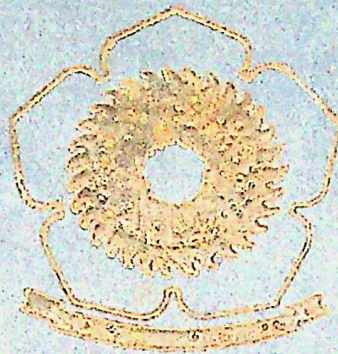


ANALISA PERFORMANSI GENERATOR
PADA SISTEM CHILLER PENDINGIN CPO
DI FE. BANG. ALAM PERMAI



*Diklasifikasikan Untuk Mengetahui Status Siswa yang Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya*

083 :

YAN VERY ALPIN KLAMBOGAN

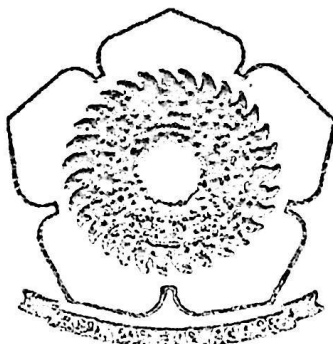
09023150039

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2007

621.1807
Has
a
2007



**ANALISA PERFORMANSI GENERATOR
PADA SISTEM CHILLER PENDINGIN CPO
DI FT. SINAR ALAM PERMAI**



Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana

Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

K. 17307
1. 17609

Oleh :

YAN VERY ALFIN HASIBUAN

03023150039

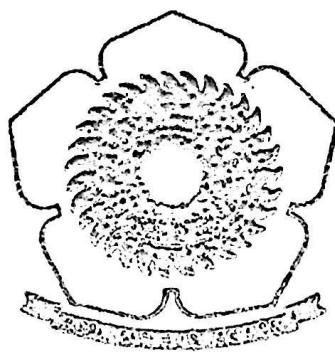
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2007

621.1807
Has
a
2007



**ANALISA PERFORMANSI GENERATOR
PADA SISTEM CHILLER PENDINGIN CPO
DI PT. SINAR ALAM PERMAI**



Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana

Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

K. 17307
1. 17609

Oleh :

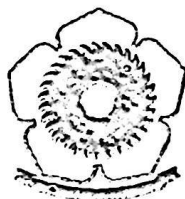
YAN VERY ALFIN HASIBUAN

03023150039

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2007

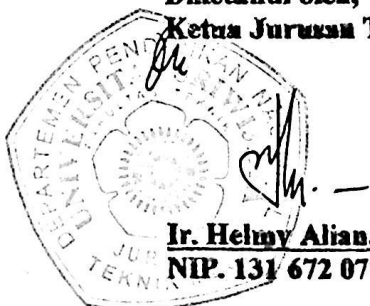
**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
INDERALAYA**



**SKRIPSI
ANALISA PERFORMANSI GENERATOR
PADA SISTEM CHILLER PENDINGIN CPO
DI FT. SINAR ALAM PERMAI
OLEH :**

**YAN VERY ALFIN HASIBUAN
03023156039**

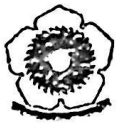
**Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077**

**Inderalaya, Agustus 2007
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing**

**Ir. Firmansyah Burlian, MT
NIP. 131 804 348**



UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda Nomor : 1684 /TK/IA 12007
Diterima tanggal : 19 September 2007
Paraf :

Nama : **Yau Very Alka Hanibuan**

NIM : **03023150039**

Mata Kuliah : **Teknik Penukar Kalor**

Spesifikasi : **ANALISA PERFORMANSI GENERATOR
PADA SISTEM CHILLER PENDINGIN CPO
DI PT. SINAR ALAM PERMAI**

Diberikan tgl : **Februari 2007**

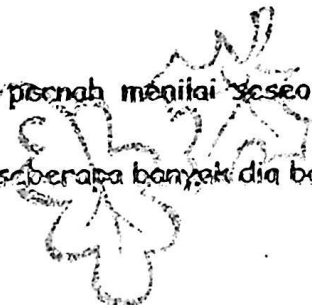
Selesai tgl : **Agustus 2007**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Helmy Allan, MT
NIP. 131 672 077

Diperiksa dan dibetujui oleh,
Dosen Pembimbing


Ir. Firmansyah Burilan, MT
NIP. 131 804 348



"Jangan pernah menilai seseorang dari seberapa banyak dia jatuh tapi lihatlah seberapa banyak dia bangun dan bangkit untuk tetap berusaha"

"Semua kesulitan sesungguhnya merupakan kesempatan bagi jiwa kita untuk tumbuh dan berkembang"

Kepersembahkan Untuk:

- 
- Kedua Orang Tuaku (Drs. H. Fani Masid dan Hj. Siti Anisma siregar)
 - Saudara-saudaraku (Abang Anjad, Abang Rudi, Nita, Raja)
 - Adek Q yang selalu ada dihatiku
 - Seluruh keluarga yang selalu mendukungku
 - Almamaterku

ABSTRAK

Dalam dunia industri, terutama pada industri minyak dan gas masalah perpindahan kalor merupakan masalah yang paling banyak dijumpai. Salah satu alat yang digunakan untuk melakukan proses perpindahan kalor ini adalah alat penukar kalor yang lebih kita kenal dengan nama *heat exchanger*.

Alat penukar kalor merupakan peralatan yang amat penting dalam dunia industri terutama dalam proses pengolahan minyak dan gas alam, dimana bahan mentah diolah melalui berbagai tahap proses pemurnian dengan cara pemanasan ataupun pendinginan, begitu juga pada pengolahan minyak goreng kelapa sawit di PT. Sinar Alam Permai, pengolahan minyak mentah sehingga menjadi minyak yang siap untuk di konsumsi dilakukan proses pemanasan dan pendinginan. Alat penukar kalor *chiller* dengan komponen *high pressure generator exchanger*, dioperasikan untuk mengkondisikan *refrigerant water - Litium Bromida (LiBr)* yang dialirkan pada *shell* sebagai media pendingin untuk mendinginkan air yang digunakan sebagai pendingin minyak panas dengan menggunakan *plat exchanger*.

High pressure gerator exchanger diperoleh nilai efektivitasnya sebesar 0,629 atau 62,9%, sedangkan berdasarkan perhitungan secara teoritis dengan menggunakan data pada saat kondisi awal alat penukar kalor tersebut dioperasikan diperoleh bahwa nilai efektivitasnya adalah sebesar 0,789 atau 78,9%. Berarti telah terjadi penurunan efektivitas pada alat penukar kalor tersebut sebesar 20,27%. Efektivitas pertukaran kalor actual pada low pressure generator exchanger sebesar 0,79 atau 79%. Sedang efektivitas teoritisnya sebesar 0,82 atau 82%. Berarti telah terjadi penurunan efektivitas sebesar 3,65%

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini dibuat dengan tujuan untuk mempelajari dan menentukan performansi dari suatu alat penukar kalor dengan melihat dari besarnya efektivitas alat yang dihitung dengan menggunakan data awal operasi dan data aktual. Selain itu skripsi ini juga dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan studi penulis di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak DR. Ir. H. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
2. Bapak Ir. Helmy Alian, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Bapak Ir. M. Zahri Kadir, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
4. Bapak Ir. Firmansyah Burlian, MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi
5. Bapak Ir. Valentino. CH, selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Seluruh Staf dan Karyawan PT. Sinar Alam Permai
7. Dosen, Karyawan dan civitas akademika lainnya di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
8. Kedua Orang Tuaku, Abang, Adik dan "AdekQ" serta seluruh anggota keluarga yang lain atas semua pengorbanan yang telah diberikan
9. Seluruh teman-teman di Jurusan Teknik Mesin Unsri terutama angkatan 2002 yang telah banyak memberikan bantuan baik moral dan spiritual selama ini, terus berjuang dan jangan pernah menyerah! Untuk saudaraku Firmansyahrullah (tunggu aku my bro!!), Edwin, Aulia, Amir, E1, Amen, Thom, Berto, Iqbal, Afrin, Hamka, Enonk, adik-adik ku Rasyid (tengs lari paginya), Aan, Reno, Syarel, Ari, Ana, untuk teman-teman di basecamp "melati dan BC" terimakasih

untuk semua bantuan, hiburan dan kebersamaannya jaga terus solidarity forevernya! Maaf kalian semua tidak dituliskan satu per satu.

Dan semua pihak yang telah membantu yang telah memberikan yang terbaik kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

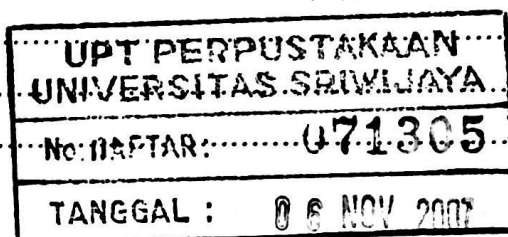
Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak. Akhirnya penulis memohon maaf yang sebesar-beasnya apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam skripsi ini dan berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amien.

Palembang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Batasan Masalah	I-2
I.3 Tujuan Penulisan	I-2
I.4 Metode Pembahasan	I-2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Penukar Kalor	II-1
II.2 Prinsip Perpindahan Kalor	II-6
II.2.1 Perpindahan Kalor Konduksi	II-6
II.2.2 Perpindahan Kalor Konveksi	II-9
II.2.3 Perpindahan Kalor Radiasi	II-11
II.2.4 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh	II-12
II.2.5 Aliran Fluida Viskos	II-14
II.2.6 Efektivitas	II-15
II.2.7 Pendekatan Beda Temperatur Logaritma	II-16
II.2.8 Parameter Performansi Alat Penukar Kalor	II-17
BAB III DATA SURVEY	
III.1 Mekanisme Kerja Alat Penukar Kalor	III-1



III.2 Data Survey	III-3
III.2.1 High Pressure generator Exchanger	III-3
III.2.1 Low Pressure generator Exchanger	III-3
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA	
IV.1 Perhitungan Data Aktual	IV-1
IV.1.1 High Pressure Generator Exchanger	IV-1
IV.1.1.1 Laju Aliran Volume Steam	IV-1
IV.1.1.2 Luas Total Penampang Tube	IV-2
IV.1.1.3 Kecepatan Aliran Air Jenuh	
Dalam Tube	IV-3
IV.1.1.4 Bilangan Reynold	IV-3
IV.1.1.5 Laju Perpindahan Kalor	IV-4
IV.1.1.6 Water Solution.....	IV-5
IV.1.1.6 Litium Bromida Solution.....	IV-6
IV.1.1.7 Luas Total Permukaan Dinding Tube	
Bagian Dalam	IV-7
IV.1.1.8 Beda Temperatur Rata-Rata Logaritma	IV-8
IV.1.1.9 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh.	IV-9
IV.1.1.10 Laju Kapasitas Fluida	IV-9
IV.1.1.11 Laju Perpindahan Kalor Maksimum	IV-10
IV.1.1.12 Efektivitas Alat Penukar Kalor	IV-10
IV.1.2 Low Pressure Generator Exchanger	IV-11
IV.1.2.1 Laju Perpindahan Kalor	IV-10
IV.1.2.2 Luas Total Perpindahan Kalor	
Uap Air (<i>tube</i>).....	IV-12
IV.1.1.3 Beda Temperatur Rata-Rata Logaritma	IV-13
IV.1.1.4 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh	
pada Uap Air (<i>tube</i>).....	IV-14
IV.1.1.5 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh	
pada <i>Litium Bromida</i>	IV-15

IV.1.1.6 Laju Kapasitas Fluida	IV-15
IV.1.1.11 Laju Perpindahan Kalor Maksimum	IV-15
IV.1.1.12 Efektivitas Alat Penukar Kalor	IV-16
IV.1 Perhitungan Data Teoritis	IV-17
IV.1.1 High Pressure Generator Exchanger	IV-17
IV.1.1.1 Laju Aliran Volume Steam	IV-17
IV.1.1.2 Luas Total Penampang Tube	IV-18
IV.1.1.3 Kecepatan Aliran Air Jenuh	
Dalam Tube	IV-19
IV.1.1.4 Bilangan Reynold	IV-19
IV.1.1.5 Laju Perpindahan Kalor	IV-20
IV.1.1.6 Water Solution.....	IV-21
IV.1.1.6 Litium Bromida Solution.....	IV-22
IV.1.1.7 Luas Total Permukaan Dinding Tube	
Bagian Dalam	IV-23
IV.1.1.8 Beda Temperatur Rata-Rata Logaritma	IV-24
IV.1.1.9 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh.	IV-24
IV.1.1.10 Laju Kapasitas Fluida	IV-25
IV.1.1.11 Laju Perpindahan Kalor Maksimum	IV-25
IV.1.1.12 Efektivitas Alat Penukar Kalor	IV-26
IV.1.2 Low Pressure Generator Exchanger	IV-26
IV.1.2.1 Laju Perpindahan Kalor	IV-26
IV.1.2.2 Luas Total Perpindahan Kalor	
Uap Air (<i>tube</i>).....	IV-28
IV.1.1.3 Beda Temperatur Rata-Rata Logaritma	IV-28
IV.1.1.4 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh	
pada Uap Air (<i>tube</i>).....	IV-30
IV.1.1.5 Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh	
pada <i>Litium Bromida</i>	IV-30
IV.1.1.6 Laju Kapasitas Fluida	IV-30
IV.1.1.11 Laju Perpindahan Kalor Maksimum	IV-31

IV.1.1.12 Efektivitas Alat Penukar Kalor	IV-31
IV.3 Analisa Data Hasil Perhitungan	IV-33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
2.1 Penukar Kalor Pipa Konsentris	II-2
2.2 Penukar Kalor Aliran Silang	II-3
2.3 Alat Penukar Kalor Shell & Tube.....	II-4
2.4 Standar TEMA Berdasarkan Tipe Bagian Alat Penukar Kalor.....	II-5
2.5 Bagan yang menunjukkan arah aliran kalor.....	II-7
2.6 Volume unsur untuk analisis konduksi kalor.....	II-7
2.7 Aliran kalor satu dimensi melalui silinder bolong.....	II-8
2.8 Perpindahan kalor konveksi dari suatu plat.....	II-10
2.9 Perpindahan kalor konveksi paksa pada silinder.....	II-11
2.10 Perpindahan Kalor Menyeluruh Melalui Dinding Datar.....	II-12
2.11 Perpindahan Kalor Menyeluruh untuk Silinder Bolong	II-13
3.1 Diagram Kerja Chiller.....	III-2
3.2 Susunan Tube Pada Tubesheet	III-3
3.3 Low Pressure Generator Exchanger	III-4
4.1 Distribusi Temperatur Aktual <i>Litium Bromida</i> Pada High Pressure Generator Exchanger	IV-8
4.2 Distribusi Temperatur Aktual Uap Air Pada Low Pressure Generator Exchanger	IV-13
4.3 Distribusi Temperatur Aktual <i>Litium Bromida</i> Pada Low Pressure Generator Exchanger.....	IV-14
4.4 Distribusi Temperatur Teoritis <i>Litium Bromida</i> Pada High Pressure Generator Exchanger	IV-20
4.5 Distribusi Temperatur Teoritis Uap Air Pada Low Pressure Generator Exchanger	IV-28
4.6 Distribusi Temperatur Teoritis <i>Litium Bromida</i> Pada Low Pressure Generator Exchanger.....	IV-29

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
4.1 Hasil Perhitungan Aktual.....	IV-17
4.2 Hasil Perhitungan Teoritis	IV-32

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

1. Diagram Alir Chiller
2. Chiller Tampak Depan
3. Chiller Tampak Samping
4. Diagram Sistem Luar
5. Dimensi Chiller
6. Thermophysical Properties Litium Bromida
7. Enthalpy Konsentrasi Litium Bromida
8. Thermodynamik Air
9. Data Pengoperasian Awal Chiller

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penukar kalor (*Heat exchanger*) adalah tempat terjadinya perpindahan panas dari suatu fluida ke fluida lainnya. Pada *heat exchanger* fluida panas dan fluida dingin terpisah oleh suatu dinding atau sekat sehingga terjadilah kesetimbangan suhu akibat adanya perbedaan temperatur.

Di dalam industri masalah perpindahan kalor adalah hal yang sangat banyak terjadi, mekanisme perpindahan kalor ini dapat terjadi melalui 3 cara, yaitu konduksi, konveksi dan radiasi. Untuk melakukan proses pertukaran kalor ini digunakan suatu alat penukar kalor, kalor yang dihantarkan melalui suatu benda sering harus dibuang baik secara konduksi, konveksi ataupun radiasi. Dengan menggunakan alat penukar kalor, sejumlah kalor yang harus dibuang tersebut dapat dimanfaatkan guna proses pemanasan fluida yang lain, disini alat penukar kalor yang digunakan adalah jenis *Shell and Tube*. Dalam pengoperasiannya alat penukar kalor jenis ini tidak diperlukan bahan bakar tambahan ataupun cara pendinginan yang khusus.

Alat penukar kalor merupakan peralatan yang amat penting dalam dunia industri terutama dalam proses pengolahan minyak dan gas alam, dimana bahan mentah diolah melalui berbagai tahap proses pemurnian dengan cara pemanasan ataupun pendinginan, begitu juga pada pengolahan minyak goreng kelapa sawit di PT. Sinar Alam Permai, Pada high pressure generator *Steam* yang digunakan untuk memanaskan *CPO* (setelah proses pemanasan awal atau *praheater*) dimanfaatkan kembali untuk memanaskan refrigerant *water-Litium Bromida (LiBr)* menggunakan alat penukar kalor tipe *Shell and Tube*. *Steam* yang dialirkan di dalam *tube* memberikan panasnya kepada *water-LiBr* yang dialirkan didalam *shell* yang bertemperatur lebih rendah dari *steam*, akibat perbedaan *temperature* ini terjadi perpindahan energi (kalor) dari *temperature* yang lebih tinggi (*steam* pada sisi *tube*) ke *temperature* yang lebih rendah (*water-LiBr* pada sisi *shell*). Pada proses ini terjadi perubahan



fasa pada *water* dari cair ke bentuk gas (uap). *LiBr* yang suhunya meningkat dari pemanasan *steam* tetap berada pada *shell* untuk mendinginkan *steam*, setelah itu uap air dan litium bromide dialirkan ke low pressure generator.

Pada Low Pressure Generator uap yang dihasilkan dari HP Generator diturunkan temperaturnya begitu juga *litium bromide* dengan aliran yang berbeda. Kalor yang dilepaskan pada LP Generator diserap oleh absorber yang kemudian dilepaskan ke condenser. Uap air yang telah mengalami penurunan temperature di alirkan ke condenser, sedang *litium bromide* dialirkan ke absorber yang berada pada Evaporator.

Steam yang suhunya telah menurun akibat pertukaran kalor dengan *LiBr* dialirkan kembali ke *Boiler* untuk dilakukan pemanasan kembali.

I.2 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini permasalahan dibatasi hanya menyangkut analisa teknik dari high preassure generator exchanger, low preassure generator exchanger di chiller yang berupa perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi dan perhitungan parameter-parameter yang menunjukkan performansi atau unjuk kerja alat tersebut pada pabrik PT. Sinar Alam Permai.

I.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui performansi atau unjuk kerja dari alat penukar kalor dengan mengetahui parameter-parameter yang berhubungan dengan unjuk kerja alat tersebut
2. Menghitung laju perpindahan kalor total dari fluida air ke cairan pendingin *Water-Litium Bromida (LiBr)*

I.4 Metode Pembahasan

Metode yang penulis gunakan dalam menganalisa performansi alat penukar kalor ini adalah :



BAB I Pendahuluan

Metode observasi/survey, yaitu dengan melihat langsung ke lokasi, khususnya mengenai alat penukar kalor di PT. Sinar Alam Permai.

1. Metode pengumpulan data, yaitu dengan mengambil langsung ke lapangan yaitu di pabrik PT. Sinar Alam Permai
2. Studi pustaka, yaitu dengan membahas dan mengkaji aspek-aspek yang ada di lapangan, kemudian mencari literatur-literatur yang menunjang pembahasan dan pengkajian tersebut.
3. Analisa data dan pembuatan kesimpulan, dilakukan setelah adanya kajian yang mendalam berdasarkan literatur yang menunjang dan masukan dari berbagai pihak yang berhubungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Incopera Frank.P, Dewitt David P. 1990. : *Fundamental of Heat and Mass Transfer*, Third Edition, Jhon Wiley & Sons, Singapore.
- Holman, J.P., Jasjfi, E. 1993.: *Perpindahan Kalor*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Perry Robert. H, Don W. Green. 1997: *Perry's Chemical Engineering Handbook*, 7th edition, Mc. Graw Hill Book Company.
- Stoecker F. Wilbert, Jones W. Jerold / Hara Supratman. 1987 : *Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Joel Rayner. 1986 : *Basic Engineering Thermodynamics*, Fourth Edition. Long Group. Hongkong.
- Jangsu Shungliang Air Conditioning Equipment Co.LTD : *Safety Installation and Operation Manual ST-Type Steani Operated Litium Bromide Absorption Chiller*.
- 2001 ASHRAE Handbook CD.
- J.Moran Michael, N. Shapiro Howard. 2004 :*Termodinamika Teknik*, Edisi empat, Penerbit Erlangga, Jakarta.