

TUGAS AKHIR

ANALISA SIFAT MEKANIK MATERIAL BAJA AISI 4140 PADA PERBEDAAN TEMPERATUR TERHADAP PERLAKUAN PANAS TEMPERING

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Di Jurusan Teknik Mesin
Universitas Bung Hatta
Padang**

Dibuat Oleh :

**Nama : Rifky Safri Yanda
NPM : 1710017211049
Program Studi : Teknik Mesin**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2021**

LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI
TUGAS SARJANA

**ANALISA SIFAT MEKANIK MATERIAL BAJA AISI 4140 PADA PERBEDAAN
TEMPERATUR TERHADAP PERLAKUAN PANAS TEMPERING**

*Telah diuji dan dipertahankan pada Sidang Tugas Sarjana
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
pada Tanggal 11 Agustus 2021 dengan Dosen-dosen Penguji*

Oleh:

Rifky Safri Yanda
1710017211049

Disetujui Oleh:

Ketua Sidang



Dr. Burmawi, S.T., M.Si.
NIDN: 1014076601

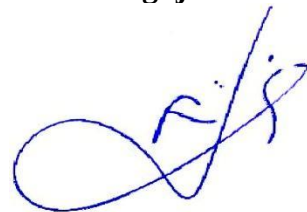
Diketahui Oleh:

Penguji I



Drs. Mulyanef, S.T., M.Sc
NIDN: 0002085903

Penguji II



Ir. Khaidir, M. Eng
NIDN: 003076301

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS SARJANA

ANALISA SIFAT MEKANIK MATERIAL BAJA AISI 4140 PADA PERBEDAAN TEMPERATUR TERHADAP PERLAKUAN PANAS TEMPERING

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

**Rifky Safri Yanda
1710017211049**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. Burmawi, S.T., M.Si.
NIDN: 1014076601

Diketahui Oleh:

**Dekan
Fakultas Teknologi Industri**



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.
NIDN: 1012097403

**Ketua
Jurusan Teknik Mesin**



Dr. Ir. Yovial Mahyoeddin RD., M.T.
NIDN: 1013036202

PERNYATAAN KEASLIAN ISI
LAPORAN SKRIPSI (TUGAS SARJANA)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifky Safri Yanda

NIM : 1710017211049

Program Studi : Strata-1 Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : “Analisa Sifat Mekanik Material Baja Aisi 4140 Pada
Perbedaan Temperatur Terhadap Perlakuan Panas
Tempering”

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas adalah benar hasil karya sendiri
kecuali yang bereferensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi yang tertera
dalam daftar pustaka.

Padang, 13 Agustus 2021

Saya yang menyatakan,



Rifky Safri Yanda



Sujud Syukur Pada Sang Maha, Allah SWT

Terima Kasihku Pada Pembawa Cahaya Penuntun, Nabi Muhammad SAW

Kecup Indah Untuk Pembimbing Kehidupan Manusia, Alqur'an

Maha Suci Engkau, Tidak Ada Pengetahuan Kami

Kecuali Yang Engkau Ajarkan Kepada Kami

Sesungguhnya Engkaulah

Yang Maha Mengetahui Lagi Maha Bijaksana

(Al Baqarah: 32)

Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan

Maka Apabila Kamu Telah Selesai Dalam Suatu Urusan

Kerjakanlah Dengan Sungguh – Sungguh Urusan Yang Lain

Dan Hanya Kepada Allah- Lah Kamu Berharap

(QS : Al – Insyirah : 6 – 7)

...Ya Tuhanku Tunjukilah Aku Untuk Mensyukuri Nikmat Engkau

Yang Telah Engkau Berikan kepadaku Dan Kepada Ibu dan Bapakku

Dan Supaya Aku Dapat Berbuat Amal Yang Shaleh Yang Engkau Ridhoi...(

QS : Al – Ahqaaf : 15)

Yaa Allah...Yaa Rohmaan... Yaa Rohiim... Alhamdulillah

Hari Ini Aku Merasa Lega Dan Dapat Tersenyum Serta

Bersyukur Padamu ya Allah

Atas Hari Yang Telah Engkau Janjikan Jadi Milikku

Karena-Mu Yaa Allah Aku Mampu Meraih Gelar Kesarjanaan

Segelintir Harapan Dan Keberhasilan Telah Ku GapaiNamun

Seribu Tantangan Masih Harus Ku Hada

*Hari Ini Merupakan Langkah Awal Bagiku
Meraih Cita – Cita, Maka Dari Itu Aku Mohon Pada-Mu Yaa Allah
Tunjukilah Aku Dan Bimbinglah Aku Dalam Rahmat-Mu...*

*Ibu Dan Ayah...
Kasihmu Begitu Tulus Dan Suci Demi
Harapan Dan Cita-cita Anakmu
Pengorbananmu Adalah Langkah Masa Depan Rintangan
Dan Tantanganmu Adalah Pelita Hidupku Dengan Segala Kerendahan Dan
Ketulusan Hati Kupersembahkan Buah Goresan Pikiran Ini
Keharibaan Bapak (Mulyamef) Dan ibu (Khaidir)
Tercinta Yang Merupakan Semangat
Hidup Bagi Ku.*

***Terima Kasih atas segala dorongan, serta Do'a Selama Ini Dan Doa Yang Tak Putus-putusnya Dari
Ibu dan Ayah***

*Terima Kasih atas ilmu yang telah bapak/ibu berikan kepadaku, bimbingan dan juga dorongan
sehingga aku bisa menyelesaikan pendidikan Stara satu (S1) ini, untuk bapak Iqbal, S.T.,M.T, ibu
Dr.Ir. Wenny Martiana, M.T ,bapak Ir Mulyanef, M.Sc. ,pak Dr. Yovial Mahjoedin,M.T, pak Dr.
Burmawij, S.T.,M.Si., pak Ir Kaidir, M.Eng. Pak Suryadimal, S.T., M.T ,pak Ir Duskiardi, M.T pak
Riski Arman, S.T.,M.T pak Dr.Ir Edi septe S.,M.T. dan aku ucapkan beribu-ribu terimakasih.*

*Untuk Sahabat-Sahabtku Tercinta
Teknik Mesin Angkatan 2017 yang senasib dan sepejuangan
buat senior dan junior Teknik Mesin
Persahabatan Yang Indah Ini Tidak Akan Pernah Putus.
Sahabat Adalah Orang Yang Mengulurkan Tangan Disaat Kita
Susah Mengangkat Kita Saat Kita Terjatuh Dan
Membawa Kebahagiaan
Disaat Senang*

Untuk Angkatan 2017 Teknik Mesin

*Yang masih berjuang tanpa di sebut nama nya satu per satu tetap semangat dan jangan Pernah
putusasa untuk meraih cita-cita*

Semoga kita semua menjadi orang Sukses

*Buat Sahabat Se Perjuangan Skripsi yaitu Agil Pebri Saputra, S.T, M.Fadly Firmansyah,
S.T. Reza Hamulian,S.T, Hanafy Heryu, S.T, Al-ghaffar Erza Septian, S.T , M.Fikri Judilla, S.T,Fauzan
Akmal Hasibuan,S.T , Tri Setiyono, S.T. Khorl, S.T.*

Terimalah Semua Ini Sebagai Bakti Dan Bukti Cintaku

Atas Segala Doa Dan Kasih Sayang Yang Telah Diberikan kepadaku

Semoga Rahmat Allah Yang Ku Terima

Menjadi Cahaya Dalam Kehidupanku Dan Kehidupan Kita Semua

Amin Ya Robbal Alamin....

Wassalam,



Rifky Safri Yanda

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta berkat petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan pengajuan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Bung Hatta. Adapun judul dari tugas akhir ini adalah **“Analisa Sifat Mekanik Material Baja AISI 4140 Pada Perbedaan Temperatur Terhadap Perlakuan Panas Tempering “**

Sehubungan dengan telah selesainya tugas akhir ini, yang mana tak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada Allah SWT.
2. Kedua orang tua (Ibu dan Bapak), kakak dan adik penulis yang senantiasa mendoakan dan menjadi motivasi tersendiri bagi penulis.
3. Bapak Dr.Burmawi,S.T.,M.Si. Selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Teman Teman dan Semua pihak yang telah membantu dalam penulis dan pembuatan tugas akhir ini Semoga bantuan yang telah diberikan, dibalas oleh Allah Subhanahu wa ta'ala dengan pahala yang berlipat ganda aamin..

Demikian tugas akhir ini penulis buat semoga bermanfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya. Penulis berharap agar kiranya tugas akhir ini dapat diterima.

Padang,13 Agustus 2021

Rifky Safri Yanda

ABSTRAK

Perlakuan panas tempering pada material baja memiliki peranan penting karena dapat merubah sifat mekanik dari material baja tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh perlakuan panas tempering terhadap perubahan sifat mekanik pada baja dengan variasi temperatur 200°C, 400°C, dan 600°C. Peneliti ini menggunakan metode eksperimen, dengan menggunakan material baja AISI 4140 dimulai dengan pembuatan spesimen sesuai dengan standar pengujian kekerasan, pengujian impak dan cek unsur yang terkandung pada baja tersebut. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata kekerasan material baja AISI 4140 tanpa perlakuan dengan nilai 30 HRC, lalu pada tempering 200°C nilai kekerasan meningkat 47 HRC, pada tempering 400°C nilai kekerasan sedikit menurun 39,8 HRC, dan pada tempering 600°C terjadi penurunan drastis 30,1 HRC. Nilai kekerasan terlihat dengan adanya unsur karbon kekerasannya meningkat, dari teori bahwa tempering yang kita lakukan merubah fasa dari martensit menjadi sementit dan ferrit, artinya ketika kita panaskan fasa itu mempengaruhi nilai kekerasan juga. Lalu pada pengujian impak didapatkan nilai rata-rata tanpa perlakuan panas tempering sebanyak $1,113 \times 10^6$ N/m, pada tempering 200°C nilainya meningkat sebanyak $1,284 \times 10^6$ N/m, lalu tempering 400°C nilai yang dihasilkan menurun drastis sebesar $0,227 \times 10^6$ N/m, dan pada tempering 600°C nilai yang dihasilkan sebesar $0,878 \times 10^6$ N/m. Pada pengujian impak ini nilai impact tanpa perlakuan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa perlakuan panas tempering. Sementara setelah dilakukan tempering nilainya dibawah itu, namun dari tiga temperatur perlakuan panas yang diberikan 200, 400, dan 600 ternyata nilainya meningkat ini disebabkan pada proses tempering kita melakukan perubahan struktur pada material baik perubahan fasa dan komposisi unsur yang terkandung pada baja. Hal ini berpengaruh pada ketangguhan dan kekerasan material nampak meningkat, idikasinya dengan semakin meningkatnya nilai impact dan kekerasan, disamping itu berdasarkan teori dan jurnal yang ada material baja setelah mendapatkan perlakuan panas tempering merubah struktur fasa dari martensit yang keras menjadi sementit dan ferrit yang lebih ulet

Kata Kunci : *Sifat Mekanik, Baja AISI 4140, Perlakuan Panas, Tempering, Kekerasan, Ketangguhan*

ABSTRAK

Tempering heat treatment on steel material has an important role because it can change the mechanical properties of the steel material. This study aims to see how much influence tempering heat treatment has on changes in mechanical properties of steel with temperature variations of 200oC, 400oC, and 600oC. The experiment, using AISI 4140 steel material began with making specimens according to standard hardness testing, impact testing and checking the elements contained in the steel. HRC, then at 200oC tempering the hardness value increases by 47 HRC, at 400oC tempering the hardness value slightly decreases by 39.8 HRC, and at 600oC tempering there is a drastic decrease of 30.1 HRC. The hardness value can be seen in the presence of carbon elements, the hardness increases, from the theory that tempering what we are doing is changing the phase of i martensite becomes cementite and ferrite, meaning that when we heat the phase it affects the hardness value as well. Then in the impact test, the average value without tempering heat treatment was $1.113 \times 106 \text{ N/m}$, at 200oC tempering the value increased by $1.284 \times 106 \text{ N/ m}$, then at 400oC tempering the resulting value decreased drastically by $0.227 \times 106 \text{ N/m}$, and at 600oC tempering the resulting value was $0.878 \times 106 \text{ N/m}$. In this impact test, the impact value without tempering treatment is higher than that without tempering heat treatment. Meanwhile, after tempering the value is below that, but from the three heat treatment temperatures given 200, 400, and 600 it turns out that the value increases this is due to the tempering process we make changes to the structure of the material, both phase changes and the elemental composition contained in the steel. This affects the toughness and the hardness of the material appears to increase, as indicated by the increasing value of the impact and hardness, in addition, based on the existing theories and journals, the steel material after receiving tempering heat treatment changes the phase structure from hard martensite to cementite and ferrite which is more ductile.

Keywords : *Mechanical Properties, AISI 4140 Steel, Heat Treatment Tempering, Hardness toughness*

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	I
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	II
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS SARJANA	III
PERNYATAAN KEASLIAN ISI.....	IV
KATA MUTIARA.....	V
KATA PENGANTAR.....	VIII
ABSTRAK.....	IX
DAFTAR ISI	XI
DAFTAR TABEL.....	XIV
DAFTAR GAMBAR	XV
 BAB I PENDAHULUAN.....	 Error! Bookmark not defined.
1.1.Latar Belakang Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.2.Identifikasi Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3.Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4.Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5.Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6.Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 Error! Bookmark not defined.
2.1. Baja	5
○ 2.1.1. Baja Karbon	Error! Bookmark not defined.

○ 2.1.1.1. Baja Karbon Rendah (<i>low carbon steel</i>).....	Error! Bookmark not defined.
○ 2.1.1.2. Baja Karbon Sedang (<i>medium carbon steel</i>) ...	Error! Bookmark not defined.
○ 2.1.1.3. Baja Karbon Tinggi (<i>hight carbon steel</i>)	Error! Bookmark not defined.
○ 2.1.2. Baja Paduan.....	Error! Bookmark not defined.
○ 2.1.3. Baja AISI 4140.....	Error! Bookmark not defined.
2.2. Perlakuan Panas (<i>heat treatment</i>).....	Error! Bookmark not defined.
○ 2.2.1. Annealing (<i>Pelunakan</i>)	Error! Bookmark not defined.
○ 2.2.2. Normalizing (<i>Penormalan</i>)	Error! Bookmark not defined.
○ 2.2.3. Hardening (<i>Pengerasan</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.3 Tempering (<i>Penyepuhan</i>)	Error! Bookmark not defined.
○ 2.3.1 Self Tempering.....	Error! Bookmark not defined.
○ 2.3.2. Holding Time	Error! Bookmark not defined.
2.4. Media Pendingin.....	Error! Bookmark not defined.
2.5. Sifat Mekanik Logam	Error! Bookmark not defined.
○ 2.5.1. Pengujian Kekerasan (<i>hardness Test</i>)	Error! Bookmark not defined.
○ 2.5.2. Uji Kekerasan Rockwell	Error! Bookmark not defined.
○ 2.5.3. Uji Kekerasan Brinell	Error! Bookmark not defined.
○ 2.5.4. Uji Kekerasan Vickers.....	Error! Bookmark not defined.
○ 2.5.5. Pengujian Impak (<i>impact test</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.6. Kerangka Konseptual	Error! Bookmark not defined.
 BAB III METODE PENELITIAN	 Error! Bookmark not defined.
3.1. Jenis Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2. Objek Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3. Jenis Dan Sumber Data	Error! Bookmark not defined.
3.4. Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5. Jadwal Dan Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.6. Alat dan Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
○ 1. Alat Utama Penelitian	Error! Bookmark not defined.
○ 2. Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.

3.7. Metode Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
○ 1) Pengukuran Bahan	Error! Bookmark not defined.
○ 2) Pemotongan bahan	Error! Bookmark not defined.
○ 3) Pembuatan Spesimen	Error! Bookmark not defined.
○ 4) Perlakuan panas <i>Tempering</i>	Error! Bookmark not defined.
○ 5) Proses pendinginan	Error! Bookmark not defined.
○ 6) Pengujian Sifat Mekanik	Error! Bookmark not defined.
○ 7) Pengujian Kekerasan (<i>hardness tester</i>)	Error! Bookmark not defined.
○ 8) Pengujian Impak (<i>impact tester</i>)	Error! Bookmark not defined.
3.8. Tabulasi Data	Error! Bookmark not defined.
3.9. Teknik Pengumpulan dan Analisa Data	Error! Bookmark not defined.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASANError! Bookmark not defined.

4.1. Objek Penelitian	36
4.2. Tabel Data Dan Hasil Pengujian	37
4.3. Analisa Data Dan Hasil Pengujian	39
4.4. Grafik Hasil Penelitian	55
4.5. Pembahasan	57

BAB V PENUTUP 61

5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA	63
-----------------------------	-----------