



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TUNGKU HEMAT ENERGI BAHAN COR
SEMEN DENGAN PENGGUNAAN ISOLATOR UDARA**

TUGAS AKHIR

RAMANDA S.A.K.

L2E 606 046

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
MARET 2012**

TUGAS SARJANA

Diberikan Kepada : Nama : Ramanda Sebastio Anggoro Kusumo
NIM : L2E 606 046

Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Yunianto, MSc.

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Pembuatan dan Pengujian Tungku Hemat Energi Bahan Cor Semen Dengan Penggunaan Isolator.

Isi Tugas : Mengetahui dan Menganalisis Pengaruh Variasi Diameter Panci dan Kadar Kelembaban Air pada Kayu Bakar Terhadap Efisiensi Tungku dan Konsumsi Spesifik Bahan Bakar Tungku serta Membandingkan dengan Data Terbaik Performa Tungku Bahan Plat Galvanis Isolator Abu Kayu.

Semarang, 21 Maret 2012

Pembimbing,




Ir. Bambang Yunianto, MSc.
NIP. 195906201987031003

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Ramanda Sebastio A.K.

NIM : L2E 606046

Tanda Tangan : 

Tanggal : Maret 2012


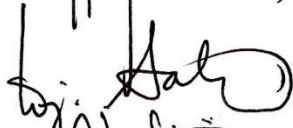


HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

NAMA : Ramanda Sebastio Anggoro Kusumo
NIM : L2E 606 046
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : “Pembuatan dan Pengujian Tungku Hemat Energi Bahan Cor Semen dengan Penggunaan Isolator Udara”.

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Bambang Yudianto, MSc ()
Penguji : Ir. Djoeli Satrijo, MT. ()
Penguji : Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST., MT. ()
Penguji : Dr. Munadi, ST., MT. ()

Semarang, 21 Maret 2012

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Sulardjaka, ST., MT.
NIP.197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ramanda Sebastio Anggoro Kusumo
NIM : L2E 606 046
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TUNGKU HEMAT ENERGI BAHAN COR SEMEN DENGAN PENGGUNAAN ISOLATOR UDARA”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 21 Maret 2012

Yang menyatakan,



(Ramanda Sebastio Anggoro Kusumo)

ABSTRAK

Salah satu sumber energi alternatif yang hadir menjadi solusi bagi masyarakat pedesaan adalah energi biomassa khususnya kayu bakar. Indonesia memiliki sumber biomassa kayu bakar yang melimpah, sehingga potensi untuk menjadikannya sebagai sumber energi (bahan bakar) sangatlah besar. Sebagai sumber energi, biomassa kayu bakar memiliki beberapa keuntungan terutama dari sifat terbarukannya, dalam arti bahan tersebut dapat diproduksi ulang. Dari segi biaya sangat dimungkinkan untuk secara ekonomi memperoleh keuntungan dari pemanfaatan biomassa kayu bakar sebagai sumber energi. Dalam pemanfaatan sumber energi biomassa kayu bakar dapat menggunakan tungku kayu bakar.

Tungku kayu bakar adalah alat pembakaran yang digunakan untuk memasak dengan bahan bakar kayu. Penggunaan kayu sebagai bahan bakar sebenarnya sudah dimulai sejak dulu. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dimana sebagian penduduknya tinggal di pedesaan. Sumber utama energi penduduk pedesaan adalah kayu bakar yang digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak. Konsumen energi kayu bakar disamping rumah tangga juga industri kecil. Permasalahan yang terjadi pada penggunaan tungku kayu bakar dengan cara konvensional adalah efisiensi dari tungku yang pada umumnya relatif rendah yang mengakibatkan kurang hematnya konsumsi bahan bakar serta menghasilkan banyak asap yang dapat menimbulkan masalah kesehatan maupun lingkungan hidup.

Pada pengujian ini bertujuan untuk memaksimalkan kinerja dari tungku kayu bakar dengan cara melakukan penggunaan kayu bakar dengan kelembaban air yang berbeda dan diameter panci yang berbeda. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan metode ekperimental uji memanaskan air hingga akan mendidih dengan variasi diameter panci 29 cm, 37 cm dan kelembaban air pada kayu kondisi kering($\pm 16\%$) dan basah($\pm 24\%$). Pengujian dilakukan dalam dua fase yaitu fase *hot start* dan fase *cold start* untuk mendapatkan nilai konsumsi spesifik bahan bakar kayu dan nilai efisiensi tungku.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tungku, nilai konsumsi spesifik bahan bakar yang paling baik terjadi pada variasi diameter panci 29 cm dan kayu kondisi kering dengan konsumsi spesifik sebesar 93,70 gram kayu/liter air (*cold start*) dan 92,07 gram kayu/liter air (*hot start*). Penggunaan diameter panci 29 cm dan kayu kondisi kering dapat meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar. Pada variasi diameter panci 29 cm dan kayu kondisi kering dengan efisiensi sebesar 19,77% (*cold start*) dan 19,81% (*hot start*).

Kata kunci: Tungku kayu, uji memanaskan air hingga akan mendidih, konsumsi spesifik, efisiensi.

ABSTRACT

One of the alternative energy sources present a solution for rural communities is particularly wood biomass energy. Indonesia has a woody biomass fuel sources are abundant, so the potential to make it as a source of energy (fuel) is very large. As a source of energy, wood biomass has some advantages, especially from nature, in the sense that the material may be reproduced. In terms of cost it is possible to economically benefit from the utilization of wood biomass as an energy source. In the utilization of woody biomass fuel energy sources can use firewood stoves.

Wood stove is burning appliance used for cooking with wood fuel. Use of wood as a fuel actually started long ago. Indonesia is a developing country where most people live in rural areas. The main source of energy is the rural population use firewood as fuel for cooking. Energy consumer in addition to domestic firewood is also a small industry. Problems that occurred in the use of wood stoves in the conventional manner is the efficiency of the furnace, which generally resulted in relatively low-less thrifty fuel consumption and produce lots of smoke that can cause health and environmental problems.

In this test aims to maximize the performance of the wood stove with firewood how to use water with different humidity and different diameter pans. In this research trials testing experimental method to heat the water to boil with a variation of 29 cm diameter pots, 37 cm and water moisture in the wood to dry conditions ($\pm 16\%$) and wet ($\pm 24\%$). Tests carried out in two phases, namely phase hot start and cold start phase to obtain the value of the specific consumption of fuel wood and the efficiency of the furnace. The results showed that the furnace, the specific consumption of fuel is the best place on the variation of 29 cm diameter pots and wood dry conditions with the specific consumption of 93.70 grams of wood / liter of water (cold start) and 92.07 grams of wood / liter of water (hot start). The use of 29 cm diameter pots and wood dry conditions can increase the efficiency of fuel consumption. In the variation 29 cm diameter pots and wood dry conditions with an efficiency of 19.77% (cold start) and 19.81% (hot start).

Key words: wood stoves, water heating test to be boiling, specific consumption, efficiency.

MOTTO

Motto:

- *Hai orang-orang yang beriman, jika kamu menolong (agama) Allah. Maka Allah akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.*

{ Al-Qur'an Surat Muhammad Ayat 7 }

LEMBAR PERSEMBAHAN

Teruntuk:

Ibu Mikky Amelia tercinta yang telah memberikan cinta, kasih dan sayangnya sepanjang masa serta doa restunya yang selalu menyertaiku, adik Yuly Ekawati, adik Zahria Ulfa, tante Ijum, om Oka, dan keluarga wisma al-hikmah serta kawan-kawan teknik mesin 2006

Mengucap syukur atas rahmat dan kasih sayang Alloh kepada saya sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufik, hidayah dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Sarjana ini. Tugas Sarjana yang berjudul **“Pembuatan dan Pengujian Tungku Hemat Energi Bahan Cor Semen dengan Penggunaan Isolator Udara”** ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan selama penyusunan Tugas Sarjana ini, antara lain:

1. Bapak Ir. Bambang Yuniarto, MSc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan kepada penulis untuk menyusun Tugas Sarjana ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Saudara Restu Hastowo selaku rekan tim dalam melaksanakan penelitian tungku kayu yang telah banyak membantu.
3. Semua pihak yang telah membantu atas terselesainya Tugas Sarjana ini.

Dengan penuh kerendahan hati, penyusun menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penyusun miliki sehingga tentu saja penyusunan Tugas Sarjana ini jauh dari sempurna, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kemajuan penulis untuk masa yang akan datang.

Semarang, 21 Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
NOMENKLATUR.....	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Metodologi Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II DASAR TEORI

2.1	Pendahuluan	6
2.2	Sifat-Sifat Kayu Sebagai Bahan Bakar	7
2.2.1	Pengertian Kayu.....	7
2.2.2	Kayu Sebagai Bahan Bakar.....	8
2.2.3	Pembakaran Kayu.....	10
2.2.4	Nilai Kalori (<i>Caloric value</i>).....	14
2.2.5	Teori Dasar Pembakaran Kayu	14
2.2.6	Tahapan dalam Proses Pembakaran	15
2.2.7	Model Udara Pembakaran Kayu.....	17
2.3	Tungku Kayu Bakar	19
2.3.1	Teori Tungku Bahan Bakar Kayu.....	19
2.3.2	Sepuluh Prinsip Dasar Tungku Kayu Bakar	20
2.3.3	Jenis-Jenis Teknologi Tungku Kayu Bakar.....	25
2.4	Desain Tungku Kayu Bakar	27
2.5	Pengertian Perpindahan Panas	30
2.5.1	Macam-macam Perpindahan Panas.....	30
2.5.2	Neraca Energi.....	35
2.6	Perpindahan Kalor Pada Sistem Tungku.....	37
2.6.1	Kalor yang Berguna.....	37
2.6.2	Perpindahan Kalor pada Bodi Tungku.....	39

2.6.3 Perpindahan Kalor dari Bodi Tungku ke Lingkungan.....	39
2.6.4 Perpindahan Kalor dari Panci ke Lingkungan.....	40

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	42
3.2 Batasan dan Variabel Penelitian.....	43
3.3 Pengujian Tungku.....	43
3.3.1 Metode Uji Memanaskan Air Hingga Akan Mendidih.....	43
3.3.2 Alat-Alat Pengujian.....	43
3.3.3 Skema Alat Pengujian.....	45
3.4 Persiapan Kayu Bakar untuk Pengujian Tungku Kayu Bakar.....	48
3.4.1 Pemilihan Kayu Bakar yang Digunakan.....	48
3.4.2 Pengkondisian Kayu Bakar.....	48
3.5 Pembuatan Tungku Kayu Bakar Pengujian.....	49

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Parameter Pengujian.....	50
4.1.1 Tungku.....	50
4.1.2 Bahan Bakar.....	50
4.2 Data Pengujian.....	52

4.2.1 Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.....	52
4.3 Data Distribusi Temperatur pada Tungku.....	55
4.4 Efisiensi Tungku.....	57
4.5 Rugi-rugi Kalor pada Bodi Tungku.....	59
4.6 Pembahasan.....	63

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kayu sebagai bahan bakar.....	8
Gambar 2.2 Kandungan kimia rata-rata pada kayu	9
Gambar 2.3 Pengaruh kandungan <i>moisture</i> terhadap <i>heating value</i> kayu	11
Gambar 2.4 Proses Pembakaran Kayu.....	15
Gambar 2.5 Pembakaran terbuka.....	19
Gambar 2.6 Isolasi sekeliling dapur pembakaran.....	21
Gambar 2.7 Cerobong isolasi pada tungku.....	22
Gambar 2.8 a Pembakaran bersih	22
Gambar 2.8 b Pembakaran dengan banyak asap.....	22
Gambar 2.9 a Pembakaran dengan panas rendah.....	23
Gambar 2.9 b Pembakaran dengan panas tinggi.....	23
Gambar 2.10 Saluran Udara Pembakaran.....	23
Gambar 2.11 Rak pada bawah kayu.....	25
Gambar 2.12 Tungku perapian terbuka.....	26
Gambar 2.13 Gambar rancangan dasar <i>Rocket Stove</i>	29
Gambar 2.14 Neraca Energi pada Tungku.....	36
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	42
Gambar 3.2 Alat pengukur kelembaban air pada kayu	44

Gambar 3.3 Termometer Inframerah	44
Gambar 3.4 Skema Alat Pengujian	45
Gambar 3.5 Titik-titik Pengukuran Temperatur.....	47
Gambar 3.6 Kayu Bakar	49
Gambar 3.7 Tungku Kayu Bakar Penelitian.....	49
Gambar 4.1 Grafik Konsumsi Spesifik Bahan Bakar.....	54
Gambar 4.2 Grafik Distribusi Temperatur Rata-Rata Ruang Bakar.....	55
Gambar 4.3 Grafik Distribusi Temperatur Bodi Tungku.....	56
Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Tungku.....	58
Gambar 4.5 Grafik Rugi-Rugi Kalor pada Tungku.....	62
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Konsumsi Spesifik Bahan Bakar Tungku Bahan Cor Semen Isolator Udara dengan Tungku Bahan Plat Galvanis Isolator Abu Kayu.....	64
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Efisiensi Tungku Bahan Cor Semen Isolator Udara dengan Tungku Bahan Plat Galvanis Isolator Abu Kayu.....	66
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Rugi-Rugi Kalor Tungku Bahan Cor Semen Isolator Udara dengan Tungku Bahan Plat Galvanis Isolator Abu Kayu.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Konsumsi Energi Indonesia Berdasarkan Tipenya.....	2
Tabel 2.1 Nilai Kelebihan udara (<i>excess air</i>) λ	13
Tabel 2.2 <i>Thermal value</i> (LHV) untuk bahan bakar.....	14
Tabel 2.3 Efisiensi beberapa jenis tungku.....	27
Tabel 2.4 Daftar Faktor Bentuk Konduksi.....	31
Tabel 2.5 Daftar Konstanta Persamaan untuk Permukaan Isotermal.....	33
Tabel 2.6 Emisivitas Bahan.....	34
Tabel 4.1 Variasi Tungku.....	50
Tabel 4.2 Data Variasi Pengujian Air yang Digunakan.....	50
Tabel 4.3 Data dan Persentase Kelembaban Kayu Kering.....	51
Tabel 4.4 Data dan Persentase Kelembaban Kayu Kering.....	51
Tabel 4.5 Konsumsi Bahan Bakar dengan Waktu Air Akan Mendidih.....	53
Tabel 4.6 Efisiensi Tungku.....	58
Tabel 4.7 Rugi-Rugi Kalor pada Bodi Tungku.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Tabel Distribusi Temperatur pada Tungku.....	74
Lampiran A.1 Tabel Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 29$ cm, Kayu Kering, Kondisi <i>Cold Start</i>	74
Lampiran A.2 Tabel Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 37$ cm, Kayu Kering, Kondisi <i>Cold Start</i>	75
Lampiran A.3 Tabel Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 29$ cm, Kayu Kering, Kondisi <i>Hot</i> <i>Start</i>	76
Lampiran A.4 Tabel Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 37$ cm, Kayu Kering, Kondisi <i>Hot</i> <i>Start</i>	77
Lampiran A.5 Tabel Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 29$ cm, Kayu Basah, Kondisi <i>Hot</i> <i>Start</i>	78
Lampiran A.6 Tabel Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 37$ cm, Kayu Basah, Kondisi <i>Hot</i> <i>Start</i>	79
Lampiran B Sifat udara pada tekanan atmosfer.....	80
Lampiran C Gambar Teknik Desain Tungku Kayu Bakar.....	81

NOMENKLATUR

A	Luas permukaan dinding kalor (m^2)
C_p	Kalor spesifik air pada tekanan konstan ($kJ/kg \cdot ^\circ C$)
g	Gaya gravitasi bumi, ($9,81 m/s^2$)
h	Koefisien perpindahan kalor ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
k	Konduktivitas termal, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
L	Panjang (m)
LHV_{bb}	<i>Low Heat Value</i> bahan bakar (MJ/kg)
LHV_m	<i>Low Heat Value</i> minyak (MJ/liter)
m	Massa (kg)
ρ_{air}	Massa jenis air (kg/m^3)
ΔT	Perubahan temperatur air ($^\circ C$)
T_w	Temperatur dinding ($^\circ C$)
T_∞	Temperatur lingkungan ($^\circ C$)
T_s	Temperature permukaan pancaran($^\circ K$)
T_{sur}	Temperatur lingkungan ($^\circ K$)
SC	Konsumsi spesifik (gram kayu/ liter air)
V_w	Volume air (liter)
V_m	Volume minyak (liter)

ν	Viskositas kinematik (m^2/s)
ε	Emisivitas permukaan ($0 \leq \varepsilon \leq 1$)
σ	Konstanta Stefan-Bloztmann ($5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)
η	Efisiensi (%)