

ANALISIS PENGARUH KEKERASAN BAJA KARBON S55C SETELAH DILAKUKAN PROSES *HEAT TREATMENT*

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Fathur Rohman NIM: 1042142

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

TAHUN 2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH KEKERASAN BAJA KARBON S55C SETELAH DILAKUKAN PROSES *HEAT TREATMENT*

Oleh:

Fathur Rohman/1042142

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung

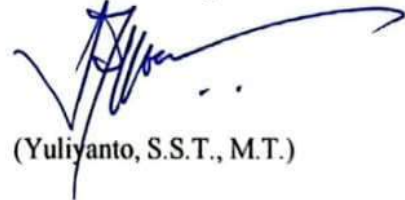
Menyetujui,

Pembimbing 1



(Eko Yudo, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Yuliyanto, S.S.T., M.T.)

Penguji 1



(Yuli Darti, S.S.T., M.T.)

Penguji 2



(Zulfitriyanto, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa

: Fathur Rohman

NIM : 1042142

Dengan judul

: Analisis Pengaruh Kekerasan Baja Karbon S55C
Setelah Dilakukan Proses *Heat Treatment*

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 24 Juli 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Fathur Rohman



ABSTRAK

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan pengaruh kekerasan baja karbon S55C setelah dilakukan proses heat treatment. Mata potong atau pisau pencacah plastik merupakan bagian yang digunakan sebagai alat pemotong limbah plastik menjadi bagian-bagian kecil selanjutnya untuk diproses ke tahap daur ulang. Baja JIS S55C digunakan sebagai bahan alternatif untuk mata potong pencacah plastik. Penelitian ini memvariasikan suhu hardening yaitu 850°C, 950°C, dan 1050°C. Selanjutnya media pendinginan yang divariasikan meliputi air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng yang masing-masing sebanyak 3 liter. Dari hasil pengujian kekerasan setelah melalui variasi temperatur dan variasi media pendingin, nilai kekerasan baja S55C sebelum melalui proses heat treatment adalah 29,6 HRC, dan pada temperatur 850°C nilai kekerasan tertinggi adalah 46,1 HRC yang terdapat pada media pendingin minyak goreng. Selanjutnya pada temperatur 950°C nilai kekerasan tertinggi adalah sebesar 56 HRC yang diperoleh pada media pendingin air sumur. Terakhir pada suhu 1050°C nilai kekerasan tertinggi adalah 44,6 HRC yang diperoleh pada media pendingin air sumur. Dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur dan media pendingin memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai kekerasan Baja S55C yang mana tingkat kekerasan Baja sebelum proses heat treatment adalah 29.6 HRC bisa mencapai tingkat kekerasan sebesar 56 HRC pada temperatur 950°C dan menggunakan media pendingin air sumur.

Kata Kunci: Mata Potong, Kekerasan, Heat Treatment, S55C

ABSTRACT

In general, this research aims to analyze and describe the effect of hardness of S55C carbon steel after the heat treatment process. The cutting blade or plastic chopping knife is a part that is used as a tool to cut plastic waste into small parts which are then processed to the recycling stage. JIS S55C steel is used as an alternative material for plastic chopper cutting edges. This research varied the hardening temperature, namely 850°C, 950°C, and 1050°C. Furthermore, the cooling media that were varied included well water, young coconut water, and cooking oil, each 3 liters. From the results of hardness testing after going through variations in temperature and variations in cooling media, the hardness value of S55C steel before going through the heat treatment process was 29.6 HRC, and at a temperature of 850°C the highest hardness value was 46.1 HRC which was found in the cooking oil cooling media. Furthermore, at a temperature of 950°C the highest hardness value was 56 HRC which was obtained from well water cooling media. Finally, at a temperature of 1050°C, the highest hardness value was 44.6 HRC which was obtained from well water cooling media. It can be concluded that variations in temperature and cooling media have a significant influence on the hardness value of S55C Steel, where the steel hardness level before the heat treatment process is 29.6 HRC, it can reach a hardness level of 56 HRC at a temperature of 950°C and using well water cooling media.

Keywords: Cutting Edge, Hardness, Heat Treatment, S55C

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir berjudul "Analisis Pengaruh Kekerasan Baja Karbon S55C Setelah Dilakukan Proses Heat Treatment" tepat pada waktunya.

Adapun tujuan dari penulisan laporan akhir ini yakni untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin pada Prodi DIV Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari dalam penulisan proyek akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna memperbaiki kekurangan-kekurangan dalam proyek akhir ini dan semoga proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Dalam penyelesaian penulisan proyek akhir ini penulis memperoleh beberapa masukan, arahan, dukungan dan doa dari berbagai pihak, baik dari keluarga maupun dari civitas akademika. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan proyek akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati :

1. Kedua Orang Tua penulis Alm.H.Amin Rasulu dan Sofiani Firdaus serta Kakak dan Adik yang selalu memberikan cinta dan kasih sayang, dukungan moral dan materil, doa yang tulus dari awal hingga selesainya proyek akhir ini;
2. Bapak Eko Yudo, S.S.T., M.T., selaku pembimbing I;
3. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T., selaku pembimbing II;
4. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D, selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung;
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T, M.Eng, selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin;

6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T, selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur;
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin dan Staf Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang memberikan saya ilmu dan wawasan selama perkuliahan;
8. Sahabat dan teman-teman tim dibalik layar yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Sungailiat, 24 Juli 2024



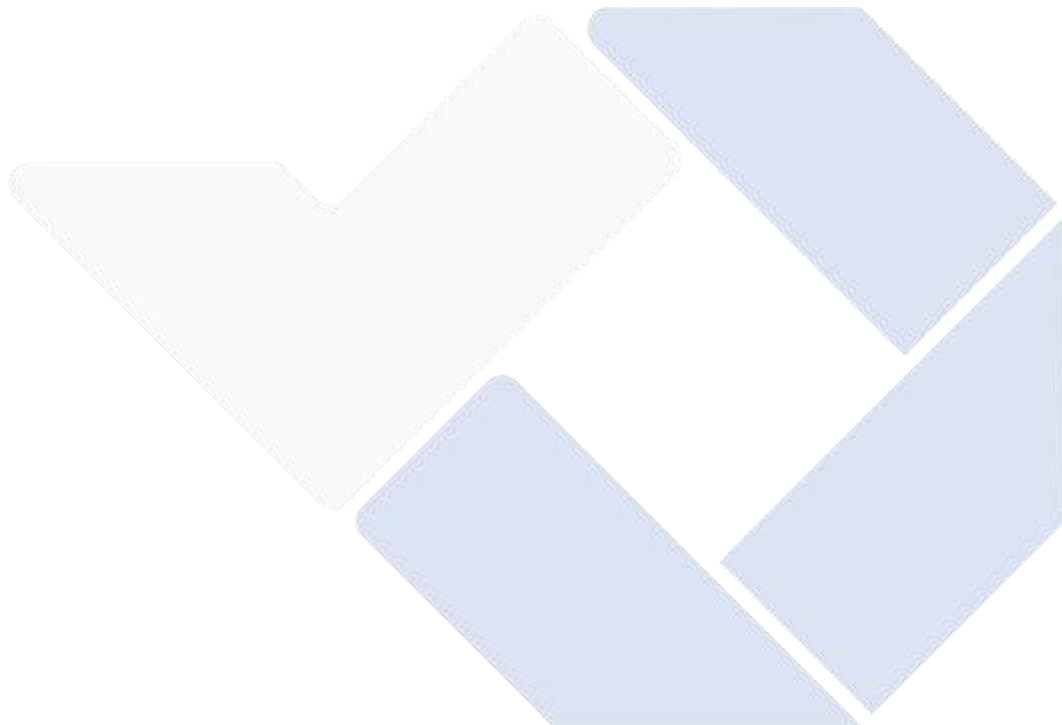
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi-vii
DAFTAR ISI	viii-x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1-3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II. DASAR TEORI	4
2.1 Baja	4
2.2 Jenis-jenis Baja	4
2.2.1 Baja Karbon	4-5
2.2.2 Baja Paduan	5-6
2.3 Material S55C	6
2.4 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	6-7
2.5 Jenis Perlakuan	7
2.5.1 <i>Annealing</i>	7
2.5.2 <i>Normalizing</i>	7
2.5.3 <i>Hardening</i>	7
2.5.4 <i>Tempering</i>	7-8

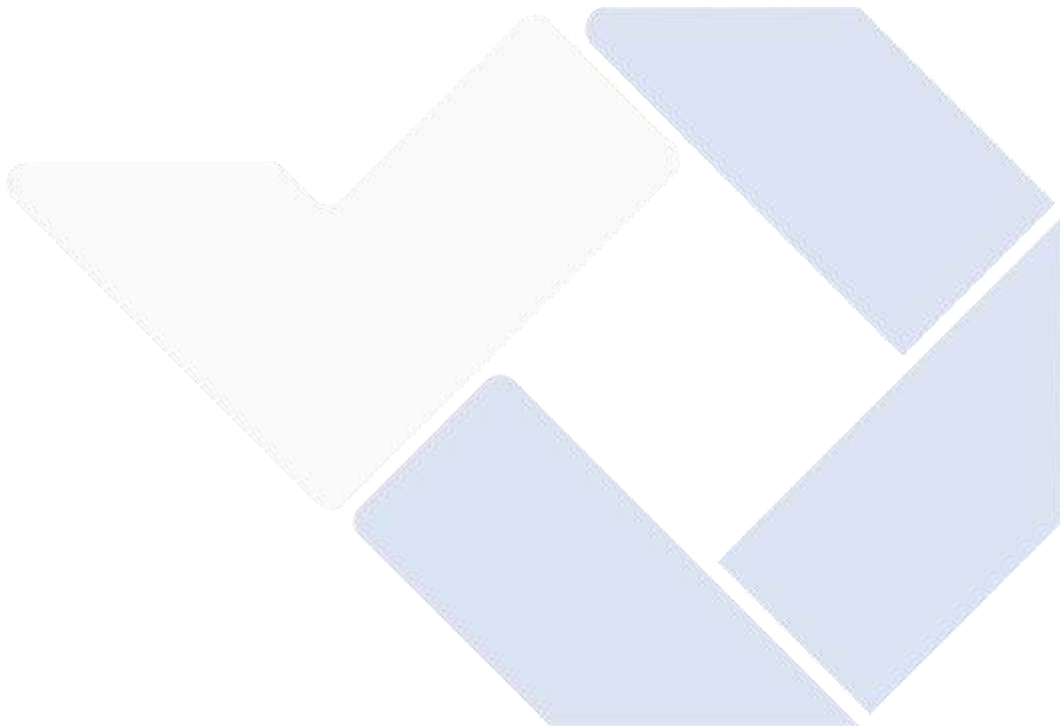
2.6 Temperatur Austenite	8
2.7 <i>Quenching</i>	8-9
2.8 Penahanan Suhu Stabil (<i>Holding Time</i>).....	9
2.9 Tujuan Perlakuan Panas	10
2.10 Diagram Fe ₃ C	10
2.11 Diagram TTT	11
2.12 Uji Kekerasan	11-12
BAB III. METODE PELAKSANAAN	13
3.1 Identifikasi Masalah (Studi Literatur)	14
3.2 Rumusan Masalah	14
3.3 Desain Eksperimen	14
3.3.1 Variabel Bebas	14
3.3.2 Variabel Respon	15
3.3.3 Variabel Konstan	15-16
3.3.4 Material	16
3.4 Persiapan Eksperimen	16
3.4.1 Bahan Penelitian	16-18
3.4.2 Peralatan Penelitian	18-22
3.5 Pelaksanaan Eksperimen	22
3.6 Pengambilan data Hasil Eksperimen	22
3.6.1 Pengujian Kekerasan	22-23
3.7 Analisis Data	24
3.8 Kesimpulan	24
BAB IV. PEMBAHASAN	25
4.1 Proses Penelitian	25
4.1.1 Persiapan Spesimen	25-26
4.1.2 Perlakuan Panas	26-27
4.2 Pengujian Kekerasan	27-28
4.3 Hasil dan Pembahasan Kekerasan	29-31
4.4 Analisis Uji Kekerasan	31-32
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	33

5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	xiv-xv
DAFTAR LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Data Hasil Uji Kekerasan	13
Tabel 3.2 Rencana Pengumpulan Data Hasil Uji Kekerasan	23
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan Proses <i>Heat Treatment</i>	29
Tabel 4.2 Rata-rata Keseluruhan Hasil Pengujian Kekerasan	30



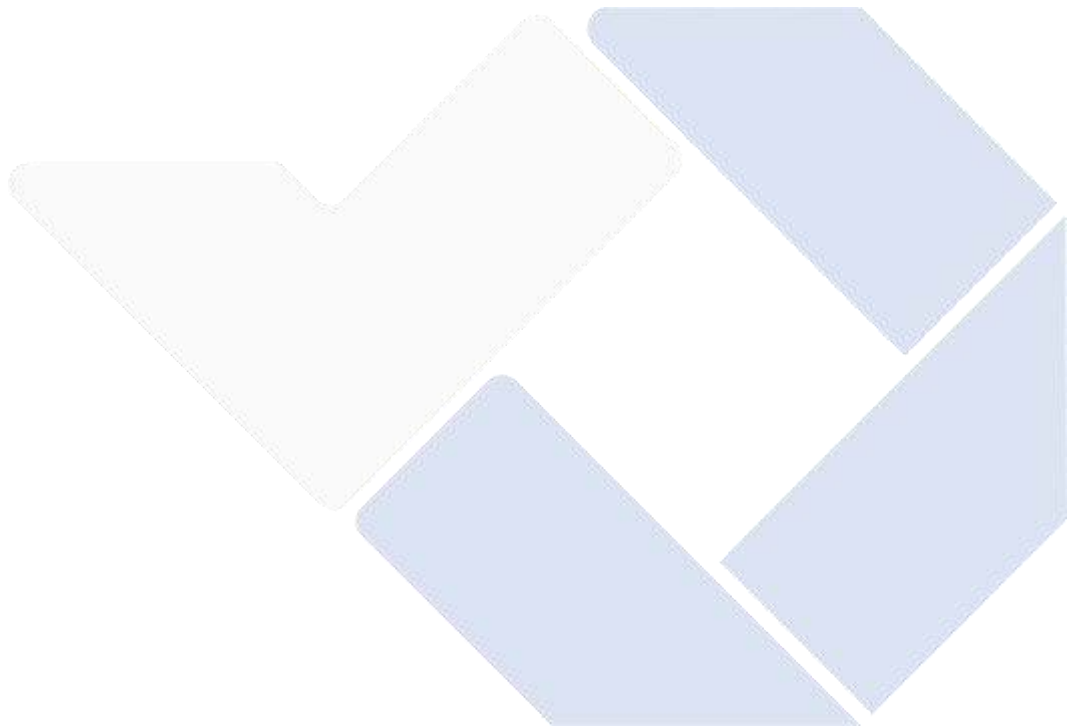
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Fe ₃ C	10
Gambar 2.2 Diagram TT	11
Gambar 2.3 Ilustrasi Pengujian Kekerasan	12
Gambar 3.1 Skema Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3.2 Diagram Proses Hardening	15-16
Gambar 3.3 Baja S55C	16
Gambar 3.4 Kawat Baja	17
Gambar 3.5 (a) Air Sumur, (b) Air Kelapa Muda, (c) Minyak Goreng	17-18
Gambar 3.6 Mesin Gergaji Potong	18
Gambar 3.7 Mesin Bubut	19
Gambar 3.8 Tungku Pemanas	19
Gambar 3.9 Mesin Uji Kekerasan	20
Gambar 3.10 Tang Kombinasi	20
Gambar 3.11 Ember Plastik	21
Gambar 3.12 Jangka Sorong	21
Gambar 3.13 Baju Apron, Helm, dan Sarung Tangan	22
Gambar 4.1 (a) Pemotongan Spesimen, (b) Spesimen	25
Gambar 4.2 Pembubutan Spesimen	25-26
Gambar 4.3 Pengikatan Spesimen	26
Gambar 4.4 Spesimen didalam Tungku	27
Gambar 4.5 Pengangkatan Spesimen	27
Gambar 4.6 Pengujian Kekerasan HRC	28
Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Kekerasan	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2. Foto-foto



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produksi plastik telah dimulai sejak tahun 1862 dan penggunaannya terus meningkat hingga saat ini. Tidak bisa disangkal bahwa plastik sangat banyak digunakan hingga sekarang. Penggunaan plastik yang meluas ini dapat menyebabkan penumpukan limbah, yang dikhawatirkan dapat menimbulkan bencana seperti banjir, penyakit, pencemaran lingkungan, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengatasi banyaknya limbah tersebut, salah satunya adalah dengan mendaur ulang limbah plastik menjadi barang yang dapat digunakan kembali.

Dalam proses daur ulang, diperlukan alat yang mendukung, yaitu mesin pencacah plastik. Mesin ini memiliki komponen penting yang disebut mata potong pencacah plastik. Mata potong ini berfungsi memotong limbah plastik menjadi bagian-bagian kecil sebagai tahap awal, yang mempermudah proses daur ulang selanjutnya, di mana limbah plastik tersebut akan diolah menjadi barang jadi lainnya.

Pada penelitian ini, penulis menggunakan material baja karbon S55C digunakan untuk diberikan perlakuan panas, kemudian dianalisis pengaruh perlakuan panas tersebut terhadap nilai kekerasan pada baja S55C. Material Baja S55C sendiri adalah material logam yang terbentuk dari beberapa unsur, seperti Ferrum (Fe) sebagai unsur utama, dan material karbon 0,55% sebagai unsur kedua, yang mana kedua unsur tersebut mempengaruhi sifat mekanisnya.

Selanjutnya dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasannya melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*). Tujuan dari dilakukannya perlakuan panas (*heat treatment*) ini adalah untuk peningkatan kekuatan, kekerasan, ketangguhan, dan keuletan. Baja karbon yang telah memiliki kekerasan yang tinggi setelah melalui proses tersebut sangat cocok untuk komponen yang membutuhkan kekerasan dan

ketahanan terhadap gesekan.

Anantanur, dan kawan-kawan [1] telah melakukan penelitian Analisa Struktur Mikro dan Kekerasan pada Baja S55C Setelah Dilakukan Proses *Tempering*, yang didapatkan dari penelitian ini adalah Semakin tinggi suhu tempering, struktur mikro yang terbentuk semakin dominan ferit dan perlit, dan fasa martensit bertransformasi menjadi perlit dan martensit temper. Semakin tinggi suhu tempering, nilai kekerasan baja S55C akan semakin turun. Baik pada media quenching oli maupun air. Pada pendinginan menggunakan air struktur yang terbentuk dominan martensit, sedangkan pada pendinginan menggunakan oli struktur yang terbentuk ferrit, perlit dan sedikit martensit. Hal ini karena laju pendinginan menggunakan air lebih cepat, sehingga struktur martensit terbentuk. Urutan terbaik dalam proses heat treatment jika dianalisa dari pembentukan struktur dan nilai kekerasn terjadi yaitu dengan perlakuan quenching menggunakan oli dan tempering pada suhu 300°C. Menghasilkan struktur mikro dominan perlit dengan kekerasan 36,3 HRC.

Setiani Ibrahim, dan kawan-kawan [2] melakukan penelitian tentang pembuatan mata pisau mesin pencacah plastik dengan material AISI D2 yang diberi perlakuan panas. Penelitian yang mereka lakukan menggunakan temperatur austenit 1030°C dengan proses pendinginan udara, kemudia dilanjutkan proses tempering 200°C. Dari penelitian tersebut didapatlah hasil mata pisau pencacah terjadi perubahan atau meningkatnya tingkat sifat kekerasan dengan nilai sebesar 710 HV atau 60 HRC dibandingkan dengan material belum diberi perlakuan panas dengan nilai sebesar 296 HV atau 29,2 HRC.

Khalid dan kawan-kawan [9] yang telah melakukan penelitian tentang pisau pencacah plastik dengan memvariasikan temperatur *tempering*. Parameter yang digunakan adalah pemanasan awal pada suhu 850°C dengan pendingin oli. Kemudian dilanjutkan variasi tempering pada suhu 300°C, 400°C, dan 500°C dengan waktu tahan 30 menit. Dari parameter tersebut didapatlah nilai tertinggi pada tempering 400°C sebesar 269,3 HV atau 25 HRC dengan fasa bainite dan martensite yang terbentuk.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang

menggunakan berbagai jenis material Baja dan diberikan proses *heat treatment* dengan variasi suhu *hardening*, maka penulis akan melakukan penelitian dengan menggunakan material Baja S55C. Selanjutnya akan diberikan proses *heat treatment* dengan variasi suhu *hardening* yang akan divariasikan adalah 850°C, 950°C, dan 1050°C dan akan dilanjutkan dengan *quenching* (proses memasukkan material baja ke dalam media pendingin yang dilakukan dengan cepat). Media pendingin yang digunakan antara lain air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas, maka rumusan masalahnya adalah bagaimana pengaruh proses *heat treatment* yaitu *hardening* terhadap kekerasan baja karbon S55C dengan variasi temperatur 850°, 950°, dan 1050°, juga variasi media pendingin *quenching* air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng, serta di panaskan selama 3 jam untuk mendapatkan kekerasan mata potong yang diinginkan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis Baja yang digunakan adalah Baja JIS S55C
2. Variasi temperatur *hardening* yang digunakan yaitu 850°, 950°, dan 1050°.
3. Media pendingin *quenching* yang digunakan yaitu air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng.
4. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan mencakup pengujian kekerasan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini mengacu pada rumusan masalah, yaitu mengetahui pengaruh perlakuan *hardening* menggunakan variasi suhu dan variasi media pendingin terhadap kekerasan dan ketangguhan baja S55C. Hal ini dilakukan untuk mencapai kekerasan terbaik pada mata potong.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Baja

Baja adalah logam paduan antara logam besi dan karbon sebagai paduannya. Selain itu baja memiliki unsur campuran lain yaitu Silikon (Si) 0,1- 0,3%, Fosfor (P) 0,5%, Mangan (Mn) 1%, Sulfur (S) 0,05%, dan karbonnya diantara 0,1-1,7% sedangkan untuk lainnya dibatasi [3].

2.2 Jenis-jenis Baja

Baja merupakan besi dengan kadar karbon kurang dari 2 %. Baja dapat dibentuk menjadi berbagai macam bentuk sesuai dengan keperluan. Secara garis besar ada 2 jenis baja, yaitu :

2.2.1 Baja Karbon

Baja karbon disebut juga plain karbon steel, mengandung terutama unsur karbon dan sedikit silicon, belerang dan pospor. Berdasarkan kandungan karbonnya, baja karbon dibagi menjadi :

1) Baja dengan kadar karbon rendah ($< 0,2 \% C$)

Baja ini dengan komposisi karbon kurang dari 2%. Fasa dan struktur mikronya adalah ferrit dan perlit. Baja ini tidak bisa dikeraskan dengan cara perlakuan panas hanya bisa dengan pengerjaan dingin. Sifat mekaniknya lunak, lemah dan memiliki keuletan dan ketangguhan yang baik. Serta mampu mesin (*machinability*) dan mampu las nya (*weldability*) baik cocok untuk bahan bangunan konstruksi gedung, jembatan, rantai, body mobil [4].

2) Baja dengan kadar karbon sedang ($0,1\%-0,5 \% C$)

Baja karbon sedang memiliki komposisi karbon antara 0,2%-0,5% C (berat). Dapat dikeraskan dengan perlakuan panas dengan cara memanaskan hingga fasa austenit dan setelah ditahan beberapa saat didinginkan dengan cepat ke dalam air atau sering disebut quenching untuk memperoleh fasa yang keras yaitu martensit. Baja ini terdiri dari baja karbon sedang biasa (*plain*) dan baja mampu keras. Kandungan karbon yang relatif tinggi itu dapat

meningkatkan kekerasannya. Namun tidak cocok untuk di las, dengan kata lain mampu las nya rendah. Dengan penambahan unsur lain seperti Cr, Ni, dan Mo lebih meningkatkan mampu kerasnya. Baja ini lebih kuat dari baja karbon rendah dan cocok untuk komponen mesin, roda kereta api, roda gigi (*gear*), poros engkol (*crankshaft*) serta komponen struktur yang memerlukan kekuatan tinggi, ketahanan aus, dan tangguh [4].

3) Baja dengan kadar karbon tinggi ($>0,5\%$ C)

Baja karbon tinggi memiliki komposisi antara 0,6- 1,4% C (berat). Kekerasan dan kekuatannya sangat tinggi, namun keuletannya kurang. baja ini cocok untuk baja perkakas, dies (cetakan), pegas, kawat kekuatan tinggi dan alat potong yang dapat dikeraskan dan ditemper dengan baik. Baja ini terdiri dari baja karbon tinggi biasa dan baja perkakas. Khusus untuk baja perkakas biasanya mengandung Cr, V, W, dan Mo. Dalam paduannya unsur-unsur tersebut bersenyawa dengan karbon menjadi senyawa yang sangat keras sehingga ketahanan aus sangat baik. Kadar karbon yang terdapat di dalam baja akan mempengaruhi kuat tarik, kekerasan dan keuletan baja. Semakin tinggi kadar karbonnya, maka kuat tarik dan kekerasan baja semakin meningkat tetapi keuletannya cenderung turun. Penggunaan baja di bidang teknik sipil pada umumnya berupa baja konstruksi atau baja profil, baja tulangan untuk beton dengan kadar karbon 0,10% - 0,50%. Selain itu baja karbon juga digunakan untuk baja/kawat pra tekan dengan kadar karbon s/d 0,90 %. Pada bidang teknik sipil sifat yang paling penting adalah kuat tarik dari baja itu sendiri [4].

2.2.2 Baja Paduan

Baja dikatakan di padu jika komposisi unsur-unsur paduannya secara khusus, bukan baja karbon biasa yang terdiri dari unsur fosfor dan mangan. Baja paduan semakin banyak di gunakan. Unsur yang paling banyak di gunakan untuk baja paduan, yaitu : Cr, Mn, Si, Ni, W, Mo, Ti, Al, Cu, Nb, Zr [4].

- 1) Baja Paduan Rendah (*Low Alloy Steel*) Baja paduan rendah merupakan baja paduan yang elemen paduannya kurang dari 2,5% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain- lain. Biasanya digunakan untuk membuat

perkakas potong, gergaji, cetakan penarikan, pahat kayu, mata pisau, pemotong kikir, gurdi batu [4].

- 2) Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy Steel*) Baja paduan menengah merupakan baja paduan yang elemen paduannya 2,5% - 10% wt, misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain. Biasanya digunakan untuk membuat alat pengukur, cetakan penarikan, rol derat, mata gunting untuk plat tebal [4].
- 3) Baja Paduan Tinggi (*High Alloy Steel*) Baja paduan tinggi merupakan baja paduan yang elemen paduannya lebih dari 10% wt, misalnnnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain. [3] Banyak digunakan untuk cetakan penarikan kawat cetakan pengetrim, pengukur, rol derat.

2.3 Material S55C

Baja S55C merupakan material logam yang terbentuk dari unsur utama Fe (Ferrum) dan unsur keduanya yaitu material karbon 0,55%, dimana unsur keduanya tersebut mempengaruhi sifat-sifat mekanisnya. Komposisi dari Baja Karbon S55C terdiri dari 0,55% C, 0,15% Si, 0,6% Mn, 0,02% P, 0,03% S, 0,2%

Kr, 0,2% Ni, 0,3% Cu. Salah satu penggunaan Baja S55C adalah pada part roda gigi sproket. Roda Gigi sproket merupakan komponen yang sangat penting pada sepeda motor yang fungsinya meneruskan Kembali tenaga yang dihasilkan dari putaran mesin menuju roda belakang motor. Roda gigi sprocket standar memiliki rata-rata kekerasan 45 HRC [1].

2.4 Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas atau *heat treatment* merupakan salah satu proses yang dikerjakan dimana bertujuan untuk mengubah sifat yang terkandung pada baja yaitu sifat mekanis. Perlakuan panas ini dilakukan pada kombinasi antara proses pendinginan ataupun proses pemanasan yang ditentukan [6].

Heat treatment ini akan membuat perubahan pada mikrostruktur logam baja, dimana sebagai peningkatan sifat mekanik yang ada didalam struktur logam baja. Perlakuan panas bisa diartikan sebagai penggabungan atau interaksi antara proses proses pendinginan pada laju tertentu dengan proses pemanasan yang tepat pada material logam dalam kondisi padat, disitulah upaya untuk mendapatkan sifat

sifat yang diinginkan. Berubahnya sifat tersebut bisa terjadi diakibatkan adanya perubahan mikrostruktur pada saat proses pendinginan maupun pemanasan. Hal tersebut akan berpengaruh pada berubah mikrostrukturnya [5].

2.5 Jenis Perlakuan

Didalam perlakuan panas ada yang dinamakan perlakuan panas awal dan juga perlakuan panas akhir. Beberapa jenis perlakuan panas sebagai berikut :

2.5.1 Annealing

Annealing adalah salah satu diantara proses *heat treatment* terhadap material logam dalam proses pembuatan produk. Pada intinya, *annealing* dilakukan dengan cara pemanasan material sampai pada suhu diatas suhu transformasi atau perubahan yaitu diatas 30°C sampai 50°C. Sehingga terjadi perubahan yang diperlukan. Kemudian untuk mendinginkan material tersebut dilakukan laju pendinginan yang lama. *Annealing* dapat pula dikerjakan pada benda kerja dalam kondisi yang berbeda-beda dan dengan tujuan yang berbeda, tujuan dilakukannya *annealing* yakni untuk melunakan, menghaluskan butiran pada struktur kristal, dan menghilangkan tegangan inti dan memperbaiki kerusakan material [6].

2.5.2 Normalizing

Normalizing merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menghaluskan dan memperbaiki struktur butir pada baja dan juga sebagai pembentuk struktur supaya beragam dan halus, sehingga tidak diperlukan pengerjaan dingin [6].

2.5.3 Hardening

Hardening adalah proses perlakuan panas pada baja yang bertujuan untuk meningkatkan kekerasan pada baja. Proses ini bisa sangat penting didalam produksi bagian-bagian komponen mesin. Beberapa faktor yang sangat berpengaruh pada proses *hardening* ini yaitu persentase kandungan karbon pada baja, pendingin, temperatur, waktu penahanan, ketebalan benda kerja [6].

2.5.4 Tempering

Tempering adalah suatu langkah dimana baja yang sebelumnya sudah dikeraskan lalu dipanaskan kembali untuk menghilangkan tegangan sisa dan juga mengembalikan sifat dari ketangguhan dan keuletan yang hilang dengan suhu tertentu dan waktu tahan tertentu. Dibalik kembalinya sifat keuletan tersebut maka

akan menyebabkan turunnya kekuatan dan kekerasan yang telah dicapai sebelumnya [7]. Ada 3 jenis *tempering*, yaitu :

1. *Tempering* suhu rendah, *tempering* ini berada pada suhu antara 150°C sampai 300°C yang bertujuan untuk menurunkan tegangan dan kerapuhan. Biasanya digunakan pada material yang tidak banyak menggunakan tekanan besar seperti mata bor [8].
2. *Tempering* suhu sedang, *tempering* ini berada pada suhu antara 300°C sampai 500°C yang bertujuan untuk meningkatkan keuletan dan tangguh tetapi akan menurunkan tingkat kekerasannya. Biasanya digunakan pada material yang banyak menggunakan tekanan besar seperti alat perkakas seperti palu, pahat, dan lain-lain [8].
3. *Tempering* suhu tinggi, *tempering* ini berada pada suhu antara 500°C sampai 650°C yang bertujuan untuk meningkatkan keuletan yang tinggi tetapi akan menurunkan tingkat kekerasan yang sangat rendah. Biasanya digunakan pada material yang banyak menggunakan tekanan sangat besar seperti roda gigi, poros, dan batang penggerak [8].

2.6 Temperatur Austenite

Pada proses *hardening*, suhu yang dipanaskan harus mencapai suhu *austenite* karena di suhu ini Kristal baja mengalami perubahan menjadi *austenite*. Pada suhu *austenite*, mikrostruktur baja mengalami perubahan, di mana karbida terlarut dan austenit terbentuk. Setelah proses pendinginan cepat (*quenching*), *austenite* ini bertransformasi menjadi *martensit*, sebuah fasa yang keras dan rapuh. *Martensit* meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja, namun dapat mengurangi kelenturannya [10] [11].

2.7 Quenching

Quenching adalah proses pendinginan baja secara cepat menggunakan media ketika suhu temperature sudah mencapai suhu austenite pada proses *hardening*, proses ini dilakukan untuk mendapatkan kekerasan baja yang kita inginkan. Kemampuan media dalam mendinginkan spesimen berbeda karena di faktori oleh temperatur, kadar larutan, kekentalan, dan bahan dasar larutan [12]. Media pendingin yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Air

Pendinginan dengan air memberikan efek pendinginan yang cepat. Air memiliki sifat unik dengan wujud cair pada suhu 0°C hingga 100°C, titik beku di 0°C, dan titik didih di 100°C. Perubahan suhu air yang lambat membuatnya menjadi penyimpan panas yang baik, sehingga tidak cepat berubah suhu. Proses penguapan air membutuhkan energi panas yang besar, menjadikan air efektif untuk pendinginan cepat logam setelah proses *heat treatment* [12].

2. Air kelapa Muda

Air kelapa mengandung zat gizi makro seperti karbohidrat (KH), lemak (L), dan protein (P). Pada air kelapa muda, terdapat KH sebesar 4,11%, L sebesar 0,12%, dan P sebesar 0,13%. Sementara itu, pada air kelapa tua, kandungan KH meningkat menjadi 7,27%, L sebesar 0,15%, dan P sebesar 0,29%. Selain itu, air kelapa juga mengandung zat gizi mikro seperti vitamin dan mineral. Vitamin yang terdapat dalam air kelapa termasuk vitamin B (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9) dan vitamin C. Air kelapa merupakan larutan yang kaya mineral, dengan kadar nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) mencapai puncaknya pada umur 8 bulan dan kemudian menurun seiring bertambahnya umur [13].

3. Minyak Goreng

Minyak goreng adalah bahan pangan yang terdiri dari trigliserida sebagai komposisi utamanya, yang berasal dari bahan nabati. Minyak ini dapat mengalami perubahan kimiawi dan telah melewati proses rafinasi atau pemurnian [15].

2.8 Penahanan Suhu Stabil (*Holding Time*)

Waktu penahanan dilakukan untuk mencapai kekerasan maksimum dari suatu bahan selama proses hardening dengan mempertahankan temperatur pengerasan. Hal ini bertujuan untuk memastikan pemanasan yang homogen pada struktur austenitnya, memungkinkan kelarutan karbida ke dalam austenit, serta difusi karbon dan unsur-unsur paduan lainnya [12].

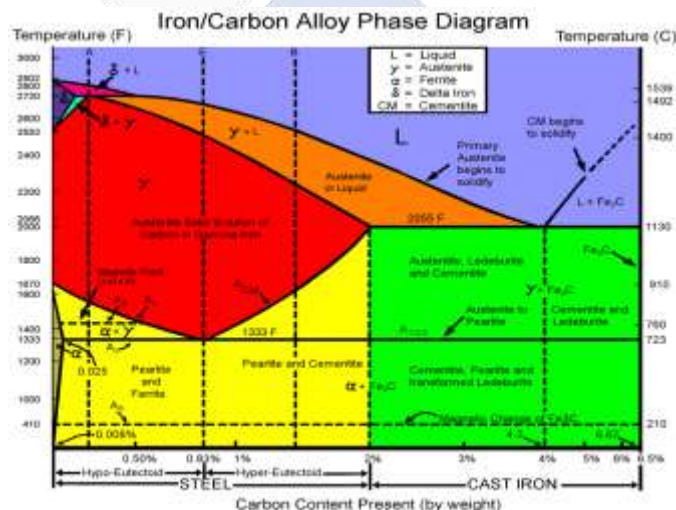
2.9 Tujuan Perlakuan Panas

Proses perlakuan panas dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi deformasi spesimen saat proses sebelum dan sesudah pekerjaan . Perlakuan panas ini juga bertujuan untuk mengubah sifat-sifat bahan dan menghilangkan tegangan-tegangan sisa [5].

Material logam terdiri dari mikrostruktur berbentuk kristal-kristal kecil yang disebut "butir". Sifat butir ini salah satu faktor paling penting dalam menentukan sifat mekanis logam secara keseluruhan [16].

2.10 Diagram Fe3C

Diagram fasa Fe₃-C sangat penting di bidang metalurgi karena sangat bermanfaat dalam menjelaskan perubahan-perubahan fasa pada baja (paduan logam Fe₃-C). Diagram ini memungkinkan para ahli metalurgi untuk memahami bagaimana berbagai kombinasi suhu dan konsentrasi karbon mempengaruhi struktur dan sifat material. Dengan demikian, diagram ini digunakan untuk merancang proses perlakuan panas dan pengendalian kualitas baja, memastikan bahwa produk akhir memiliki sifat mekanis yang diinginkan seperti kekuatan, kekerasan, dan ketahanan aus.

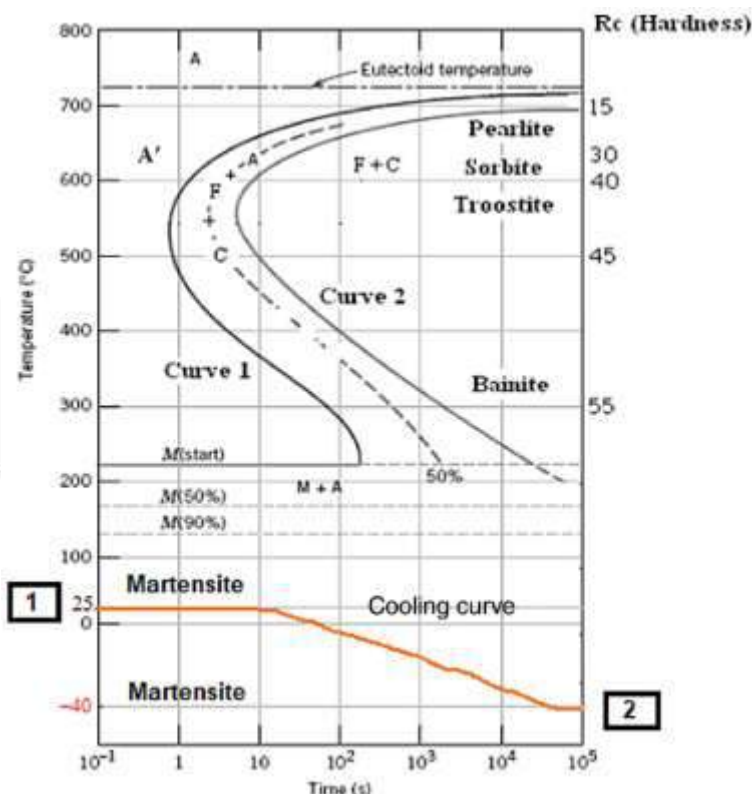


Gambar 2.1 Diagram Fe₃C.

(<https://images.app.goo.gl/wM85oXbELLfiWCHk6>)

2.11 Diagram TTT(Time Temperature Transformation)

Diagram ini penting dalam ilmu metalurgi karena digunakan untuk memahami perubahan struktur mikro logam atau paduan saat mengalami pendinginan atau pemanasan pada laju tertentu. Diagram ini sangat berguna dalam merancang proses perlakuan panas serta memprediksi sifat mekanik dari bahan tersebut.



Gambar 2.2 Diagram TTT Time Temperature Transformation.

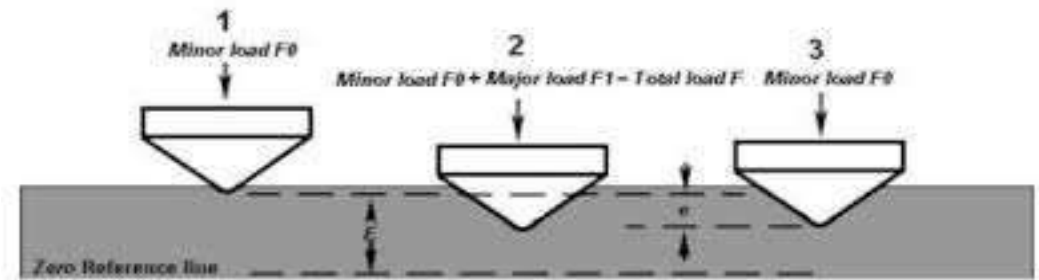
(<https://images.app.goo.gl/1oDKZ2N3DWbvYUC18>)

2.12 Uji Kekerasan

Uji kekerasan adalah metode untuk menilai kemampuan suatu material logam dalam menahan perubahan bentuk atau deformasi. Beberapa teknik pengukuran kekerasan yang umum digunakan meliputi pengujian kekerasan *Rockwell* sesuai standar ASTM E-18, pengujian kekerasan *Brinell* sesuai standar ASTM E-10, dan pengujian kekerasan *Vickers* sesuai standar ASTM E-29.

Dalam metode *Rockwell*, pengujian dilakukan dengan menekan spesimen

menggunakan alat yang disebut penetrator, yang dapat berupa bola baja atau intan. Nilai kekerasan ditentukan berdasarkan kedalaman penetrasi identor, dan hasilnya dapat langsung dibaca pada mesin *Rockwell*. Berikut ilustrasi dari pengujian kekerasan *rockwell*.



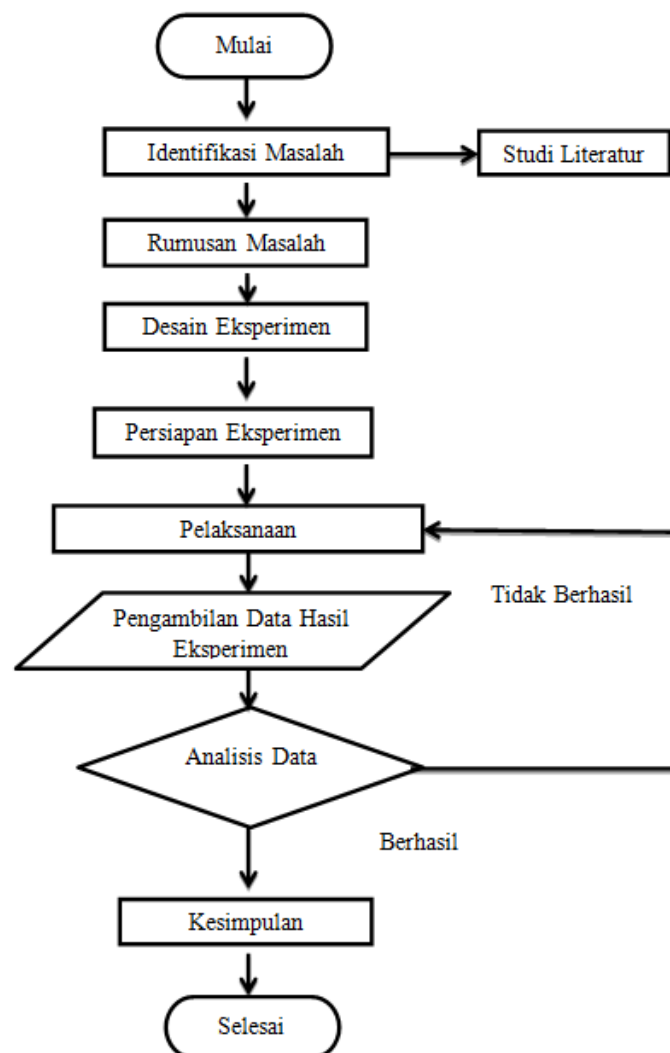
Gambar 2.3 Ilustrasi Pengujian Kekerasan *Rockwell*.

(<https://images.app.goo.gl/KhLdFxoFhcMy6gn57>)

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Proses penelitian ini mengikuti alur yang ditampilkan dalam diagram alir pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Skema Diagram Alir Penelitian.

3.1 Identifikasi Masalah (Studi Literatur)

Studi literatur adalah rangkaian kegiatan yang melibatkan pengumpulan data dari berbagai sumber pustaka. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman mengenai penelitian perlakuan panas (*heat treatment*) pada baja S55C sebagai mata potong mesin pencacah plastik.

3.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah adalah pernyataan atau pertanyaan yang menggambarkan isu spesifik yang akan diteliti. Tujuannya adalah menjelaskan secara jelas dan terfokus apa yang ingin dicari solusinya. Rumusan ini membantu menentukan arah penelitian, merumuskan hipotesis, dan menetapkan metode pengumpulan serta analisis data.

3.3 Desain Eksperimen

Desain eksperimen adalah salah satu metode statistika yang digunakan untuk meningkatkan dan memperbaiki kualitas data. Perubahan pada variabel dalam suatu langkah diharapkan dapat memberikan hasil atau respons yang tepat dan memuaskan. Berikut adalah informasi mengenai variabel yang akan digunakan:

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel Bebas, atau faktor kontrol, adalah faktor yang dapat dikendalikan dalam penelitian dan nilainya dapat ditentukan berdasarkan tujuan. Faktor kontrol atau variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu dalam °C.

1. Temperatur

Dalam penelitian ini, suhu hardening yang akan divariasikan adalah 850°C, 950°C, dan 1050°C.

2. Media Pendingin

Dalam penelitian ini, media pendinginan yang akan divariasikan meliputi air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng. Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan spesimen yaitu masing-masing sebanyak 3 liter.

3.3.2 Variabel Respon

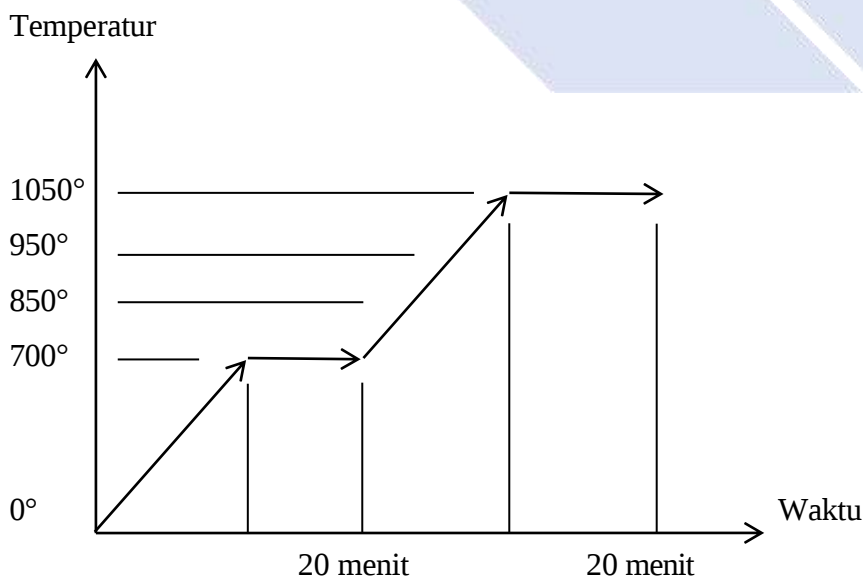
Variabel respon adalah variabel yang nilainya tidak dapat ditentukan sebelum dilakukan pengujian. Perlakuan yang diberikan mempengaruhi nilai tersebut, dan hasilnya baru dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Dalam penelitian ini, variabel respon adalah uji kekerasan.

3.3.3 Variabel Konstan

Variabel konstan adalah faktor yang tetap tidak berubah selama proses penelitian. Nilai variabel konstan yang akan diteliti sebagai berikut:

Hardening

- a) *Pre-heating* *Pre-heating* adalah proses pemanasan awal yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kejutan suhu (shock temperature) yang dapat menyebabkan keretakan. Proses ini dilakukan sebelum pemanasan austenisasi. Tahap pemanasan ini dilakukan pada suhu 700°C dengan waktu penahanan selama 20 menit.
- b) *Austenisasi* adalah pemanasan lanjutan yang dilakukan setelah pemanasan awal. Pemanasan ini dilakukan hingga mencapai temperatur austenisasi dengan waktu penahanan selama 20 menit.
- c) *Quenching* adalah proses memasukkan material baja ke dalam media pendingin yang dilakukan dengan cepat. Media pendingin yang digunakan antara lain air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng.



Gambar 3.2 Diagram Proses *Hardening*.

3.3.4 Material

Penelitian kali ini akan menggunakan bahan material baja karbon sedang dengan grade JIS S55C.

3.4 Persiapan Eksperimen

Persiapan yang dilakukan sebelum eksperimen mencakup persiapan bahan penelitian, peralatan penelitian, dan peralatan bantu yang akan digunakan.

3.4.1 Bahan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini memerlukan bahan dan peralatan. Bahan dan peralatan yang perlu disiapkan antara lain :

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Baja S55C

Baja S55C digunakan sebagai material spesimen uji penelitian ini, baja yang digunakan baja yang berbentuk silindris dengan ukuran diameter 16 mm dengan ketebalan 10 mm.



Gambar 3.3 Baja S55C.

Tabel 3.1 Data Hasil Uji Kekerasan Awal Sebelum Perlakuan Panas Baja S55C.

Spesimen	Banyak Pengujian			Rata-rata (HRC)
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	33	33,1	29,9	32
2	34,3	33,2	30,2	32,5
3	26,5	22,3	24,6	24,4
Rata-rata Keseluruhan				29,6

2. Kawat Baja

Kawat baja digunakan untuk mengikat spesimen agar memudahkan kita dalam mengeluarkan spesimen dari dalam tungku pemanas.



Gambar 3.4 Kawat Baja.

3. Media Pendingin

Media pendingin yang digunakan pada penelitian ini adalah air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng, masing-masing sebanyak 3 liter.

(a)



(b)



(c)



Gambar 3.5 (a) Air Sumur, (b) Air Kelapa Muda, (c) Minyak Goreng.

3.4.2 Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Mesin Gergaji Potong DOALL Model C-916

Mesin gergaji potong ini digunakan untuk memotong spesimen ke ukuran 12 mm yang panjang mula-mula spesimen adalah 1000 mm.



Gambar 3.6 Mesin Gergaji Potong.

2. Mesin Bubut Krisbow Model CDL-6241

Mesin ini digunakan untuk meratakan permukaan sisi atas dan sisi bawah spesimen sekaligus sebagai finishing ukuran spesimen menjadi ukuran 10 mm.



Gambar 3.7 Mesin Bubut

3. Tungku Pemanas

Tungku pemanas digunakan untuk melakukan proses perlakuan panas (*heat treatment*) pada spesimen. Tungku pemanas yang digunakan adalah *Nabertherm made in Germany*.



Gambar 3.8 Tungku Pemanas.

4. Mesin Uji Kekerasan.

Mesin uji kekerasan yang digunakan pada penelitian ini adalah ZWICK-ROEL ZHR. Mesin ini digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan baja

sebelum dan sesudah proses perlakuan panas.



Gambar 3.9 Mesin Uji Kekerasan.

5. Tang Kombinasi

Tang digunakan untuk memotong kawat baja dan mengikat kawat baja ke spesimen sebelum dimasukkan kedalam tungku pemanas.



Gambar 3.10 Tang Kombinasi.

6. Ember Plastik

Ember plastik berfungsi sebagai wadah tempat menaruh media pendingin, yang mana media pendingin ini berfungsi untuk mendinginkan spesimen setelah dilakukannya proses *hardening*.



Gambar 3.11 Ember Plastik.

7. Jangka Sorong

Jangka sorong berfungsi untuk mengukur spesimen setelah dilakukannya pemotongan dan mengukur spesimen setelah proses pembubutan.



Gambar 3.12 Jangka Sorong.

8. Baju Apron , Helm, dan Sarung Tangan.

Perlengkapan ini digunakan untuk keselamatan kerja ketika akan mengangkat spesimen dari tungku pemanas setelah melalui proses *hardening*.



Gambar 3.13 Baju Apron, Helm, dan Sarung Tangan.

3.5 Pelaksanaan Eksperimen

Setelah alat dan bahan sudah siap semua, selanjutnya akan melakukan pelaksanaan eksperimen yaitu membuat spesimen uji sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan sebanyak 30 buah. 3 buah spesimen digunakan untuk pengujian kekerasan sebelum proses *heat treatment*, sedangkan 27 buah sisanya digunakan untuk proses *heat treatment*..

3.6 Pengambilan Data Hasil Eksperimen

Setelah spesimen uji dibuat, dilakukan pengujian bahan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan sebagai berikut:

3.6.1 Pengujian Kekerasan

Dalam penelitian ini, analisis kekerasan dilakukan menggunakan metode *rockwell* dengan standar ASME-18 . Tujuan dari analisis kekerasan pada spesimen yang diberi perlakuan dan tanpa perlakuan adalah untuk mengamati peningkatan kekerasan baja akibat variasi suhu pemanasan dan variasi media pendingin. Dengan demikian, distribusi kekerasan dan kekerasan rata-rata dari semua spesimen dapat diketahui.

Tabel 3.2 Rencana Pengumpulan Data Hasil Uji Kekerasan.

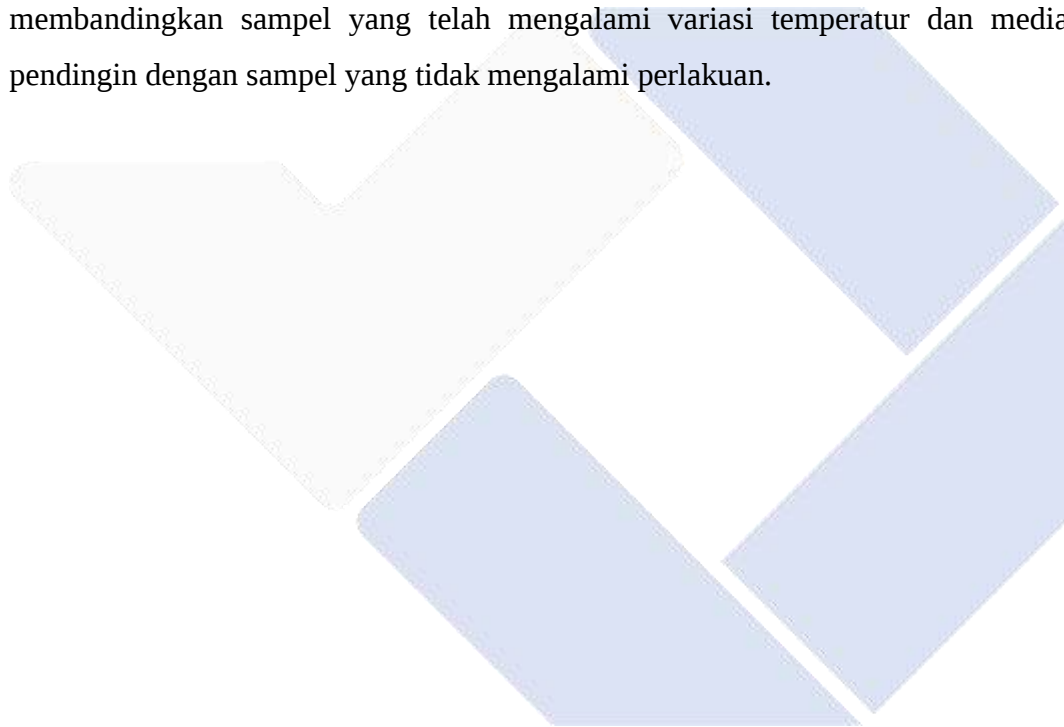
No	Temperatur	Media Pendingin	Nama Sample	Uji Kekerasan HRC			Rata-rata
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	850°	Air Sumur	1.1				
2			1.2				
3			1.3				
4	850°	r Kelapa Muda	1.4				
5			1.5				
6			1.6				
7	850°	Minyak Goreng	1.7				
8			1.8				
9			1.9				
10	950°	Air Sumur	2.1				
11			2.2				
12			2.3				
13	950°	r Kelapa Muda	2.4				
14			2.5				
15			2.6				
16	950°	Minyak Goreng	2.7				
17			2.8				
18			2.9				
19	1050°	Air Sumur	3.1				
20			3.2				
21			3.3				
22	1050°	r Kelapa Muda	3.4				
23			3.5				
24			3.6				
25	1050°	Minyak Goreng	3.7				
26			3.8				
27			3.9				

3.7 Analisis Data

Menganalisis data hasil pengujian menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui seberapa besarkah pengaruh variasi temperatur dan variasi media pendingin terhadap nilai kekerasan baja S55C setelah melalui proses *hardening*.

3.8 Kesimpulan

Kesimpulan adalah ringkasan dari seluruh hasil akhir penelitian dan merupakan bagian penutup dari penelitian. Bagian ini menyajikan hasil penelitian yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan baja S55C dengan membandingkan sampel yang telah mengalami variasi temperatur dan media pendingin dengan sampel yang tidak mengalami perlakuan.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Proses Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini mencakup persiapan benda uji, perlakuan panas, dan langkah pengujian. Tahapan- tahapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

4.1.1 Persiapan Spesimen

Adapun langkah awal persiapan pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Memotong spesimen uji ke ukuran 12 mm dikarenakan ukuran awal spesimen uji sepanjang 1000 mm dengan diameter 16 mm. Kemudian spesimen uji di potong sebanyak 30 buah . Alat yang digunakan untuk memotong spesimen uji yaitu mesin gergaji potong DOALL model C- 916.

(a)



(b)



Gambar 4.1 (a) Pemotongan Spesimen,(b)Spesimen.

2. Membubut permukaan spesimen bagian atas dan bawah hingga ukuran tingginya menjadi 10 mm. Proses ini bertujuan untuk meratakan permukaan spesimen agar memudahkan kita dalam proses pengujian nanti.



Gambar 4.2 Pembubutan Spesimen.

3. Mengikat spesimen menggunakan kawat baja untuk mudah kita dalam mengangkat spesimen dari dalam tungku pemanas dan mencelupkan spesimen ke dalam media pendingin.



Gambar 4.3 Pengikatan Spesimen.

4.1.2 Perlakuan Panas

Terdapat beberapa tahap yang dilakukan dalam proses perlakuan panas, yaitu:

- 1) Mempersiapkan ember sebanyak 3 buah sebagai tempat untuk menampung media pendingin air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng.
- 2) Mempersiapkan spesimen yang sudah diikat sebanyak 9 buah untuk dilakukan proses *healt trealtment*, kemudian spesimen dimasukan kedalam tungku pemanas. Selanjutnya spesimen masuk ke proses pemanasan ke temperatur 850°, 950°, dan 1050° selama 3 jam dengan penahanan waktu (*holding time*) 20 menit.



Gambar 4.4 Spesimen di Dalam Tungku.

- 3) Proses quenching dilakukan ketika spesimen uji sudah mencapai batas waktu penahanan dan temperatur sudah mencapai target, kemudian spesimen dikeluarkan dari tungku pemanas secara cepat kemudian dicelupkan ke dalam media pendingin yang sudah di siapkan sebelumnya dan ketika spesimen sudah dingin kemudian dikeringkan dengan kain lap (majun).



Gambar 4.5 Pengangkatan Spesimen

4.2 Pengujian Kekerasan

Spesimen Baja S55C telah siap untuk di uji kekerasannya. Adapun metode pengujiannya menggunakan metode *rockwell* dengan standar ASME-18. Berikut langkah-langkah pengujiannya:

- a) Mempersiapkan dan membersihkan spesimen uji yang sudah melalui proses

hardening dari sisa-sisa kotoran perlakuan panas.

- b) Menyalakan mesin uji kekerasan ZWICK-ROEL dengan cara mencolokkan kabel konektor ke lobang stopkontak.
- c) Atur settingan mesin dari satuan kekerasan HRA ke satuan kekerasan HRC.
- d) Siap melakukan pengujian.
- e) Letakkan spesimen di atas dudukan mesin, kemudian putar dudukan mesin hingga terdengar bunyi tanda proses penekanan cukup dan di tunggu sampai mesin mengeluarkan angka hasil pengujian.
- f) Setiap spesimen dilakukan pengujian sebanyak 3 titik/3 kali.
- g) Jarak antar titik kita sesuaikan berdasarkan titik lainnya.
- h) Memasukan hasil pengujian kedalam tabel data.



Gambar 4.6 Pengujian Kekerasan HRC

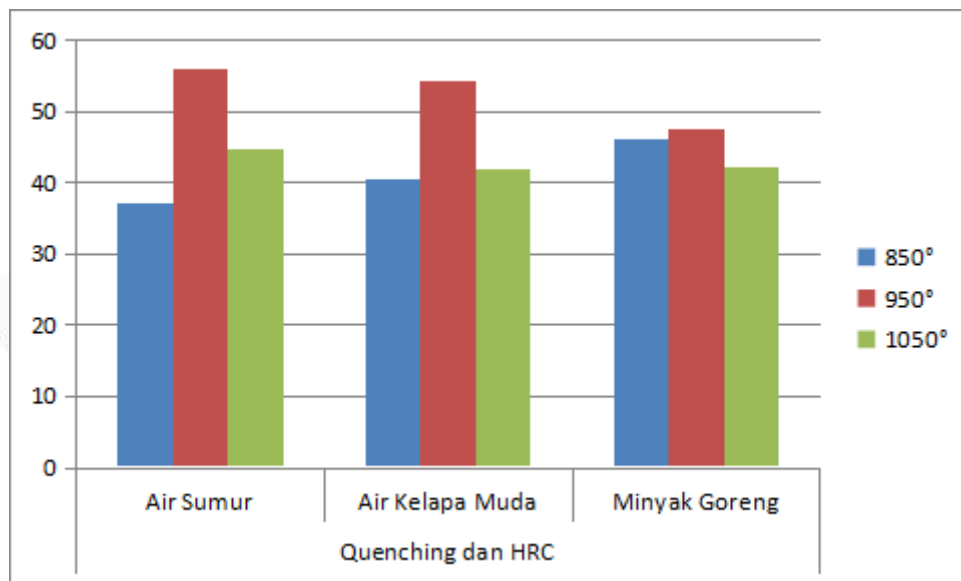
4.3 Hasil dan Pembahasan Kekerasan

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan Proses Heat Treatment

No	Temp eratur	Media Pendingin	Nama Sample	Uji Kekerasan HRC			Rata- rata
				Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	850°	Air Sumur	1.1	38,3	43,8	33,1	37
2			1.2	31	35,1	40,3	
3			1.3	40,7	37,4	33,5	
4	850°	Air Kelapa Muda	1.4	33,1	42,8	39,3	40,4
5			1.5	43,8	41,2	41,3	
6			1.6	44,4	40,9	37,2	
7	850°	Minyak Goreng	1.7	44,6	47,8	50,2	46,1
8			1.8	45	47	41,3	
9			1.9	43,2	46,7	37,2	
10	950°	Air Sumur	2.1	51,8	59,3	53,8	56
11			2.2	56,4	50,7	58,2	
12			2.3	54,3	58,6	61,1	
13	950°	Air Kelapa Muda	2.4	57,9	55,2	55,4	54,3
14			2.5	46,5	57	57,4	
15			2.6	49,9	54,4	55,5	
16	950°	Minyak Goreng	2.7	44,9	48,6	50,3	47,5
17			2.8	49,5	49,4	48,4	
18			2.9	46,4	43,8	46,7	
19	1050°	Air Sumur	3.1	43,6	49,7	47,9	44,6
20			3.2	48,1	39,8	36,4	
21			3.3	39,4	47,3	49,6	
22	1050°	Air Kelapa Muda	3.4	38,1	41	40,4	41,8
23			3.5	39	41,7	45,8	
24			3.6	46	40,7	44,6	
25	1050°	Minyak Goreng	3.7	37,7	43,8	41,3	42,1
26			3.8	39,8	40,1	43,4	
27			3.9	39,9	46	47,5	

Tabel 4.2 Rata-rata Keseluruhan Hasil Pengujian Kekerasan

Temperatur	Quenching dan HRC		
	Air Sumur	Air Kelapa Muda	Minyak Goreng
850°	37	40,4	46,1
950°	56	54,3	47,5
1050°	44,6	41,8	42,1



Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Kekerasan.

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, diperoleh nilai seperti berikut:

- Pada temperatur 850° menggunakan media pendingin (*quenching*) air sumur diperoleh nilai rata-rata kekerasan 37 HRC.
- Pada temperatur 950° menggunakan media pendingin (*quenching*) air sumur diperoleh nilai rata-rata kekerasan 56 HRC.
- Pada temperatur 1050° menggunakan media pendingin (*quenching*) air sumur diperoleh nilai rata-rata kekerasan 44,6 HRC.
- Pada temperatur 850° menggunakan media pendingin (*quenching*) air kelapa muda diperoleh nilai rata-rata kekerasan 40,4 HRC.
- Pada temperatur 950° menggunakan media pendingin (*quenching*) air kelapa muda diperoleh nilai rata-rata kekerasan 54,3 HRC.
- Pada temperatur 1050° menggunakan media pendingin (*quenching*) air

kelapa muda diperoleh nilai rata-rata kekerasan 41,8 HRC.

- Pada temperatur 850° menggunakan media pendingin (*quenching*) minyak goreng diperoleh nilai rata-rata kekerasan 46,1 HRC.
- Pada temperatur 950° menggunakan media pendingin (*quenching*) minyak goreng diperoleh nilai rata-rata kekerasan 47,5 HRC.
- Pada temperatur 1050° menggunakan media pendingin (*quenching*) minyak goreng diperoleh nilai rata-rata kekerasan 42,1 HRC.

Berdasarkan tabel di atas dapat kita ketahui bahwa seluruh sample mengalami kenaikan kekerasan akibat dari perlakuan yang diberikan antara lain variasi temperature dan variasi media pendingin.

4.4 Analisis Uji Kekerasan

Berdasarkan data hasil uji kekerasan diatas bahwa pengaruh terbesar variasi temperatur dan variasi media pendingin terhadap nilai kekerasan baja S55C yaitu pada temperatur 950°C pada media pendingin air sumur yaitu sebesar 56 HRC dan uji kekerasan terendahnya juga terdapat pada media pendingin air sumur dengan temperatur 850° sebesar 37 HRC, sedangkan kekerasan baja S55C sebelum melalui proses *heat treatment* adalah 29,6 HRC, yang mana adanya kenaikan ini menunjukkan bahwa proses heat treatmen berpengaruh dalam meningkatkan kekerasan baja.

Pada temperatur 850° nilai kekerasan tertinggi terdapat pada media pendingin minyak goreng yaitu sebesar 46,1 HRC dibandingkan media pendingin lainnya seperti media pendingin air kelapa nilainya sebesar 40,4 HRC dan media pendingin air sumur nilainya sebesar 37 HRC, ini menunjukkan bahwa pada temperature 850° media pendingin minyak goreng lebih efektif dibandingkan media pendingin lainnya dalam proses *hardening* ini.

kemudian, pada temperatur 950° nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada media pendingin air sumur sebesar 56 HRC . Media pendingin air kelapa muda juga tidak kalah kekerasannya dari air sumur karena nilai kekerasannya mendekati kekerasan air sumur yaitu 54,3 HRC, dan kekerasan media pendingin minyak sebesar 47,5 HRC. Dari hasil ini kita bisa mengetahui bahwa media pendingin air sumur direkomendasikan digunakan untuk meningkatkan kekerasan.

Dan yang terakhir, temperatur 1050° nilai kekerasan tertinggi pada media pendingin air sumur yaitu 44,6 HRC. Sedangkan temperatur media pendingin lainnya tidak kalah jauh juga kekerasannya sama media air sumur yaitu media pendingin air kelapa sebesar 41,8 HRC dan media pendingin minyak goreng sebesar 42,1 HRC. Jadi kita bisa mengetahui bahwa media pendingin air sumur lebih efektif di temperature ini walaupun temperature lainnya tidak kalah jauh nilai kekerasannya.

Quenching menggunakan air sumur menghasilkan struktur dominan martensit dengan kekerasan yang baik karena laju pendinginannya cepat. Air memiliki titik beku 0°C dan titik didih 100°C, serta perubahan suhu yang lambat, menjadikannya penyimpan panas yang baik. Sementara itu, *quenching* dengan minyak goreng, yang sifatnya hampir mirip dengan oli, memiliki laju pendinginan lambat sehingga menghasilkan struktur ferrit, perlit, dan sedikit martensit. Untuk mendapatkan martensit diperlukan laju pendinginan cepat. *Quenching* dengan air kelapa muda memiliki laju pendinginan cepat seperti air sumur, namun hasil kekerasannya paling rendah dibandingkan media pendingin lainnya.

Setelah melakukan analisis diatas bisa kita simpulkan temperatur terbaik dari penelitian ini adalah 950°, diteruskan 1050°, dan yang terakhir 850°. Untuk media pendingin terbaik yaitu air sumur, diikuti minyak goreng, dan yang terakhir air kelapa muda. Jadi berdasarkan hasil analisis penelitian ini, temperatur dan media pendingin yang terbaik yaitu temperatur 950° dengan menggunakan media pendingin air sumur dikarenakan nilai hasil pengujian kekerasannya tertinggi dibandingkan dengan yang lain.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah pengujian, dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur dan media pendingin memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai kekerasan baja S55C. Sebelum dipanaskan kekerasan awal baja S55C adalah sebesar 29,6 HRC. Kemudian setelah melalui proses *heat treatment* didapatkan kekerasan tertinggi sebesar 56 HRC dengan menggunakan temperatur 950°C dan media pendingin air sumur.

Secara keseluruhan, temperatur terbaik adalah 950°C, diikuti 1050°C, dan terakhir 850°C. Media pendingin terbaik adalah air sumur, diikuti minyak goreng, dan terakhir air kelapa muda. Dengan demikian, temperatur 950°C dengan media pendingin air sumur merupakan kombinasi terbaik untuk menghasilkan kekerasan tertinggi pada baja S55C.

5.2 Saran

Dengan selesainya laporan akhir ini, diharapkan adanya penelitian lebih lanjut guna mendapatkan hasil kekerasan baja karbon yang lebih baik dan sesuai dengan yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anantanur, Devi dkk, "Analisa Struktur Mikro dan Kekerasan pada Baja S55C Setelah Dilakukan Proses Tempering". Vol.9. No.1. April 2023
- [2] S. Ibrahim, "Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Dengan Material AISI D2 Yang Dikeraskan". Jurnal Vokasi Teknologi Industri, pp. 36-40. 2021
- [3] Amanto. H., dan Daryanto, Ilmu Bahan, Jakarta: Bumi Angkasa, 1999
- [4] Davis, H, E., *The Testing of Engineering Materials*, Mc Graw Hill Inc., Auckland. 1982
- [5] Pramudya, Bagus Ilham, "Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin Pada Proses *Heat Treatment* Terhadap Sifat Mekanis Baja S45C Untuk Aplikasi Mata Potong Pencacah Plastik". Program Studi DIV Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. 2022
- [6] Alwarits, dkk, "Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Hardening Terhadap Peningkatan Kekerasan Baja Karbon Sedang". *Automotive Engineering Education Journal 2*, pp. Halaman 1-5. 2014
- [7] W. Sampurna, "Studi Eksperimen Studi Tempering Terhadap Kekerasan Permukaan dan Estimasi Keausan". Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya. 2016
- [8] R. Maulani, "Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Material Baja ST-41 Pada Proses Heat Treatment". Universitas Pancasakti Tegal, Tegal. 2021
- [9] Khalid, dkk, "Pengaruh Variasi Temperatur Tempering Terhadap Sifat dan Sifat Fisik Baja AISI 1045 Sebagai Bahan Pisau Mesin Pencacah Plastik". Jurnal Ilmiah Teknik Mesin vol.12, pp. 19-25. 2020
- [10] Luo, X.; Mi, Z.; Wu, Y.; Yang, Y.; Jiang, H.; Hu, K. Effect of Austenitizing Temperature on the Work Hardening Behavior of Air-Hardening Steel LH800. *Metals* **2022**, *12*, 1026.
<https://doi.org/10.3390/met12061026>

- [11] Li, HB., Jiao, WC., Feng, H. *et al.* Roles of N-Alloying and Austenitizing Temperature in Tuning the Hardness and Strengthening–Toughening Behavior of M42 High-Speed Steel. *Metall Mater Trans A* **54**, 2451–2469 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11661-023-07032-w>
- [12] HANDOYO, Yopi. Pengaruh quenching dan tempering pada baja jis grade S45C terhadap sifat mekanis dan struktur mikro crankshaft. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2015, 3.2: 102-115.
- [13] SAYOGO, Savitri, et al. Air kelapa muda-pengaruhnya terhadap tekanan darah. *Cermin Dunia Kedokteran*, 2014, 41.12: 896-890..
- [14] Fitri, Ardhista Shabrina, and Yolla Arinda Nur Fitriana. "Analisis Angka Asam pada Minyak Goreng dan Minyak Zaitun." *Sainteks* 16.2 (2020).
- [15] Sardi, Vicky Bhaskara, Sarjito Jokosisworo, and Hartono Yudo. "Pengaruh normalizing dengan variasi waktu penahanan panas (Holding Time) baja ST 46 terhadap uji kekerasan, uji tarik, dan uji mikrofografi." *Jurnal Teknik Perkapalan* 6.1 (2018).

LAMPIRAN 1
Daftar Riwayat Hidup



1. Data Pribadi

Nama : Fathur Rohman
Tempat Tanggal Lahir : Sungailiat, 24 Juni 2001
Alamat Rumah : Jl. Batin Tikal Desa Sri Pemandang
Kecamatan Sungailiat Kabupaten
Bangka Provinsi Kepulauan Bangka
Belitung
Telepon :-
HP : 085609382961
Email : tegepfathur45@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD	SD NEGERI 2 SUNGAILIAT	2013
SMP	SMP NEGERI 1 SUNGAILIAT	2016
SMA	SMA NEGERI 1 SUNGAILIAT	2019

3. Pendidikan Non-Formal

-

Sungailiat, 24 Juli 2024


Fathur Rohman

LAMPIRAN 2

- Sertifikat Validitas Material JIS S55C



SHIJIAZHUANG IRON & STEEL CO., LTD



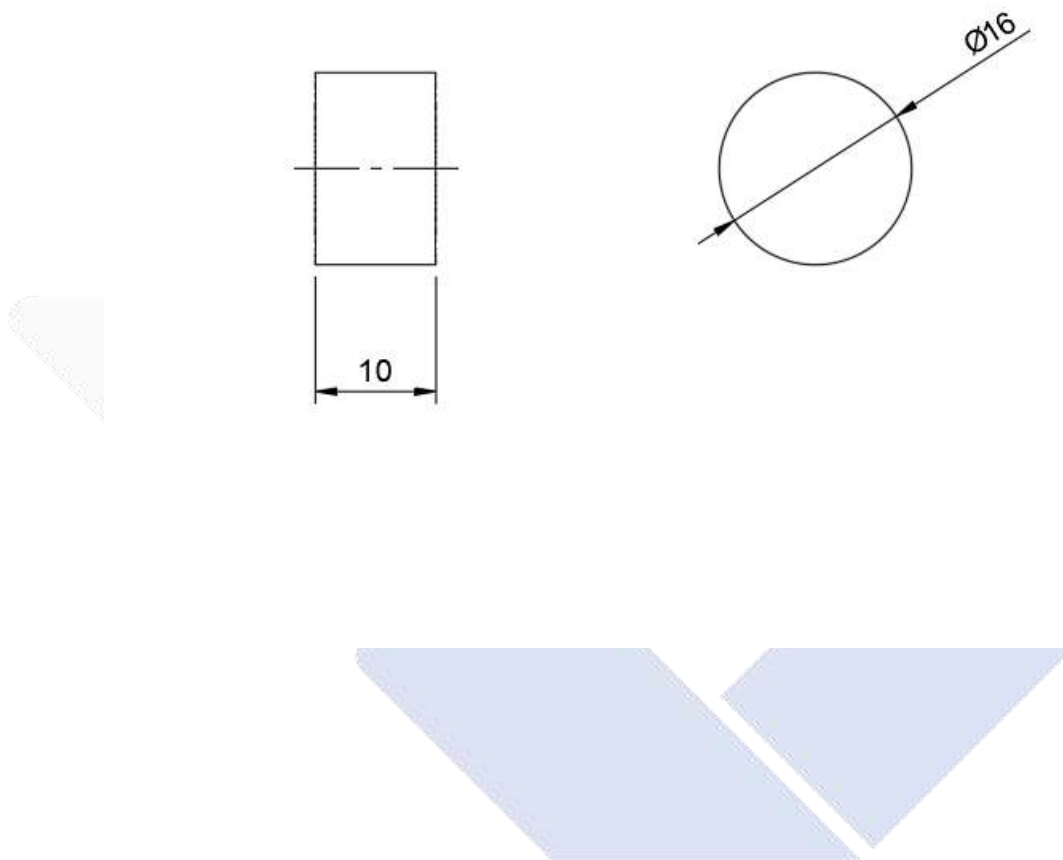
STEEL GRADE: S55C STANDARD: JIS G4
 SIZE: DIA. 16 DELIVERY CONDITION: HOT-ROLLED
 WEIGHT: 28.71 SURFACE QUALITY: QUALIFIED
 BUNDLES: 3 NO. 79794Y-327477

Heat No.	3105252A				Surface quality & Shape size				OK				
Chemical Composition (%)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu					
	0.48	0.24	0.70	0.011	0.007	0.09	0.01	0.02					
Macro Structure (Grade)								Cold bend	Forging test	Crack Detection			
Scattered Porosity	Center Porosity	Segregation	General point segregation	Edge point segregation	S	C	R			UT	ET		
-	-	-	-	-	1	1	1	-	OK	-	-		
-	-	-	-	-	1	1	1	-		-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
Mechanical Properties								End-Quench Test (BRC)					
Yield Strength	Tensile Strength	Percentage Elongation	Reduction of area	Charpy Impact Test	Hardness	Hardness	-	-	-	-	-	DI	
MPa	MPa	%	%	J	HBW	HRC	-	-	-	-	-		
397	653	25.0	49	-	155	15+	-	-	-	-	-		
398	655	23.5	48	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Non-metallic Inclusions (Grade)					Decarburized layer		Grain Size	Bands	Graphite carbon				
Athin	Aheavy	Bthin	Bheavy	Cthin	Cheavy	Dthin	DHeavy	mm	Grade	Grade	Grade		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Step Down	First			Second									
	Total Strip	Total Length(mm)	Max. Length(mm)	Total Strip	Total Length(mm)	Max. Length(mm)	Total Strip	Total Length(mm)	Max. Length(mm)				
	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
NOTE:													

质量检验专用章



- Bentuk dan ukuran sampel



- Spesimen setelah melalui proses hardening

1. Temperature 850°

Air Sumur	Air Kelapa Muda	Minyak Goreng
		

2. Temperature 950°

Air Sumur	Air Kelapa Muda	Minyak Goreng
		

3. Temperature 1050°

Air Sumur	Air kelapa Muda	Minyak Goreng
		

- Proses pembubutan sampel



- Pengujian sampel menggunakan mesin uji kekerasan.





- Sampel di dalam tungku pemanas.



- Proses pengangkatan sampel setelah di *hardening*.



- Perlengkapan untuk mengangkat sampel dari tungku pemanas.



- Media pendingin air sumur, air kelapa muda, dan minyak goreng.



- Stampig sampel dan mengikat sampel menggunakan kawat baja.



- Proses marking dan pemotongan sampel.



- Proses pemotongan spesimen



FILE BAB 12345 FATHUR.docx

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	eprints.polsri.ac.id Internet Source	8%
2	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	6%
3	jurnal.utu.ac.id Internet Source	4%
4	docplayer.info Internet Source	1%
5	repository.usd.ac.id Internet Source	<1%
6	repository.pnb.ac.id Internet Source	<1%
7	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
8	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1%
9	www.slideshare.net Internet Source	<1%

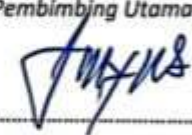
10	dspace.cuni.cz Internet Source	<1%
----	-----------------------------------	-----

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

FORM-PPR-3-8: Form Revisi Laporan Akhir

	FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024
JUDUL :	Analisis Pengaruh Proses Heat treatment (Quenching) terhadap Kekerasan Baja Karbon S55C pada Mata Potong Mesin Pemecah Plastik
Nama Mahasiswa :	1. <u>FATHUR - R</u> NIM: <u>1042142</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____
Bagian yang direvisi	Halaman
Revisi Judul 9 6	
Sungailiat, 30.07.2024 Penguji  (.....) Eko	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa	
Mengetahui, Pembimbing Utama  (.....)	Sungailiat, Penguji  (.....)

FORM-PPR-3-8: Form Revisi Laporan Akhir



FORM REVISI LAPORAN AKHIR

TAHUN AKADEMIK

2023.....1.....2024.....

JUDUL :

Analisis Pengaruh Proses Heat-treatment (Quenching) terhadap kekerasan Baja Carbon 55C pada mata potong mesin pemecah plastik

Nama

1. Fathur Rohman

NIM: 1042142

Mahasiswa :

2.

NIM:

3.

NIM:

4.

NIM:

5.

NIM:

Bagian yang direvisi

Halaman

Judul.

ada pada makalah , 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 17, 19

Diagram - T_{55C}

Diagram Quenching

Validitas Material

Ketumpukan

Sungailiat, 30 Juli 2024

Penguji

(Signature)
Fathur Rohman

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

Sungailiat, 08. Agt 2024

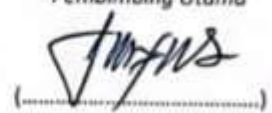
Penguji

Mengetahui,
Pembimbing Utama

(Signature)
(.....)

(Signature)
(Fathur Rohman)

FORM-PPR-3-8: Form Revisi Laporan Akhir

	FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023...../.....2024.....
JUDUL :	Analisis pengaruh proses heat treatment (pemanasan) bilangan kekerasan pada karbon SGC pada mata pisau mesin pemakan plastik
Nama Mahasiswa :	1. <u>Fathur Rohman</u> NIM: <u>1002142</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____
Bagian yang direvisi	
- Data Dilempar: dasar. Maksimal.	Halaman
- Dasar Diagram. penelitan yang km	
- Dasar penelitan penelitan	
Sungailiat, Penguji  (.....)	
Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa	
Mengetahui, Pembimbing Utama  (.....)	Sungailiat, Penguji  (.....)

SURAT PERNYATAAN

Saya/Kami yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:

ANALISIS PENGARUH KEKERASAN BAJA KARBON S55C SETELAH DILAKUKAN PROSES *HEAT TREATMENT*

Oleh :

FATHUR ROHMAN /1042142

Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir sama dengan *hardcopy*. Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungailiat, 29 Agustus 2024



Fathur Rohman
(1042142)

Mengetahui,

Pembimbing 1,



(Eko Yudo, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2,



(Yuliyanto, S.S.T., M.T.)