

TUGAS SARJANA

**KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK
KOMPOSIT Matrik Logam Al/SiC pada Bahan Rem Kereta Api**



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu
(S-1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Oleh:

NUGROHO E RAHARJO

L2E 003 443

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

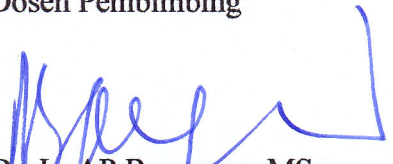
TUGAS SARJANA

- Diberikan kepada : Nama : Nugroho E Raharjo
Nim : L2E 003 443
- Dosen : 1. Dr. Ir. AP.Bayuseno, MSc.
Pembimbing : 2. Yusuf Umardani, ST. MT.
- Jangka Waktu : 10 bulan (sepuluh bulan)
- Judul : Karakterisasi Sifat Mekanik Komposit Matrik Logam Al-SiC
Pada Bahan Rem Kereta api
- Isi Tugas
1. Membuat sample komposit matriks logam Al/SiC dan membandingkan dengan besi cor bahan rem kereta api.
 2. Mengetahui dan mempelajari nilai kekerasan material komposit matriks logam Al/SiC sebagai pengganti besi cor pada bahan rem kereta api.
 3. Mengetahui dan mempelajari besarnya nilai keausan material komposit matriks logam Al/SiC sebagai pengganti besi cor pada bahan rem kereta api.
 4. Mengetahui dan mempelajari besarnya ketangguhan material komposit matriks logam Al/SiC sebagai pengganti besi cor pada bahan rem kereta api

Semarang, Januari 2010

Menyetujui

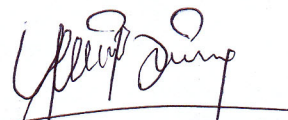
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. AP. Bayuseno, MSc.

NIP. 196205201989021001

Co Pembimbing



Yusuf Umardani, ST. MT.

NIP. 197008061998021001

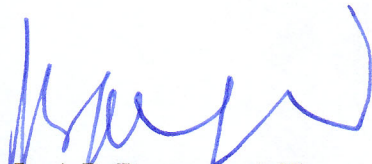
LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Sarjana dengan judul *“Karakterisasi Sifat Mekanik Komposit Matrik Logam Al/SiC Pada Bahan Rem Kereta Api”* telah disetujui :

Hari :

Tanggal :


Pembimbing I



Dr. Ir. A.P. Bayuseno, MSc.
NIP. 196205201989021001

Menyetujui

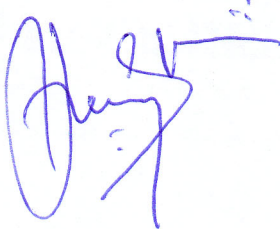
Pembimbing II



Yusuf Umardani, ST. MT.
NIP. 197008061998021001

Mengetahui

Koordinator Tugas Sarjana



Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST. MT.
NIP. 197104211999031001

Pembantu Dekan I

Fakultas Teknik



Ir. Bambang Pudjianto, MT.
NIP. 195212051985031001

ABSTRACT

A Train brake block is a part of a train and is used to hold up a train when is needed, there for a reliable brake is required for a giant vehicle such as a train. A clutch train is made from a cast iron and it has some weaknesses such as a short threadbare age, a big mass and also a high salvage value.

Al/SiC metal matrix composite used aluminium as a matrix and SiC as a stimulant. Alumunium is heated until it melted then mixes it with SiC filings, and then pours it into a casting mould. KML Al/SiC 2% and 5% is not yet able to replace a cast iron because from the value of hardness, friction and the absorbed energy is not yet accomplish as we expected. The value of hardness for Al-SiC 2% is 114,48 VHN, Al-SiC 5% is 104,73 VHN and cast iron is 227,34 VHN. The value of friction for Al-SiC 2% is $7,527 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{kg}$, Al-SiC 5% is $11,156 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{kg}$ and cast iron is $5,612 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{kg}$. The value of absorbed energy by material Al-SiC 2% is 0,387 joule, Al-SiC 5% is 0,249 joule and cast iron is 2,694 joule.

To obtain Al/SiC iron matrix composite synthesis result, an expanding examination is needed with a variation Al-SiC Composition.

Keywords: A train brake, Metal Matrix Composite, Al/SiC

ABSTRAKSI

Blok rem kereta api merupakan komponen kereta api yang berfungsi untuk menghentikan kereta pada saat dibutuhkan, sehingga kehandalan rem diperlukan untuk kendaraan seberat dan sebesar Kereta Api. Kampas rem kereta api yang terbuat dari besi cor mempunyai kelemahan usia keausan yang pendek, mempunyai massa yang besar, dan mempunyai *salvage value* atau nilai jual bahan bekas yang tinggi.

Komposit Matriks Logam Al-SiC (KML Al-SiC) menggunakan aluminium sebagai matriks dan partikel SiC sebagai penguat. Aluminium dipanaskan sampai ke titik lelehnya, lalu dicampur dengan SiC serbuk, selanjutnya dituang ke dalam cetakan. KML Al-SiC 2% dan 5% belum dapat menggantikan besi cor karena dilihat dari besarnya nilai kekerasan, keausan serta energi yang diserap masih belum memenuhi seperti yang diharapkan. Besarnya nilai kekerasan untuk Al-SiC 2% yaitu 114,48 VHN, Al-SiC 5% yaitu 104,73 VHN dan besi cor yaitu 227,34 VHN. Besarnya nilai keausan untuk Al-SiC 2% yaitu $7,527 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{kg}$, Al-SiC 5% yaitu $11,156 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{kg}$ dan besi cor yaitu $5,612 \times 10^{-8} \text{mm}^2/\text{kg}$. Besarnya energi yang diserap oleh material Al-SiC 2% yaitu 0,387 joule, Al-SiC 5% yaitu 0,249 joule dan besi cor yaitu 2,694 joule.

Untuk memperoleh hasil sintesis komposit matriks logam Al/SiC perlu dikembangkan penelitian yang lebih lagi dengan komposisi Al-SiC yang lebih bervariasi lagi.

Kata kunci: Rem Kereta Api, Komposit Matriks Logam (KML), Al/SiC

Motto :

“Jalanilah Hidup Apa Adanya, Jangan Pernah
Menyerah, Tetap Berusaha dan Berdoa, Karena
Allah Tidak Akan Merubah Nasib Kita Kalau Kita
Tidak Berusaha”

Persembahan :

Kupersembahkan karyaku ini kepada :

”Kedua Orang Tuaku, dan Adikku tercinta, Terima kasih atas doa dan pengorbanannya, Calon istriku yang dapat menerima semua kelebihan dan kekuranganku, Almarhum Om Kismedi yang telah memberikan semangat”

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tugas Akhir yang berjudul “*Karakterisasi Sifat Mekanik Komposit Matriks Logam Al/SiC pada Bahan Rem Kereta Api*” 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 terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan kepada penyusun selama penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
2. Dr. Ir. A.P.Bayuseno, MSc selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dalam menyusun Tugas Akhir ini.
3. Yusuf Umardani, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dalam menyusun Tugas Akhir ini.
4. Dr. MSK Tony Suryo Utomo, ST, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir
5. Rekan-rekan yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya, serta ada kelanjutan dari penelitian ini untuk penyempurnaan dari apa yang telah diperoleh demi kemajuan di masa mendatang

Semarang, Januari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAKSI	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
<i>1.3.1. manfaat teoritis</i>	2
<i>1.3.1. manfaat praktis</i>	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Material Rem Kereta Api	4
<i>2.1.1. Besi Cor</i>	6
2.2 Material Komposit Matriks Logam Al/SiC	8
<i>2.2.1. Komposit Matriks Logam</i>	8

2.2.2.	<i>Komposit Matriks Logam Al/SiC</i>	15
2.2.3.	<i>Perkembangan Pemakaian Komposit Matriks Logam Pada Rem Kereta Api</i>	17
2.3	Sifat Mekanik Besi Cor dan Al-SiC	20
2.3.1.	<i>Kekerasan</i>	20
2.3.2.	<i>Keausan</i>	23
2.3.3.	<i>Uji Impact</i>	26
BAB III	METODE PENELITIAN	
3.1	Metodologi	30
3.2	Prosedur Pengujian	32
3.2.1.	<i>Pembuatan Sampel</i>	32
3.2.2.	<i>Pengujian Material</i>	34
3.2.2.1.	<i>Pengujian Kekerasan</i>	34
3.2.2.2.	<i>Pengujian Keausan</i>	37
3.2.2.3.	<i>Pengujian Impact</i>	39
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Pengujian Kekerasan	43
4.2	Pengujian Keausan	45
4.3	Pengujian Impact	47
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	52
	LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	(a) Kampas rem kereta api dari besi cor kelabu	4
	(b) Kampas rem kereta api pada lokomotif	4
Gambar 2.2	Proses ikatan difusi dalam membuat KML berpenguat serat	9
Gambar 2.3	Skema pembuatan komposit partikel tuang	10
Gambar 2.4	Aplikasi pembuatan komposit partikel tuang	11
Gambar 2.5	Teknik tuang squeeze fabrikasi komposit	11
Gambar 2.6	Nilai kekerasan (vickers) Al-SiC	17
Gambar 2.7	Identor Metode Vickers	21
Gambar 2.8	Macam –Macam Lekukan yang Dihasilkan Penumbuk Intan	22
Gambar 2.9	<i>Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U)</i>	23
Gambar 2.10	Hubungan diameter partikel abrasif terhadap massa yang hilang	28
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	30
Gambar 3.2	Tungku pengecoran	32
Gambar 3.3	Cetakan baja	33
Gambar 3.4	Bahan pengecoran komposit matriks logam Al/SiC	33
	(a) Aluminium batangan (Al)	33
	(b) Serbuk silikon karbida (SiC)	33
Gambar 3.5	Diagram alir proses pengecoran	34
Gambar 3.6	(a) Spesimen Besi Cor bahan kereta api	35
	(b) Komposit Material Logam Al/SiC 2%	35
	(c) Komposit Material Logam Al/SiC 5%	35
Gambar 3.7	Alat uji kekerasan Vickers	35

Gambar 3.8	Mikroskop Olympus U-MSSP457	36
Gambar 3.9	Diagram alir pengujian kekerasan	37
Gambar 3.10	Diagram alir pengujian keausan	38
Gambar 3.11	Gambar teknik specimen uji impact	39
Gambar 3.12	Gergaji mesin	39
Gambar 3.13	Spesimen material uji Impact	40
	(a)Spesimen besi cor bahan kereta api	40
	(b)Komposit matriks logam Al/SiC 2%	40
	(c)Komposit matriks logam Al/SiC 5%	40
Gambar 3.14	Gambar alat uji impact metode charpy	40
Gambar 3.15	Peletakan spesimen metode charpy	40
Gambar 3.16	Skema pengujian impact	41
Gambar 3.17	Diagram alir pengujian impact	42
Gambar 4.1	Grafik Hasil Pengujian Kekerasan	44
Gambar 4.2	Grafik nilai keausan	47
Gambar 4.3	Grafik hasil pengujian impact	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi dan mechanical properties dari besi cor	8
Tabel 2.2	Beberapa contoh bahan KML komersial	14
Tabel 2.3	Propertis komposit matriks logam Al/SiC	16
Tabel 4.1	Data hasil pegujian kekerasan	43
Tabel 4.2	Hasil perhitungan pengujian kekerasan	44
Tabel 4.3	Data hasil pengujian keausan	45
Tabel 4.4	Hasil perhitungan spesific abrasiion	46
Tabel 4.5	Data hasil pengujian impact	48
Tabel 4.6	Hasil perhitungan pengujian impact	49