

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH MEDIA PENDINGINAN PADA
PROSES PERLAKUAN PANAS BAJA HADFIELD TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN**



ROFI NUR HARYANTO
NIM: 41318010043

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH MEDIA PENDINGINAN PADA PROSES
PERLAKUAN PANAS BAJA HADFIELD TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN



Disusun Oleh:

Nama : Rofi Nur Haryanto
NIM : 41318010043
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH MEDIA PENDINGINAN PADA PROSES
PERLAKUAN PANAS BAJA HADFIELD TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN

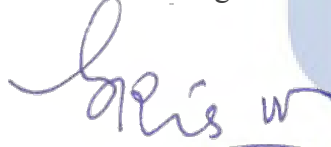
Disusun Oleh:

Nama : Rofi Nur Haryanto
NIM : 41318010043
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 14 Februari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

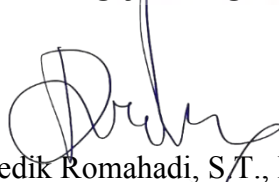
Pembimbing TA



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

NIP. 116780510

Penguji Sidang II



(Dedik Romahadi, S.T., M.Sc)

NIP. 116910542

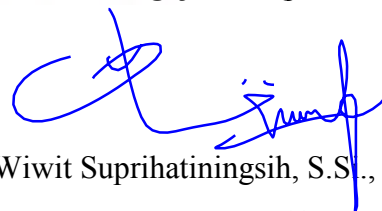
Penguji Sidang I



(Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T)

NIP. 221900211

Penguji Sidang III

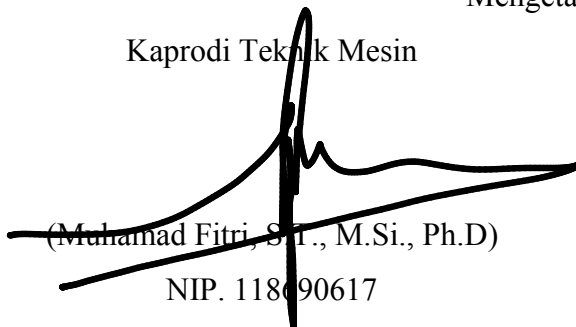


(Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si)

NIP. 119800641

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D)

NIP. 118090617

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T)

NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rofi Nur Haryanto

NIM : 41318010043

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Media Pendinginan pada Proses Perlakuan Panas Baja Hadfield Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan

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, 10 Februari 2023



Rofi Nur Haryanto

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, ridho, kesehatan dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Media Pendinginan pada Proses Perlakuan Panas Baja Hadfield Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan” dengan baik dan benar. Penulisan Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari banyak keterlibatan dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan pengarahan hingga terselesainya penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Mawardi Amin, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhamad Fitri, S.T., M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Haris Wahyudi, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Bapak Gian Villany Golwa, S.T., M.T selaku Koordinator Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan banyak pengetahuan kepada penulis.
8. Kedua orang tua yang selalu mencurahkan do'a dan memberikan dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
9. Teman-teman angkatan 2018 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang selalu mendukung dan membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir.

Penulis sangat menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan di dalam laporan tugas akhir ini dikarenakan keterbatasan kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala kritik dan saran yang bersifat membangun dengan harapan untuk adanya perbaikan atau penyempurnaan. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang mempunyai keperluan.

Jakarta, 14 Februari 2023



Rofi Nur Haryanto



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	4
1.4. MANFAAT	4
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. BAJA	12
2.3. BAJA HADFIELD	13
2.4. DIAGRAM FASA	15
2.5. PERLAKUAN PANAS	16
2.6. <i>QUENCHING</i>	20
2.7. MEDIA PENDINGIN	21
2.8. PENGUJIAN KEKERASAN	22
2.8.1. Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	23
2.8.2. Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	24
2.8.3. Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	25

2.9.	STRUKTUR MIKRO	25
2.9.1.	Mikroskop Optik	26
2.9.2.	<i>Scanning Electron Microscope</i>	27
BAB III	METODOLOGI	28
3.1.	DIAGRAM ALIR	28
3.1.1.	Penjelasan Diagram Alir Penelitian	29
3.1.2.	Diagram Alir Pengujian Baja Hadfield	31
3.1.3.	Penjelasan Diagram Alir Pengujian Baja Hadfield	32
3.2.	ALAT DAN BAHAN	36
3.2.1.	Bahan	36
3.2.2.	Alat	38
3.3.	PROSEDUR PENGUJIAN	42
3.3.1.	Prosedur Perlakuan Panas dan Pendinginan Cepat Spesimen	43
3.3.2.	Prosedur <i>Grinding</i> dan <i>Polishing</i>	48
3.3.3.	Prosedur Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	50
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1.	HASIL PENGUJIAN STRUKTUR MIKRO BAJA HADFIELD	54
4.1.1.	Spesimen Tanpa Perlakuan Panas (<i>As-Cast</i>)	54
4.1.2.	Spesimen Perlakuan Panas Temperatur Austenisasi 1150°C	56
4.1.3.	Spesimen Perlakuan Panas Temperatur Austenisasi 1200°C	63
4.1.4.	Analisis dan Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro	69
4.2.	HASIL PENGUJIAN KEKERASAN <i>VICKERS</i> BAJA HADFIELD	70
BAB V	PENUTUP	75
5.1.	KESIMPULAN	75
5.2.	SARAN	76
	DAFTAR PUSTAKA	77
	LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Mikro Baja Hadfield Hasil Pengecoran (<i>As-cast</i>)	15
Gambar 2.2. Diagram Fasa Baja Mangan (Fe-Mn)	16
Gambar 2.3. Siklus Perlakuan Panas	17
Gambar 2.4. Ilustrasi Pengujian Kekerasan Metode <i>Vickers</i>	24
Gambar 2.5. Ilustrasi Pengujian Kekerasan Metode <i>Rockwell</i>	24
Gambar 2.6. Alat Pengujian Kekerasan Metode <i>Brinell</i>	25
Gambar 2.7. Mikroskop Optik	26
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2. Ukuran Spesimen Uji (A) Panjang dan Lebar; (B) Tinggi	30
Gambar 3.3. Diagram Alir Uji Struktur Mikro dan Kekerasan Baja Hadfield	31
Gambar 3.4. Ilustrasi Perlakuan Panas Baja Hadfield pada Temperatur 1150°C	33
Gambar 3.5. Ilustrasi Perlakuan Panas Baja Hadfield pada Temperatur 1200°C	33
Gambar 3.6. Titik Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	35
Gambar 3.7. Spesimen Baja Hadfield	37
Gambar 3.8. Media Pendingin (A) Air + Es, (B) Air dan (C) Oli SAE 20W	38
Gambar 3.9. Alat Mikroskop Optik Digital	39
Gambar 3.10. <i>Tube Furnace</i>	39
Gambar 3.11. <i>Vacuum Pump</i>	40
Gambar 3.12. Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	40
Gambar 3.13. Mesin <i>Grinding</i> dan <i>Polishing</i> Metco	41
Gambar 3.14. Termometer Digital	41
Gambar 3.15. Alat Uji SEM	42
Gambar 3.16. (A) Sarung Tangan, (B) Wadah Media Pendingin dan (C) Pengait	42
Gambar 3.17. Proses Melepas Penutup Tabung <i>Furnace</i>	43
Gambar 3.18. Mengatur Spesimen pada <i>Tube Furnace</i>	43
Gambar 3.19. <i>System Switch</i> dan <i>Furnace Switch</i> pada <i>Tube Furnace</i>	44
Gambar 3.20. Pengaturan terhadap (A) SV-1, (B) TM1r dan (C) TM1S	44
Gambar 3.21. Pengaturan terhadap (A) SV-2, (B) TM2r dan (C) TM2S	45
Gambar 3.22. Menjalankan Program <i>Furnace</i>	45
Gambar 3.23. Menghidupkan Pompa Vakum	46
Gambar 3.24. Proses <i>Heat Treatment</i> pada <i>Tube Furnace</i> PPF-1300	46

Gambar 3.25. Persiapan Media Pendingin untuk <i>Quenching</i>	46
Gambar 3.26. Cara Menghentikan Program Perlakuan Panas	47
Gambar 3.27. Proses <i>Quenching</i> Baja di dalam (A) Air, (B) Oli dan (C) Air + Es	47
Gambar 3.28. Pemasangan Kabel <i>Power</i> dan Selang Air	48
Gambar 3.29. Menghidupkan Mesin Amplas dan Poles	49
Gambar 3.30. Posisi Pemasangan Amplas	49
Gambar 3.31. Mengatur RPM untuk Proses Pengamplasan	49
Gambar 3.32. Pengamplasan Spesimen	50
Gambar 3.33. Memposisikan Spesimen pada Dudukan	50
Gambar 3.34. Mengatur Beban Uji Kekerasan	51
Gambar 3.35. Mengatur Garis Vertikal pada Mikroskop	51
Gambar 3.36. Panel Alat Kekerasan FV-810	52
Gambar 3.37. Proses Indentasi Spesimen	52
Gambar 3.38. (A) Mengukur Diagonal 1 dan (B) Mikroskop pada Alat Uji	53
Gambar 3.39. Mengukur Diagonal 2	53
Gambar 3.40. Hasil Uji Kekerasan pada Panel	53
Gambar 4.1. Struktur Mikro milik Spesimen Tanpa Perlakuan Panas (200X)	55
Gambar 4.2. Struktur Mikro milik Spesimen Tanpa Perlakuan Panas (500X)	55
Gambar 4.3. Hasil SEM dari Spesimen Tanpa Perlakuan Panas	56
Gambar 4.4. Struktur Mikro milik Spesimen 1150°C Pendinginan Air (200X)	57
Gambar 4.5. Struktur Mikro milik Spesimen 1150°C Pendinginan Air (500X)	58
Gambar 4.6. Hasil SEM Spesimen 1150°C dengan Media Pendingin Air	58
Gambar 4.7. Struktur Mikro milik Spesimen 1150°C Pendinginan Air Es (200X)	59
Gambar 4.8. Struktur Mikro milik Spesimen 1150°C Pendinginan Air Es (500X)	60
Gambar 4.9. Hasil SEM Spesimen 1150°C dengan Media Pendingin Air Es	60
Gambar 4.10. Struktur Mikro milik Spesimen 1150°C Pendinginan Oli (200X)	61
Gambar 4.11. Struktur Mikro milik Spesimen 1150°C Pendinginan Oli (500X)	62
Gambar 4.12. Hasil SEM Spesimen 1150°C dengan Media Pendingin Oli	62
Gambar 4.13. Struktur Mikro milik Spesimen 1200°C Pendinginan Air (200X)	64
Gambar 4.14. Struktur Mikro milik Spesimen 1200°C Pendinginan Air (500X)	64
Gambar 4.15. Hasil SEM Spesimen 1200°C dengan Media Pendingin Air	65
Gambar 4.16. Struktur Mikro milik Spesimen 1200°C Pendinginan Air Es (200X)	66
Gambar 4.17. Struktur Mikro milik Spesimen 1200°C Pendinginan Air Es (500X)	66

Gambar 4.18. Hasil SEM Spesimen 1200°C dengan Media Pendingin Air Es	67
Gambar 4.19. Struktur Mikro milik Spesimen 1200°C Pendinginan Oli (200X)	68
Gambar 4.20. Struktur Mikro milik Spesimen 1200°C Pendinginan Oli (500X)	68
Gambar 4.21. Hasil SEM Spesimen 1200°C dengan Media Pendingin Oli	69
Gambar 4.22. Hasil Kekerasan <i>Vickers</i> dari Spesimen Variasi Media Pendingin	72
Gambar 4.23. Hasil Kekerasan <i>Vickers</i> dari Spesimen Variasi Media Pendinginan	73



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian-penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Komposisi Baja Hadfield Berdasarkan Standar ASTM A128	13
Tabel 2.3. Konduktivitas Bahan	22
Tabel 3.1. Variasi Temperatur Austenisasi dan Waktu Penahanan	32
Tabel 3.2. Temperatur Media Pendingin	34
Tabel 3.3. Data Kekerasan dari Spesimen Variasi Media Pendingin	35
Tabel 3.4. Data Kekerasan dari Spesimen Tanpa Perlakuan Panas	36
Tabel 3.5. Jumlah Spesimen Baja Hadfield untuk Pengujian	36
Tabel 3.6. Komposisi Kimia dari Baja Hadfield	37
Tabel 3.7. Bahan Pendukung Pengujian Baja Hadfield	37
Tabel 4.1. Nilai Kekerasan <i>Vickers</i> dari Spesimen Tanpa Perlakuan Panas	71
Tabel 4.2. Nilai Kekerasan <i>Vickers</i> dari Spesimen Variasi Media Pendingin	71



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
P	Beban indentasi (kgf)
d	Rata-rata diameter jejak (mm)
HV	Nilai kekerasan <i>Vickers</i> (HV)
d_1	Diagonal pertama hasil indentasi
d_2	Diagonal kedua hasil indentasi
ΔT	Selisih temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
$T_{Pre-Austenisasi}$	Temperatur pre-austenisasi yang digunakan ($^{\circ}\text{C}$)
$T_{Austenisasi}$	Temperatur austenisasi untuk perlakuan panas ($^{\circ}\text{C}$)
T_{Kamar}	Temperatur pada <i>tube furnace</i> sebelum digunakan ($^{\circ}\text{C}$)
v_p	Kecepatan pemanasan ($^{\circ}\text{C}/\text{menit}$)
t	Waktu yang dibutuhkan hingga mencapai temperatur pre-austenisasi atau temperatur austenisasi (menit)

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
ASTM	<i>American Society for Testing and Material</i>
FCC	<i>Face Centered Cubic</i>
BCC	<i>Body Centered Cubic</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
EDM	<i>Electrical Discharge Machining</i>
MCB	<i>Miniature Circuit Breaker</i>

