

**“PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR
MIKRO DAN TINGKAT KEKERASAN PADA RODA KERETA API
HASIL PENGECORAN LOGAM”**

TUGAS AKHIR

**INDRIANI DIAS FAHRURI
123.16.003**



PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL

FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN

INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG

KOTA DELTAMAS

SEPTEMBER 2021

**“PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR
MIKRO DAN TINGKAT KEKERASAN PADA RODA KERETA API
HASIL PENGECORAN LOGAM”**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di
Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik dan Desain,
Institut Teknologi dan Sains Bandung

Oleh:
INDRIANI DIAS FAHRURI
123.16.003



PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL

FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN

INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG

KOTA DELTAMAS

SEPTEMBER 2021

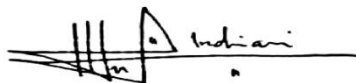
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Indriani Dias Fahruri

NIM : 123.16.003

Tanda tangan :

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials followed by the name 'Indriani' written in a cursive script.

Tanggal : Rabu, 22 September 2021

LEMBAR PERSETUJUAN
PROPOSAL PENELITIAN TUGAS AKHIR

Oleh:

INDRIANI DIAS FAHRURI

123.16.003

Kota Deltamas,

Rabu, 22 September 2021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



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

NIP. 195203181976031001

Dosen Pembimbing II



Ir. Achmad Syaifudin Tayibnaxis, 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 Sjaifuddin 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. Andrie Harmaji S.T, M.T, Selaku dosen penguji sekaligus memberi support saya untuk cepat lulus
7. Soleh Wahyudi S.T, M.T, Selaku dosen wali saya yang sudah sabar membimbing dan support saya
8. Orang tua, kakak – kakak saya, teman – teman saya, dan paktde saya yang banyak memberikan dukungan, dan selalu berdoa serta bantuannya baik berupa moral maupun material selama perkuliahan dan penulisan Tugas Akhir.
9. Dosen-dosen Pengajar Teknik Metalurgi ITSB yang selama ini telah berkenan meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu kepada kami.

10. Dosen dan segenap civitas akademika kampus ITSB yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bantuannya serta pengalaman yang berkesan selama perkuliahan penulis.
11. Teman-teman TMM ITSB 2016 dan HIMATAMA ITSB yang telah memberikan dukungan serta semangat selama perkuliahan dan penulisan 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 untuk semuanya.

Kota Deltamas, 22 September 2021

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 : Indriani Dias Fahruri
NIM : 123.16.003
Program Studi : Teknik Metalurgi
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

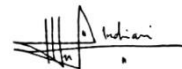
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah berjudul :

“Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro Dan Tingkat Kekerasan Pada 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 : Rabu, 22 September 2021

Yang menyatakan,



(Indriani Dias Fahruri)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	Ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Tujuan tugas Akhir.....	4
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	4
1.4 Metodologi Penelitian.....	5
1.5 Sistematika penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Pengertian Kereta Api.....	7
2.1.1 Jenis Kereta Api.....	8
2.1.2 Jenis Roda Kereta Api.....	8
2.1.1.1 Klasifikasi Baja Roda Kereta Api.....	9
2.2 Teknik Pembuatan Roda Kereta Api.....	11
2.2.1 Pengecoran Logam.....	11
2.2.2 Penempaan.....	14
2.3 Perlakuan Panas.....	15
2.3.1 Mekanisme Normalisasi (<i>Normalizing</i>).....	16
2.3.2 Mekanisme Pengerasan (<i>Hardening</i>).....	17
2.3.3 Mekanisme Pendinginan Cepat (<i>Quenching</i>).....	18
2.3.4 Mekanisme <i>Tempering</i>	19
BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN.....	23
3.1 Prosedur Percobaan.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.3 Prosedur Penelitian Awal.....	25
3.3.1 Sampel Penelitian.....	25
3.3.2 Prosedur Perlakuan Panas.....	26
3.3.3 Pengujian Kekerasan.....	30
3.3.4 Prosedur Metalografi.....	30
3.3.5 Prosedur Mikroskop Optik.....	32
BAB IV PEMBAHASAN.....	34
4.1 Spesimen Hasil Pengecoran.....	34
4.2 Kekerasan Spesimen Hasil <i>Normalizing</i>	35
4.3 Kekerasan Hasil <i>Tempering</i> Variasi Temperatur.....	37

4.4	Kekerasan Hasil Tempering Variasi Waktu.....	38
4.5	Struktur Mikro.....	38
4.5.1	Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran.....	38
4.5.2	Struktur Mikro Hasil Proses Tempering Variasi .Temperatur.....	38
4.5.3	Struktur Mikro Hasil Proses Tempering Variasi Waktu.....	39
4.6	Pengaruh Variabel <i>Tempering</i>	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....		42
LAMPIRAN.....		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian kelompok paduan besi karbon (<i>Sumber: Muhhamad Kozin, 2001</i>).....	12
Gambar 2.2	Proses pengecoran roda kereta api (<i>Sumber: Muhhamad Kozin, 2001</i>).....	13
Gambar 2.3	Deformasi Sebenarnya Benda Kerja Silinder Dalam Operasi Cetakan Terbuka Perangkat Roda Kereta Api (Wheel Set) (<i>Sumber: Muhhamad Kozin, 2001</i>).....	14
Gambar 2.4	Bogie dan Roda Kereta Api (<i>Sumber: Muhhamad Kozin, 2001</i>).....	15
Gambar 2.5	Bogie dan Roda Kereta Api (<i>Sumber: Muhhamad Kozin, 2001</i>).....	15
Gambar 2.6	Diagram Normalizing (<i>Sumber: Nugroho et al., 2014</i>).....	17
Gambar 2.7	Diagram Fe-Fe ₃ C (<i>Sumber: Mersilia, Anggun .2016</i>).....	19
Gambar 2.8	Diagram Temperatur Tempering Baja Dengan Komposisi Eutectoid (<i>Sumber: ASM metals handbook, 1991</i>).....	19
Gambar 2.9	Struktur mikro spesimen 1 dengan 1000 kali (<i>Irfan Fadhilah.</i>).....	21
Gambar 2.10	Prinsip Kerja Metode Pengukuran Kekerasan Rockwell (<i>Arif Indro Sultoni, 2017</i>).....	22
Gambar 3.1	Sample Roda Kereta Api Y-Blok.....	25
Gambar 3.2	Sample Potongan.....	26
Gambar 3.3	Siklus Normalizing.....	26
Gambar 3.4	Siklus Tempering 500°C.....	27
Gambar 3.5	Siklus Tempering 600°C.....	27
Gambar 3.6	Siklus Tempering 700°C.....	27
Gambar 3.7	Siklus Holding Time 30 menit.....	29
Gambar 3.8	Siklus Holding Time 45 menit.....	29
Gambar 3.9	Siklus Holding Time 60 menit.....	29
Gambar 3.10	Proses Pematangan Sampel Y-Block.....	31
Gambar 4.1	Proses Pengecoran Roda Kereta Api (<i>Sumber: Litbang pembuatan roda kereta api untuk substitusi impor</i>).....	34
Gambar 4.2	Struktur Mikro Spesimen Hasil Proses Pengecoran.....	39
Gambar 4.3	Struktur mikro hasil variasi temperatur pada saat tempering; (a) 500°C, (b) 600 °C, (c) 700 °C.....	39
Gambar 4.4	Struktur mikro hasil variasi waktu tahan pada saat tempering; (a) 30 menit, (b) 45 menit, (c) 60 menit.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kebutuhan Roda Kereta Api Per Tahun (Sumber: <i>Husein Taufiq, 2019</i>).....	3
Tabel 1.2	Komposisi Standar.....	4
Tabel 1.3	Nilai Kekerasan Standar.....	4
Tabel 2.1	Penggolongan Roda Kereta Api (<i>sumber: Kozin, 2012</i>).....	9
Tabel 3.1	Komposisi Sample Roda Kereta Api.....	25
Tabel 3.2	Hasil Kekerasan Variasi Temperatur (<i>sumber: Doloksaribu, 2012</i>).....	28
Tabel 3.3	Hasil Kekerasan Variasi Waktu.....	30
Tabel 4.1	Rangkuman Komposisi.....	35
Tabel 4.2	Hasil Kekerasan Pada Proses Normalizing.....	36
Tabel 4.3	Kekerasan Dengan Variasi <i>Tempering</i>	37
Tabel 4.4	Kekerasan Dengan Variasi Waktu.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Perizinan PT. Jaya Indah Casting.....	43
Lampiran Uji Kekerasan.....	44