

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR 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	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxiii
INTISARI	xxviii
ABSTRACT	xxix
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	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pemanasan Air Menggunakan Heat Exchanger	5
2.2 Penggunaan <i>Heat Transfer Research, Inc.</i> pada Alat Penukar Kalor <i>Shell and Tube</i>	8
2.3 Pengaruh Laju Aliran Massa Terhadap Kinerja Alat Penukar Kalor	11
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1 Brine Geothermal	15

3.2	Silika <i>Scaling</i>	16
3.3	Alat penukar Kalor	18
3.2.1	Klasifikasi Berdasarkan Geometri Konstruksi	19
3.2.2	Klasifikasi Berdasarkan <i>Flow Arrangements</i>	21
3.2.3	Klasifikasi Berdasarkan <i>Transfer Process</i>	22
3.2.4	Klasifikasi Berdasarkan Mekanisme Perpindahan Kalor	23
3.4	Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and tube</i>	24
3.5	Komponen Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and tube</i>	27
3.5.1.	<i>Shell</i>	27
3.5.2.	<i>Head</i>	27
3.5.3.	<i>Nozzle</i>	28
3.5.4.	<i>Tube</i>	29
3.5.5.	<i>Tubesheet</i>	32
3.5.6.	<i>Baffle</i>	33
3.5.7.	<i>Clearance</i>	35
3.5.8.	<i>Tie Rod</i>	36
3.6	<i>Sizing</i> Alat Penukar Kalor <i>Shell and tube</i>	37
3.6.1	Perhitungan Beban Kalor	37
3.6.2	Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference</i>	37
3.6.3	Penentuan Faktor Koreksi LMTD	38
3.6.4	Penentuan Estimasi Total Koefisien Perpindahan Kalor	39
3.6.5	Perhitungan Luasan Area Perpindahan Kalor yang Dibutuhkan	40
3.6.6	Perhitungan Jumlah <i>Tube</i>	41
3.6.7	Perhitungan Diameter <i>Tube Bundle</i>	41
3.6.8	Penentuan Diameter Dalam <i>Shell</i>	42

3.6.9	Penentuan <i>Baffle Spacing</i> dan Perhitungan Jumlah <i>Baffle</i>	42
3.7	Metode Perancangan <i>Bell-Delaware</i>	43
3.7.1	Perhitungan <i>Crossflow Area</i>	43
3.7.2	Perhitungan <i>Segmental Baffle Window</i>	45
3.7.3	Perhitungan Parameter <i>Bundle to Shell Bypass</i>	47
3.7.4	Perhitungan Parameter <i>Baffle Leakage Area</i>	48
3.7.5	Perhitungan <i>Mass Flow Velocity</i>	49
3.7.6	Perhitungan <i>Reynolds Number</i> dan <i>Prandtl Number</i>	50
3.7.7	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Ideal pada <i>Shell</i>	51
3.7.8	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Heat Transfer</i> Akibat <i>Segmental Baffle Window</i>	52
3.7.9	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Heat Transfer</i> Akibat <i>Baffle Leakage</i>	52
3.7.10	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Heat Transfer</i> Akibat <i>Bypass Flow</i>	53
3.7.11	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Heat Transfer</i> Akibat <i>Unequal Baffle Spacing</i>	53
3.7.12	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Sisi <i>Shell</i>	54
3.7.13	Perhitungan <i>Nusselt Number</i> sisi <i>Tube</i>	54
3.7.14	Perhitungan Koefisien <i>Heat Transfer</i> sisi <i>Tube</i>	54
3.7.15	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	55
3.7.16	Perhitungan Deviasi Koefisien Perpindahan Kalor	55
3.8	Perhitungan Mekanikal Alat Penukar Kalor <i>Shell and tube</i>	56
3.8.1	Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Shell</i>	56
3.8.2	Perhitungan <i>Nozzle</i>	57
3.8.3	Penentuan <i>Flange</i>	59

3.8.4	Perhitungan Ketebalan <i>Tubesheet</i> dan <i>Baffle</i>	61
3.8.5	Penentuan <i>Tie Rod</i>	62
3.9	Perhitungan <i>Pressure drop</i> Metode Bell-Delaware	62
3.9.1	Pembagian <i>Section Pressure drop</i> Sisi <i>Shell</i>	63
3.9.2	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Pressure drop</i> pada <i>Shell</i>	63
3.9.3	Perhitungan <i>Pressure drop Ideal Shell</i>	65
3.9.4	Perhitungan <i>Pressure drop Zona Crossflow</i>	65
3.9.5	Perhitungan <i>Pressure drop Zona Entrance and Exit Section</i>	66
3.9.6	Perhitungan <i>Pressure drop Zona Window</i>	66
3.9.7	Perhitungan <i>Pressure drop Nozzle Shell</i>	67
3.9.8	Perhitungan Total <i>Pressure drop</i> sisi <i>Shell</i>	68
3.9.9	Pernentuan Faktor Gesekan <i>Pressure Drop</i> sisi <i>Tube</i>	68
3.9.10	Perhitungan <i>Pressure drop</i> Akibat Gesekan	69
3.9.11	Perhitungan <i>Pressure drop</i> Akibat <i>Turning</i>	70
3.9.12	Perhitungan <i>Pressure drop</i> pada <i>Nozzle Tube</i>	70
3.9.13	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Penyempitan dan Pelebaran Kedua Ujung <i>Tube</i>	70
3.9.14	Perhitungan Total <i>Pressure drop</i> pada Sisi <i>Tube</i>	71
3.10	Efektivitas Alat Penukar Kalor <i>Shell and tube</i>	71
3.11	HTRI Xchanger Suite	72
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		74
4.1	Diagram Alir Penelitian	74
4.2	Alat Penelitian	76
4.3	Bahan Penelitian	78
4.4	Perhitungan Desain Alat Penukar Kalor	80

4.5	Proses Prediksi Unjuk Kerja	82
4.5.1	Persiapan dan Pengumpulan Data	82
4.5.2	Input Data dan Pemodelan	83
4.5.3	Simulasi dan Analisis Hasil	84
4.6	Komparasi Parameter	85
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		86
5.1	<i>Sizing</i> Alat Penukar Kalor	86
5.1.1	Laju Perpindahan Kalor dan Suhu <i>Outlet Tube</i>	86
5.1.2	Perhitungan <i>Log Mean Temperature Difference</i>	87
5.1.3	Perhitungan Faktor Koreksi LMTD	87
5.1.4	Penentuan Asumsi Total Koefisien Perpindahan Kalor	88
5.1.5	Perhitungan Luas Area Perpindahan Kalor yang Dibutuhkan	88
5.1.6	Perhitungan Jumlah <i>Tube</i>	89
5.1.7	Penentuan Diameter <i>Shell</i>	89
5.1.8	Perhitungan Diameter <i>Tube Bundle</i>	90
5.1.9	Penentuan Jumlah <i>Baffle</i> dan <i>Baffle Spacing</i>	90
5.2	Perancangan Metode Bell-Delaware	91
5.2.1	Perhitungan <i>Crossflow Area</i>	92
5.2.2	Perhitungan <i>Segmental Baffle Window</i>	92
5.2.3	Perhitungan <i>Bundle to Shell Bypass</i>	94
5.2.4	Perhitungan Parameter <i>Baffle Leakage Area</i>	94
5.2.5	Perhitungan <i>Massflow Velocity</i>	95
5.2.6	Perhitungan <i>Reynolds Number</i> dan <i>Prandtl Number</i>	96
5.2.7	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Ideal pada <i>Shell</i>	97
5.2.8	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Heat Transfer</i> Akibat	

	<i>Segmental Baffle Window</i>	97
5.2.9	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Heat Transfer</i> Akibat <i>Baffle Leakage</i>	97
5.2.10	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Heat Transfer</i> Akibat <i>Bypass Flow</i>	98
5.2.11	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Heat Transfer</i> Akibat <i>Unequal Baffle Spacing</i>	98
5.2.12	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Sisi <i>Shell</i>	98
5.2.13	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Sisi <i>Tube</i>	99
5.2.14	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Total	99
5.2.15	Perhitungan Deviasi Koefisien Perpindahan Kalor	99
5.3	Perancangan Mekanikal	100
5.3.1	Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Shell</i>	100
5.3.2	Perhitungan Mekanikal Bagian <i>Nozzle</i>	101
5.3.3	Penentuan Rating dan Ukuran Flange	103
5.3.4	Penentuan Ketebalan <i>Tubesheet</i> dan <i>Baffle</i>	106
5.3.5	Penentuan Jumlah <i>Tie Rod</i>	106
5.4	Perhitungan <i>Pressure drop</i>	107
5.4.1	Perhitungan Faktor Koreksi <i>Pressure drop</i> pada sisi <i>Shell</i>	107
5.4.2	Perhitungan <i>Pressure drop Ideal</i> pada sisi <i>Shell</i>	107
5.4.3	Perhitungan <i>Pressure drop Zona Cross Flow</i>	108
5.4.4	Perhitungan <i>Pressure drop Zona Entrance and Exit Section</i>	108
5.4.5	Perhitungan <i>Pressure drop Zona Window</i>	108
5.4.6	Perhitungan <i>Pressure drop</i> pada <i>Nozzle Shell</i>	109
5.4.7	Perhitungan <i>Pressure drop Total</i> pada Sisi <i>Shell</i>	109

5.4.8	Penentuan Faktor Gesekan <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Tube</i>	109
5.4.9	Perhitungan <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Tube</i> Akibat Gesekan	110
5.4.10	Perhitungan <i>Pressure drop</i> Sisi <i>Tube</i> Akibat <i>Turning</i>	110
5.4.11	Perhitungan <i>Pressure drop</i> Pada <i>Nozzle Tube</i>	110
5.4.12	Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Akibat Kontraksi dan Ekspansi pada Kedua Ujung <i>Tube</i>	110
5.4.13	Perhitungan <i>Total Pressure drop</i> Pada Sisi <i>Tube</i>	111
5.5	Perhitungan Efektivitas Alat Penukar Kalor Hasil Perancangan	111
5.6	Perbandingan Hasil Perancangan Perhitungan Analitik dan Prediksi Perangkat Lunak HTRI	111
5.7	Perbandingan Hasil Prediksi Unjuk Kerja dengan Perhitungan Metode Bell-Delaware	112
5.8	Variasi Laju Aliran Massa pada Sisi <i>Shell</i>	113
5.9	Variasi Temperatur <i>Inlet</i> pada Sisi <i>Shell</i>	114
5.10	Pengaruh Variasi Laju Aliran Massa pada Sisi <i>Shell</i> Terhadap Performa Alat Penukar Kalor	114
5.11	Pengaruh Variasi <i>Temperature Inlet</i> pada Sisi <i>Shell</i> Terhadap Performa Alat Penukar Kalor	117
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		121
6.1	Kesimpulan	121
6.2	Saran	122
DAFTAR PUSTAKA		123
LAMPIRAN		126