

SKRIPSI

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES *AUSTEMPER* PADA
PADUAN Fe-Cr-Mn TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN DAN KEAUSAN**



Disusun Oleh :

APRILIO RUBENTUS MAULOKO
210017064

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNIK DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI
PENGARUH TEMPERATUR PROSES AUSTEMPER PADA PADUAN
Fe-Cr-Mn TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN
KEAUSAN

Oleh :

APRILIO RUBENTUS MAULOKO

210017064


Yogyakarta, 19 Juli 2024

Disetujui untuk diujikan oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Prof. Dr. Ir. Ratna Kartikasari, S.T., M.T., IPU
NIK: 19730079


Ir. Sutrisna, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 19730120

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin S1


Yosua Hestu Irawan, S.T., MEng., Ph.D.
NIK: 1973 0330

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES AUSTEMPER PADA
PADUAN Fe-Cr-Mn TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN DAN KEAUSAN**

Dipertahankan di Depan Dewan Penguji skripsi dan Diterima Guna
Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Sarjana Teknik Mesin S1
Fakultas Teknik dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Pada 22 Juli 2024

Oleh : Aprilio Rubentus Mauloko (210017064)

1. **Prof. Dr. Ir. Ratna Kartikasari, S.T.,M.T., IPU**
Ketua Tim Penguji
2. **Ir. Sutrisna, S.T.,M.T.,Ph.D**
Anggota Tim Penguji
3. **Ir. Wartono, M.Eng**
Anggota Tim Penguji

1
2
3




Mengetahui



Dekan
Fakultas Teknik dan Perencanaan,
Dr. Ir. Hill Gendoet Hartono, S. T.,M.T
NIK. 19730066

Ketua Program Studi Teknik
Mesin S1,



Yosua Heru Irawan, S.T., MEng.Ph.D
NIK: 1973 0330



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1

SOAL TUGAS AKHIR

Nomor : 04/ITNY/Ka.Prodi.TM/TGA/IX/2023

Nama : Aprilio Rubentus Mauloko
Nomor mahasiswa : 210017064
Soal : **Pengaruh Temperatur Proses Austemper
Pada Paduan Fe-Cr-Mn Terhadap
Struktur Mikro, Kekerasan dan Keausan.**



Yogyakarta, 19 September 2023

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Ratna Kartikasari, S.T., M.T.
NIK: 19730079

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aprilio Rubentus Mauloko

NIM 210017064

Konsentrasi : Material Konstruksi Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa data yang tersaji dalam Skripsi saya yang berjudul: **Pengaruh Temperatur Proses Austemper Pada Paduan Fe-Cr-Mn Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan Keausan** adalah MURNI hasil penelitian saya pribadi.

Bilamana dikemudian hari terbukti bahwa data dan judul tersebut merupakan jiplakan/plagiat dari karya tulis orang lain, maka sesuai dengan kode etik ilmiah, saya menyatakan bersedia untuk di berikan sanksi seberat-beratnya termaksud PENCOPOTAN/PEMBATALAN gelar akademik saya oleh pijak Institusi Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY)

Demikian surta pernyataan ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya

Yogyakarta, 22 Juli 2024



Aprilio Rubentus Mauloko
NIM: 210017064

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan Kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua yang selalu mendoakan serta memberikan semangat serta motivasi untuk saya agar tidak lelah dalam menyelesaikan Skripsi.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Ratna Kartikasari, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Ir. Sutrisna, S.T.,M.T.,Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 yang telah ramah dan sabar serta tanpa lelah dalam membimbing dan juga memberi motivasi agar dapat mewujudkan apa yang ingin dicapai.
4. Teman-teman IKABE yang terus menyemangati agar cepat wisuda.
5. Teman-teman Teknik mesin Angkatan 2016, 2017, 2019, dan 2020 yang juga membantu memberikan masukan yang bermanfaat.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Pengaruh Temperatur Proses *Austemper* pada paduan Fe-Cr-Mn Terhadap Stuktur Mikro, Kekerasan Dan Keausan”**.

Penyusunan Skripsi ini untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai derajat serjana Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik dan Perencanaan.


Penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, untuk itu, perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan yang maha kuasa karena dengan berkahnya penulis dapat menyusun tugas akhir ini.
2. Orang tua yang telah membiayai, memberikan semangat, serta doa yang tiada henti.
3. Bapak Dr. Ir. Setyo Pambudi, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Ir. Hill Gendoet Hartono, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
5. Bapak Yosua Heru Irawan, S.T, MEng. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
6. Ibu Prof.Dr. Ir. Ratna Kartikasari, S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing I.
7. Bapak Ir. Sutrisna, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen pembimbing II.
8. Semua Dosen Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah banyak memberikan ilmunya.
9. Bapak-Ibu Dosen dan Staf Karyawan ITNY
10. Teman-teman Teknik Mesin HMTM yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Skripsi yang telah terselesaikan ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat lebih disempurnakan lagi di kemudian hari.

Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat dapat dijadikan tambahan referensi bagi rekan-rekan mahasiswa teknik mesin ITNY dan bagi yang memerlukan pada umumnya.

Yogyakarta, 22 Juli 2024



APRILIO RUBENTUS MAULOKO
NIM: 210017064

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SOAL TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan penelitian	4
1.4 Batasan masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Baja paduan.....	7
2.2.2 Baja Tahan Karat (Stainless steel)	7
2.2.3 Sistem Fe-Cr.....	10
2.2.3 Sistem Fe-Mn	10
2.2.4 Sistem Fe-Cr-Mn	11
2.2.5 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	12
2.2.6 Hardening.....	13
2.2.7 <i>Temper</i>	14
2.2.8 Proses Austemper	15
2.3 Pengujian Bahan.....	16
2.3.1 Pengujian Struktur Mikro.....	16
2.3.2 Pengujian Kekerasan.....	17
2.3.3 Pengujian Keausan.....	21

2.4 Hipotesis	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	24
3.2.1 Bahan Penelitian	24
3.2.2 Alat Penelitian	24
3.3. Cara Penelitian	25
3.3.1. Persiapan Spesimen	25
3.3.2 Pengujian komposisi kimia.....	25
3.3.3. Proses Austemper	27
3.4 Pengujian Bahan.....	28
3.4.1 Pengujian Struktur Mikro.....	28
3.4.2 Pengujian Kekerasan.....	31
3.4.2 Pengujian Keausan.....	33
BAB IV ANALISIS PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Analisis Hasil Uji Komposisi.....	234
4.2 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	35
4.3 Analisis Hasil Pengujian Kekerasan.....	39
4.4 Analisis Hasil Pengujian Keausan.....	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram fasa Fe-Cr (Kubaschewski,1982).....	10
Gambar 2.2 Diagram Fasa Biner Fe-Mn (Kubaschewski, 1982)	11
Gambar 2.3 Diagram fasa ternery Fe-Cr-Mn (Raghavan 1994).....	12
Gambar 2.4 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C (Smallnan,1999)	13
Gambar 2.5 Siklus Austemper (Hayrynen, dkk 2002).....	15
Gambar 2.6 Skema Mikroskop Optik (Van Vlack 1992).....	17
Gambar 2.7 Perumusan Pengujian Brinell (Callister,2001)	17
Gambar 2.8 Penguji kekerasan Vikers (Callister,2001)	19
Gambar 2.9 Pengujian Kekerasan Rockwell (Callister, 2001).....	20
Gambar 2.10 Pengujian Metode Micro Hardness (Callister,2001).....	21
Gambar 2.11 Ilustrasi Uji Keausan Metode Ogoshi (callister, 2001).....	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 3.2 Baja paduan Fe-Cr-Mn Diameter 14 mm.....	26
Gambar 3.3 Alat Uji Komposisi Spectrometer	28
Gambar 3.4 Mesin furnace	28
Gambar 3.5 Mesin Amplas.....	31
Gambar 3.6 Alat Uji Struktur Mikro (Mikroskoptik Optik).....	32
Gambar 3.7 Alat Uji Kekerasan Vikers.....	33
Gambar 3.8 Alat Uji Keausan.....	32
Gambar 4.1 Hasil Uji Struktur Mikro Paduan Fe-Cr-Mn <i>raw</i> Material.....	36
Gambar 4.2 Hasil Uji Struktur Mikro Paduan Fe-Cr-Mn <i>austemper</i> 250 ⁰ C.....	36
Gambar 4.3 Hasil Uji Struktur Mikro Paduan Fe-Cr-Mn <i>austemper</i> 300 ⁰ C.....	37
Gambar 4.4 Hasil Uji Struktur Mikro Paduan Fe-Cr-Mn <i>austemper</i> 350 ⁰ C.....	37
Gambar 4.5 Hasil Uji Struktur Mikro Paduan Fe-Cr-Mn <i>austemper</i> 400 ⁰ C.....	38
Gambar 4.6 Hasil Uji Struktur Mikro Paduan Fe-Cr-Mn <i>austemper</i> 450 ⁰ C.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Paduan Fe-Cr-Mn.....	34
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Paduan Fe-Cr-Mn	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Keausan Metode <i>Ogoshi</i> Paduan Fe-Cr-Mn.....	45

ABSTRAK

Baja tahan karat memiliki kekuatan dan ketahanan korosi yang sangat baik dibandingkan dengan baja paduan yang lain. Baja paduan Fe-Cr-Mn merupakan salah satu tipe *austenitic stainless steel*. Baja paduan diklasifikasikan menjadi 3 yaitu baja paduan rendah (*low alloy steel*), baja paduan sedang (*medium alloy steel*), dan baja paduan tinggi (*high alloy steel*).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur *austemper* terhadap struktur mikro, kekerasan, dan keausan paduan Fe-Cr-Mn setelah proses *austemper*. Tahapan penelitian dimulai dari pemotongan paduan Fe-Cr-Mn untuk uji komposisi, uji struktur mikro, uji kekerasandan uji keausan. Proses *austemper* dimulai dengan pemanasan sampai temperatur 950°C ditahan selama 1 jam lalu dicelupkan dalam garam cair ($\text{KNO}_3+45\% \text{NaNO}_3$) selama 20 menit pada temperatur 250°C,300°C,350°C,400°C,450°C selanjutnya dilakukan pendinginan dalam air. Pengujian yang dilakukan adalah struktur mikro, kekerasan dan keausan.

Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan bahwa paduan Fe-Cr-Mn mengandung unsur utama Besi (Fe) sebesar 69,95%, serta unsur paduan utama Kromium (Cr) 18,44%, Mangan (Mn) 9,39% dan Karbon(C) 0,09%. Jumlah unsur paduan utama ditambah kadar unsur paduan lain sebesar 23,52%, sehingga paduan Fe-Cr-Mn termasuk baja paduan tinggi. Pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa Paduan Fe-Cr-Mn terdiri dari struktur austenit dan ferit. Nilai kekerasan paduan Fe-Cr-Mn tertinggi pada specimen *raw* material sebesar 343,2 kg/mm². Hasil uji keausan tertinggi sebesar 0,001582 mm³/kg.m.

Kata kunci :Paduan Fe-Cr-Mn, *Austemper*, Struktur mikro, Kekerasan, Keausan