

**“PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR  
MIKRO DAN SIFAT MEKANIK RODA KERETA API HASIL  
PENGECORAN LOGAM”**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**Aufa Imannisya Noor**

**123.16.006**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
2020**

**“PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR  
MIKRO DAN SIFAT MEKANIK RODA KERETA API HASIL  
PENGECORAN LOGAM”**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**Aufa Imannisya Noor**

**123.16.006**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
2020**

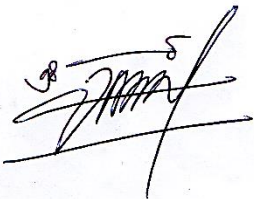
## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas akhir ini adalah karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan  
benar.**

**Nama : Afa Imannisya Noor**

**NIM : 123.16.006**

**Tanda tangan :**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Afa Imannisya Noor', written over a light blue horizontal line.

**Tanggal : Kamis, 27 Agustus 2010**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
PROPOSAL PENELITIAN TUGAS AKHIR**

**Oleh:**

**Aufa Imannisya Noor**

**123.16.006**

Kota Deltamas, Kamis, 27 Agustus 2010

Menyetujui,

**Dosen Pembimbing I**



**Prof. Ir. Syoni Soepriyanto M.Sc. Ph.D**

**NIP: 195203181976031001**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Achmad S. Tayibnapi, M.Eng**

**NIP: 195401021982021001**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Metalurgi**



**Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T.**

**NIP: 198003242009121004**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang karena atas berkat, rahmat dan karunia nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Metalurgi, Institut Teknologi Dan Sains Bandung. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, tidak lah mudah bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr.Eng Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T selaku ketua program studi Teknik Metalurgi ITSB yang telah memberikan saran, masukan dan ilmu yang selama masa perkuliahan.
2. Prof.Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc.,Ph.D., selaku dosen pembimbing I yang selalu mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ir.Achmad S, Tayibnapis, M.Eng selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dengan sabar untuk mengarahkan saya dalam menyusun Tugas Akhir ini.
4. Ir. Enuh Rosdeni, M.Eng. Selaku pimpinan balai besar logam dan mesin (BBLM) yang sudah menerima dan mengizinkan untuk melakukan penelitian.
5. Husein Taufiq S.T, Selaku pembimbing lapangan yang sudah membimbing selama penelitian
6. Orang tua, adik dan kakak saya yoga, imam dan keluarga saya yang telah banyak memberikan dukungan, dan selalu berdoa serta bantuannya baik berupa moral maupun material selama perkuliahan dan penulisan Tugas Akhir.
7. Dosen-dosen Pengajar Teknik Metalurgi ITSB yang selama ini telah berkenan meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu kepada kami.

8. Dosen dan segenap civitas akademika kampus ITSB yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bantuannya serta pengalaman yang berkesan selama perkuliahan penulis.
9. Teman-teman TMM ITSB 2016 dan HIMATAMA ITSB yang telah memberikan dukungan serta do'anya selama perkuliahan dan penulisan Tugas Akhir.
10. Warung gibah dan donal mart yang telah memberikan inspirasi selama penyusunan tugas akhir

Akhir kata, saya berharap semoga Allah SWT memberikan balasan kebaikan yang berlipat-lipat ganda kepada mereka semua yang telah memberikan dorongan semangat, dukungan dan berdo'a untuk saya, dan semoga Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Kota Deltamas, 27 Agustus 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya [yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aufa Imannisya Noor  
NIM : 123.16.006  
Program Studi : Teknik Metalurgi  
Fakultas : Teknik dan Desain  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah berjudul :

*“pengaruh perlakuan panas terhadap struktur mikro dan sifat mekanik roda kereta api hasil pengecoran logam”*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan ,mengalih media/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 : Kota Deltamas

Pada Tanggal : Kamis,27 Agustus 2010

Yang menyatakan,  
(Aufa Imannisya Noor)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Tujuan Tugas Akhir.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Metodologi Penelitian. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.1 Pengertian Kereta Api .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Jenis Kereta Api. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 Jenis Roda Kereta Api.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1.1 Klasifikasi baja roda kereta api .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.2 Teknik Pembuatan Roda Kereta Api.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Pengecoran Logam.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Penempaan. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2.3 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>) .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Mekanisme Normalizing.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Hardening.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



2.3.3	Mekanisme Pendinginan Cepat ( <i>Quenching</i> ). Error! Bookmark not defined.
2.3.4	Diagram Fe <sub>3</sub> C .....Error! Bookmark not defined.
2.3.5	Mekanisme Heat Heatretment.....Error! Bookmark not defined.
2.3.6	Tempering .....Error! Bookmark not defined.
2.3.7	Waktu Penahanan (Holding Time)...Error! Bookmark not defined.
2.4	Pengujian Metalografi .....Error! Bookmark not defined.
2.5	Pengujian Kekerasan (Rockwell Test) ....Error! Bookmark not defined.

**BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN**Error! Bookmark not defined.

3.1	Prosedur Percobaan .....Error! Bookmark not defined.
3.2	Alat dan Bahan .....Error! Bookmark not defined.
3.3	Prosedur Penelitian Awal .....Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Sample Penelitian.....Error! Bookmark not defined.
3.4	Prosedur Perlakuan Panas.....Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Hardening .....Error! Bookmark not defined.
3.4.3	Tempering variasi Temperatur.....Error! Bookmark not defined.
3.4.4	Tempering variasi waktu.....Error! Bookmark not defined.
3.5	Pengujian kekerasan .....Error! Bookmark not defined.
3.6	Prosedur Metalografi.....Error! Bookmark not defined.
3.6.1	Pemotongan ( <i>Cutting</i> ) .....Error! Bookmark not defined.
3.6.2	Pengampelasan ( <i>Grinding</i> ).....Error! Bookmark not defined.
3.6.3	Pemolesan ( <i>Polishing</i> ) .....Error! Bookmark not defined.
3.6.4	Pengetsaan ( <i>Etching</i> ).....Error! Bookmark not defined.
3.6.5	Prosedur Mikroskop Optik.....Error! Bookmark not defined.

**BAB IV PEMBAHASAN**.....Error! Bookmark not defined.

4.1	Spesimen Hasil Pengecoran .....Error! Bookmark not defined.
4.2	Hasil kekerasan Spesimen hasil pengecoran Error! Bookmark not defined.
4.3	Kekerasan Spesimen Hasil <i>Normalizing</i> .....Error! Bookmark not defined.
4.4	Kekerasan Hasil Proses Hardening .....Error! Bookmark not defined.

4.5 kekarasan hasil tempering Tempratur .....**Error! Bookmark not defined.**

4.6 kekerasan hasil tempering Waktu.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7 Struktur Mikro .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.1 Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.2 Struktur Mikro Hasil Proses Hardening.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.3 Struktur Mikro Hasil Proses Tempering tempratur ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.4 Struktur Mikro Hasil Proses Tempering Waktu ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 pengaruh variabel tempratur.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 pengaruh Variabel Holding Time.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1** Pembagian kelompok paduan besi karbon (Sumber: Muhammad Kozin, 2001).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2** Proses pengecoran roda kereta api...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3** Deformasi sebenarnya benda kerja silinder dalam operasi cetakan terbuka Perangkat Roda Kereta Api (Wheel Set). (Sumber: Muhammad Kozin, 2001).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 4** Bogie dan roda kereta api(Sumber: Muhammad Kozin, 2001) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 5** Bogie dan roda kereta api(Sumber: Muhammad Kozin, 2001) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 6** diagram Normalizing (Sumber: Nugroho et al., 2014)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 7** Diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C (Sumber: Mersilia, Anggun .2016)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 8** Diagram TTT untuk baja Hipoeutectoid (C < 0,8%). (Nugrogo.2019) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 9** Diagram CCT (Continous Cooling Transformation). (Nugrogo.2019) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 10** Diagram temperatur tempering baja dengan komposisi eutectoid (Sumber: ASM metals handbook, 1991)**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 11** Struktur mikro spesimen 1 dengan 1000 kali (Irfan Fadhilah.) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 12** Prinsip Kerja Metode Pengukuran Kekerasan Rockwell Arif Indro Sultoni,2017).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 1** sample Roda kereta api Y-Blok.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 2** Sample potongan .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 3** Siklus Normalizing .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 4** Tungku Pemanasan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 5** Siklus Hardening .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 6** Penentuan temperatur Hardening ....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 7** Siklus Tempering 450 °C.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 8** Siklus Tempering 500 °C.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 9** Siklus Tempering 550 °C.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 10** Media Quenching Nippon Grease 1070**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 11** Siklus Variasi Waktu 45 Menit.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 12** Siklus Variasi Waktu 60 Menit.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 13** Siklus Variasi Waktu 75 Menit.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 14** Alat Uji Kekerasan (Rockwell Test)**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 3. 15** Proses Pemotongan Sampel *Y-Block***Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 3. 16** Mikroskop Optik.....**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 1** Proses Pengecoran Roda Kereta Api(*Sumber: Litbang pembuatan roda kereta api untuk substitusi impor*) .....**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 2** Grafik kekerasan dengan variasi temperatur tempering Temperatur .....**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 3** Kekerasan dengan variasi temperatur tempering Waktu ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 4** Struktur mikro spesimen hasil proses pengecoran**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 5** Struktur mikro spesimen hasil proses hardening ..**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 6** Struktur mikro spesimen hasil proses tempering 450 °C..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 7** Struktur mikro spesimen hasil proses tempering 500 °C..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 8** Struktur mikro spesimen hasil proses tempering 550 °C..... **Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 9** Struktur mikro spesimen hasil proses tempering waktu 45 Menit .....**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 10** Struktur mikro spesimen hasil proses tempering waktu 60Menit .....**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 11** Struktur mikro spesimen hasil proses tempering waktu 75 Menit .....**Error! Bookmark not defined.**

**Gambar 4. 12** Struktur mikro proses tempering dengan temperatur 450 °C(*Sumber: Muhhamad Kozin, 2001*)**Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data Hasil Kekerasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Lampiran 2</b> Suran Izin MIDC .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kebutuhan roda kereta api per tahun( <i>sumber:Husein Taufiq, 2019</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 1. 2 Komposisi Standar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 1. 3 Nilai kekerasan Standar.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2. 1 Penggolongan roda kereta api( <i>Sumber: Muhhamad Kozin, 2001</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3. 1 Komposisi Sample Roda Kereta Api ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3. 2 Tabel hasil kekerasan muhamad kozin( <i>Sumber: Muhhamad Kozin, 2001</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 1 Rangkuman Komposisi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 2 Hasil Kekerasan hasil pengecoran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 3 Kekerasan hasil proses Normalizing ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 4 Kekerasan hasil proses hardening .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 5 Kekerasan dengan variasi temperatur tempering Temperatur.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 6 Kekerasan dengan variasi tempering Waktu ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 7 kekerasan roda kereta api impor( <i>Sumber: Muhhamad Kozin, 2001</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

