

TUGAS AKHIR
ANALISA PERANCANGAN *FIRETUBE* DAN *PROCESS COIL*
PADA
INDIRECT FIRED WATER BATH HEATER



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Menyelesaikan Program Sarjana (S1)
Pada Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik
Universitas Mercu Buana

Disusun oleh :

Sri Wahyuni

41305120016

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2012

LEMBAR PERNYATAAN

Nama Penyusun : Sri Wahyuni

Nomor Induk Mahasiswa : 41305120016

Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik/ Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : ANALISA PERANCANGAN *FIRETUBE* DAN *PROCESS*
COIL PADA *INDIRECT FIRED WATER BATH HEATER*

Dosen Pembimbing : Ir. Denny Hadiwinata, M.Sc.

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya / pemikiran sendiri dan bila bersumber dari orang lain akan dicantumkan sumber referensinya.

Jakarta, Agustus 2012



Penyusun

Sri Wahyuni

LEMBAR PENGESAHAN

Nama Penyusun : Sri Wahyuni
Nomor Induk Mahasiswa : 41305120016
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik/ Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISA PERANCANGAN *FIRETUBE* DAN *PROCESS COIL* PADA *INDIRECT FIRED WATER BATH HEATER*
Dosen Pembimbing : Ir. Denny Hadiwinata, M.Sc.

Jakarta, Agustus 2012

Mengetahui

Menyetujui

Dosen Pembimbing

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Ir. Denny Hadiwinata, M.Sc.)



The stamp is circular with the text "YAYASAN MENARA BHAKTI" at the top and "UNIVERSITAS MERCU BUANA" at the bottom. In the center is a stylized leaf logo. A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.

(Dr. Abdul Hamid, M.Eng)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "*ANALISA PERANCANGAN FIRETUBE DAN PROCESS COIL PADA INDIRECT FIRED WATER BATH HEATER*", yang merupakan ruang lingkup profesi yang penulis geluti saat ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menempuh jenjang pendidikan Sarjana Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam melaksanakan Tugas Akhir ini, maupun dalam penyusunan laporan ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik, antara lain kepada:

1. Tuhan Yang Maha esa, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada penulis selama pelaksanaan Tugas Akhir dan pembuatan laporan ini.
2. Bapak Dr. Ir. Abdul Hamid M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Nanang Ruhyat, ST.MT. selaku Sekretaris Program Studi teknik Mesin, Fakultas Teknik - Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Ir. Denny Hadiwinata, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Keluarga besar tercinta, yang selalu memberikan doa, nasehat serta dukungan baik secara moril maupun materil sehingga penulis terus bersemangat.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, secara langsung atau tidak langsung telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik dari berbagai pihak yang dapat membangun dan bermanfaat bagi penulis. Penulis berharap agar Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, Agustus 2012

Sri Wahyuni

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
NOMENKLATUR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pokok Permasalahan	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penulisan	4
1.5 Metodologi Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pemanasan Api Langsung (<i>Direct Fired Heater</i>)	8
2.2 Pemanasan Api Tidak Langsung (<i>Indirect Fired Heater</i>).....	12
2.2.1 <i>Hot Oil System/ Thermal Oil Heater</i>	13
2.2.2 <i>Indirect Fired Water Bath Heater</i>	17
2.2.2.1 <i>Komponen Dalam Indirect Fired Water Bath Heater</i>	21
2.2.2.1.1 <i>Shell Heater</i>	21
2.2.2.1.2 <i>Process Coil/Process Tube dan Manifold/Header Pipe</i>	23

2.2.2.1.3 <i>Expansion Tank</i>	27
2.2.2.1.4 <i>Fire Tube</i> (Tabung Api)	29
2.2.2.1.5 <i>Burner</i> atau Alat Pembakaran	31
BAB III ANALISA PERANCANGAN <i>FIRETUBE</i> DAN <i>PROCESS COIL</i>	42
3.1 Desain <i>firetube Water Bath Heater</i>	42
3.1.1 Desain <i>firetube</i> dengan spesifikasi API 12 K	48
3.1.2 Desain <i>firetube</i> pada <i>heat flux</i> 12.000, diameter pipa 20 in dan 30 in.....	49
3.1.3 Desain <i>firetube</i> dengan ukuran <i>heater</i> yang dibatasi 7 m (L) x 2,5 m (D).....	52
3.2 Perhitungan LMTD.....	57
3.3 Perhitungan <i>Process Coil</i>	60
BAB IV Penutup	73
4.1.Kesimpulan.....	73
4.2. Saran.....	74
Daftar Pustaka	75
Lampiran <i>drawing, design data, process calculation</i> dan brosur.....	76-94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. <i>Crude Oil Heating</i>	2
Gambar 1.2 <i>Indirect Fired Water Bath Heater</i>	2
Gambar 2.1. <i>Direct Fired Heater Type Conventional</i>	8
Gambar 2.2. <i>Direct Fired Heater Jenis Radiant</i>	9
Gambar 2.3. <i>PID Direct Fired Radiant Heater</i>	10
Gambar 2.4. <i>Distillation Column Crude Oil</i>	11
Gambar 2.5. <i>Direct Fired Crude Oil Heater</i>	12
Gambar 2.6. <i>Hot Oil Heater dengan expansion tank dan pump skid</i>	14
Gambar 2.7. <i>Expansion Tank dengan Pump Skid di bawahnya</i>	15
Gambar 2.8. <i>Thermal Oil Heater Dengan HE</i>	16
Gambar 2.9. <i>Process Instrument Diagram IFWBH</i>	18
Gambar 2.10. <i>Indirect Fired Water Bath Heater</i>	22
Gambar 2.11. <i>Letak dan konfigurasi process coil dan pipa Header</i>	24
Gambar 2.12. <i>Diagram Aplikasi Pemipaan B31.3</i>	25
Gambar 2.13. <i>Process Coil</i>	26
Gambar 2.14a <i>Konfigurasi process coil top view</i>	27
Gambar 2.14b. <i>Konfigurasi coil side view</i>	27
Gambar 2.15. <i>PID Indirect Fired Water Bath Heater</i>	28
Gambar 2.16. <i>Firetube dengan konfigurasi 2 U-Tube tampak dalam shell heater</i>	29
Gambar 2.17. <i>Radiant dan Convection section pada firetube</i>	30

Gambar 2.18. <i>Burner</i> tampak dalam <i>firetube</i>	32
Gambar 2.19. <i>Dual burner</i>	33
Gambar 2.20. Tipe <i>natural draft</i>	35
Gambar 2.21. Tipe <i>force draft</i>	36
Gambar 2.22. <i>Venturi Effect Natural Draft</i>	37
Gambar 2.23. Skematik <i>natural draft burner</i>	38
Gambar 2.24. Skematik <i>bluff-body burner</i>	40
Gambar 3.1. Jenis konfigurasi <i>firetube</i>	45
Gambar 3.2. Konfigurasi U-Tube	46
Gambar 3.3. Material <i>seamless pipe</i> 180 ° angle.....	46
Gambar 3.4. Arah menarik keluar <i>firetube</i> dan <i>process coil</i>	48
Gambar 3.5. Sket rancangan <i>firetube</i> 20 in dengan 3 laluan.....	49
Gambar 3.6. Sket rancangan <i>firetube</i> 20 in dengan laluan.....	50
Gambar 3.7. Sket rancangan <i>firetube</i> 30 in dengan 2 laluan	51
Gambar 3.8. Sket rancangan <i>firetube</i> 10 in dengan 6 laluan	54
Gambar 3.9. Rancangan <i>firetube</i> 6 laluan tumpang tindih dalam <i>drawing</i> 3D.....	55
Gambar 3.10 <i>Firetube</i> 10 in dengan 6 laluan tampak samping dengan total space terpakai 0,76 m.....	56
Gambar 3.11. Konfigurasi <i>firetube</i> 10 in 6 laluan tumpang tindih tampak atas	56
Gambar 3.12 Desain <i>Indirect Fired Water Bath Heater</i>	54
Gambar 3.13 Rancangan pipa <i>header</i> dan <i>process coil</i>	60
Gambar 3.14a Konfigurasi <i>process coil</i> tampak atas	61
Gambar 3.14b <i>Coil side view</i>	61

Gambar 3.15 Lokasi <i>header pipe</i> I/O	64
Gambar 3.16 Sket rancangan <i>process coil</i> dengan 4 laluan dan 7 tube	66
Gambar 3.17 hasil desain <i>process coil</i> 6 tube 4 laluan dalam bentuk 3D	67
Gambar 3.18 Hasil desain <i>firetube</i> 1 tube 6 laluan, Dia. 10 in	69
Gambar 3.19 Hasil desain <i>process coil</i> 6 tube 4 laluan, dia. 4 in	70
Gambar 3.20 Hasil desain <i>heater</i> sesuai ukuran 7m (L) x 2,5 m (D)	71
Gambar 3.21 <i>General Arrangement Drawing</i>	72

Nomenklatur

- A = Total heat transfer area (coil area), ft^2
- c = specific heat at average or mean temperature, $BTU/lb-^{\circ}F$
- G = Gas flowrate , $MMSCFD$
- GTD = Greater Temperature Difference, $^{\circ}F$
- HHV = High Heating Value, Btu
- LHV = Low Heating Value, Btu
- $h_2 - h_1$ = perbedaan enthalpy suhu inisial dan suhu final, $BTU/lb-mol$
- $LMTD$ = The log mean temperature difference, $^{\circ}F$
- LTD = Least Temperature Difference , $^{\circ}F$
- \ln = Natural Logarithm.
- m = gas mass flowrate, lb/hr
- mc = flowrate proses, lb/hr
- q = Total Heat Transfer atau heat required, BTU/hr
- Q = Heat required (total heat transfer), BTU/hr
- T_m = The log mean temperature difference, $^{\circ}F$
- $T_2 - T_1$ = perbedaan suhu inlet dan outlet $^{\circ}F$
- U = Total heat transfer coefficient, $BTU/hr-ft^2-^{\circ}F$
- D = diameter pipa dalam, in.
- Z = factor gas compressibility
- R = rasio gas/liquid, ft^3/bbl
- T = operating temperature, R

P = *pressure*, psia

Q_1 = *liquid flowrate*, bbl/day

V = *maximum allowable velocity*, ft/sec

N = jumlah total tube *process coil*

G_{mass} = *mass velocity process fluid* , lb/hr/ft²

w = *process flowrate*, lb/hr

ΔT = Perbedaan $T_i - T_o$, °F

L_{ft} = *Length firetube*, m (ft)

D = diameter, m (ft)

L = *length*, m (ft)

W = *wide* , m (ft)

A_{shell} = luas *shell heater* , M² (ft²)

Th_1 = suhu *set point* media pemanas pada saat operasi, °F

Th_2 = suhu media pemanas setelah terjadi penyerapan panas oleh proses, °F

mc = *flowrate proses*, lb/hr

$\vec{\phi}_q$ = *heat flux*, Btu/hr/ft²

π = phi (3,14)

DAFTAR LAMPIRAN

Hasil desain <i>firetube</i> , 3D.....	76
Hasil desain <i>process coil</i> , 3D	77
Hasil desain <i>firetube</i> dan <i>process coil</i> sesuai ukuran <i>shell heater</i> , 3D.....	78
Heater dengan <i>end plate burner and stack view</i>	79
Heater dengan <i>end plate manifold view</i>	80
<i>Overall heater</i>	81
<i>General Arangement Drawing heater</i>	82
<i>General Arangement Drawing heater frame skid</i>	83
<i>Plot Plan Drawing</i>	84
<i>Process Instrument Diagram Heater</i>	85
<i>Process Instrument Diagram burner</i>	86
<i>Process Design Calculation</i>	87-94
Brosur.....	95-96