



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH PADUAN ABU BATUBARA DAN PASIR INTI COR
BEKAS TERHADAP PEMUAIAN TERMAL DAN KUAT TEKAN
DINGIN SEBAGAI BAHAN REFRAKTORI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai tugas dan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1)
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro**

Disusun oleh:

**ABU MUTHOLIB
L2E 306 001**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
SEMARANG
JUNI 2011**

TUGAS SARJANA

- Diberikan kepada : Nama : Abu Mutholib
NIM : L2E 306 001
- Dosen Pembimbing : 1. Ir. Yurianto, MT.
2. Ir. Sumar Hadi Suryo
- Jangka Waktu : 1 (satu) Semester
- Judul : Pengaruh Paduan Abu Batubara Dan Pasir Inti Cor Bekas Terhadap Pemuaiian Termal Dan Kuat Tekan Dingin Sebagai Bahan Refraktori
- Isi Tugas : 1. Analisa kandungan Mineral dari abu batubara, pasir inti cor bekas, Tanah Liat
2. Mencari hubungan antara penambahan abu batubara dan limbah pasir inti cor bekas terhadap pemuaiian termal dan kuat tekan dingin.

Semarang, Januari 2011

Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. Yurianto, MT.

NIP. 195507271986031008

Menyetujui

Dosen Pembimbing II

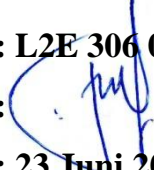


Ir. Sumar Hadi Suryo

NIP. 195801021986031002

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 : Abu Mutholib
NIM : L2E 306 001
Tanda Tangan : 
Tanggal : 23 Juni 2011




HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Abu Mutholib
NIM : L2E 306 001
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Paduan Abu Batubara Dan Pasir Inti Cor Bekas Terhadap Pemuaiian Termal Dan Kuat Tekan Dingin 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

Pembimbing I : Ir. Yurianto, MT ()
Pembimbing II : Ir. Sumar Hadi Suryo ()
Penguji : Ir. Bambang Yuniyanto, MSc. ()

Semarang, 23 Juni 2011

Ketua
Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Ir. Dipl Ing Berkah Fajar TK.
NIP. 195907221987031003

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Abu Mutholib
NIM : L2E 306 001
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

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 Paduan Abu Batubara dan Pasir inti Cor Bekas Terhadap Pemuaian Termal dan Kuat Tekan Dingin 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 Juni 2011

ABSTRACT

Coals usage as energy resources set aside unused combustion product in well, so that requires effort to alter the material to be more usable, while, seen from material contain from coals ashes formed as silica (SiO_2) which has high melting-point, then the material could use as refractory material, this research performed to combine coals ashes, and ex core sand using clay which made as refractory material. Testing specimen made using mesh size variation and variation of coals ashes composition, core sand waste and clay and combustion performed in 1000°C .

The result shows that material endurance character in cold condition obtained in specimen with mesh size 200, in coals ashes composition variation 20%, ex core sand 30%, clay 50%, that is $4,72 \text{ N/mm}^2$. Based on mechanical character test, performed expansion test for heat and coefficient value of smallest linear expansion which obtained from specimen with composition variation of coals ashes 25%, ex core sand 35%, that is $19,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, based on this test shows that silica contain have significant impact to mechanical character and thermally of refractory material.

Keywords: refractory, Coals ashes, Core sand, Thermal expansion, cold crushing strenght

ABSTRAK

Pemakaian batubara sebagai sumber energi menyisakan abu sisa hasil pembakaran yang belum dimanfaatkan dengan baik, sehingga diperlukan upaya untuk mengubahnya menjadi bahan yang lebih berguna, bila dilihat dari kandungan bahan dari abu batubara tersebut yang berupa silica (SiO_2) yang memiliki titik lebur sangat tinggi maka bahan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan refraktori, Penelitian dilakukan dengan memadukan abu batubara, dan pasir inti cor bekas pakai dengan tanah liat untuk dijadikan bahan refraktori, Spesimen uji dibuat menggunakan variasi ukuran mesh dan variasi komposisi abu batubara, limbah pasir inti cor dan tanah liat dan dilakukan pembakaran pada temperatur 1000°C .

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sifat kekuatan tahan hancur pada kondisi dingin (cold crushing strength) diperoleh pada specimen dengan ukuran mesh 200, pada variasi komposisi abu batubara 20%, pasir inti cor bekas 30%, tanah liat 50% yaitu sebesar $4,72 \text{ N/mm}^2$. Berdasarkan hasil pengujian mekanis tersebut dilakukan pengujian pemuaian panas dengan hasil nilai koefisien pemuaian liner terkecil diperoleh dari specimen dengan variasi komposisi abu batubara 25%, pasir inti cor bekas 35%, tanah liat 50% yaitu sebesar $10,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. dari pengujian ini terlihat bahwa banyaknya kandungan abu batubara sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis maupun sifat thermal bahan refraktori.

Kata kunci : Refraktori, Abu Batubara, Limbah Pasir Cor, Pemuaian Panas, Kekuatan Tekan Dingin

TUGAS AKHIR INI KU PERSEMBAHKAN KEPADA:

*Ayahnda dan Ibunda yang tercinta
yang selalu mendukung langkah ku*

MOTTO

Tidak seorangpun dapat kembali ke awal dan membuat permulaan yang baru, tetapi setiap orang dapat memulai dari sekarang dan membuat akhir yang baru.

Jangan menyesali yang telah terjadi. Perbaikilah semuanya.. karena hari ini harus lebih baik dari hari kemarin dan hari esok harus lebih baik dari hari ini.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT. Karena berkat taufik, hidayah-Nya dan hanya karena izin Allah semata penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan Judul “Pengaruh Paduan Abu Batubara dan Pasir Inti Cor Bekas Terhadap Pemuaian Termal dan Sifat Mekanis”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya tugas akhir ini berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dengan segenap rasa tulus hati penulis sampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Yuriyanto dan Ir. Sumar Hadi Suryo selaku dosen pembimbing dalam proses penyusunan Tugas Sarjana ini, telah sudi meluangkan waktu, pikiran dan tenaga bagi penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Bambang Yuniyanto, MSc. Selaku dosen penguji sidang Tugas Akhir.
3. Semua teman-teman teknik mesin, khususnya tim tugas akhir refraktori dan genting yang selalu membantu, menjadi tempat bertukar pikiran dan saling memberikan dukungan selama proses pembuatan tugas akhir ini.
4. Dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Semarang, Juni 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN TUGAS SARJANA.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
HALAMAN MOTTO.....	ix
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Refraktori.....	5
2.1.1 Sifat-sifat Penting Refraktori.....	6
2.1.2 Jenis-jenis Refraktori.....	9
2.2 Uji Kuat Tekan.....	13
2.3 Pemuaian Termal.....	16

2.3.1	Pemuaian Panjang	17
2.3.2	Pemuaian Luas	18
2.3.3	Pemuaian Volume	19
2.4	Dilatometer	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	21
3.2	Bahan Penelitian.....	23
3.2.1	Abu Batubara.....	23
3.2.2	Pasir Inti Cor Bekas.....	24
3.2.3	Tanah Liat.....	24
3.3	Alat Penelitian	25
3.4	Pembuatan Spesimen Benda Uji	28
3.5	Pengujian Kuat Tekan Dingin (<i>Cold Crushing Strength</i>)	29
3.6	Pengujian Koefisien Pemuaian.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Pengujian Jenis Mineral Bahan Baku	32
4.2.	Pengujian Kuat Tekan Dingin	39
4.3.	Pengujian SEM.....	43
4.4.	Pengujian Koefisien Ekspansi Termal	46
BAB V PENUTUP		
5.1.	Kesimpulan.....	51
5.2.	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN.....		54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerucut Pyrometric Ekivalen	7
Gambar 2.2 Skema ilustrasi Uji Tekan	14
Gambar 2.3 Skema ilustrasi uji beban lentur/ <i>bending</i>	15
Gambar 2.4 Pemuaian Panjang	17
Gambar 2.5 Pemuaian Luas	18
Gambar 2.6 Pemuaian Volume	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Penelitian	21
Gambar 3.2 Limbah Abu batu bara.....	24
Gambar 3.3 Pasir inti cor bekas	24
Gambar 3.4 Tanah Liat	25
Gambar 3.5 Tungku <i>Hoffman</i>	26
Gambar 3.6 Alat Uji Tekan	26
Gambar 3.7 Alat Dilatometer	27
Gambar 3.8 Alat Uji SEM.....	27
Gambar 3.9 Diagram Alir Pembuatan Spesimen	28
Gambar 3.10 Diagram Alir Uji Tekan	29
Gambar 3.11 Diagram Alir Pengujian Ekspansi Termal	31
Gambar 4.1 Grafik XRD Tanah Liat.....	33
Gambar 4.2 Grafik XRD Abu Batubara.....	35
Gambar 4.3 Grafik XRD Pasir Inti Cor Bekas.....	37
Gambar 4.4 Grafik Hubungan stess vs strain pada benda uji mesh 50	39
Gambar 4.5 Grafik Hubungan stess vs strain pada benda uji mesh 100	40
Gambar 4.6 Grafik Hubungan stess vs strain pada benda uji mesh 200	41
Gambar 4.7 Grafik Hubungan komposisi paduan terhadap kuat tekan	42
Gambar 4.8 Grafik Hubungan ukuran mesh terhadap kuat tekan	43
Gambar 4.9 Foto SEM Abu Batubara	44
Gambar 4.10 Foto SEM Pasir Silika (Pasir Inti Cor Bekas)	44
Gambar 4.11 Foto SEM Tanah Liat	44

Gambar 4.12 Foto SEM Spesimen Mesh 50 Abu20%, Si 30%, Tanah Liat 50%	45
Gambar 4.13 Foto SEM Spesimen Mesh 100 Abu20%, Si 30%, Tanah Liat 50%	45
Gambar 4.14 Foto SEM Spesimen Mesh 50 Abu20%, Si 30%, Tanah Liat 50%	45
Gambar 4.15 <i>Grafik Hubungan Suhu Pemanasan ($^{\circ}C$) Terhadap $\Delta L/L_0$ (%) Untuk Specimen Mesh 200 Komposisi 15 : 35 : 50 (%).....</i>	47
Gambar 4.16 <i>Grafik Hubungan Suhu Pemanasan ($^{\circ}C$) Terhadap $\Delta L/L_0$ (%) Untuk Specimen Mesh 200 Komposisi 20 : 30 : 50 (%).....</i>	48
Gambar 4.17 <i>Grafik Hubungan Suhu Pemanasan ($^{\circ}C$) Terhadap $\Delta L/L_0$ (%) Untuk Specimen Mesh 200 Komposisi 25 : 25 : 50 (%).....</i>	49
Gambar 4.18 <i>Grafik Hubungan Komposisi Paduan Terhadap Nilai Koefisien Pemuaian Termal Bahan</i>	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Titik Leleh Batu Tahan Api	10
Tabel 2.2 Rumus penentuan kekuatan terhadap beban lentur.....	15
Tabel 4.1 Hasil XRD Tanah Liat	32
Tabel 4.2 Hasil XRD Abu Batubara	34
Tabel 4.3 Hasil XRD Pasir Inti Cor Bekas	36
Tabel 4.4 Data Jenis Mineral Hasil Pengujian XRD.....	38
Tabel 4.5 Kuat Tekan pada ukuran mesh 50.....	40
Tabel 4.6 Kuat Tekan pada ukuran mesh 100.....	41
Tabel 4.7 Kuat Tekan pada ukuran mesh 200.....	42
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Koef. Ekspansi termal Spesimen Mesh 200 Dan komposisi paduan 15 : 35 :50 (%)	46
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Koef. Ekspansi Termal Spesimen Mesh 200 Dan komposisi paduan 20 : 30 :50 (%)	47
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Koef. Ekspansi Termal Spesimen Mesh 200 Dan komposisi paduan 25 : 25 :50 (%)	48
Tabel 4.11 Nilai Koef. Ekspansi Termal Tiap-tiap Spesimen.....	49

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang	Keterangan	Satuan
S	Cold Crushing Strenght	N/mm ²
W	Gaya Beban Maksimum.	N
A	Luas Permukaan Benda Uji	mm ²
σ	Kekuatan Lentur	Kg/cm ²
M	Momen Bending Maksimum	Kg.m
c	Jarak dari Pusat Spesimen ke Permukaan Luar	Cm
I	Momen Inersia Potongan Melintang	Kg.m
F	Beban Yang diterapkan	Kg
L	Jarak Antara kedua Tumpuan	Cm
b	Lebar Spesimen	Cm
d	Tebal Spesimen	Cm
R	Jari-jari Lingkaran	Cm
α	Koefisien Pemuaiian Panjang	/ ⁰ C
β	Koefisien Pemuain Luas	/ ⁰ C
γ	Koefisien Pemuaiian Volume	/ ⁰ C
l_0	Panjang Mula-mula	mm
l_t	Panjang Setelah Mengalami Pemuaiian	mm
A_0	Luas Mula-mula	mm ²
A_t	Luas Setelah Mengalami Pemuaiian	mm ²
V_0	Volume Mula-mula	mm ³
V_t	Volume Setelah Mengalami Pemuaiian	mm ³
Δl	Selisih Panjang	mm
ΔA	Selisih Luas	mm ²
ΔV	Selisih Volume	mm ³
ΔT	Selisih Perubahan Suhu	⁰ C