

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	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xix
INTISARI	xxii
ABSTRACT	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Desain dan Rancang Bangun Alat Penukar Kalor (Heat exchanger) Jenis Shell and Tube.	4
2.2. Pengaruh Konfigurasi dan Geometri Baffle pada Alat Penukar Kalor Tipe Shell and Tube Berdasarkan Hasil Eksperimen	6
2.3. Prediksi Numeris dari Performa Shell and Tube Heat exchanger dengan Baffle Segmental Berlipat	14
BAB III DASAR TEORI	17
3.1. Alat Penukar Kalor	17
3.1.1. Klasifikasi Berdasarkan Geometri Konstruksi	18

3.1.2. Klasifikasi Berdasarkan <i>Flow Arrangements</i>	19
3.1.3. Klasifikasi Berdasarkan <i>Transfer Process</i>	20
3.1.4. Klasifikasi Berdasarkan Mekanisme Perpindahan Kalor	20
3.2. Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and Tube</i>	21
3.3. Komponen Penyusun Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i>	23
3.3.1. <i>Shell</i>	24
3.3.2. <i>Head</i>	24
3.3.3. <i>Tube</i>	25
3.3.4. <i>Baffle</i>	28
3.3.5. <i>Tie Rod</i>	29
3.3.6. <i>Tubesheet</i>	29
3.3.7. <i>Clearance</i>	30
3.3.8. <i>Nozzle</i>	32
3.4. <i>Sizing</i> Alat Penukar Kalor	32
3.4.1. Perhitungan Beban Kalor	33
3.4.2. Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference</i>	33
3.4.3. Penentuan Faktor Koreksi LMTD	33
3.4.4. Penentuan Estimasi Total Koefisien Perpindahan Kalor	34
3.4.5. Perhitungan Luas Area Perpindahan Kalor yang Dibutuhkan	35
3.4.6. Perhitungan Jumlah <i>Tube</i>	36
3.4.7. Perhitungan Diameter <i>Tube Bundle</i>	36
3.4.8. Penentuan Diameter Dalam <i>Shell</i>	37
3.4.9. Perhitungan Kecepatan Alir Fluida	38
3.5. Metode Perancangan Kern	39
3.5.1. Perhitungan Luasan <i>Crossflow</i> pada Sisi <i>Shell</i> dan <i>Tube</i>	39
3.5.2. Perhitungan Laju Aliran Massa	40
3.5.3. Perhitungan Diameter Ekuivalen	40
3.5.4. Perhitungan Bilangan Reynold pada <i>Shell</i>	41
3.5.5. Perhitungan Bilangan Prandtl pada <i>Shell</i>	41
3.5.6. Perhitungan Bilangan Nusselt	41
3.5.7. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor <i>Shell</i>	42

3.5.8. Perhitungan Suhu Rata-Rata	42
3.5.9. Perhitungan Luasan Aliran	42
3.5.10. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh	43
3.6. Metode Perancangan Bell-Delaware	44
3.6.1. Perhitungan Luasan <i>Crossflow</i> pada Sisi <i>Shell</i>	44
3.6.2. Perhitungan Kecepatan Alir Linier pada Sisi <i>Shell</i>	44
3.6.3. Perhitungan Bilangan Reynolds pada <i>Shell</i>	45
3.6.4. Perhitungan Bilangan Prandtl pada <i>Shell</i>	45
3.6.5. Faktor Perpindahan Kalor dan Bilangan Nusselt <i>Shell</i>	46
3.6.6. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Ideal <i>Shell</i>	47
3.6.7. Penentuan Faktor Koreksi Baris <i>Tube</i>	47
3.6.8. Penentuan Faktor Koreksi <i>Window</i>	48
3.6.9. Penentuan Faktor Koreksi <i>Bypass</i>	50
3.6.10. Penentuan Faktor Koreksi <i>Leakage</i>	51
3.6.11. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor <i>Shell</i>	53
3.6.12. Perhitungan Bilangan Reynolds dan Prandtl pada <i>Tube</i>	53
3.6.13. Faktor Perpindahan Kalor dan Bilangan Nusselt <i>Tube</i>	54
3.6.14. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor pada <i>Tube</i>	55
3.6.15. Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	55
3.7. Perhitungan Mekanikal Alat Penukar Kalor	56
3.7.1. Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Shell</i>	56
3.7.2. Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Rear Head</i>	57
3.7.3. Perhitungan <i>Nozzle</i>	58
3.7.4. Penentuan <i>Flange</i>	60
3.7.5. Penentuan Ketebalan <i>Tubesheet</i>	62
3.7.6. Penentuan Dimensi Baffle	62
3.7.7. Penentuan <i>Tie Rod</i>	63
3.8. Perhitungan <i>Pressure drop</i>	63
3.8.1. Perhitungan <i>Pressure drop</i> Ideal	64
3.8.2. Perhitungan <i>Pressure drop</i> Zona <i>Crossflow</i>	64
3.8.3. Perhitungan <i>Pressure drop</i> Zona <i>Window</i>	66

3.8.4. Perhitungan <i>Pressure drop</i> Zona Tepi	67
3.8.5. Perhitungan Total <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Shell</i>	67
3.8.6. Perhitungan Faktor Gesekan <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Tube</i>	68
3.8.7. Perhitungan <i>Pressure drop</i> Akibat Gesekan	69
3.8.8. Perhitungan Total <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Tube</i>	69
3.9. Perhitungan Efektivitas Alat Penukar Kalor	70
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	72
4.1. Diagram Alir Penelitian	72
4.2. Alat dan Bahan Penelitian	74
4.2.1. Alat Penelitian	74
4.2.2. Bahan Penelitian	81
4.3. Perhitungan Desain Alat Penukar Kalor	85
4.4. Skema Alat Penelitian	87
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	89
5.1. Rancang Bangun Alat Penukar Kalor	89
5.2. Perancangan Termal dari Alat Penukar Kalor	92
5.2.1. Metode Perancangan Kern	93
5.2.2. Metode Perancangan Bell-Delaware	97
5.3. Perancangan Mekanikal dari Alat Penukar Kalor	104
5.3.1. <i>Thickness</i> dan MAWP Bagian <i>Shell</i>	106
5.3.2. <i>Thickness</i> dan MAWP Bagian <i>Rear Head</i>	106
5.3.3. Perhitungan Ukuran <i>Nozzle</i>	107
5.3.4. Penentuan Rating dan Ukuran <i>Flange</i>	108
5.3.5. Penentuan Ketebalan <i>Tubesheet</i> dan <i>Baffle</i>	110
5.3.6. Penentuan Jumlah dan Ukuran <i>Tie Rod</i>	111
5.4. Perhitungan <i>Pressure drop</i> dari Alat Penukar Kalor	111
5.4.1. <i>Pressure drop</i> Ideal pada <i>Shell</i>	111
5.4.2. <i>Pressure drop</i> Zona <i>Crossflow</i>	111
5.4.3. <i>Pressure drop</i> Zona <i>Window</i>	113
5.4.4. <i>Pressure drop</i> Zona Tepi	113
5.4.5. Perhitungan Total <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Shell</i>	114

5.4.6. Perhitungan <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Tube</i>	114
5.5. Perbandingan Perancangan Metode Kern dan Metode Bell-Delaware	114
5.6. Hasil Performa Termal dari Eksperimen Alat Penukar Kalor dengan Bafle Segmental Konvensional terhadap Laju Aliran Massa	114
5.6.1. Eksperimen Alat Penukar Kalor Variasi Laju Aliran Massa 0,21 kg/s	116
5.6.2. Eksperimen Alat Penukar Kalor Variasi Laju Aliran Massa 0,19 kg/s	118
5.6.3. Eksperimen Alat Penukar Kalor Variasi Laju Aliran Massa 0,23 kg/s	121
5.7. Hasil Performa Termal dari Eksperimen Alat Penukar Kalor dengan Bafle segmental berlipat 135° terhadap Laju Aliran Massa	123
5.7.1. Eksperimen Alat Penukar Kalor Variasi Laju Aliran Massa 0,21 kg/s	124
5.7.2. Eksperimen Alat Penukar Kalor Variasi Laju Aliran Massa 0,19 kg/s	126
5.7.3. Eksperimen Alat Penukar Kalor Variasi Laju Aliran Massa 0,23 kg/s	129
5.8. Perbandingan Performa Termal dari Hasil Eksperimen Alat Penukar Kalor Terhadap Variasi Laju Aliran Massa	131
BAB VI KESIMPULAN	137
6.1. Kesimpulan	137
6.2. Saran	138
DAFTAR PUSTAKA	139
LAMPIRAN	141