

**STUDI EKSPERIMEN PENYARAFAN DIAMETER LUBANG  
UDARA PADA LINTAS SERBUK GURAM KAYU  
KARSI TERHADAP PERBAKARAN**



UNS

Penelitian ini merupakan salah satu dari beberapa penelitian yang dilakukan  
dalam rangka penelitian pada jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Oleh:

**RAHMAT AL AMIN**

**NPM : 05100150127**

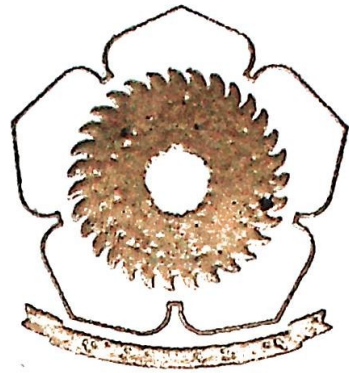
**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
2017**



697.07  
Amin  
8  
2007



**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH DIAMETER LUBANG  
UDARA PADA TUNGKU SERBUK GERGAJI  
KARET TERHADAP PEMBAKARAN**



**SKRIPSI**

Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

2. 17269  
1. 17651

Oleh:  
**RAHMAD AL AMIN**  
**NIM : 03 00 315 0127**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2007**

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA



SKRIPSI

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH DIAMETER LUBANG UDARA  
PADA TUNGKU SERBUK GERGAJI KAYU KARET  
TERHADAP PEMBAKARAN

Oleh :  
RAHMAD AL AMIN  
03003150127

Diketahui :

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Ir. Helmy Alian, MT  
NIP. 131 672 077


Diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA  
NIP. 131 467 176

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA NO  
DITERIMA TGL  
PARAF

: 1678  
: 31 Agustus 2007  
: 

### SKRIPSI

Nama : RAHMAD AL AMIN  
Nim : 03003150127  
Mata Kuliah : KONVERSI ENERGI  
Spesifikasi : STUDI EKSPERIMEN PENGARUH DIAMETER  
LUBANG UDARA TUNGKU SERBUK GERGAJI  
KAYU KARET TERHADAP PEMBAKARAN.  
Diberikan Tanggal : MEI 2006  
Selesai Tanggal : JULI 2007

Diketahui :

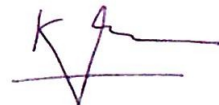
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Ir. Helmy Alian, MT  
NIP. 131 672 077

Diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA  
NIP. 131 467 176



*MOTTO:*

*“Hidup adalah perjuangan tiada henti yang sangat indah dan penuh hikmah”*

*Skripsi ini ku persembahkan untuk:*

- ✓ *Tuhanku ALLAH SWT.*
- ✓ *Junjunganku Muhammad SAW.*
- ✓ *Papa terhormat Idris Rasyidin (Alm).*
- ✓ *Mama terkasih Asnidar.*
- ✓ *Ayunda: Wahyu Fatihah, SPd.*

*Mardhotillah Hayati, SPd*

- ✓ *Kakanda: Firman Alamsyah, ST*

*Inshan Firdaus, ST*

- ✓ *Pelengkap Jiwaku: Ellva Afriana, SPd.*
- ✓ *Dan Empat Keponakanku yang lucu.*



## ABSTRAK

Pemanfaatan limbah – limbah industri sebagai sumber bahan bakar alternatif pada saat ini terlihat dalam kehidupan masyarakat sehari-hari belum begitu banyak dimanfaatkan, khususnya di Sumatera Selatan. Padahal salah satu program pemerintah Sumatera Selatan adalah menjadikan provinsi ini sebagai lumbung energi. Sementara itu jumlah limbah industri yang dapat dimanfaatkan di Sumatera Selatan jumlahnya cukup banyak, seperti limbah serbuk gergaji kayu karet di PT. Sumatera Prima Fibrebord dan ditempat-tempat industri atau usaha kayu lainnya. Oleh karena itu penulis berinisiatif untuk memanfaatkan limbah industri kayu karet berupa serbuk gergaji tersebut dan melakukan perhitungan terhadap nilai kalor yang dapat dihasilkan saat pembakaran serta mempelajari faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas hasil pembakaran serbuk gergaji kayu karet tersebut.

Untuk mengetahui nilai kalor yang dapat dihasilkan oleh serbuk gergaji kayu karet, penulis melakukan perhitungan secara teoritis dengan menggunakan rumus yang telah baku dari buku referensi. Selain itu, penulis juga menganalisa nilai kalor tersebut secara eksperimental dan mempelajari faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pembakaran, yaitu dengan cara membuat sebuah tungku serbuk gergaji kayu karet dengan variasi diameter lubang udara. Tungku serbuk gergaji ini hanya memiliki satu lubang udara primer yang terletak di tengah diameter tungku. Tungku ini dibuat dari bekas kaleng cat kapasitas 25 kg dengan tinggi dinding kaleng cat 37 cm dan diameternya 30 cm. Variasi diameter lubang udara tungku dipilih sebesar 4 cm, 6 cm, 8 cm dan 10 cm dengan aliran udara alami dan aliran udara paksa yang berasal dari peralatan air flow rig. Waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 5 liter air dari temperatur awal 28<sup>0</sup>C hingga temperatur air mendidih 100<sup>0</sup>C dijadikan parameter pada pengujian ini.

Dari hasil perhitungan diketahui nilai kalor tertinggi yang dapat dihasilkan dari pembakaran serbuk gergaji kayu karet sebesar 17558,308 kJ/Kg bahan bakar dan nilai kalor terendahnya sebesar 15463,24 kJ/Kg bahan bakar. Sedangkan dari hasil pengujian yang dilakukan pada tungku serbuk gergaji kayu karet yang dibuat penulis didapat diameter yang efektif sebagai lubang udara tungku yaitu pada diameter 8 cm dengan nilai efisiensi sebesar 45,7 % untuk aliran udara alami dan diameter 4 cm dengan nilai efisiensi sebesar 72,3 % untuk aliran udara paksa.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis diberi kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “ **STUDI EKSPERIMEN PENGARUH DIAMETER LUBANG UDARA TUNGKU SERBUK GERGAJI KAYU KARET TERHADAP PEMBAKARAN**”, yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan studi pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan, dikarenakan keterbatasan penulis akan pengetahuan dan pengalaman. Namun demikian, penulis berusaha dengan segala kemampuan yang ada untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis juga dengan senang hati menerima tanggapan, kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sekalian.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bantuan, baik berupa moril maupun spiritual. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Ir. Helmy Alian, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Zahri Kadir, MT. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.



3. Bapak Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ini sekaligus Kepala Laboratorium Fenomena Dasar Mesin yang telah memberikan izin untuk melakukan pengujian.
4. Ibu Ellyanie, ST, MT. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen dan Staf Tata Usaha di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Ir. Ferdinand dan Staf PT. Sumatera Prima Fibrebord yang telah memberikan izin untuk mengambil spesimen berupa serbuk gergaji kayu karet dan bantuan lainnya.
7. Kak Ujok, Rian, Sarul, Jeb dan teman – teman gang Lampung yang telah banyak membantu dalam pengujian.
8. Endik, Juni, Shaka, Iwan Gam, Juni, Ferry SR, Loner, Jay, Ansar dan seluruh angkatan 2000 yang terus memberikan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhirnya walaupun dengan segala kekurangan, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita dan mendatangkan Ridho dari Allah SWT.

Indralaya, Juli 2007

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB</b>	
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Tujuan.....	I-3
1.3. Manfaat .....	I-3
1.4. Pembatasan Masalah .....	I-4
1.5. Metode Penulisan .....	I-4
1.6. Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Bahan Bakar .....	II-1
2.2. Komposisi Bahan Bakar Pengujian .....	II-4
2.3. Nilai Kalor / nilai Pembakaran Bahan Bakar .....	II-5
2.4. Nilai Kalor Yang Dibutuhkan Air .....	II-7
2.5. Massa Serbuk Gergaji Kayu Karet Yang Dibutuhkan .....	II-7
2.6. Kalor Yang Terpakai .....	II-8
2.7. Proses Pembakaran bahan Bakar .....	II-8
2.8. Kebutuhan Udara pembakaran Teoritis .....	II-12

2.9. Kebutuhan Udara Sebenarnya .....	II-14
2.10. Jumlah Berat Gas Asap Yang Terbentuk .....	II-15
2.11. Jumlah Berat Gas Asap Sebenarnya .....	II-15
2.12. Volume Gas Asap Yang terbentuk .....	II-16
2.13. Pengaruh Temperatur Udara Pembakaran .....	II-17
2.14. Kecepatan Udara Masuk Melalui Lubang Udara .....	II-18
2.15. Efisiensi Kompor .....	II-20

### **III. PEMBUATAN ALAT PENGUJIAN DAN ANALISA BAHAN BAKAR**

3.1. Pembuatan Alat Pengujian .....	III-1
3.2. Analisa bahan Bakar .....	III-4
3.2.1. Nilai kalor bahan bakar .....	III-4
3.2.2. Nilai kalor yang dibutuhkan air .....	III-4
3.2.3. Massa serbuk gergaji yang dibutuhkan .....	III-5
3.2.4. Proses pembakaran bahan bakar serbuk gergaji .....	III-6
3.2.5. Kebutuhan udara pembakaran teoritis .....	III-7
3.2.6. Kebutuhan udara sebenarnya .....	III-7
3.2.7. Jumlah gas asap yang terbentuk teoritis .....	III-7
3.2.8. Jumlah berat gas asap sebenarnya .....	III-8

### **IV. PELAKSANAAN DAN DATA HASIL PENELITIAN**

4.1. Pelaksanaan Pengujian .....	IV-1
4.2. Bahan Dan Pengujian .....	IV-2
4.3. Proses Pengujian .....	IV-3
4.4. Data hasil pengujian .....	IV-6

### **V. PENGOLAHAN DATA**

5.1. Pengolahan Data .....	V-1
5.2. Data Hasil Perhitungan .....	V-4
5.3. Pembahasan .....	V-5

### **VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....**

V-1

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMABAR

<b>GAMBAR</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Tabung Manometer Berbentuk U .....	II-19
2.2. Tungku Briket Berbahan Dasar Logam .....	II-22
2.3. Tungku Briket Berbahan Gerabah .....	II-22
2.4. Tungku Briket dengan Susunan Batubata .....	II-23
2.5. Tungku briket Produksi PTBA Tanjung Enim .....	II-23
2.6. Tungku produksi Departemen Pertambangan Dan Energi ..	II-24
3.1. Alat Pengujian Nilai Kalor Serbuk Gergaji .....	III-3
4.1. Hasil Pemadatan Serbuk Gergaji dalam kaleng cat .....	IV-3
4.2. Tahap Pembuatan Tungku Serbuk Gergaji .....	IV-4
4.2. Tahap Pembakaran Serbuk Gergaji Kayu Karet.....	IV-5
5.1. Grafik Pengaruh Diameter Lubang Udara Tungku Terhadap Waktu Pembakaran .....	V-5
5.2. Grafik Pengaruh Diamater Lubang Udara Tungku terhadap Massa Bahan bakar Yang Terpakai .....	V-6
5.3. Grafik Pengaruh Diameter Lubang Udara Tungku Terhadap Nilai Kalor Yang dihasilkan .....	V-7
5.4. Grafik Pengaruh Temperatur Pembakaran Terhadap Waktu Pembakaran .....	V-8
5.5. Grafik Pengaruh Temperatur Pembakaran Terhadap Waktu Pembakaran .....	V-9
5.6. Grafik Pengaruh Diameter Lubang Udara Tungku Terhadap Kecepatan Aliran Udara .....	V-10
5.7. Grafik Pengaruh Diameter Lubang Udara Tungku Terhadap Efisiensi Kompor .....	V-11

## DAFTAR TABEL

<b>TABEL</b>	<b>Halaman</b>
I. Potensi Energi Biomassa di Indonesia .....	I-2
II. Unsur Kimia Serbuk Gergaji Kayu Karet. ....	II-4
III. Harga Kelebihan Udara Beberapa Jenis Bahan bakar .....	II-15
IV. Faktor Penambahan Volume Gas Asap Tiap kilogram unsur .....	II-16
V. Karakteristik bahan Bakar .....	III-10
VI. Hasil Perhitungan Pada Aliran Udara Alami .....	V-4
VII. Hasil Perhitungan Pada Aliran Udara paksa .....	V-4



## DAFTAR LAMPIRAN

- A. Kalor spesifik gas ideal untuk beberapa gas pada temperatur  $300^{\circ}\text{C}$
- B. Kalor spesifik gas ideal untuk beberapa gas pada berbagai temperatur
- C. Daftar harga Entalpi dan panas Jenis Untuk gas dan Udara
- D. Nyala Api Pembakaran Serbuk Gergaji Karet

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pemakaian bahan bakar, baik yang dapat diperbarui ataupun yang tidak dapat diperbarui setiap tahun terus meningkat dan tak sebanding dengan peningkatan populasi manusia. Walaupun jumlah cadangan bahan bakar yang ada di dalam perut bumi sangatlah besar, namun pada masa-masa yang akan datang penyusutan bahkan kelangkaan bahan bakar akan menjadi masalah kita semua. Apalagi bahan bakar yang sifatnya tak dapat diperbarui, akan menjadi ancaman jika kita tidak bisa menemukan pemecahan masalah, seperti pencarian bahan bakar alternatif. Usaha-usaha lain yang telah banyak dilakukan untuk mendapatkan cadangan bahan bakar antara lain pemanfaatan sumber-sumber daya alami, seperti pemanfaatan aliran air atau air terjun, biomassa, limbah-limbah industri, sinar matahari dan sebagainya.

Pemanfaatan limbah-limbah industri yang dapat dilakukan seperti pemanfaatan limbah kayu pada industri atau usaha penggergajian kayu. Pada industri kayu akan terbentuk persentase limbah sekitar:

- a. Serbuk gergaji : 15 %
- b. Serpihan kayu : 25 %

Dari pemanfaatan limbah kayu itulah, timbul pemikiran orang untuk menciptakan sumber bahan bakar alternatif yang baru, minimal untuk





keperluan rumah tangga. Potensi pemanfaatan dari bahan bakar alternatif contohnya dapat dilihat seperti table berikut ini:

**Tabel I**  
**Potensi Energi Biomassa di Indonesia**

Sumber Energi	Produksi ( $10^6$ ) ton/thn	Energi ( $10^9$ ) Kcal/thn	Pangsa %
Kayu	25,0	100	72,0
Sekam Padi	7,55	27,0	19,4
Jenggal Jagung	1,52	6,8	4,9
Tempurung Kelapa	1,25	5,1	3,7
Potensi Total	35,32	138,9	100

Sumber: Abdul Kadir, "Energi", cetakan kedua/revisi, Jakarta: Universitas Indonesia, 1995

Disisi lain perlu ditinjau lagi bagaimana cara penggunaan bahan bakar alternatif agar bisa lebih efektif dan efisien. Seperti pada penggunaan serbuk gergaji kayu, perlu diketahui cara atau metode penggunaannya agar bahan bakar alternatif ini dapat menghasilkan pembakaran yang baik dan juga menghasilkan kalor atau energi panas yang maksimal. Pembakaran serbuk secara langsung (serbuk masih terurai) tanpa mendapatkan proses atau perlakuan awal, akan menghasilkan nilai kalor yang rendah dibandingkan dengan pembakaran serbuk yang telah mendapatkan perlakuan awal seperti proses pembentukan serbuk gergaji menjadi bentuk tertentu dan mendapatkan arahan udara untuk pembakaran dengan arah yang tepat.



## 1.2. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

- a. Untuk mengetahui nilai kalor yang dapat dihasilkan dari proses pembakaran serbuk gergaji kayu karet secara teoritis dengan rumus yang telah baku dari buku referensi dan secara eksperimental dengan cara pengujian.
- b. Untuk mempelajari faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pembakaran serbuk gergaji kayu karet seperti besarnya diameter lubang udara pembakaran pada tungku serbuk gergaji yang dibuat oleh penulis.
- c. Untuk mengetahui parameter atau besaran apa saja yang dapat dipengaruhi oleh variasi diameter lubang udara pembakaran tungku serbuk gergaji kayu karet.
- d. Ikut serta memasyarakatkan penggunaan bahan bakar alternatif seperti serbuk gergaji kayu karet yang sebelumnya hanya sebagai limbah industri ditengah kelangkaan dan mahalnya harga bahan bakar minyak bagi masyarakat seperti yang terjadi saat ini.

## 1.3. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penulisan ini adalah:

- a. Mengetahui besarnya nilai kalor atau energi panas yang dapat dihasilkan dari pembakaran serbuk gergaji kayu karet secara teoritis dan eksperimen jika serbuk gergaji kayu karet dijadikan bahan bakar alternatif baik bagi industri seperti untuk PT. Sumatera Prima Fibreboard ataupun untuk kebutuhan rumah tangga.



- b. Mengetahui faktor-faktor dan dimensi komponen tungku serbuk gergaji kayu karet seperti besarnya diameter lubang udara tungku yang dapat mempengaruhi kualitas nyala api agar penggunaannya lebih efektif dan efisien oleh masyarakat yang selama ini telah menggunakannya.
- c. Mengetahui manfaat lain dari serbuk gergaji kayu karet yang selama ini hanya berguna sebagai dedak pelapis lantai peternakan ayam potong dan sebagai bahan tambahan dempul bagi usaha perkayuan.

#### **1.4. Pembatasan Masalah**

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas yaitu sebatas perhitungan nilai kalor yang dapat dihasilkan dari pembakaran serbuk gergaji kayu karet baik secara teoritis maupun eksperimen dan usaha peningkatan keefektifan dari penggunaan serbuk gergaji kayu karet sebagai bahan bakar alternatif ditinjau dari cara atau metode penggunaannya dan besarnya diameter lubang udara tungku serbuk gergaji kayu karet sebagai laluan/penyuplai udara sehingga menghasilkan pembakaran yang baik dan nilai kalor atau energi panas yang maksimal.

#### **1.5. Metode Penulisan**

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

##### **1. Eksperimen**

Dengan melakukan perangkaian alat pengujian di Laboratorium Fenomena Dasar, pengaturan parameter, pengamatan secara langsung, pengukuran dan pengambilan data yang diperlukan.





## 2. Studi Literatur

Penulis mengumpulkan berbagai informasi dari buku teks yang dapat dijadikan referensi yang berhubungan dengan bahan bakar alternatif dan reaksi pembakarannya, sebagai dasar untuk melakukan perhitungan dan pembahasan masalah dalam tugas akhir ini.

## 3. Metode Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian diolah dalam bentuk perhitungan yang hasilnya ditabelkan. Kemudian diplot dalam bentuk grafik karakteristik yang akhirnya ditarik kesimpulan berdasarkan grafik tersebut.

## 4. Metode Konsultasi

Dari hasil yang diperoleh dilakukan konsultasi dengan dosen pembimbing sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan deskriptif tugas akhir ini, maka dalam penulisan ini dibagi menjadi:

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang penulisan, tujuan, manfaat, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

#### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memberikan penjelasan mengenai jenis-jenis bahan bakar, besaran – besaran yang digunakan saat perhitungan, proses pembakaran dan jenis-jenis tungku/kompor pembakaran.

**BAB III. PEMBUATAN ALAT PENGUJIAN DAN ANALISA BAHAN****BAKAR**

Menjelaskan tentang gambaran umum peralatan yang digunakan, analisa bahan bakar dan table karakteristik bahan bakar.

**BAB IV. PELAKSANAAN DAN DATA HASIL PENELITIAN**

Menjelaskan tentang pelaksanaan pengujian, bahan dan alat pengujian, prosedur pengujian dan data hasil pengujian.

**BAB V. PENGOLAHAN DATA**

Berisikan tentang perhitungan-perhitungan dari data hasil pengujian kemudian menabelkannya, grafik karakteristik dan pembahasan.

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya dan saran – saran yang berguna untuk pembaca serta penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. \_\_\_\_\_, "*Limbah Pertanian Sebagai Bahan Bakar Alternatif*", [www.infobbm.net](http://www.infobbm.net), Januari 2007.
2. \_\_\_\_\_, "*Pemanfaatan Limbah Industri Yang Belum Efektif Dewasa Ini*", [www.antara.co.id](http://www.antara.co.id), 2006.
3. \_\_\_\_\_, "*Sampah Masalah Kita Bersama*", [www.antara.co.id](http://www.antara.co.id), 2006.
4. Abdul Kadir, "*Energi*", cetakan kedua/revisi, Jakarta: Universitas Indonesia, 1995.
5. Djoko Setyardjo, "*Ketel Uap*", Pradya Paramita, Jakarta, 1982.
6. Holman, J.P., "*Perpindahan Kalor*", Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta, 1994.
7. Harijono Djojodihardjo, Dr.Ir, "*Mekanika Fluida*", Departemen Mesin, Institut Teknologi Bandung, Erlangga, Jakarta, 1983.
8. William C. Reynolds and Hendry C. Perkins, "*Termodinamika Teknik*", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1996.
9. Everst. B. Woodruff and Hebert, "*Steam Plant Operation*", Mc. Graw-Hill, Icn, 1977.
10. Tangel. D and Wegener. G, "*Ultrastruktur Kayu and Reaksi - reaksi Kimia*", Cetakan Pertama, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 1995.
11. Sipahutar, Riman, Dr.Ir, "*Diktat Ketel Uap I*", Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang, 2001.
12. "*Panduan Praktikum Fenomena Dasar Mesin*" Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang, 2001.