



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH CAMPURAN KARANG PUTIH DENGAN TANAH
LIAT PADA KONDUKTIVITAS TERMAL DAN *COLD CRUSHING*
STRENGTH SEBAGAI BAHAN REFRAKTORI**

TUGAS SARJANA

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1)**

Disusun oleh:

PANGKY MAHENDRA

L2E 606 044

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
SEMARANG
2012**

TUGAS SARJANA

Diberikan Kepada : Nama : Pangky Mahendra
NIM : L2E 606 044

Dosen : 1. Ir. Sumar Hadi Suryo
Pembimbing : 2. Ir. Yurianto, MT

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : **Pengaruh Campuran Karang Putih dengan Tanah Liat Pada Konduktivitas Termal dan *Cold Crushing Strength* Sebagai Bahan Refraktori**

Isi Tugas : Mengetahui dan membahas komposisi atau kandungan tanah liat dan karang putih. Mencari titik leleh, angka kerefraktorian campuran tanah liat dan karang putih, nilai konduktivitas termal dan kekuatan tekan dingin, campuran terbaik.

Semarang, 23 April 2012

Pembimbing I



Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 195801021986031002

Pembimbing II

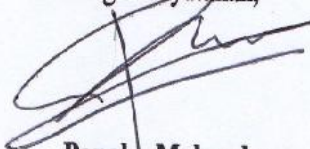


Ir. Yurianto, MT
NIP. 195507271986031008

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Sarjana ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh sebutan keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah atau karya Tugas Sarjana ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 23 April 2012

Yang Menyatakan,

Pangky Mahendra
NIM. L2E 606 044

HALAMAN PENGESAHAN

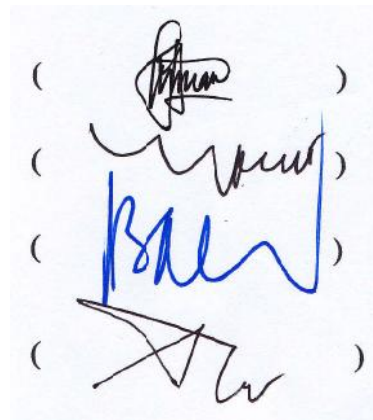
Naskah Tugas Sarjana ini diajukan oleh:

Nama : Pangky Mahendra
NIM : L2E 606 044
Jurusan/ Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Campuran Karang Putih dengan Tanah Liat
Pada Konduktivitas Termal dan *Cold Crushing Strength*
Sebagai Bahan Refraktori

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

Penguji I : Ir. Sumar Hadi Suryo
Penguji II : Ir. Yurianto, MT
Penguji III : Dr. Ir. AP. Bayuseno, Msc
Penguji IV : Ir. Sugeng Tirta Atmadja, MT



Semarang, 23 April 2012
Jurusan Teknik Mesin
Ketua,



Dr.Sulardjaka, ST.MT.

NIP. 1957104201998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Pangky Mahendra
NIM : L2E 606 044
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

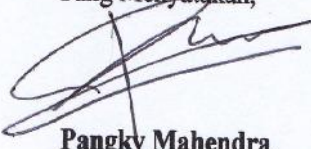
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Pengaruh Campuran Karang Putih dengan Tanah Liat Pada Konduktivitas Termal dan *Cold Crushing Strength* Sebagai Bahan Refraktori”

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 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 : 23 April 2012

Yang Menyatakan,

Pangky Mahendra
NIM. L2E 606 044

ABSTRACT

The amount of unsuded white coral is still difficult to solve be one reason for the study of the utilization of waste into useful goods. In this study, white coral and clay are the two objects based on characteristics of waste utilization has the potential to become an alternative manufacture of refractory materials. This study aims to determine the effect of alloy on the thermal conductivity and cold crushing strength which will be used as refractory material.

Alloy preparation process starts from the drying process of raw material (white coral and clay) to dry, then ground, polished and sifted through the stage of screening to achieve the 200 mesh size powder. All material is then mixed manually with a variation of white coral - clay composition (%) 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, and molasses and water as a fastening. Specimen then formed by method of printing press using press hidroulic with dimensions (\varnothing 2.5 x 3 cm cylinder and beam 5x5x5 cm). Selection of the heat resistance of the alloy is 1000 ° C.

Analysing and testing were including of specimens that do include: elemental analysis with Energy dispersive spectroscopy, pyrometric Cones Equivalent thermal conductivity, compressive strength, and micro-structures with Scanning Electron Microscope. Testing indicates that the specimen contains (Si) composition from the mixture which refractory requirement is met.

Keywords: *white coral, clay, refractory, Pyrometric Cones Equivalent, thermal conductivity, cold crushing strength*

ABSTRAK

Banyaknya limbah karang putih yang tidak dapat didayagunakan menjadi salah satu alasan dilakukannya studi pemanfaatan limbah menjadi barang berdaya guna tinggi. Dalam penelitian ini, karang putih dan tanah liat merupakan dua obyek pemanfaatan limbah yang berdasarkan karakteristiknya berpotensi menjadi bahan alternatif pembuatan refraktori.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran terhadap konduktivitas termal dan kuat tekan dingin sebagai bahan refraktori. Proses preparasi campuran dimulai dari proses penjemuran bahan baku (karang putih dan tanah liat) hingga kering, kemudian ditumbuk, dihaluskan dan diayak sampai ke tahap *screening* hingga memperoleh ukuran serbuk *mesh* 200. Semua bahan kemudian dicampur secara manual dengan variasi komposisi karang putih – tanah liat (%) 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, dan molase serta air sebagai pengikatnya. Selanjutnya sebelum campuran dibakar dilakukan proses pembentukan dengan metode cetak tekan menggunakan *hidroulic press* dengan dimensi (silinder $\varnothing 2,5 \times 3$ cm dan balok $5 \times 5 \times 5$ cm). Seleksi ketahanan panas dari campuran adalah 1000°C .

Analisa dan pengujian spesimen yang dilakukan antara lain: analisa unsur dengan *Energy Dispersive Spectroscopy*, *Pyrometric Cones Equivalent* konduktivitas termal, kekuatan tekan, dan mikro struktur dengan *Scanning Electron Microscope*. Pada pengujian analisa unsur didapatkan kandungan Silikon pada campuran 40% karang putih: 60% tanah liat cukup dominan, dimana dalam refraktori kandungan silika sangat dibutuhkan.

Kata kunci: karang putih, tanah liat, refraktori, *Pyrometric Cones Equivalent*, konduktivitas termal, kuat tekan dingin

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahNya kepada penulis, sehingga penyusunan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari, tanpa bantuan dari pihak lain Tugas Sarjana ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini, antara lain:

1. Ir. Sumar Hadi Suryo selaku Dosen Pembimbing I.
2. Ir. Yurianto, MT. selaku Dosen Pembimbing II.
3. Pihak penyedia bahan baku karang putih dan tanah liat.
4. Civitas akademik dan lembaga yang membantu proses pengujian spesimen.
5. Rekan-rekan satu tim TA, (Faisol, Sumanto, dan Mirza), termasuk angkatan 2006 Teknik Mesin UNDIP.
6. Semua pihak yang terkait, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Terakhir, dengan selesainya Tugas Sarjana ini berarti selesai pula masa studi penulis di Teknik Mesin UNDIP. Semoga sepenggal episode kehidupan penulis di kampus dapat memberikan manfaat bagi penulis dan juga kepada orang lain dan dapat dijadikan persiapan untuk menjalani penggalan episode kehidupan selanjutnya Amiin.

Semarang, 23 April 2012

Penulis

Sukses tak akan datang bagi mereka yg hanya menunggu tak berbuat apa-apa, tapi bagi mereka yg selalu berusaha wujudkan mimpinya

Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk:

Bapak & Ibu tercinta....

Semua Keluargaku. . .

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
ABSTRAK	vii
PRAKATA	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	2
1.3. Perumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metode Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Karang Putih	4
2.2. Tanah Liat	5
2.3. Refraktori	7

2.4.	Jenis-Jenis Refraktori	9
2.5.	<i>Screening</i>	12
2.6.	<i>Pyrometric Cones Equivalent (PCE)</i>	14
2.7.	<i>Cold Crushing Strength (CCS)</i>	15
2.8	Konduktivitas Termal	15
2.8.1.	Hukum Dasar Konduktivitas Termal	16
2.8.2	Persamaan Pada Keadaan Steady-Satu Dimensi	16

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Bahan Penelitian	19
3.3	Peralatan Penelitian	19
3.3	Alur Kerja Penelitian	22
3.4	Pengujian	24
3.4.1	Parameter Pengujian.....	27
3.4.2	Metode Pengujian yang Dilakukan	28
3.4.3	Uji Komposisi Bahan	28
3.4.4	Uji PCE (<i>Pyrometric Cones Equivalent</i>).....	29
3.4.5	Uji Konduktivitas Termal	31
3.4.6	Uji Tekan (<i>Compression Test</i>).....	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil dan Komposisi Bahan	35
4.1.1	Hasil Pengujian EDS karang putih	35
4.1.2	Hasil Pengujian EDS tanah liat	36
4.2	Foto SEM bahan baku (KP dan TL).....	37
4.3	Spesimen Uji.....	38
4.4	Seleksi Ketahanan Panas Specimen	39
4.5	<i>Pyrometric Cones Equivalent</i> specimen.....	40
4.6	Konduktivitas Termal Spesimen	40
4.6.1	Perhitungan nilai konduktifitas termal (k_{uji})	40
4.7	Kekuatan Tekan Dingin Spesimen	42
4.7.1	Data uji dan nilai kuat tekan spesimen	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data uji PCE (*Pyrometric Cones Equivalent*)
- Lampiran 2. Data pengujian tekan spesimen
- Lampiran 3. Testing of refractory materials
- Lampiran 4. Tabel temperatur PCE

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Timbunan Karang Putih Pantai Bandengan	4
Gambar 2.2.	Analisa dengan <i>screen</i> bertingkat	13
Gambar 2.3.	Kerucut <i>Pyrometric</i>	14
Gambar 2.4.	Distribusi Temperatur untuk kondisi Steady State dinding datar.....	17
Gambar 2.5.	Skema Alat untuk Pengujian Konduktivitas Termal	18
Gambar 3.1.	Tanah Liat	20
Gambar 3.2.	Karang Putih.....	21
Gambar 3.3.	Alat Mess 200	21
Gambar 3.4.	Alat Cetak Tekan (<i>hydraulic Press</i>)	22
Gambar 3.5.	Alat Pembakaran	22
Gambar 3.6.	Alat Uji <i>Pyrometric Cones Equivalent</i> (PCE).....	22
Gambar 3.7.	Alat Uji konduktivitas termal.....	23
Gambar 3.8.	Alat Uji Tekan CCSCCTM type HT-8391	23
Gambar 3.9.	Diagram alir metode penelitian	24
Gambar 3.10.	Diagram alir persiapan bahan	26
Gambar 3.11.	Diagram alir pembuatan spesimen	27
Gambar 3.12.	Diagram alir pengujian spesimen	28
Gambar 3.13.	Alat uji unsur (<i>Energy Dispersive Spectroscopy</i>)	29
Gambar 3.14.	Diagram alir uji unsur	30
Gambar 3.15.	Diagram Alir Pengujian PCE	31
Gambar 3.16.	Alat Uji Konduktivitas Termal	32
Gambar 3.17.	Diagram Alir Uji Konduktivitas Termal.....	33
Gambar 3.18.	Alat Uji Tekan CCSCCTM tipe HT-8391	35
Gambar 3.19.	Diagram Alir Uji Tekan.....	35
Gambar 4.1.	Grafik hasil pengujian EDS karang putih	37
Gambar 4.2.	Grafik hasil pengujian EDS tanah liat	38
Gambar 4.3.	Hasil foto SEM karang putih	38
Gambar 4.4.	Hasil foto SEM tanah liat.....	39

Gambar 4.5.	Sampel specimen CCS karang putih ukuran (5x5x5)cm	40
Gambar 4.6.	Sampel specimen konduktivitas termal karang putih	40
Gambar 4.7.	Grafik <i>stress strain</i> specimen 1	44
Gambar 4.7.	Grafik <i>stress strain</i> specimen 2	44
Gambar 4.7.	Grafik <i>stress strain</i> specimen 3	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Komposisi Kimia Tanah Liat	6
Tabel 2.2.	Sifat-sifat batu bata tahan api.....	8
Tabel 2.3.	Standard Ukuran <i>Sieve</i>	13
Tabel 4.1.	Data hasil pengujian EDS pada karang putih	36
Tabel 4.2.	Data hasil pengujian EDS pada tanah liat	37
Tabel 4.3.	Nilai SK (Segeer Keigel) specimen	41
Tabel 4.4.	Temperatur <i>steady state</i>	42
Tabel 4.5.	Beban max dan nilai tekan tiap specimen	43

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<u>Lambang</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
q	Laju perpindahan kalor	Watt
A	<i>Area</i> / Luas bidang	mm ²
$\frac{\partial T}{\partial x}$	Temperatur <i>gradient</i> dalam arah perpindahan kalor	°C/m
k	Konduktivitas termal	W/mK
T	Suhu temperatur	°C
t	<i>Time</i> / Waktu	sec (detik)
	<i>Load</i> / Pembebanan	N (Newton)
F _{max}	<i>Maximum Force</i> / Gaya Maksimum	N (Newton)
	<i>Stress</i> / Tegangan	MPa (N/mm ²)
ε	<i>Strain</i> / Regangan	%
σ	Kuat Tekan	N/mm ²

Singkatan:

KP	= Karang Putih
TL	= Tanah Liat
PCE	= <i>Pyrometric Cones Equivalent</i>
Bal	= Balok
Sil	= Silinder
Kub	= Kubus
XRD	= <i>X-Ray Diffraction</i>
EDS	= <i>Energy Dispersive Spectroscopy</i>
k _s	= k standart
CCSCCTM	= <i>Computer Control Servohydraulic Concrete Compression Testing Machine</i>
SEM	= <i>Scanning Electron Microscope</i>