

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN HASIL UJIAN PENDADARAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Permasalahan	2
1.3. Batasan Permasalahan	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Kegunaan	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Definisi Alat Penukar Kalor (<i>Heat Exchanger</i>)	4
2.2. Klasifikasi Alat Penukar Kalor	4
2.2.1. Klasifikasi berdasarkan <i>recuperator</i> dan <i>regenerator</i>	5
2.2.2. Klasifikasi berdasarkan aliran fluida	6
2.2.3. Klasifikasi berdasarkan proses perpindahan kalor	7
2.2.4. Klasifikasi berdasarkan perubahan fase	8
2.2.5. Klasifikasi berdasarkan kontruksi	12

2.2.6.	Klasifikasi berdasarkan fungsi	17
2.3.	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	19
2.4.	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	20
2.4.1.	Konstruksi <i>shell and tube</i>	21
2.4.2.	Menentukan fluida dalam <i>shell</i> dan <i>tube</i>	28
2.4.3.	Ukuran <i>heat exchanger</i>	29
2.4.4.	Kriteria seleksi dari segi mekanikal	30
2.4.4.1.	<i>Shell</i>	31
2.4.4.2.	<i>Head stasioner</i>	35
2.5.	Kelebihan Heat Exchanger Tipe Shell and Tube	49
 BAB III ANALISIS HEAT TRANSFER		
3.1.	Jenis Perpindahan Kalor	51
3.1.1.	Perpindahan kalor secara konduksi	52
3.1.2.	Perpindahan kalor secara konveksi	52
3.1.3.	Perpindahan kalor secara radiasi	53
3.2.	Total Transfer Kalor	53
3.3.	Metode <i>Logarithmic Mean Temperature Difference</i> (LMTD)	55
3.3.1.	Diameter <i>shell</i>	55
3.3.2.	Luas penampang aliran	57
3.3.3.	<i>Reynolds number</i>	58
3.3.4.	<i>Nusselt number</i>	59
3.3.5.	Koefisien perpindahan kalor konveksi	65
3.3.6.	Faktor pengotor (<i>fouling factor</i>)	66
3.3.7.	Temperatur logaritmik (<i>log mean temperature difference</i>)	67
3.3.8.	Koefisien perpindahan kalor total	70
3.3.9.	Faktor koreksi (<i>F</i>)	71
3.4.	Metode <i>Effectiveness-NTU</i>	74
3.4.1.	Nilai <i>effectiveness</i> (ϵ)	74
3.4.2.	Nilai NTU dan C_r	76
3.4.3.	Hubungan <i>effectiveness-NTU</i>	76

BAB IV ALGORITMA, PEMBUATAN DAN PENGECEKAN PROGRAM

4.1.	Visual C++ 2008	83
4.1.1.	Variabel	83
4.1.2.	Tipe data	84
4.1.3.	Operator	85
4.1.4.	Kontrol statement	87
4.1.4.1.	Statement percabangan	87
4.1.4.2.	Statement perulangan	90
4.2.	<i>Flowchart</i>	92
4.3.	Peralatan dan Perlengkapan	97
4.4.	Langkah Pembuatan Program	98
4.5.	Pengecekan Program	109
4.5.1.	Analisis dengan perhitungan	110
4.5.2.	Analisis dengan program	117
4.5.3.	Perbandingan hasil	126

BAB V KESIMPULAN 128

LAMPIRAN 130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	<i>Recuperator</i>	5
Gambar 2.2.	<i>Regenerator</i> tipe rotari	6
Gambar 2.3.	Klasifikasi alat penukar kalor berdasarkan aliran fluida	6
Gambar 2.4.	Klasifikasi alat penukar kalor berdasarkan proses perpindahan kalor	7
Gambar 2.5.	Klasifikasi alat penukar kalor berdasarkan perubahan fase	8
Gambar 2.6.	Distribusi temperatur pada kondenser dengan <i>parallel flow</i>	9
Gambar 2.7.	Distribusi temperatur pada evaporator dengan <i>parallel flow</i>	10
Gambar 2.8.	Distribusi temperatur aliran parallel dengan satu <i>shell pass</i> dan satu <i>tube pass</i>	11
Gambar 2.9.	Klasifikasi alat penukar kalor berdasarkan konstruksi	12
Gambar 2.10.	<i>Gasket plate</i>	13
Gambar 2.11.	<i>Spiral plate</i>	14
Gambar 2.12.	<i>Plate fin</i>	15
Gambar 2.13.	Bentuk geometri untuk <i>plate fin</i>	15
Gambar 2.14.	<i>Tube fin</i>	16
Gambar 2.15.	<i>Individual finned tube</i>	16
Gambar 2.16.	<i>Flat or continuous fins on an array of tubes</i>	17
Gambar 2.17.	Penukar kalor <i>double pipe</i>	19
Gambar 2.18.	Tipe desain <i>shell and tube</i> dari TEMA	22
Gambar 2.19.	<i>Shell and tube</i> standar TEMA tipe AES	23
Gambar 2.20.	<i>Shell and tube</i> standar TEMA tipe BEM	24
Gambar 2.21.	<i>Shell and tube</i> standar TEMA tipe AEP	24
Gambar 2.22.	<i>Shell and tube</i> standar TEMA tipe CFU	25
Gambar 2.23.	<i>Shell and tube</i> standar TEMA tipe ATK	25
Gambar 2.24.	<i>Shell and tube</i> standar TEMA tipe AJW	26
Gambar 2.25.	Foto aliran pada <i>tube</i>	42

Gambar 3.1.	Kesetimbangan energi antara fluida panas dan dingin	54
Gambar 3.2.	ΔT_1 dan ΔT_2 untuk <i>parallel flow</i>	68
Gambar 3.3.	ΔT_1 dan ΔT_2 untuk <i>counter flow</i>	69
Gambar 3.4.	Nilai F untuk <i>Shell and tube (1 shell pass and 2, 4, 6,... tube pass)</i>	72
Gambar 3.5.	Nilai F untuk <i>Shell and tube (2 shell pass and 4, 8, 12,... tube pass)</i>	72
Gambar 3.6.	Nilai F untuk <i>Single pass cross flow</i> dengan kedua fluida tidak bercampur	73
Gambar 3.7.	Nilai F untuk <i>Single pass cross flow</i> dengan satu kedua fluida tidak bercampur dan satu fluida lagi bercampur	73
Gambar 3.8.	Grafik ε -NTU untuk penukar kalor aliran searah	79
Gambar 3.9.	Grafik ε -NTU untuk penukar kalor aliran berlawanan arah	79
Gambar 3.10.	Grafik ε -NTU untuk <i>shell and tube</i> dengan satu <i>shell pass and 2, 4, 6, ... tube passes</i>	80
Gambar 3.11.	Grafik ε -NTU untuk <i>shell and tube</i> dengan dua <i>shell pass and 4, 8, 12, ... tube passes</i>	80
Gambar 3.12.	Grafik ε -NTU <i>single pass</i> , penukar kalor <i>cross flow</i> dengan kedua fluida tidak bercampur	81
Gambar 3.13.	Grafik ε -NTU <i>single pass</i> , penukar kalor <i>cross flow</i> dengan satu fluida bercampur dan yang lain tidak	81
Gambar 4.1.	<i>Flowchart</i> program	97
Gambar 4.2.	Jendela <i>New Project</i>	98
Gambar 4.3.	Form1.h [Design]	99
Gambar 4.4.	Desain 1 Form1	102
Gambar 4.5.	Desain 2 Form1	102
Gambar 4.6.	Desain 3 Form1	103
Gambar 4.7.	Desain 4 Form1	104
Gambar 4.8.	Desain 5 Form1	104
Gambar 4.9.	Desain 6 Form1	105
Gambar 4.10.	Desain 7 Form1	106



Gambar 4.11.	Desain 8 Form1	107
Gambar 4.12.	Jendela <i>Add New Item</i>	108
Gambar 4.13.	Desain Form2	108
Gambar 4.14.	Input tab 1 <i>example 11.1</i>	118
Gambar 4.15.	Input tab 2 <i>example 11.1</i>	119
Gambar 4.16.	Input tab 3 <i>example 11.1</i>	120
Gambar 4.17.	Input tab 4 <i>example 11.1</i>	121
Gambar 4.18.	Hasil <i>example 11.1</i>	121
Gambar 4.19.	Input tab 1 <i>example 11.2</i>	122
Gambar 4.20.	Input tab 2 <i>example 11.2</i>	123
Gambar 4.21.	Input tab 3 <i>example 11.2</i>	124
Gambar 4.22.	Input tab 4 <i>example 11.2</i>	125
Gambar 4.23.	Hasil <i>example 11.2</i>	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Ruang bebas antara diameter dalam <i>shell</i> dengan sekat	32
Tabel 2.2.	Ruang bebas dan toleransi untuk <i>heat exchanger</i>	40
Tabel 2.3.	Data dimensi untuk <i>tube</i> komersial	43
Tabel 2.4.	Standar jumlah, ukuran <i>tie-rods</i> berbagai tipe <i>heat exchanger</i>	46
Tabel 3.1.	<i>Nusselt number</i> untuk <i>shell</i>	63
Tabel 3.2.	Konstanta persamaan (3.36) untuk aliran fluida melalui tumpukan <i>tube</i>	64
Tabel 3.3.	<i>Nusselt number</i> untuk <i>double pipe heat exchanger</i> dengan satu permukaan diisolasi dan permukaan lainnya <i>isothermal</i>	65
Tabel 3.4.	Nilai <i>fouling factor</i>	67
Tabel 3.5.	Persamaan <i>effectiveness</i> untuk penukar kalor	77
Tabel 3.6.	Persamaan <i>NTU</i> untuk penukar kalor	78
Tabel 4.1.	Tipe data	84
Tabel 4.2.	Operator metematik	85
Tabel 4.3.	Operator pembanding	86
Tabel 4.4.	Operator logika	87
Tabel 4.5.	Perbandingan perhitungan dengan program untuk <i>Example 11.1</i>	126
Tabel 4.6.	Perbandingan perhitungan dengan program untuk <i>Example 11.2</i>	127

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Tabel <i>Thermophysical Propertries of Saturated Fluids</i>	166
Lampiran 2.	Tabel <i>Thermophysical Propertries of Saturated Water</i>	168
Lampiran 3.	<i>Representative Fouling Factors</i>	169