



**EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER* TIPE *SHELL AND TUBE*
AKIBAT VARIASI JARAK *BAFFLE* DAN *BAFFLE CUT***

SKRIPSI

Oleh

**Deddy Prihambodo
NIM 091910101052**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER* TIPE *SHELL AND TUBE*
AKIBAT VARIASI JARAK *BAFFLE* DAN *BAFFLE CUT***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Deddy Prihambodo
NIM 091910101052

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa penguasa kehidupan dunia dan akhirat. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta yang selalu tiada lelah mendidik dan menasehatiku, adik-adikku yang tersayang, nenek dan kakek, serta saudara-saudaraku semua. Terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, doa, pengorbanan, motivasi dan bimbingan kalian semua demi terciptanya insan manusia yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia, dan berguna bagi bangsa negara. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
3. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

Dan perumpamaan-perumpamaan ini Kami buat untuk manusia; dan tiada yang memahaminya kecuali orang-orang yang berilmu.

(terjemahan Surat *Al-'Ankabuut* ayat 43)

Apabila seorang keturunan Adam meninggal dunia maka terputuslah amalnya kecuali dari tiga hal: shadaqah jariyyah, atau ilmu yang bermanfaat, atau seorang anak shalih yang mendo'akannya.

(terjemahan Hadits Riwayat Muslim no.1631)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Deddy Prihambodo

NIM : 091910101052

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Efektivitas *Heat Exchanger Tipe Shell and Tube* akibat Variasi Jarak *Baffle* dan *Baffle Cut*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 April 2013

Yang menyatakan,

Deddy Prihambodo
NIM 091910101052

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER* TIPE *SHELL AND TUBE*
AKIBAT VARIASI JARAK *BAFFLE* DAN *BAFFLE CUT***

Oleh

Deddy Prihambodo
NIM 091910101052

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Hary Sutjahjono, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell and Tube* akibat Variasi Jarak *Baffle* dan *Baffle Cut*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.
NIP 19681205 199702 1 002

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.
NIP 19680617 199501 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.
NIP 19711114 199903 1 002

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.
NIP 19691201 199602 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell and Tube* akibat Variasi Jarak *Baffle* dan *Baffle Cut*; Deddy Prihambodo, 091910101052; 2013: 135 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Proses perpindahan panas adalah salah satu bentuk dari transformasi energi dan mempunyai peranan yang sangat penting di berbagai bidang terutama di bidang industri dan teknologi seperti halnya industri permesinan, pembangkit tenaga, pesawat terbang, industri otomotif, pengeringan, pendinginan dan sebagainya. Pada proses perpindahan panas tersebut memerlukan beberapa persyaratan kebutuhan temperatur tertentu untuk sistemnya, sehingga sistem yang terdapat pada proses tersebut dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang direncanakan. Dengan adanya hal tersebut, untuk mengatur perpindahan panas yang terjadi diperlukan suatu alat yaitu alat penukar kalor atau disebut juga *heat exchanger*. Untuk mendapatkan perpindahan panas yang maksimal, maka diperlukan perancangan *heat exchanger* yang baik dengan ukuran dimensi yang lebih kecil. Beberapa parameter penting yang dapat meningkatkan efektivitas *heat exchanger* adalah jarak *baffle* dan *baffle cut*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dirancang *heat exchanger* tipe *shell and tube* dengan variasi jarak *baffle* dan *baffle cut*. Tujuan penelitian untuk menganalisis bagaimana pengaruh variasi jarak *baffle* dan *baffle cut* dan mengetahui hasil yang optimal dari pengaruh variasi jarak *baffle* dan *baffle cut* terhadap efektivitas *heat exchanger*.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian ini menggunakan *heat exchanger* tipe *shell and tube* yang terdiri dari satu *shell* dan satu *tube* dengan variasi jarak *baffle* 6,58 cm, 12,8 cm, 23,6 cm, dan *baffle cut* 12,5%, 30%, 50%. Prosedur pengujian dalam penelitian ini adalah tahap penyusunan alat (persiapan penyusunan dan pengecekan alat bahan), tahap pengujian (persiapan data dan pengujian), dan tahap pengambilan data (pengambilan data hasil

pengujian dan memasukkan data ke tabel pengujian). Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan dua kali pengulangan. Data yang diambil pada penelitian ini adalah temperatur, tekanan, dan debit dari kedua fluida panas dan fluida dingin. Pada penelitian ini menggunakan fluida berupa oli sebagai fluida panas pada sisi *tube* dan air sebagai fluida dingin pada sisi *shell* yang dialirkan secara berlawanan.

Hasil dari penelitian ini didapatkan jarak *baffle* 6,58 cm menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 21,66% pada detik ke-150, jarak *baffle* 12,8 cm menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 16,70% pada detik ke-150, jarak *baffle* 23,6 cm menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 12,13% pada detik 150. Sedangkan untuk *baffle cut* 12,5% menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 13,27% pada detik ke-150, *baffle cut* 30% menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 11,85% pada detik ke-150, *baffle cut* 50% menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 10,48% pada detik ke-150.

Dapat dilihat dari hasil penelitian tersebut bahwa untuk variasi jarak *baffle* yang menghasilkan efektivitas tertinggi adalah jarak *baffle* 6,58 cm sedangkan untuk variasi *baffle cut* yang menghasilkan efektivitas tertinggi adalah *baffle cut* 12,5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jarak *baffle* yang dekat akan meningkatkan efektivitas *heat exchanger* begitu juga persentase *baffle cut* yang kecil akan meningkatkan efektivitas *heat exchanger*.

SUMMARY

Effectiveness of Shell and Tube Heat Exchanger due to Variations of Baffle Spacing and Baffle Cut; Deddy Prihambodo, 091910101052; 2013; 135 pages; the Mechanical Engineering, the Faculty of Engineer, Jember University.

Heat transfer process is one form of the energy transformation and has a very important role in various fields especially in the field of industry and technology as well as industrial machinery, power plants, aircraft, automotive industry, drying, cooling and so on. On the heat transfer process requires several necessary requirements of a certain temperature for the system, so the system is contained in the process can run smoothly as planned. Given this, to regulate heat transfer occurs we needed a tool that is a heat exchanger. To get the maximum heat transfer, it is necessary to design a good heat exchanger with smaller dimension. Some important parameters can increase the effectiveness of heat exchanger is a baffle spacing and baffle cut. Therefore, in this research was designed shell and tube heat exchanger with variations of baffle spacing and baffle cut. The research objective was to analyze how the effect from variations of baffle spacing and baffle cut and know the optimal result of the effect from variations of baffle spacing and baffle cut to the effectiveness of heat exchanger.

The method that used in this research was the experimental method. This research used a shell and tube heat exchanger that consists of one shell and one tube with baffle spacing variations of 6.58 cm, 12.8 cm, 23.6 cm, and baffle cut variations of 12.5%, 30%, 50%. Testing procedures in this research were the phase of tool arranging (the preparation and checking of tool materials), the testing phase (data preparation and testing), and the phase of data collection (retrieval of testing results and enter data into the testing table). Retrieval of data in this research is done by repeating twice. The taken data in this research were the temperature, pressure, and

debit of both hot and cold fluid. In this research was using oil as hot fluid on the tube side and water as cold fluid on the shell side which flowed the opposite.

Results of this research were found baffle spacing of 6.58 cm produced the highest effectiveness of 21.66% at 150 second, baffle spacing of 12.8 cm produced the highest effectiveness of 16.70% at 150 second, baffle spacing of 23.6 cm produced the highest effectiveness of 12.13% at 150 seconds. Whereas baffle cut of 12.5% produced the highest effectiveness of 13.27% at 150 second, baffle cut of 30% produced the highest effectiveness of 11.85% at 150 second, baffle cut of 50% produced the highest effectiveness of 10.48% at 150 second.

Could be seen from these research results that variation of baffle spacing produced the highest effectiveness was 6.58 cm while variation of baffle cut produced the highest effectiveness was 12.5%. So, It could be concluded that the close of baffle spacing would increase the effectiveness of heat exchanger as well as small percentage of baffle cut would increase the effectiveness of heat exchanger.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam yang selalu tercurahkan kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW karena beliau lah panutan seluruh umat di dunia maupun akhirat.

Skripsi ini berjudul “Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell and Tube* akibat Variasi Jarak *Baffle* dan *Baffle Cut*”. Penyusunan skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta yang selalu tiada henti dan tiada lelah mendidik dan menasehatiku, adik-adikku yang tersayang, nenek dan kakek, serta saudara-saudaraku semua yang telah memberikan doa dan motivasi kepada saya.
2. Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu memberikan ide, arahan, saran, dan motivasi, serta meluangkan waktunya untuk membimbing saya mulai awal penyusunan proposal skripsi, proses penelitian, hingga akhir penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I, dan Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik selama penulis menjadi mahasiswa.
5. Seluruh staf pengajar dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama saya duduk di bangku perkuliahan.

6. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine) yang telah memberikan banyak dukungan, terutama Tim *Heat Exchanger* (Afra Rizki Amanda, Luqman Hakim, Dimas Bahtera), Muh. Muhtada Faizun (Jreng), Muh. Khoirul A. (Tower), Rakhmad Alief R. (Memed), Sandi Kusumaharjo yang telah banyak membantu dalam pembuatan alat dan penelitian.
8. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari sebagai manusia, hal yang tak mungkin lepas adalah kekhilafan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik, saran, dan ide yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga hasil dari penelitian pada skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan peneliti-peneliti berikutnya yang berkaitan dengan skripsi ini.

Jember, 16 April 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR NOTASI	xx
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Alat Penukar Kalor (<i>Heat Exchanger</i>)	5
2.1.1 Definisi <i>heat exchanger</i>	5
2.1.2 Macam-macam jenis atau tipe <i>heat exchanger</i>	5
2.2 <i>Heat Exchanger Tipe Shell and Tube</i>	6
2.2.1 Komponen <i>heat exchanger tipe shell and tube</i>	7
2.2.2 Penentuan tipe dan material <i>heat exchanger shell and tube</i>	8

2.2.3 Sistem kerja <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	10
2.2.4 Penerapan <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	11
2.2.5 Keunggulan <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	11
2.3 Aliran <i>Counter Flow</i> pada <i>Heat Exchanger Tipe Shell and Tube</i>	11
2.4 Perpindahan Panas Konduksi	12
2.4.1 Konduktivitas termal (daya hantar panas)	14
2.4.2 Perpindahan panas konduksi pada silinder berongga	17
2.5 Perpindahan Panas Konveksi	18
2.5.1 Aliran laminar dan turbulen dalam prinsip-prinsip konveksi	20
2.5.2 Bilangan tak berdimensi pada perpindahan panas konveksi	21
2.5.3 Sistem konveksi paksa pada aliran dalam pipa	23
2.6 Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh Pada Silinder	24
2.7 Beda Suhu Rata-Rata Log (LMTD)	26
2.8 Metode NTU Efektivitas	28
2.9 <i>Baffle</i> (Sekat) pada <i>Heat Exchanger</i>	34
2.15.1 Jenis-Jenis <i>Baffle</i>	35
2.15.2 Jarak <i>baffle</i> (<i>baffle spacing</i>)	35
2.15.3 <i>Baffle cut</i> (potongan sekat)	37
2.10 Hipotesa Penelitian	38
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Metode Penelitian	39
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	39
3.3.1 Alat	39
3.3.2 Bahan	41
3.4 Variabel Penelitian	42
3.4.1 Variabel bebas	42
3.4.1 Variabel terikat	43
3.5 Prosedur Pengujian	43

3.5.1 Penyusunan alat penelitian	43
3.5.2 Tahapan penelitian.....	44
3.5.3 Tahap pengambilan data.....	46
3.6 Skema Alat Uji	49
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	50
3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian	51
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Hasil Penelitian.....	52
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	54
4.2.1 Pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> dan variasi <i>baffle cut</i> terhadap ΔT_o (Temperatur Oli)	54
4.2.2 Pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> dan variasi <i>baffle cut</i> terhadap laju perpindahan panas (Metode LMTD).....	61
4.2.3 Pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> dan variasi <i>baffle cut</i> terhadap efektivitas <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i> dengan metode NTU efektivitas.....	68
4.2.4 Perbandingan efektivitas hasil penelitan dan efektivitas rancangan desain metode NTU pada variasi jarak <i>baffle</i> dan variasi <i>baffle cut</i>	76
BAB 5. PENUTUP	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Konduktivitas termal berbagai bahan pada 0°C.....	16
Tabel 2.2 Nilai kira-kira koefisien perpindahan panas konveksi.....	20
Tabel 2.3 Persamaan-persamaan Efektivitas Penukar Kalor	33
Tabel 2.4 Persamaan-persamaan NTU untuk Penukar Kalor	33
Tabel 3.1 Pengambilan data untuk variasi jarak <i>baffle</i> 6,58 cm	46
Tabel 3.2 Pengambilan data untuk variasi jarak <i>baffle</i> 12,8 cm	47
Tabel 3.3 Pengambilan data untuk variasi jarak <i>baffle</i> 23,6 cm	47
Table 3.4 Pengambilan data untuk variasi <i>baffle cut</i> 12,5%	47
Tabel 3.5 Pengambilan data untuk variasi <i>baffle cut</i> 30%	48
Tabel 3.6 Pengambilan data untuk variasi <i>baffle cut</i> 50%	48
Tabel 3.7 Jadwal kegiatan penelitian	51
Tabel 4.1 Hasil penelitian variasi jarak <i>baffle</i> 6,58 cm.....	52
Tabel 4.2 Hasil penelitian variasi jarak <i>baffle</i> 12,8 cm.....	52
Tabel 4.3 Hasil penelitian variasi jarak <i>baffle</i> 23,6 cm.....	53
Tabel 4.4 Hasil penelitian variasi <i>baffle cut</i> 12,5%	53
Tabel 4.5 Hasil penelitian variasi <i>baffle cut</i> 30%	53
Tabel 4.6 Hasil penelitian variasi <i>baffle cut</i> 50%	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konstruksi detail dari <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	6
Gambar 2.2 Komponen <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	8
Gambar 2.3 Klasifikasi dasar konstruksi <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	9
Gambar 2.4 Aliran <i>counter flow</i> pada <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	12
Gambar 2.5 Konduktivitas termal beberapa gas	14
Gambar 2.6 Konduktivitas termal beberapa zat cair	15
Gambar 2.7 Konduktivitas termal beberapa zat padat	15
Gambar 2.8 Aliran panas satu dimensi melalui silinder berongga.....	17
Gambar 2.9 Perpindahan panas menyeluruh dinyatakan dengan beda suhu limbak ..	23
Gambar 2.10 Perpindahan panas menyeluruh melalui silinder berongga.....	24
Gambar 2.11 Profil temperatur pada aliran <i>counter flow</i>	27
Gambar 2.12 Grafik faktor koreksi untuk penukar kalor dengan satu lintas selongsong dan dua, empat, atau masing-masing kelipatan dari lintas tabung tersebut.....	28
Gambar 2.13 Bagan efektivitas penukar kalor Kays dan London	32
Gambar 2.14 Pengaturan <i>baffle</i> pada <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	34
Gambar 2.15 Jenis-jenis <i>baffle</i> : a. <i>plates baffles</i> , b. <i>rods baffles</i>	35
Gambar 2.16. Jarak <i>baffle</i> (<i>baffle spacing</i>)	36
Gambar 2.17. Efek dari kecil atau besarnya pemotongan <i>baffle</i>	37
Gambar 2.1 Konstruksi detail dari <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	6
Gambar 2.2 Komponen <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	8
Gambar 2.3 Klasifikasi dasar konstruksi <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	9
Gambar 2.4 Aliran <i>counter flow</i> pada <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	12
Gambar 2.5 Konduktivitas termal beberapa gas	14
Gambar 2.6 Konduktivitas termal beberapa zat cair	15
Gambar 2.7 Konduktivitas termal beberapa zat padat	15
Gambar 2.8 Aliran panas satu dimensi melalui silinder berongga.....	17

Gambar 2.9 Perpindahan panas menyeluruh dinyatakan dengan beda suhu limbak ..	23
Gambar 2.10 Perpindahan panas menyeluruh melalui silinder berongga.....	24
Gambar 2.11 Profil temperatur pada aliran <i>counter flow</i>	27
Gambar 2.12 Grafik faktor koreksi untuk penukar kalor dengan satu lintas selongsong dan dua, empat, atau masing-masing kelipatan dari lintas tabung tersebut.....	28
Gambar 2.13 Bagan efektivitas penukar kalor Kays dan London	32
Gambar 2.14 Pengaturan <i>baffle</i> pada <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	34
Gambar 2.15 Jenis-jenis <i>baffle</i> : a. <i>plates baffles</i> , b. <i>rods baffles</i>	35
Gambar 2.16. Jarak <i>baffle</i> (<i>baffle spacing</i>)	36
Gambar 2.17. Efek dari kecil atau besarnya pemotongan <i>baffle</i>	37
Gambar 2.18. <i>Baffle cut</i> (potongan sekat).....	38
Gambar 3.1 Skema alat uji	49
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	50
Gambar 4.1 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap ΔT_o pada detik ke-30	54
Gambar 4.2 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap ΔT_o pada detik ke-90	55
Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap ΔT_o pada detik ke-150	56
Gambar 4.4 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap ΔT_o pada detik ke-30	57
Gambar 4.5 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap ΔT_o pada detik ke-90	58
Gambar 4.6 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap ΔT_o pada detik ke-150	60
Gambar 4.7 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap laju perpindahan panas (metode LMTD) pada detik ke-30.....	61
Gambar 4.8 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap laju perpindahan panas (metode LMTD) pada detik ke-90.....	62
Gambar 4.9 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap laju perpindahan panas (metode LMTD) pada detik ke-150	63
Gambar 4.10 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap laju perpindahan panas (metode LMTD) pada detik ke-30	65
Gambar 4.11 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap laju perpindahan panas (metode LMTD) pada detik ke-90.....	66

Gambar 4.12 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap laju perpindahan panas (metode LMTD) pada detik ke-150	67
Gambar 4.13 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap efektivitas <i>heat exchanger</i> pada detik ke-30.....	68
Gambar 4.14 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap efektivitas <i>heat exchanger</i> pada detik ke-90.....	70
Gambar 4.15 Grafik pengaruh variasi jarak <i>baffle</i> terhadap efektivitas <i>heat exchanger</i> pada detik ke-150.....	71
Gambar 4.16 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap efektivitas <i>heat exchanger</i> pada detik ke-30.....	72
Gambar 4.17 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap efektivitas <i>heat exchanger</i> pada detik ke-90.....	73
Gambar 4.18 Grafik pengaruh variasi <i>baffle cut</i> terhadap efektivitas <i>heat exchanger</i> pada detik ke-150.....	75
Gambar 4.19 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU untuk variasi jarak <i>baffle</i> pada detik ke-30	76
Gambar 4.20 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU untuk variasi jarak <i>baffle</i> pada detik ke-90	78
Gambar 4.21 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU untuk variasi jarak <i>baffle</i> pada detik ke-150 ...	79
Gambar 4.22 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU untuk variasi <i>baffle cut</i> pada detik ke-30	81
Gambar 4.23 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU untuk variasi <i>baffle cut</i> pada detik ke-90	82
Gambar 4.24 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU untuk variasi <i>baffle cut</i> pada detik ke-150	83

DAFTAR NOTASI

r	= jari-jari, m
d	= diameter, m
L	= panjang lintasan <i>heat exchanger</i> , m
q	= laju perpindahan panas konduksi atau konveksi, Watt (Btu/h)
k	= konduktivitas termal, W/m, °C (Btu/h.ft.°F)
A	= luas dinding atau luas permukaan, m ² (ft ²)
T	= suhu, °C (°F)
ΔT	= beda suhu, °C (°F)
x	= jarak/tebal dinding, m (ft)
R_{th}	= tahanan termal, °C/W
h	= koefisien perpindahan panas konveksi, W/m ² .°C (Btu/h.ft ² .°F)
Re	= bilangan Reynolds
Pr	= bilangan Prandtl
Nu	= bilangan Nusselt
ρ	= densitas, kg/m ³
v	= kecepatan fluida, m/s
d	= diameter pipa, m
μ	= viskositas dinamik, kg/m.s
c_p, c	= kalor spesifik, kJ/kg.°C
\dot{m}	= laju aliran massa, kg/s
U	= koefisien perpindahan panas secara keseluruhan, W/m ² .°C
A	= luas permukaan penukar panas, m ²
ΔT_m	= beda suhu rata-rata log, °C (°F)
F	= nilai faktor koreksi untuk <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>
ϵ	= efektivitas <i>heat exchanger</i> , %
NTU	= jumlah satuan perpindahan (<i>number of transfer unit</i>)

C	= kapasitas panas
T_{o1}	= temperatur oli masuk, °C
T_{a1}	= temperatur air masuk, °C
T_{ot}	= temperatur oli di tengah <i>tube</i> , °C
T_{as}	= temperatur air di tengah <i>shell</i> , °C
T_{o2}	= temperatur oli keluar, °C
T_{a2}	= temperatur air keluar, °C
P_{o1}	= tekanan oli masuk, Psi
P_{a1}	= tekanan air masuk, Psi
P_{o2}	= tekanan oli keluar, Psi
P_{a2}	= tekanan air keluar, Psi
Q_o	= debit oli, m ³ /s
Q_a	= debit air, m ³ /s
B_1	= jarak <i>baffle</i> 6,58 cm
B_2	= jarak <i>baffle</i> 12,8 cm
B_3	= jarak <i>baffle</i> 23,6 cm
B_{C1}	= <i>baffle cut</i> 12,5 %
B_{C2}	= <i>baffle cut</i> 30 %
B_{C3}	= <i>baffle cut</i> 50 %

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. PERHITUNGAN	89
LAMPIRAN B. TABEL	101
LAMPIRAN C. GRAFIK	118
LAMPIRAN D. FOTO PENELITIAN	130