



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**Pembuatan dan Pengujian Tungku Hemat Energi Bermaterial Cor
Beton dengan Variasi Selongsong**

TUGAS AKHIR

RESTU HASTOWO

L2E 005 481

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

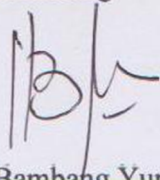
MEI 2012

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :

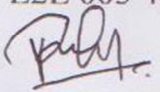
Nama : Restu Hastowo
NIM : L2E 005 481
Pembimbing : Ir. Bambang Yuniato, MSc
Jangka Waktu : 6 (enam) bulan
Judul : Pembuatan dan Pengujian Tungku Hemat Energi Bermaterial Cor Beton dengan Variasi Selongsong.
Isi Tugas : Mengetahui dan Menganalisa Pengaruh Selongsong Pada Tungku Isolator Cor Beton Terhadap Efisiensi Tungku, Konsumsi Spesifik Bahan Bakar, dan Rugi-rugi Kalor

Semarang, Mei 2012

Pembimbing

Ir. Bambang Yuniato, MSc
NIP : 195906201987031003

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA	:	Restu Hastowo
NIM	:	L2E 005 481
Tanda Tangan	:	
Tanggal	:	Mei 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Restu Hastowo

NIM : L2E 005 481

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul skripsi : *Pembuatan dan Pengujian Tungku Hemat Energi Bermaterial Cor Beton dengan Variasi Selongsong.*

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

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Bambang Yuniato, MSc.

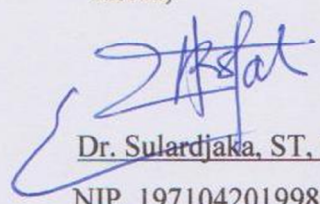
Penguji : Ir. Sugiyanto, DEA

Penguji : Khoiri Rozi, ST, MT

Penguji : Ir. Eflita Yohana, PhD



(
(
(
(

Semarang, Mei 2012
Jurusan Teknik Mesin
Ketua,

Dr. Sulardjaka, ST, MT
NIP. 197104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Restu Hastowo
NIM : L2E 005 481
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Universitas Diponegoro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

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 :

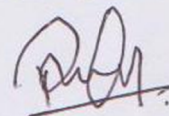
“PEMBUATAN DAN PENGUJIAN TUNGKU HEMAT ENERGI BERMATERIAL COR BETON DENGAN VARIASI SELONGSONG”

beserta 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 memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 23 Mei 2012

Yang menyatakan



(Restu Hastowo)

NIM: L2E 005 481

ABSTRAK

Pengembangan energi sumber alternatif menjadi kebutuhan mendesak saat ini. Dengan makin menipisnya cadangan bahan bakar fosil seperti minyak, maka akan membahayakan pasokan energi di masa depan. Kayu merupakan salah satu bahan bakar alternatif saat ini yang keberadaannya mudah dijumpai di sekitar kita, penggunaan kayu sebagai bahan bakar sebenarnya sudah dimulai sejak dahulu. Tungku kayu bakar adalah suatu alat pembakaran yang digunakan untuk memasak dengan bahan bakar kayu. Permasalahan yang terjadi pada penggunaan tungku kayu bakar tradisional adalah masalah polusi yang dihasilkan dan kinerja tungku kayu bakar yang pada umumnya relatif kecil. Dengan menggunakan konstruksi tungku model *rocket stove* ini diharapkan mampu mengurangi kerugian kalor ke luar sehingga efisiensinya lebih baik.

Pengujian ini bertujuan untuk memaksimalkan kinerja dari tungku dengan cara mencetak tungku dari bahan cor beton dan dengan penambahan selongsong pada ruang bakar. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan metode ekperimental uji mendidihkan air dengan variasi diameter panci 29 cm dan 37 cm, serta diameter selongsong 15 cm dan 16 cm. Pengujian dilakukan dalam fase *hot start* untuk mendapatkan nilai konsumsi spesifik bahan bakar kayu dan nilai efisiensi tungku.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi spesifik terendah terdapat pada saat diameter selongsong 15 cm dan diameter panci 29 cm dengan konsumsi spesifik bahan bakar sebesar 85,54 gram kayu/ liter air. Efisiensi tertinggi terdapat pada saat diameter selongsong 15 cm dan diameter panci 29 cm dengan efisiensi bahan bakar sebesar 21,49%. Rugi- rugi kalor paling kecil terdapat pada penggunaan diameter selongsong 15 cm serta diameter panci 29 cm yaitu sebesar 336,5 watt.

Kata kunci: *rocket stove*, cor beton, konsumsi spesifik, efisiensi.

ABSTRACT

Development of alternative energy sources become an urgent need at this time. With the ever depletion of fossil fuels like oil, it will endanger the future energy supply. Wood is one of the alternative fuels currently in existence is easily found around us, the use of wood as a fuel actually started long ago. Wood stove is a combustion device that is used for cooking with wood fuel. Problems that occurred in the use of traditional wood stove pollution is a problem that is generated and the performance of wood stoves are in general relatively small. By using a model rocket stove furnace construction is expected to reduce heat losses to the outside so that the efficiency is better.

This test aims to maximize the performance of the furnace by the furnace of scored materials and with the addition of cast concrete shells in the combustion chamber. In this study tested the experimental method to test the water to boil a pan 29 cm diameter variation and 37 cm, and the shell diameter 15 cm and 16 cm. Tests carried out in the hot phase start to get the value of the specific consumption of fuel wood and the efficiency of the furnace.

The results showed that the lowest specific consumption are at the shell diameter 15 cm and 29 cm diameter a pan with a specific consumption of fuel wood by 85.54 grams / liter of water. Have the highest efficiency at 15 cm and a diameter of shell 29 cm diameter a pan with the fuel efficiency of 21.49%. Heat losses are the smallest on the use of shell diameter of 15 cm and 29 cm diameter a pan that is equal to 336.5 watts.

Key words: rocket stove, cast concrete, specific consumption, efficiency.

MOTTO

Motto:

- Dan hendaklah di antara kamu ada segolongan orang yang menyeru kepada kebajikan, menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar dan mereka itulah orang-orang yang beruntung.

{ Al-Qur'an Surat Ali Imran Ayat 104 }

LEMBAR PERSEMBAHAN

Teruntuk:

Ayah Rusdan dan Ibu tercinta yang telah memberikan cinta, kasih dan sayangnya sepanjang masa serta doa restunya yang selalu menyertaiku, serta kakak-kakak dan adikku tercinta mas Ari, mas Haryo, mas Heri, mba Upi, mas Bowo, serta de' Amrih yang telah memberikan support dan doanya.

Mengucap syukur atas rahmat dan kasih sayang Allah 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 Bermaterial Cor Beton dengan Variasi Selongsong*” 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 Ramanda sebagai rekan yang memberikan banyak bantuan dan masukan dalam penyusunan Tugas Sarjana ini.
3. Teman-teman mesin angkatan 2005 serta Esia dan UI'ers terimakasih atas segala bantuannya.
4. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dengan tulus.

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, 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	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II DASAR TEORI

2.1	Pendahuluan	5
2.2	Sifat-Sifat Kayu Sebagai Bahan Bakar	6
2.2.1	Pengertian Kayu.....	6
2.2.2	Kayu Sebagai Bahan Bakar.....	7
2.2.3	Pembakaran Kayu.....	9
2.2.4	Nilai Kalori (<i>Caloric value</i>).....	13
2.3	Tungku Kayu Bakar	13
2.3.1	Teori Tungku Bahan Bakar Kayu.....	13
2.3.2	Teori Dasar Pembakaran.....	15
2.3.3	Tahapan dalam Proses Pembakaran.....	16
2.3.4	Model Udara Pembakaran Kayu.....	18
2.4	Sepuluh Prinsip Dasar Tungku Kayu Bakar.....	20
2.5	Tungku Kayu Bakar	25
2.6	Pengertian Perpindahan Panas	27
2.6.1	Macam-macam Perpindahan Panas.....	27
2.6.2	Koefisien Perpindahan Panas Total.....	32
2.6.3	Neraca Energi.....	34
2.7	Perpindahan Kalor Pada Sistem Tungku.....	36
2.7.1	Kalor yang Berguna.....	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	39
3.2 Variabel Penelitian.....	40
3.3 Pengujian Tungku.....	40
3.3.1 Metode Uji Mendidihkan Air.....	40
3.3.2 Alat-Alat Pengujian.....	40
3.3.3 Skema Alat Pengujian.....	42
3.4 Persiapan Kayu Bakar untuk Pengujian Tungku Kayu Bakar.....	44
3.4.1 Pemilihan Kayu Bakar yang Digunakan.....	44
3.4.2 Pengkondisian Kayu Bakar.....	45
3.4.3 Pengukuran Kelembaban Kayu.....	45
4.5 Pembuatan Tungku Kayu Bakar Pengujian.....	46

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1. Parameter Pengujian.....	47
4.1.1 Tungku.....	47
4.1.2 Bahan Bakar.....	48
4.2 Data Pengujian.....	48
4.2.1 Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.....	48
4.3 Data Perubahan Temperatur pada Tungku.....	51

4.4 Perhitungan Efisiensi.....	53
4.5 Rugi-rugi Kalor pada Bodi Tungku dengan Variasi Penggunaan Isolator.....	56
4.6 Pembahasan.....	60
4.7 Perbandingan Data.....	61
4.7.1 Perbandingan Data Konsumsi Spesifik Tungku.....	61
4.7.2 Perbandingan Data Efisiensi Tungku.....	62

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran.....	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kayu sebagai bahan bakar.....	7
Gambar 2.2 Kandungan kimia rata-rata pada kayu	8
Gambar 2.3 Pengaruh kandungan moisture terhadap <i>heating value</i> kayu	10
Gambar 2.4 Pembakaran terbuka.....	14
Gambar 2.5 Proses Pembakaran Kayu.....	16
Gambar 2.6 Isolasi sekeliling dapur pembakaran.....	20
Gambar 2.7 Cerobong isolasi pada tungku.....	21
Gambar 2.8 a Pembakaran bersih	21
Gambar 2.8 b Pembakaran dengan banyak asap.....	21
Gambar 2.9 a Pembakaran dengan panas rendah.....	22
Gambar 2.9 b Pembakaran dengan panas tinggi.....	22
Gambar 2.10 Saluran Udara Pembakaran.....	22
Gambar 2.11 Rak pada bawah kayu.....	23
Gambar 2.12 Gambar rancangan dasar <i>Rocket Stove</i>	28
Gambar 2.13 Neraca Energi pada Tungku.....	33
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	39
Gambar 3.2 Termometer Inframerah	41
Gambar 3.3 Skema Alat Pengujian	42

Gambar 3.4 Titik-titik Pengukuran Temperatur.....	44
Gambar 3.5 Kayu Bakar	45
Gambar 3.6 Wood Moisture Meter.....	46
Gambar 3.7 Tungku Kayu Bakar Penelitian.....	46
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Konsumsi Spesifik Bahan Bakar.....	50
Gambar 4.2 Grafik Perubahan Temperatur Ruang Bakar saat <i>Hot Start</i>	52
Gambar 4.3 Grafik Perubahan Temperatur Bodi Tungku saat <i>Hot Start</i>	53
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Konsumsi Spesifik Tungku.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Kelebihan udara (<i>excess air</i>) λ	12
Tabel 2.2 <i>Thermal value</i> (LHV) untuk bahan bakar.....	13
Tabel 2.3 Hasil Pengujian Termal Rata-rata Tungku.....	14
Tabel 4.1 Variasi Tungku.....	47
Tabel 4.2 Data dan Persentase Kelembaban Kayu.....	48
Tabel 4.3 Konsumsi Bahan Bakar dengan Waktu Memasak pada selongsong 15 cm.....	49
Tabel 4.4 Konsumsi Bahan Bakar dengan Waktu Memasak pada selongsong 16 cm.....	49
Tabel 4.5 Efisiensi Bahan Bakar pada diameter slongsong 15 cm.....	54
Tabel 4.6 Efisiensi Bahan Bakar pada diameter slongsong 16 cm.....	54
Tabel 4.7 Rugi-rugi Kalor pada tungku	57
Tabel 4.8 Perbandingan Efisiensi tungku	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 29 \text{ cm}$, $D_{\text{selongsong}} = 15 \text{ cm}$, Kondisi <i>Hot</i> <i>Start</i>	67
Lampiran A.2 Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 37 \text{ cm}$, $D_{\text{selongsong}} = 15 \text{ cm}$, Kondisi <i>Hot</i> <i>Start</i>	68
Lampiran A.3 Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 29 \text{ cm}$, $D_{\text{selongsong}} = 16 \text{ cm}$, Kondisi <i>Hot</i> <i>Start</i>	69
Lampiran A.4 Distribusi Temperatur pada $D_{\text{panci}} = 37 \text{ cm}$, $D_{\text{selongsong}} = 16 \text{ cm}$, Kondisi <i>Hot</i> <i>Start</i>	70
Lampiran B Sifat udara pada tekanan atmosfer.....	71
Lampiran C.1 Gambar Teknik Tungku Kayu Bakar.....	72
Lampiran C.2 Gambar Teknik Desain Selongsong.....	73

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_b	<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 ($5,669 \times 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}^4$)
η	Efisiensi (%)