



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH PADUAN ABU VULKANIK DAN TANAH LIAT TERHADAP
SIFAT ABRASIF DAN KUAT TEKAN DINGIN
SEBAGAI BAHAN *REFRACTORY***

TUGAS SARJANA

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

Disusun oleh:

ACHMAD BASARI

L2E 606 001

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
SEMARANG
2011**

TUGAS SARJANA

Diberikan Kepada : Nama : Achmad Basari
NIM : L2E 606 001

Dosen Pembimbing I : Ir. Sumar Hadi Suryo

Dosen Pembimbing II : Ir. Yurianto, MT

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : **Pengaruh Paduan Abu Vulkanik dan Tanah Liat Terhadap Sifat Abrasif dan Kuat Tekan Dingin Sebagai Bahan *Refractory***

Isi Tugas : Menganalisa dan mengetahui komposisi atau kandungan mineral dari abu vulkanik dan tanah liat, membuat paduan untuk refraktori, menganalisa sifat abrasif, kekuatan tekan dingin, dan struktur mikro hasil paduan, sehingga hasil analisa dapat dijadikan sebagai referensi dalam alternatif pembuatan refraktori.

Pembimbing I



Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 195801021986031002

Semarang, 19 Desember 2011

Pembimbing II



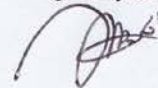
Ir. Yurianto, MT
NIP. 195507271986031008

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, 19 Desember 2011

Yang Menyatakan,



Achmad Basari

NIM. L2E 606 001





HALAMAN PENGESAHAN

Naskah Tugas Sarjana ini diajukan oleh:

Nama : Achmad Basari
NIM : L2E 606 001
Jurusan/ Program Studi : Teknik Mesin
Judul : Pengaruh Paduan Abu Vulkanik dan Tanah Liat Terhadap Sifat Abrasif dan Kuat Tekan Dingin Sebagai Bahan *Refractory*

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. Sumar Hadi Suryo ()
Pembimbing II : Ir. Yurianto, MT ()
Penguji : Ir. Sugiyanto, DEA ()
Penguji : Dr. Achmad Widodo, ST, MT ()

Semarang, 19 Desember 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 : Achmad Basari
NIM : L2E 606 001
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 :

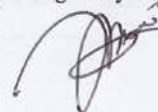
“Pengaruh Paduan Abu Vulkanik dan Tanah Liat Terhadap Sifat Abrasif dan Kuat Tekan Dingin Sebagai Bahan *Refractory*”

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 : 19 Desember 2011

Yang Menyatakan,



Achmad Basari
NIM. L2E 606 001

ABSTRACT

The amount of volcanic ash that is still difficult to solve one of the reasons the feasibility study and utilization of waste into a high-efficient goods. In this study, volcanic ash and clay are the two objects is based on the characteristics of waste utilization has the potential to become an alternative manufacture of refractory materials. This study aims to determine the effect of alloying on the properties of the abrasive and compressive strength of cold as a refractory material.

Alloy preparation process starts from the drying process of raw material (volcanic ash and clay) up to dry, then pounded, mashed (blend) and sifted through the stages of screening to obtain powder of mesh size 150. All materials are then mixed manually with the composition variation of volcanic ash - clay (%) 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, and the molasses and water as the straps .. Furthermore, prior to the formation of alloys burned performed by the method of printing press using a press at 100 kg/cm³ hidroulic (5x5x5 cm blocks cold tap test and abrasion test beam 5x5x5 cm). Selection of the heat resistance of the alloy is 900 ° C, 1000 ° C, 1100 ° C.

Analysis and testing of specimens that do include: analysis of phase with the XRF (X-Ray Fluorescence), abrasive properties, compressive strength, and microstructures by SEM (Scanning Electron Microscope). In the testing phase analysis obtained the content of silica dioxide (SiO₂) alloy 50 % volcanic ash: 50% clay, 50.72% and 69.05 SK34 refractory refractory where the silica content is very dibutuhkan. Pada testing SEM (Scanning Electron Microscope) can be seen clearly density, homogeneity, and porosity of the blend of 50% volcanic ash : 50% clay, 50.72% and refractory SK34.

Key words: sewage, ash, clay, refractory, abrasive properties, compressive strength of cold

ABSTRAK

Banyaknya limbah abu vulkanik gunung berapi yang hingga saat ini masih sulit terpecahkan menjadi salah satu alasan dilakukannya studi pemanfaatan limbah menjadi barang berdaya guna tinggi. Dalam penelitian ini, abu vulkanik dan tanah liat merupakan dua obyek pemanfaatan limbah yang berdasarkan karakteristiknya berpotensi menjadi bahan alternatif pembuatan refraktori. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paduan terhadap sifat abrasif dan kuat tekan dingin sebagai bahan refraktori.

Proses preparasi paduan dimulai dari proses penjemuran bahan baku (abu vulkanik dan tanah liat) hingga kering, kemudian ditumbuk, dihaluskan (*blend*) dan diayak sampai ke tahap *screening* hingga memperoleh ukuran serbuk *mesh* 150. Semua bahan kemudian dicampur secara manual dengan variasi komposisi abu vulkanik – tanah liat (%) 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, dan molase serta air sebagai pengikatnya.. Selanjutnya sebelum paduan dibakar dilakukan proses pembentukan dengan metode cetak tekan menggunakan *hidroulic press* sebesar 100 kg/cm³ (balok 5x5x5 cm uji tekan dingin dan balok 5X5X5 cm uji abrasi). Seleksi ketahanan panas dari paduan adalah 900°C, 1000 °C, 1100°C.

Analisa dan pengujian spesimen yang dilakukan antara lain: analisa fasa dengan XRF (*X-Ray Fluorescence*), sifat abrasif, kekuatan tekan, dan mikro struktur dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Pada pengujian analisa fasa didapatkan kandungan Silika dioksida (SiO₂) paduan 50% abu vulkanik: 50% tanah liat 50,72% dan *refractory SK34* 69,05 dimana dalam refraktori kandungan silika sangat dibutuhkan. Pada pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) dapat dilihat secara jelas densitas, homogenitas, dan porositas dari paduan 50% abu vulkanik: 50% tanah liat 50,72% dan *refractory SK34*.

Kata kunci: limbah, abu vulkanik, tanah liat, refraktori, sifat abrasif, 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. Civitas akademik dan lembaga yang membantu proses pengujian spesimen.
4. 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, 19 Desember 2011



Penulis

Berusaha Menjadi Seorang Laki-Laki Bertanggung Jawab Untuk Semua Hal.

HAI ORANG-ORANG YANG BERIMAN,JADIKANLAH SABAR DAN SHOLAT
SEBAGAI PENOLONGMU,SESUNGGUHNYA ALLAH BESERTA ORANG-ORANG
YANG SABAR.

(Al Baqarah: 153)

Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk:

Ayah & Ibunda tercinta

Kakak & Adik sekeluarga

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
ABSTRACT	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 Penelitian	2
1.3. Perumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Abu Vulkanik	6

2.2.	Tanah Liat	6
2.3.	Refraktori	7
2.3.1.	Faktor-Faktor Kekuatan Refraktori	10
2.3.2	Komposisi Penyusun Refraktori.....	11
2.3.3	Kekuatan Fisis Refraktori	11
2.3.4	Ikatan Kimia Refraktori	12
2.3.5	Kerusakan Refraktori	12
2.4	<i>Screening</i>	15
2.5	Bentuk Butir dan Ukuran Serbuk	16
2.6	<i>X-Ray Flourescence (XRF)</i>	17
2.7	Abrasi.....	19
2.8	Refractory Seger Kegel 34	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Bahan Penelitian	20
3.2	Peralatan Penelitian	22
3.3	Alur Kerja Penelitian	25
3.4	Parameter Pengujian	29
3.5	Metode Pengujian yang Dilakukan	29
3.5.1	Uji Komposisi Bahan	29
3.5.2	Uji Abrasi	30
3.5.3	Uji Tekan (<i>Compression Test</i>)	30
3.5.4	Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Identifikasi Komposisi Bahan	33
4.1.1	Komposisi abu vulkanik	33
4.1.2	Komposisi tanah liat.....	34
4.1.3	Komposisi Paduan 50% abu vulkanik : 50% tanah liat	34
4.1.4	Komposisi <i>Refractory SK34</i>	35

4.2	Benda Uji	39
4.3	Seleksi Ketahanan Panas Spesimen	40
4.3.1	Seleksi Ketahanan Panas I.....	41
4.3.2	Seleksi Ketahanan Panas II	41
4.3.3	Seleksi Ketahanan Panas III	42
4.4	Uji Ketahanan Abrasi Spesimen	43
4.4.1	Perhitungan nilai ketahanan abrasi spesimen	43
4.4.2	Analisa data ketahanan abrasi	45
4.5	Kuat Tekan dingin Spesimen	46
4.5.1	Data uji dan nilai kuat tekan spesimen	46
4.5.2	Analisa data nilai kuat tekan.....	47
4.6	Struktur Mikro Spesimen.....	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data uji komposisi bahan
- Lampiran 2. Data pengujian tekan specimen
- Lampiran 3. Laporan uji (SEM) *Scanning Electron Microscope*
- Lampiran 4. Testing of refractory materials
- Lampiran 5. Dokumentasi proses penelitian

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	(a). <i>Lining</i> refraktori tungku busur/ arc (BEE, 2005)	8
	(b). Dinding bagian dalam refraktori dengan blok <i>burner</i> (BEE, 2005)	8
Gambar 2.2.	Kerucut <i>pyrometric</i> (Biro Efisiensi Energi, 2004)	9
Gambar 2.3.	Retakan pada refraktori	13
Gambar 2.4.	Penutupan Refraktori oleh <i>slag</i>	14
Gambar 2.5.	Analisa dengan <i>screen</i> bertingkat.....	16
Gambar 2.6.	Berbagai jenis bentuk butiran.....	17
Gambar 2.7.	Pengklasifikasian ukiran butir standard <i>wentworth</i>	18
Gambar 3.1.	Abu Vulkanik	20
Gambar 3.2.	Tanah Liat	21
Gambar 3.3	<i>Refractory SK34</i>	22
Gambar 3.4.	<i>Mesh 150</i>	22
Gambar 3.5.	Peralatan konvesional	22
Gambar 3.6.	Mesin <i>X-Ray Flourescence (XRF) rigaku corporation</i>	23
Gambar 3.7.	Alat cetak tekan (<i>hydraulic press</i>)	23
Gambar 3.8.	Tungku Pemanas (tungku Carbolite)	23
Gambar 3.9.	Alat Uji Abrasi	24
Gambar 3.10.	alat uji tekan CCSCCTM tipe HT - 83911	24
Gambar 3.11.	Alat Uji SEM INSPEX S50 FEI.....	24
Gambar 3.12.	Diagram Alir metode penelitian	25
Gambar 3.13.	Diagram alir persiapan bahan	26
Gambar 3.14.	Diagram alir proses pembuatan spesimen	27
Gambar 3.15.	Diagram alir pengujian spesimen	28
Gambar 3.16.	Diagram alir uji komposisi.....	29
Gambar 3.17.	Diagram alir uji abrasi	30
Gambar 3.18.	Alat uji tekan CCSCCTM tipe HT-8391	31

Gambar 3.19. Diagram alir pengujian kuat tekan.....	31
Gambar 3.20. Alat uji SEM INSPEX S50 FEI.....	32
Gambar 3.21. Diagram alir pengujian SEM.....	32
Gambar 4.1. Bentuk specimen uji : kubus (5x5x5) cm.....	40
Gambar 4.2. Bentuk potongan <i>Refractory SK34</i> : kubus (5x5x5) cm.....	40
Gambar 4.3. Bentuk specimen komposisi 10% Abu Vulkanik : 90% Tanah Liat	41
Gambar 4.4. Bentuk specimen komposisi 20% Abu Vulkanik : 80% Tanah Liat	41
Gambar 4.5. Bentuk specimen komposisi 30% Abu Vulkanik : 70% Tanah Liat	42
Gambar 4.6. Bentuk specimen komposisi 40% Abu Vulkanik : 60% Tanah Liat	42
Gambar 4.7. Bentuk specimen komposisi 50% Abu Vulkanik : 50% Tanah Liat	42
Gambar 4.8. Bentuk <i>refractory SK34</i> (5x5x5) cm sebelum dan sesudah abrasi	43
Gambar 4.9. Bentuk specimen kubus (5x5x5) cm sebelum dan sesudah abrasi	44
Gambar 4.10. Pengukuran massa proses uji abrasi	45
Gambar 4.11. Bentuk specimen kubus (5x5x5) cm sebelum dan sesudah uji tekan.....	47
Gambar 4.12. Bentuk <i>Refractory SK34</i> sebelum dan sesudah uji tekan.....	47
Gambar 4.13. SEM <i>micrographs of specimen</i> 50% Abu Vulkanik : 50% Tanah Liat..	48
Gambar 4.14. SEM <i>micrographs of specimen Refractory SK34</i>	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat-sifat refraktori (The Carbon Trust, 1993)	8
Tabel 2.2.	Standard Ukuran <i>sieve</i>	15
Tabel 4.1.	Komposisi kimia abu vulkanik	33
Tabel 4.2.	Komposisi kimia tanah liat	34
Tabel 4.3.	Komposisi kimia paduan 50% abu vulkanik : 50% tanah liat	34
Tabel 4.4.	Komposisi kimia <i>refractory SK34</i>	35
Tabel 4.5.	Sifat senyawa silika	36
Tabel 4.6.	Sifat senyawa alumina	37
Tabel 4.7.	Sifat senyawa kalsium oksida	37
Tabel 4.8.	Sifat senyawa besi oksida	38
Tabel 4.9.	Sifat senyawa kalium oksida.....	38
Tabel 4.10.	Sifat senyawa titanium oksida.....	39
Tabel 4.11.	Sifat senyawa mangan dioksida	39
Tabel 4.12.	Nilai ketahanan abrasi tiap spesimen	43
Tabel 4.13.	Gaya max.dan nilai kuat tekan tiap spesimen.....	46

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<u>Lambang</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Satuan</u>
A	<i>Area</i> / Luas bidang	mm ²
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:

AV	= Abu Vulkanik
TL	= Tanah Liat
XRF	= <i>X-Ray Fluorescence</i>
SSS	= <i>Solid State Sintering</i>
CCSCCTM	= <i>Computer Control Servohydraulic Concrete Compression Testing Machine</i>
SEM	= <i>Scanning Electron Microscope</i>
SK 34	= <i>Seger Kegel 34</i>