

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR AUSTENISASI TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA BAJA
HADFIELDYANG TELAH TERDEFORMASI**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
REYNALDI HAMZAH NURZAMAN
NIM. 41320110117

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR AUSTENISASI TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA BAJA HADFIELD YANG
TELAH TERDEFORMASI



Disusun Oleh:

Nama : Reynaldi Hamzah Nurzaman
NIM : 41320110117
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR AUSTENISASI TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA BAJA HADFIELD YANG TELAH TERDEFORMASI

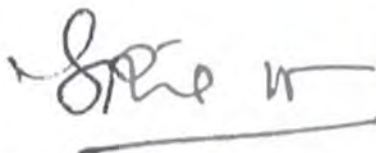
Disusun oleh:

Nama : Reynaldi Hamzah N
NIM : 41320110117
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 202..

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Haris Wahyudi, S.T., M.Sc)
NIP. 116780510

Penguji Sidang II



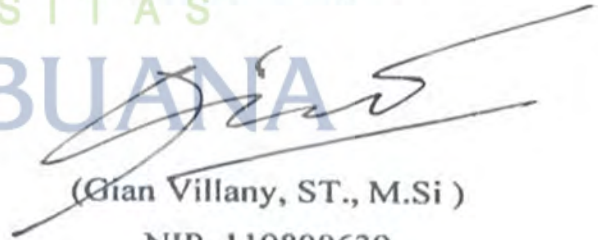
(Gilang Awan Yudhistira, ST., MT.)
NIP. 221900211

Penguji Sidang I



(Dr. Eng. Imam Hidayat)
NIP. 112750348

Penguji Sidang III



(Gian Villany, ST., M.Si)
NIP. 119800639

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Dr. Eng Imam Didayat, ST., MT.)
NIP. 112750348

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, ST., MT.)
NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Reynaldi Hamzah Nurzaman
NIM : 41320110117
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Temperatur Austenisasi Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Pada Baja Hadfield Yang Telah Terdeformasi

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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 18 Juni 2023



METBBAL
TEMPEL
A2C6AKX442046337

(Reynaldi Hamzah N)

PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Temperatur Austenisasi Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Kekuatan Tekan Pada Baja Hadfield Yang Telah Terdeformasi” 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. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Dr. Eng Imam Hidayat, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., MT. 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. PT. Detech Profesional Indonesia yang telah membantu dalam proses penelitian Tugas Akhir ini.

10. 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, 19 Juni 2023

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Reynaldi' followed by a long, sweeping horizontal stroke.

Reynaldi Hamzah N

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Baja Hadfield merupakan baja paduan dengan kandungan 10-14 % mangan serta 0,9-1,2 %wt karbon. Baja hadfield bisa dimanfaatkan untuk aplikasi rel kereta api khususnya *frognose*. Baja Hadfiel memiliki sifat unik, dimana fasa pada baja ini didominasi oleh fasa austenite pada suhu kamar, dimana sifat ini dipengaruhi oleh Mn (mangan) yang terkandung didalamnya. Secara kharakteristik mekanis baja ini merupakan baja yang keras karena didalamnya mengandung banyak Karbida mangan (FeMn^3C) pada batas butir. Sehingga baja ini memiliki kekurangan yang bersifat getas. Maka dari itu penelitian ini ditunjukkan untuk menganalisa pengaruh temperatur austenisasi terhadap struktur mikro Baja hadfield dengan proses *solution treatment* baja hadfield dengan menggunakan 2 kali proses pemanasan (*Treatment 1*) dengan temperature 1100°C dengan waktu penahanan selama 60 menit dan dilakukan proses *Cold-Rolling* sebesar 32%. (*Treatment 2*) dengan dipanaskan menggunakan tiga variasi temperatur austenisasi 1100°C , 1150°C , dan 1200°C dengan waktu penahanan adalah 30 menit, laju pemanasan $10^\circ\text{C}/\text{menit}$, dengan proses pendinginan cepat (*quenching*) menggunakan air. Setelah proses *solution tretment* selesai, dilakukan pengamatan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop digital dan pengujian kekerasan dengan metode *Vickers*. Melalui proses *solution treatment* dihasilkan struktur mikro yang minim karbida pada batas butir dan nilai kekerasan yang menurun dengan hasil uji kekerasan tertinggi adalah pada sample *Treatment 1* yaitu 418,3 HV, pada temperatur austenisasi 1100°C mendapatkan nilai 228,6 HV, pada temperatur austenisasi 1150°C mendapatkan nilai 234,9 HV, dan yang paling tinggi pada temperatur austenisasi 1200°C dengan nilai kekerasan 235,8 HV. Nilai kekerasan menjadi menurun di akibatkan larutnya karbida pada batas butir namun menurunnya kegetasan serta meningkatkan keuletan.

Kata Kunci: Baja Hadfield, *solution treatment*, temperatur austenisasi, kekerasan, struktur mikro

MERCU BUANA

**AN ANALYSIS ON EFFECT OF AUSTENISTIC TEMPERATURE TO
MICROSTRUCTURE AND HARDNESS OF
DEFORMED HADFIELD STEEL**

Hadfield steel is an alloy steel with a content of 11-14 % mangan with 0,9-1,2% wt carbon. Hadfield steel oftenly used for railroads especially the frog nose part. Hadfield steel has an unique characteristic, where its phase is stable in austenite though in room temperature caused by mangan (Mn) composition. In mechanical properties this steel has a good hardness number because of carbide (FeMn³)C content in its grain border. Meanwhile, its properties has a shortage in ductile properties. There for to make this steel usefull as a material that hard and ductile, its need some solution treatment. This research is to find the difference the steel before and after solution treatment in hardnes properties and microstructure using (treatment 1) heated in 1000°C and holded 60 minutes that rolled 32% with cold rolled. Treatment 2 steel heated in 3 temperature variations: 1100°C, 1150°C, 1200°C holded 30 minutes using 10°C/minutes heatrate and quenched with water. by the solution treatmen's sample found the different of the sample by the microstructure material using microscope digital and harness using vickes. The result of sample treatment 1 the carbide content is high and the hardness is 418,3 HV, for the sample treatment 2 the hardness is decrease and the carbide in microstructure material decrease as well. Variations 1100°C the harness is 228,6 HV, variations 1150°C is 234,9 HV, variations 1200°C is 235,8 HV. By the result known that solution treatment can dissolve manganese carbide (FeMn³)C in grain border and decreasing the hardness number that means its ductile number increase

Kata Kunci: *Hadfield steel, solution treatment, austenistic temperature, hardness, microstructure*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 BAJA KARBON	8
2.3 BAJA HADFIELD	9
2.4 SIFAT MEKANIS MATERIAL	11
2.5 PERLAKUAN PANAS	12
2.6 HOLDING TIME	14
2.7 QUENCHING	15
2.8 STRUKTUR MIKRO	15
2.8.1 Ferrit (α)	16
2.8.2 Austenit (γ)	16
2.8.3 Martensit	17
2.8.4 Perlit	17
2.8.5 Besi Karbida atau Sementit (Fe_3C)	18
2.9 UJI METALOGRAFI	18
2.10 UJI KEKERASAN VICKERS	19

BAB III METODOLOGI	21
3.1. DIAGRAM ALIR	21
3.1.1. Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	21
3.1.2. Diagram Alir Penelitian	23
3.2. ALAT DAN BAHAN	27
3.3.1. Alat	27
3.2.2. Bahan	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. SAMPLE PENELITIAN	32
4.2. UJI STRUKTUR MIKRO	32
4.2.1. Spesimen Hasil Pengecoran (As Cast)	33
4.2.2. Setelah <i>Solution Treatment</i> Temperatur Austenisasi 1100°C dan <i>Cold Rolling 32%</i>	34
4.2.3. Setelah <i>Solution Treatment</i> Temperatur Austenisasi 1100°C	35
4.2.4. Setelah <i>Solution Treatment</i> Temperatur Austenisasi 1150°C	36
4.2.5. Setelah <i>Solution Treatment</i> Temperatur Austenisasi 1200°C	37
4.3. HASIL UJI KEKERASAN	38
4.5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	40
4.5.1. Analisis dan Pembahasan Struktur Mikro	40
4.5.2. Analisis dan Pembahasan Uji Kekerasan	41
BAB V PENUTUP	43
5.1. KESIMPULAN	43
5.2. SARAN	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Mikro <i>As-cast</i> yang Terdapat Karbida di Batas Butir	10
Gambar 2. 2 Diagram Fasa Fe-Mn	13
Gambar 2. 3 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	14
Gambar 2. 4 (a) Stuktur Mikro Ferrit, (b) Struktur Kristal BCC	16
Gambar 2. 5 (a) Struktur Mikro Austenit, (b) Struktur Kristal FCC	16
Gambar 2. 6 (a) Struktur Mikro Martensit, (b) Struktur Kristal BCT	17
Gambar 2. 7 Struktur Mikro Perlit	17
Gambar 2. 8 Struktur Mikro Sementit	18
Gambar 2. 9 Pantulan Sinar pada <i>Metalografi Test</i>	19
Gambar 2. 10 Uji Kekerasan Vickers	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	21
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3. 3 Ilustrasi Titik Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	26
Gambar 3. 4 Mesin Tube Furnace PPF 1300	28
Gambar 3. 5 Mesin <i>Grinding</i> dan <i>Polishing Chennai Metco</i>	28
Gambar 3. 6 Mikroskop Optik Digital	28
Gambar 3. 7 Future Tech VP-810 <i>Vickers Hardness Test</i>	29
Gambar 3. 8 <i>Additional Tools</i>	30
Gambar 4. 1 Struktur Mikro Spesimen <i>As Cast</i> (Hasil Pengecoran)	33
Gambar 4. 2 Struktur Mikro Setelah <i>Solution Treatment</i> 1000°C	34
Gambar 4. 3 Struktur Mikro Setelah <i>Solution Treatment</i> 1100°C	35
Gambar 4. 4 Struktur Mikro Setelah <i>Solution Treatment</i> 1150°C	36
Gambar 4. 5 Struktur Mikro Setelah <i>Solution Treatment</i> 1200°C	37
Gambar 4. 6 Grafik Nilai Kekerasan pada Kondisi Awal (<i>As Cast</i>) dan Setelah Perlakuan Panas <i>Solution Treatment</i> .	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Komposisi Baja Hadfield Berdasarkan Standard ASTM A128	9
Tabel 3. 1 Bahan yang Digunakan Pada Pengujian	30
Tabel 3. 2 Komposisi spesimen baja hadfield	31
Tabel 4. 1 Sampel uji baja hadfield	32
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kekerasan Vickers Test	40
Tabel 4. 3 Nilai Kekerasan Vickers Test	40

