



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**KEKERASAN DAN KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT  
ALUMINIUM YANG DIPERKUAT SERBUK BESI PRODUK  
PROSES *STIR CASTING***

**TUGAS AKHIR**

**SYAIFUL ANAM  
L2E 606 056**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

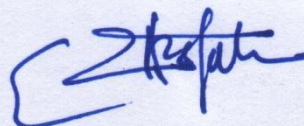
**SEMARANG  
OKTOBER 2012**

## TUGAS SARJANA

- Diberikan Kepada : Nama : Syaiful Anam  
NIM : L2E 606 056
- Dosen Pembimbing : Dr. Sulardjaka, ST, MT
- Jangka Waktu : 6 bulan
- Judul : Kekerasan dan Kekuatan *Bending* Komposit Aluminium yang Diperkuat Serbuk Besi Produk Proses *Stir Casting*
- Isi Tugas : Mengetahui dan menganalisis pengaruh fraksi massa serbuk penguat dan temperatur tuang terhadap kekerasan dan kekuatan lentur (*bending*) komposit aluminium yang diperkuat serbuk besi dengan variasi fraksi massa sebanyak 5 %, 10 %, dan 15 % serta variasi temperatur penuangan 700° C, 725° C dan 750° C dengan waktu pengadukan sekitar 5 menit.

Semarang, 12 Oktober 2012


Menyetujui,  
Dosen 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 : Syaiful Anam**  
**NIM : L2E 606 056**  
**Tanda Tangan : **  
**Tanggal : 12 Oktober 2012**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Syaiful Anam

NIM : L2E 606 056

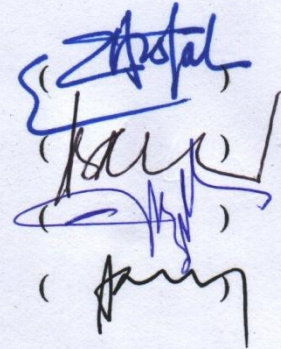
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Kekerasan dan Kekuatan *Bending* Komposit Aluminium yang Diperkuat Serbuk Besi Produk Proses *Stir Casting*

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. Ir. AP. Bayuseno, MSC  
Penguji : Dr. Achmad Widodo, ST, MT  
Penguji : Dr. Ir. Toni Prahasto, MASc



Semarang, 12 Oktober 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

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

---

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

Nama : Syaiful Anam  
NIM : L2E 606 056  
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 :

**KEKERASAN DAN KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT ALUMINIUM YANG DIPERKUAT SERBUK BESI PRODUK PROSES *STIR CASTING***

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 : 12 Oktober 2012

Yang menyatakan



(Syaiful Anam)  
NIM. L2E 606 056

## **PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini dengan bangga dan penuh rasa hormat penulis persembahkan kepada :

1. Moch Nardi, selaku ayah dari penulis. Penulis bangga mempunyai ayah seperti beliau yang sudah bekerja keras demi anak-anaknya agar kami semua bisa mempunyai kehidupan yang lebih baik dan menjadi manusia yang berguna. Terima kasih.
2. Suryati, selaku ibu dari penulis. Ketulusan kasih sayang, cinta, dan doa yang telah engkau berikan serta pengorbanan dan perjuanganmu dalam merawat kami yang tak henti-hentinya selalu merepotkanmu. Terima kasih.
3. Anwar Suryanto, Sholikhatun Muna, dan Muhammad Aries Irsyadi, selaku kakak dan adik dari penulis. Jadilah panutan yang baik dan kebanggaan untuk kami. Terima kasih.
4. Ervina Safitri, selaku adik dari penulis yang senantiasa memberikan semangat dan doa. Terima kasih.

## **MOTTO**

Allah selalu beserta dengan orang-orang yang sabar dan tawakal.

Semangat, tekun, dan bekerja secara pintar untuk masa depan yang lebih cerah.

Sebaik-baiknya manusia adalah manusia yang bermanfaat untuk orang lain,

agama, lingkungan, dan negara.

Semua hal yang saya lakukan di dunia ini, tidak lain atas dasar mencari ridho

Allah SWT.

## ABSTRAK

Komposit *Al/Fe* berpenguat serbuk besi (*Fe*) dengan variasi fraksi massa *Fe* dari 5%; 10%; dan 15% dengan temperatur tuang 700 °C; 725 °C , dan 750 °C pada tiap masing-masing fraksi massa dibuat dengan menggunakan metode *stir casting* dengan kecepatan pengaduk 250 rpm selama 5 menit. Bahan matrik yang digunakan adalah *Al* bekas yang didaur ulang dan penguatnya (*filler*) berupa serbuk besi yang telah di *mesh* 350. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh distribusi partikel yang homogen dan perbaikan sifat mekanik dari komposit *Al/Fe*. Pengaruh penambahan fraksi massa serbuk besi dan temperatur tuang pada setiap spesimen dianalisa dengan pengujian kekerasan dan *bending*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan partikel penguat serbuk besi (*Fe*) mempengaruhi karakteristik mekanik komposit. Nilai kekerasan meningkat dengan meningkatnya fraksi massa, sedangkan nilai *bending* relatif menurun. Kekerasan tertinggi diperoleh pada fraksi massa 15% dengan temperatur tuang 750 °C yaitu 60,14 HRB, sementara kekuatan *bending* menurun dengan kenaikan fraksi massa. Adanya penggumpalan serbuk besi yang tidak merata sempurna dan porositas pada *Al/Fe* menyebabkan kekuatan *bending* menurun pada fraksi massa 15% dengan temperatur 725 °C yaitu 34,91 Mpa.

**Kata kunci:** Komposit *Al/Fe*, *stir casting*, *hardness*, *bending*.



## **ABSTRACT**

*Composites Al/Fe reinforced with iron powder (Fe) with various Fe mass fraction of 5%, 10% and 15% with casting temperature of 700 ° C; 725 ° C, and 750 ° C at each respective mass fractions prepared using the method stir casting with a stirrer speed of 250 rpm for 5 min. Matrix material used is Al scraps are recycled and the reinforcement (filler) is iron powder (Fe), which has been in mesh 350. This research was conducted to obtain a homogeneous particle distribution and improved mechanical properties of the composite Al / Fe. Effect of the addition of iron powder (Fe) and casting temperature on each specimen was analyzed by testing hardness and bending. The test results showed that the addition of reinforcing particles of iron powder (Fe) affects the mechanical characteristics of the composite. Hardness value increases with increasing mass fraction, while the value of bending relative decreased. Optimal hardness obtained at a mass fraction of 15% with a casting temperature of 750 ° C is 60,14 HRB, while bending strength decreases with increasing mass fraction. The presence of iron powder clumping uneven perfect and porosity of the Al / Fe causes bending strength decreased at a mass fraction of 15% with a casting temperature of 725 ° C is 34.91 MPa.*

**Key words:** *Composites Al/Fe, stir casting, hardness, bending.*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, berkat, dan ridhoNya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir yang berjudul **“Kekerasan dan Kekuatan *Bending* Komposit Aluminium yang Diperkuat Serbuk Besi Produk Proses *Stir casting*”** ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

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

1. Bapak Dr. Sulardjaka, ST, MT selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan masukan kepada penulis sehingga terselesainya Tugas Akhir ini. Terima kasih.
2. Teman-teman satu tim (Giri, Iwan, Erwan, dan Riyan) dan juga semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan atas terselesaikannya Tugas Akhir ini. Terima kasih.
3. Orang tua dan keluarga yang telah membantu dari segala segi. Terima kasih.
4. Keluarga besar kutukutu2006 yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini. Terima kasih.

Dengan penuh kerendahan hati, penyusun menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki sehingga tentu saja penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kemajuan penulis untuk masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semakin menambah kecintaan dan rasa penghargaan kita terhadap Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Semarang, 12 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 GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
NOMENKLATUR .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah... ..	2
1.3 Tujuan Penelitian... ..	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI .....	5
2.1 Aluminium.....	5
2.1.1 Sifat-Sifat Aluminium.....	6
2.1.2 Aluminium dan Paduannya .....	8
2.2 Besi... ..	14
2.2.1 Sifat-Sifat Besi... ..	14
2.3 Komposit.....	16
2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Komposit... ..	18

2.4 Aluminium- <i>Metal Matrix Composite</i> / AMCs.....	19
2.4.1 Proses Pembuatan AMCs.....	23
2.4.2 Proses Pembuatan AMCs Diperkuat <i>Fe</i> dengan <i>Stir Casting</i> .....	25
2.4.3 Aplikasi AMCs.....	27
2.5 Uji Kekerasan.....	28
2.5.1 Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	29
2.6 Uji <i>Bending</i> .....	30
2.6.1 Uji <i>Bending</i> Tiga-Titik.....	30
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA PENELITIAN.....	32
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	32
3.2 Peralatan yang Digunakan.....	34
3.3 Persiapan Bahan.....	42
3.4 Proses Pembuatan Spesimen dengan Variasi Komposisi Serbuk Besi.....	43
3.5 Proses Pengujian Spesimen.....	46
3.5.1 Pengujian Kekerasan Metode <i>Rockwell</i> .....	46
3.5.2 Pengujian <i>Bending</i> Tiga-Titik.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Analisa Data Hasil Pengujian.....	49
4.2 Data Nilai Pengujian Kekerasan.....	49
4.3 Data Nilai Pengujian <i>Bending</i> .....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1. Kesimpulan.....	61
5.2.Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	xviii
LAMPIRAN.....	xx

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Aluminium Murni.....	5
<b>Gambar 2.2</b> Berbagai Jenis Komposit Berdasar Penguatnya .....	18
<b>Gambar 2.3</b> Skema <i>Stir Casting</i> .....	26
<b>Gambar 2.4</b> Beberapa Aplikasi Industri AMCs .....	28
<b>Gambar 2.5</b> Penampang Uji <i>Bending</i> .....	31
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	32
<b>Gambar 3.2</b> (a) Tungku Krusibel dan (b) <i>Burner</i> .....	35
<b>Gambar 3.3</b> <i>Blower</i> .....	35
<b>Gambar 3.4</b> Kowi. ....	36
<b>Gambar 3.5</b> Alat Pres .....	36
<b>Gambar 3.6</b> Pengaduk ( <i>stir cast</i> ).....	37
<b>Gambar 3.7</b> Cetakan Logam Silinder .....	37
<b>Gambar 3.8</b> Timbangan Digital .....	38
<b>Gambar 3.9</b> Gergaji Tangan .....	38
<b>Gambar 3.10</b> <i>Mesh 350</i> .....	39
<b>Gambar 3.11</b> (a) <i>Thermocouple</i> dan (b) <i>Display</i> .....	39
<b>Gambar 3.12</b> Mesin Amplas dan Poles .....	40
<b>Gambar 3.13</b> Jangka Sorong.....	40
<b>Gambar 3.14</b> <i>Rockwell Hardness Tester Model HR-150A</i> .....	41
<b>Gambar 3.15</b> Mesin Uji <i>Bending Torsion's Universal Testing Machine</i> .....	41

<b>Gambar 3.16</b> Aluminium.....	42
<b>Gambar 3.17</b> Serbuk Besi.....	43
<b>Gambar 3.18</b> Proses Peleburan Menggunakan Tungku Krusibel.....	44
<b>Gambar 3.19</b> Proses <i>Stir Casting</i> Al dengan <i>Fe</i> . ....	44
<b>Gambar 3.20</b> Proses Penuangan dan Pengepresan .....	45
<b>Gambar 3.21</b> Spesimen Hasil Pengecoran.....	45
<b>Gambar 3.22</b> Spesimen Uji Kekerasan .....	46
<b>Gambar 3.23</b> Spesimen Uji <i>Bending</i> .....	47
<b>Gambar 3.24</b> Pemasangan Spesimen pada Alat Uji <i>Bending</i> .....	48
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 5 % pada Temperatur 700 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm).....	50
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 10 % pada Temperatur 700 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm).....	51
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 15 % pada Temperatur 700 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm).....	52
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hubungan Nilai Rata-Rata Kekerasan <i>Al/Fe</i> Terhadap Temperatur Pemanasan 700 °C .....	52
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 5 % pada Temperatur 725 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm).....	53
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 10 % pada Temperatur 725 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm).....	54
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 15 % pada Temperatur 725 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm).....	54

<b>Gambar 4.8</b> Grafik Hubungan Nilai Rata-Rata Kekerasan <i>Al/Fe</i> Terhadap Temperatur Pemanasan 725 °C .....	55
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 5 % pada Temperatur 750 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm) .....	56
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 10 % pada Temperatur 750 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm).....	56
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> 15 % pada Temperatur 750 °C Terhadap Jarak Pengukuran (cm).....	57
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Hubungan Nilai Kekerasan <i>Al/Fe</i> Terhadap Temperatur Pemanasan 750 °C .....	58
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Hubungan Nilai Uji <i>Bending Al/Fe</i> Terhadap Temperatur Pemanasan 700 °C .....	59
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Hubungan Nilai Uji <i>Bending Al/Fe</i> Terhadap Temperatur Pemanasan 725 °C .....	59
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Hubungan Nilai Uji <i>Bending Al/Fe</i> Terhadap Temperatur Pemanasan 750 °C. ....	60

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Sifat Fisik Aluminium.....	7
<b>Tabel 2.2</b> Kelompok Paduan Al Tempa ( <i>Wrought Alloys</i> ).....	11
<b>Tabel 2.3</b> Kelompok Paduan Al Cor ( <i>Casting Alloys</i> ).....	13
<b>Tabel 2.4</b> Sifat Fisika Besi .....	14
<b>Tabel 2.5</b> Sifat Kimia Besi .....	15
<b>Tabel 2.6</b> Sifat Lain-Lain Besi .....	15
<b>Tabel 2.7</b> Kelebihan dan Kekurangan <i>Aluminium Matrix Composites / AMCs</i> .....	20
<b>Tabel 2.8</b> Teknik Pengujian Kekerasan.....	28
<b>Tabel 2.9</b> Skala Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	29



## NOMENKLATUR

<b>Simbol</b>	<b>Definisi</b>	<b>Satuan</b>
S	tegangan lentur	(Mpa)
P	beban / <i>load</i>	(N)
L	panjang span / <i>support span</i>	(mm)
b	lebar / <i>width</i>	(mm)
d	tebal / <i>depth</i>	(mm)