

**PENGARUH WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*) PADA PROSES
TEMPERING TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN
BAJA *HADFIELD***



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

AFRIZAL AGUNG BACHTIAR
NIM: 41323110016

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*) PADA PROSES
TEMPERING TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN
BAJA *HADFIELD***



Disusun oleh:

Nama : Afrizal Agung Bachtiar
NIM : 41323110016
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Afrizal Agung Bachtiar

NIM : 41323110016

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Pengaruh Waktu Penahanan (*Holding Time*) pada Proses *Tempering* Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja *Hadfield*

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 : Hadi Pranoto., Ph.D ()

NIDN : 0302077304

Penguji 2 : Henry Carles., ST., MT. ()

NIDN : 0301087304

Jakarta, 02 Februari 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. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Afrizal Agung Bachtiar

NIM : 41323110016

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Waktu Penahanan (*Holding Time*) pada Proses *Tempering* terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja *Hadfield*

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, 02 Februari 2025



Afrizal Agung Bachtiar

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Pengaruh Waktu Penahanan (*Holding Time*) pada Proses *Tempering* terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja *Hadfield* ”. Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan syarat untuk mendapatkan gelar strata satu (S1) pada jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Bapak Haris Wahyudi, S.T, M.Sc selaku pembimbing Tugas Akhir
5. Bapak Nurato, S.T.,M.T.,selaku koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana kampus Warung Buncit
6. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral serta moril
7. Rekan – rekan Program Studi Teknik Mesin
8. Serta seluruh pihak yang bersedia membantu saya menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis memahami bahwa laporan ini masih memiliki sejumlah kekurangan yang perlu diperbaiki. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis dengan tangan terbuka menerima segala bentuk kritik dan saran yang konstruktif untuk perbaikan di masa mendatang. Sebagai penutup, penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang berguna bagi para pembaca.

Jakarta, 02 Februari 2025



Afrizal Agung Bachtiar

ABSTRAK

Baja Mangan Austenitik atau lebih dikenal dengan nama Baja *Hadfield* merupakan salah satu baja yang memiliki sifat kekerasan yang tinggi, tetapi keuletan dan ketangguhannya relatif rendah. Dalam penggunaan di lingkungan pembebanan kontinyu, baja ini sering mengalami *lifetime defect* dan kegagalan. Secara umum, baja *hadfield* memiliki kecenderungan getas karena terbentuknya formasi karbida. Dari permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu proses rekayasa baja agar mempunyai sifat kekerasan dengan keuletan dan ketangguhannya yang lebih baik yaitu dengan melakukan proses perlakuan panas. Perlakuan panas bertujuan untuk merekayasa struktur mikro, menghaluskan butir kristal, dan menghilangkan tegangan sisa yang nantinya berefek pada perubahan sifat mekanik. Salah satu perlakuan panas yang dapat dilakukan untuk mengurangi presipitasi karbida dan menurunkan kekerasan yaitu *tempering* dan *quenching*. Penelitian dilakukan dengan mememanaskan baja *hadfield* sampai temperatur austenisasi 1150 °C yang ditahan selama 60 menit kemudian di *quenching*. Proses *quenching* dilakukan dengan menggunakan media pendingin air sebelum baja mengalami proses *tempering*. Kemudian dilakukan proses *tempering* pada temperatur 400 °C dan 450 °C dengan variasi *holding time* 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Pemilihan variasi *holding time* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat kekerasan dan tingkat perubahan fasa pada struktur mikro. Setelah proses *tempering* selesai lalu di *quenching* kembali dengan media air agar mengurangi presipitasi karbida, setelah itu dilakukan pengamatan struktur mikro dan pengujian kekerasan. Hasil menunjukkan, temperatur 450 °C dengan *holding time* 60 menit dihasilkan presipitasi karbida yang sedikit di batas butir serta kekerasan menurun dibandingkan dengan *as cast* dengan nilai kekerasan 217,10 HV. Penelitian ini perlu ditinjau kembali untuk hasil yang didapat agar lebih optimal dan kekerasan lebih menurun.

Kata Kunci : Baja *Hadfield*, perlakuan panas, *holding time*, *tempering*, struktur mikro, kekerasan.

MERCU BUANA

EFFECT OF HOLDING TIME IN TEMPERING PROCESS ON MICROSTRUCTURE AND HARDNESS HADFIELD STEEL

ABSTRACT

Austenitic Manganese Steel or better known as Hadfield Steel is one of the steels that has high hardness properties, but relatively low ductility and toughness. In use in continuous loading environments, these steels often experience lifetime defects and failures. In general, hadfield steel has a brittle tendency due to the formation of carbide formations. From these problems, a steel engineering process is needed to have hardness properties with better ductility and toughness, namely by conducting a heat treatment process. Heat treatment aims to engineer microstructure, refine crystal grains, and eliminate residual stresses that will have an effect on changes in mechanical properties. One of the heat treatments that can be done to reduce carbide precipitation and reduce hardness is tempering and quenching. The research was conducted by heating hadfield steel to an austenization temperature of 1150°C held for 60 minutes and then quenching. The quenching process is carried out using water cooling media before the steel undergoes the tempering process. Then the tempering process is carried out at temperatures of 400 °C and 450 °C with holding time variations of 30 minutes, 45 minutes, and 60 minutes. The selection of this holding time variation aims to determine its effect on hardness properties and the level of phase changes in the microstructure. After the tempering process is complete, it is quenched again with water media in order to reduce carbide precipitation, after which microstructure observations and hardness testing are carried out. The results show that the temperature of 450 ° C with a holding time of 60 minutes produced little carbide precipitation at the grain boundaries and the hardness decreased compared to the as cast with a hardness value of 217.10 HV. This research needs to be reviewed for the results obtained to be more optimal and the hardness decreases.

Keywords: Hadfield steel, heat treatment, holding time, tempering, microstructure, hardness.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN	3
1.5. BATASAN MASALAH PENELITIAN	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. BAJA	6
2.2. BAJA <i>HADFIELD</i>	7
2.3. <i>HEAT TREATMENT</i>	8
2.3.1. <i>QUENCHING</i>	9
2.3.2. <i>TEMPERING</i>	10
2.3.3. <i>ANNEALING</i>	12
2.3.4. <i>NORMALIZING</i>	14
2.4. <i>HOLDING TIME</i>	14
2.5. MEDIA PENDINGIN	16
2.6. AUSTENISASI PADA PERLAKUAN PANAS	16
2.7. STRUKTUR MIKRO	17
2.8. PEMBENTUKAN KARBIDA MANGAN PADA BAJA	20
2.9. METALOGRAFI	22
2.10. UJI KEKERASAN (<i>HARDNESS TEST</i>)	23
2.11. OBSERVASI STRUKTUR MIKRO	24
2.12. PENELITIAN TERDAHULU	25

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	28
3.2.	TAHAPAN PROSES PENELITIAN	29
3.3.	ALAT DAN BAHAN	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1.	DATA KOMPISISI BAJA HADFIELD	36
4.2.	HASIL PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO	36
	4.2.1. AS CAST	36
	4.2.2. <i>HEAT TREATMENT</i>	37
4.3.	HASIL UJI KEKERASAN VICKERS	40
BAB V	PENUTUP	43
5.1.	KESIMPULAN	43
5.2.	SARAN	44
	DAFTAR PUSTAKA	45



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Isothermal Transformation Diagram	9
Gambar 2.2. Proses <i>Annealing</i>	12
Gambar 2.3. Fase Pada Proses <i>Annealing</i>	13
Gambar 2.4. Proses <i>Normalizing</i>	14
Gambar 2.5. Pengaruh Kecepatan Pendinginan Baja Terhadap Struktur Mikro	17
Gambar 2.6. Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	18
Gambar 2.7. Ferit	18
Gambar 2.8. Perlit	19
Gambar 2.9. Austenit	19
Gambar 2.10. Sementit	20
Gambar 2.11. Deformasi Indentor Kekerasan	23
Gambar 2.12. Pengujian <i>Vickers</i>	24
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2. Sampel Baja <i>Hadfield</i>	29
Gambar 3.3. <i>Tube Furnace</i>	29
Gambar 3.4. Spesimen Setelah <i>Mounting</i>	30
Gambar 3.5. <i>Grinding</i> Spesimen	30
Gambar 3.6. <i>Furnace</i> / Tungku Pemanas	32
Gambar 3.7. Sarung Tangan Tahan Panas	32
Gambar 3.8. Alat penjepit / Tang Krusibel	33
Gambar 3.9. Jangka Sorong	33
Gambar 3.10. Mikroskop Optik	34
Gambar 3.11. <i>Vickers Hardness</i>	35
Gambar 4.2. <i>As Cast Glyceregia</i> Perbesaran 50x	37
Gambar 4.3. <i>Tempering</i> T 400 °C, <i>Hold Time</i> t 30 Menit	37
Gambar 4.4. <i>Tempering</i> T 400 °C, <i>Hold Time</i> t 45 Menit	38
Gambar 4.5. <i>Tempering</i> T 400 °C, <i>Hold Time</i> t 60 Menit	38
Gambar 4.6. <i>Tempering</i> T 450 °C, <i>Hold Time</i> t 30 Menit	39
Gambar 4.7. <i>Tempering</i> T 450 °C, <i>Hold Time</i> t 45 Menit	39
Gambar 4.8. <i>Tempering</i> T 450 °C, <i>Hold Time</i> t 60 Menit	40
Gambar 4.9. Hasil Uji Kekerasan	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3.1. Variasi Temperatur Holding Untuk Sampel Uji	30
Tabel 4.1. Komposisi Baja <i>Hadfield</i>	36
Tabel 4.2. Data Uji Kekerasan	40



UNIVERSITAS
MERCU BUANA