

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA *HADFIELD*  
SETELAH PROSES *TEMPERING***



**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**  
DAMAR PRASETYO  
NIM: 41323110012

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JANUARI 2025**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA *HADFIELD*  
SETELAH PROSES *TEMPERING***



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Damar Prasetyo  
NIM : 41323110012  
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA SATU (S1)  
JANUARI 2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Damar Prasetyo

NIM : 41323110012

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Analisis Struktur Mikro dan Kekerasan Baja *Hadfield* Setelah Proses *Tempering*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Haris Wahyudi, S.T., M.Sc. (  )

NIDN : 0329037803

Penguji 1 : Henry Carles, S.T., M.T. (  )

NIDN : 0301087304

Penguji 2 : Hadi Pranoto, Ph.D (  )

NIDN : 0302077304

Jakarta, 25 Januari 2025

Mengetahui,

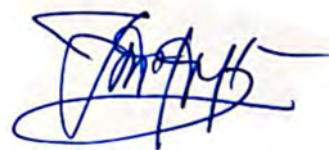
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN. 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 005087502

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Damar Prasetyo  
NIM : 41323110012  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : Analisis Struktur Mikro dan Kekerasan Baja *Hadfield* Setelah Proses *Tempering*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 25 Januari 2025



Damar Prasetyo

## HALAMAN PENGHARGAAN

Puji serta syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Analisis Struktur Mikro dan Kekerasan Baja *Hadfield* Setelah Proses *Tempering*”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, terdapat banyak bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak hingga kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Haris Wahyudi, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Nurato, S.T., M.T., selaku sekretaris program studi dan koordinator Tugas Akhir
6. Bapak Dikki dan Bapak Firman, selaku tim laboratorium Universitas Mercu Buana
7. Rekan-Rekan *Purchasing Department* PT Astra Otoparts Tbk yang selalu memberikan dukungan dalam proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
8. Saya, kedua orang tua, dan keluarga yang telah memberikan semangat dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
9. Kekasih saya, Nadira Khairiyah yang telah membantu memberikan masukan dan dukungan dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

Serta pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.

Jakarta, 25 Januari 2025

Damar Prasetyo

## ABSTRAK

Baja mangan austenit (*austenite manganese steel*) atau “Baja *Hadfield*” adalah baja yang memiliki komposisi unsur karbon dan mangan masing-masing senilai 1 hingga 1,4% dan 10 – 10% dengan rasio 1:10. Baja ini sangat populer di industri karena karakteristik yang dimiliki seperti ketahanan aus, nilai kekerasan, keuletan, dan kemampuan kerja yang tinggi. Pada proses pembuatannya, akan terjadi pembentukan karbida  $(FeMn)_3C$  yang berada di batas butir sehingga cenderung mengakibatkan getas sehingga tidak optimal bilamana digunakan untuk pekerjaan berintensitas tinggi. Berdasarkan kegunaan dan metode rekayasa yang telah dilakukan, dapat dikatakan baja *Hadfield* merupakan jenis baja yang penting untuk diteliti lebih lanjut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengeksplorasi dan mengevaluasi pengaruh perlakuan panas hingga temperatur austenisasi 1150°C dan pendinginan cepat dengan air lalu dilanjutkan dengan proses *tempering* terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan dari baja *Hadfield* dengan metode pengujian eksperimen. Didapatkan hasil karbida pada batas butir dalam kondisi *as cast* mulai terdistribusi ke fasa austenit setelah diberikan perlakuan panas hingga temperatur 1150°C sehingga menjadi butiran-butiran halus yang mengakibatkan nilai kekerasan menurun. Akibat dari proses *tempering*, karbida mulai muncul kembali namun dalam kondisi berada di dalam butir. Sehingga dapat dikatakan bahwa *tempering* dapat memberikan pengaruh terhadap nilai kekerasan pada baja *Hadfield*. Nilai rata-rata kekerasan proses awal *tempering* di temperatur 300°C 231,63 HV dan nilai rata-rata kekerasan optimal yaitu 247,53 HV pada temperatur *tempering* 400°C. Nilai tersebut meningkat 8,54% dari kondisi *as cast*, 9,75% terhadap baja yang hanya diberikan perlakuan panas hingga temperatur austenisasi saja dan 6,86% dari kondisi *tempering* pada temperatur 300°C.

**Kata kunci:** Baja *Hadfield*, Perlakuan Panas, *Tempering*, Pengujian Kekerasan *Vickers*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## **MICROSTRUCTURE AND HARDNESS ANALYSIS OF HADFIELD STEEL AFTER TEMPERING PROCESS**

### **ABSTRACT**

*Austenite manganese steel or “Hadfield steel” is a steel that has a carbon and manganese elemental composition of 1 to 1.4% and 10 - 10% respectively in a ratio of 1:10. This steel is very popular in the industry due to its characteristics such as wear resistance, hardness value, ductility, and high workability. In the manufacturing process, there will be the formation of carbide  $(FeMn)_3C$  at the grain boundary so that it tends to cause brittle so that it is not optimal when used for high-intensity work. Based on the uses and engineering methods that have been carried out, it can be said that Hadfield steel is an important type of steel for further research. The purpose of this study is to explore and evaluate the effect of heat treatment up to 1150°C austenization temperature and rapid cooling with water and then continued with the tempering process on the microstructure and hardness value of Hadfield steel by experimental testing method. It was found that the carbide at the grain boundary in the as cast condition began to distribute to the austenite phase after being given heat treatment up to 1150°C so that it became fine grains which resulted in a decreased hardness value. As a result of the tempering process, carbides begin to reappear but in the condition of being in the grain. So it can be said that tempering can have an influence on the hardness value of Hadfield steel. The average value of hardness of the initial tempering process at 300°C is 231.63 HV and the average value of optimal hardness is 247.53 HV at 400°C tempering temperature. This value increased by 8.54% from the as cast condition, 9.75% to steel that was only given heat treatment up to the austenization temperature and 6.86% from the tempering condition at 300°C.*

**Keywords:** *Hadfield steel, Heat Treatment, Tempering, Vickers Hardness Test*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGHARGAAN</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT PENELITIAN	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	<b>6</b>
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 BAJA <i>HADFIELD</i>	8
2.3 SIFAT MEKANIK MATERIAL	10
2.4 STRUKTUR MIKRO	10
2.5 DIAGRAM FASA	13
2.6 PERLAKUAN PANAS ( <i>HEAT TREATMENT</i> )	16
2.6.1 Temperatur Austenisasi	17
2.6.2 Waktu Penahanan ( <i> Holding Time</i> )	17
2.6.3 <i>Quenching</i>	17
2.6.4 <i>Tempering</i>	18
2.7 PENGUJIAN KEKERASAN	19
2.7.1 Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	20
2.7.2 Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	21



	2.7.3 Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	21
2.8	PENGUJIAN METALOGRAFI	22
	2.8.1 Mikroskop Optik	23
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>24</b>
3.1	DIAGRAM ALIR PENYUSUNAN TUGAS AKHIR	24
3.2	ALAT DAN BAHAN	28
	3.2.1 Alat	28
	3.2.2 Bahan	30
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>31</b>
4.1	SAMPEL PENELITIAN	31
4.2	UJI STRUKTUR MIKRO BAJA <i>HADFIELD</i>	31
	4.2.1 Hasil Pengecoran ( <i>As-Cast</i> )	32
	4.2.2 Perlakuan Panas Temperatur Austenisasi 1150°C	32
	4.2.3 Perlakuan Panas Temperatur Austenisasi 1150 °C dan <i>Tempering</i>	33
4.3	ANALISIS HASIL STRUKTUR MIKRO	35
4.4	UJI KEKERASAN <i>VICKERS</i>	38
4.5	ANALISIS HASIL UJI KEKERASAN <i>VICKERS</i>	46
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>49</b>
5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN	49
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>50</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Mikro <i>As-cast</i> Baja <i>Hadfield</i> : Karbida Berada di Batas Butir	9
Gambar 2.2 Kondisi Struktur Mikro Fasa Ferit	11
Gambar 2.3 Kondisi Struktur Mikro Fasa Austenit	12
Gambar 2.4 Kondisi Struktur Mikro Fasa Perlit	12
Gambar 2.5 Kondisi Struktur Mikro Fasa Sementit	13
Gambar 2.6 Kondisi Struktur Mikro Fasa Sementit	13
Gambar 2.7 Diagram Fasa Besi Karbon (Fe-Fe <sub>3</sub> C)	14
Gambar 2.8 Diagram Fasa Baja Mangan (Fe-Mn)	15
Gambar 2.9 Skema Perlakuan Panas	16
Gambar 2.10 Mikrostruktur Proses <i>Quenching</i>	18
Gambar 2.11 Variasi Teknik Pengujian Kekerasan	19
Gambar 2.12 Mikroskop Optik	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penyusunan Laporan Tugas Akhir	25
Gambar 3.2 Mesin <i>Tube Furnance</i> Fila PPF-1300	28
Gambar 3.3 Mesin <i>Grinding</i> dan <i>Polishing</i> Merek Metco	28
Gambar 3.4 Mikroskop Optik Digital	29
Gambar 3.5 <i>Digital Universal Hardness Tester</i> (570HAD)	29
Gambar 3.6 Peralatan Pendukung Penelitian	30
Gambar 4.1 Struktur Mikro <i>As-Cast</i>	32
Gambar 4.2 Struktur Mikro Setelah Proses Perlakuan Panas Dengan Temperatur Austenisasi 1150°C (Sampel 1)	33
Gambar 4.3 Struktur Mikro Setelah Proses Perlakuan Panas Dengan Temperatur Austenisasi 1150°C dan <i>Tempering</i> 300°C (Sampel 2)	34
Gambar 4.4 Struktur Mikro Setelah Proses Perlakuan Panas Dengan Temperatur Austenisasi 1150°C dan <i>Tempering</i> 350°C (Sampel 3)	34
Gambar 4.5 Struktur Mikro Setelah Proses Perlakuan Panas Dengan Temperatur Austenisasi 1150°C dan <i>Tempering</i> 400°C (Sampel 4)	34
Gambar 4.6 Struktur Mikro Setelah Proses Perlakuan Panas Dengan Temperatur Austenisasi 1150°C dan <i>Tempering</i> 450°C (Sampel 5)	35
Gambar 4.7 Struktur Mikro Setelah Proses Perlakuan Panas Dengan Temperatur Austenisasi 1150°C dan <i>Tempering</i> 500°C (Sampel 6)	35

Gambar 4.8 Struktur Mikro <i>As-Cast</i> (100x)	36
Gambar 4.9 Struktur Mikro Setelah Proses Perlakuan Panas Dengan Temperatur Austenisasi 1150°C (100x)	36
Gambar 4.10 Struktur Mikro Setelah Proses Perlakuan Panas Dengan Temperatur Austenisasi 1150°C dan <i>Tempering</i> 400°C (100x)	37
Gambar 4.11 Kondisi <i>Sampel</i> Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	39
Gambar 4.12 Grafik Nilai Kekerasan Mikro Pengujian	46



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2 Nilai Komposisi Baja <i>Hadfield</i> Berdasarkan Standar ASTM A128	8
Tabel 3.1 Bahan Yang Digunakan Saat Pengujian	30
Tabel 4.1 Sampel Baja <i>Hadfield</i> Pada Penelitian	31
Tabel 4.2 Hasil Nilai Kekerasan Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	46



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA