

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN
(*HOLDING TIME*) PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR
MIKRO DAN SIFAT MEKANIK PADA BAJA HADFIELD**



**RIZKI ADIMANATAP RUMAHORBO
NIM. 41320110097**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022**

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN
(*HOLDING TIME*) PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR
MIKRO DAN SIFAT MEKANIK PADA BAJA HADFIELD



Disusun Oleh:

Nama : Rizki Adimanatap Rumahorbo
NIM : 41320110097
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2022

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN (*HOLDING TIME*) PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK PADA BAJA HADFIELD

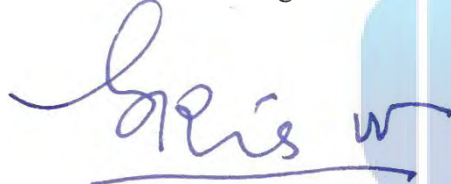
Disusun Oleh:

Nama : Rizki Adimanatap Rumahorbo
NIM : 41320110097
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 20 Agustus 2022

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Haris Wahyudi, ST. M.Sc)

NIP. 116780510

Penguji Sidang I



(Dafit Feriyanto, M.Eng., Ph. D)

NIP.118900633

Penguji Sidang II



(Agung Wahyudi B., M.T)

NIP.609690021

Penguji Sidang III

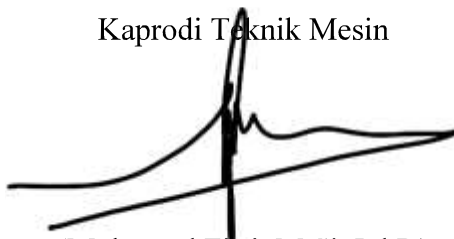


(Dedik Romahadi, M.Sc)

NIP. 116910542

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, M.Si, P.hD)

NIP. 118690617

Koordinator TA



(Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng)

NIP. 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rizki Adimanatap Rumahorbo
NIM : 41320110097
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Waktu Penahanan
(*Holding Time Proses*) Proses Perlakuan Panas Terhadap
Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Pada Baja *Hadfield*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang 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.

Jakarta, 20 Agustus 2022



(Rizki Adimanatap Rumahorbo)

PENGHARGAAN

Dengan mengucapkan segala puji dan rasa syukur ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Waktu Penahanan (*Holding Time*) proses Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik pada Baja *Hadfield*” sebagai syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir program sarjana strata satu (S1) di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana.

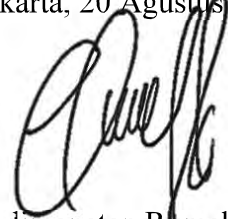
Pada kesempatan ini, penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi hingga tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh rasa hormat mengucapkan banyak terima kasih dan mendoakan semoga Allah SWT memberikan balasan terbaik kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ngadino Surip selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M. Eng selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. Bapak Haris Wahyudi, ST, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan serta bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Segenap dosen dan karyawan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
7. Orang tua yang selalu mendukung dan mendoakan serta memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan dalam melaksanakan Tugas Akhir yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang membantu pelaksanaan Tugas Akhir dan tidak bisa disebutkan satu per-satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Untuk itu, dengan kerendahan

hati penulis berharap adanya kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi tercapainya hal yang terbaik dari Laporan Tugas Akhir ini, sehingga dapat membawa manfaat bagi penulis dan juga pembaca.

Jakarta, 20 Agustus 2022



Rizki Adimanatap Rumahorbo



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xiii

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	4
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 BAJA	14
2.2.1 Baja Karbon	14
2.2.2 Baja Paduan	18
2.2.3 Diagram Fasa Fe – Fe ₃ C	19
2.2.4 Diagram Fasa Baja Mangan (Fe-Mn)	20
2.2.5 Struktur Kristal	21
2.2.6 Baja Mangan Austenite	24
2.3 MEKANISME PENINGKATAN KEKUATAN BAJA HADFIELD	24
2.3.1 Pengaruh Unsur Paduan	25
2.3.2 Penghalusan Butir Austenite	25
2.3.3 Pengaruh Waktu Penahanan (<i>Holding Time</i>)	26

2.4	PROSES PERLAKUAN PANAS (<i>HEAT TREATMENT</i>)	26
2.4.1	Hardening	27
2.4.2	Pendinginan	27
2.5	KEKERASAN (<i>HARDNESS</i>)	28
2.5.1	Kekerasan Vickers (<i>Vickers Hardness</i>)	28
BAB III	METODOLOGI	30
3.1	DIAGRAM ALIR	30
3.1.1	Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	30
3.1.2	Diagram Alir Penelitian	32
3.2	ALAT DAN BAHAN	34
3.2.1	Alat	34
3.2.2	Bahan Pengujian	41
3.3	PROSEDUR PENELITIAN	42
3.3.1	Persiapan Sampel	42
3.3.2	Proses Perlakuan Panas	42
3.3.3	Pengujian Metalografi	45
3.3.4	Pengamatan dengan Mikroskop Optik	46
3.3.5	Pengujian Kekerasan	47
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1	HASIL UJI MIKRO STRUKTUR	49
4.1.1	Sebelum Perlakuan Panas	49
4.1.2	Sesudah Perlakuan Panas	50
4.2	HASIL UJI KEKERASAN	54
4.3	ANALISIS HASIL STURTUR MIKRO	55
4.4	ANALISIS HASIL UJI KEKERASAN	56
4.5	ANALISIS HASIL PENGARUH VARIASI WAKTU PENAHANAN	58
BAB V	PENUTUP	60
5.1	KESIMPULAN	60
5.2	SARAN	61

DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	19
Gambar 2.2 Diagram Fasa Fe-Mn	20
Gambar 2.3 Struktur Kristal BCC dari besi/ Baja pada suhu kamar	21
Gambar 2.4 Struktur Kristal FCC dari besi/ Baja pada suhu Tinggi	22
Gambar 2.5 Keempat belas macam kemungkinan kisi <i>Bravais</i>	23
Gambar 2.6 Uji Kekerasan Vickers	29
Gambar 3.1 Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.3 Mesin Tube Furnace PPF 1300	35
Gambar 3.4 <i>Vacuum Pump</i> VE-2100N	36
Gambar 3.5 Mesin Gerinding dan Polishing Chennai Metco	37
Gambar 3.6 Alat Metallographic Microscope	37
Gambar 3.7 Future Tech VP-810 Vickers Hardness Tester	39
Gambar 3.8 <i>Additional Tools</i> (Peralatan Pengujian)	40
Gambar 3.9 Bentuk dan Ukuran Bahan Uji	41
Gambar 3.10 Saklar System Switch dan Furnace Switch pada Tube Furnace PPF 1300	42
Gambar 3.11 Langkah - langkah seting Tube Furnace PPF 1300	43
Gambar 3.12 Siklus Pemanasan Bertahap (<i>Step Heating</i>)	43
Gambar 3.13 Proses Pengamplasan Menggunakan Mesin Gerinding	45
Gambar 3. 14 Cairan Nital 5%	48
Gambar 4.1 Hasil Uji Mikro Sebelum Perlakuan Panas (A) x150 (B) x200	50
Gambar 4.2 Hasil Uji Mikro Temperatur 1000 °C Sesudah Perlakuan Panas dengan Waktu Tahan 30 menit (A) x200 (B) x500 dan 60 menit (C) x200 (D) x500	51
Gambar 4.3 Hasil Uji Mikro Temperatur 1100 °C Sesudah Perlakuan Panas dengan Waktu Tahan 30 menit (A) x200 (B) x500 dan 60 menit (C) x200 (D) x500	52
Gambar 4.4 Hasil Uji Mikro Temperatur 1150 °C Sesudah Perlakuan Panas dengan Waktu Tahan 30 menit (A) x200 (B) x500 dan 60 menit (C) x200 (D) x500	53
Gambar 4.5 Hasil Uji Mikro Temperatur 1200 °C Sesudah Perlakuan Panas dengan Waktu Tahan 30 menit (A) x200 (B) x500 dan 60 menit (C) x200 (D) x500	54
Gambar 4.6 Grafik Kekerasan Waktu Penahanan 30 Menit	57

Gambar 4.7 Grafik Kekerasan Waktu Penahanan 60 Menit	57
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Kekerasan	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2 Tujuh sistem kristal dan parameter kisi	23
Tabel 3.1 Spesifikasi Tube Furnace PPF 1300	34
Tabel 3.2 Spesifikasi Vacuum Pump VE-2100N	35
Tabel 3.3 Spesifikasi Gerinding Chennai Metco BAINPOL VTD	36
Tabel 3.4 <i>Spesifikasi</i> Metallographic Microscope	38
Tabel 3.5 Spesifikasi Future Tech VP-810 Vickers Hardness Tester	39
Tabel 3.6 Unsur kimia baja Hadfield	41
Tabel 3.7 Karakteristik Baja Hadfield	41
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekerasan Sebelum Perlakuan Panas (<i>as-cast</i>)	54
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Waktu Penahanan 30 Menit	54
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Waktu Penahanan 60 Menit	55



DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

(FeMn) ₃ C	Karbida
FCC	<i>Face Centered Cubic</i>
BCC	<i>Body Centered Cubic</i>
°C	Derajat Celsius
S	Sulfur
Si	Silicon
Mn	Mangan
ASTM	<i>American Society for Testing and Material</i>
Ni	Nikel
Cr	Kromium
Fe	Besi
HSLA	<i>High Strength-Low Alloy Steel</i>
Fe-Mn	Baja Mangan
Fe-C	Baja Karbon
α	Fasa Ferit
γ	Fasa Austenite
HCP	<i>Hexagonal Close-Packed</i>
HTP	Hexagonal Tumpukan Padat
σ_y	Kekuatan luluh
d	Ukuran butir
σ_0	Konstanta
k_y	Konstanta
HV	<i>Hardness Vickers</i>
P	Beban
Kg	Kilogram