



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGUJIAN KEAUSAN KOMPOSIT ALUMINIUM YANG DIPERKUAT SERBUK
BESI DAN KOMPOSIT PADUAN ALUMINIUM TEMBAGA YANG DIPERKUAT
ABU TERBANG**

TUGAS AKHIR

**RIYAN YUDHA NOVIANTO
L2E 606 050**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
OKTOBER 2012**

TUGAS AKHIR

- Diberikan Kepada : Nama : Riyan Yudha Novianto
NIM : L2E 606 050
- Dosen Pembimbing : Dr. Sulardjaka, ST, MT
- Judul : **Pengujian keausan komposit aluminium yang diperkuat serbuk besi dan komposit paduan aluminium tembaga yang diperkuat abu terbang.**
- Isi Tugas : 1. Dapat membandingkan ketahanan aus antara komposit aluminium yang diperkuat serbuk besi dengan komposit paduan aluminium tembaga yang diperkuat abu terbang.
2. Dapat membandingkan nilai kekerasan antara komposit aluminium yang diperkuat serbuk besi dengan komposit paduan aluminium tembaga yang diperkuat abu terbang.

Semarang, Oktober 2012

Pembimbing,



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

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 : Riyan Yudha N

NIM : L2E 606 050

Tanda Tangan :



Tanggal : Oktober 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Riyan Yudha Novianto

NIM : L2E 606 050

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Pengujian keausan komposit aluminium yang diperkuat serbuk besi dan komposit paduan aluminium tembaga yang diperkuat abu terbang.

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 : Dr. Sulardjaka, ST, MT

Penguji : Dr. Sri Nugroho, ST, MT

Penguji : Ir. Sugiyanto, DEA

Penguji : Yusuf Umardhani, ST, MT



Semarang, Oktober 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 : Riyan Yudha Novianto
NIM : L2E 606050
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Universitas Diponegoro
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 :

PENGUJIAN KEAUSAN KOMPOSIT ALUMINIUM YANG DIPERKUAT SERBUK
BESI DAN KOMPOSIT PADUAN ALUMINIUM TEMBAGA YANG DIPERKUAT
ABU TERBANG

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/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : Oktober 2012

Yang menyatakan



(Riyan Yudha Novianto)
NIM. L2E 606 050

PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR INI KUPERSEMBAHKAN

KEPADA :

ORANGTUA AKU TERCINTA,

ALMARHUM IBU PARNI YANG

SENANTIASA MEMBERIKAN DORONGAN

DAN DOA YANG TIDAK PERNAH

PUTUS, SAMPAI AKHIR HAYAT HIDUPNYA

MOTTO

**“LUHUR DALAM PEKERTI, PRIMA
DALAM PRESTASI, SANTUN
DALAM BERPERILAKU ”**

ABSTRAK

Komposit matriks logam memiliki sifat yang tahan terhadap korosi dan keausan dibandingkan dengan logam tanpa penguat. Semakin meningkat penggunaan komposit karena komposit mempunyai densitas yang rendah dan penguat dengan biaya relatif rendah. Aluminium matriks komposit memiliki kekuatan spesifik, modulus spesifik dan ketahanan keausan yang baik dibandingkan dengan paduan aluminium tanpa penguat. Material awal adalah Al limbah dengan serbuk Fe dan paduan Al-Cu dengan Abu terbang, ukuran penguatnya dengan *mesh* 350.

Komposit disusun dengan fraksi berat 5%, 10%, 15% metode yang digunakan ialah *stir casting* dengan temperatur penuangan 750°C lama pengadukan 5 menit dan putaran 250 rpm. Karakterisasi yang dilakukan keausan dan kekerasan.

Dari hasil pengujian pada temperatur 750°C Al-Fe bahwa kondisi paling baik diperoleh pada komposisi 10% Fe dengan karakteristik sebagai berikut; keausan spesifik 0,000576475 mm²/kg. Sedangkan data yang diperoleh menunjukkan nilai kekerasan optimal pada Al-Fe 15 % temperatur 750°C yang sebesar 60,14 HRB. Dari hasil pengujian pada temperatur 750°C paling baik pada komposisi 5% abu terbang dengan karakterisasi sebagai berikut Keausan spesifik 0,000730136 mm²/kg Berdasarkan nilai rata-rata kekerasan, fraksi massa abu terbang dengan nilai kekerasan paling optimal adalah 10% dengan rata- rata kekerasan adalah 36 HRB.

Kata Kunci: *Komposit matriks logam, aluminium matriks komposit, stir casting, sifat mekanik, komposisi material.*

ABSTRACT

Metal matrix composites have properties that are resistant to corrosion and wear compared to metal without an amplifier. Increased use of composites as composites have low density and relatively low cost amplifier. Aluminum matrix composite has a specific strength, specific modulus and good wear resistance compared with aluminum alloy without reinforcement. Starting materials were Al waste with Fe powder and Al-Cu alloys with fly ash, with the mesh size of the amplifier 350.

Composites prepared with weight fractions 5%, 10%, 15% Fe and heavy fractions 5%, 10%, 15% of fly ash method used was stir casting with pouring temperature 750°C, and 5 minutes longer stirring 250 rpm rotation. Characterization performed included wear test and hardness test.

From the test results at temperatures of 750°C Al - Fe the best conditions obtained at the composition of 10% Fe with the following characteristics; specific wear mm^2/kg 0,00057475. While the data obtained shows the optimal hardness value of 15% Al-Fe temperature of 750°C (60,14 HRB). From the test results at temperatures of 750°C at both the composition of 5% fly ash characterization as follows. Wear specific 0,000730136 mm^2/kg Based on the average value of violence, mass fraction of the fly ash with the most optimal hardness value is 10% with The average hardness is HRB 36.

Keywords: metal matrix composites, aluminum matrix composites, stir casting, mechanical properties, material composition.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME atas berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Tugas Akhir yang berjudul **“Pengujian keausan komposit aluminium yang diperkuat serbuk besi dan komposit paduan aluminium tembaga yang diperkuat abu terbang”** ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penyusun selama penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Dr. Sulardjaka, ST, MT selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan kepada penyusun hingga terselesainya Tugas Akhir ini.
2. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan atas terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Dengan penuh kerendahan hati, penyusun menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penyusun miliki, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semakin menambah kecintaan dan rasa penghargaan kita terhadap Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Semarang, Oktober 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSUTUJUAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
NOMENKLATUR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Aluminium	6
2.1.1 Sifat-sifat aluminium	6
2.1.2 Paduan aluminium	8
2.2 Besi	13
2.2.1 Sifat-sifat besi	13
2.3 Abu terbang batu bara	16
2.3.1 Sifat abu terbang batu bara	16

2.4 Komposit matriks logam.....	18
2.4.1 <i>Metal Matrix Composites</i>	19
2.4.1 Metode pembentukan komposit matriks logam.....	21
2.5 Pengujian keausan.....	23
2.5.1 Pengujian keausan abrasive	27
2.6 Uji Kekerasan.....	29
2.6.1 Uji Kekerasan Metode <i>Rockwell</i> (HR/HRN)	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Diagram alir penelitian	30
3.2 Peralatan yang digunakan	32
3.3 Persiapan Bahan	40
3.4 Proses pembuatan spesimen dengan variasi komposisi serbuk besi dan serbuk abu terbang	41
3.3 Prosedur Pengujian	45
3.3.1 Pengujian material.....	45
3.3.2 Pengujian keausan.....	45
3.3.3 Pengujian Kekerasan.....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Analisa Data Hasil Pengujian.....	47
4.2 Keusan dan foto makro	47
4.3 Data Nilai Pengujian Kekerasan Al – Fe	49
4.4 Data Nilai Pengujian Kekerasan Al Cu-abu terbang	52
BAB V PENUTUP.....	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik aluminium.....	7
Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanik aluminium.....	8
Tabel 2.3 Kelompok Paduan aluminium (<i>casting alloys</i>).....	9
Tabel 2.4 Sifat fisika besi.....	14
Tabel 2.5 Sifat kimia besi.....	14
Tabel 2.7 Sifat Lain-lain besi	15
Tabel 2.8 Komposisi kimia <i>fly ash</i> dari beberapa jenis batubara.....	18
Tabel 2.9 Skala kekerasan <i>Rockwell</i>	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram fase <i>binary</i> Al-Cu.....	11
Gambar 2.2 Proses terbentuknya <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>	16
Gambar 2.3. Partikel abu terbang.....	17
Gambar 2.4 Penggolongan komposit berdasarkan tipe penguatnya.....	21
Gambar 2.5 Berbagai produk yang dibuat dengan Al-MMCs.....	21
Gambar 2.6 Skema dapur pleburan stir casting.....	23
Gambar 2.7 Ilustrasi skematis keausan adhesive.....	24
Gambar 2.8 Ilustrasi skematis keausan abrasive.....	25
Gambar 2.9 Ilustrasi skematis keausan lelah.....	26
Gambar 2.10 Ilustrasi skematis keausan oksidasi.....	27
Gambar 2.11 Prinsip pengujian keausan dengan metode <i>Ogoshi</i>	28
Gambar 2.12 Prinsip kerja metode kekerasan <i>Rockwell</i>	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2 (a) <i>Tungku Krusibel</i> dan (b) <i>Burner</i>	35
Gambar 3.3 Kowi.....	35
Gambar 3.4 Pengaduk (<i>Stir Cast</i>).....	36
Gambar 3.5 Timbangan	36
Gambar 3.6 (a) <i>Thermocouple</i> dan (b) <i>Display</i>	37
Gambar 3.7 Cetakan Logam Silinder.....	38
Gambar 3.8. Alat Pres Sederhana.....	38
Gambar 3.9 Vernier Caliper.....	39
Gambar 3.10 Gergaji Tangan.....	39
Gambar 3.11 Mesh 350.....	40

Gambar 3.12 Mesin Amplas Dan Poles.....	40
Gambar 3.13 (a) Mikroskop Optik dan (b) Kamera.....	40
Gambar 3.14 Neraca Digital.....	41
Gambar 3.15 <i>Ogoshi high speed universal wear testing machine type OAT-U</i>	42
Gambar 3.16 Aluminium.....	42
Gambar 3.17 Serbuk besi.....	43
Gambar 3.18. Serbuk abu terbang.....	43
Gambar 3.19 Proses peleburan menggunakan tungku krusibel.....	44
Gambar 3.20 Proses <i>stir casting</i>	44
Gambar 3.21 Proses penuangan dan pengepresan.....	45
Gambar 3.22 Spesimen hasil pengecoran.....	45
Gambar 3.23 Pengambilan Sampel Uji Pada Bagian Atas, Tengah dan Bawah.....	46
Gambar 3.24. Prinsip pengujian keausan dengan metode <i>Ogoshi</i>	47
Gambar 4.1 Pengaruh % Fe dan abu terbang terhadap keausan spesifik.....	49
Gambar 4.2 Foto makro jejak pengujian keausan spesifik a) AlCu-abu terbang 5%, b) AlCu-abu terbang 10%, c) AlCu-abu terbang 15%, d) Al-Fe 5%, e) Al-Fe 10%, f) Al-Fe 15%.....	49
Gambar 4.3 Grafik hubungan nilai kekerasan Al-Fe 5 % pada temperatur 750 °C terhadap jarak pengukuran (cm).....	51
Gambar 4.4 Grafik hubungan nilai kekerasan Al-Fe 10 % pada temperatur 750 °C terhadap jarak pengukuran (cm).....	51
Gambar 4.5 Grafik hubungan nilai kekerasan Al-Fe 15 % pada temperatur 750 °C terhadap jarak pengukuran (cm).....	52
Gambar 4.6 Grafik nilai kekerasan Al-Fe terhadap temperatur pemanasan 750°C.....	52

Gambar 4.7. Grafik hubungan nilai kekerasan Al-Cu *fly ash* 5 % pada temperatur 750 °C terhadap jarak pengukuran (cm).....53

Gambar 4.8. Grafik hubungan nilai kekerasan Al-Cu *fly ash* 10 % pada temperatur 750 °C terhadap jarak pengukuran (cm).....54

Gambar 4.9. Grafik hubungan nilai kekerasan Al-Cu *fly ash* 15 % pada temperatur 750 °C terhadap jarak pengukuran (cm).....

NOMENKLATUR

Simbol	Definisi	Satuan
B	lebar piringan pengaus	(mm)
Bo	lebar keausan pada benda uji	(mm)
FO	beban minor	(kg)
F1	beban mayor	(kg)
F	total beban	(kg)
Io	jarak tempuh pada proses pengausan	(mm)
Po	gaya tekan pada proses keausan berlangsung	(kg)
r	jari- jari piringan pengausan	(mm)
Ws	harga keausan spesifik	(mm ² /kg)