

**PENGARUH *TEMPERING* PADA BAJA AISI 01/ 2510 YANG
TELAH MENGALAMI *HARDENING* TERHADAP
PERUBAHAN NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Dalam Kurikulum Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata-1 Pada Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

SANTO YOSAFAT NOPRIYADI

1602220075

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

2021

**PENGARUH *TEMPERING* PADA BAJA AISI 01/2510 YANG
TELAH MENGALAMI *HARDENING* TERHADAP
PERUBAHAN NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Dalam Kurikulum Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata-1 Pada Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

Santo Yosafat Nopriyadi

1602220075

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2021**

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

SKRIPSI

**PENGARUH *TEMPERING* PADA BAJA Q1/2510 YANG TELAH
MENGALAMI *HARDENING* TERHADAP PERUBAHAN NILAI
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

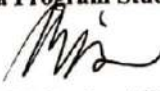
Oleh :

Santo Yosafat Nopriyadi

NIM 1602220075

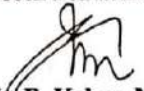
Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Mesin


Ir. H. M. Lazim, MT.
NIDN 0213036101

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I


Ir. R. Kohar, MT.
NIDN 0213035901

Dosen Pembimbing II


Ir. Madagaskar, M.Sc.
NIDN 0224115701

Disahkan Oleh :

Dekan FT-UTB


Ir. Eullarnain Fatoni, MT.
NIDN 0218126201

**PENGARUH *TEMPERING* PADA BAJA AISI 01/2510 YANG
TELAH MENGALAMI *HARDENING* TERHADAP
PERUBAHAN NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**



Oleh :

Santo Yosafat Nopriyadi

1602220075

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing :

Pembimbing I

Ir. R. Kohar, MT.
NIDN 021303590

Pembimbing II

Ir. Madagaskar, M.Sc.
NIDN 0224115701

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Ir. H. M. Lazim, MT.
NIDN 0213036101

SKRIPSI

PENGARUH *TEMPERING* PADA BAJA AISI 01/2510 YANG TELAH MENGALAMI *HARDENING* TERHADAP PERUBAHAN NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Disusun Oleh :

Santo Yosafat Nopriyadi

1602220075

Telah Diuji Dan Dinyatakan Lulus Dalam Ujian Sarjana

Pada Tanggal 2 Oktober 2021

Tim Penguji,

Nama :

Tanda Tangan :

1. Ketua Penguji

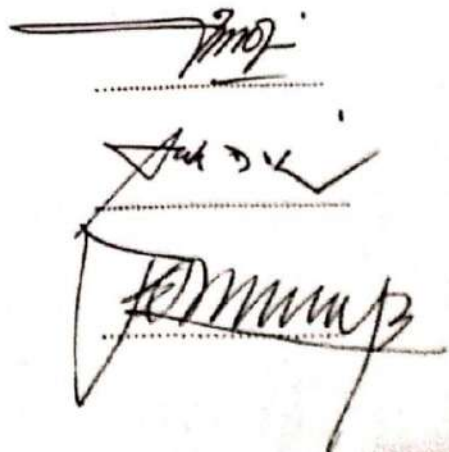
Ir. Muh. Amin Fauzie, MT.
NIDN 0207106001

2. Anggota Penguji 1

Ir. Sukarmansyah, MT.
NIDN 0225095902

3. Anggota Penguji 2

Ir. Drs. M. Iskandar Badil, MT, Mei
NIDN 0211105501



Lembar Pernyataan Keaslian Skripsi

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Santo Yosafat Nopriyadi

NIM : 1602220075

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul Pengaruh *tempering* pada baja AISI O1/2510 yang telah mengalami *kardening* terhadap perubahan nilai kekerasan dan struktur mikro adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, 24 Oktober 2021
Yang membuat pernyataan



Santo Yosafat Nopriyadi
NIM.1602220075

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :
Nama : Santo Yosafat Nopriyadi
NPM : 1602220075
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : Strata 1 (S1)
Teknik MesinJudul Skripsi :

**Pengaruh Tempering pada Baja O1/AISI 2510 Yang Telah
Mengalami Hardening Terhadap Perubahan Nilai
Kekerasan Dan Struktur Mikro**

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi pembimbing bukan hasil penjiplakan/ Plagiat. Dan telah melewati proses *Plagiarism Checker* yang dilakukan pihak Jurusan, apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 22 Oktober 2021

Yang menyatakan,

Mengetahui,

Ketua Jurusan Prodi Teknik Mesin-UTP


Ir. H. M. Lazim, MT



Santo Yosafat Nopriyadi

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator

SURAT PERNYATAAN BEBAS PUBLIKASI GANDA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Santo Yosafat Nopriyadi

NPM : 1602220075

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin

dengan ini menyatakan bahwa judul artikel,

Pengaruh Tempering pada Baja AISI O1/2510 Yang Telah Mengalami Hardening Terhadap Perubahan Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro

benar bebas dari publikasi ganda, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 24 Oktober 2021

Yang menyatakan,



Santo Yosafat Nopriyadi

Lampiran : Bukti Hasil Proses Plagiarism Checker Dari Operator

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang.

saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Santo Yosafat Nopriyadi

NPM : 1602220075

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : Strata 1 (S1) Teknik Mesin

Jenis Karya : SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak
Universitas Tridinanti Palembang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*non
eksklusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Pengaruh Tempering pada Baja AISI 01/2510 Yang Telah Mengalami
Hardening Terhadap Perubahan Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini
Universitas Tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih mediakan,
mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama
tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari
pihak mana pun.

Dibuat di Palembang, 24 Oktober 2021

Yang menyatakan,

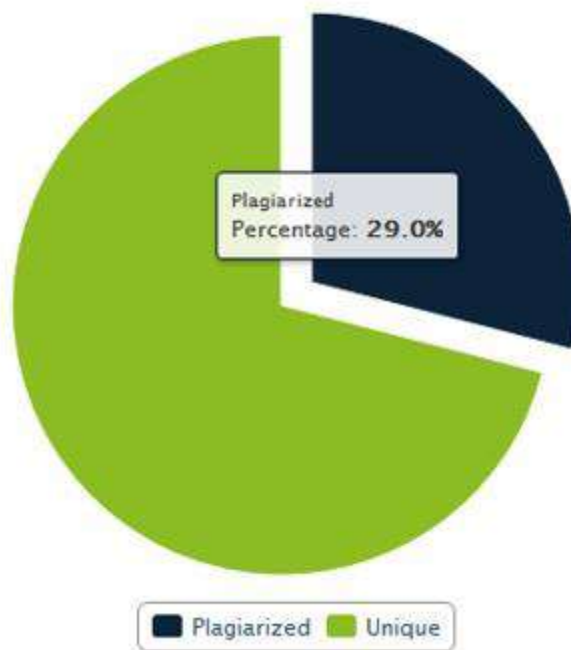


Santo Yosafat Nopriyadi



Plagiarism Checker X Originality Report

PlagiarismCheckerX Summary Report



Date	Kamis, Oktober 14, 2021
Words	1356 Plagiarized Words / Total 4656 Words
Sources	More than 133 Sources Identified.
Remarks	Medium Plagiarism Detected – Your Document needs Selective Improvement.



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 29%

Date: Kamis, Oktober 14, 2021

Statistics: 1356 words Plagiarized / 4656 Total words

Remarks: Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

BAB I

PENDAHULUAN Latar Belakang Seiring dengan perkembangan dunia industri yang semakin maju, mendorong para pelaku dunia industri untuk menyediakan baja perkakas(tool steel) . Baja perkakas merupakan material dengan bahan dasar besi yang ditambah dengan paduan-paduan lainnya seperti Mangan (Mn), Silikon (Si), Tembaga (Cu), Vanadium (V), Molibdenum (Mo) dan lain sebagainya. Baja paduan itu sendiri dapat diartikan sebagai baja yang berisi sejumlah paduan-paduan.

Baja paduan tergantung pada perlakuan panas dengan tujuan memperoleh sifat mekanik yang spesifik. Baja perkakas merupakan jenis baja yang digunakan untuk membentuk material dan pemesian sehingga didesain untuk memiliki nilai kekerasan yang tinggi dan nilai ketahanan aus yang tinggi. Selain itu baja perkakas harus memiliki dimensi yang tinggi dan tidak mudah mengalami cracking.

Ada beberapa macam tipe baja perkakas antara lain: Tipe W Baja karbon (1%) dengan sedikit atau tanpa penambahan unsur paduan , pengerasan tipe ini menggunakan media pendingin air Tipe O Mengandung kadar karbon antara 0,8%-1,5% dengan penambahan paduan dalam jumlah kecil, pengerasan tipe ini menggunakan media pendingin oli. Dan beberapa tipe lainnya.

Berdasarkan uraian diatas, Baja AISI O1/2510 merupakan jenis baja tipe O yang sering digunakan dalam aplikasi pemotong, pembentuk, dan penajam. Dalam proses penggunaan baja perkakas ada gesekan yang menyebabkan baja perkakas menjadi panassampai pijar . Maka untuk merespon hal tersebut perlu adanya tindakan untuk mengetahui yang terjadi baja perkakas terdsebut.

➤ **MOTTO :**

Tekun, ulet, sabar, berdoa, belajar dan terus belajar untuk meraih keberhasilan

Kupersembahkan untuk :

- ❖ ***Kedua orang tuaku ibu Dan bapakyang ku cinta***
- ❖ ***Saudara kakak dan adik - adiku yangtelah memberiku semangat***
- ❖ ***Teman wanita yang tercinta***
- ❖ ***Teman - teman seperjuangan 2017Teknik Mesin***
- ❖ ***Almamaterku***

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan material Baja AISI O1/2510, dan termasuk kadalam baja perkakas tipe O dengan persentase karbon 1%. Kemudian dilakukan perlakuan panas *hardening* pada suhu 830°C dengan waktu penahanan 15 menit kemudian dilakukan proses *quenching* dengan media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah oli, setelah itu dilakukan *tempering* dengan suhu 200°C, 300°C, 400°C, dan 500°C didinginkan pada udara terbuka. Hasil penelitian menunjukan nilai kekerasan tertinggi pada benda uji dengan *hardening* dan nilai kekerasan sedikit – demi sedikit menurun pada benda uji *tempering* .

Tingkat kekerasan material baja AISI O1/2510 tersebut mengalami penurunan angka kekerasan dari pada material dengan perlakuan panas *hardening*, hal tersebut terjadi karena terdispersinya martensit yang semula menumpuk menjadi terdispersi merata. Pada benda uji pengamatan struktur mikro, akan tetapi tingkat keuletan material tersebut lebih bagus.

Kata kunci: Baja AISI O1/2510, komposisi kimia, Variasi temperature suhu *tempering*, kekerasan (rockwell) dan metalografi.

ABSTRACT

This research uses AISI O1/2510 steel material, and includes type O tool steel with 1% carbon percentage. Then the hardening heat treatment was carried out at a temperature of 830°C with a holding time of 15 minutes then the quenching process was carried out with the cooling medium used in this study was oil, after that it was tempered at temperatures of 200°C, 300°C, 400°C, and 500°C cooled in open air. The results showed the highest hardness value on the specimen with hardening and the hardness value gradually decreased on the tempering test object.

The hardness level of the AISI O1/2510 steel material experienced a decrease in the hardness number compared to the material with heat hardening treatment, this was due to the dispersed of martensite which had originally accumulated to be dispersed immediately. In the observation of microstructure specimens, however, the level of ductility of the material is better.

Keywords: AISI O1/2510 steel, chemical composition, variations in tempering temperature, hardness (rockwell) and metallography.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkah dan rahmatNYA penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul :

“Pengaruh *tempering* pada baja O1/2510 yang telah mengalami *hardening* terhadap perubahan nilai kekerasan dan struktur mikro ”

Adapun tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata-1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Tridinanti Palembang.

Penulis menyadari atas keterbatasan yang dimiliki baik secara teoritis dari skripsi ini maupun dalam penyampaian bahasa yang di gunakan, jika terdapat kekurangan dari apa yang disajikan secara pribadi penulis meminta kepada pembaca agar dapat dimaklumi. Atas kekurangan dari penulisan skripsi ini, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai upaya dari perbaikan skripsi ini.. Saya ucapkan terimakasih saya tujukan kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta membimbing dalam pelaksanaan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Nyimas Manisah, MP, selaku Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, MT, MM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

3. Bapak Ir. H. Muhammad Lazim, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
4. Bapak Ir. R. Kohar, MT, selaku dosen pembimbing 1
5. Bapak Ir. Madagaskar, M.Sc., selaku dosen pembimbing 2
6. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Tridianti atas ilmu yang telah diberikan`
7. RD. Simon Margono yang selalu memberi dukungan baik moril maupun material dalam menyelesaikan laporan ini.
8. Adik, sahabat wanita terdekat dan sahabat saya yang selalu mendukung dan membantu dalam menyelesaikan laporan ini.
9. Keluargaku yang selalu memberi dukungan baik moril maupun materil dalam menyelesaikan laporan ini.
10. Seluruh teman-teman seperjuangan di Teknik Mesin Universitas Tridianti, dan lain-lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah banyak menyumbangkan pikiran dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi peaca khususnya bagi penulis.

Palembang, 24 Septembaer 2021

Penulis

Santo Yosafat Nopriyadi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI.....	v
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GRAFIK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1. Baja.....	5
2.2. Baja Karbon.....	6
2.2.1. Baja Karbon Rendah.....	6
2.2.2. Baja Karbon Tinggi.....	6

2.3. Perlakuan Panas (Heat Treatment).....	10
2.4. Diagram Fasa Fe ₃ C.....	11
2.5. Hardening.....	14
2.6. Quencing.....	15
2.7. Tempering.....	15
2.8. Pengujian Kekerasan Rockwell.....	16
2.9. Metalografi.....	17
2.10. Pengamplasan.....	17
2.11. Pengetsaan.....	17
2.12. Pemotretan.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	19
3.2. Alat Dan Bahan.....	20
3.2.1. Alat.....	20
3.2.2. Bahan.....	20
3.2.3. Diagram Alir Penelitian.....	21
3.3. Prosedur Penelitian.....	22
3.4. Variabel Penelitian.....	22
3.5. Pengujian Komposisi Kimia.....	22
3.5.1. Pengujian Struktur Mikro (Metalografi).....	24
3.5.2. Pengujian Kekerasan Rockwell (HRC).....	24
3.6. Teknik Pengumpulan Data.....	25
3.6.1. Studi Literatur.....	25

3.6.2. Observasi.....	25
3.6.3. Eksperimen.....	26
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Hasil Pengujian.....	28
4.1.1. Data Hasil Pengujian kekerasan.....	28
4.1.2. Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro (metalografi).....	29
4.2. Pembahasan.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halama
2.1 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C.....	11
2.3. Diagram TTT.....	14
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2. Titik Penekanan.....	25
4.1. Struktur Mikro Sampel 1.....	30
4.2. Struktur Mikro Sampel 2.....	30
4.3. Struktur Mikro Sampel 3.....	31
4.4. Struktur Mikro Sampel 4.....	31
4.5. Struktur Mikro Sampel 5.....	32
4.6. Struktur Mikro Sampel 6.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Baja AISI O1/2510.....	5
2. Hasil Uji Komposisi Kimia.....	23
3. Nilai Kekerasan Spesimen Sebelum Dan Sesudah Perlakuan Panas.....	28

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1. Nilai Kekerasan Specimen baja tanpa perlakuan, dengan heattreatment dan tempering.....	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan dunia industri yang semakin maju, mendorong para pelaku dunia industri untuk menyediakan baja perkakas (tool steel) . Baja perkakas merupakan material dengan bahan dasar besi yang ditambah dengan paduan-paduan lainnya seperti Mangan (Mn), Silikon (Si), Tembaga (Cu), Vanadium (V), Molibdenum (Mo) dan lain sebagainya.

Baja paduan itu sendiri dapat diartikan sebagai baja yang berisi sejumlah padua-paduan. Baja paduan tergantung pada perlakuan panas dengan tujuan memperoleh sifat mekanik yang spesifik. Baja perkakas merupakan jenis baja yang digunakan untuk membentuk material dan pemesinan sehingga didesain untuk memiliki nilai kekerasan yang tinggi dan nilai katahanan aus yang tinggi. Selain itu baja perkakas harus memiliki dimensi yang tinggi dan tidak mudah mengalami cracking.

Ada beberapa macam tipe baja perkakas antara lain:

a. Tipe W

Baja karbon (1%) dengan sedikit atau tanpa penambahan unsur paduan , pengerasan tipe ini menggunakan media pendingin air

b. Tipe O

Mengandung kadar karbon antara 0,8%-1,5% dengan penambahan paduan dalam jumlah kecil, pengerasan tipe ini menggunakan media pendingin oli. Dan beberapa type lainnya.

Berdasarkan uraian diatas, Baja AISI O1/2510 merupakan jenis baja tipe O yang sering digunakan dalam aplikasi pemotong, pembentuk, dan penajam. Dalam proses penggunaan baja perkakas ada gesekan yang menyebabkan baja perkakas menjadi panas sampai pijar . Maka untuk merespon hal tersebut perlu adanya tindakan untuk mengetahui yang terjadi baja perkakas terdsebut.

Dalam perlakuan panas ada beberapa metode yang digunakan antara lain *hardening*, *annealing*, dan *tempering*. Maka dalam penelitian ini mengangkat judul **“pengaruh *tempering* pada baja AISI O1/2510 yang telah mengalami *hardening* terhadap perubahan nilai kekerasan dan struktur mikro”**

1.2 Rumusan Masalah

Pada tahap perlakuan panas proses perlakuan *tempering* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui struktur mikro dan kekerasan.

1.3 Batasan Masalah

Proses perlakuan panas (*heat treatment*) ada beberapa macam, dalam hal ini pembatasan masalah yang dilakukan adalah proses perlakuan panas *hardening* dengan media pendingin air garam dingin kemudian di lakukan *tempering* bertujuan mengurangi tegangan sisa, meningkatkan ketangguhan,

dan keuletan baja yang telah mengalami pengerasan martensit. Tentu material specimen tersebut dapat dilakukan *tempering* agar tingkat ketangguhan dan keuletan bahan tersebut bertambah dan proses pengamatan struktur mikro pada logam tersebut dilakukan.

Batasan masalah dalam penelitian tersebut meliputi :

1. Material dasar baja AISI O1/2510 dengan kadar carbon 1% sebelum dilakukan perlakuan panas dengan tempering terlebih dahulu dilakukan *hardening* pada suhu 830°C penahanan pada tungku selama 15 menit dengan menggunakan media pendingin Oli kemudian analisa struktur mikro dan kekerasannya.
2. Untuk specimen baja perkakas AISI O1/2510 diketahui unsur kimia untuk menentukan temperature dalam perlakuan *tempering*. Kemudian material tersebut dilakukan uji struktur mikro dan uji kekerasan Rockwell (RHN/HRC).
3. Suhu *tempering* berada pada temperature (200°C,300°C,400°C,500°C)
4. Waktu penahan pada tungku 20 menit.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui tingkat perbedaan kekerasan dari material yang telah dilakukan *hardening* dengan pendingin oli kemudian dilakukan *tempering* dan tanpa *tempering*.

2. Untuk mengetahui struktur mikro perlakuan panas dengan hardening dengan pendingin oli kemudian dilakukan tempering dan tanpa tempering.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari hasil penelitian yang dilakukan adalah:

1. Bagi peneliti dapat melakukan proses penerapan teori perlakuan panas *hardening, tempering* secara langsung.
2. Menambah pengetahuan tentang hasil yang telah diteliti kemudian dapat dijadikan sebagai bahan referensi penelitian selanjutnya.
3. Tambahan data pada ilmu material perlakuan panas dalam hal analisa pengujian baja O1/2510 dengan metode hardening media pendingin oli dan *tempering*, pengujian kekerasan dan struktur mikro
4. Membantu dalam usaha meningkatkan sifat mekanis pada material baja perkakas AISI O1/2510 kadar karbon 1%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hadi, syamsul. 2016. “Teknologi Bahan” . Yogyakarta : Andi
2. ASM, Mtetal Hand Book. Heat Treating Volume 4. Ohio : 1991
3. Soejdono. Pengetahuan Logam 1. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta. 1978
4. Djaprie, Sriati (Penterjemah). 1983. “Ilmu dan Teknologi Bahan” . Jakarta: Erlangga
5. G. Groenendijk, J. Vander Linde. 1980. “Pengujian Materi”. Alih Bahasa Ir. Sobandi Sachri, P dan K
6. Brick, R.M, Gordon, R.B. & Philips, A.,1965. Structure and properties of alloys: the application of phasa diagram to the interpretation and control of industrial alloy structures, McGraw-Hill
7. Porter, D.A &Easterling K.E., 1992. Phasa Transformation in Metals and Alloys, third Edition (Revised Reprint), Taylor & francis