

SKRIPSI

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES AUSTEMPER BESI
TUANG PADUAN AI (2,17%) TERHADAP STRUKTUR
MIKRO KEKERASAN DAN KEAUSAN**



Disusun oleh:

Muhammad Arief Reynaldy
210016138

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Program Studi Teknik Mesin S1

**PENGARUH TEMPERATUR PROSES AUSTEMPER BESI TUANG
PADUAN AI (2,17%) TERHADAP STRUKTUR MIKRO
KEKERASAN DAN KEAUSAN**

Oleh :

Muhammad Arief Revnaldy

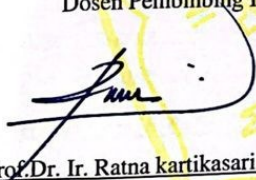
210016138

Yogyakarta, 17 Juli 2023

Disetujui untuk diujikan oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Prof. Dr. Ir. Ratna kartikasari, S.T., M.T.


Angger Bagus Prasetyo, S.T., M.Eng.

NIK : 19730079

NIK : 19730356

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Mesin S1


Ir. Sutrisna, S.T., M.T., Ph.D.

NIK. 19730120

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH TEMPERATUR PROSES AUSTEMPER BESI TUANG PADUAN Al (2,17%) 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 Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Oleh : Muhammad Arief Reynaldy / 210016138

Disahkan Oleh :

1. **Prof.Dr. Ir. Ratna kartikasari, S.T., M.T.** 1.

Ketua Tim Penguji

2. **Angger Bagus Prasetyo, S.T., M.Eng.** 2.

Anggota Tim Penguji

3. **Ir. Sutrisna, S.T., M.T., Ph.D.** 3.

Anggota Tim Penguji

Mengetahui,

Dekan,

Fakultas Teknologi Industri,



Dr. Ir. Darul Sugati, S.T., M.T.

NIK. 19730125

Menyetujui,

Ketua Program Studi

Teknik Mesin S1,



Ir. Sutrisna, S.T., M.T., Ph.D.

NIK. 19730120



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1

SOAL TUGAS AKHIR

Nomor : 08/ITNY/ka.Prodi.TM/TGA/III/2023

Nama Mahasiswa : Muhammad Arief Reynaldy

Nomor Mahasiswa : 210016138

Soal : Pengaruh Temperatur Proses Austemper Besi Tuang
Paduan Al (2,17%) Terhadap Struktur Mikro
Kekerasan Dan Keausan



Yogyakarta, 21 Maret 2023

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Ratna kartikasari. ST., MT.

NIK : 19730079

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Arief Reynaldy

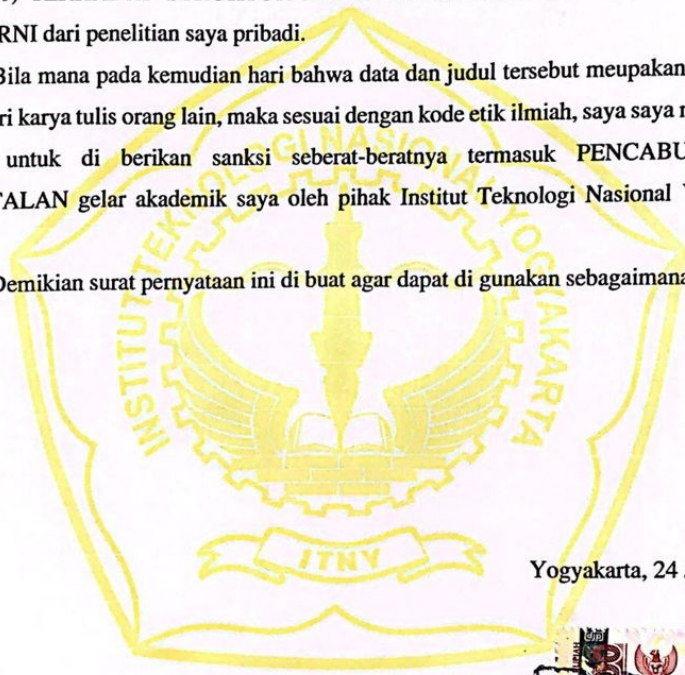
Nim : 210016138

Konsentrasi : Material Teknik

Dengan ini saya menyatakan bahwa data yang tersaji dalam skripsi saya yang berjudul: PENGARUH TEMPERATUR PROSES AUSTEMPER BESI TUANG PADUAN Al (2,17%) TERHADAP STRUKTUR MIKRO KEKERASAN DAN KEAUSAN adalah hasil MURNI dari penelitian saya pribadi.

Bila mana pada kemudian hari bahwa data dan judul tersebut meupakan tiruan atau plagiat dari karya tulis orang lain, maka sesuai dengan kode etik ilmiah, saya saya menyatakan bersedia untuk di berikan sanksi seberat-beratnya termasuk PENCABUTAN dan PEMBATALAN gelar akademik saya oleh pihak Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY).

Demikian surat pernyataan ini di buat agar dapat di gunakan sebagaimana mestinya



Yogyakarta, 24 Juli 2023



Muhammad arief reynaldy
210016138

MOTTO

Maju tak gentar pulang tak di antar.

And if the chance is small I want to be the chosen one.

Ambil resiko atau kamu tidak akan pernah mencapai apapun dalam hidup.

My success is only by allah

PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran tuhan Maha Esa dan dengan kerendahan hati serta rasa bangga, saya persembahkan tugas skripsi ini kepada:

- 1 Kepada tuhan yang Maha Esa telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada saya.
- 2 Bapak dan Ibu yang saya cintai, karena tanpa henti tanpa lelah dalam mendoakan dan mendukung saya selalu jiwa maupun raga.
- 3 Ibu Prof.Dr. Ir. Ratna Kartikasari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I tugas akhir yang telah dengan sabar dan tanpa lelah dalam membimbing.
- 4 Bapak Angger Bagus Prasetyo, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang juga telah dengan sabar membimbing.
- 5 Teman-teman teknik mesin yang tidak bisa saya sebutkan satu - persatu terima kasih banyak untuk kenangan selama kuliah di Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- 6 Semua keluarga besar saya, serta semua orang yang telah mendukung dan mendoakan saya yang tidak bisa saya sebutkan satu - persatu.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kupersembahkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan perlindungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi dengan judul “Pengaruh Temperatur Proses Austemper Besi Tuang Paduan Al (2,17%) Terhadap Struktur Mikro Kekerasan Dan Keausan”

Penulisan tugas akhir I ini untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY). Dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Untuk ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

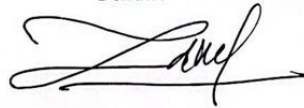
1. Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberi kesehatan, kekuatan, dan kemampuan.
2. Orang tua yang telah memberikan dukungan finansial, memberikan semangat, serta do“a yang tiada henti.
3. Bapak Dr. Ir. Setyo Pambudi, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Daru Sugati, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknol Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
5. Bapak Ir. Sutrisna, S.T., M.T., Ph.D. selaku K.a Prodi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
6. Ibu Dr. Ir. Ratna Kartikasari, ST., MT., selaku dosen pembimbing I.
7. Bapak Angger Bagus Prasetyo, S.T., M.Eng. 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 ITNY selalu memberikan semangat dan dukungan tiada henti.
11. Dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

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

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat dijadikan tambahan referensi bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) khususnya dan bagi yang memerlukan pada umumnya.

Yogyakarta, 24 Juli 2023

Penulis



Muhammad Arief Reynaldy

210016138

DAFTAR ISI

<u>SKRIPSI</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>HALAMAN PERSETUJUAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>SOAL TUGAS AKHIR</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>HALAMAN PENGESAHAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>HALAMAN PERNYATAAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>KATA PENGANTAR</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>DAFTAR ISI</u>	vi
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	viii
<u>DAFTAR TABEL</u>	x
<u>ABSTRAK</u>	vi
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	Error! Bookmark not defined.
1.1. <u>Latar Belakang</u>	Error! Bookmark not defined.
1.2. <u>Rumusan Masalah</u>	Error! Bookmark not defined.
1.3. <u>Tujuan Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
1.4. <u>Batasan Masalah</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB II LANDASAN TEORI</u>	Error! Bookmark not defined.
2.1. <u>Tinjauan Pustaka</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2. <u>Dasar Teori</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.1. <u>Besi Tuang</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.2. <u>Perlakuan Panas</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.3. <u>Proses Austemper</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.4. <u>Media Pendingin</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.5. <u>Kurva TTT</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.6. <u>Pengujian Bahan</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.6.1. <u>Pengujian Komposisi Kimia Paduan</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.6.2. <u>Pengujian Struktur Mikro</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.6.3. <u>Pengujian Kekerasan</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.6.4. <u>Pengujian Keausan</u>	Error! Bookmark not defined.
2.3. <u>Hipotesis</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB III METODE PENELITIAN</u>	Error! Bookmark not defined.

3.1.	<u>Diagram alir penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
3.1.1.	<u>Bahan Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
3.1.2.	<u>Alat Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
3.2.	<u>Langkah Langkah Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
3.2.1.	<u>Persiapan Spesimen</u>	Error! Bookmark not defined.
3.2.2.	<u>Pengujian Komposisi Kimia</u>	Error! Bookmark not defined.
3.2.3.	<u>Proses <i>Austemper</i></u>	Error! Bookmark not defined.
3.2.4.	<u>Pengujian Bahan</u>	Error! Bookmark not defined.
3.2.4.1.	<u>Pengujian struktur mikro</u>	Error! Bookmark not defined.
3.2.4.2.	<u>Pengujian kekerasan</u>	Error! Bookmark not defined.
3.2.4.3.	<u>Pengujian Keausan</u>	Error! Bookmark not defined.
	<u>BAB IV ANALISIS HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</u>	Error!
	Bookmark not defined.	
4.1.	<u>Analisis Hasil Pengujian Komposisi Kimia</u>	Error! Bookmark not defined.
4.2.	<u>Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro</u>	Error! Bookmark not defined.
4.3.	<u>Analisis Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i></u>	Error! Bookmark not defined.
	defined.	
4.4.	<u>Analisi Hasil Pengujian Keausan</u>	Error! Bookmark not defined.
	<u>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</u>	Error! Bookmark not defined.
5.1.	<u>Kesimpulan</u>	Error! Bookmark not defined.
5.2.	<u>Saran</u>	Error! Bookmark not defined.
	<u>DAFTAR PUSTAKA</u>	Error! Bookmark not defined.
	<u>LAMPIRAN</u>	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Struktur Mikro Besi Tuang Kelabu. .**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 2 Struktur Mikro Besi Tuang Mampu Tempa.... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 3 Struktur Mikro Besi Tuang Putih.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 4 Struktur Mikro Besi Tuang Nodular .**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 5 Diagram transformasi dengan skema pendinginan *austemper*
.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 6 Diagram TTT (*Time Temperature Transformation*). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 7 Skema Mikroskop Optik**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 8 Perumusan Pengujian *Brinell*.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 9 Pengujian kekerasan *Vickers*.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 10 Pengujian Kekerasan *Rockwell*.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 11 Mekanisme keausan gesek (*Sliding Wear, Adhesive Wear*). .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 12 Mekanisme keausan abrasi (*Abrasive wear*). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 13 Mekanisme keausan lelah.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 14 Mekanisme keausan korosi.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2. 15 Pengujian keausan dengan metode *Ogoshi*. .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Lanjutan diagram alir penelitian**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 2 Lanjutan diagram alir penelitian**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 3 Spesimen uji struktur mikro, kekerasan, dan keausan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 4 Alat uji komposisi *spectrometer* milik PT. Itokoh Ceperindo. . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 5 Mesin *furnace*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 6 Mesin amplas..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 7 Alat uji struktur mikro..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 8 Alat uji kekerasan *Brinell*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 9 Alat uji keausan..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 Foto mikro besi tuang paduan Al (2,17) *raw material*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 2 Foto mikro besi tuang paduan Al (2,17) *austemper 250°C*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 3 Foto mikro besi tuang paduan Al (2,17) *austemper 300°C*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 4 Foto mikro besi tuang paduan Al (2,17) *austemper 350°C*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 5 Foto mikro besi tuang paduan Al (2,17) *austemper 400°C*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 6 Foto mikro besi tuang paduan Al (2,17) *austemper 450°C*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 7 Diagram rata-rata pengujian kekerasan paduan Al (2,17)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 8 Diagram Laju Keausan Besi Tuang Paduan Al (2,17%)..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Besi Tuang Paduan Al (2,17%).</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Tabel 4. 2 Hasil pengujian kekerasan <i>Brinell</i> paduan Al (2,17%).....</u>	Error!
Bookmark not defined.	
<u>Tabel 4. 3 Hasil pegujian keausan besi tuang paduan Al (2,17%).....</u>	Error!
Bookmark not defined.	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesimen Besi Tuang Paduan Al (2,17%) Proses <i>Austemper</i>	49
Lampiran 2. Spesimen Uji Kekerasan dan Keausan	49
Lampiran 3. Hasil Uji Komposisi	50
Lampiran 4. Hasil Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	51
Lampiran 5. Hasil Uji Keausan <i>Ogoshi</i>	52

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Al	: Alumunium
α	: Fasa ferit
B	: Lebar Celah Material
b	: Tebal Piringan Penggores
BCC	: Body Centered Cubic
BHN	: Brinell Hardness Number
C	: Carbon
Cr	: Kromium
C	: Karbon
Co	: Kobalt
Cu	: Tembaga
D	: Diameter Rata-Rata
D	: Diamater Bola
d	: Diameter Lekukan
d_1	: Panjang Diagonal Injakan Satu
d_2	: Panjang Diagonal Injakan Dua
Fe	: Ferro/Besi
F	: Beban(Kg)
FCC	: Face Center Cubic
HB	: Kekerasan Brinell
HK	: Angka Kekerasan Knoop
HV	: Kekerasan Vickers
HCl	: Asam Klorida
HNO ₃	: Asam Nitrat
HR	: Kekerasan Rockwell
Kg	: Kilogram
L	: Panjang Indentasi
l	: Jarak Pengausan
Mo	: Molybdendum
Mn	: Mangan
N	: Nitrogen
Ni	: Nikel

Nb : Niobium
M : Meter
Mm : Milimeter
P : Fosfor
P : Beban
r : Jari-jari
Si : silicon
Sb : Antinom
S : Sulfur
Ti : Titanium
V : Vanadium
W : Laju Aus
Ws : Nilai Keausan Spesifik
TTT : Time Temperature Transformation

ABSTRAK

Besi tuang kelabu merupakan salah satu material yang banyak digunakan sebagai komponen mesin karena mempunyai sifat mampu cor dan sangat murah. Penelitian ini bertujuan menganalisis bagaimana pengaruh temperature proses *austemper* besi tuang paduan Al (2,17%) terhadap struktur mikro, kekerasan dan keausan. Bahan yang digunakan adalah besi tuang paduan Al (2,71%) berbentuk ingot. Proses *austemper* di mulai dengan pemanasan pada suhu 900°C selama 1 jam, di lanjutkan dengan pencelupan dalam garam cair (65%KOH+35%NaOH) pada temperatur 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, 450°C selama 20 menit. Pengujian yang dilakukan adalah uji komposisi kimia menggunakan alat *spectrometer*, uji struktur mikro menggunakan alat *inverted metallurgy microscope*, uji kekerasan menggunakan metode *Brinell* dan uji keausan metode *Ogoshi*.

Hasil uji komposisi kimia menunjukkan kadar unsur utama (Fe) 88,21%, unsur paduan utama Aluminium (Al) 2,17%, dan Karbon (C) 6,07%, termasuk besi tuang paduan Al. Hasil uji struktur mikro menunjukkan besi tuang paduan Al (2,17%) struktur *ferit*, *grafit* dan *perlite*. Pada proses *austemper* temperatur 250°C *perlite* berubah menjadi bainit, semakin tinggi temperatur stuktur *bainit* semakin berkurang dan menghilang pada temperatur 450°C. Hasil uji kekerasan dengan metode *Brinell* menunjukkan besi tuang paduan Al (2,17%) memiliki nilai kekerasan 156,20 kg. Setelah dilakukan proses *austemper* nilai kekerasan naik mencapai nilai maksimal di *austemper* 250°C (201,71 BHN) kemudian turun kembali mencapai minimum di *austemper* 400°C (169,24 BHN). Hasil uji keausan menunjukkan besi tuang paduan Al (2,17%) memiliki keausan 0,000150mm³/kg.m. Setelah dilakukan proses *austemper* nilai keausan menurun mencapai nilai terendah di temperatur 250°C sebesar 0,000066mm³/kg.m. Kemudian meningkat kembali mencapai maximum di temperatur 450°C sebesar 0,000146mm³/kg.m.

Kata Kunci: Besi tuang paduan Al (2,17%), *austemper*, kekerasan, keausan.

