

**KARAKTERISASI MATERIAL**  
**BLOK REM KOMPOSIT KERETA API TYPE T360 (FUTURIS)**

**TUGAS AKHIR**

*(Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Sarjana Strata Satu (S-1)  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung)*

Disusun Oleh :

Fitriani

13.303.0014



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PASUNDAN**  
**BANDUNG**  
**2018**

**“KARAKTERISASI MATERIAL BLOK REM KOMPOSIT KERETA  
API TYPE T360 (FUTURIS)”**

---

---

**TUGAS AKHIR**



Nama : Fitriani

NPM : 13.303.0014

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Bukti Tarigan., MT.

Ir. Agus Sentana., MT.

## DAFTAR ISI

## HALAMAN JUDUL

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II STUDI LITERATUR</b>	
2.1 Sistem Pengereman Kereta Api .....	5
2.2 Material Blok Rem Kereta Api .....	7
2.2.1 Material Komposit.....	8
2.2.1.1 Klasifikasi Material Komposit .....	9
2.2.2 Material Besi Cor ( <i>Cast Iron</i> ) .....	14
2.3 Sifat-Sifat Material .....	17
2.4 Pengujian Pada Logam .....	19
2.4.1 Uji Kekerasan.....	20

2.4.2 Uji Keausan .....	24
2.4.3 Uji Metalografi .....	26
2.5 Pengamatan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	28
2.6 Pengamatan <i>Energy Dispersive Spectroscopy</i> (EDS) .....	30
2.7 Mekanisme Pembentukan .....	34

### BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	37
3.2 Identifikasi Pengujian .....	38
3.2.1 Pengamatan Metalografi .....	38
3.2.2 Pengujian Kekerasan .....	47
3.2.3 Pengujian Keausan .....	48
3.2.4 Pengamatan Uji SEM & EDS Pada Blok Rem Komposit .....	50

### BAB IV HASIL ANALISA

4.1 Pengamatan Metalografi .....	53
4.1.1 Pengamatan Struktur Makro .....	53
4.1.2 Analisa Hasil Pengamatan Struktur Makro .....	53
4.1.3 Pengamatan Struktur Mikro .....	54
4.1.3.1 Pengamatan Struktur Mikro Blok Rem Komposit Sampel Potongan Sejajar .....	54
4.1.3.2 Pengamatan Struktur Mikro Blok Rem Komposit Sampel Potongan Melintang .....	56
4.1.3.3 Pengamatan Struktur Mikro Blok Rem Komposit Sampel Potongan Melintang Pada Daerah Tengah .....	58
4.1.4 Analisa Hasil Pengamatan Struktur Mikro .....	60
4.1.4.1 Analisa Hasil Mikro Pada Blok Rem Komposit .....	60

4.2 Pengamatan Hasil Uji Kekerasan Pada Blok Rem Komposit .....	61
4.2.1 Data Pengujian Kekerasan .....	61
4.3 Pengamatan Hasil Uji Keausan Pada Blok Rem Komposit.....	62
4.3.1 Data Pengujian Kekerasan .....	62
4.3.2 Analisa Pengujian Keausan .....	64
4.4 Pengamatan Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) & <i>Energy Dispersive Spectroscopy</i> (EDS) Pada Blok Rem Komposit .....	64
4.4.1 Data Pengujian SEM & EDS .....	64
4.4.2 Analisa Pengamatan SEM & EDS .....	66
<b>BAB V KESIMPULAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## ABSTRAK

Kereta api merupakan salah satu *Guided Transportation* yang memiliki beberapa kelebihan, seperti memiliki kapasitas angkut yang besar, efisiensi dan kelancaran yang lebih baik dibandingkan sarana angkutan lainnya. Salah satu sistem yang menunjang keselamatan dan kelancaran perjalanan kereta api adalah sistem pengereman. Di antara bagian-bagian yang ada dalam sistem pengereman, blok rem termasuk bagian yang sering diganti.

Meskipun demikian, kegagalan atau kerusakan suatu produk masih sering terjadi. Maka dari itu dilakukanlah penelitian karakterisasi material pada blok rem komposit untuk mengetahui sifat mekanik, proses pengerjaan dan komposisi kimia yang terkandung pada blok rem komposit yang nantinya akan menjadi masukan khususnya untuk industri – industri dalam negeri dan industri kecil umumnya dalam memproduksi blok rem komposit kereta api.

Dari hasil pengujian EDS blok rem komposit ini mengandung unsur Aluminium (Al), Silikon (Si), *Molybdenum* (Mo) *Calcium* (Ca), dan sulfur (S). Blok rem komposit ini menggunakan unsur *carbon* sebagai matriknya. Adapun dari jenis penguat yang digunakannya, blok rem komposit ini menggunakan komposit partikel (*Particulate Composites*), Dan jika dilihat jenis *matriks* yang digunakannya, blok rem komposit ini termasuk kedalam jenis komposit *matriks* polimer (*Polymer Matrix Composites* – PMC).

Dari hasil pengujian kekerasan blok rem komposit mempunyai harga kekerasan sebesar 33 HBW dengan waktu penekanan 10 detik. Kemudian hasil pengujian keausan menggunakan metode *ogoshi* didapat harga keausan sebesar  $48.51\text{mm}^3/\text{mm}$ . Dan berdasarkan pengamatan struktur makro, bahwa proses pembuatan blok rem komposit diperkirakan dengan menggunakan metode metalurgi serbuk. Dengan proses pencampuran serbuk (*mixing*) kemudian proses pembentukan (*Compaction*) setelah itu proses pemanasan (*Sintering*).

Kata Kunci : Sepatu Rem Komposit Kereta Api, Metalurgi Serbuk, Komposit partikulat.

## ABSTRACT

The train is one of the guided transportation which has several advantages, such as having a large transport capacity, better efficiency and smooth train travel is a braking system. One system that supports the safety and smooth of train travel is the braking system. Among the parts in the braking system, the brake block includes parts that are often replaced.

However, failure or damage to a product is still common. Therefore, a material characterization study on composite brake blocks was conducted to determine the mechanical properties, processes manufacture brake block and chemical composition contained in composite brake blocks which would later be input, especially for domestic industries and small industries generally in producing railroad composite brake blocks.

From the results of EDS testing this composite brake block contains elements of Aluminum (Al), Silicon (Si), Molybdenum (Mo) Calcium (Ca), and sulfur (S). This composite brake block uses carbon as the matrix. As for the type of amplifier used, this composite brake block uses particle composite (Particulate Composites).

From the results of the hardness testing of composite brake blocks has a hardness price of 33 HBW with a pressure time of 10 seconds. Then the results of the wear test using the ogoshi method obtained the wear price of 48.51mm<sup>3</sup> / mm. And based on macro structur observation, the process of manufacture composite brake blocks is estimated using powder metallurgy. With the mixing process then the process of compaction after the heating process.

Keywords: Brake Shoes Railway Composite, Metallurgy Powder, Composite Particulate.

## DAFTAR ISI

## HALAMAN JUDUL

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II STUDI LITERATUR</b>	
2.1 Sistem Pengereman Kereta Api .....	5
2.2 Material Blok Rem Kereta Api .....	7
2.2.1 Material Komposit.....	8
2.2.1.1 Klasifikasi Material Komposit .....	9
2.2.2 Material Besi Cor ( <i>Cast Iron</i> ) .....	14
2.3 Sifat-Sifat Material .....	17
2.4 Pengujian Pada Logam .....	19
2.4.1 Uji Kekerasan.....	20



2.4.2 Uji Keausan .....	24
2.4.3 Uji Metalografi .....	26
2.5 Pengamatan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	28
2.6 Pengamatan <i>Energy Dispersive Spectroscopy</i> (EDS) .....	30
2.7 Mekanisme Pembentukan .....	34

### BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	37
3.2 Identifikasi Pengujian .....	38
3.2.1 Pengamatan Metalografi .....	38
3.2.2 Pengujian Kekerasan .....	47
3.2.3 Pengujian Keausan .....	48
3.2.4 Pengamatan Uji SEM & EDS Pada Blok Rem Komposit .....	50

### BAB IV HASIL ANALISA

4.1 Pengamatan Metalografi .....	53
4.1.1 Pengamatan Struktur Makro .....	53
4.1.2 Analisa Hasil Pengamatan Struktur Makro .....	53
4.1.3 Pengamatan Struktur Mikro .....	54
4.1.3.1 Pengamatan Struktur Mikro Blok Rem Komposit Sampel Potongan Sejajar .....	54
4.1.3.2 Pengamatan Struktur Mikro Blok Rem Komposit Sampel Potongan Melintang .....	56
4.1.3.3 Pengamatan Struktur Mikro Blok Rem Komposit Sampel Potongan Melintang Pada Daerah Tengah .....	58
4.1.4 Analisa Hasil Pengamatan Struktur Mikro .....	60
4.1.4.1 Analisa Hasil Mikro Pada Blok Rem Komposit .....	60

4.2 Pengamatan Hasil Uji Kekerasan Pada Blok Rem Komposit .....	61
4.2.1 Data Pengujian Kekerasan .....	61
4.3 Pengamatan Hasil Uji Keausan Pada Blok Rem Komposit.....	62
4.3.1 Data Pengujian Kekerasan .....	62
4.3.2 Analisa Pengujian Keausan .....	64
4.4 Pengamatan Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) & <i>Energy Dispersive Spectroscopy</i> (EDS) Pada Blok Rem Komposit .....	64
4.4.1 Data Pengujian SEM & EDS .....	64
4.4.2 Analisa Pengamatan SEM & EDS .....	66
<b>BAB V KESIMPULAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR PUSTAKA

1. Alok Nayar. (2005). *Testing of Metals*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
2. Hand Book ASM Volume 9 *Metallography and Microstructures*. Ohio : Metal park 2004.
3. Handbook ASTM E10-15 – *Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials I*.
4. Intruction Manual, "Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine Type OAT-U".
5. Ir.Bukti Tarigan, MT. *Modul Material Teknik*. Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung.
6. Maruf Jahuddin. (2015) *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Tersedia dalam <https://materialcerdas.wordpress.com/teori-dasar/scanning-electron-microscopy/>. (Diakses tanggal 20 Januari 2018).
7. Budiarko, Andriadi (2006) "*Pengembangan Desain & Material Komposit Partikulat untuk Blok Rem Kereta Api*", Institut Teknologi Bandung. (Diakses tanggal 20 Febuari 2018).
8. Prof. Dr. Ir. Mardjono Siswosuwarno. (2016). *Analisis Kegagalan Blok Rem Metalik Kereta Api (Shoe Train Brake Failure Analysis)*. Institut Teknologi Bandung. (Diakses tanggal 20 Agustus 2017).
9. M. Zulfikar Hadi Kusuma. (2015). Makalah Metalurgi Serbuk. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. (Diakses tanggal 03 April 2018).
10. <https://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/besi-cor-cast-iron/>. (Diakses tanggal 26 April 2018).
11. <http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wp-content/uploads/sites/7/2013/03/Material-Komposit.pdf>.