

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN ALAT PENUKAR PANAS *SHELL AND TUBE*

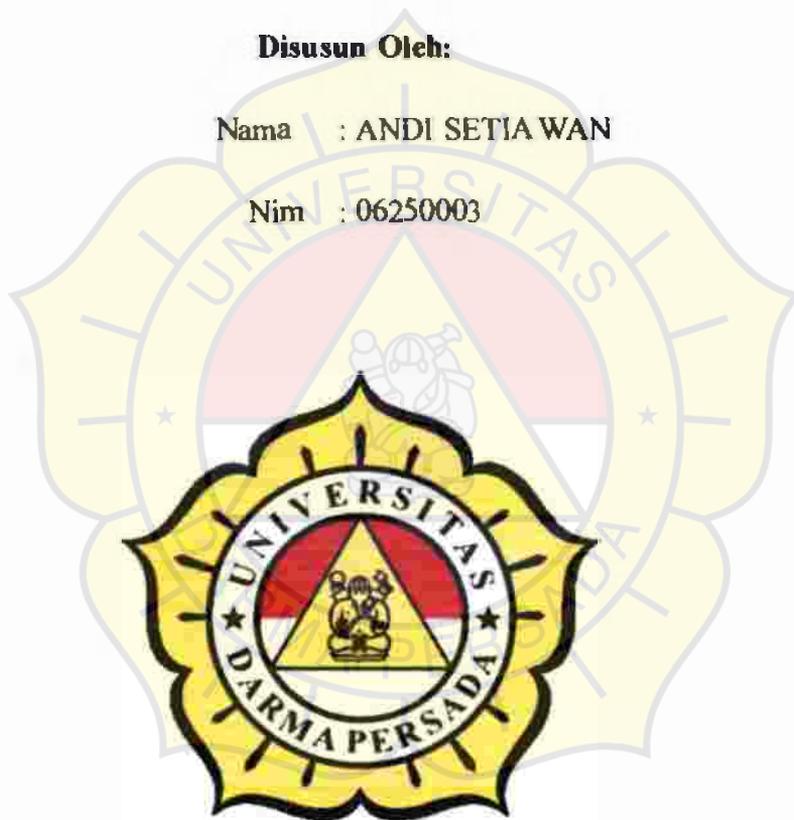
Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum

Serjana Strata I(S-1) Teknik Mesin

Disusun Oleh:

Nama : ANDI SETIAWAN

Nim : 06250003



FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

JAKARTA 2011

LEMBAR PENGESAHAN

Telah diperiksa dan diterima dengan baik oleh dosen pembimbing tugas akhir, untuk melengkapi dan memenuhi sebagian dari syarat-syarat guna mengikuti ujian tugas akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Universitas Darma Persada.

Nama : Andi Setiawan

Nim : 06250003

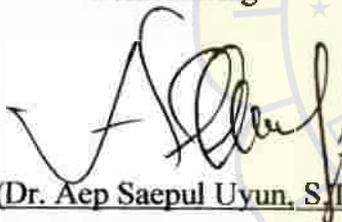
Jurusan : Teknik Mesin

Judul : Pengujian alat penukar panas *shell and tube*

Jakarta, 17 Februari 2011

Pembimbing

Penulis



(Dr. Aep Saepul Uyun, S.TP, M.Eng)



(Andi Setiawan)

Ketua Jurusan Teknik Mesin



(Ir. Asyari Daryus, SE, MSc)

LEMBARPERNYATAAN

Nama : Andi Setiawan

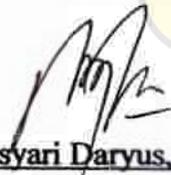
Nim : 06250003

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Telah di sidangkan pada tanggal 17 Februari 2011 dihadapan panitia sidang serta para dosen penguji dan dinyatakan lulus sebagai sarjana teknik mesin program strata I(S1)

Menyetujui,



Ir. Asyari Daryus, SE, MSc

Dosen penguji I



Yefri Chan, ST, MT

Dosen penguji II



Dhimas Satria, ST, M.Eng

Dosen penguji III

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Andi Setiawan

Nim : 06250003

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa tugas akhir atau skripsi ini saya susun sendiri berdasarkan hasil penelitian, bimbingan dan panduan buku-buku referensi lain yang terkait dan relevan dengan materi tugas akhir atau skripsi ini.

Demikianlah Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya

Jakarta, 17 Februari 2011



Andi Setiawan

(Andi setiawan)

KATA PENGANTAR

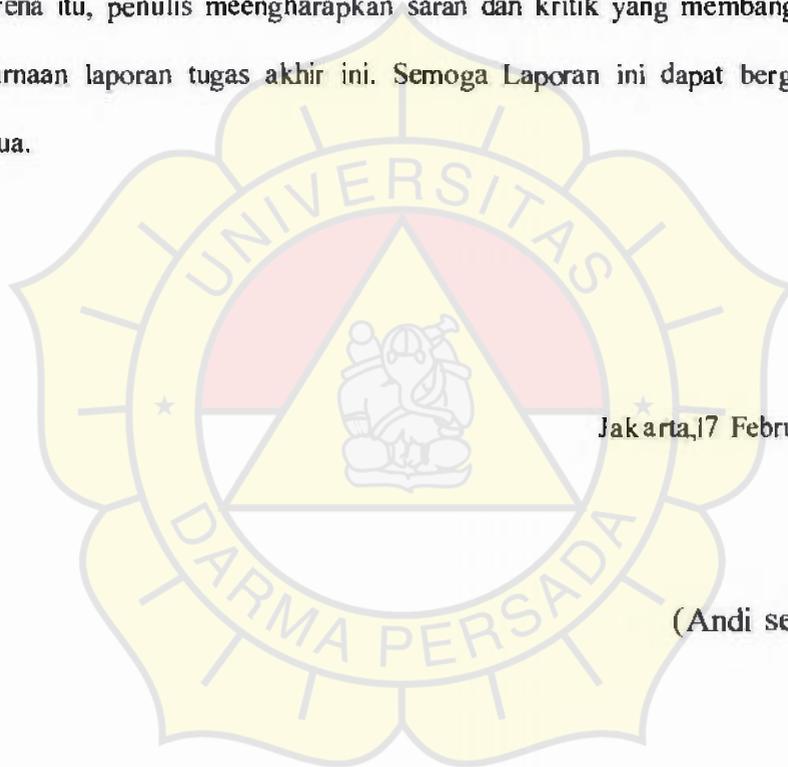
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan anugerah-nya penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul PENGUJIAN ALAT PENUKAR PANAS *SHELL AND TUBE*. laporan ini kami susun sebagai Persyaratan kurikulum sarjana S1 Teknik mesin.

Dalam pembuatan laporan ini, penulis mendapat bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bpk. Ir. Asyari Daryus, SE, MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
2. Bpk. Dr. Aep Saepul Uyun, S.TP, M.Eng Selaku Dosen pembimbing.
3. Bpk. Yefri Chan, ST, MT, Selaku Dosen Penguji.
4. Bpk. Ir. Herman Noer, MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
5. Bpk. Dhimas Satria, ST, M.Eng. Selaku Dosen Teknik Mesin.
6. Kedua Orang Tua penulis yang telah memberikan dorongan, semangat serta doa yang tulus kepada penulis.
7. Kakak yang telah memberikan doa dan semangat dalam penyelesaian tugas akhir.
8. Saudara Niko Sulistyو dan Rangga Rianza sebagai partner dalam melaksanakan tugas akhir yang selalu menemani dalam saat suka maupun duka.

8. Saudara Niko Sulistyو dan Rangga Rianza sebagai partner dalam melaksanakan tugas akhir yang selalu menemani dalam saat suka maupun duka.
9. Rekan-rekan di Teknik Mesin FT UNSADA yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari Laporan tugas akhir ini banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis meengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga Laporan ini dapat berguna bagi kita semua.



Jakarta, 17 Februari 2011

(Andi setiawan)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GRAFIK	vi
GAMBAR SIMBOL	ix
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang masalah.....	1
1.2. Perumusan masalah.....	2
1.3. Tujuan dan manfaat penelitian.....	2
1.3.1.Tujuan penelitian.....	2
1.3.2. Manfaat penelitian.....	2
1.4. Pembatasan masalah.....	3
1.5. Metodologi penelitian.....	3
1.5.1.Jenis penelitian.....	4
1.5.2.Sifat penelitian.....	4
1.5.3.pengumpulan data.....	4
1.5.4.Metode analisa data.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	5

BABII LANDASAN TEORI	7
2.1. Proses perpindahan kalor.....	7
2.1.1. Perpindahan panas konduksi.....	9
2.1.2 Perpindahan panas konveksi.....	13
2.1.3 Perpindahan kalor secara radiasi(Pancaran).....	15
2.2. Daerah Pembentukan lapisan thermal.....	15
2.3. Kombinasi antara daerah pembentukan lapis batas thermal dengan pembentukan lapisan batas hidrolis.....	16
2.4. Aliran terbentuk penuh.....	17
2.5. Klasifikasi Alat penukar panas.....	17
2.6. Alat penukar panas	19
2.6.1.Penukar panas pipa rangkap (double pipa <i>Heat Exchanger</i>).....	19
2.6.2.Penukar panas cangkang dan buluh (<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>).....	20
2.6.3.Penukar panas plate and frame (<i>plate and frame Heat Exchanger</i>).....	21
2.6.4. Penukar kalor shell and tube.....	22
2.7. Bilangan Reynolds.....	23
2.8. Tekanan.....	24
2.9. koefisien perpindahan kalor menyeluruh.....	25
2.10. Selisih temperatur logaritmit.....	28
2.11. Daya pompa.....	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1. Diagram alir penelitian	32
3.2. Penjelasan diagram alir penelitian.....	33
3.3. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	34
3.4. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	34
3.5. Skema penelitian.....	39
3.6. Tempat pengujian dan pengambilan data.....	40
3.7. Prosedur pengujian.....	41
BAB IV PENGUJIAN ALAT PERPINDAHAN SHEEL AND TUBE	42
4.1. Pengumpulan data.....	42
4.2. Hasil pengujian	43
4.2.1 Percobaan Pertama.....	43
4.2.2 Percobaan kedua	45
4.2.3 Percobaan ketiga.....	47
4.3. Pembahasan.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1. Pergerakan molekul yang sama dengan suhu beda	10
Gambar	2.2. Perpindahan panas secara konduksi pada plat datar.....	12
Gambar	2.3. Perpindahan kalor secara konduksi pada plat silinder.....	13
Gambar	2.4. Perpindahan kalor secara konveksi pada suatu plat.....	14
Gambar	2.5. Lapisan Batas Thermal.....	16
Gambar	2.6. Kombinasi antara daerah pembentukan lapisan thermal dengan daerah pembentukan lapis batas hidrodinamik.....	16
Gambar	2.7. Suhu pada aliran co-current.....	18
Gambar	2.8.Suhu pada aliran counter current.....	19
Gambar	2.9. Penukar panas jenis pipa rangkap	20
Gambar	2.10 Penukar panas jenis cangkang dan buluh.....	21
Gambar	2.11 Penukar panas jenis pelat and frame	22
Gambar	2.12 Pola aliran berlawanan(counter flow).....	23
Gambar	2.13 Penukar kalor pipa ganda	28
Gambar	2.14 temperatur untuk aliran berlawanan arah pada penukar kalor pipa ganda.....	29
Gambar	3.1 diagram alir penelitian.....	32
Gambar	3.2 unit heat exchanger.....	34
Gambar	3.3 bejana dingin.....	35
Gambar	3.4 Flow meter.....	36
Gambar	3.5 Kran (katup).....	36
Gambar	3.6 Pompa air.....	37

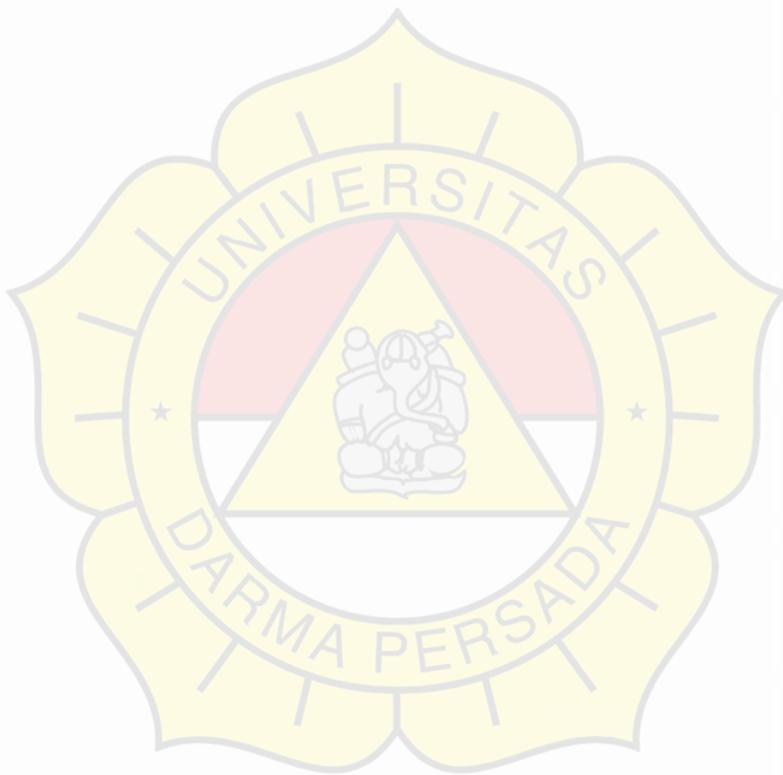
Gambar 3.7 Bejana panas.....37

Gambar 3.8 Heater.....38

Gambar 3.9 *Shell and tube*.....38

Gambar 3.10 Termometer.....39

Gambar 3.11 Skema penelitian39



DAFTAR TABEL

Gambar Tabel 4.2 Data hasil pengujian	43
Gambar Tabel 4.3 Panas spesifik	49
Gambar Tabel 4.4 Hasil pengitungan pengujian	50



DAFTAR GRAFIK

Gambar Grafik 4.1 kecepatan laju aliran fluida dan suhu.....	51
Gambar Grafik 4.2 bukaan katup dengan suhu	52
Gambar Grafik 4.3 bukaan katup bola dengan aliran fluida	53
Gambar Grafik 4.4 Laju aliran fluida dengan Koefisien perpindahan menyeluruh (U).....	54



DAFTAR SIMBOL

Simbol

A = Luas penampang (m^2)

C_p = Kalor jenis ($kJ/kg\ ^\circ C$)

D = Diameter (m)

h = Koefisien perpindahan kalor ($W/m^2\ ^\circ C$)

k = Konduktivitas thermal ($W/m\ ^\circ C$)

L = Panjang (m)

m = Massa aliran (kg/s)

Nu = Bilangan Nusselt

p = Tekanan (N/m^2), (Pa)

Pr = Bilangan Prandtl

q = Laju perpindahan kalor (W)

Re = Bilangan Reynolds

T = Temperatur ($^\circ C$)

U = Kecepatan (m/s)

v = Volume spesifik (m^3/kg)

ρ = Densitas (kg/m^3)

μ = Viskositas dinamik (kg m/s)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui koefisien perpindahan kalor total dan mengetahui seberapa besar penurunan tekanan yang terjadi pada perpindahan kalor pada *heat exchanger* pipa ganda. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari tembaga, *stainless steel*, untuk melakukan pengujian air dingin dialirkan ke dalam *shell* dengan kecepatan tetap dan air panas dialirkan ke dalam *tube* dengan kecepatan tetap, ini dilakukan dalam jangka waktu 15 menit.

Penelitian ini memberikan gambaran suatu hasil penelitian secara sistematis, dan faktual mengenai fenomena perubahan suhu di sisi *shell* dan *tube*, dan penurunan kecepatan pada saat dilakukan pengujian sehingga dapat diketahui hasil yang efektif. Data yang diperoleh dari suhu berupa penurunan tekanan, suhu masuk dan keluar pada sisi *shell* dan *tube*, debit fluida masuk pada sisi *shell* dan *tube*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh koefisien perpindahan panas menyederhanakan dari seluruh koefisien perpindahan panas yang meliputi : koefisien perpindahan konduksi, koefisien perpindahan konveksi, hasil dari pengujian pertama yang di dapat adalah $10447 \text{ W/m}^2\text{k}$ dan hasil pengujian kedua di dapat $6304 \text{ W/m}^2\text{k}$ dan hasil ketiga di dapat $5189,6 \text{ W/m}^2\text{k}$.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam pendidikan teknik sangat memerlukan kegiatan praktikum bagi mahasiswa dalam memudahkan pemahaman dalam teori, sehingga dalam memahami suatu alat sangatlah dibutuhkan peralatan praktikum yang lengkap agar mahasiswa lebih memahami. Sayangnya peralatan praktikum masih mahal sehingga beberapa perguruan tinggi teknik terpaksa membawa mahasiswanya ke perguruan tinggi lain bahkan kedepartemen yang mempunyai peralatan praktikum yang diinginkan. Hal ini tentunya membuat biaya pendidikan menjadi mahal dan banyak waktu yang terbuang, tidak hanya itu bagi yang meneliti sering juga kesulitan untuk mendapatkan alat ukur yang dapat menjamin agar rencananya bisa berfungsi sangat memuaskan.

Pada Suhu fluida di dalam penukar panas pada umumnya tidak konstan, tetapi berbeda dari satu titik ke titik lainnya pada waktu panas mengalir dari fluida yang panas ke fluida yang dingin. Untuk tahanan termal yang konstan, laju aliran panas akan berbeda-beda sepanjang lintasan alat penukar panas, karena harganya tergantung pada beda suhu antara fluida yang panas dan fluida yang dingin pada penampang tertentu.

Tugas akhir alat tersebut dapat digunakan pada laboratorium Fakultas Teknik Universitas Darma Persada demi pembelajaran praktikum fenomena dasar mesin selain itu hal ini dilakukan demi penunjang prestasi mahasiswa mesin

melalui riset pengembangan guna mendukung pembelajaran, sehingga mampu mengangkat kualitas akademis Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka yang menjadi perumusan masalahnya adalah :

Menentukan mekanisme perpindahan panas dalam *shell and tube Heat Exchanger*

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Adapun dalam pengujian dan pembuatan alat praktikum perpindahan panas *Heat Exchanger* ini mempunyai beberapa tujuan diantaranya adalah :

1. Menyelesaikan tugas akhir/ skripsi, sebagai salah satu syarat kelulusan *Strata Satu* (S1) Fakultas Teknik jurusan Teknik mesin di Universitas Darma Persada.
2. Untuk memenuhi kebutuhan Laboratorium konversi energi Jurusan Teknik Mesin Darma Persada.
3. Pengujian alat praktikum perpindahan panas *shell and tube*.

1.3.2. Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui sejauh mana kinerja dari alat penukar kalor.
2. Penulis dapat menganalisa proses pengujian alat praktikum perpindahan panas *shell and tube*.

3. Alat yang di buat dapat dijadikan sebagai alat praktikum pada Laboratorium jurusan Teknik Mesin Darma Persada.

1.4. Pembatasan Masalah

Untuk mencapai tujuan, maka pembatasan masalah dalam skripsi ini dibatasi pada Mekanisme Proses Pengujian *Heat exchanger Shell And Tube*.

1.5. Metodologi Penelitian

Dalam melakukan perancangan dan pembuatan alat pada Tugas Akhir ini menggunakan metode pelaksanaan sebagai berikut:

a. Metode Studi Pustaka

Mencari referensi buku-buku penunjang yang berkaitan dengan perancangan alat tersebut, untuk melengkapi dasar teori dan data-data yang diperlukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

b. Metode Survei Lapangan

Mencari, mengamati dan memahami prinsip kerja alat-alat yang berhubungan dan diperlukan dalam perancangan alat tersebut serta mencatat spesifikasi alat-alat yang diamati untuk bahan perbandingan.

c. Metode Perancangan dan Perakitan

Melakukan pembuatan sketsa gambar, perencanaan komponen, pembuatan komponen yang dibutuhkan, dilanjutkan perakitan serta *finishing*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

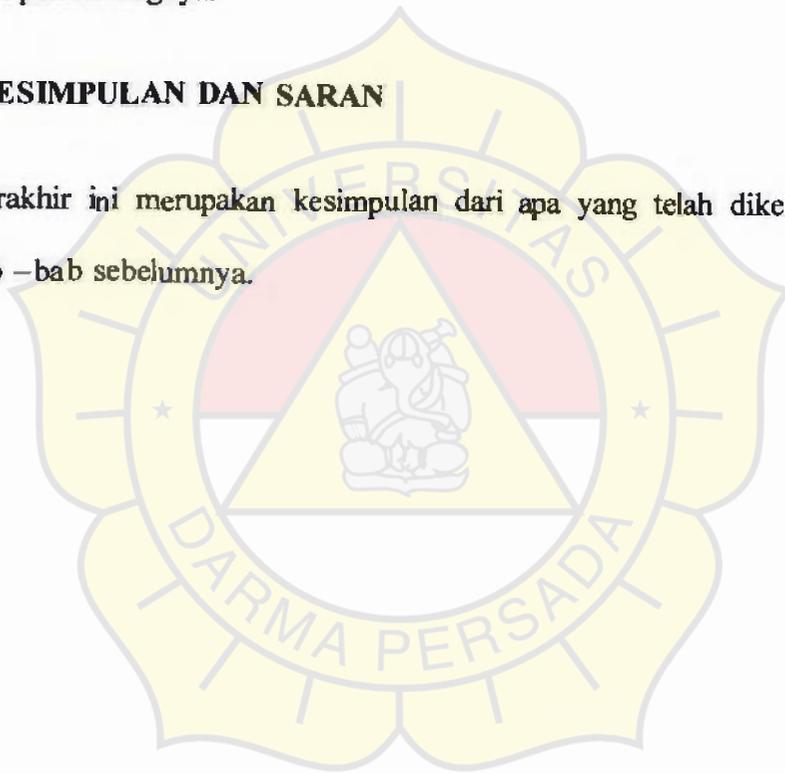
Bab ini menerangkan lebih detail mengenai langkah-langkah yang diambil penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

BAB IV PENGUJIAN ALAT PERPINDAHAN *SHELL AND TUBE*

Bab ini berisi mengenai data-data permasalahan proses produksi dan komponen pendukungnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini merupakan kesimpulan dari apa yang telah dikemukakan dalam bab –bab sebelumnya.



1.5.1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian yang mencakup masalah alat praktikum aliran fluida kompresibel dilihat dari perhitungan, efisiensi dan efektifitas kerjanya berdasarkan data yang kongkrit dengan cara :

- a) Penelitian Kepustakaan (*Library Research*) yaitu dengan cara menghimpun bahan-bahan pengetahuan ilmiah yang bersumber dari buku-buku, dan tulisan-tulisan ilmiah yang erat kaitannya dengan materi penulisan.
- b) Penelitian Lapangan (*Field Research*) yaitu dengan cara mengadakan pengujian dan pengamatan melalui praktek.

1.5.2. Sifat Penelitian

Dalam penelitian permasalahan ini penulis menggunakan deskriptif yaitu suatu penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau gejala dan objek yang diteliti dengan mengambil suatu kesimpulan yang bersifat umum.

1.5.3. Pengumpulan Data

a). Data Primer

Diperoleh melalui pengujian alat perpindahan panas *Heat Exchanger* dalam kegiatan operasionalnya dan juga melakukan pengamatan atas hasil penelitian untuk dapat diambil langkah apa yang harus dilakukan dalam penelitian tersebut.

b). Data Sekunder

Dengan mempelajari teori – teori yang didapat dari literatur, dokumen dan bahan pustaka lainnya yang berhubungan dengan objek penelitian.

1.5.4. Metode Analisa Data

Data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan baik secara teori maupun melalui perhitungan.

1.6. Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari enam bagian, yaitu agar alur penyusunan laporan skripsi ini dapat disusun dengan baik dan dapat dipahami dengan mudah, adapun sistematika penulisannya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori serta metode dari berbagai buku yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan model pemecahan masalah yang penulis butuhkan dalam langkah pengerjaan.