

**PERENCANAAN HEAT EXCHAGER JENIS SHELL  
AND TUBE PADA UNIT CRUDE DESTILASI  
DI UP. II PERTAMINA DUMAI**



**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi  
salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

**Oleh :**

**NGADENAN**

**NIM : 988130024**



**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2002**

PERENCANAAN HEAT EXCHAGER JENIS SHELL  
AND TUBE PADA UNIT CRUDE DESTILASI  
DI UP.II PERTAMINA DUMAI



SKRIPSI

OLEH :

NGADENAN  
NIM : 988130024

Menyetujui :  
Komisi Pembimbing,

Pembimbing I

(Ir. H. Amirsyam Nasution, MT)

Pembimbing II

(Ir. Amru Siregar, MT)

Mengetahui :

Dekan

(Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.Sc)

Ketua Jurusan,

(Ir. H. Amirsyam Nasution, MT)

Tanggal Lulus : .....

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

---

Agenda No. : /FTJM/TA/2002

Diterima Tgl.: .....

Paraf : .....

TUGAS RANCANGAN/TUGAS AKHIR

Nama : Ngadenan  
No. Stambuk : 988130024  
Mata Kuliah : Motor Bakar  
Spesifikasi : Rancangan Penukar Kalor yang digunakan pada unit destilasi dengan data :

- Temperatur masuk kerosene = 210 °C
- Temperatur keluar kerosene = 160 °C
- Temperatur masuk Crude Oil = 110 °C
- Temperatur keluar Crude Oil = 140 °C
- Perencanaan meliputi
  - penurunan tekanan
  - Factor pengotoran
  - Pemeliharaan
  - Gambar

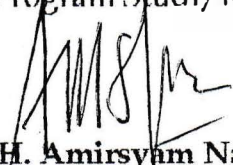
Ketentuan lain dapat dipilih sendiri.

Diberikan tanggal : .....

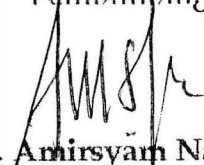
Selesai tanggal : .....

Medan, \_\_\_\_\_

Ka. Program Studi/Koordinator,

  
( Ir. H. Amirsyam Nasution, MT )

Pembimbing I,

  
( Ir. H. Amirsyam Nasution, MT )

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karuniaNya yang dilimpahkan kepada umatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Tugas akhir ini adalah sebagai tugas yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area, dan merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis menemui masalah-masalah yang sulit dipecahkan, namun berkat bantuan semua pihak, tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.Sc, Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
2. Bapak Ir. H. Amirsyam Nasution, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan sebagai Dosen Pembimbing I
3. Bapak Ir. Anru Siregar, MT, sebagai Dosen Pembimbing II
4. Bapak-bapak Dosen di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin.
5. Istri dan anakku yang telah banyak memberikan dorongan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

## DAFTAR ISI

Kata pengantar .....	i
Daftar isi.....	iii
Daftar Simbol (Nomenclature).....	vi
Notasi yang digunakan.....	viii

### BAB I

#### Pendahuluan

1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Batasan masalah.....	1
1.3 Metode penelitian.....	2
1.4 Sistematika pembahasan.....	2

### BAB II

#### Landasan Teori

2.1 Jenis Heat Exchanger.....	3
2.2 Konstruksi Heat Exchanger.....	16
2.2.1 Shell.....	16
2.2.2 Tube.....	18
2.3 Beda suhu rata-rata LOG (LMTD).....	21
2.4 Fouling faktor.....	24

## **BAB III**

### **Analisa Heat Exchanger**

3.1 Data perpindahan panas .....	26
3.1.A Perhitungan pada Tube Side.....	32
3.1.B Perhitungan pada Shell.....	40
3.1.C Analisa Tegangan.....	49
3.1.D Faktor Pengotoran (Fouling Factor) .....	51

## **BAB IV**

### **Perhitungan pressure drop**

4.1 Analisa Teori.....	53
4.2 Perhitungan Penurunan Tekanan pada Shell.....	53
4.3 Perhitungan Penurunan Tekanan pada Tube.....	56

## **BAB V**

### **Pemeliharaan Tube Bundle dan Shell**

5.1 Pencabutan Tube Bundle .....	60
5.1.1 Pembersihan Tube Bundle .....	61
5.1.1.1 Pembersihan sebelah luar.....	62
5.1.1.2 Pembersihan sebelah dalam .....	62
5.2 Pemeliharaan Shell.....	62
5.3 Proses perakitan Heat Exchanger.....	63

**BAB VI**

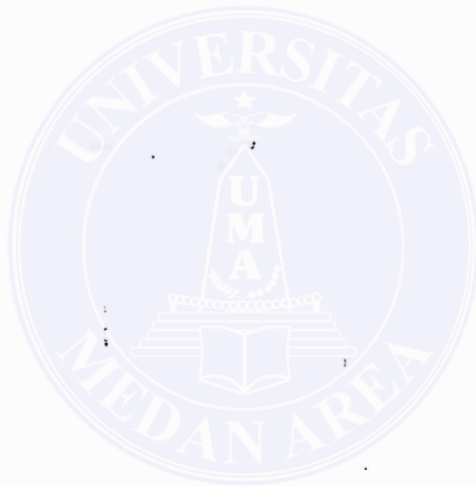
**Penutup** .....67

6.1 Kesimpulan .....67

6.2 Saran.....68

**Daftar Pustaka**

**Lampiran**



## DAFTAR SIMBOL ( NOMENCLATURE )

<i>A</i>	<i>Heat – Transfer Surface , ft</i>
<i>a</i>	<i>Flow Area, ft</i>
<i>B</i>	<i>Baffle Spacing, in</i>
<i>C</i>	<i>Specific Heat Of Hot Fluid, btu/lb. °F</i>
<i>D</i>	<i>Inside Diameter Of Tubes, ft</i>
<i>F<sub>c</sub></i>	<i>Caloric Fraction</i>
<i>F<sub>t</sub></i>	<i>Temperatur Diference Factor</i>
<i>F</i>	<i>Friction factor, ft/in</i>
<i>G</i>	<i>Mass felocity , lb( hr ) ( ft )</i>
<i>H, h<sub>i</sub>, h<sub>o</sub></i>	<i>Heat Transfer Coefisient In General For Inside Fluid And for out Side Fluid, btu/(hr 0 9 ft ) ( °F )</i>
<i>Id</i>	<i>Inside Diameter, in</i>
<i>lh</i>	<i>Factor for Heat Transfer Dimensioness</i>
<i>K<sub>c</sub></i>	<i>Caloric Constant</i>
<i>K</i>	<i>Thermal Conductivity, btu' ( hr ) ( ft ) ( °F /ft)</i>
<i>L</i>	<i>Tube Length, ft</i>
<i>L<sub>mtd</sub></i>	<i>Log Mean Temperature Diference, °F</i>
<i>N</i>	<i>Number Of Shell Side Baffles</i>
<i>N<sub>t</sub></i>	<i>Number Of Tube</i>
<i>N</i>	<i>Number Of Tube Passes</i>
<i>P<sub>t</sub></i>	<i>Tube Pitch , in</i>



# BAB I

## PENDAHULUAN

### **I.1 Latar Belakang**

Heat exchanger atau alat penukar kalor adalah alat yang digunakan untuk mengubah temperatur fluida atau mengubah fasa fluida dengan cara mempertukarkan kalornya dengan fluida lain.

Heat Exchanger umumnya merupakan peralatan dimana dua jenis fluida yang berbeda temperaturnya dialirkan kedalamnya dan saling bertukar kalor melalui bidang-bidang perpindahan panas, umumnya berupa dinding pipa-pipa atau sirip-sirip yang dipasangkan pada pipa.

Kalor yang dapat dipindahkan diantaranya fluida tersebut sangat bergantung kepada kecepatan aliran fluida, kondisi permukaan dan luas perpindahan panas serta beda temperatur diantara kedua fluida tersebut. Sebagaimana diketahui bahwa panas dapat berlangsung lewat 3 cara, dimana mekanisme perpindahan panas itu berlainan adanya. Adapun perpindahan panas itu dapat dilaksanakan dengan :

1. Secara molekuler atau disebut konduksi
2. Secara aliran atau disebut konveksi
3. Secara gelombang elektromagnetik atau radiasi.

### **I.2 Batasan Masalah.**

Agar pembahasan ini lebih terarah, maka batasan masalah hanya meliputi beberapa perhitungan saja yaitu :

- Menghitung Luas Penukar Kalor.
- Menghitung Fouling Factor.
- Menghitung Penurunan Tekanan
- Menghitung Jumlah Pipa
- Menggambar

### **1.3 Metode Penelitian**

Didalam melaksanakan penelitian / survey di PERTAMINA UP II DUMAI yang dimulai dari tanggal 11 s/d 22 Februari 2002. Penelitian dilakukan atas bantuan staf karyawan perusahaan yang bersangkutan. Disini penulis dibimbing untuk meneliti kealat penukar kalor yang akan dirancang dengan Fluida pendingin Crude Oil dan Fluida yang didinginkan berupa Kerosene. Dari sini diperoleh data yang diperlukan berdasarkan data lapangan sehingga penelitian ini juga mengetahui tata letak ( Lay out ) dari rancangan ini.

### **1.4 Sistematika Pembahasan**

Sistematika pembahasan hal ini meliputi :

BAB I     PENDAHULUAN

BAB II    LANDASAN TEORI

BAB III   ANALISA HEAT EXCHANGER

BAB IV    PERHITUNGAN PRESSURE DROP

BAB V     PEMELIHARAAN TUBE BUNDLE

## DAFTAR PUSTAKA

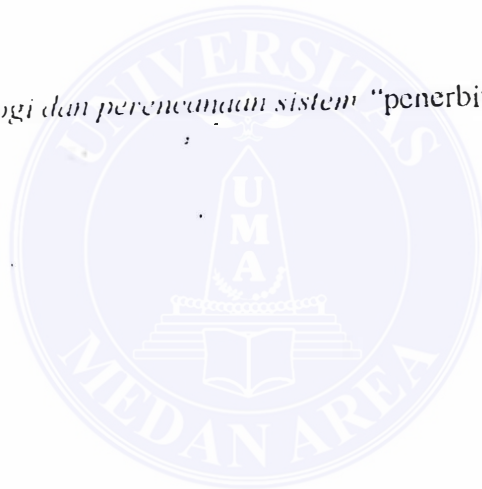
Donald Q.Kern "*Proses Heat Transfer* " Mc.Graw-Hill Book Company, New York  
,1950

J.P.Holman "*Perpindahan Kalor* " Edisi 6,Erlangga, Jakarta 1986

Ir.Funggul Sitompul SE,Msc "*Alat pemukar Kalor* "Erlangga , Jakarta.

DIKTAT PERTAMINA "*Pengenalan dan teori dasar Heat Exchanger*"Modul I dan  
Modul III

Ir.Raswari "*Teknologi dan perencanaan sistem* "penerbit Universitas Indonesia





## LAMPIRAN 2

<u>SATUAN VOLUME:</u>		<u>SATUAN TEKANAN:</u>	
1 US Barrel	= 42 US . gallon = 35 Imp . gallons	1 lb/ft . 2	= 47,88 pascal = 4,88 kg/m <sup>2</sup>
1 m <sup>3</sup>	= 1090 liter = 1,308 cu . yards = 25,31 cu . feet	1 p.s.i	= 6894 pascal = 2,036 inch . Hg = 0,0703 kg/cm <sup>2</sup> = 0,690 bar
1 liter	= 1.000.000 cc = 0,22 Imp. gallon = 0,2642 US gallon = 61,0 cu. Inches	1 m kolom air	= 9806 pascal = 0,1 kg/cm <sup>2</sup>
1 cu . ft/min	= 1,699 m <sup>3</sup> /jam	1 m . Hg	= 133,3 kilopascal = 1,360 kg/cm <sup>2</sup> = 1,333 milibar
1 m <sup>3</sup> /jam	= 0,589 cu . ft/min	1 kg/cm <sup>2</sup>	= 98,066 kilopascal = 735,5 mm . Hg = 0,981 bar = 14,22 p.s.i
<u>KERAPATAN:</u>		<u>SATUAN PANAS DAN ENERGI:</u>	
1 cu . ft/lb	= 0,0624 m <sup>3</sup> /kg	1 B.T.U	= 778 ft.lbs = 107,6 kg.m = 0,252 Kkal
1 lb/cu . ft	= 16,02 kg/m <sup>3</sup>	1 BTU/lb	= 0,556 Kkal/kg
1 m <sup>3</sup> /kg	= 16,02 cu.ft/lb	1 BTU/cu.ft	= 8,9 Kkal/m <sup>3</sup>
1 kg/m <sup>3</sup>	= 0,0624 lb/cu . ft	1 BTU/hr.sq.ft.F/ft	= 1,488 Kkal/j m <sup>2</sup> °C/m
1 g/m <sup>3</sup>	= 0,437 grain/cu.ft	1 kilokalori	= 3088 ft.lbs = 427 kg.m = 3,968 BTU = 4,187 K.J
1 g/liter	= 0,0584 grain per 1US gallon	1 kilojoule	= 0,2388 Kkal = 0,918 BTU
1 g/liter	= 58,4 grain per 1US gallon	1 KW	= 738 ft.lbs/sec = 102 kg.m/detik = 1,341 HP = 1,36 DK (metrik)
<u>SATUAN TEKANAN:</u>			
1 atm standar	= 101,325 pascal = 760 mm . Hg = 14,696 p.s.i = 1,033 kg/cm <sup>2</sup> = 1031 milibar		
1 atm metrik	= 98.066,5 pascal = 1 kg/cm <sup>2</sup> = 10 m.kolom air = 14,22 p.s.i		
1 bar	= 100.000 pascal = 1000 milibar = 750,1 mm . Hg		

Lanjutan Gambar 9.5

Liquid	X	Y	Liquid	X	Y
Acetaldehyde	15.1	4.8	Freon-21	16.7	7.6
Acetic acid, 100%	12.1	14.2	Freon-22	17.2	4.7
Acetic acid, 70%	9.1	17.0	Freon-113	12.5	11.4
Acetic anhydride	12.7	12.8	Freon-114	14.0	8.8
Acetone, 100%	14.6	7.2	Glycerol, 100%	2.0	30.0
Acetone, 35%	7.9	15.0	Glycerol, 60%	0.9	19.0
Allyl alcohol	10.2	14.3	Heptane	14.1	8.4
Ammonia, 100%	12.6	2.0	Hexane	14.7	7.0
Ammonia, 26%	10.1	13.0	Hydrochloric acid, 31.5%	13.0	10.0
Amyl acetate	11.8	12.5	Isobutyl alcohol	7.1	16.0
Amyl alcohol	7.5	18.4	Isobutyric acid	12.2	14.4
Aniline	8.1	18.7	Isopropyl alcohol	8.2	10.0
Anisole	12.3	13.0	Mercury	18.4	10.4
Arsenic trichloride	18.0	14.6	Methanol, 100%	12.4	10.5
Benzene	12.5	10.9	Methanol, 60%	12.3	11.3
Brine, CaCl <sub>2</sub> , 25%	8.0	15.9	Methanol, 40%	7.8	15.5
Brine, NaCl, 25%	10.2	10.0	Methyl acetate	14.2	8.3
Bromine	14.2	13.2	Methyl chloride	16.0	8.3
Bromotoluene	20.0	15.0	Methyl ethyl ketone	18.9	8.0
n-Butane	15.3	3.3	Naphthalene	7.0	18.1
Isobutane	14.5	3.7	Nitric acid, 95%	12.8	13.3
Butyl acetate	12.3	11.0	Nitric acid, 60%	10.8	17.0
Butyl alcohol	5.9	17.2	Nitrobenzene	10.6	10.3
Butyric acid	12.1	15.3	Nitrotoluene	11.0	17.0
Carbon dioxide	11.6	0.3	Octane	13.7	10.0
Carbon disulfide	10.1	7.5	Octyl alcohol	0.6	21.1
Carbon tetrachloride	12.7	13.1	Pentachloroethane	10.9	17.3
Chlorobenzene, <i>ortho</i>	12.3	12.4	Pentane	14.0	5.2
Chloroform	14.4	10.7	Phenol	6.9	20.8
Chlorosulfonic acid	11.2	18.1	Phosphorus tribromide	18.8	10.7
Chlorotoluene, <i>ortho</i>	13.0	13.3	Phosphorus trichloride	10.2	10.0
Chlorotoluene, <i>meta</i>	13.3	12.6	Propane	15.3	1.0
Chlorotoluene, <i>para</i>	13.3	12.6	Propionic acid	12.8	13.8
Cresol, <i>meta</i>	2.6	20.8	Propyl alcohol	9.1	10.6
Cyclohexanol	2.0	24.3	Propyl bromide	14.5	9.6
Dibromoethane	12.7	5.1	Propyl chloride	14.4	7.6
Dichloroethane	13.5	12.2	Propyl iodide	14.1	11.6
Dichloromethane	14.1	8.0	Sodium	16.4	13.9
Diethyl oxalate	11.0	10.4	Sodium hydroxide, 50%	3.2	25.8
Dimethyl oxalate	12.8	15.8	Stannic chloride	13.5	12.2
Diphenyl	12.0	18.3	Sulfur dioxide	15.2	7.1
Dipropyl oxalate	10.3	17.7	Sulfuric acid, 110%	7.2	27.4
Ethyl acetate	13.7	9.1	Sulfuric acid, 98%	7.0	24.8
Ethyl alcohol, 100%	10.1	13.8	Sulfuric acid, 60%	10.2	21.3
Ethyl alcohol, 95%	9.8	14.2	Sulfuryl chloride	15.2	12.4
Ethyl alcohol, 40%	0.1	0.0	Tetrachloroethane	11.9	16.7
Ethyl benzene	18.2	11.0	Tetrachloroethylene	14.2	12.7
Ethyl bromide	14.5	8.1	Titanium tetrachloride	14.4	12.3
Ethyl chloride	14.8	0.0	Toluene	13.7	10.4
Ethyl ether	14.5	5.2	Trichloroethylene	14.8	10.5
Ethyl formate	14.2	8.4	Turpentine	11.6	14.0
Ethyl iodide	14.7	10.8	Vinyl acetate	14.0	8.8
Ethylene glycol	0.6	23.1	Water	10.2	18.0
Formic acid	10.7	15.8	Xylene, <i>ortho</i>	18.8	12.1
Freon-11	14.4	0.0	Xylene, <i>meta</i>	18.0	10.0
Freon-12	10.8	5.6	Xylene, <i>para</i>	18.0	10.0

\* From Perry, J. E., "Chemical Engineers' Handbook," 3d ed., McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1951.