



**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN FLUIDA PANAS ALIRAN
BERLAWANAN TERHADAP EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER*
TIPE *SHELL AND TUBE* DENGAN PENAMBAHAN VARIASI
DIMENSI SIRIP (*FIN*) LONGITUDINAL PADA TUBE**

SKRIPSI

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

Oleh

Muhamad Julianto
NIM 091910101085

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
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. Ayah dan Ibu tercinta yang tiada lelah mendidik dan mendo'akan saya, serta dua saudara saya yang selalu saya banggakan. 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. Staf pengajar semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan kepada saya terutama Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama, Bapak Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc., selaku dosen pembimbing anggota, Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M. T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T., selaku dosen penguji II.
3. Semua guru-guru saya dari Taman Kanak-Kanak sampai Perguruan Tinggi yang sangat saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbing saya dengan penuh rasa sabar dan penuh dedikasi tinggi.
4. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
5. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (Nine-Gine) yang telah memberikan kontribusi, dukungan, ide yang inspiratif, dan kritikan yang konstruktif. Terimakasih atas semua kontribusi yang kalian berikan.

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Allah akan meninggikan orang – orang yang beriman diantara kamu dan orang – orang yang diberi ilmu beberapa derajat.” (terjemahan: Q.S.Al Mujadalah ayat 11)

“Kemenangan yang seindah – indahny dan sesukar – sukarnya yang boleh direbut oleh manusia ialah menundukan diri sendiri.” (Ibu Kartini)

”Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua.” (Aristoteles)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Muhamad Julianto**

NIM : **091910101085**

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “ Analisis Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Berlawanan Terhadap Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell And Tube* Dengan Penambahan Variasi Dimensi Sirip (*Fin*) Longitudinal Pada *Tube*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, April 2014

Yang menyatakan,

Muhamad Julianto

NIM. 091910101085

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN FLUIDA PANAS ALIRAN
BERLAWANAN TERHADAP EFEKTIVITAS *HEAT EXCHANGER*
TIPE *SHAL AND TUBE* DENGAN PENAMBAHAN VARIASI
DIMENSI SIRIP (*FIN*) LONGITUDINAL PADA *TUBE***

Oleh

Muhamad Julianto

091910101085

Pembimbing :

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Berlawanan Terhadap Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell And Tube* Dengan Penambahan Variasi Dimensi Sirip (*Fin*) Longitudinal Pada *Tube*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : 29 April 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.

NIP. 19681205 199702 1 002

Anggota I,

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.

NIP. 196701231997021001

Sekretaris,

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

NIP. 19680617 199501 1 001

Anggota II,

Aris Zainul M., S.T., M.T.

NIP. 19681207 199512 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Analisis Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Berlawanan Terhadap Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell And Tube* Dengan Penambahan Variasi Dimensi Sirip (*Fin*) Longitudinal Pada *Tube*; Muhamad Julianto, 091910101085: 123 Halaman; Program Studi Strata Satu Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Heat Exchanger (HE) adalah suatu alat yang memungkinkan terjadi perpindahan panas dari satu media ke media lain khususnya untuk media fluida, baik satu fasa maupun banyak fasa. *Heat exchanger* banyak digunakan dalam bidang rekayasa industri, diantaranya radiator mobil, *oil cooler* pada mesin pesawat terbang, kondensor pada sistem pendinginan, *feed water heater* pada *boiler* dan lain-lain.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang Analisis Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Berlawanan Terhadap Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell And Tube* Dengan Penambahan Variasi Dimensi Sirip (*Fin*) Longitudinal Pada *Tube*. Dengan memvariasikan kecepatan fluida panas (oli) didapat perbedaan ΔT yang berbeda pada setiap variasi kecepatan fluida panas. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tube* tanpa sirip (sebagai pembanding awal), dengan variasi kecepatan fluida panas (oli) 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s. dan kecepatan fluida dingin (air) 0,28 m/s. *tube* dengan penambahan dan variasi dimensi sirip ke-1 dengan variasi kecepatan fluida panas (oli) 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s. dan kecepatan fluida dingin (air) 0,28 m/s. *tube* dengan penambahan dan variasi dimensi sirip ke-2 dengan variasi kecepatan fluida panas (oli) 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s. dan kecepatan fluida dingin (air) 0,28 m/s. dan *tube* dengan penambahan dan variasi dimensi sirip ke-3 dengan variasi kecepatan fluida panas (oli) 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s. dan kecepatan fluida dingin (air) 0,28 m/s.

Penelitian tentang Analisis Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Berlawanan Terhadap Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell And Tube* Dengan Penambahan Variasi Dimensi Sirip (*Fin*) Longitudinal Pada *Tube* dilakukan di Laboratorium Konversi

Energi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Dari hasil penelitian didapat bahwa semakin rendah kecepatan fluida panas (oli) dan semakin besar dimensi sirip pada *tube* maka kecenderungan ΔT_o (selisih temperatur oli masuk dengan temperatur oli keluar) akan naik. Hal ini dikarenakan, semakin besar dimensi sirip pada *tube* maka akan semakin besar luas transfer perpindahan panasnya, sehingga laju perpindahan panas akan meningkat (J.P Holman, 1991). Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah kecepatan fluida panas akan juga mempengaruhi penurunan temperatur oli (ΔT_o), dikarenakan semakin menurunnya kecepatan aliran fluida panas maka semakin lama pula waktu kontak fluida panas dengan fluida dingin. Sehingga akan juga mempengaruhi kenaikan temperatur oli (ΔT_o).

Namun untuk penambahan dimensi sirip yang ke 3 pada *tube* untuk semua variasi kecepatan fluida panas (oli) terjadi penurunan ΔT_o dibanding dengan penambahan dimensi sirip sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa laju perpindahan panas konduksi pada sirip yang ke 3 lebih lambat jika dibandingkan dengan laju perpindahan panas konveksi yang diserap oleh fluida dingin (air). Semakin panjang dimensi sirip, maka semakin luas area perambatan panasnya. Panas yang masih merambat pada sirip langsung diserap oleh fluida dingin, sehingga perambatan laju perpindahan panas konduksi pada sirip kurang maksimal. Hal itu mengakibatkan ujung sirip tidak sepenuhnya mendapatkan aliran distribusi perpindahan panas konduksi dari pangkal sirip pada *tube*, sehingga ujung sirip tersebut cenderung berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan panas dan tidak dapat mengkonversikan panas yang diterima untuk diserap oleh fluida dingin (Wahyu P, 2013). Selain itu, hal ini juga menunjukkan adanya batas akan dimensi sirip untuk unjuk kerja prestasi sirip sebagai variasi untuk meningkatkan perpindahan panas yang terjadi pada *heat exchanger* tipe *shell and tube*.

Pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada dimensi sirip longitudinal yang optimal pada *tube* untuk *heat exchanger* tipe *shell and tube* skala laboratorium yaitu pada kecepatan oli 0,021 m/s dan kecepatan air 0,28 m/s pada *tube* dengan penambahan sirip ke-2 dengan rincian dimensi panjang: 2 cm ; lebar: 4 cm dan tebal 0,1 cm. Dan penurunan ΔT_o (Oli) yang terbaik adalah pada kecepatan oli 0,021 m/s dan kecepatan air 0,28 m/s pada penambahan dan variasi dimensi sirip yang ke 2 pada *tube* yaitu sebesar 12,00°C pada detik ke-150. Dengan nilai efektivitas sebesar 34,14 %.

SUMMARY

Analysis of the influence of the hot fluid flow speed against the effectiveness of the heat exchanger shell and tube type with additions and variations of longitudinal dimension fin in tube ; Muhamad Julianto, 091910101085: 123 Pages; Tier One Program Mechanical Engineering Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Heat Exchanger (HE) is a device that allows heat transfer from one medium to another medium especially for fluid media, both single phase and many phases. Heat exchangers are widely used in the fields of industrial engineering, such as car radiator, oil cooler on aircraft engines, condenser in the cooling system, the boiler feed water heater and others.

In this research, focused about Analysis of the influence of the hot fluid flow speed against the effectiveness of the heat exchanger shell and tube type with additions and variations of longitudinal dimension fin in tube. By varying the speed of the hot fluid (oil) had a distinct ΔT difference on any variation of the speed of the fluid is hot. Variations used in this research is the tube without fins (as opposed to the beginning) with the variation of the speed of the fluid is hot (oil) 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s and cold fluid speed (water) 0,28 m/s. a tube with additions and variations to the first dimensional fin with the variation of the speed of the fluid is hot (oil) 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s and cold fluid speed (water) 0,28 m/s, a tube with additions and variations to the second dimensional fin with the variation of the speed of the fluid is hot (oil) 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s and cold fluid speed (water) 0,28 m/s and a tube with additions and variations to the third dimensional fin with the variation of the speed of the fluid is hot (oil) 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s and cold fluid speed (water) 0,28 m/s.

Research on Analysis of the influence of the hot fluid flow speed against the effectiveness of the heat exchanger shell and tube type with additions and variations of longitudinal dimension fin in tube performed in Energy Conversion Laboratory

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember. From the results of the research, the lower the velocity of the fluid is hot and the greater dimensions of the fins on the tube then tendencies ΔT_o (the difference in the temperature of the incoming oil temperature oil out) will go up. the longer dimensions of the fins on the tube so it will be even greater heat transfer area of displacement, so the heat transfer rate will increase (J.P Holman, 1991). This showed that the lower the speed of the fluid the heat will also affect the decrease in oil temperature ΔT_o , because the contact time the hot fluid with cold fluid. So it will also affect the rise in oil temperature.

However, a tube with additions and variations to the 3 dimensional fin for all variation speed hot fluid oil, ΔT_o decrease compared with the previous addition of fin dimensions. This suggests that the rate of conduction heat transfer in the fin is slower than the rate of convection heat transfer fluid was absorbed by the cold (water). More the longer dimension of the fin, then more large heat propagation area. so that the propagation rate of conduction heat transfer in fin less than the maximum. It resulted in the tip of the fin is not fully get the flow distribution of conduction heat transfer from the base of the fins on the tube, so that the ends of the fins tend to function as a heat absorber and storage of heat and can not convert heat received to be absorbed by the cold fluid (Wahyu P, 2013). Moreover, it also shows the limits of dimensional fin to fin performance achievement as a variation to improve the heat transfer that occurs in the heat exchanger shell and tube type.

the effect of hot fluid velocity oil the optimum dimensions of longitudinal fins on the tube for heat exchanger type shell and tube laboratory scale at a speed of oil 0,021 m/s and speed of water 0,28 m/s on the tube with the addition of fins in second with the details of the long dimension 2 cm; width 4 cm and thickness 0,1 cm. And reduction ΔT_o (oil) the best is for speed oil 0,021 m/s and speed water 0,28 m/s the additions and variations in the second dimensional fins on the tube that is equal to 12,00 °C the second in 150 with the value of the effectiveness of 34,14 %.

PRAKATA

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

Skripsi ini berjudul “Analisis Pengaruh Kecepatan Fluida Panas Aliran Berlawanan Terhadap Efektivitas *Heat Exchanger* Tipe *Shell And Tube* Dengan Penambahan Variasi Dimensi Sirip (*Fin*) Longitudinal Pada *Tube*”. 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 pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penyusunan laporan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta yang selalu mendidik dan mendo'akanku, serta dua saudaraku yang telah memberikan 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, saran, dan motivasi, serta meluangkan waktunya untuk membimbing saya selama proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T., selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran dan kritikan bersifat konstruktif untuk penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh staf pengajar dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama saya duduk di bangku perkuliahan.
5. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Seluruh teman-teman angkatan 2009 (N-Gine) yang telah memberikan banyak dukungan dan pengalaman hidup

7. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.

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

Jember, April 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian <i>Heat Exchanger</i>	5
2.2 Sistem Kerja <i>Heat Exchanger</i>	5
2.3 <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i>	6
2.3.1 Struktur <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	6
2.3.2 <i>Heat Exchanger Tipe Shell & Tube</i>	7
2.3.3 Aplikasi <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i>	7
2.3.4 Keunggulan <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i>	7
2.4 Perpindahan Panas Konduksi	8
2.4.1 Konduksi termal (daya hantar panas).....	9
2.5 Perpindahan Panas Konveksi	11

2.6.1 Bilangan-bilangan tak berdimensi pada perpindahan panas konveksi	11
2.6 Perpindahan Panas Dalam Tabung	13
2.7 Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh	15
2.7.1 koefisien perpindahan panas menyeluruh pada silender ...	16
2.8 Beda Suhu Rata-Rata Log (LMTD)	18
2.9 Efektivitas Perpindahan Panas (NTU)	19
2.10 Baffle (Sekat) Pada Heat Exchanger	24
2.12 Sirip (Fin) Pada Heat Exchanger	25
2.12.1 Sirip Longitudinal dan pada pipa tunggal.....	25
2.12.2 Dimensi Sirip	26
2.12 Hipotesa Penelitian	26
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Waktu dan Tempat penelitian.....	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3.1 Alat.....	27
3.3.2 Bahan.....	29
3.4 Variabel Penelitian	30
3.4.1 Variable Bebas	30
3.4.2 Varibal Terikat	31
3.5 Prosedur Penelitian	31
3.5.1 Penyusunan Alat Penelitian.....	31
3.5.2 Tahapan Penelitian	32
3.5.3 Tahap Pengambilan Data	35
3.6 Skema Alat Uji.....	43
3.7 Diagram Alir Penelitian	44
3.8 Jadwal Kegiatan Penelitia	45
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil Penelitian	46
4.2 Pembahasan Hasil penelitian.....	52
4.2.1 Pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada variasi dan	

pembahasan dimensi sirip longitudinal pada tube terhadap ΔT_o (Temperatur oli)	52
4.2.2 Pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada variasi dan pembahasan dimensi sirip longitudinal pada tube terhadap ΔT_a (Temperatur air)	54
4.2.3 Pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada variasi dan pembahasan dimensi sirip longitudinal pada tube terhadap laju perpindahan panas (q) (Metode LMTD)	56
4.2.4 Pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada variasi dan pembahasan dimensi sirip longitudinal pada tube terhadap efektivitas panas dari perhitungan neraca energy	59
4.2.5 Perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rencangan desain metode NTU pada pengaruh variasi kecepatan fluida panas (oli) pada detik ke-180	61
BAB 5. PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan	66
3.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Konduktivitas termal berbagai bahan pada 0°C	11
Tabel 2.2 Persamaan-persamaan Efektivitas Penukar Kalor.....	23
Tabel 2.1 Persamaan NTU, untuk Penukar Kalor	24
Tabel 3.1 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> tanpa sirip dengan Kecepatan fluida panas (oli) 0,021 m/s dan kecepatan fluida dingin (air) 0,28 m/s	35
Tabel 3.2 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> tanpa sirip dengan Kecepatan fluida panas (oli) 0,045 m/s dan kecepatan fluida dingin (air) 0,28 m/s	36
Tabel 3.3 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> tanpa sirip dengan Kecepatan fluida panas (oli) 0,069 m/s dan kecepatan fluida dingin (air) 0,28 m/s	36
Tabel 3.4 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-1 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,021 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s.....	37
Tabel 3.5 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-1 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,045 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s.....	37
Tabel 3.6 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-1 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,069 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s.....	38
Tabel 3.7 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-2 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,021 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s.....	39
Tabel 3.8 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-2 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,045 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s.....	39

Tabel 3.9 Pengambilan data pada <i>heat exchanger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-1 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,069 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s.....	40
Tabel 3.10 Pengambilan data pada <i>heat exchnger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-3 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,021 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s.....	40
Tabel 3.11 Pengambilan data pada <i>heat exchnger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-3 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,045 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s	41
Tabel 3.12 Pengambilan data pada <i>heat exchnger</i> untuk <i>tube</i> dengan penambahan variasi dimensi sirip ke-3 pada kecepatan fluida panas (oli) 0,069 m/s dan fluida dingin (air) 0,28 m/s.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bagian – bagian dari konstruksi alat penukar kalor	6
Gambar 2.2 Konstruksi detail dari <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	7
Gambar 2.3 Konduktivitas termal beberapa gas.....	9
Gambar 2.4 Konduktivitas termal beberapa zat cair	10
Gambar 2.5 Konduktivitas termal beberapa zat padat.....	10
Gambar 2.6 Perpindahan Panas dalam Tabung.....	14
Gambar 2.7 perpindahan panas menyeluruh melalui dinding bidang datar	16
Gambar 2.8 Perpindahan panas menyeluruh melalui silinder berongga	17
Gambar 2.9 Profil temperatur pada aliran <i>counter flow</i>	19
Gambar 2.10 Bagan efektivitas penukar kalor Kays dan London.....	22
Gambar 2.11 Berbagai jenis muka sirip longitudinal dan radial pada pipa tunggal menurut Kern dan Kraus pada pipa tunggal	25
Gambar 3.1 Skema alat uji	43
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian	44
Gambar 4.1 Grafik pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada variasi dan penambahan dimensi sirip longitudinal pada <i>tube</i> terhadap ΔT_o pada detik ke-180 dengan kec.oli 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s dan kec.air 0,28 m/s	52
Gambar 4.2 Grafik pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada variasi dan penambahan dimensi sirip longitudinal pada <i>tube</i> terhadap ΔT_a pada detik ke-180 dengan kec.oli 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s dan kec.air 0,28 m/s	54
Gambar 4.3 Grafik pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada variasi dan penambahan dimensi sirip longitudinal pada <i>tube</i> terhadap perpindahan panas (q) dengan (Metode LMTD) pada detik ke-180 dengan kec.oli 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s dan kec.air 0,28 m/s	56
Gambar 4.4 Grafik pengaruh kecepatan fluida panas (oli) pada variasi dan penambahan dimensi sirip longitudinal pada <i>tube</i> terhadap Efektivitas perpindahan panas pada detik ke-180 dengan	

kecepatan oli 0,021 m/s, 0,045 m/s, 0,069 m/s dan kecepatan air 0,28 m/s	59
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU pada pengaruh variasi kecepatan fluida panas (oli) untuk <i>tube</i> tanpa sirip pada detik ke-180.....	61
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU pada pengaruh variasi kecepatan fluida panas (oli) untuk <i>tube</i> dengan penambahan sirip ke-1 pada detik ke-180	62
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU pada pengaruh variasi kecepatan fluida panas (oli) untuk <i>tube</i> dengan penambahan sirip ke-2 pada detik ke-180	63
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU pada pengaruh variasi kecepatan fluida panas (oli) untuk <i>tube</i> dengan penambahan sirip ke-3 pada detik ke-180	64

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Perhitungan	68
Lampiran B. Tabel.....	75
Lampiran C. Grafik.....	104
Lampiran D. Foto Penelitian	116
Lampiran E. Sifat Oli dan Air	121