



**VARIASI JUMLAH SIRIP RADIAL (DENGAN LUAS SAMA)
PADA *TUBE* TERHADAP EFEKTIVITAS PERPINDAHAN
PANAS DALAM *HEAT EXCHANGER* TIPE *SHELL AND 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

**Wahyu Rendra Irawan
NIM 091910101086**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

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 Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Ariz 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 (N-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

“Barangsiapa Menempuh Suatu Jalan Untuk Mencari Ilmu, Maka Allah Akan Mudahkan Baginya Jalan Menuju Syurga.” (HR Muslim)

“Niat Adalah Ukuran Untuk Menilai Benarnya Suatu Perbuatan. Jika Niatnya Benar, Maka Perbuatan Akan Benar, dan Jika Niatnya Buruk Maka Perbuatan itu Buruk.” (Imam An Nawawi)

“Banyak Kegagalan Dalam Hidup Ini Dikarenakan Orang-Orang Tidak Menyadari Betapa Dekatnya Mereka Dengan Keberhasilan Saat Mereka Menyerah.” (Thomas Alva Edison)

“Kita Tidak Pernah Tahu Kapan Impian Kita Terwujud, Tapi Yang Kutahu Ketika Kuberusaha Mewujudkannya Maka Kesempatan Itu Akan Selalu Ada, Aksi=Reaksi.” (Andi Nurzamzam Arman)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Wahyu Rendra Irawan**

NIM : **091910101086**

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “ Variasi Jumlah Sirip Radial (dengan Luas Sama) Pada *Tube* Terhadap Efektivitas Perpindahan Panas Dalam *Heat Exchanger* Tipe *Shell And 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, Februari 2014

Yang menyatakan,

Wahyu Rendra Irawan

NIM. 091910101086

SKRIPSI

**VARIASI JUMLAH SIRIP RADIAL (DENGAN LUAS SAMA) PADA *TUBE*
TERHADAP EFEKTIVITAS PERPINDAHAN PANAS DALAM *HEAT*
EXCHANGER TIPE *SHELL AND TUBE***

Oleh

Wahyu Rendra Irawan

091910101086

Pembimbing :

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Variasi Jumlah Sirip Radial (Dengan Luas Sama) Pada *Tube* Terhadap Efektivitas Perpindahan Panas Dalam *Heat Exchanger* Tipe *Shell And Tube*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : 13 Februari 2014

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,

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

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

Variasi Jumlah Sirip Radial (Dengan Luas Sama) Pada Tube Terhadap Efektivitas Perpindahan Panas Heat Exchanger Tipe Shell and Tube; Wahyu Rendra Irawan, 091910101086: 98 Halaman; Program Studi Strata Satu Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Heat Exchanger (HE) adalah suatu alat yang memungkinkan 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 variasi jumlah sirip (dengan luas sama) pada tube terhadap efektivitas perpindahan panas heat exchanger tipe shell and tube. Dengan memvariasikan jumlah sirip didapat perbedaan ΔT yang berbeda pada setiap variasi jumlah sirip. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi jumlah 1 sirip (jumlah sirip: 1; tinggi sirip: 3 cm dan tebal sirip: 0,1 cm), variasi jumlah 2 sirip (jumlah sirip: 2; tinggi sirip: 1,82 cm dan tebal sirip: 0,1 cm), variasi jumlah 3 sirip (jumlah sirip: 3; tinggi sirip: 1,33 cm dan tebal sirip: 0,1 cm), variasi jumlah 4 sirip (jumlah sirip: 4; tinggi sirip: 1,05 cm dan tebal sirip: 0,1 cm).

Penelitian tentang “Variasi Jumlah Sirip Radial (dengan Luas Sama) pada Tube terhadap Efektivitas Perpindahan Panas Heat Exchanger tipe Shell and Tube” dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember. Dari hasil penelitian didapat bahwa semakin banyak jumlah sirip akan menaikkan efektivitas dari heat exchanger tipe shell and tube. Hal ini dikarenakan ΔT yang semakin besar dengan semakin banyak jumlah sirip (dengan luas sama) pada tube, maka akan semakin besar jumlah panas yang hilang ke sekeliling. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah sirip, maka semakin banyak titik kontak antara fluida dingin (air) dengan fluida panas (oli), dan

perpindahan panas dari fluida panas ke fluida dingin menjadi semakin meningkat (energi panas yang berasal dari fluida panas di tube dapat lebih banyak diserap oleh fluida dingin di shell) sehingga beda temperatur (ΔT) semakin besar

Adapun untuk variasi jumlah sirip (dengan luas sama) ΔT tertinggi terjadi pada variasi jumlah sirip 4, hal ini terjadi karena pada laju perpindahan panas konduksi pada jumlah 1 sirip, 2 sirip, 3 sirip lebih lambat jika dibandingkan dengan laju perpindahan panas konveksi yang diserap oleh fluida dingin (air). Karena semakin besar 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. Hal ini dapat dilihat dari besarnya nilai efektivitas tertinggi terjadi pada variasi jumlah sirip 4 pada detik ke-180 sebesar 29,87%.

SUMMARY

Variation of fins Radial Number (with the same area) on effectiveness of heat exchanger heat transfer shell and tube type; Wahyu Rendra Irawan, 091910101086: 98 page: strata 1 program study of mechanical engineering, mechanical engineering program, technical faculty 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, focus on variation of fins radial numbers (with the same area) on effectiveness of Heat Exchanger heat transfer shell and tube type. With the variation of number fins, get the different of ΔT oil and ΔT water in every variation of number fins. Variation use in this research is 1 fins (fins: 1; height fin: 3 cm; and fin thick: 0,1cm), 2 fins (fins: 2; height fin: 1,82 cm; and fin thick: 0,1cm), 3 fins (fins: 3; height fin: 1,33 cm; and fin thick: 0,1cm), 4 fins (fins: 4; height fin: 1,05 cm; and fin thick 0,1cm)

The research about variations of fins radial (with the same area) on effectiveness Heat Exchanger heat transfer shell and tube type performed in conversion energy laboratory, mechanical engineering program study, technical department, University of Jember. From this research got the result, more fin number in tube could improve effectiveness Heat Exchanger shell and tube type. Because more number of fins, so be larger heat losses could be transfered to environment. This result showed that more fin number, so more contact between cold fluid (water) with hot fluid (oil), and heat transfer could be increased (heat energy from hot fluid in the tube can be more absorb of cold fluid in the shell) so different temperature (ΔT) could be high.

Variation with fins number (with the same area) maximum could be ΔT in the variation number of fins 4, this is because in the rate of conduction heat in the total number fin 1, 2, 3, more slowly if compared with the rate of convection heat transfer can be absorb cold fluid (water). Because of be larger dimension of fin, so will be wider process of hot spreading. Hot spread in the fins absorb of cold fluid, so the rate heat spreading conduction of fin was decrease. It is caused the tip of fin didn't fully get the distribution of conduction heat transfer from the fins base, so the function of the tip as absorb and heat storage energy and it could convert heat to cold fluid. It showed on effectiveness value in the variation of fin number 4, at 180 s, is of 29,87%.

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 “ Variasi Jumlah Sirip Radial (Dengan Luas Sama) Pada *Tube* Terhadap Efektivitas Perpindahan Panas Dalam *Heat Exchanger* Tipe *Shell And 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 Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T., selaku dosen penguji I, dan Bapak Ariz 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, Februari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

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

2.2.3 Keunggulan <i>Heat Exchanger</i> Tipe <i>Shell and Tube</i>	7
2.3 Aliran <i>Counter Flow</i> pada <i>Heat Exchanger</i> Tipe <i>Shell and Tube</i>	7
2.4 Perpindahan Panas Konduksi.....	8
2.4.1 Konduktivitas termal (daya hantar panas)	9
2.4.2 Perpindahan panas konduksi pada silinder berongga	12
2.5 Perpindahan Panas Konveksi	13
2.5.1 Aliran laminar dan turbulen dalam prinsip-prinsip konveksi	14
2.5.2 Bilangan tak berdimensi pada perpindahan panas konveksi	15
2.5.3 Sistem konveksi paksa pada aliran dalam pipa.....	16
2.6 Beda Suhu Rata-Rata Log (LMTD).....	17
2.7 Metode NTU Efektivitas.....	19
2.8 Sirip pada <i>Heat Exchanger</i>.....	25
2.8.1 Pengertian Sirip.....	25
2.8.2 Dimensi sirip.....	28
2.9 Hipotesa Penelitian	28
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Metode Penelitian	29
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.3.1 Alat.....	29
3.3.2 Bahan.....	31
3.4 Variabel Penelitian	32
3.4.1 Variabel bebas.....	32
3.4.2 Variabel terikat	32
3.5 Prosedur Pengujian	33
3.5.1 Penyusunan alat penelitian	33
3.5.2 Tahapan penelitian	33
3.5.3 Tahap pengambilan data.....	35

3.6 Skema Alat Uji.....	38
3.7 Diagram Alir Penelitian	41
3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	42
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Penelitian	43
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	45
4.2.1 Pengaruh variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> terhadap ΔT_o (Temperatur Oli).....	45
4.2.2 Pengaruh variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> terhadap ΔT_a (Temperatur Air)	47
4.2.3 Pengaruh variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> terhadap laju perpindahan panas (Metode LMTD)	49
4.2.4 Pengaruh variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> terhadap efektivitas perpindahan panas dari perhitungan neraca energy.....	50
4.2.5 Perbandingan efektivitas hasil penelitan dan efektivitas rancangan desain metode NTU pada variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i>	52
BAB 5. PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Konduktivitas termal berbagai bahan pada 0°C.....	11
Tabel 2.2 Persamaan-persamaan Efektivitas Penukar Kalor	23
Tabel 2.3 Persamaan NTU, untuk Penukar Kalor	23
Tabel 3.1 Pengambilan data untuk <i>heat exchanger</i> dengan variasi jumlah sirip 1, tinggi 3 cm, tebal 0,1 cm	35
Tabel 3.2 Pengambilan data untuk <i>heat exchanger</i> dengan variasi jumlah sirip 2, tinggi 1,82 cm, tebal 0,1 cm	35
Tabel 3.3 Pengambilan data untuk <i>heat exchanger</i> dengan variasi jumlah sirip 3, tinggi 1,33 cm, tebal 0,1 cm	36
Tabel 3.4 Pengambilan data untuk <i>heat exchanger</i> dengan variasi jumlah sirip 4, tinggi 1,05 cm, tebal 0,1 cm	36
Tabel 3.5 Jadwal pelaksanaan penelitian	41
Tabel 4.1 Tabel hasil penelitian variasi jumlah sirip 1; Tinggi 3 cm; Tebal 0,1 cm	42
Tabel 4.2 Tabel hasil penelitian variasi jumlah sirip 2; Tinggi 1,82 cm; Tebal 0,1 cm	42
Tabel 4.3 Tabel hasil penelitian variasi jumlah sirip 3; Tinggi 1,33 cm; Tebal 0,1 cm	43
Tabel 4.4 Tabel hasil penelitian variasi jumlah sirip 4; Tinggi 1,05 cm; Tebal 0,1 cm	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konstruksi detail dari <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	5
Gambar 2.2 Aliran <i>counter flow</i> pada <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	8
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 Aliran panas satu dimensi melalui silinder berongga dan analogi listriknnya.....	11
Gambar 2.7 Perpindahan panas menyeluruh dinyatakan dengan beda suhu.....	16
Gambar 2.8 Profil temperatur pada aliran <i>counter flow</i>	17
Gambar 2.9 Grafik faktor koreksi untuk penukar kalor dengan satu lintas selongsong dan dua, empat, atau masing-masing kelipatan dari lintas tabung tersebut	18
Gambar 2.10 Bagan efektivitas penukar kalor Kays dan London.....	22
Gambar 2.11 Jenis sirip kontinyu sederhana dan bergelombang	25
Gambar 2.12 Pipa tunggal bersirip normal	26
Gambar 2.13 Berbagai jenis muka sirip longitudinal dan radial pada pipa tunggal.....	26
Gambar 3.1 Skema alat uji	37
Gambar 3.2 Potongan alat dan aliran fluida	38
Gambar 3.3 Variasi dimensi sirip dengan jumlah sirip 1, tinggi 3 cm, tebal 0,1 cm.....	38
Gambar 3.4 Variasi dimensi sirip dengan jumlah sirip 2, tinggi 1,82 cm, tebal 0,1 cm.....	38
Gambar 3.5 Variasi dimensi sirip dengan jumlah sirip 3, tinggi 1,33 cm, tebal 0,1 cm.....	39

Gambar 3.6 Variasi dimensi sirip dengan jumlah sirip 4, tinggi 1,05 cm, tebal 0,1 cm.....	39
Gambar 3.7 Diagram alir penelitian	40
Gambar 4.1 Grafik pengaruh variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> terhadap ΔT_o (oli) pada detik ke-30, 90 dan 150.....	44
Gambar 4.2 Grafik pengaruh variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> terhadap ΔT_a pada detik ke-30, 90 dan 150.....	46
Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> terhadap laju perpindahan panas (metode LMTD) pada detik ke-30, 90 dan 150	48
Gambar 4.4 Grafik pengaruh variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> terhadap efektivitas perpindahan panas pada detik ke-30, 90 dan 150.....	49
Gambar 4.5 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU untuk variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> pada detik ke-30.....	51
Gambar 4.6 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> pada detik ke-90	53
Gambar 4.7 Grafik perbandingan efektivitas hasil penelitian dan efektivitas rancangan desain metode NTU untuk variasi jumlah sirip dengan luas sama pada <i>tube</i> pada detik ke-150.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Perhitungan	62
Lampiran B. Tabel	74
Lampiran C. Grafik.....	84
Lampiran D. Foto Penelitian	91
Lampiran E. Sifat Oli dan Air	97