

**PENERAPAN PERANGKAT LUNAK VISUAL, CASE 6.5 DAN
MATLAB 6.5 DALAM ANALISA PERFORMANSI ALAT
PENUKAR KALOR TUBE SHELL AND TUBE 14.03.02**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Gelar Sarjana Teknik dan
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret**

OLEH

WENGO JATIARSO

0204120116

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

Surabaya

2002

085.118 of
Jat
P
E-091364
2009

**PENERAPAN PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC 6.0 DAN
MATLAB 6.5 DALAM ANALISA PERFORMANSI ALAT
PENUKAR KALOR TIPE SHELL AND TUBE 14-0100**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik di
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya**

OLEH:

WINDU JATIARSO

03043150016

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDERALAYA

2009

**PENERAPAN PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC 6.0 DAN
MATLAB 6.5 DALAM ANALISA PERFORMANSI ALAT
PENUKAR KALOR *TIPE SHELL AND TUBE 14-010C***



Oleh :

Windu Jatiarso
03043150016

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin




In. Helmy Alian
NIP. 131 672 077

**Diperiksa dan Disetujui
Oleh, Dosen Pembimbing**

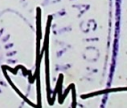
H. Ismail Thamrin, ST, MT
NIP. 131 158 587

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN MESIN

Agenda Nomor : 1827/TA/IA/2009
Diterima Tanggal : 31-08-2009
Paraf : 

Nama : Windu Jatiarso
NIM : 03043150016
Mata Kuliah : Perpindahan Kalor Dasar
Spesifikasi : Penerapan Perangkat Lunak Visual Basic 6.0 dan Matlab 6.5 Dalam Analisa Performansi Alat Penukar Kalor Tipe *Shell and Tube* 14-010C
Diberikan : Maret 2009
Selesai : Juli 2009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Ir. Helmy Alian
NIP.131 672 077

Indralaya, Agustus 2009
Dosen Pembimbing


H. Ismail Thamrin, ST, MT
NIP. 131 158 587

Motto :

- * **"Segala sesuatu yang indah dalam hidup ini patut dimiliki oleh setiap orang dan segala sesuatu yang patut untuk dimiliki patut untuk diperjuangkan".**

(Dr. Superman Sunahawijaya, Msc)

- * **"Jika kamu berlainan pendapat sesuatu hal maka kembalikannya ia kepada Allah (Al-Qur'an) dan Rasul (Sunahnya). Jika kamu benar - benar beriman kepada Allah dan hari kemudian. Yang demikian itu adalah lebih baik dan sebaik - baiknya jalan keluar".**

(An-Nisaa' 59)

Kupersembahkan Kepada :

- > **Mama dan Papa Tercinta**
- > **Adikku Tersayang**
- > **Agama, Negara, dan almamaterku**

ABSTRAK

Performansi alat penukar kalor tipe *Shell* dan *Tube*, Merupakan parameter kinerja penukar kalor yang ditentukan antara lain neraca panas, rasio viskositas dan dinding *Tube*, *Logaritma Mean Temperature Difference* (LMTD) dan temperatur kalodik, heat transfer dan faktor pengotor, Bilangan Reynold, penurunan tekanan, Bilangan Prandtl, Bilangan Nusselt, koefisien perpindahan panas, dan Efisiensi.

Dimana akan dilakukan dua metode perhitungan yaitu secara manual dan menggunakan perangkat lunak komputer Visual Basic 6.0 dan Matlab 6.5. Data masukan yang dipergunakan adalah data fluida dan data spesifikasi penukar kalor yang diperoleh dari PT Pertamina unit HVU II Sungai Gerong. Fluida di dalam *Shell* adalah Vacuum Residue dan fluida didalam *Tube* adalah Long Residue.

Analisis efektifitas kalor milik PT Pertamina menghasilkan penurunan tekanan pada sisi *Shell* 42,4686 psi dan pada sisi *Tube* 11,5809 psi. Faktor pengotor penukar kalor diperoleh 0,0069738 dan untuk Efisiensi adalah 55,2 %.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini dengan baik.

Sehubungan dengan penyelesaian Skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Toha, DEA, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak H. Ismail Thamrin, ST, MT., selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bantuan dan saran serta atas kesabarannya dalam membimbing penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Helmy Alian, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Joko Pranoto dan kak Febri serta seluruh staf bagian P-ENG di PT. Pertamina Plaju yang telah banyak membantu dan membimbing dalam survey data.
6. Keluargaku (Papa, Mama, Adek Hestu & Uti) yang telah memberikan dukungan, semangat, dan nasehat.
7. Staff Tata Usaha (Kak Yan dan Pak Gunadi) di jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

8. Teman-teman angkatan 2004 (Radi, Hadi, Panca, Andi, Ruli, Hanson, Dadang, Fauzi, Ikhsan dan semua teman-teman seperjuangan di teknik mesin)

Dan masih banyak lagi yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu dan mendorong saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

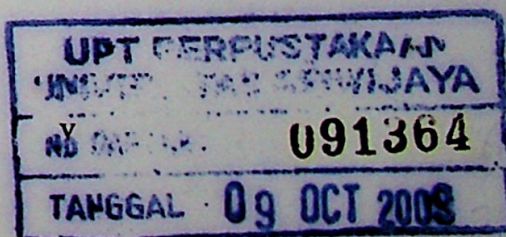
Masukan dan kritik dari pembaca sekalian sangat diharapkan untuk meningkatkan kualitas dari Tugas Akhir ini. Dan akhir kata saya mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kesalahan dan kekurangan dalam Tugas Akhir ini.

Palembang, Agustus 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penulisan.....	I-2
1.3 Pembatasan Masalah.....	I-2
1.4 Metode Penulisan.....	I-3
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perpindahan Kalor.....	II-1
2.1.1 Perpindahan Kalor Konduksi.....	II-1
2.1.2 Perpindahan Kalor Konveksi.....	II-3
2.1.2.1 Konveksi Bebas.....	II-5
2.1.2.2 Konveksi Paksa.....	II-7
2.1.3 Perpindahan Kalor Radiasi.....	II-9
2.2 Alat Penukar Kalor (<i>Heat Exchanger</i>).....	II-10
2.3 Klasifikasi Alat Penukar Kalor.....	II-12
2.4 LMTD (Log Mean Temperature Difference).....	II-18
2.5 Koefisien Perpindahan Panas Total dan <i>Pressure Drop</i> pada <i>Shell dan Tube</i>	II-20
2.6 Faktor Pengotor.....	II-25
2.7 Perhitungan Efektivitas <i>Heat Exchanger</i> dengan metode Analisis Energi.....	II-26
BAB III : DATA SURVEY	
3.1 Data Survey.....	III-1



BAB IV : PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

4.1 Perhitungan Neraca Panas.....	IV-1
4.2 Menentukan LMTD dan Temperatur Kalorik.....	IV-2
4.3 Perhitungan pada sisi <i>Shell</i>	IV-4
4.3.1 Luas Lalan Selubung.....	IV-4
4.3.2 Kecepatan aliran massa Vacuum Residue.....	IV-5
4.3.3 Bilangan Reynold untuk aliran dalam <i>Shell</i>	IV-5
4.4 Perhitungan pada sisi <i>Tube</i>	
4.4.1 Luas Lalan <i>Tube</i>	IV-6
4.4.2 Kecepatan aliran massa Long Residue.....	IV-6
4.4.3 Bilangan Reynold untuk aliran dalam <i>Tube</i>	IV-7
4.5 Menentukan Koefisien Perpindahan Panas.....	IV-8
4.5.1 Koefisien perpindahan panas pada sisi <i>Shell</i>	IV-8
4.5.2 Koefisien perpindahan panas pada sisi <i>tube</i>	IV-10
4.6 Menentukan Temperatur Dinding <i>Tube</i>	IV-12
4.7 Menentukan rasio viskositas dan koefisien dinding <i>tube</i>	IV-13
4.7.1 Rasio viskositas <i>vacuum residue</i>	IV-13
4.7.2 Rasio viskositas <i>long residue</i>	IV-13
4.7.3 Koefisien dinding luar <i>tube</i>	IV-14
4.7.4 Koefisien seluruh dinding <i>tube</i>	IV-15
4.8 Menentukan heat transfer dan factor pengotor.....	IV-15
4.8.1 Koefisien perpindahan kalor keseluruhan bersih.....	IV-15
4.8.2 Koefisien perpindahan kalor keseluruhan yang direncanakan.....	IV-16
4.8.3 Faktor Pengotor.....	IV-17
4.9 Menentukan <i>Pressure Drop</i>	IV-17
4.9.1 <i>Pressure Drop</i> pada sisi <i>Shell</i>	IV-17
4.9.2 <i>Pressure Drop</i> pada sisi <i>Tube</i>	IV-18
4.9.3 <i>Pressure Drop</i> akibat perubahan arah.....	IV-19
4.10 Efisiensi <i>Heat Exchanger</i>	IV-20

BAB V : PROGRAM KOMPUTER ANALISA EFISIENSI

HEAT EXCHANGER SHELL AND TUBE.....V-1

5.1 Diagram Alir Perencanaan.....V-1

5.2 Hasil Perhitungan manual, VB 6.0 dan Matlab 6.5.....V-7

BAB VI : KESIMPULAN.....VI-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
2.1 Distribusi suhu melalui dinding datar dalam Keadaan stedi	II-2
2.2 Distribusi aliran kalor melalui silinder tabung.....	II-3
2.3 Perpindahan kalor konveksi dari pelat udara	II-4
2.4 Perpindahan kalor konveksi alamiah	II-5
2.5 Perpindahan kalor konveksi paksa.....	II-7
2.6 Skema alat penukar kalor tipe <i>Shell & Tube</i>	II-11
2.7 Bagian-bagian alat penukar kalor menurut TEMA.....	II-15
2.8 Profil temperatur pada alat penukar kalor.....	II-19
2.9 Jenis susunan tube dalam <i>shell</i>	II-21
3.1 Alat penukar kalor (<i>Heat Exchanger</i>) tipe 14-010C	III-1

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. Hasil perhitungan manual, VB 6.0 dan Matlab 6.5.....	V-7

NOMENCLATURE

\dot{m}	Laju aliran massa, lb/hr
C_p	Kalor Spesifik, Btu/lb °F
T	Temperature pada <i>shell</i> , °F
t	Temperature pada <i>tube</i> , °F
ID	Diameter dalam, ft
C'	<i>Clearence</i> antar <i>tube</i> , ft
B	Jarak antara baffle, ft
De	Diameter ekivalen, ft
μ	Viskositas absolute, lb/ft hr
Pt	<i>Pitch tube</i>
a'	Luas aliran per <i>tube</i> , ft ²
Nt	Jumlah <i>tube</i>
P	Jumlah aliran dalam <i>tube</i> , Pass
Re	Bilangan Reynold
k	Konduktifitas thermal, Btu/hr ft ²
ho	Koefisien dinding luar <i>tube</i> , Btu/hr ft ² °F
hio	Koefisien seluruh dinding luar <i>tube</i> , Btu/hr ft ² °F
Q	Kalor, Btu/hr
Nt	Jumlah <i>tube</i>
a''	Luasan bagian luar <i>tube</i> , ft ² /Lin ft
L	Panjang <i>tube</i> , ft
Δt	Nilai LMTD sebenarnya, °F
f_s	Faktor gesekan sisi selubung
ϕ_s	Rasio viskositas
G	Kecepatan aliran massa, lb/hr ft ²
N	Jumlah sekat, baffle
Sg	<i>Specific gravity</i>
V	<i>Velocity of fluid on tube</i> , ft/s
g	Konstanta gravitasi, ft/s

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penukar Kalor (*Heat Exchanger*) adalah alat untuk memindahkan energi dalam bentuk panas antara dua fluida yang berbeda temperaturnya. Fluida yang bertukar energi dapat berupa fluida yang sama fasanya (cair ke cair atau gas ke gas) atau dua fluida yang berbeda fasanya. Berbagai kemajuan telah dicapai di bidang mesin diantaranya adalah penemuan sistem penukar panas untuk berbagai jenis fluida, penemuan ini membawa dampak jauh dan pesat terhadap perkembangan teknologi secara luas. Berbagai peralatan dari ukuran kecil sampai ukuran besar menggunakan sistem penukar panas.

Alat penukar kalor sangat berpengaruh dalam industri terhadap keberhasilan keseluruhan rangkaian proses, karena kegagalan operasi peralatan ini baik akibat kegagalan mekanikal maupun operasional dapat menyebabkan berhentinya operasi unit. Disamping itu di dalam suatu kilang minyak, proses pertukaran panas sangat penting dalam rangka energi konservasi, keperluan proses, persyaratan keamanan dan lingkungan lingkungan. Maka suatu alat penukat kalor (*Heat Exchanger*) dituntut untuk memiliki kinerja yang baik agar dapat diperoleh hasil yang maksimal serta dapat menunjang penuh terhadap suatu operasi unit.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa efisiensi suatu alat penukar kalor (*Heat Exchanger*) pada PT.Pertamina Unit HVU II Sungai Gerong tipe 14-010C. Mengingat bahwa pemasangan alat penukar kalor ini memiliki peranan penting terhadap proses pada unit HVU II Sungai gerong, dimana pemasangannya bertujuan untuk mendinginkan fluida pada bagian shell yaitu vacuum residu yang selanjutnya akan digunakan sebagai *feed back* terhadap tower *vacuum destilation*. Pada penelitian ini juga akan dilakukan penerapan aplikasi perangkat lunak komputer Visual Basic 6.0 dan Matlab 6.5 terhadap perhitungan manual yang telah dilakukan untuk menentukan efisiensi alat penukar kalor tersebut.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan dan manfaat yang diharapkan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui performansi (daya guna) dari alat penukar kalor jenis tabung dan buluh (Shell and Tube) dan menganalisa parameter-parameter yang berkaitan dengan kerja alat tersebut.
2. Menerapkan perangkat lunak komputer visual basic 6.0 dan Matlab 6.5 terhadap analisis kinerja penukar kalor.

1.3. Pembatasan Masalah

Di sini penulis hanya mengkaji performansi dari alat penukar kalor (*Heat Exchanger*) yang meliputi beban kalor, LMTD (Log Mean

Temperature Difference) koefisien perpindahan panas pada *shell* dan *tube*, koefisien perpindahan panas total, faktor pengotor (*fouling factor*), penurunan tekanan yang terjadi di *shell* dan *tube* serta Efisiensinya.

1.4. Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan Skripsi ini adalah :

1. Metode observasi yaitu dengan melihat langsung ke lokasi khususnya mengenai alat penukar kalor (*Heat Exchanger*) tipe 14-010C pada unit HVU II sungai gerong.
2. Metode pengumpulan data, yaitu dengan mengambil langsung ke lapangan.
3. Studi Analisa, yaitu menganalisa data-data yang diperoleh dan menerapkannya terhadap perangkat lunak komputer VB 6.0 dan Matlab 6.5.
4. Studi literatur, dengan cara penelaahan literatur yang berkaitan dengan perpindahan kalor.

1.5. Sistematika Penulisan

Secara sistematis, penulisan skripsi ini terdiri atas lima bab, yang dijelaskan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan Latar Belakang Penulisan, Tujuan dan Manfaat Penulisan, Pembatasan Masalah, Metode Penulisan, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini terlebih dahulu dibahas mengenai teori-teori perpindahan kalor, penjelasan singkat tentang alat penukar kalor, parameter-parameter performansi (dayaguna), diagram alir perancangan alat penukar kalor dari TEMA.

BAB III DATA SURVEY

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang data survey dan prinsip kerja alat.

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISIS DATA

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang perhitungan penukar kalor yang mengacu pada diagram alir dari TEMA secara aktual dan teoritik yang berbentuk analisis teknik, berdasarkan data-data dari lapangan dan data-data desain untuk menghitung besarnya daya guna atau performansi alat penukar kalor tersebut.

BAB V PROGRAM KOMPUTER ANALISA EFISIENSI HEAT EXCHANGER TIPE *SHELL AND TUBE*

Bab ini menampilkan hasil dari penerapan perhitungan pada bab IV yang menggunakan perangkat lunak komputer visual basic 6.0 dan Matlab 6.5.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan akhir dari penulisan skripsi, yang berisikan kesimpulan berdasarkan hasil perhitungan manual dan menggunakan perangkat lunak komputer visual basic 6.0 dan Matlab 6.5, serta pembahasan dan saran-saran yang dapat dilaksanakan terhadap *Heat Exchanger* tersebut dalam hal ini dengan tipe *shell and tube*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kern, Donald Q. "Process Heat Transfer" , Mc Graw Hill International, New York, 1950.
2. Sadik Kakac dan Hongtan Liu. 1998. "Heat Exchanger Selection, Rating, and Thermal Design". Edisi Pertama. CRC Press. Florida.
3. Shah, R. K., and Skulic P. Dusan, 2003. "Fundamentals of Heat Exchanger". John Wiley and Sons. Canada.
4. "Standar of The Turbular Exchanger Manufactures Association", 8th Edition, Tarry Town, New York 10591, 1990.
5. 'Holman J.P., "Perpindahan Kalor" Terjemahan Ir.E Jasjfi, M.Sc., Jakarta, Erlangga, 1984.