



**PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA SIFAT MEKANIK  
PROSES *HEAT TREATMENT* BAJA AISI 1020 UNTUK PISAU  
PERAJANG TEMBAKAU**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka

Memenuhi Penyusunan Skripsi Jenjang S1

Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

**MISHBAHUL FALAH**

**NPM. 6420600022**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pengaruh Media Pendingin Pada Sifat Mekanik  
Proses *Heat Treatment* Baja Aisi 1020 Untuk Pisau  
Perajang Tembakau

Nama Penulis : Mishbahul Falah

NPM : 6420600022

Skripsi telah disetujui untuk diujikan:

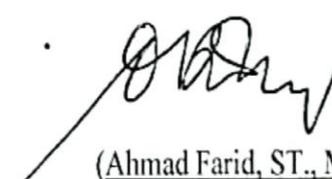
Hari : *Senin*

Tanggal : *20 Mei 2024*

Pembimbing I

*12/7/2024*  
  
(Rusnoto, ST., M. Eng)  
NIPY 14054121974

Pembimbing II

*11/7/24*  
  
(Ahmad Farid, ST., MT)  
NIPY 191511101978

## HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : *Senin*

Tanggal : *5 Agustus 2024*

Ketua Sidang

**Dr. Agus Wibowo, ST., MT.**  
NIPY. 126518101972

(.....)

Penguji utama

**Mustaqim, ST., M. Eng.**  
NIPY. 9050751970

(.....)

Penguji 1

**Rusnoto, ST., M. Eng.**  
NIPY. 14054121974

(.....)

Penguji 2

**Ahmad Farid, ST., MT.**  
NIPY. 191511101978

(.....)

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



**(Dr. Agus Wibowo, ST., MT)**  
NIPY. 126518101972

## HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Media Pendingin Pada Sifat Mekanik Proses *Heat Treatment* Baja AISI 1020 Untuk Pisau Perajang Tembakau” ini dan seluruh isinya adalah benar – benar karya sendiri atau pengutipan dengan cara – cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagai mana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim keaslian karya saya ini.

Tegal, 15 Agustus 2024

Penulis



Mishbahul Falah

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto

1. Disetiap keberhasilan atau kesuksesan seseorang anak ada peran yang paling utama dibalik itu semua adalah doa kedua orang tua.
2. Jika kamu terjatuh karena manusia, maka bangkitlah karena Allah.
3. Tidak ada yang tidak mungkin di dunia ini, *because nothing is impossible when Allah said*, kun fayakun.
4. Belajar dalam beberapa hal, terutama yang belum kita ketahui.
5. Selalu sabar dalam menghadapi masalah atau rintangan kehidupan dan tidak melupakan selalu berdoa kepada Allah SWT.

### Persembahan

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehat sehingga saya bisa sampai pada tahap skripsi ini.
2. Kedua orang tuaku Bapak Nasroh dan Ibu Umrotul Qodha yang memberi kasih sayang, selalu mendoakan dan memberi semangat setiap hari.
3. Semua keluarga yang telah memberikan semangat setiap hari terutama saat saya menuntut ilmu.
4. Bapak Rusnoto, ST., M.Eng dan bapak Ahmad Farid, ST., MT selaku dosen pembimbing satu dan dua yang pastinya selalu membimbing sehingga skripsi ini terselesaikan.
5. Teman – teman seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2020 yang selalu memberikan masukan dan saran dalam permasalahan yang saya hadapi.

## ABSTRAK

Mishbahul Falah, 2024 “**Pengaruh Media Pendingin Pada Sifat Mekanik Proses Heat Treatment Baja AISI 1020 Untuk Pisau Perajang Tembakau**”. Skripsi, Teknik Mesin Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Kemajuan bidang perindustrian tidak dapat dipisahkan dari perkembangan industri logam. Studi pengelolaan logam menjadi sangat penting untuk menghasilkan logam yang berkualitas baik. Perlakuan panas (*heat treatment*) suatu logam adalah proses pemanasan dan pengerasan logam padat sampai temperatur tertentu (*hardening*) dengan memvariasikan media pendingin (*quenching*) udara, oli, air garam. Tujuan dari perlakuan panas adalah untuk memperoleh kondisi, sifat-sifat mekanik antara lain pengujian kekerasan, keausan, tarik suatu logam sesuai yang dihendaki. Tujuan penelitian ini mengetahui sifat mekanik proses perlakuan panas baja AISI 1020 untuk pisau perajang tembakau dengan *hardening* suhu 900°C dengan memvariasikan media pendingin (*quenching*) udara, oli, air garam yang kemudian di *tempering* suhu 250°C dengan *holding time* tetap 30 menit dan di *quenching* menggunakan udara, terhadap kekerasan bahan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen penelitian dengan menggunakan bahan baja AISI 1020. Proses *hardening* suhu 900°C dengan variasi media pendingin (*quenching*) udara, oli, air garam yang kemudian di *tempering* suhu 250°C dengan *holding time* tetap 30 menit dan di *quenching* menggunakan udara terhadap uji kekerasan, keausan, dan tarik bahan.

Nilai dari pengujian kekerasan tertinggi terdapat pada pengujian variasi air garam memiliki kekerasan sebesar 370 HB. Pengujian laju keausan tertinggi terdapat pada pengujian material pembanding yaitu 0,000093 mm<sup>3</sup>/kg dan pengujian kekuatan tarik tertinggi terdapat pada pengujian variasi air garam memiliki kekuatan tarik yang paling besar yaitu 327,4 N/mm<sup>2</sup>.

Kata Kunci : Baja AISI 1020, *hardening*, *quenching*, *tempering*, uji kekerasan, uji keausan, uji tarik.

## ABSTRACT

Mishbahul Falah, 2024 "The Effect of Cooling Media on the Mechanical Properties of the AISI 1020 Steel Heat Treatment Process for Tobacco Chopper Knives". Thesis, Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University, Tegal.

Progress in the industrial sector cannot be separated from the development of the metal industry. Metal management studies are very important to produce good quality metal. Heat treatment of a metal is the process of heating and hardening solid metal to a certain temperature (hardening) by varying the cooling media (quenching) air, oil, salt water. The purpose of heat treatment is to obtain conditions and mechanical properties, including testing the hardness, wear and tensile strength of a metal as desired. The aim of this research is to determine the mechanical properties of the AISI 1020 steel heat treatment process for tobacco chopper knives with hardening at a temperature of 900°C by varying the cooling media (quenching) air, oil, salt water which is then tempered at a temperature of 250°C with a fixed holding time of 30 minutes and quenched using air, on the hardness of the material.

The research method used is an experimental research method using AISI 1020 steel. The hardening process is at a temperature of 900°C with a variety of cooling media (quenching) air, oil, salt water which is then tempered at a temperature of 250°C with a fixed holding time of 30 minutes and at Quenching uses air to test the hardness, wear and tensile strength of materials.

The highest hardness test value was found in the salt water variation test which had a hardness of 370 HB. The highest wear rate test was found in the comparison material test, namely 0.000093 mm<sup>3</sup>/kg and the highest tensile strength test was found in the salt water variation test which had the greatest tensile strength, namely 327.4 N/mm<sup>2</sup>.

Keywords : AISI 1020 steel, hardening, quenching, tempering, hardness test, wear test, tensile test.

## PRAKATA

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Media Pendingin Pada Sifat Mekanik Proses *Heat Treatment* Baja AISI 1020 Untuk Pisau Perajang Tembakau” penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak.

Dalam kesempatan ini penulis mengungkapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT. selaku dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Rusnoto, ST., M. Eng selaku dosen pembimbing I.
3. Bapak Ahmad Farid, ST., MT selaku dosen pembimbing II.
4. Segenap dosen dan staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
5. Bapak dan ibuku yang tak pernah lelah mendoakanku.
6. Teman – teman di kampus yang telah memberikan dukungan moral dalam penyesuaian skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini selesai, semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT.

Semoga skripsi ini bermanfaat untuk penulis dan pembaca.

Tegal, 15 Agustus 2024

Penulis



Mishbahul Falah

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT.....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	4
C. Rumusan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	6
F. Sistematika Penulisan .....	6
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA .....	8
A. Landasan teori .....	8
B. Tinjauan Pustaka .....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	26
A. Metode Penelitian .....	26
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	26
C. Instrumen Penelitian .....	27
D. Variabel Penelitian.....	31
E. Metode Pengumpulan Data.....	32
F. Metode Analisis Data.....	32
G. Diagram Alur .....	36
BAB IV .....	38
A. Hasil Penelitian .....	38

B. Pembahasan.....	46
BAB V .....	48
A. Kesimpulan .....	48
B. Saran .....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram proses heat treatment pada baja karbon .....	11
Gambar 2. 2 Skema proses pengujian <i>Brinell</i> .....	17
Gambar 2. 3 Mesin pengujian keausan .....	19
Gambar 2. 4 Mesin pengujian tarik.....	20
Gambar 3. 1 Tungku heat treatment .....	28
Gambar 3. 2 Rancangan pisau pencacah tembakau .....	29
Gambar 3. 3 Spesimen pengujian kekerasan .....	30
Gambar 3. 4 Spesimen pengujian keausan.....	30
Gambar 3. 5 Spesimen pengujian tarik .....	31
Gambar 3. 6 Spesimen pengujian tarik .....	31
Gambar 3. 7 Diagram alur.....	37
Gambar 4. 1 Grafik hasil pengujian kekerasan .....	40
Gambar 4. 2 Grafik hasil pengujian keausan .....	43
Gambar 4. 3 Grafik hasil pengujian tarik.....	45

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Komposisi kimia baja AISI 1020.....	15
Tabel 3. 1 Kalender penelitian .....	27
Tabel 3. 2 Lembar Uji Kekerasan .....	33
Tabel 3. 3 Lembar Uji Keausan .....	34
Tabel 3. 4 Lembar Uji Tarik .....	36
Tabel 4. 1 Hasil pengujian kekerasan .....	39
Tabel 4. 2 Hasil uji keausan .....	42
Tabel 4. 3 Hasil uji tarik .....	44

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perlakuan panas adalah serangkaian siklus pemanasan yang diterapkan pada material, khususnya logam, yang sepenuhnya bertujuan untuk mengubah atau memodifikasi sifat-sifatnya. Proses ini melibatkan pemanasan material pada suhu tertentu dan kemudian mendinginkannya dengan cara yang terkontrol. *Heat treatment* dapat meningkatkan kekerasan, keuletan, kekuatan, dan stabilitas dimensi material, sehingga memberikan performa mekanis dan termal yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Metode ini memiliki peran kritis dalam manufaktur dan rekayasa material untuk mencapai sifat – sifat yang optimal pada suatu material.

Proses pengerasan *hardening* adalah salah satu proses kunci dalam *heat treatment* yang bertujuan meningkatkan kekerasan suatu material, terutama logam. Proses pengerasan ini dibutuhkan untuk meningkatkan daya tahan dan ketahanan material terhadap abrasi, deformasi plastis, dan keausan. Dalam proses pengerasan, material dipanaskan hingga suhu tertentu, kemudian secara cepat didinginkan dengan cara yang terkendali. Proses pendinginan cepat ini menghasilkan konstruksi kristal yang lebih padat dan seragam, sehingga meningkatkan kekerasan material. Pengerasan dapat diterapkan pada berbagai jenis logam, seperti baja, untuk meningkatkan performa dan umur pemakaian pada aplikasi yang memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap tekanan atau gesekan. Pengerasan memberikan

fleksibilitas dalam desain dan penggunaan material, memungkinkan produsen untuk mencapai kombinasi sifat – sifat mekanis yang optimal untuk berbagai keperluan industri.

Baja AISI 1020 merupakan baja karbon rendah yang dikenal dengan baja karbon rendah atau baja ringan. Baja ini mendapatkan popularitasnya karena kombinasi kekuatan dan pengecoran yang baik, serta kemudahan dalam proses fabrikasinya. Penggunaan baja AISI 1020 dapat ditelusuri untuk kebutuhan akan material yang dapat diolah dengan mudah, memiliki kekuatan yang memadai, dan tetap terjangkau. Baja AISI 1020 mengandung sekitar 0,20% karbon, memberikan kekuatan dan keuletan yang cukup untuk berbagai aplikasi. Baja ini umumnya digunakan dalam konstruksi mesin, komponen structural, dan produksi suku cadang. Kelebihan utamanya meliputi kemudahan dalam proses pengelasan dan pembentukan, membuatnya ideal untuk keperluan manufaktur yang melibatkan pengecoran atau pembentukan kompleks. Penggunaan baja AISI 1020 juga berkaitan dengan keinginan untuk memiliki material yang dapat diandalkan, ekonomis, dan dapat memenuhi standar kekuatan yang diperlukan dalam berbagai aplikasi industri tanpa meningkatkan kompleksitas atau biaya produksi secara signifikan.

Kelemahan pada pisau perajang tembakau dapat muncul sebagai hasil dari beberapa faktor yang terkait dengan pemakaian dan pemeliharaan. Salah satu masalah umum adalah kehilangan ketajaman pisau seiring waktu penggunaan yang berlebihan. Hal ini disebabkan oleh gesekan berulang

terhadap tembakau dan partikel – partikel kecil yang mungkin ada didalamnya, mengakibatkan keausan pada tepi pisau. Korosi juga bisa menjadi masalah, terutama jika pisau terbuat dari baja yang tidak tahan terhadap lingkungan yang lembap atau jika tidak dirawat dengan baik setelah digunakan. Korosi dapat merusak tepi pisau dan mengurangi efisiensi pemotongan. Ketidakmampuan untuk mempertahankan ketajaman optimal dapat memengaruhi kualitas potongan tembakau, memerlukan pengasahan lebih sering yang pada akhirnya dapat mempersingkat umur pisau. Perawatan rutin dan pemilihan material yang sesuai untuk pisau perajang tembakau menjadi penting untuk mengatasi potensi kelemahan ini.

Media pendingin yang digunakan dalam pembuatan pisau perajang tembakau meliputi minyak, air garam, dan udara. Untuk baja jenis AISI 1020 yang merupakan baja karbon rendah, umumnya digunakan media pendingin sedang hingga lambat untuk mengurangi risiko retak dan memberikan kekerasan yang sesuai. Air garam dapat memberikan pendinginan yang cukup cepat tanpa risiko retak yang tinggi. Media pendingin minyak memberikan pendinginan lebih lambat dibandingkan air, membantu mencegah kerusakan pada baja AISI 1020. Udara digunakan dalam beberapa kasus untuk memberikan pendinginan yang lebih lambat, ini dapat digunakan ketika baja harus dihindari dari perubahan dimensi yang signifikan.

Pengaruh media pendingin dapat mempengaruhi laju pendinginan, yang dapat membentuk struktur mikro baja. Laju yang lebih lambat dapat

menghasilkan struktur yang lebih kasar. Proses pendinginan juga dapat mempengaruhi ketajaman pisau, laju pendinginan yang tepat dapat menghasilkan pisau dengan keketatan dan ketajaman yang optimal. Media pendingin juga memainkan peran penting dalam membentuk sifat mekanik baja. Pisau perajang dengan media pendingin yang tepat dapat memiliki kekerasan, kekuatan, dan ketangguhan yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Dengan memahami pengaruh media pendingin, maka peneliti pisau perajang tembakau dapat mengoptimalkan proses perlakuan panas untuk memastikan bahwa sifat mekanik dari baja AISI 1020 sesuai dengan persyaratan aplikasi, meningkatkan daya tahan pisau, dan mencapai kinerja optimal dalam penggunaan sehari – hari. Dari landasan diatas saya akan mengarahkan penelitian dengan mengambil judul “Pengaruh Media Pendingin Pada Sifat Mekanik Proses *Heat Treatment* Baja AISI 1020 Untuk Pisau Perajang Tembakau”.

## **B. Batasan Masalah**

Agar siklus eksplorasi dapat berjalan dengan baik, peneliti membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Untuk proses *heat treatment* akan menggunakan suhu 900°C, dan *holding time* yang akan digunakan adalah 30 menit.
2. Variasi media pendingin yang digunakan untuk proses *heat treatment* pisau perajang tembakau adalah minyak, air garam, dan udara.
3. Bahan menggunakan baja AISI 1020.
4. Pengujian dengan uji kekerasan, uji tarik, dan uji keausan.

### **C. Rumusan Masalah**

Mengingat batasan masalah di atas, maka rencana yang akan dikonsentrasikan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin minyak, air garam, dan udara terhadap kekerasan pada proses *heat treatment* baja AISI 1020 dibandingkan dengan baja JIS SUP9?
2. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin minyak, air garam, dan udara terhadap keausan pada proses *heat treatment* baja AISI 1020 dibandingkan dengan baja JIS SUP9?
3. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin minyak, air garam, dan udara terhadap kekuatan tarik pada proses *heat treatment* baja AISI 1020?

### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin minyak, air garam, dan udara terhadap uji kekerasan pada hasil pembuatan pisau perajang tembakau material baja AISI 1020 dibandingkan dengan baja JIS SUP9.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin minyak, air garam, dan udara terhadap uji keausan pada hasil pembuatan pisau perajang tembakau material baja AISI 1020 dibandingkan dengan baja JIS SUP9.

3. Untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin minyak, air garam, dan udara terhadap uji tarik pada hasil pembuatan pisau perajang tembakau material baja AISI 1020.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Bagi Peneliti

Eksplorasi ini dapat membantu para peneliti dalam mengembangkan pemahaman sehingga mereka dapat mengetahui dampak media pendingin pada sifat mekanik proses perlakuan panas baja AISI 1020 untuk pisau perajang tembakau.

2. Bagi Pendidikan

Hasil penelitian dapat menambah penyempurnaan rencana pendidikan yang lebih penting di bidang perancangan material dan proyeksi baja. Informasi yang diperoleh dari ujian ini dapat ditambahkan sebagai bahan ajar untuk menjamin mahasiswa mendapatkan informasi terkini mengenai pengaruh media pendingin terhadap sifat mekanik proses perlakuan panas baja AISI 1020.

#### **F. Sistematika Penulisan**

1. Bagian Awal Skripsi

Bagian awal memuat halaman sampul, abstrak, pengesahan, motto, dan persembahan, prakata, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

2. Bagian Utama Skripsi

Bagian utama terbagi atas bab dan sub bab yaitu sebagai berikut :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

## **BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas teori dari judul penelitian yang saya bahas dan berisi juga tinjauan pustaka yaitu referensi jurnal penelitian terdahulu.

## **BAB III METODE PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Membahas mengenai metodologi penelitian, waktu, dan tempat penelitian, variabel penelitian, diagram alur penelitian, metode pengumpulan data, metode analisa data, dan instrument penelitian.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil penelitian pengujian kekerasan, keausan, dan tarik pada baja AISI 1020 untuk pisau perajang tembakau.

## **BAB V PENUTUP**

Membahas mengenai kesimpulan dan saran – saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tujuan dari penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA DAN LAMPIRAN**

## BAB II

### LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Landasan teori

##### 1. Heat treatment

Perlakuan panas atau yang disebut dengan Terapi Intensitas adalah suatu strategi untuk mengubah konstruksi logam dengan cara memanaskan logam dalam pemanas pada suhu ideal untuk jangka waktu tertentu, kemudian mendinginkannya dengan menggunakan media pendingin yang berbeda, misalnya udara, air, minyak dan solar, yang memiliki tingkat pendinginan tertentu dan pendinginan yang berbeda (Saktisahdan et al. 2019), beberapa contoh prinsip dasar *heat treatment* melibatkan :

##### a. *Hardening*

Proses perlakuan panas yang disebut siklus solidifikasi dilakukan dengan memanaskan baja melebihi suhu daerah kritis, kemudian mendinginkannya secara cepat menggunakan media pendingin seperti udara, air, air garam, atau minyak untuk meningkatkan kekerasan baja (Rahmadani et al. 2020).

##### b. *Quenching*

*Quenching* adalah proses perlakuan intensitas pada logam dengan memanaskannya ke suhu tinggi, lalu mendinginkannya secara cepat untuk mencegah pertumbuhan butiran yang dapat terjadi jika pendinginan berlangsung lambat. Pendinginan cepat ini

umumnya menghasilkan pengurangan ukuran butiran dan peningkatan kekerasan pada logam. Laju pendinginan dalam proses perlakuan panas dipengaruhi oleh berbagai variabel, seperti jenis media pendingin, ketebalan benda kerja, agitasi media, laju penguapan, konduktivitas panas, dan pengadukan (fomentasi) media pendingin. Media udara memberikan laju pendinginan paling lambat, sedangkan media air memiliki laju lebih cepat dibandingkan media oli (Zulfiqar Andhika Suprayogi, Saufik Luthfianto 2020).

c. *Tempering*

Sistem pengolahannya meliputi pemanasan baja hingga tepat di bawah suhu dasar antara 150-650°C, dilanjutkan dengan menahannya pada suhu tersebut dalam pemanas selama 15 menit untuk menyamakan suhu. Sejak saat itu, pendinginan dilakukan dengan menggunakan media udara. Tujuannya adalah untuk mengurangi kekerasan, sehingga elastisitasnya juga berkurang, namun meningkatkan ketangguhan dan keuletan (Mujaddedy and Ibrahim 2020).

d. *Full annealing*

*Annealing* merupakan metode perlakuan panas yang dilakukan untuk memperbesar ukuran butir dan meningkatkan keuletan logam dengan cara memanaskannya hingga suhu austenitisasi, lalu mendinginkannya secara perlahan dengan laju sekitar 1°C per menit di dalam dapur pemanas. Proses ini menghasilkan struktur perlit

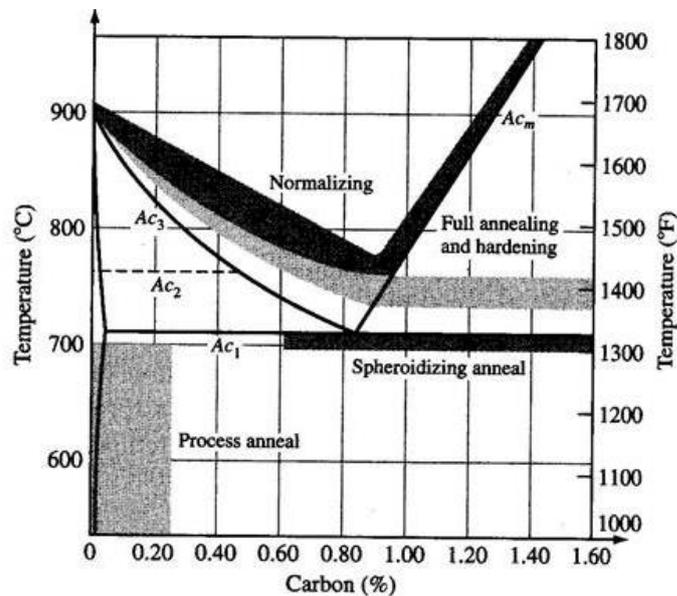
kasar yang lembut dan umumnya diaplikasikan pada baja yang telah mengalami pengerasan regangan akibat proses pengerjaan mesin atau deformasi plastic.

e. *Normalizing*

Proses *heat treatment* untuk mengembalikan sifat awal logam setelah mengalami perlakuan panas *quenching/hardening* yang menghasilkan *perlite* halus, setelah logam dipanaskan kemudian dilakukan pendinginan perlahan dengan udara, sehingga hasilnya lebih keras dan kuat dari *anneal*, dengan laju pendinginan 5-10°C/menit.

f. *Spheroidizing*

Proses perlakuan panas untuk menciptakan struktur karbida bulat, dengan cara memanaskan logam pada suhu ac 1, kemudian dilakukan sistem pendinginan secara bertahap untuk mencegah berkembangnya struktur karbida rata, dengan tujuan penuh untuk mengendurkan baja sehingga tidak menyulitkan untuk melakukan sistem pemesinan pada baja karbon tinggi.



Gambar 2. 1 Diagram proses heat treatment pada baja karbon  
 Sumber : (Rhaka Qudzsy Wening Praja, Iman Saefulloh 2020)

## 2. Teori baja

Baja merupakan logam komposit dengan besi sebagai logam dasar dan karbon sebagai elemen paduan utama. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% yang memberikan sifat kekerasan dan kekuatan. Selain karbon, elemen lain seperti mangan, nikel, dan kromium juga dapat ditambahkan untuk menghasilkan variasi jenis baja. Peningkatan kadar karbon dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja, namun berpotensi menurunkan keuletan dan ketangguhannya. Sifat mekanis baja, terutama kekerasan dan kemampuan pembentukan, sangat dipengaruhi oleh kandungan karbon di dalamnya. Peningkatan kandungan karbon dalam baja dapat meningkatkan kekerasannya, tetapi juga menurunkan keuletan dan

kemampuan pembentukan material tersebut. Secara umum, terdapat dua jenis baja utama, yaitu:

a. Baja karbon

Baja karbon, atau disebut baja karbon biasa, sebagian besar mengandung komponen karbon dengan jumlah silikon, belerang, dan fosfor yang sedikit. Mengingat kandungan karbonnya, baja karbon dibagi menjadi :

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

Mengandung karbon di bawah 2%. Struktur mikro terdiri dari tahap ferit dan perlit. Baja tidak dapat diberi perlakuan panas untuk membentuk martensit dan hanya dapat diolah di bawah suhu rekristalisasi. Sifat mekaniknya umumnya lunak, namun memiliki fleksibilitas dan daya tahan yang tinggi.

2) Baja karbon sedang (0,2%-0,5% C)

Kandungan karbon antara 0,2%-0,5% C. Baja karbon sedang bisa melalui siklus pengerasan dengan cara perlakuan panas, yaitu dipanaskan sampai mencapai tahap austenit, kemudian didinginkan secara singkat menggunakan air, yang dinamakan *quenching*, supaya terbentuk tahap martensit. Baja jenis ini meliputi baja karbon medium dan baja padat. Unsur karbon tinggi tersebut dapat menambah tingkat kekerasan baja tersebut.

### 3) Baja karbon tinggi (>0,5% C)

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon antara 0,5% hingga 1,4% berat, memberikan kekuatan dan kekerasan yang tinggi namun keuletan yang rendah. Jenis baja ini cocok untuk produk seperti perkakas, cetakan, pegas, kawat berkekuatan tinggi, dan alat pemotong yang memerlukan proses pengerasan dan pelunakan. Baja perkakas dan baja karbon tinggi termasuk dalam kategori baja karbon tinggi. Khususnya baja perkakas sering ditambahkan unsur lain seperti wolfram, vanadium, dan kromium yang bereaksi dengan karbon saat proses paduan untuk menghasilkan komposisi yang sangat keras dan tahan aus (Aziz 2016).

#### b. Baja paduan

Baja disebut di padu apabila mengandung unsur logam tambahan selain besi dan karbon, seperti mangan, silicon, nikel, krom, dan vanadium. Baja komposit banyak digunakan, unsur yang biasa digunakan untuk baja komposit adalah mangan, silicon, nikel, krom, vanadium dan lain sebagainya.

##### 1) Baja paduan rendah (*Low Alloy Steel*)

Baja paduan rendah adalah jenis baja yang memiliki kandungan karbon relatif rendah, biasanya kurang dari 0,25% berat. Meskipun namanya mengandung istilah "paduan," baja paduan rendah memiliki kandungan paduan yang lebih rendah

daripada baja paduan sedang atau baja paduan tinggi..  
Umumnya untuk pembuatan alat potong, gergaji, pahat kayu,  
pisau.

### 2) Baja paduan menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah memiliki kandungan karbon dan unsur paduan lainnya dalam rentang antara baja karbon rendah dan baja paduan tinggi. Meskipun tidak sekuat atau tahan lama seperti baja paduan tinggi, jenis baja ini dirancang untuk mengombinasikan kekuatan, ketahanan, dan keuletan yang lebih baik dibandingkan dengan baja karbon rendah.

### 3) Baja paduan tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi adalah jenis baja yang memiliki kandungan unsur-unsur paduan dalam jumlah yang signifikan, dirancang untuk memberikan sifat-sifat tertentu seperti kekuatan yang tinggi, kekerasan, ketahanan terhadap aus, dan ketahanan terhadap korosi. Baja paduan tinggi sering digunakan dalam aplikasi di mana kekuatan dan ketahanan terhadap tekanan atau beban eksternal adalah faktor kunci, seperti dalam pembuatan struktur bangunan, kendaraan, mesin, dan peralatan industri.  
(Aziz 2016).

### 3. Baja AISI 1020

Baja AISI 1020 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah yang paling banyak digunakan, dan memiliki sifat pengerasan rendah dan merupakan baja karbon tarik rendah dengan kekerasan brinell 119-235, dan kekuatan tarik 410-790 Mpa. Angka "1020" dalam sistem penomoran SAE-AISI mengindikasikan komposisi kimianya yang umum. Baja ini tergolong baja karbon rendah karena mengandung 0,20% hingga 0,25% karbon. Komposisi kimia lengkap baja AISI 1020 ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 2. 1 Komposisi kimia baja AISI 1020

Kode	Ni%	C%	Si%	Mn%	Mo%	P%	Cr%
AISI 1020	1,40- 1,70	0,20- 0,30	0,15- 0,35	0,50- 0,70	0,20- 0,30	0,03- max	0,90- 1,40

Sumber : (Nasution 2020)

Baja AISI 1020 tersedia dalam berbagai bentuk seperti gigi, batang *billet*. Dalam industri otomotif dan konstruksi, baja AISI 1020 digunakan dalam pembuatan rangka kendaraan, struktur bangunan, dan peralatan konstruksi ringan. Kekuatan yang cukup dan biaya yang terjangkau membuatnya menjadi pilihan yang populer untuk aplikasi ini. Kehadiran paduan dalam kandungan baja AISI 1020 memungkinkan penerapan perlakuan panas untuk meningkatkan kekerasannya. Metode perlakuan panas yang dapat diterapkan adalah proses pengerasan, dimana baja dapat mengalami perubahan sifat mekanik karena adanya pergeseran suhu austenit dan *quenching* menggunakan minyak.

#### 4. Sifat Mekanik dan Pengujiannya

##### a. Kekuatan Kekerasan

Pada umumnya, kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi dan merupakan ukuran ketahanan logam terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen. Baja umumnya mengalami pengukuran kekuatan kekerasannya menggunakan skala kekerasan *brinell*, *vickers*, atau *rockwell*. Skala-skala ini dirancang untuk menilai sejauh mana baja mampu menahan penetrasi atau deformasi oleh benda keras. Perbedaan antara skala-skala tersebut tergantung pada jenis uji kekerasan dan metode pengukurannya. Salah satu pengujian yang sering Uji kekerasan *brinell* ini paling pertama diterima secara luas dan standar yang duntukan oleh J.A Brinell pada tahun 1900. J.A Brinell mengujinya dengan cara melakukan indentansi pada permukaan spesimen. Indentor berupa bola baja yang memiliki variasi beban dari 500-1500kg untuk *intermediet hardness* dan 3000 kg untuk *hard metal*. Kekerasan *Brinell* adalah besar beban indentor perluas permukaan hasil indentansi. Dapat dirumuskan sebagai berikut nilai kekerasan (BHN).

$$HB = \frac{2F}{\pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(2.1)$$

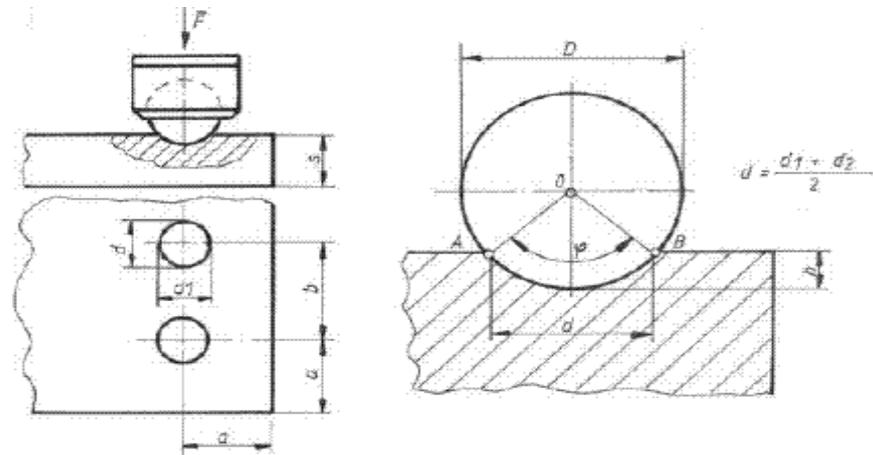
Dimana:

HB = nilai kekerasan *brinell*.

F = beban 187,6 kgf.

D = diameter indentor bola baja.

$d$  = diameter bekas injakan



Gambar 2. 2 Skema proses pengujian *Brinell*  
Sumber : (Kekerasan and *brinell* 2021)

#### b. Kekuatan Keausan

Definisi paling umum dari keausan adalah hilangnya bahan dari suatu permukaan atau perpindahan bahan dari permukaannya ke bagian yang lain atau hilangnya bagian dari permukaan yang saling berinteraksi yang terjadi sebagai hasil gerak relatif pada permukaan. Keausan yang terjadi pada suatu material disebabkan oleh adanya beberapa mekanisme yang bervariasi meliputi bahan, lingkungan, kondisi operasi, dan geometri permukaan benda yang terjadi keausan. Pengujian keausan adalah suatu proses evaluasi yang bertujuan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap keausan atau penggunaan berulang. Metode umum melibatkan penerapan gesekan dan abrasi pada material untuk mengukur sejauh mana keausan terjadi. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan menggunakan mesin uji keausan, dengan cara meletakkan spesimen

ke dalam mesin uji dengan kuat dan aman, lalu atur parameter uji sesuai dengan standar dan metode uji yang digunakan, amati proses uji secara teratur, catat dan evaluasi hasil uji sesuai dengan tujuan pengujian dan standar yang berlaku. Hasil pengujian keausan membantu dalam pemilihan material yang sesuai untuk aplikasi tertentu dan memberikan wawasan tentang seberapa baik material tersebut dapat bertahan dalam kondisi keausan yang mungkin terjadi dalam penggunaan praktis. Uji keausan dihitung menggunakan rumus :

$$W = \frac{B \cdot b^3}{12 \cdot r} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

W = Volume yang tergores (mm<sup>3</sup>)

B = Tebal goresan (mm)

b = Lebar goresan (mm)

r = Jari jari disc (detik)

$$WS = \frac{B \cdot b^3}{12 \cdot r \cdot P \cdot L} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

Ws = Nilai keausan spesifik (mm<sup>3</sup>/kg.m)

P = Beban (kg)

L = Jarak pengausan (m)

Pengujian keausan diukur melalui jumlah material yang hilang atau berkurang per satuan luas area kontak dan durasi pengausan.

(Napitupulu, Manurung, and Sembiring 2022).



Gambar 2. 3 Mesin pengujian keausan  
Sumber : (Kemajuan, Fundamental, and Peneliti 2015)

c. Kekuatan Tarik

Pengujian tarik melibatkan pemberian gaya tarik secara perlahan pada sampel material untuk menilai bagaimana sampel tersebut merespons terhadap tegangan yang diberikan. Proses ini berguna dalam mengidentifikasi parameter mekanis seperti kekuatan tarik maksimum, batas elastisitas, dan perpanjangan pada saat patah. Pengujian tarik sering digunakan untuk mengevaluasi sifat mekanis material, termasuk logam, plastik, dan bahan komposit.

1) Tegangan tarik *yield* ( $\sigma_y$ )

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_o} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$\sigma_y$  = tegangan *yield* (kN/mm<sup>2</sup>)

$P_y$  = beban *yield* (kN)

$A_o$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

2) Tegangan tarik maksimum / *ultimate* ( $\sigma_u$ )

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_o} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$\sigma_u$  = tegangan *ultimate* (kN/mm<sup>2</sup>)

$P_u$  = beban *ultimate* (kN)

$A_o$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

3) Regangan ( $\varepsilon$ )

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

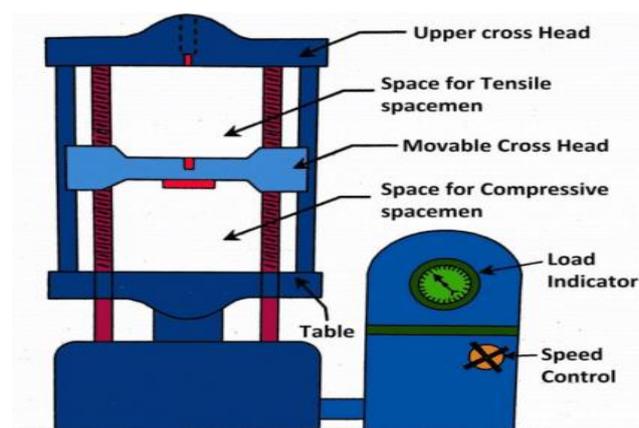
Dimana :

$\varepsilon$  = regangan (%)

$\Delta L$  = pertambahan panjang (mm)

$L_0$  = panjang awal spesimen (mm)

Regangan tertinggi menunjukkan nilai keuletan suatu material (Firmansyah 2020).



Gambar 2. 4 Mesin pengujian tarik  
Sumber : (Faisal et al. 2021)

## **B. Tinjauan Pustaka**

1. (Nugroho et al. 2019) Baja karbon merupakan logam yang umum digunakan dalam industri dan berbagai kebutuhan manusia. Salah satu jenisnya yang sering diaplikasikan adalah baja karbon sedang atau baja AISI 1045. Bergantung pada kebutuhan industri, berbagai suku cadang, komponen, atau perkakas diproduksi menggunakan baja jenis ini. Oleh karena itu, berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan kualitas mekanik dan ketahanan korosi baja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi suhu dan media pendingin terhadap kekerasan baja AISI 1045 selama proses perlakuan panas, serta dampaknya terhadap laju korosi baja. Dalam percobaan ini, sampel dipanaskan dalam tungku pada suhu 750°C, 850°C, dan 950°C selama 30 menit. Setelah pemanasan, setiap sampel didinginkan dengan pencelupan menggunakan media air mineral dan oli SAE 10w-40w. Kemudian, dilakukan pengujian korosi dan kekerasan pada material tersebut. Hasil penelitian menunjukkan perubahan nilai kekerasan dan laju korosi material. Ketika pendinginan menggunakan air mineral, kekerasan maksimum 58,2 HRC dicapai pada suhu 850°C, sedangkan dengan media oli, kekerasan maksimum 33,4 HRC diperoleh pada suhu 950°C. Sementara itu, laju korosi maksimum saat pendinginan air mineral adalah 3,998 ipy pada 950°C, namun laju korosi tertinggi ketika menggunakan oli adalah 4,086 ipy pada suhu yang sama.

2. (Saktisahdan et al. 2019) Baja karbon rendah banyak diaplikasikan dalam konstruksi karena memiliki keuletan yang sangat baik dan kekerasan rendah. Perlakuan panas merupakan salah satu metode untuk memodifikasi struktur mikro dan meningkatkan ketahanan aus baja. Proses ini melibatkan pemanasan baja hingga mencapai suhu rekristalisasi kemudian pendinginan menggunakan media seperti air, minyak, udara. Pada penelitian ini, kisaran suhu pemanasan adalah 800-900°C dengan penambahan bahan berupa campuran 60% serbuk karbon dan 40% barium karbonat. Setelah dipertahankan selama 20 menit, material didinginkan dengan menggunakan media oli SAE 20-50.
3. (Nasution 2020) Proses karburasi pada baja AISI 1020 meningkatkan kandungan karbon untuk meningkatkan tingkat kekerasannya. Media pendingin yang digunakan adalah air, larutan air garam, dan oli. Setiap jenis baja memiliki karakteristik fisik, mekanik, dan kimia yang berbeda, sehingga penanganan yang tepat diperlukan untuk memperpanjang masa pakainya. Salah satu teknik yang digunakan adalah perlakuan panas, terutama melalui karburisasi dan variasi pendinginan menggunakan oli, larutan air garam, dan air. Nilai kekerasan rata-rata awal baja AISI 1020 berdasarkan pengujian Vickers adalah 191,3336 VHN. Setelah mengalami karburisasi selama 7 jam pada 900°C dan pendinginan dengan air, oli, dan larutan garam, nilai kekerasan rata-rata meningkat menjadi berturut-turut 395,3990, 674,8970, dan 621,2040 VHN.

4. (Ginting, Endarmoko, and Marjunus 2020) Sebuah studi dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi waktu penahanan austenitasi yang diikuti dengan pendinginan cepat terhadap karakteristik ketangguhan dan kekerasan pada baja AISI 1045. Eksperimen ini bertujuan untuk menginvestigasi efek dari durasi penahanan austenitasi yang berbeda (0, 15, 25, dan 40 menit) serta pendinginan cepat pada sifat kekerasan dan ketangguhan baja AISI 1045. Baja AISI 1045 mengalami proses perlakuan panas melibatkan suhu austenitasi 830°C. Kemudian dilakukan pendinginan cepat menggunakan media udara selama sekitar tiga detik. Pengujian ketangguhan dilakukan dengan mesin uji impak, sementara kekerasan diuji menggunakan alat uji kekerasan Rockwell universal. Hasil penelitian menunjukkan seiring dengan peningkatan waktu penahanan austenitasi, nilai kekerasan baja AISI 1045 meningkat namun nilai ketangguhannya cenderung menurun. Waktu penahanan 40 menit menghasilkan rata-rata nilai ketangguhan terendah yaitu  $0,85 \pm 0,04 \text{ J/mm}^2$ , sedangkan nilai kekerasan rata-rata maksimum  $75,30 \pm 0,9 \text{ HRC}$  dicapai pada periode waktu yang sama.
5. (Rusnoto, ST. 2020) Kemajuan di sektor logam tidak terlepas dari perkembangan industri. Pemahaman tentang manajemen logam sangat penting untuk menjamin produksi logam berkualitas tinggi. Proses pemanasan dan pengerasan logam pada suhu tertentu dengan durasi bervariasi, seperti 10 menit, 25 menit, atau 40 menit, dikenal sebagai perlakuan panas. Material yang telah dipanaskan perlu didinginkan

dengan media pendingin seperti larutan air garam, dengan perbandingan satu liter media pendingin untuk setiap proses pendinginan. Perlakuan panas bertujuan untuk memberikan karakteristik dan kondisi mekanis yang diinginkan pada logam, seperti ketahanan aus, kekuatan tarik, dan kekerasan. Penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan panas terhadap kekerasan material gir sepeda motor Honda original. Material dipanaskan hingga  $920^{\circ}\text{C}$  dan ditahan selama 10, 25, dan 40 menit. Setelah penahanan, material dicelup dalam media pendingin air garam, kemudian dilakukan proses tempering pada  $250^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit, dan dibiarkan mendingin secara alami.

6. (Indrawan, Fathu Mizda 2021) Limbah plastik mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, penting untuk mendaur ulangnya guna mendapatkan kembali produk plastik. Alat yang banyak disebut sebagai "crusher" berfungsi sebagai mesin pencacah atau penghancur plastik bekas, mengubahnya menjadi serpihan-serpihan plastik yang dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat biji plastik. Crusher ini dilengkapi dengan mata pisau. Penelitian ini bertujuan untuk memahami proses pembuatan mata pisau dan mengukur kekuatannya. Pengujian kandungan baja AISI 1020 menunjukkan kandungan karbon (C) sebesar 0,193%, silikon (Si) sebesar 0,127%, dan mangan (Mn) sebesar 0,302%. Dengan menguji spesimen menggunakan gaya sebesar 1840 N selama 15 detik dengan alat uji kekerasan brinell, diperoleh nilai rata-rata kekerasan sebesar 157,17 HB.

7. (Adipura and Nafi 2022) Meskipun komposisi kimia logam mungkin tidak berubah, prosedur perlakuan panas dapat mengubah sifat logam dengan mengubah struktur mikronya melalui pemanasan dan kontrol pendinginan. Penelitian ini menganalisis efek kekerasan dari durasi penahanan dan variasi media pendingin. Tiga variasi waktu tahan (10, 14, dan 15 menit) dan media pendingin (udara, air, dan minyak) digunakan pada material profil baja L square dengan ukuran 4 x 4,5 cm. Hasil uji kekerasan menunjukkan distribusi yang merata dalam sampel, dengan nilai rata-rata kekerasan sebesar 64,06 HRC, menunjukkan ketahanan bahan yang baik.
8. (F. Eko Wismo Winarto, M.Sc. 2020) Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi laju keausan dan kekasaran permukaan spesimen uji melalui pengujian ball on socket, menggunakan stainless steel 316L dan UHMWPE. Pengujian dilakukan dengan radius ball dan socket 13 mm pada 3 pasangan spesimen uji. Sebelum pengujian, spesimen diampelas dengan kekasaran awal  $\pm 0,1 \mu\text{m}$ . Setiap  $2,5 \times 10^5$  siklus, spesimen diuji dan hasilnya menunjukkan peningkatan volume keausan. Setelah  $7,5 \times 10^5$  siklus, laju volume keausan stainless steel 316L adalah  $0,99 \text{ mm}^3/\text{MC}$  dan UHMWPE adalah  $6,96 \text{ mm}^3/\text{MC}$ , menunjukkan ketahanan aus lebih baik pada stainless steel. Kekasaran permukaan akhir adalah  $0,362 \mu\text{m}$  pada stainless steel 316L dan  $0,301 \mu\text{m}$  pada UHMWPE.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan teknik perlakuan panas dengan memvariasikan media pendingin, yaitu oli, air garam, dan udara. Pengujian tarik, keausan, dan kekerasan dilakukan untuk mengevaluasi hasil dari proses perlakuan panas tersebut.

#### **B. Waktu dan Tempat Penelitian**

Tahap awal yang mendasari proses penelitian hingga penyempurnaan akhir adalah menyusun rencana penelitian. Rencana penelitian berfungsi sebagai pedoman waktu dan titik penting untuk menyelesaikan penelitian. Penelitian ini akan memfokuskan pada aspek lokasi dan waktu pelaksanaannya.

1. Proses pembentukan *specimen* dan *heat treatment* benda uji dilakukan di tempat praktek Prodi Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal.
2. Tempat uji keausan dan pengujian tarik di laboratorium Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
3. Tempat pengujian kekerasan UPTD Laboratorium Perindustrian Komplek LIK Takaru, Tegal.

Tabel 3. 1Kalender penelitian

No.	Kegiatan	Tahun 2023			Tahun 2024		
		Nov	Des	Jan	Mei	Juni	Agust
1.	Persiapan						
	a) Pengajuan judul						
	b) Mencari referensi						
	c) Menyusun proposal						
2.	Pelaksanaan						
	a) Seminar proposal						
	b) Pembuatan spesimen						
	c) Pengujian spesimen						
3.	Penyelesaian						
	a) Pengolahan data						
	b) Penyusunan skripsi						
	c) Ujian skripsi						

Sumber : (Dokumen pribadi)

### C. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan kebutuhan untuk menjalankan penelitian proses perlakuan panas menggunakan material baja AISI 1020 mulai dari bahan dan peralatan.

#### 1. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan plat baja AISI 1020.

## 2. Alat

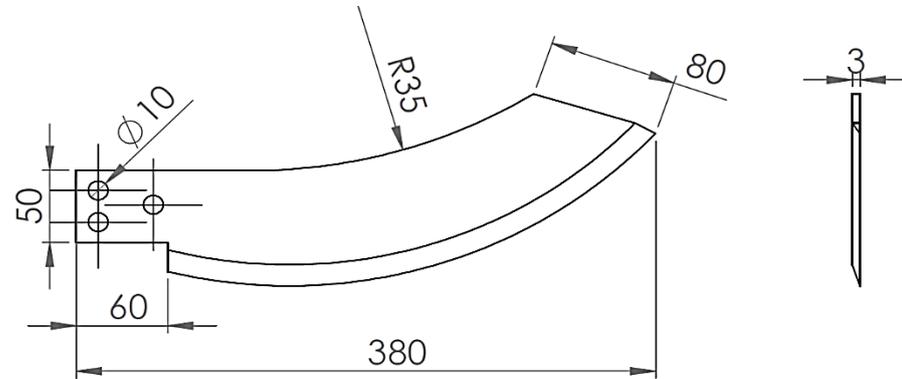
- a. Tungku heat treatment merupakan ruang di mana proses perlakuan panas terjadi pada benda kerja pada suhu tertentu dan dengan durasi waktu tahan tertentu.



Gambar 3. 1 Tungku heat treatment  
Sumber : (Dokumen pribadi)

- b. *Quenching tank* tempat dimana material yang dipanaskan dengan cepat kemudian dicelupkan kedalam air, minyak, atau gas untuk menghasilkan perubahan struktur yang diinginkan.
- c. Gerinda untuk memotong dan merapikan material.
- d. Penggaris untuk mengukur material secara akurat.
- e. Mesin uji kekerasan untuk mengukur tingkat kekerasan suatu material.
- f. Mesin uji keausan digunakan untuk mengevaluasi seberapa tahan suatu material terhadap keausan atau gesekan.
- g. Mesin uji tarik digunakan untuk mengukur kekuatan tarik suatu material.

### 3. Gambar / Desain Rancangan Peralatan



Gambar 3. 2 Rancangan pisau pencacah tembakau  
Sumber : (Dokumen pribadi)

### 4. Langkah pengerjaan pembuatan *specimen*

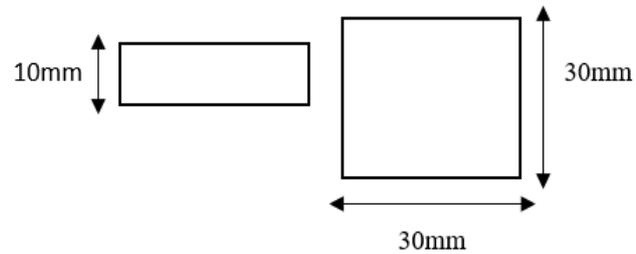
Langkah pembuatan *specimen* dengan proses *heat treatment* :

- a. Menyiapkan alat dan bahan.
- b. Memotong plat sesuai dengan standar yang akan digunakan.
- c. Masukkan *specimen* kedalam tungku *heat treatment*.
- d. Atur suhu tungku sampai 900°C, lalu pertahankan suhu sampai 30 menit, lalu lakukan pendinginan memakai media pendingin udara, air garam, dan minyak.
- e. Lakukan uji kekerasan, keausan, dan tarik terhadap *specimen*.
- f. Menganalisa hasil proses *heat treatment* untuk memastikan *specimen* sesuai dengan yang diinginkan.

## 5. Standar pengujian *specimen*

### a. Pengujian kekerasan

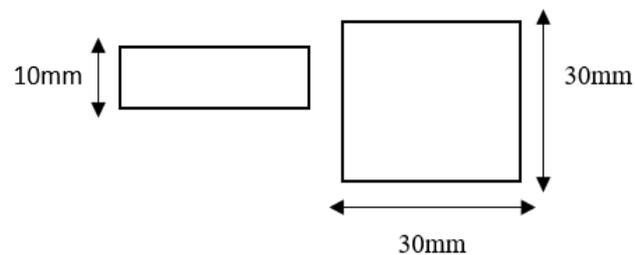
Standar pengujian kekerasan yang digunakan pada *specimen* yaitu JIS Z 2245, dengan ukuran sebagai berikut :



Gambar 3. 3 Spesimen pengujian kekerasan  
Sumber : (Dokumen pribadi)

### b. Pengujian keausan

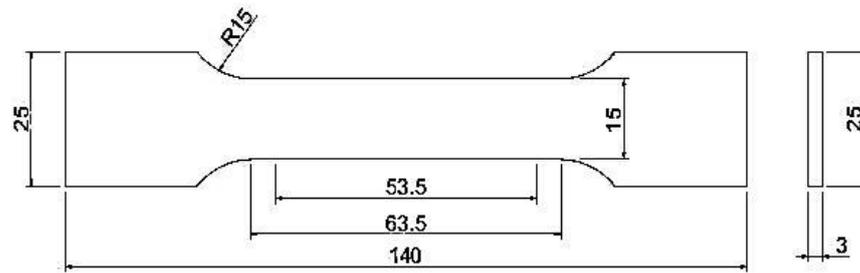
Standar pengujian keausan yang digunakan pada *specimen* yaitu JIS Z 2245, dengan ukuran sebagai berikut :



Gambar 3. 4 Spesimen pengujian keausan  
Sumber : (Dokumen pribadi)

### c. Pengujian tarik

Standar pengujian tarik yang digunakan pada *specimen* yaitu JIS Z 2201, dengan ukuran sebagai berikut :



Gambar 3. 5 Spesimen pengujian tarik  
Sumber : (Dokumen pribadi)



Gambar 3. 6 Spesimen pengujian tarik  
Sumber : (Dokumen pribadi)

#### D. Variabel Penelitian

##### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas merujuk pada faktor atau elemen yang dapat diubah, dimanipulasi, atau diidentifikasi sebagai bagian dari studi atau penelitian.

##### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat merujuk pada variabel yang diukur, diamati, dan dipantau sebagai hasil dari perubahan yang mungkin terjadi pada variabel bebas, variabel ini adalah hasil dari manipulasi atau pengamatan terhadap variabel bebas dalam rangka memahami hubungan antara keduanya.

## E. Metode Pengumpulan Data

### 1. Observasi

Pengamatan dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal, untuk mengevaluasi dampak berbagai jenis media pendingin terhadap karakteristik mekanik baja AISI 1020.

### 2. Eksperimen

Berdasarkan observasi tersebut, akan dilakukan eksperimen dengan menggunakan berbagai jenis media pendingin, termasuk udara, air garam, dan minyak.

## F. Metode Analisis Data

Metode yang diterapkan dalam pemrosesan data melibatkan penggunaan hasil pengujian kekerasan, keausan, dan tarik dengan menghitung nilai rata-rata.

### 1. Pengujian kekerasan

$$HB = \frac{2F}{\pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana:

HB = nilai kekerasan *brinell*.

F = beban 187,6 kgf.

D = diameter indenter bola baja.

d = diameter bekas injakan

Tabel 3. 2 Lembar Uji Kekerasan

No.	Kode Sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	Keterangan
			Daerah Uji	Nilai Kekerasan		
1.						
2.						
3.						

Sumber : (Dokumen pribadi)

## 2. Pengujian Keausan

$$W = \frac{B.b^3}{12.r} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana :

W = Volume yang tergores (mm<sup>3</sup>)

B = Tebal goresan (mm)

b = Lebar goresan (mm)

r = Jari jari disc (detik)

Rumus luas penampang

$$WS = \frac{B.b^3}{12.r.P.L_g} \dots\dots\dots (3.3)$$

dimana :

Ws = Nilai keausan spesifik (mm<sup>3</sup>/kg.m)

$P$  = Beban (kg)

$L$  = Jarak pengausan (m)

Tabel 3. 3 Lembar Uji Keausan

Media pedingin	Titik Uji	Tebal Disc (B:mm)	Jari-jari Disc (r: mm)	Panjang Wear (b:mm)	Volume tergores (w:mm <sup>3</sup> )	Keausan (Ws: mm <sup>3</sup> /Kg.m)	Keausan rata-rata(Ws:mm <sup>3</sup> /k g.m)
Udara_1							
Udara_2							
Udara_3							
Air garam_1							
Air garam_2							
Air garam_3							
Oli_1							
Oli_2							
Oli_3							

Sumber : (Dokumen pribadi)

### 3. Pengujian Tarik

#### a. Tegangan tarik *yield* ( $\sigma_y$ )

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_o} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

$\sigma_y$  = tegangan *yield* (kN/mm<sup>2</sup>)

$P_y$  = beban *yield* (kN)

$A_o$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

#### b. Tegangan tarik maksimum / *ultimate* ( $\sigma_u$ )

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_o} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

$\sigma_u$  = tegangan *ultimate* (kN/mm<sup>2</sup>)

$P_u$  = beban *ultimate* (kN)

$A_o$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

#### c. Regangan ( $\epsilon$ )

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

$\epsilon$  = regangan (%)

$\Delta L$  = pertambahan panjang (mm)

$L_0$  = panjang awal spesimen (mm)

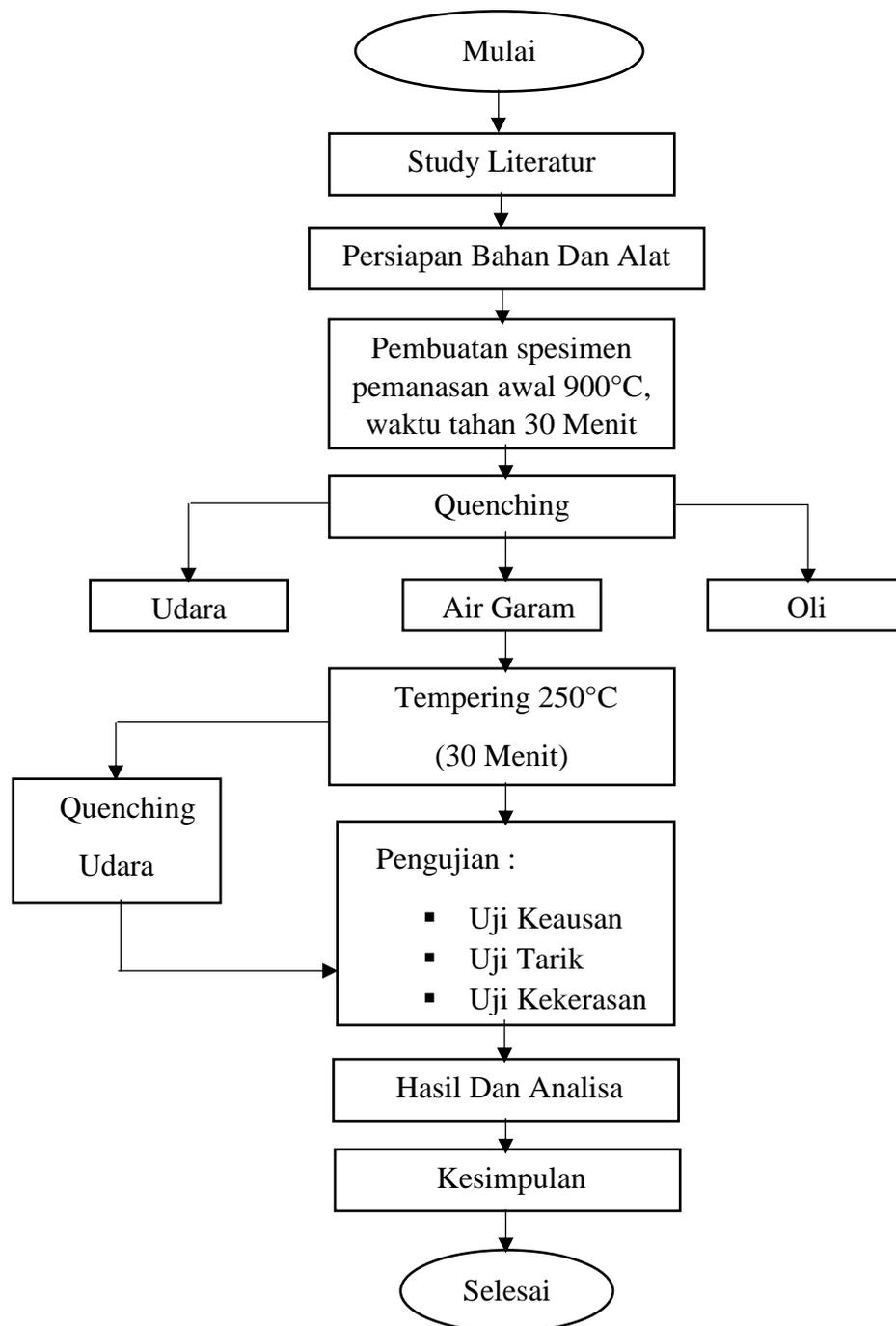
Tabel 3. 4 Lembar Uji Tarik

No	Variasi Media Pendingin	Tebal (T) (mm)	Lebar (L) (mm)	Luas Penampang $A_0 = T \times L$ (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik Max (P) (kN)	Beban Tarik Max (P) (N)	Kuat Tarik $\sigma = \frac{P_{max}}{A_0}$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	Udara	1					
		2					
		3					
<b>Rata - Rata</b>							
2	Air garam	1					
		2					
		3					
<b>Rata - Rata</b>							
3	Oli	1					
		2					
		3					
<b>Rata - Rata</b>							

Sumber : (Dokumen pribadi)

**G. Diagram Alur**

Diagram alur menjelaskan jalannya penelitian pengaruh media pendingin terhadap sifat mekanik proses *heat treatment* baja AISI 1020 bisa dilihat pada diagram alur berikut ini :



Gambar 3. 7 Diagram alur  
Sumber : (Dokumen pribadi)