



**PENGARUH PROSES HEAT TREATMENT PADA SIFAT
MEKANIK BAJA SS 304 UNTUK PEMBUATAN PISAU
PENGGILING DAGING**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Mesin

Oleh :
FIRMAN MAULANA
NPM. 6420600014

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul : “PENGARUH PROSES HEAT TREATMENT PADA SIFAT MEKANIK BAJA SS 304 UNTUK PEMBUATAN PISAU PENGGILING DAGING”

NAMA PENULIS : FIRMAN MAULANA

NPM : 6420600014

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Hari : Senin

Tanggal : 22 Juli 2024

Pembimbing I



(Rusnoto ST., M.Eng)
NIPY. 14054121974

Pembimbing II



(Hadi Wibowo, ST., MT)
NIPY. 20651641971

HALAMAN PENGESAHAN

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

Pada hari : Senin

Tanggal : 22 Juli 2024

Ketua Penguji :

Dr. Agus Wibowo, MT.
NIPY. 126518101972

Penguji Utama :

M. Agus Sidiq, ST. MT.
NIPY. 20562111978

Penguji 1

Rusnoto, ST.MEng.
NIPY. 14054121974

Penguji 2

Hadi Wibowo, ST.MT.
NIPY. 20651641971

25 Juli 2024
.....
25/7/2024
.....

25/7/2024
.....

25/7/2024
.....

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



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

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul " Pengaruh Proses Heat Treatment Pada Sifat Mekanik Baja SS 304 Untuk Pembuatan Pisau Penggiling Daging" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak akan melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat, atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya sendiri.

Tegal, 29 Juli 2024



Firman Maulana
NPM. 6420600014

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut Bryson (2015), perlakuan panas merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengubah sifat fisik dan kadang-kadang sifat kimia suatu material. Secara umum, perlakuan panas melibatkan pemanasan atau pendinginan suatu material—biasanya pada suhu yang sangat tinggi—untuk mencapai tujuan tertentu, seperti pengerasan atau pelunakan material. Tujuan dari perlakuan panas pada material adalah untuk meningkatkan nilai teknisnya dengan meningkatkan kemampuannya. Selain itu, perlakuan panas dapat mengubah kualitas teknis suatu material, seperti formability, weldability, dan machinability, serta kualitas mekanisnya, seperti kekerasan, kekuatan, duktilitas, dan ketangguhan. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Budiarto & Rasyad (dalam Adipura & Nafi, 2022). Terdapat tiga jenis prosedur perlakuan panas yang berbeda: normalizing, annealing, tempering, dan hardening.

Menurut Rahmadani dkk (2020), pengerasan adalah proses pemanasan baja hingga mencapai suhu di atas atau di dalam daerah kritis, yang kemudian dilanjutkan dengan pendinginan cepat. Jika dibandingkan dengan media lain, pendinginan pada media air garam memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi. Setelah melalui proses perlakuan panas dan pendinginan cepat (rapid dipping), baja akan menjadi lebih keras (Adawiyah dkk., 2014). Jenis pendinginan ini memastikan bahwa austenit tidak memiliki cukup waktu

untuk berubah menjadi perlit dan ferit atau perlit dan sementit; pendinginan cepat dapat mengubah austenit menjadi martensit dengan sifat seperti baja.

Jika dibandingkan dengan temuan spesimen lainnya, material baja yang telah mengalami perlakuan panas temper pengerasan memiliki kekuatan tarik dan kekerasan yang lebih unggul (Diniardi & Iswahyudi, 2018). Baja S.S. 304 merupakan salah satu material besi yang dimanfaatkan. Jenis baja tahan karat yang paling populer dimanfaatkan dalam produksi produk baja tahan karat lainnya adalah SS 304, yang biasanya dibeli dalam keadaan dingin atau dianil (Juanda et al., 2022). Baja paduan dengan setidaknya 11,5% kromium menurut beratnya disebut baja tahan karat. Salah satu karakteristik baja tahan karat adalah ketahanannya terhadap korosi lebih baik daripada logam baja lainnya. Jumlah kromium dalam baja tahan karat berbeda dengan baja biasa. Udara lembab akan menyebabkan baja karbon berkarat. Karena oksida besi aktif, perkembangannya akan mempercepat korosi.

Baja *stainless steel* 304 merupakan salah satu jenis material yang baik untuk dapat dijadikan pisau penggilingan daging. Pisau penggilingan daging yang baik dapat menghasilkan olahan penggilingan daging yang berkualitas untuk disajikan dalam sebuah makanan tertentu (Fraeye et al., 2020). Pisau penggiling adalah elemen yang memiliki tepi tajam dan runcing. Ketika daging didorong ke arah pisau oleh sekrup, tepi tajam pada pisau akan memotong dan mengiris daging menjadi potongan-potongan yang lebih kecil. Potongan daging ini akan terus dihancurkan dan dicincang menjadi tekstur yang lebih halus. Proses penggilingan daging dilakukan dengan berbagai jenis

mekanisme pemotongan pada penggiling daging secara eksperimental. Empat bilah pemotong, antara lain pisau berbentuk salib, pisau berbilah melengkung, pisau bergerigi, dan pisau berbilah tunggal dengan pelat stasioner berlubang (Mustafayeva et al., 2019). Permintaan kumulatif untuk proses produksi daging yang hemat biaya dan lebih sedikit interaksi manusia di industri manufaktur menimbulkan tantangan baru dalam teknologi otomasi khususnya industri penggilingan daging. Proses penggilingan daging merupakan proses terakhir dari banyak produk industri yang membutuhkan hingga 30% dari total biaya pemrosesan (Liang et al., 2020). Sebagian besar penggiling daging berkapasitas kecil yang beredar di pasaran masih manual, sehingga memerlukan operasi penggilingan yang lama, sedangkan penggiling daging berkapasitas besar dengan motor listrik terlalu mahal bagi pedagang kecil. (Porawati & Kurniawan, 2020). Kualitas pada pisau penggiling daging dengan harga yang murah saat ini juga tidak mampu melakukan proses penggilingan daging untuk skala besar dan jangka waktu yang lama (Manalu et al., 2022). Dengan adanya mesin penggiling yang diciptakan kegiatan di rumah tangga bisa lebih efektif dan mudah seperti halnya dalam proses pengolahan daging konsumsi untuk dijadikan sebagai makanan (Napitupulu et al., 2022).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka peneliti mengambil judul **“Pengaruh Proses Heat Treatment Pada Sifat Mekanik Baja SS 304 Untuk Pembuatan Pisau Penggiling Daging”**.

B. Batasan Masalah

Dalam permasalahan di atas penulis akan mencari pengaruh proses heattreatment pada sifat mekanik baja SS 304 untuk pembuatan pisau penggiling daging. Maka penulis akan membatasi ruang lingkup masalah yang ada yaitu :

1. Material yang digunakan adalah besi baja SS 304
2. Proses yang digunakan dalam perlakuan heat treatment *hardening*
3. Pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik baja adalah uji kekerasan, uji tarik dan uji impak
4. Media pendingin yang digunakan berupa air garam
5. Suhu yang digunakan untuk perlakuan Heat Treatment adalah 800°C , 825°C dan 850°C
6. Waktu yang digunakan dalam perlakuan Heat Treatment adalah 30 menit

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah tertera di atas maka penulis merumuskan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh Heat Treatment dengan suhu 800°C , 825°C dan 850°C terhadap uji tarik pada baja SS 304 untuk pembuatan pisau penggiling daging
2. Bagaimana pengaruh Heat Treatment dengan suhu 800°C , 825°C dan 850°C terhadap uji impact pada baja SS 304 untuk pembuatan pisau penggiling daging

3. Bagaimana pengaruh Heat Treatment dengan suhu 800°C , 825°C dan 850°C terhadap uji kekerasan pada baja SS 304 untuk pembuatan pisau penggiling daging

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka terdapat tujuan penelitian pada penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh Heat Treatment dengan suhu 800°C , 825°C dan 850°C terhadap uji kekerasan pada baja SS 304 untuk pembuatan pisau penggiling daging
2. Untuk mengetahui pengaruh Heat Treatment dengan suhu 800°C , 825°C dan 850°C terhadap uji tarik pada baja SS 304 untuk pembuatan pisau penggiling daging
3. Untuk mengetahui pengaruh Heat Treatment dengan suhu 800°C , 825°C dan 850°C terhadap uji impak pada baja SS 304 untuk pembuatan pisau penggiling daging

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan oleh peneliti dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

Memberikan pengetahuan kepada mahasiswa tentang hasil Heat Treatment pada baja SS 304 menggunakan suhu 800°C yang di aplikasikan pada pisau penggiling daging

2. Bagi Industrial

Sebagai referensi untuk perkembangan media heat treatment pada pisau penggiling daging.

3. Bagi Akademik

Bisa dijadikan sebuah rujukan atau gagasan dalam sebuah pengembangan teknologi pengelasan dimasa yang akan mendatang, khususnya yang menggunakan metode heat treatment pada baja SS 304.

F. Sistematika Penulisan

Dalam Menyusun skripsi ini penulis menyusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bagian awal

Bagian awal berisi Sampul Depan (*cover*), Halaman Judul, Lembar Persetujuan, Kata Pengantar, Daftar isi dan Halaman Isi.

2. Bagian isi skripsi terdiri atas:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas konteks, kendala, dan definisi masalah, serta tujuan dan manfaat metodologi penelitian dan penulisan..

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori yang akan digunakan, serta tinjauan pustaka yang mencakup penelitian sebelumnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini mencakup Metode Penelitian, Waktu dan Tempat Penelitian, Metode Pengumpulan Data, Metode Analisis Data,

dan Bagan Alir Penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan temuan dari pembahasan penelitian. Temuan tersebut juga dilihat sebagai tanggapan terhadap pertanyaan yang diajukan dalam pendahuluan. Pembahasannya adalah tentang hasil dan pertanyaan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menawarkan kesimpulan berdasarkan temuan penelitian dan perdebatan, serta gagasan untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Mata Pisau Mesin Penggiling Daging

Daging giling yaitu daging yang dicincang halus dengan penggiling daging atau pisau pemotong. Jenis daging giling yang umum adalah daging sapi giling, tetapi banyak jenis daging lain yang diolah dengan cara yang sama, termasuk daging babi, daging sapi muda, daging domba, daging kambing dan daging unggas (Ratnawati, 2022). Daging giling diproses menggunakan alat penggiling yang digerakan secara manual ataupun secara elektrik yang disebut mesin penggiling daging.

Mesin penggiling daging merupakan mesin yang dapat menghaluskan daging menjadi lebih halus (Napitupulu et al., 2022). Sebelum adanya mesin penggiling daging seperti saat ini, proses menggiling daging ayam sangatlah sulit, namun seiring berkembangnya teknologi, kini sudah banyak mesin penggiling di pasaran yang memudahkan proses penggilingan daging. terdapat beberapa jenis penggiling daging yang tersedia di pasaran, di antaranya penggiling daging manual dan penggiling daging listrik. Penggiling daging manual umumnya lebih terjangkau, portabel, dan mudah digunakan, namun membutuhkan tenaga fisik untuk menggerakkan pisau penggiling. Sementara itu, penggiling daging listrik dirancang untuk digunakan secara komersial dan

memiliki kapasitas yang lebih besar, sehingga bisa menyelesaikan tugas penggilingan dengan lebih cepat dan mudah.

Mesin penggiling daging biasanya terdiri dari pisau penggiling yang berputar dengan kecepatan tinggi untuk menghancurkan dan menggiling daging menjadi partikel yang lebih halus. Dalam industri makanan, penggiling daging sering digunakan untuk membuat sosis, bakso, dan produk olahan daging lainnya (Fathoni, 2023). Berikut ini merupakan gambar mata pisau penggiling daging.



Gambar 2.1 Mata Pisau Penggiling Daging

Gambar 2.1 di atas adalah pisau pemotong yang berfungsi sebagai alat pemotong daging yang terbuat dari baja tahan karat food grade tipe 304 dengan kadar kromium 17% - 25%, nikel 8% - 20%, dan karbon 0,08% (Napitupulu et al., 2022). Demi alat penggiling daging yang baik maka pastikan untuk memilih jenis pisau penggiling yang sesuai dengan jenis daging atau bahan yang akan digiling. Pisau penggiling yang tepat dapat menghasilkan hasil gilingan yang halus dan merata.

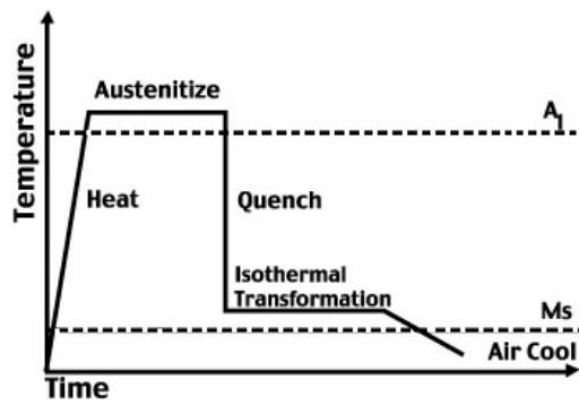
2. Heat Treatment

Heat treatment adalah proses memanaskan material dalam tungku pada suhu tinggi selama jangka waktu tertentu sebelum mendinginkannya dengan media pendingin dengan sifat pendinginan yang bervariasi. Perlakuan panas pada material bertujuan untuk meningkatkan kemampuan material, sehingga meningkatkan kegunaan teknologinya. Perlakuan panas juga dapat memengaruhi kualitas mekanis material seperti kekerasan, kekuatan, keuletan, dan ketangguhan, serta atribut teknologinya seperti kemampuan bentuk, kemampuan las, dan kemampuan mesin (Bryson, 2015).

Menurut Bryson (2015) Proses heat treatment memiliki beberapa tahapan, diantaranya :

a. *Hardening*

Hardening merupakan proses perlakuan panas pada baja hingga temperatur di atas maupun di daerah kritis, kemudian dilakukan pendinginan secara cepat (Rahmadani et al., 2020). Pendinginan menggunakan media air garam memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan media lainnya. Kekerasan baja meningkat setelah mengalami perlakuan panas dan pendinginan cepat (Adawiyah dkk., 2014). Pendinginan cepat dapat mengubah austenit menjadi martensit, yang memiliki karakteristik baja yang sangat rapuh, suatu fenomena pengerasan dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 2. 2 Diagram temperatur terhadap waktu pada proses hardening

(Sumber:<https://zulfikaraliakbar.wordpress.com/2014/05/04/353/>)

b. *Quenching*

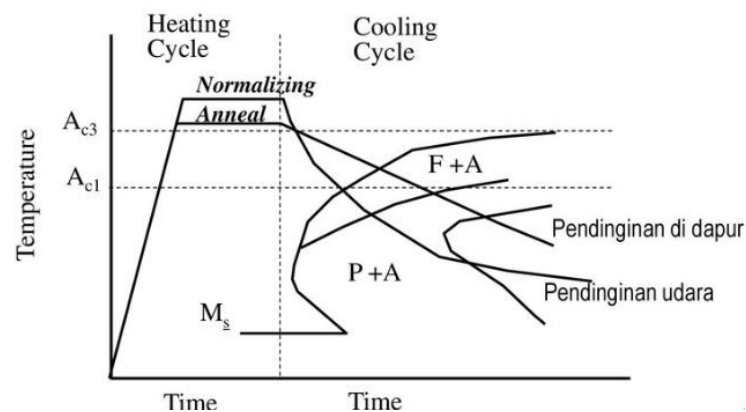
Quenching adalah metode perlakuan panas untuk baja yang melibatkan pencapaian suhu austenit dan kemudian pendinginan cepat. Jika media yang tepat digunakan, proses pendinginan sangat efektif. Media pendinginan sangat dipengaruhi oleh kemampuan pengerasan, ketebalan, bentuk, dan struktur mikro yang diinginkan. Media yang paling umum digunakan adalah cairan dan gas. Air, minyak, dan larutan polimer umumnya digunakan sebagai media cair, sedangkan helium, argon, dan nitrogen sering digunakan sebagai media gas.

c. *Annealing*

Annealing perlakuan panas logam yang mencapai atau di atas suhu transformasi, setelah itu logam didinginkan secara perlahan dengan media pendingin udara untuk mencapai struktur yang diinginkan. Proses annealing bertujuan untuk menurunkan kekerasan logam, menghilangkan tegangan sisa, meningkatkan kualitas butiran logam, dan meningkatkan kemampuan mesin.

d. *Normalizing*

Normalizing merupakan perlakuan termal untuk baja fasa austenit, setelah itu benda uji didinginkan secara bertahap dengan udara. Hasil pendinginan ini meliputi perlit dan ferit dengan fitur kuat dan keras yang mirip dengan aneling, meskipun hasil normalisasi jauh lebih halus daripada aneling. Perbedaan waktu pendinginan antara quenching, aneling, dan normalisasi dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. 3 Perbedaan diagram temperatur terhadap waktu pada proses *quenching*, *annealing*, dan *normalizing*

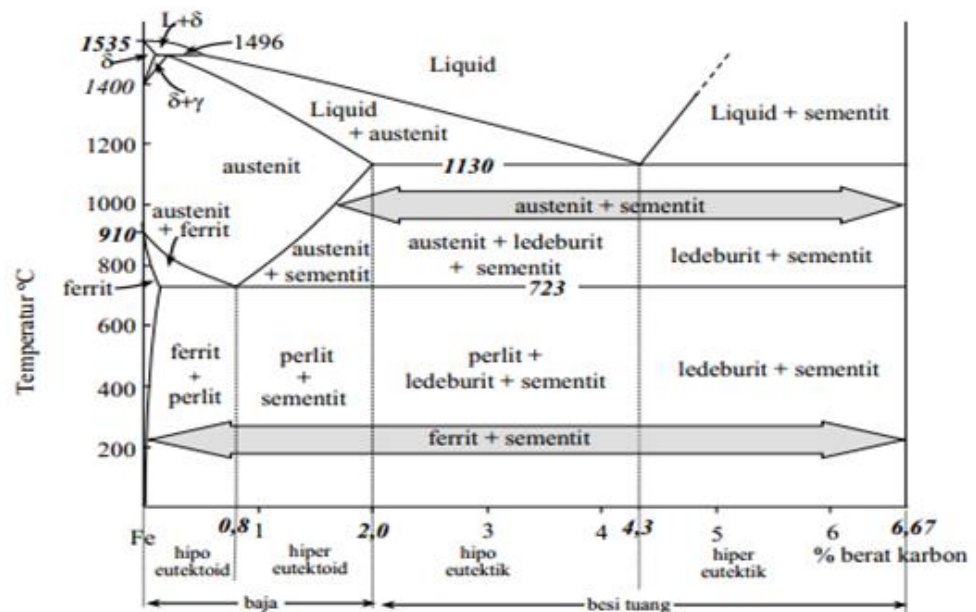
(Sumber : <https://novadany11.wordpress.com/2015/06/04/baja-paduan/>)

3. Baja SS 304

Baja tahan karat tahan terhadap korosi. Baja tahan karat berbeda dari baja konvensional dalam hal konsentrasi kromium. Baja karbon terkorosi saat terkena udara lembap. Oksida besi yang dihasilkan bersifat aktif dan akan mempercepat korosi dengan menyebabkan terbentuknya oksida besi lebih lanjut. Baja tahan karat mengandung jumlah kromium yang cukup untuk menghasilkan lapisan kromium oksida pasif, yang mencegah korosi lebih lanjut (Gunn, 2020). Baja SS 304 merupakan baja tahan karat dengan komposisi kimia sebagai berikut: 0,029% C; 1,648% Mn; 0,05%

P; 0,035% S; 0,39% Si; 16,860% Cr; 9,930% Ni; 2,057% MO; dan sisanya Fe. Baja ini memiliki banyak kualitas fisik, termasuk kekerasan 95 HRB, perpanjangan 40%, kekuatan luluh 170 Mpa, dan kekuatan tarik 485 Mpa (Juanda et al., 2022).

Temperatur hardening lebih tinggi daripada garis A3+ (50-100⁰C) untuk baja hipoeutektoid. Sementara kecepatan pendinginan dan media pendinginan berbeda-beda tergantung pada media pendingin. Untuk mendapatkan kualitas logam yang keras dan getas, pendinginan yang sangat cepat digunakan; untuk fitur yang lunak dan ulet, pendinginan sedang digunakan. Pemanasan hingga temperatur di atas garis A3 diperlukan untuk mencapai struktur pada baja hipoeutektoid yang seluruhnya terdiri dari butiran austenit, sementara pendinginan cepat diperlukan untuk menghasilkan struktur martensit. Pada temperatur berkisar antara 1401 hingga 910 °C, struktur kristal besi berubah menjadi fcc, yang juga dikenal sebagai austenit. Grafik di bawah menunjukkan diagram fase.



Gambar 2. 4 Diagram Fasa

Sumber : (<https://okasatria.blogspot.com/2008/08/mengenal-perlakuan-panas-heat-treatment.html>)

Pada Gambar 2.3 diketahui pada suhu di bawah 910 °C, kristal besi kembali ke bcc sebagai α ferit, seperti yang terlihat pada diagram fase. Sifat magnetik besi akan hilang jika dipanaskan pada suhu di atas 768 derajat Celsius.. Suhu ini biasanya dinamakan *Currie point*.

4. Baja Tahan Karat

Baja merupakan salah satu logam yang paling umum digunakan dalam industri. Ketahanan terhadap korosi pada baja ditentukan oleh komponen paduannya, yang meliputi nikel (Ni), kromium (Cr), dan mangan (Mn). Baja merupakan paduan yang terbuat dari besi, karbon, dan logam lainnya. Baja dapat diproduksi melalui pengecoran, penggulangan, atau penempaan. Baja sering diklasifikasikan dalam berbagai cara karena cakupan aplikasinya yang luas (Mulyadi & Iswanto, 2020:66). Baja

karbon terbagi menjadi tiga jenis, yaitu baja karbon rendah, sedang, dan tinggi (Saputra et al., 2023). Kandungan karbon (C) dalam baja dapat diklasifikasikan sebagai rendah (<0,30%), sedang (<0,30-0,70%), dan tinggi (<0,70-1,40%) (Kirono & Amri, 2020). Tabel di bawah ini menunjukkan klasifikasi baja tahan karat.

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Tahan Karat

Klasifikasi	Komposisi Utama (%)			Sifat mampu keras	Sifat tahan korosi	Sifat mampu las
	Cr	Ni	C			
Baja Tahan Karat Martensit	(11-15)		$\leq 1,20$	Mengeras sendiri	Kurang baik	Tidak baik
Baja Tahan Karat Ferit	(16-27)		$\leq 0,35$	baik	baik	Kurang baik
Baja Tahan Karat Austenite	≤ 16	≤ 7	$\leq 0,25$	baik	Baik sekali	Baik sekali

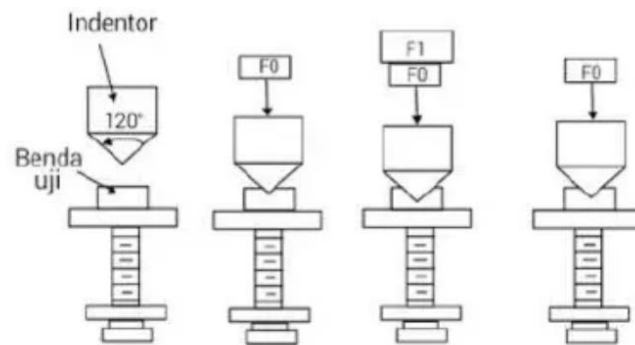
Baja dapat digolongkan sebagai baja paduan rendah, yang mengandung lebih sedikit nikel dan kromium daripada baja tahan karat. Baja tahan karat tahan korosi karena mengandung setidaknya 18% kromium dan 8% nikel. Baja tahan karat dapat diproduksi dengan mengoksidasi feronikel (18-20% Ni, 75-78% Fe) ke dalam lelehan nikel ferokrom sebelum proses pembuatan baja. Feronikel yang ditambahkan disesuaikan dengan konsentrasi nikel ferrochrome nickel. Berdasarkan struktur kristalnya, baja tahan karat diklasifikasikan menjadi lima jenis: baja tahan karat austenitik, baja tahan karat feritik, baja tahan karat martensit, baja tahan karat dupleks, dan baja tahan karat pengerasan presipitasi. Baja tahan karat austenitik memberikan ketahanan korosi,

kemampuan bentuk, dan kemampuan las yang sangat baik sekaligus bersifat non-feromagnetik. Pada suhu rendah, baja tahan karat ini umumnya digunakan dalam aplikasi kriogenik. Baja tahan karat austenitik dengan kromium dan nikel diberi nomor seri 300 dan seri 200 untuk kromium, nikel, dan mangan (Sinaga & Manurung, 2020)..

5. Pengujian Kekerasan

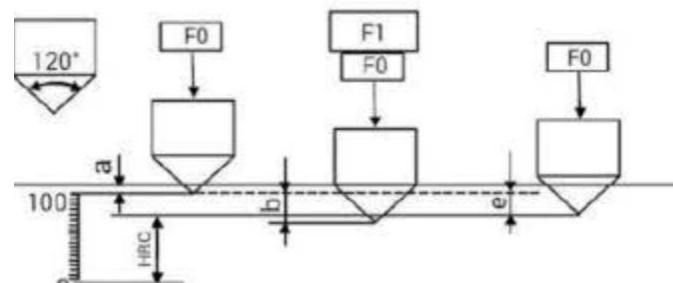
Pengujian adalah prosedur yang digunakan untuk memastikan sesuatu berfungsi dengan baik dan mengidentifikasi cacat apa pun, khususnya pada suatu material (Sulaeman et al., 2018). Kekuatan adalah kemampuan material logam untuk menahan regangan tanpa putus, sedangkan kekerasan adalah kemampuan material logam untuk menahan penetrasi. Dua karakteristik mekanis logam yang disebutkan di atas menggambarkan kapasitas material atau logam untuk menahan beban atau gaya tanpa rusak (Rauf et al., 2018).

Salah satu pengujian material yang dapat merusak material adalah pengujian kekerasan (Kurniawan et al., 2020). Angka kekerasan (piramida berlian Brinell, Rockwell, atau Vickers) ditentukan dengan mengukur diameter jejak yang dihasilkan dari pengujian kekerasan yang menekan bola kecil, atau piramida, ke permukaan logam di bawah beban tertentu. Karena material di sekitar jejak mengalami deformasi plastik selama indentasi, mencapai persentase regangan tertentu, kekerasan dapat dikorelasikan dengan kekuatan luluh atau kekuatan tarik logam.



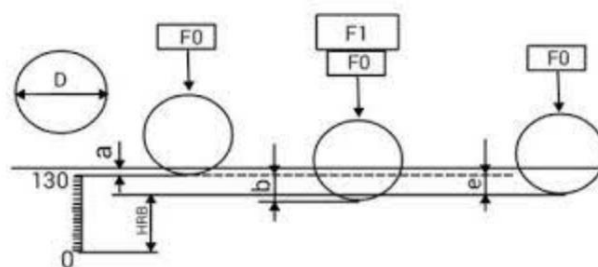
Gambar 2. 5 Skema Pengujian Kekerasan

(Sumber : <https://repository.untag-sby.ac.id/10628/9/lampiran.pdf>)



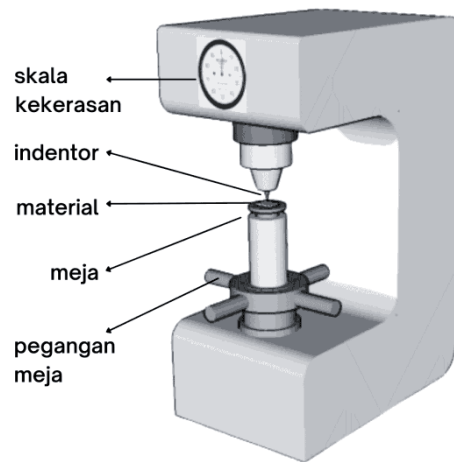
Gambar 2. 6 Skema Pengujian Kekerasan Pengujian Kekerasan Rockwell Dengan Indentor Kerucut Intan

(Sumber : <https://123dok.com/article/uji-kekerasan-rockwell-uji-kekerasan-dasar-teori.qo5xdgmn>)



Gambar 2. 7 Pengujian Kekerasan Rockwell Dengan Indentor Bola

(Sumber : <https://mesin.pnl.ac.id/wp-content/uploads/2023/02/22.-Fakhriza-Pengujian-Kekerasan-Metode-Rockwell-Gnehm-Horgen-Om-150.pdf>)



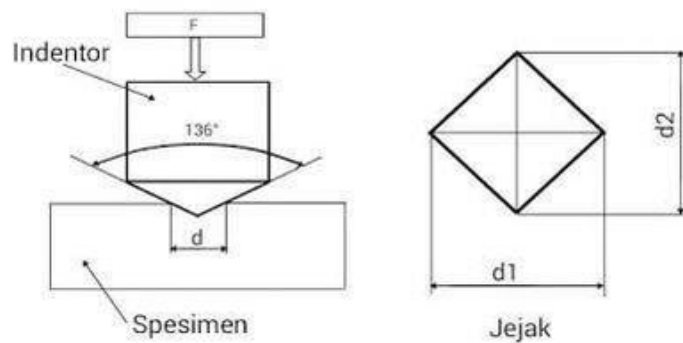
Gambar 2. 8 Mesin Uji Kekerasan Brinell

(Sumber:https://www.yakinmaju.com/en/news/detail/uji_kekerasan_material_menggunakan_hardness_tester)

6. Kekerasan Vickers

Tujuan dari uji metode Vickers adalah untuk mengukur kekerasan suatu material, atau kemampuannya untuk menahan penyok berlian berbentuk geometris berukuran kecil. Uji kekerasan adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur kekerasan. Standar ASTM E92 diterapkan dalam uji kekerasan Vickers (Kurniawan et al., 2020). Menurut Kurniawan et al. (2020), palu berlian yang digunakan dalam uji kekerasan Vickers pada dasarnya berbentuk persegi. Terdapat sudut 136° antara sisi-sisi piramida yang berseberangan. Sudut ini digunakan dalam uji kekerasan Brinell karena berada di sekitar sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter bola tumbukan dan diameter lekukan. Uji ini terkadang disebut sebagai uji kekerasan piramida berlian karena bentuk bola tumbukan yang seperti piramida. Tekanan pada area permukaan lekukan dikenal sebagai angka kekerasan piramida berlian (DPH), terkadang dikenal sebagai angka kekerasan

Vickers (VHN atau VPH). Sebenarnya panjang jejak diagonal ditentukan melalui pengukuran mikroskopis area ini. DPH dapat dipastikan menggunakan rumus berikut.



Gambar 2.9 Uji Vickers

(Sumber : <https://www.sentralibrasiindustri.com/pengertian-hardness-test-metode-pengukuran-kekerasan-material/>)

Rumus :

VHN = Angka kekerasan *Vicker*

$$\text{VHN} = \frac{2.P.\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2}$$

$$= \frac{(1,854). P}{d^2} = \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : VHN = Hardness Vickers Number

P =Beban yang digunakan (KG)

θ =Sudut puncak indenter = 136^0

d =Diagonal (mm)

7. Kekerasan Brinell

Dengan memberikan tekanan pada permukaan material uji (spesimen), bola baja (indikator) digunakan untuk mengukur kekerasan material menggunakan metode pengujian Brinell. Uji kekerasan indentasi

pertama yang umum digunakan dan terstandarisasi adalah yang diajukan oleh J.A. Brinell pada tahun 1900-an. Dengan menggunakan indenter, buatlah indentasi pada permukaan logam untuk menilai kekerasan material (Porawati & Kurniawan, 2020). Diameter bola yang digunakan sebagai indenter untuk Brinell adalah 10 mm, 5 mm, 2,5 mm, dan 1 mm, yang sesuai dengan standar diameter bola di seluruh dunia. Dua bahan digunakan untuk membuat bola Brinell. Beberapa bahan menggunakan karbida tungsten, dan beberapa bahan lainnya menggunakan baja yang telah dikeraskan atau dilapisi kromium. Karena kekerasannya lebih tinggi daripada baja, karbida tungsten biasanya digunakan dalam pengujian yang melibatkan benda keras yang dapat merusak bola baja (Nasution & Nasution, 2020). Rumus perhitungan uji teknik Brinell:

$$BHN = \frac{P}{\left(\frac{\pi D}{2}\right)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots \dots \dots (2.2)$$

8. Kekerasan Rockwell

Indenter berbentuk kerucut berlian atau bola baja yang dikeraskan digunakan untuk pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell. Bergantung pada logam yang diuji, beban atau gaya yang berbeda diperlukan untuk menyelesaikan indentasi (Nasution & Nasution, 2020). Kedalaman indentasi menentukan nilai kekerasan.

Menurut Ardiansyah (2016), skala C dengan indenter baja berbentuk kerucut merupakan skala yang tepat untuk digunakan pada pengujian ini. Pengujian metode Rockwell C dilakukan dengan memberikan beban awal (F_0) sebesar 10 kg pada permukaan benda kerja yang akan diuji dan

menekan indenter berbentuk kerucut dengan sudut puncak 120°. Selanjutnya ujung indenter ditusukkan sedikit ke benda uji, dan pengukuran diatur pada posisi nol untuk menghilangkan benturan alas uji dan kelonggaran alat uji. Terakhir, diberikan beban pada jarum penunjuk yang menunjukkan kedalaman penetrasi (t_0) alat ukur menunjukkan proses ini sebagai kenaikan kedalaman penetrasi pada t_1 setelah penambahan F_1 sebesar 140 kg, sehingga total beban menjadi 150 kg. Kedalaman penetrasi, t_b , adalah kedalaman yang ditetapkan dengan nilai 0,002 mm dan durasi penekanan 5-8 detik, saat beban turun dari F ke F_0 (Ardiansyah, 2016).

Jarak 0,2 mm pada skala *rockwell* dibagi menjadi 100 bagian yang sama besar atau masing-masing 0,002 mm. Menurut Ardiansyah (2016), skala rockwell ditetapkan sebagai berikut: HRA, HRC, HRD = 100-e, dan HRF 130-e. Simbol e menunjukkan kedalaman penetrasi yang dinyatakan dalam satuan 0,002 mm. Petunjuk angka kekerasan dapat digunakan untuk menentukan kedalaman penetrasi. Misalnya, jika angka kekerasannya 60 HRC, maka kedalaman penetrasi (t_b) = $(100-60) \times 0,002 = 0,08$ mm, dan jika angka kekerasannya HRF, maka kedalaman penetrasi (t_b) = $(130-60) \times 0,002 = 0,14$ mm (Ardiansyah, 2016). Dengan demikian, teknik ini hanya menentukan tingkat kekerasan rockwell yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{HRC} = 100 - t_b / 0,002 \text{ untuk rockwell A, C, dan D} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$HRB = 130 - t_b / 0,002 \text{ untuk rockwell selain A, C, dan D}$$

.....(2.4)

Untuk kerasan baja yang mengalami kekerasan, rockwell C direkomendasikan untuk koreksi kerasan. Spesifikasi Alat Uji Kekerasan Rockwell HR-150A (Ardiansyah, 2016).

9. Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah teknik yang menerapkan gaya uniaxial pada material untuk menguji kekuatannya. Ide di balik pengujian ini adalah mengukur pertambahan panjang saat benda uji dikenakan beban gaya tarik uniaxial yang terus meningkat di kedua ujung spesimen tarik hingga putus. Informasi yang dikumpulkan disajikan sebagai grafik tegangan-regangan saat perubahan beban dan panjang diukur (Tambunan et al., 2019). Langkah-langkah Pengujian Tarik :

- a. Mengukur benda uji dengan ukuran standar
- b. Mengukur panjang awal (L_0) atau panjang *gage length* dan luas penampang irisan benda uji.
- c. Mengukur benda uji pada pegangan (*grip*) atas dan pegangan bawah pada mesin uji tarik .
- d. Nyalakan mesin uji tarik dan lakukan pembebanan tarik sampai benda uji putus .
- e. Mencatat beban luluh dan beban putus yang terdapat pada skala.
- f. Melepaskan benda uji pada pegangan atas dan bawah, kemudian satukan keduanya seperti semula.

g. Mengukur panjang regangan yang terjadi

Gaya tertinggi dibagi dengan luas penampang awal benda uji menghasilkan kekuatan tarik maksimum, yang juga dikenal sebagai kekuatan tarik. Ini adalah rumus untuk tegangan tarik (Tambunan et al., 2019):

$$\sigma = \frac{p \text{ maks}}{A_o} \dots\dots\dots(2.5)$$

Di mana : σ = tegangan tarik maksimum (N/mm²)

$P \text{ maks}$ = beban maksimum (N)

A_o = luas penampang awal (mm²)

Regangan teknik pada fraktur merupakan metrik yang umum digunakan untuk mengukur ketangguhan sebagaimana ditentukan oleh pengujian tarik. Rasio perbedaan antara panjang setelah fraktur dan panjang awal, dibagi dengan panjang awal, menunjukkan jumlah regangan. Perhitungan untuk besaran regangan adalah

$$\varepsilon = \frac{L_f - L_o}{L_o} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana : ε = Regangan (%)

L_f = Panjang sesudah putus (mm)

L_o = Panjang mula-mula (mm)

Kekuatan tarik pada logam yang ulet harus dikaitkan dengan beban maksimum, yang dapat ditahan logam terhadap beban uniaxial untuk kondisi yang sangat terbatas. Tegangan tarik adalah nilai yang paling sering ditulis sebagai hasil uji tarik, tetapi pada kenyataannya nilai ini kurang mendasar dalam kaitannya dengan kekuatan material. Akan

ditunjukkan bahwa nilai ini, yang berkaitan dengan kekuatan logam, tidak terlalu berguna untuk tegangan yang lebih rumit—yaitu, tegangan yang sering dialami.

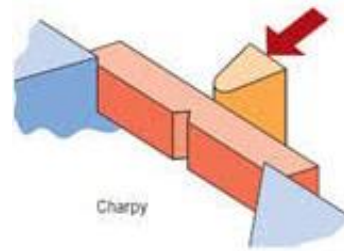
10. Pengujian Impak

Pembebanan cepat merupakan salah satu pengujian yang digunakan dalam pengujian impak. Terdapat variasi jenis beban yang diberikan pada material selama pengujian mekanis. Beban statis digunakan dalam pengujian tarik, tekan, dan torsi. Sedangkan pada pengujian impak, beban dinamis digunakan (Nuhgraha et al., 2020). Energi kinetik beban yang menumbuk spesimen diserap secara besar-besaran selama pembebanan cepat, yang juga dikenal sebagai pembebanan impak. Menurut Wahyu dan Irwan (2020), proses penyerapan energi ini akan menghasilkan berbagai respons material, meliputi gesekan, efek inersia, deformasi plastis, dan efek isterisis.

Menurut Lumintang & Rauf (2021) secara umum metode pengujian impak terdiri dari dua jenis yaitu :

1. Metode *Charpy*

Spesimen uji diposisikan secara horizontal pada penyangga dalam uji impak, dengan arah pembebanan berlawanan dengan arah takik. Secara umum, metode uji impak Charpy merupakan teknik yang umum digunakan di Amerika Serikat. Grafik berikut mengilustrasikan pendekatan Charpy.

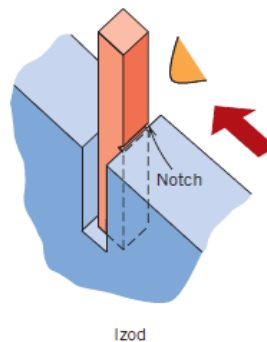


Gambar 2.10 Metode Charpy

(Sumber : https://repositori.uma.ac.id/bitstream/123456789/119/5/11.813.0011_file5.pdf)

2. Metode Izod

Spesimen uji dengan memposisikan pada tumpuan dan menyelaraskan lokasi dan arah beban dengan arah takik, uji impak dilakukan. Sementara pendekatan Izod lebih banyak digunakan di Eropa, metode Charpy lebih umum di Amerika.



Gambar 2.11 Metode Izod

(Sumber : https://repositori.uma.ac.id/bitstream/123456789/119/5/11.813.0011_file5.pdf)

Spesimen uji diposisikan secara horizontal dan dipegang pada kedua ujungnya oleh penahan dengan metode Charpy. Bandul kemudian ditarik ke posisi yang sesuai. Selanjutnya, bandul dilepaskan dan menghantam tepat di belakang takik atau sejajar dengannya. Rumus tersebut dapat digunakan untuk menentukan energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan spesimen setelah bandul dinaikkan ke ketinggian h_1 . Pada

titik ini, bandul dilepaskan dan berayun bebas, menghantam spesimen hingga patah. Bandul kemudian berayun ke ketinggian h_2 .

$$E = P (h_1 - h_2) \dots\dots\dots (2.7)$$

Tanpa memperhatikan kehilangan energi. Energi yang dipakai untuk mematahkan test piece dapat dihitung dengan penurunan rumus sebagai berikut:

$$\Delta E = E_0 - E_1 = W (h_1 - h_2) = W.L (Cos\beta - Cos\alpha)$$

$$\Delta E = W . L (Cos\beta - Cos\alpha) \dots\dots\dots (2.8)$$

Untuk mendapatkan nilai kekuatan impak HI (Joule) adalah dengan membagi energi dengan luas penampang benda kerja dibagian yang patah (mm^2)

$$HI = \frac{W.L (Cos\beta - Cos\alpha)}{A} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

ΔE = Energi (Joule)

W = Berat dari pendulum (kg)

α = Sudut awal ($^{\circ}$)

β = Sudut akhir ($^{\circ}$)

A = Luas penampang test piece bagian yang tertakik (mm^2)

HI = Kekuatan Impak (kg/mm^2)

B. Tinjauan Pustaka

1. (Diniardi & Iswahyudi, 2018) Dalam penelitiannya, karakteristik mekanis dan struktur mikro besi cor grafit bulat akan diperiksa sehubungan dengan pengaruh perlakuan temper pendinginan, normalisasi, dan anil. Besi cor

nodular FCD 60 yang dipesan dari bisnis pengecoran adalah material yang digunakan. Uji kekuatan tarik dan kekerasan dilakukan dalam penelitian ini selain pengamatan metalografi. Dalam struktur mikro, logam temper pendinginan mengandung fase austenit dan martensit; logam normalisasi mengandung fase halus, sementit, dan ferit; dan logam anil mengandung fase kasar, perlit, dan ferit. 501,1 HB (temper pendinginan), 297,2 HB (normalisasi), dan 229,1 HB (anil) adalah nilai kekerasan rata-rata. Kekuatan tarik, di sisi lain, adalah 380 N/mm² (annealing), 474 N/mm² (normalisasi), dan 933 N/mm² (temperatur pendinginan). Jika dibandingkan dengan contoh lain, spesimen yang diperlakukan dengan temper pendinginan menunjukkan kekuatan tarik dan kekerasan yang lebih unggul; namun, karena sifatnya yang getas, tegangan luluh tidak dapat diukur.

2. (Dani et al., 2020) pada penelitiannya yang bertujuan Untuk menguji kualitas kekerasan baja tahan karat 304, gunakan Uji Dampak, yang mengukur ketangguhan material terhadap benturan atau beban kejut. Perubahan fase pada struktur material dapat diketahui melalui Uji Mikrostruktur menggunakan sampel baja tahan karat (Stainless Steel 304) yang dipanaskan dengan media Perlakuan Panas pada suhu 900°C dengan waktu penahanan 15 menit (Holding Time), kemudian didinginkan dengan cepat (Quenching) dengan media pendingin air. Hasil pengerasan dan tempering adalah pemeriksaan kekerasan menggunakan alat uji Rockwell, ketangguhan diukur dengan uji impak, dan analisis fasa

dilakukan dengan Uji Mikrostruktur. Hasil Uji Kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan spesimen menurun dari 92 HRC menjadi 82,6 HRC setelah pengerasan/perlakuan panas dan tempering. Menurut hasil studi Uji Impak, ketangguhan spesimen meningkat dari 120,29 Joule menjadi 121,96 Joule setelah pengerasan/perlakuan panas dan tempering. Hasil uji mikrostruktur menunjukkan bahwa mikrostruktur setelah pengerasan mengandung fasa ferit dan martensit. Dengan demikian, keberadaan fasa martensit dapat menyebabkan material mengeras.

3. (Fachrudin et al., 2020) menggunakan skala kekerasan Vickers, uji ketahanan aus dengan beban 10 kg selama 30 menit, dan identifikasi metalografi untuk mengetahui struktur fasa yang terbentuk pada sampel dalam penelitiannya, yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan membandingkan hasil yang diperoleh dari berbagai perlakuan panas pada sampel tersebut. Dari penelitian ini ditemukan bahwa tempering pada suhu 400oC dan pengerasan pada suhu 1000oC memberikan hasil terbaik untuk peningkatan kualitas mekanis, termasuk kekerasan dan ketahanan gesekan. Dalam keadaan ini, fase berbentuk bola kecil dari ferit acicular, perlite, dan karbida dihasilkan. Karena struktur fase ini, kualitas mekanis sampel lebih tahan lama dan tidak mudah rusak akibat gesekan.
4. (Setiawan et al., 2020) Dalam penelitiannya, ia berusaha memahami bagaimana perlakuan panas memengaruhi ketahanan korosi intergranular dan karakteristik mekanis material SA240 TP316L. Ada tiga jenis variasi perlakuan panas: non-perlakuan (NT), perlakuan pendinginan (QC), dan

perlakuan larutan (ST). Pengujian tarik digunakan untuk mengevaluasi sifat mekanis, sedangkan polarisasi linier dengan larutan H₂SO₄ 0,1 M digunakan untuk menguji ketahanan korosi. Menggunakan SEM-EDX, bentuk dan komposisi logam di area HAZ diperiksa. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan spesimen, pengelasan dengan perlakuan larutan memiliki nilai kekuatan luluh, kekuatan ultimit, dan perpanjangan terendah, yaitu 407,55 MPa, 599,33 MPa, dan 44,53%. Dibandingkan dengan spesimen dengan perlakuan pendinginan (QC) dan tanpa perlakuan (NT), pengelasan dengan perlakuan larutan menunjukkan laju korosi terendah, menurut hasil uji korosi. Untuk spesimen ST, QC, dan NT, laju korosi masing-masing adalah 0,90, 1,03, dan 2,35 mmpy. Hasil menunjukkan bahwa ketahanan korosi intergranular dapat ditingkatkan dengan prosedur perlakuan larutan.

5. (Priyotomo et al., 2021) Dalam penelitiannya, ia menggunakan perlakuan panas untuk memvariasikan suhu operasi guna memeriksa sifat mekanis logam baja tahan karat seri J4. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pemanasan logam memiliki dampak substansial pada karakteristik tarik dan kekerasan paduan baja tahan karat dari kelas J4. Secara umum, saat suhu naik, ketangguhan dan perpanjangan meningkat sementara nilai kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan kekerasan menurun. Hal ini dimungkinkan dengan menaikkan suhu pemanasan dan mengubah α' -martensit menjadi fase austenit. Akan tetapi, pada kisaran suhu pemanasan 700⁰C, terjadi penurunan lokal pada nilai ketangguhan,

kekuatan luluh, dan perpanjangan, yang menunjukkan bahwa paduan baja tahan karat J4 telah mengalami sensitisasi. Selanjutnya, kerentanan terhadap retak korosi tegangan pada baja tahan karat akan dikaitkan dengan proses sensitisasi.

6. (Atmoko et al., 2021) Penelitiannya mencakup pengukuran mikrokekerasan dan uji mikrostruktur dengan tujuan untuk memeriksa dampak proses perlakuan panas besi cor. Temuan tersebut menunjukkan bagaimana variasi dalam prosedur perlakuan panas dapat memengaruhi karakteristik struktural dan mekanis. Misalnya, pemanasan besi cor dapat mengakibatkan penurunan kekerasan karena fase ferit menjadi semakin dominan dalam matriks. Proses pendinginan akan menghasilkan peningkatan kekerasan yang signifikan sebesar 104%, sehingga material tersebut dapat diterima untuk digunakan pada komponen seperti rel pemandu dan roda gigi yang perlu memiliki karakteristik getas..
7. (Bedmar et al., 2022) Penelitiannya berupaya untuk memastikan bagaimana suhu di mana lapisan produk korosi terbentuk dipengaruhi oleh perlakuan panas, dan kinerja korosi baja tahan karat 316 L yang diproduksi oleh LPBF dalam studi ini memungkinkan pemilihan teknik yang efektif untuk meminimalkan cacat dan meningkatkan sifat mekanis tanpa memperburuk perilaku korosi. Menurut temuan studinya, perlakuan panas pada suhu 400°C dan 650°C meningkatkan ukuran butiran, sedangkan perlakuan pada suhu 1100°C mengakibatkan pembentukan inklusi MnCr₂O₄. Metode pasca-pemrosesan ini juga meningkatkan

porositas dan mengurangi kekerasan. Pada sampel yang dibentuk secara aditif, perlakuan panas pada suhu 400 derajat Celsius mempertahankan proses korosi pitting dan meningkatkan ketahanan terhadap polarisasi. Suhu yang tinggi selama perlakuan panas menyebabkan penurunan ketahanan terhadap polarisasi sekaligus mengubah mekanisme ketahanan terhadap korosi.

8. (Rusnoto et al., 2022) Penelitiannya melakukan percobaan dengan perubahan suhu pemanasan awal, atau pemanasan awal, pada pelat logam baja SS400 untuk memastikan dampak variasi suhu pemanasan pada sifat mekanis pengelasan baja SS400. Temuan penelitian, khususnya dalam uji tekukan dan kekerasan, menunjukkan bagaimana prosedur pemanasan awal memengaruhi pengelasan pelat logam baja SS400. Secara khusus, prosedur pemanasan awal meningkatkan nilai kekerasan tertinggi, yaitu 8,41 HB pada suhu 1100C, dan kekuatan tekuk, yaitu 18,62 N/mm², pada suhu 1100C, dibandingkan dengan tidak menggunakannya sebelum pengelasan.
9. (Kholis & Purwanto, 2022) Untuk memastikan bagaimana fluktuasi suhu tempering memengaruhi struktur mikro dan kekerasan baja tahan karat sebagai material untuk peralatan medis, ia melakukan penelitian. Pertama, metode perlakuan panas diterapkan pada material baja tahan karat, memanaskannya hingga 1025 derajat Celsius dan menahannya di sana selama 25 menit sebelum mendinginkannya. Setelah perlakuan panas, tempering dilakukan pada tiga rentang suhu yang berbeda: 20⁰, 40⁰, dan

60⁰ derajat Celsius. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan material dapat ditingkatkan dengan prosedur perlakuan panas. Setelah perlakuan panas, nilai kekerasan bahan baku meningkat menjadi 50 HRC dari 22 HRC. Pada variasi suhu tempering 200⁰C, nilai kekerasan parameter tempering memiliki nilai 47 HRC, dan pada variasi suhu 600⁰C, parameter tempering dengan nilai terendah adalah 43 HRC.

10. (Afiana et al., 2022) Dalam penelitiannya, yang berupaya untuk memastikan bagaimana komponen kunci utama (pendek) dari material paduan baja karbon sedang dipengaruhi oleh proses perlakuan panas pendinginan dan tempering. Tanpa mengubah jenis material yang digunakan pada bagian kunci utama (pendek), penelitian ini secara langsung memperpanjang umur komponen tersebut. Sebelum perlakuan panas, material tersebut memiliki nilai kekerasan sebesar 5,88 HRC. Karena fase martensit terdapat dalam struktur mikro, nilai kekerasan ditingkatkan dengan prosedur pendinginan 870⁰ C dan penggunaan media minyak. Nilai kekerasan akan tetap stabil pada 49,28 HRC karena fase martensit tetap stabil pada suhu 160⁰C, suhu tempering.
11. (Putra & Pohan, 2023) Dalam penelitiannya, ia berupaya untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas dan variasi kecepatan putaran pada pengelasan gesek baja AISI 1045/S45C terhadap uji tarik mikrostruktur dan kekerasan. Berdasarkan hasil penelitian, spesimen dengan perlakuan suhu 800oC memiliki nilai kekerasan yang lebih keras pada daerah sambungan las, yaitu sebesar 233,2 HV dibandingkan spesimen tanpa

perlakuan panas, yaitu sebesar 197,3 HV. Pada bagian HAZ, spesimen tanpa perlakuan panas memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi, yaitu sebesar 273,3 HV dibandingkan spesimen dengan perlakuan panas, yaitu sebesar 199,6 HV. Pada daerah las, spesimen tanpa perlakuan panas memiliki struktur mikro fraktur getas dengan fraktur tidak disertai penambahan panjang dan nilai tegangan luluh sebesar 307,8 Mpa dengan tegangan maksimum sebesar 334,4 Mpa. Hal ini mengakibatkan adanya selisih nilai kekerasan yang cukup signifikan pada daerah spesimen tersebut, yang berdampak pada nilai kuat tarik dan sifat spesimen. Nilai tegangan luluh sebesar 268,4 Mpa dan nilai tegangan maksimum sebesar 272,6 Mpa ditemukan pada spesimen perlakuan panas, yang mengalami fraktur pada penampang HAZ dengan struktur fraktur ulet dan penambahan panjang sebelum fraktur.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian eksperimen di laboratorium. Dengan menghilangkan, mengurangi, dan mengesampingkan aspek-aspek lain dari hasil penelitian, eksperimen merupakan sarana bagi peneliti untuk menentukan hubungan kausalitas antara dua faktor yang sengaja diciptakannya (Arikunto, 2006).

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja tahan karat (SS304) yang akan mengalami perlakuan panas menggunakan proses pengerasan. Selain itu, dilakukan pengujian impak, kekuatan tarik, dan kekerasan Brinell.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Jadwal penelitian merupakan rencana yang menguraikan langkah-langkah proses penelitian mulai dari persiapan hingga penyelesaian. Jadwal penelitian ini berfungsi sebagai batas waktu untuk mencapai target waktu penyelesaian penelitian.

Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian

No	Tahap Kegiatan	Bulan Ke					
		1	2	3	4	5	6
1.	Persiapan						
	a. Studi Literatur	■					
	b. Penyusunan Proposal						
	c. Persiapan alat dan bahan		■	■			

	Pelaksanaan						
	a. Seminar Proposal						
	b. Perancangan Alat						
	c. Pengujian Alat						
	d. Pengumpulan Data dan Pengolahan Data						
	e. Laporan Skripsi						
	f. Ujian Skripsi						

Tempat Penelitian ini di dua tempat yaitu

1. Proses pengujian kekerasan, pengujian tarik, pengujian impak.

Tempat: Lab. LIK Tegal

2. Pembuatan spesimen

Tempat: PT. Putra Bungsu, Tegal

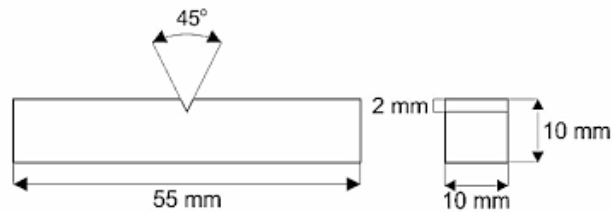
C. Instrumen Penelitian dan Desain Pengujian

1. Bahan dan Alat

- a. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja SS 304
- b. Jangka sorong digunakan untuk mengukur specimen.
- c. Spidol
- d. Sarung tangan, Masker, Pelindung wajah
- e. Mesin uji kekerasan Brinell
- f. Mesin uji tarik
- g. Mesin uji impak

2. Desain Spesimen Uji

- a. Spesimen Uji Impak



Gambar 3.1 Dimensi Spesimen Uji Impak
 Sumber: (Ahmad Saefudin, Abdul Qolik, Solichin)

Keterangan:

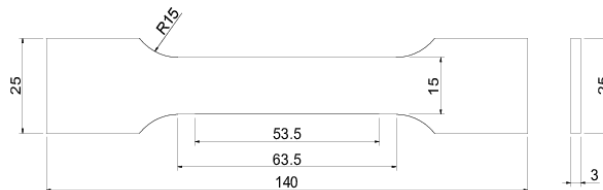
Panjang = 55 mm

Lebar = 12 mm

Tebal = 10 mm

Untuk menghitung kekuatan tarik digunakan persamaan (2.11)

b. Spesimen uji tarik menggunakan ukuran standart ASTM E8-09



Gambar 3.2 Dimensi Spesimen Uji Tarik
 Sumber: (<https://www.researchgate.net/figure/Gambar-2-Spesimen>)

Keterangan:

1. Panjang = 55 mm

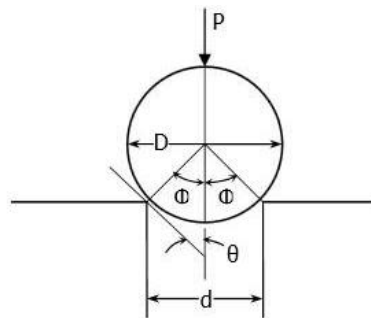
2. Lebar = 10 mm

3. Tebal = 5 mm

Untuk menghitung kekuatan tarik digunakan persamaan (2.6)

c. Spesimen Uji Kekerasan Brinell

Spesimen uji kekerasan vickers menggunakan ukuran standart ASTM
 E92



Gambar 3.3 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan Brinell

Sumber: ([https:// https://hesa.co.id/brinell-test/](https://hesa.co.id/brinell-test/))

Panjang = 15 mm

Lebar= 30 mm

Tebal = 5 mm

Untuk menghitung kekerasan Brinell digunakan persamaan (2.2)

D. Teknik Pengambilan Sampel

Baja tahan karat austenitik, atau SS 304, adalah sampel nonmagnetik yang digunakan. Standar Pengujian dan Material Standar Amerika digunakan untuk ukuran dan bentuk sampel. Dua belas sampel dengan informasi berikut akan digunakan:

- a. Pada pengujian Impak
 - 1) Tidak diberi perlakuan heat treatment 3 sampel
 - 2) Variasi temperatur Heat Treatment 800⁰C sebanyak 3 sampel
 - 3) Variasi temperatur Heat Treatment 825⁰C sebanyak 3 sampel
 - 4) Variasi temperatur Heat Treatment 850⁰C sebanyak 3 sampel
- b. Pada pengujian tarik
 - 1) Tidak diberi perlakuan heat treatment 3 sampel

- 2) Variasi temperatur Heat Treatment 800°C sebanyak 3 sampel
 - 3) Variasi temperatur Heat Treatment 825°C sebanyak 3 sampel
 - 4) Variasi temperatur Heat Treatment 850°C sebanyak 3 sampel
- c. Pada pengujian kekerasan
- 1) Tidak diberi perlakuan heat treatment 3 sampel
 - 2) Variasi temperatur Heat Treatment 800°C sebanyak 3 sampel
 - 3) Variasi temperatur Heat Treatment 825°C sebanyak 3 sampel
 - 4) Variasi temperatur Heat Treatment 850°C sebanyak 3 sampel

E. Pengambilan Data Penelitian

1. Proses Pemotongan Baja SS 304

Prosedur pertama yang dilakukan pada baja SS 304 yang diperoleh adalah menggunakan mesin gergaji besi untuk memotong material sesuai ketebalan dan bentuk yang sesuai.

2. Proses *Hardening*

Pada proses *hardening* ini dilakukan dengan menggunakan 3 variasi temperatur suhu dan total 36 sampel baja SS 304 dengan proses yaitu:

- a) Variasi temperatur suhu 800°C sebanyak 3 sampel
- b) Variasi temperatur suhu 825°C sebanyak 3 sampel
- c) Variasi temperatur suhu 850°C sebanyak 3 sampel
- d) Variasi temperatur suhu 800°C sebanyak 3 sampel
- e) Variasi temperatur suhu 825°C sebanyak 3 sampel
- f) Variasi temperatur suhu 850°C sebanyak 3 sampel
- g) Variasi temperatur suhu 800°C sebanyak 3 sampel

h) Variasi temperatur suhu 825°C sebanyak 3 sampel

i) Variasi temperatur suhu 850°C sebanyak 3 sampel

3. Proses *Quenching*

Setelah dilakukan *hardening* dilakukan proses *quenching* yaitu sampel yang telah dilakukan pemberian panas langsung diberikan pendinginan menggunakan media *quenching* larutan air garam.

4. Uji Impak

Langkah-langkah pengujian impak yaitu memastikan jarum penunjuk pada posisi NOL pada saat godam menggantung bebas, meletakkan bahan uji diatas penopang, dan pastikan godam tepat memukul bagian tengah takikan, Menaikkan godam secara perlahan lahan hingga jarum penunjuk sudut menunjukkan sudut awal, Dalam hal ini godam terkunci otomatis, Kemudian tekan tombol pembebas kunci, Sehingga godam akan mengayun kebawah dan akan mematahkan benda uji, Setelah benda uji patah, Barulah melakukan pengamatan dan membuat data tertulis.

5. Uji Tarik

Pengujian tarik melibatkan beberapa langkah, dan spesimen uji yang digunakan adalah baja karbon rendah. Ukur panjang dan diameter spesimen uji. Siapkan mesin uji tarik untuk digunakan. Letakkan spesimen uji pada klem. Dengan menggunakan peralatan uji tarik, catat diameter spesimen uji untuk setiap penambahan panjang. Catat tegangan yang menyebabkan spesimen uji mengecil diameternya (necking). Catat beban maksimum yang diterapkan pada spesimen uji yang menyebabkannya putus. Keluarkan

spesimen dari mesin uji tarik. Ukur panjang spesimen uji setelah pengujian tarik. Untuk menentukan diameter spesimen uji pada bagian (necking), Simpan catatan data.

6. Uji Kekerasan Brinell

Langkah-langkah untuk uji kekerasan Brinell adalah sebagai berikut :

- a) Siapkan alat uji kekerasan Brinell pada Alat Uji Kekerasan Universal:
 - 1) Siapkan bandul beban 250 kg (2452 N).
 - 2) Masukkan penyok bola baja berdiameter 5 mm.
 - 3) Letakkan benda kerja pada landasan d. Pegangan diposisikan ke atas.
- b) Tekan benda kerja pada penekan dengan memutar cakram searah jarum jam hingga jarum besar pada skala berputar $2\frac{1}{2}$ kali dan jarum kecil menunjuk ke angka.
- c) Jika terasa berat, jangan dipaksakan, sebaliknya balikkan dan ulangi.
- d) Lepaskan pegangan ke depan secara perlahan. Jangan paksa pegangan ke bawah; sebaliknya, biarkan turun dengan sendirinya. Jarum besar pada timbangan akan bergerak saat pegangan diturunkan. Tunggu hingga jarum besar timbangan berhenti dengan sendirinya.
- e) Tunggu 30 detik setelah jarum berhenti, lalu geser pegangan perlahan ke atas hingga maksimum.
- f) Lepaskan benda kerja dengan memutar cakram berlawanan arah jarum jam.
- g) Gunakan kaca pembesar bertingkat untuk mengukur panjang diameter lekukan

- h) Lakukan pemeriksaan hingga tiga kali di lokasi yang berbeda.
- i) Gunakan persamaan untuk menghitung kekerasan setiap titik.
- j) Mencatat data yang ada

F. Variabel Penelitian / Fenomena yang diamati

Dalam sebuah penelitian, kualitas atau sifat yang diukur, diubah, atau diamati disebut sebagai variabel penelitian. Akhirnya, ditentukan bahwa variabel independen dan dependen adalah dua kategori variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang, jika tidak ada batasan tertentu, dapat memiliki nilai apa pun. Input atau variabel yang dapat diubah dalam eksperimen atau model disebut variabel bebas karena tidak terpengaruh oleh faktor lain. Perlakuan panas merupakan variabel bebas dalam penelitian.

2. Variabel terikat

Uji kekerasan Vickers, uji tarik, dan uji impak merupakan variabel terikat dalam percobaan ini, yang bertujuan untuk mengidentifikasi nilai komposisi material, nilai kekerasan, nilai ketahanan uji tarik dan impak, serta dari prosedur perlakuan panas pada baja SS 304.

G. Metode Pengumpulan Data

Memperoleh data atau fakta untuk membantu dalam studi atau analisis merupakan salah satu langkah dalam beberapa teknik pengumpulan data. Teknik-teknik umum yang digunakan dalam pengumpulan data ini meliputi::

1. Eksperimen

Dalam penyelidikan ilmiah, prosedur eksperimental sering digunakan. Menguji hubungan kausal antara variabel independen—yang dimanipulasi—dan variabel dependen—yang diukur—adalah tujuan penelitian eksperimental. Baja SS 304 adalah material yang digunakan dalam penyelidikan ini. dimana baja SS 304 didinginkan dengan menggunakan air garam sebagai media pendingin setelah diberi perlakuan panas pada suhu 800°C , 825°C , dan 850°C . Selain itu, prosedur pengujian impact, keausan, dan kekerasan Brinell

H. Analisis Data

Setelah semua data terkumpul, data tersebut harus dianalisis. Untuk melakukan ini, data hasil pengujian harus dimasukkan ke dalam rumus perhitungan yang sudah ada. Ini menghasilkan data kuantitatif, atau data dalam bentuk angka yang menjelaskan atau menggambarkan bagaimana data objek dengan perlakuan panas pada suhu 800°C , 825°C , dan 850°C dibandingkan dengan data lainnya. Lembar analisis data studi ini terlihat seperti ini:

Lembar analisa data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Lembar Pengujian Kekerasan Brinell

Variabel	Pengujian	Kekerasan 1 (HB)	Kekerasan 2 (HB)	Kekerasan 3 (HB)	HB Rata-rata
Tidak Diberikan Heat Treatment	1				
	2				
	3				
Rata-rata					
Heat Treatment 800°C	1				
	2				
	3				
Rata-rata					
Heat Treatment 825°C	1				
	2				
	3				
Rata-rata					
Heat Treatment 850°C	1				
	2				
	3				
Rata-rata					

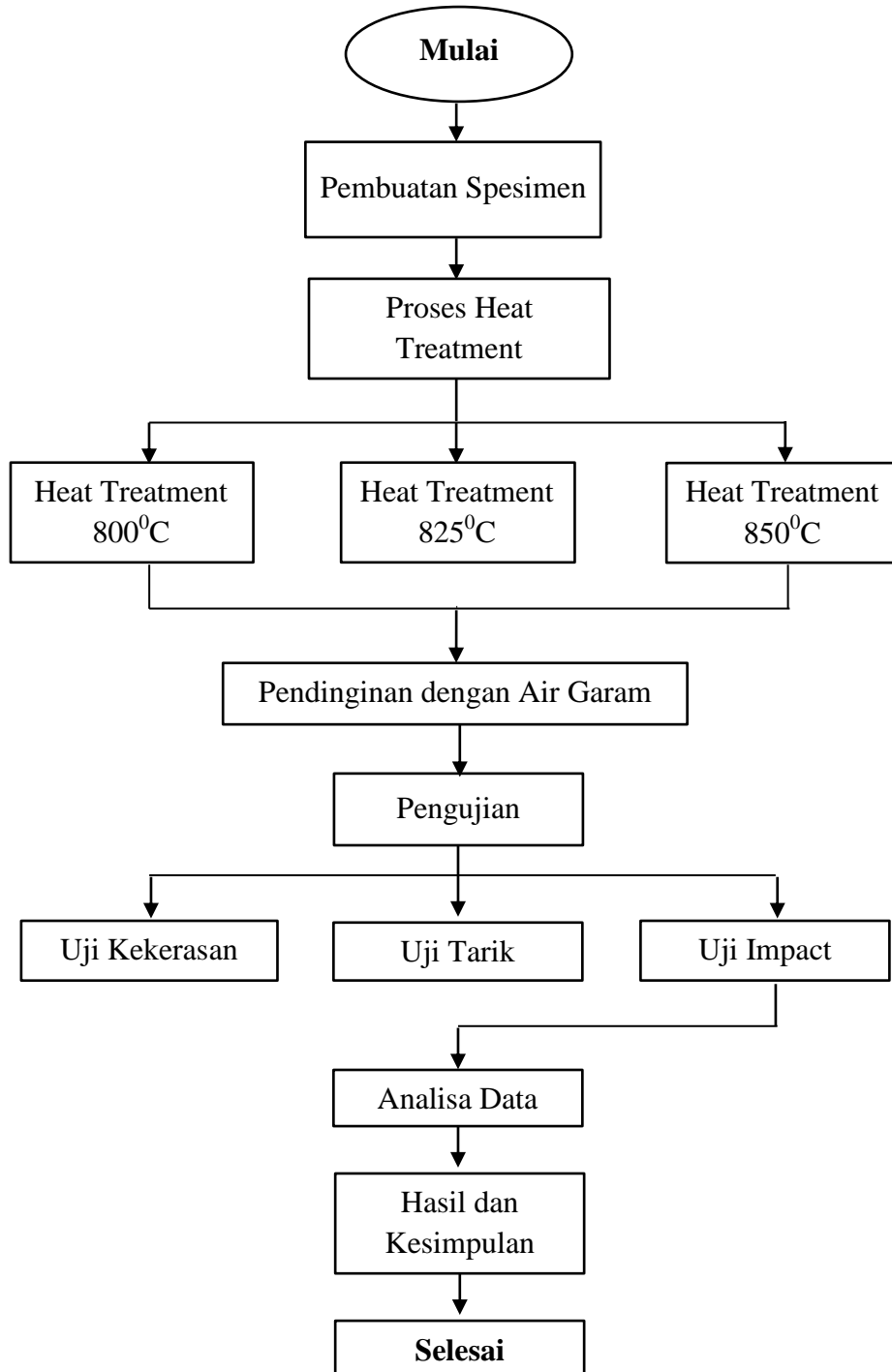
Tabel 3.3 Lembar Pengujian Tarik

Variabel	Pengujian	Pengujian Tarik						
		Lebar (mm)	Tebal (mm)	A (mm ²)	Fmax (N)	ΔL (mm)	Kuat Tarik (N/mm ²)	Regangan (%)
Tidak Diberikan Heat Treatment	1							
	2							
	3							
Rata-rata								
Heat Treatment 800°C	1							
	2							
	3							
Rata-rata								
Heat Treatment 825°C	1							
	2							
	3							
Rata-rata								
Heat Treatment 850°C	1							
	2							
	3							
Rata-rata								

Tabel 3.4 Lembar Pengujian Impact

Variabel	Pengujian	G (Kg)	α ($^{\circ}$)	β ($^{\circ}$)	R (m)	U (Joule)	A (mm 2)	HI (Joule/m 2)
Tidak Diberikan Heat Treatment	1							
	2							
	3							
Rata-rata								
Heat Treatment 800 $^{\circ}$ C	1							
	2							
	3							
Rata-rata								
Heat Treatment 825 $^{\circ}$ C	1							
	2							
	3							
Rata-rata								
Heat Treatment 850 $^{\circ}$ C	1							
	2							
	3							
Rata-rata								

I. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alur Penelitian