARI	xxviii
<i>ABSTRACT</i>	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Perancangan Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and Tube</i> untuk Siklus Rankine Organik dengan Fluida Berubah Fasa	6
2.2. Penggunaan CFD pada Prediksi Numeris Alat Penukar Kalor	8
2.3. Pengaruh <i>Mass Flow Rate</i> terhadap Unjuk Kerja Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i>	11

BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1. Siklus Rankine Organik	14
3.2. Alat Penukar Kalor	15
3.2.1. Klasifikasi Berdasarkan Proses Perpindahan Kalor	16
3.2.2. Klasifikasi Berdasarkan Susunan Aliran Fluida	16
3.2.3. Klasifikasi Berdasarkan Mekanisme Perpindahan Kalor	17
3.2.4. Klasifikasi Berdasarkan Geometri Konstruksi	17
3.3. Standar Perancangan Alat Penukar Kalor	19
3.4. Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and Tube</i>	19
3.5. Komponen Utama Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and Tube</i>	21
3.5.1. <i>Shell</i>	21
3.5.2. <i>Head</i>	22
3.5.3. <i>Tube</i>	22
3.5.4. <i>Tubesheet</i>	24
3.5.5. <i>Nozzle</i>	24
3.5.6. <i>Baffle</i>	24
3.6. <i>Sizing</i> Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and Tube</i>	25
3.6.1. Perhitungan Laju Perpindahan Kalor	26
3.6.2. Perhitungan <i>Log Mean Temperature Different</i> (LMTD)	26
3.6.3. Penentuan Estimasi Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan	26

3.6.4. Perhitungan Luasan Perpindahan Kalor yang Dibutuhkan	27
3.6.5. Penentuan Spesifikasi <i>Tube</i>	27
3.6.6. Perhitungan Diameter <i>Tube Bundle</i> dan Diameter Dalam <i>Shell</i>	28
3.6.7. Perhitungan Jarak Antar <i>Baffle</i> dan Jumlah <i>Baffle</i>	29
3.6.8. Perhitungan Laju Fluks Massa dan Kecepatan Aliran Fluida	29
3.7. Metode Perancangan Bell-Delaware	30
3.7.1. Perhitungan Diameter Ekuivalen Hidrolik	30
3.7.2. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Ideal pada <i>Shell</i>	30
3.7.3. Penentuan Faktor Koreksi Baris <i>Tube</i>	33
3.7.4. Penentuan Faktor Koreksi <i>Window</i>	33
3.7.5. Penentuan Faktor Koreksi <i>Bypass</i>	35
3.7.6. Penentuan Faktor Koreksi <i>Leakage</i>	35
3.7.7. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Akhir pada <i>Shell</i>	36
3.7.8. Perhitungan Bilangan Reynolds dan Prandtl pada <i>Tube</i>	36
3.7.9. Faktor Perpindahan Kalor dan Bilangan Nusselt pada <i>Tube</i>	36
3.7.10. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor pada <i>Tube</i>	37
3.7.11. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	37

3.7.12. Perhitungan Deviasi Koefisien Perpindahan Kalor	37
3.8. Perhitungan Mekanikal Alat Penukar Kalor	38
3.8.1. Perancangan <i>Shell</i>	38
3.8.2. Perancangan <i>Head</i>	40
3.8.3. Perancangan <i>Nozzle</i>	41
3.8.4. Penentuan <i>Flange</i>	42
3.8.5. Perhitungan Ketebalan <i>Tubesheet</i> dan <i>Baffle</i>	44
3.8.6. Penentuan <i>Tie Rod</i>	45
3.8.7. Penentuan <i>Lifting Lug</i> dan <i>Saddle</i>	46
3.9. Perhitungan <i>Pressure Drop</i>	48
3.9.1. <i>Pressure Drop</i> pada Sisi <i>Tube</i>	48
3.9.2. <i>Pressure Drop</i> pada Sisi <i>Shell</i>	49
3.10. Perhitungan Efektivitas Alat Penukar Kalor	52
3.11. <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	54
3.11.1. Finite Volume Method (FVM)	57
3.11.2. <i>Governing Equation</i>	57
3.11.3. Model Turbulensi	59
3.11.4. Metode Penyelesaian (<i>Solver</i>)	62
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	64
4.1 Diagram Alir Penelitian	64
4.2 Alat Penelitian	65
4.3 Bahan Penelitian	68
4.4 Perhitungan Desain Alat Penukar Kalor	69
4.5 Proses Prediksi Numeris	73

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	74
5.1 Datasheet Perancangan	74
5.2 <i>Sizing</i> Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and Tube</i>	74
5.2.1. Perhitungan Laju Perpindahan Kalor dan Suhu <i>Outlet Tube</i>	74
5.2.2. Perhitungan <i>Log Mean Temperature Different</i> (LMTD)	75
5.2.3. Penentuan Asumsi Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan	75
5.2.4. Perhitungan Luasan Perpindahan Kalor yang Dibutuhkan	75
5.2.5. Perancangan <i>Tube</i>	75
5.2.6. Perhitungan Diameter <i>Tube Bundle</i> dan Diameter Dalam <i>Shell</i>	77
5.2.7. Perhitungan Jarak Antar <i>Baffle</i> dan Jumlah <i>Baffle</i>	77
5.2.8. Perhitungan Kecepatan Aliran Fluida	78
5.3 Perancangan Metode Bell-Delaware	79
5.3.1. Perhitungan Diameter Ekuivalen Hidrolik	80
5.3.2. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Ideal <i>Shell</i>	80
5.3.3. Penentuan Faktor Koreksi Baris <i>Tube</i>	81
5.3.4. Penentuan Faktor Koreksi <i>Window</i>	81
5.3.5. Penentuan Faktor Koreksi <i>Bypass</i>	82
5.3.6. Penentuan Faktor Koreksi <i>Leakage</i>	82
5.3.7. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Akhir pada <i>Shell</i>	83

5.3.8.	Perhitungan Bilangan Reynolds dan Bilangan Prandtl pada <i>Tube</i>	83
5.3.9.	Faktor Perpindahan Kalor dan Bilangan Nusselt <i>Tube</i>	83
5.3.10.	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor <i>Tube</i>	84
5.3.11.	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	84
5.3.12.	Perhitungan Deviasi Koefisien Perpindahan Kalor	84
5.4	Perancangan Mekanikal Alat Penukar Kalor	84
5.4.1.	Perancangan <i>Shell</i>	85
5.4.2.	Perancangan <i>Head</i>	86
5.4.3.	Perancangan <i>Nozzle</i>	87
5.4.4.	Penentuan Ukuran dan <i>Rating Flange</i>	88
5.4.5.	Penentuan Ketebalan <i>Tubesheet</i> dan <i>Baffle</i>	90
5.4.6.	Penentuan Jumlah dan Ukuran <i>Tie Rod</i>	90
5.4.7.	Penentuan Ukuran <i>Lifting Lug</i> dan <i>Saddle</i>	90
5.5	Perhitungan <i>Pressure Drop</i>	91
5.5.1.	<i>Pressure Drop</i> pada Sisi <i>Tube</i>	91
5.5.2.	<i>Pressure Drop</i> Ideal pada Sisi <i>Shell</i>	92
5.6	Perbandingan Hasil Perancangan <i>Original Size</i> dan <i>Scale Down Size</i>	94
5.6.1.	Perbandingan Hasil Perancangan Termal	94
5.6.2.	Perbandingan Hasil Perancangan Mekanikal	97
5.6.3.	Perbandingan Hasil Perhitungan <i>Pressure Drop</i>	99

5.7	Proses Prediksi Numeris	100
5.7.1.	Pembuatan Geometri 3D Domain Fluida	100
5.7.2.	Pembuatan <i>Mesh</i>	101
5.7.3.	Pengaturan ANSYS Fluent	102
5.7.4.	Hasil Prediksi Numeris Alat Penukar Kalor <i>Scale Down Size</i>	109
5.8	Prediksi Numeris Alat Penukar Kalor dengan Variasi Laju Aliran Massa pada <i>Tube Off-Design</i>	112
5.8.1.	Prediksi Numeris Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i> dengan <i>Tube Mass Flow</i> 1,8 kg/s dan <i>Shell Mass Flow</i> 0,3 kg/s	112
5.8.2.	Prediksi Numeris Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i> dengan <i>Tube Mass Flow</i> 3 kg/s	115
5.9	Rangkuman Hasil Prediksi Numeris	119
5.10	Pengaruh Variasi Laju Aliran Massa pada <i>Tube</i>	119
BAB VI KESIMPULAN		124
6.1.	Kesimpulan	124
6.2.	Saran	125
DAFTAR PUSTAKA		126
LAMPIRAN		129