

2_2121101_Jurnal rekayasa
Sriwijaya_Novia, MF, Selamat
H_Analisis Pengaruh Tube
Plugging terhadap
karakteristik.compressed.pdf
by Muhammad Faizal 9

Submission date: 06-Aug-2018 10:41AM (UTC+0800)

Submission ID: 987820419

File name: sis_Pengaruh_Tube_Plugging_terhadap_karakteristik.compressed.pdf (1.64M)

Word count: 2604

Character count: 15888

JURNAL REKAYASA SRIWIJAYA

o. 3 Vol. 21, November 2012

ISSN 0852-5366

**ANALISIS PENGARUH *TUBE PLUGGING* TERHADAP KARAKTERISTIK
PERPINDAHAN PANAS HEAT EXCHANGER DENGAN PEMODELAN CFD** 1 – 5
Novia, Muhammad Faizal, Selamat Hariadi

**ANALISIS PERBAIKAN HIDRAULIKA JARINGAN PIPA
PDAM LEMATANG ENIM UNTUK PENINGKATAN PELAYANAN
DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KOTA MUARA ENIM** 6 – 13
M. Baitullah Al Amin

**KAJIAN KUALITAS AIR BAKU DI SEKITAR TPA I SUKAJAYA
DAN TPA II KARYA JAYA KOTA PALEMBANG** 14 – 19
Febrian Hadinata, Nyimas Septarika Putri, Septarimi Eka Putri

**PERAN PENINGKATAN INFRASTRUKTUR JALAN DALAM PERTUMBUHAN
PEREKONOMIAN KOTA PALEMBANG** 20 – 24
Ika Juliantina

**PERENCANAAN PONDASI KOMBINASI PONDASI RAKIT DAN
PONDASI TIANG** 25 – 30
Ratna Dewi

**KAJIAN KAPASITAS RUAS JALAN NASIONAL
LAHAT-PALEMBANG TERHADAP PENGARUH ANGKUTAN BATUBARA** 31 – 37
Mirka Pataras

**ANALISA PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI PALEMBANG-KAMPUS UNSRI
INDRALAYA DENGAN METODE *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)*** 38 – 46
Martha Rizki Yusita, Joni Arliansyah

**POLA RUANG KAWASAN PERMUKIMAN SEBAGAI WUJUD RASA KEBERSAMAAN
WARGA DI JALAN RUKUNAN KOTA GEDE YOGYAKARTA** 47 – 56
Anjuma Perkasa Jaya

Diterbitkan oleh:

Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) – 30662
Email: unit-ppm.teknik@unsri.ac.id ; unitppm_ftunsri@yahoo.co.id

ANALISIS PENGARUH *TUBE PLUGGING* TERHADAP KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS HEAT EXCHANGER DENGAN PEMODELAN CFD

Novia^{1*}, Muhammad Faizal¹, Selamat Hariadi²

¹Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Indralaya Ogan Ilir (OI) - 30662

²BKU Petrokimia, Program Studi Teknik Kimia, Program PascaSarjana, Universitas Sriwijaya

*Corresponding Author: noviasumardi@yahoo.com

ABSTRACT

The heat exchanger of shell and tube types is widely used in the industrial applications. This research used the shell and tube types where the sea water as cooling fluid flows in the tube and the hot fluid (propane) flows in the shell. The using of sea waters leads the corrosion on the side of the tube such as the tube leakage. So the plugging process needs to be done on some of the tube which is leak. However, it affects the heat transfer process. Therefore is necessary to study the influence of the heat transfer characteristics when a tube was plugged. The simulation was done by using the software of FLUENT ANSYS 6.3 which is a package of the Computational Fluid Dynamics (CFD). The simulation results showed that the use of plugging in the tube by 10% leads the lower value of heat transfer in the heat exchanger. The simulation results also showed that the geometry of heat exchanger affects the temperature distribution.

Key words: *CFD Simulation, Heat Transfer, Shell and Tube, Plugging*

ABSTRAK

Heat exchanger tipe shell dan tube merupakan alat penukar panas yang sering digunakan dalam industri. Pada penelitian ini digunakan tipe shell dan tube dimana air laut sebagai fluida pendingin dialirkan kedalam tube dan fluida panas (propana) didalam shell. Penggunaan air laut ini memungkinkan terjadinya korosi pada sisi tube yang mengakibatkan kebocoran sehingga perlu dilakukan proses plugging pada beberapa aliran tube yang bocor. Hal ini akan berpengaruh pada proses perpindahan panas pada alat tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan studi karakteristik perpindahan panas ketika beberapa tube mengalami penyumbatan (plugging). Simulasi dilakukan dengan menggunakan software FLUENT ANSYS 6.3 yang merupakan paket Computational Fluid Dynamics (CFD). Hasil simulasi menunjukkan bahwa penggunaan plugging pada tube sebesar 10% akan menurunkan nilai perpindahan panas pada heat exchanger tersebut. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa geometri heat exchanger mempengaruhi distribusi temperatur, tekanan dan kecepatan.

Kata kunci : *Simulasi CFD, Perpindahan panas, Plugging, Shell dan Tube*

I. PENDAHULUAN

Alat penukar panas (*Heat exchanger*) merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk memindahkan sejumlah energi panas antara dua atau lebih fluida yang berbeda suhunya. Secara umum fluida tersebut dipisah oleh suatu dinding atau sekat sehingga terjadi perpindahan panas secara konveksi dari sisi masing-masing fluida dan konduksi pada dinding. Klasifikasi pada alat penukar kalor tersebut dibedakan menjadi arah aliran tipe konstruksi, dan proses perpindahan panas. Berdasarkan arah aliran relatif kedua fluida dibedakan menjadi *parallel flow*, *counter flow*, *cross flow*, dan gabungan dua atau tiga pola aliran. *Heat*

exchanger berdasarkan tipe konstruksi terbagi atas *tube*, *plates*, dan *extended surface* atau *compact*. Sedang menurut proses perpindahan panasnya di kelompokkan menjadi *direct* dan *indirect contact*.

Pada proses pengolahan gas alam cair (*Liquid Natural Gas*), *heat exchanger* banyak digunakan dalam proses refrigerasi, proses pendinginan gas alam menjadi gas alam cair (LNG) dan gas petroleum cair (LPG). Salah satu Proses perpindahan panas diantaranya dengan menggunakan air laut sebagai pendingin. Keuntungan penggunaan air laut adalah jumlahnya sangat banyak, mudah didapat dan cocok untuk proses pengolahan gas alam di lepas pantai (*off*

shore). Namun air laut dalam penggunaannya memiliki kekurangan yaitu memiliki sifat korosif yang dapat merusak dinding-dinding *tube* yang digunakan. Hal ini dikarenakan air laut mengandung garam dan mineral, serta beberapa biota laut atau mikroorganisme yang dapat menyebabkan kerak atau penebalan pada dinding *tube*. Penebalan dinding *tube* dapat mengurangi perpindahan panas antara fluida dari luar *tube* dan fluida dari dalam *tube*. Korosi pada dinding *tube* dapat menyebabkan kebocoran sehingga fluida di luar *tube* dan didalam *tube* dapat bercampur.

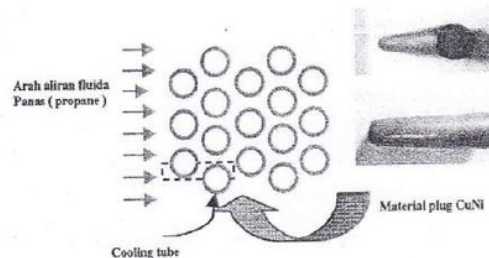
Pada saat kebocoran biasanya *tube* tidak langsung dilakukan *retubing*, namun dilakukan *plugging*. Hal ini dilakukan agar waktu *maintenance* yang dibutuhkan lebih singkat dan *heat exchanger* (HE) dapat beroperasi kembali pada saat proses produksi LPG. Pemasangan *plug* dapat mempengaruhi luas perpindahan panas efektif dari *heat exchanger*. Dengan adanya beberapa *tube* yang di *plug*, maka kecepatan aliran di tiap *tube* akan bertambah, untuk laju alir massa yang sama. Dengan demikian maka besarnya Reynold Number (Re_D) aliran di dalam *tube* akan bertambah dan meningkatkan nilai Nusselt Number dan koefisien perpindahan panas konveksi

Peneliti sebelumnya (Othman, 2009) telah melakukan pemodelan menggunakan paket CFD dengan pre-processor Gambit 2.4. Penelitian mereka bertujuan untuk mengetahui perpindahan panas dalam *heat exchanger* dengan memvariasikan laju alir air yang masuk kedalam *heat exchanger*. Barbosa dkk (2010) juga melakukan penelitian dengan pemodelan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk menganalisis distribusi perpindahan panas pada *Tube-Fin Evaporator* dengan menggunakan variasi susunan geometri *tube*. Dari beberapa penelitian tersebut, belum ada yang meneliti pengaruh proses *plugging* terhadap karakteristik perpindahan panas alat penukar panas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh *tube plugging* terhadap karakteristik perpindahan panas pada *heat exchanger*.

II. METODE PENELITIAN

Pemodelan matematis proses perpindahan panas pada *Heat exchanger* diselesaikan dengan *software* FLUENT ANSYS 6.3 yang merupakan paket *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Proses perpindahan panas pada alat penukar panas yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk mendinginkan cairan propane menggunakan media pendingin berupa air laut pada sisi *tube*. Sedangkan fluida panas berupa propane dialirkan pada sisi *shell*. Pada penelitian ini dipelajari profil perpindahan panas

suatu fluida pada *heat exchanger*. Data eksperimen yang digunakan dalam penelitian diambil dilokasi dilepas pantai (*offshore*) PT. Petrochina. Geometri *heat exchanger* dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Geometri Shell dan Tube dalam 2 Dimensi

Asumsi-asumsi yang digunakan pada pemodelan ini adalah :

1. Penempatan *plug* diasumsikan dilakukan secara acak (*random*).
2. Ketebalan *tube* diasumsikan sama pada semua *tube exchanger*.
3. Perpindahan panas terjadi secara konduksi dan konveksi.
4. Properti gas propane yang digunakan diasumsikan sebagai gas propane murni (100%).
5. Kondisi sistem *steady state*.
6. Kondisi panas dari lingkungan diabaikan
7. Laju aliran massa dianggap tetap

Beberapa persamaan yang digunakan (Ansys Fluent 6.3, 2006):

- Persamaan konservasi massa :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = S_m \quad \dots \dots \dots (1)$$

- Persamaan konservasi momentum :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \vec{v}) + \nabla \cdot (\rho \vec{v} \vec{v}) = -\nabla p + \nabla \cdot (\vec{\tau}) + \rho \vec{g} + \vec{F} \quad \dots \dots \dots (2)$$

- Persamaan konservasi energi :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \nabla \cdot (\vec{v}(\rho E + p)) = \nabla \cdot \left(k_{eff} \nabla T - \sum_j h_j \vec{J}_j + (\vec{\tau}_{eff} \cdot \vec{v}) \right) + S_e \quad \dots \dots \dots (3)$$

Energi kinetik turbulen (κ)

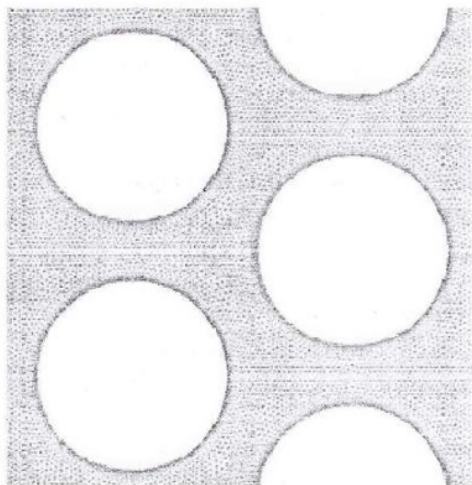
$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k + P_b - \rho \epsilon - Y_M + S_k \quad (4)$$

Persamaan lapisan batas termal diberikan sebagai berikut :

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \quad (5)$$

dimana T : Temperatur fluida

λ : Difusivitas termal fluida



Gambar 2. Grid Shell dan tube dalam 2D

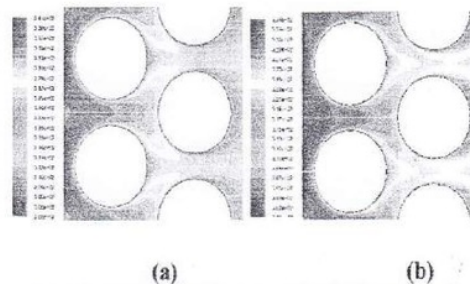
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dimensi yang diambil meliputi diameter tube, susunan tube, lebar pitch, data dimensi relatif tetap antara keadaan desain dan keadaan aktual saat ini. Dimensi yang mengalami perubahan adalah diameter tube dan jumlah tube, sedangkan untuk bagian shell tidak ditinjau karena tidak dilakukan pembukaan pada sisi shell pada saat pengambilan data.

Berdasarkan data yang di dapat dari PT. Petrochina dan memperhatikan kondisi input dan output serta asumsi awal, maka dalam pemodelan *Computation Fluid Dynamics* ini digunakan pendekatan dua dimensi dengan persamaan dan prinsip perpindahan panas yaitu secara konveksi bebas. sehingga diharapkan dengan persamaan-persamaan tersebut didapatkan distribusi temperatur yang diakibatkan oleh cooling tube dan fluida panas yang mengalir secara turbulen.

3.1 Distribusi Temperatur

Distribusi temperatur untuk data desain dan data aktual dapat dilihat pada gambar 3. Pada gambar (3.a) terlihat bahwa distribusi temperatur heat exchanger sebelum diplugging tidak menunjukkan penurunan temperatur yang terlalu besar, seperti halnya pada data heat exchanger aktual non plugging pada gambar (3.b). Jika dilihat dari temperatur minimum dan maksimumnya suhu paling rendah adalah 300 °K dan paling tinggi 334 °K. Dimana suhu minimum merupakan suhu awal yang diberikan oleh fluida dingin melalui dinding tube heat exchanger.

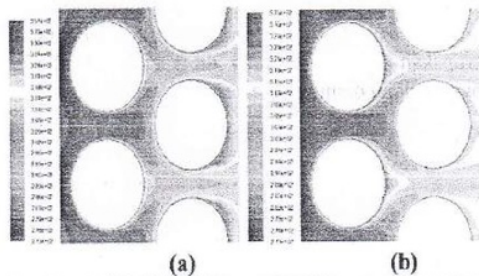


Gambar 3. Distribusi temperatur (a) Data Desain
(b) Data Aktual Tanpa Plugging

Temperatur maksimum diperoleh dari temperatur fluida panas pada posisi inlet, dimana pada daerah tersebut fluida panas belum mengalami perpindahan panas. Namun distribusi temperatur ini berubah setelah fluida panas melewati tube pertama dimana mulai terjadi perpindahan panas konveksi karena adanya fluida dingin pada sisi tube. Temperatur akan semakin turun setelah terbawa aliran untuk melewati tube kedua dan seterusnya. Daerah yang bertemperatur rendah pada tube yang pertama terlihat lebih kecil, dikarenakan kecepatan fluida panas pada area tersebut masih cukup besar. Berbeda dengan tube kedua yang memiliki kecepatan fluida panas yang lebih kecil. Perpindahan panas konveksi pada posisi ini menjadi merata karena adanya aliran fluida panas tersebut yang bersifat turbulen sehingga terjadi pergolakan atau gerakan acak atom-atom yang saling berinteraksi dalam aliran tersebut, aliran turbulen ini akan memaksimalkan efek perpindahan panas yang terjadi.

Sebagai perbandingan pada gambar 3.a dimana kondisi heat exchanger masih merupakan kondisi awal desain. Pada gambar tersebut menunjukkan temperatur minimum pada 302 °K lebih tinggi 2 °K dari keadaan aktual. Hal ini karena temperatur air laut sebagai fluida dingin didesain lebih tinggi dari keadaan yang sebenarnya. Temperatur maksimum pada 341 °K. Hal ini terjadi karena laju alir massa dan

juga temperatur inlet desain lebih besar dari kondisi aktual non plugging. Tidak adanya plugging pada kondisi desain menyebabkan distribusi temperatur fluida yang mengalami perpindahan panas konveksi sangat merata terlihat pada akhir aliran fluida panas, daerah akumulasi bertemperatur rendah lebih besar dari kondisi aktual dengan kata lain heat exchanger bekerja efektif.



Gambar 4. Distribusi Temperatur Menggunakan Data Aktual (a). Plugging Pada Tube Pertama (b). Plugging Pada Tube Kedua.

Gambar 4 menunjukkan distribusi temperatur pada heat exchanger yang menggunakan data aktual plugging pada salah satu tube. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa distribusi temperatur tidak sebaik pada saat tidak dilakukan penyumbatan (*plugging*). Hal ini dikarenakan ketika dilakukan penyumbatan (*plugging*) pada tube pertama (Gambar 4.a), penurunan distribusi temperatur tidak terlalu signifikan. Tidak adanya fluida dingin dari tube yang diplug tersebut alirannya hanya akan menbentur dinding tube yang diplugging selanjutnya diteruskan pada tube berikutnya. sehingga beban yang diberikan fluida panas akan lebih besar terhadap tube yang kedua. Pada daerah tube kedua kecepatan lebih rendah, sehingga akumulasi daerah fluida panas bertemperatur rendah akan terlihat lebih besar.

Demikian halnya jika disimulasikan penyumbatan terjadi pada tube yang kedua (Gambar 4.b). Tube pertama akan memberikan efek pendinginan terhadap fluida panas yang masuk tetapi karena kecepatan pada daerah tersebut masih cukup tinggi, maka pendinginan tidak maksimum sehingga terlihat tube kedua seolah olah memberikan pengaruh pendinginan terhadap fluida panas. Pola tersebut terbentuk karena adanya aliran turbulen yang membawa fluida dingin dalam alirannya diteruskan pada tube yang kedua dimana area temperatur menengah akan lebih besar terbentuk pada kondisi ini. Pada dinding tube yang di plugging temperatur minimum menunjukan 273 °K dan maksimum 337 °K.

3.2 Analisa Perpindahan Panas Heat Exchanger

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai beban panas yang dipindahkan oleh heat exchanger mengalami penurunan dari nilai desain nya. Hal ini dikarenakan adanya faktor pengotor pada sisi tube yang mengakibatkan korosi yang lama kelamaan akan berdampak kebocoran pada tube, sehingga perlu dilakukan plugging. Tube yang di plug akan mereduksi luasan sisi tube dan luasan perpindahan panas. Untuk laju alir massa yang sama dengan berkurangnya jumlah tube efektif, maka kecepatan aliran dimasing-masing tube akan bertambah, peningkatan kecepatan ini akan mengakibatkan pressure drop meningkat dan koefisien perpindahan panas juga meningkat, namun karena faktor luasan lebih mendominasi, maka total perpindahan panas yang terjadi menjadi berkurang, walaupun koefisien perpindahan panas bertambah. Kecepatan di sisi tube yang meningkat mengakibatkan Reynold Number meningkat dan Nusselt Number juga meningkat.

Tabel 1. Perhitungan Data Heat Exchanger

Parameter	Nilai Heat Exchanger		
	Desain	sebelum plugging	sesudah plugging
Q (kW)	710	383	350
ϵ	0,0499	0,0387	0,0296
ΔT_{lmd} (°K)	13,4	14,2	17,9

Dari hasil perhitungan data menunjukkan bahwa efektifitas kinerja heat exchanger juga menurun setelah dilakukan plugging dari kondisi desain 0,049 menjadi 0,029. Berkurangnya nilai perpindahan panas akibat adanya penyumbatan menyebabkan ΔT_{hot} juga berkurang. Hal ini menyebabkan temperatur outlet fluida panas menjadi meningkat, sehingga besarnya energi panas yang dilepas oleh fluida panas juga mengalami penurunan. Beda temperatur antara inlet dan outletnya menjadi lebih kecil. Untuk temperatur inlet yang diasumsikan tetap, pada penyumbatan 10% temperatur outlet fluida panas mengalami peningkatan 2,1°K dan temperatur outlet fluida dingin mengalami penurunan 5,16 °K.

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa penyumbatan (*plugging*) dapat mempengaruhi kinerja heat exchanger. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan direkomendasikan bahwa pemasangan sumbat sebaiknya tidak lebih dari 10% mengingat penyumbatan 10% yang dilakukan sudah berdampak pada penurunan yang sangat jauh dari nilai desain.

iger

1 panas
ngalami
enakan
yang
n akan
1 perlu
3 akan
indahan
dengan
cepatan
tambah,
dibatkan
indahan
r luasan
n panas
efisien
sisi tube
Number
at.

udah
gging
350
0296
17,9

n bahwa
menurun
ain 0,049
an panas
 ΔT_{hot} juga
tur outlet
besarnya
anas juga
rtara inlet
emperatur
atan 10%
ngalami
ida dingin

ryumbatan
erja heat
dilakukan
sumbat
mengingat
berdampak
n desain.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengaruh tube plugging terhadap karakteristik aliran fluida dan perpindahan panas pada heat exchanger adalah:

1. Aliran turbulen menyebabkan gerakan acak atom-atom yang saling berinteraksi dalam aliran fluida panas sehingga memaksimumkan efek perpindahan panas secara konveksi dan distribusi temperatur yang terjadi.
2. Bentuk geometri heat exchanger mempengaruhi profil distribusi temperatur.
3. Plugging yang dilakukan terhadap 10% dari total jumlah tube menyebabkan meningkatnya temperatur outlet fluida panas (propane) sebesar 2.1°K dan berkurangnya temperatur outlet fluida dingin (air laut) sebesar 5.16°K .
4. Adanya penyumbatan (*plugging*) dapat mempengaruhi kinerja heat exchanger. Berdasarkan perhitungan direkomendasikan bahwa pemasangan sumbat sebaiknya tidak lebih dari 10%, karena dengan penyumbatan 10% telah berdampak pada penurunan yang sangat jauh dari nilai desain.

V. DAFTAR PUSTAKA

ANSYS Fluent 6.3 Tutorial Software. 2006. ICT Prague and Silesian University of Technology-Institute of Thermal Technology, USA.

Barbosa, J. R., Hermes, C. J. L. And Melo, C., 2010. CFD Analysis of Tube-Fin 'No-Frost' Evaporators. J. of the Braz. Soc. of Mech. Sci. & Eng. Vol. XXXII, No. 4 / 445.

Byron Bird, R., Warren, E., Steward, Edwin N. Lightfoot. 1960. "Transport Phenomena", Department of Chemical Engineering University of Wisconsin Madison, Wisconsin.

Hutchins-Sach, C. 1999. Computational investigation of erosion-corrosion in a tube and shell heat exchanger header. Undergraduate Thesis, University of Queensland, Brisbane.

MC. Cabe, W.L, Smith, JC, Harriot, P. 1985. Unit Operation of Chemical Engineering, 4th ed, Mc.Graw-Hill, New York, Chapter 11, 12, 15.

Othman K. Khairun. 2009. CFD Simulation of Heat in Shell and Tube Heat Exchanger, University of Malaysia, Pahang.

Versteeg, H.K., Malalasekera, W. 1995. "An Introduction to Computational Fluid Dynamics", Longman, White Plains, NY.

NDAHAN

2_2121101_Jurnal rekayasa Sriwijaya_Novia, MF,Selamat
H_Analisis Pengaruh Tube Plugging terhadap
karakteristik.compressed.pdf

ORIGINALITY REPORT

0%	%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 1 words
Exclude bibliography	On		