

Analisis Pengaruh Variasi Temperatur pada Baja ST 60 Terhadap Sifat Mekanik dengan Metode Jominy Test

Astia Ariani^{*1}, Muhammad Balfas², Akhiruddin Pasdah³

¹ Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

^{2,3} Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia.

* Penulis Korespondensi.

J-MOVE
JURNAL TEKNIK MESIN



Riwayat Artikel

Diterima: Juli 2026

Selesai Revisi: Juli 2026

Disetujui: Juli 2026

Tersedia daring: Juli 2026

Alamat E-mail

¹ astiaariani@gmail.com

² muhammadbalfas@umi.ac.id

³ akhiruddinpasdah828@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi temperatur pemanasan terhadap kemampuan pengerasan (*hardenability*), kekerasan, dan struktur mikro baja ST 60 menggunakan metode *Jominy End-Quench Test*. Spesimen baja ST 60 dipanaskan pada temperatur 700°C, 800°C, dan 900°C selama 30 menit, kemudian didinginkan cepat pada salah satu ujung menggunakan media air dan diuji kekerasannya dengan metode *Rockwell C* (HRC) serta diamati struktur mikronya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan temperatur pemanasan meningkatkan nilai kekerasan dan kedalaman pengerasan baja ST 60. Temperatur 900°C menghasilkan kekerasan tertinggi sebesar 63 HRC pada titik terdekat ujung pendinginan dengan rata-rata 56,9 HRC, yang dipengaruhi oleh dominasi pembentukan fasa martensit. Sebaliknya, nilai kekerasan menurun seiring bertambahnya jarak dari ujung pendinginan akibat terbentuknya fasa ferit dan perlit. Dengan demikian, temperatur pemanasan 900°C merupakan kondisi optimum untuk meningkatkan sifat mekanik baja ST 60.

Kata Kunci: Baja ST 60, variasi temperatur, *hardenability*, Jominy Test, kekerasan HRC, struktur mikro.

Abstract

This study aims to analyze the effect of heating temperature variations on the hardenability, hardness, and microstructure of ST 60 steel using the Jominy End-Quench Test method. ST 60 steel specimens were heated at temperatures of 700°C, 800°C, and 900°C for 30 minutes, followed by rapid cooling at one end using water as the quenching medium. The specimens were then subjected to Rockwell C (HRC) hardness testing and microstructural examination. The results indicate that increasing the heating temperature enhances both the hardness and the hardenability depth of ST 60 steel. The specimen heated to 900°C exhibited the highest hardness value of 63 HRC at the point closest to the quenched end, with an average hardness of 56.9 HRC, which was attributed to the dominant formation of the martensitic phase. In contrast, the hardness gradually decreased with increasing distance from the quenched end due to the formation of ferrite and pearlite phases. Therefore, a heating temperature of 900°C was determined to be the optimum condition for improving the mechanical properties of ST 60 steel.

Keywords: ST 60 steel, temperature variation, *hardenability*, Jominy Test, Rockwell C hardness (HRC), microstructure.

1. PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu material logam yang memiliki peranan penting dalam berbagai sektor industri, seperti konstruksi, otomotif, manufaktur, permesinan, dan alat berat, karena memiliki kombinasi sifat mekanik yang baik, antara lain kekuatan tarik yang tinggi, keuletan yang memadai, serta kemampuan untuk ditingkatkan melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*). Salah satu jenis baja yang banyak digunakan adalah baja ST 60 yang termasuk dalam kelompok baja karbon menengah dan diaplikasikan pada komponen struktur maupun komponen mesin yang memerlukan kekuatan serta ketahanan terhadap keausan. Dalam penggunaannya, baja ST 60 sering mengalami pembebanan berulang dan gesekan

sehingga diperlukan peningkatan sifat mekanik, khususnya kekerasan, agar mampu mempertahankan performa dan umur pakai komponen. Salah satu metode yang umum digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik tersebut adalah perlakuan panas melalui proses pemanasan hingga temperatur austenitisasi, dilanjutkan dengan pendinginan pada laju tertentu sehingga diperoleh struktur mikro dan sifat mekanik yang diinginkan (Yadi dkk., 2017; Farhan dkk., 2021).

Keberhasilan proses perlakuan panas sangat dipengaruhi oleh parameter pemanasan, terutama temperatur austenitisasi, karena setiap temperatur menghasilkan transformasi struktur mikro yang berbeda sehingga berpengaruh terhadap nilai kekerasan dan kemampuan pengerasan (*hardenability*) baja. Untuk mengevaluasi kemampuan pengerasan tersebut digunakan

metode *Jominy End-Quench Test*, yaitu pengujian dengan memanaskan spesimen hingga mencapai temperatur austenitisasi kemudian mendinginkan salah satu ujung spesimen menggunakan semburan air sesuai standar. Perbedaan laju pendinginan yang terjadi sepanjang spesimen menyebabkan terbentuknya variasi struktur mikro dan distribusi nilai kekerasan pada setiap titik pengujian. Oleh karena itu, metode Jominy Test banyak digunakan untuk menentukan kemampuan pengerasan suatu baja sekaligus memberikan informasi mengenai hubungan antara proses perlakuan panas dan perubahan sifat mekanik material (Yusuf dkk., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur pemanasan sebesar 700°C, 800°C, dan 900°C terhadap kemampuan pengerasan baja ST 60 menggunakan metode Jominy Test. Analisis dilakukan berdasarkan hasil pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro setelah proses perlakuan panas dengan waktu penahanan (*holding time*) selama 30 menit serta media pendingin air sesuai standar pengujian. Hasil penelitian diharapkan dapat menjelaskan hubungan antara temperatur pemanasan, distribusi kekerasan, dan perubahan struktur mikro yang terjadi pada baja ST 60 sehingga dapat menentukan temperatur perlakuan panas yang paling efektif dalam meningkatkan sifat mekanik material. Informasi tersebut diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan proses perlakuan panas pada industri manufaktur dan permesinan serta menjadi acuan bagi penelitian lanjutan di bidang material dan metalurgi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Baja Karbon

Baja adalah paduan logam yang tersusun terutama dari besi (Fe) dan karbon (C), dengan kandungan karbon umumnya kurang dari 2,0%, serta dapat mengandung unsur paduan lain untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Baja memiliki kekuatan, kekerasan, keuletan, dan ketangguhan yang baik sehingga banyak digunakan pada bidang konstruksi, otomotif, permesinan, dan manufaktur. Sifat mekanik tersebut dapat ditingkatkan melalui proses perlakuan panas (Pamuji dkk., 2023).

Berdasarkan komposisinya, baja dibedakan menjadi baja karbon dan baja paduan. Baja karbon diklasifikasikan menjadi baja karbon rendah, sedang, dan tinggi sesuai kadar karbonnya. Baja karbon rendah, dengan kandungan karbon hingga 0,30%, banyak digunakan sebagai material konstruksi karena mudah dibentuk, dikerjakan dengan mesin, serta memiliki keuletan yang tinggi akibat dominasi struktur ferit dan sedikit perlit (Syaiyullah dkk., 2018).

a) Klasifikasi Baja

Berdasarkan kandungan karbonnya, baja dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

- **Baja Karbon Rendah (Low Carbon Steel)**
Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30%, sehingga bersifat lunak, ulet, mudah dibentuk, dan mudah dilas. Sifat mekaniknya dapat ditingkatkan melalui perlakuan panas seperti *hardening* (Setiawan dkk., 2022).

- **Baja Karbon Menengah (Medium Carbon Steel)**
Baja karbon menengah mengandung karbon sekitar 0,30–0,60% dan memiliki keseimbangan antara kekuatan dan keuletan. Baja ini banyak digunakan pada komponen mesin karena responsnya yang baik terhadap perlakuan panas, yang menghasilkan perubahan struktur mikro dan peningkatan kekerasan (Andrijono dkk., 2015).

- **Baja Karbon Tinggi (High Carbon Steel)**
Baja karbon tinggi mengandung karbon sekitar 0,60–1,00%, memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi, namun keuletannya rendah. Baja ini umum digunakan sebagai material perkakas dan alat potong karena mampu membentuk struktur martensit setelah proses *hardening*.

b) Struktur Mikro Baja

Fasa utama yang terdapat pada baja karbon meliputi:

- **Austenit**

Austenit merupakan fasa besi-karbon berstruktur FCC yang terbentuk pada temperatur tinggi. Fasa ini memiliki keuletan dan ketangguhan yang baik serta menjadi dasar pembentukan ferit, perlit, dan martensit selama proses pendinginan (Hendriawan dkk., 2025).

- **Ferit**

Ferit merupakan fasa berstruktur BCC dengan kelarutan karbon sangat rendah. Ferit memiliki sifat lunak, ulet, dan mudah dibentuk sehingga berkontribusi terhadap keuletan baja.

- **Perlit**

Perlit merupakan campuran eutektod antara ferit dan sementit yang terbentuk pada suhu sekitar 723°C. Struktur lamelarnya memberikan kombinasi kekuatan dan keuletan yang baik pada baja.

- **Bainit**

Bainit terbentuk dari transformasi austenit pada temperatur sekitar 250–550°C. Struktur ini terdiri atas ferit dan sementit non-lamellar serta memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan perlit.

- **Martensit**

Martensit terbentuk akibat pendinginan cepat (*quenching*) dari fasa austenit. Struktur ini berbentuk seperti jarum dan memiliki kekerasan tertinggi di antara struktur mikro baja, namun bersifat lebih getas.

- **Sementit**

Sementit (Fe_3C) merupakan senyawa karbida besi yang sangat keras. Keberadaannya meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus baja, tetapi mengurangi keuletan material (Asisi, 2024).

2.2. Baja Karbon ST 60

Baja ST 60 merupakan baja karbon menengah yang termasuk dalam kelompok baja struktural dan banyak digunakan pada bidang teknik mesin, konstruksi, serta manufaktur. Penamaan ST 60 menunjukkan baja struktural dengan kekuatan tarik minimum sekitar 60 kg/mm² atau 600 MPa. Baja ini memiliki kandungan karbon sekitar 0,40–0,55%, sehingga memiliki kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan baja karbon rendah, namun masih mempertahankan keuletan yang cukup. Selain karbon, baja ST 60 mengandung unsur paduan seperti mangan (Mn), silikon (Si), fosfor (P), dan

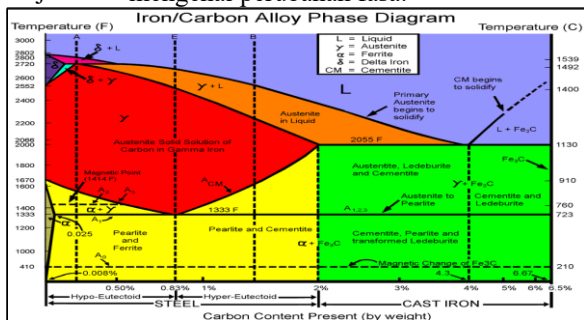
belerang (S) yang berpengaruh terhadap sifat mekanik dan kemampuan pengerasannya.

Pada kondisi awal, struktur mikro baja ST 60 didominasi oleh ferit dan perlit. Struktur tersebut dapat berubah melalui proses perlakuan panas, khususnya pemanasan hingga temperatur austenitisasi yang diikuti proses pendinginan. Pendinginan cepat (*quenching*) menghasilkan struktur martensit atau bainit yang mampu meningkatkan kekerasan dan kemampuan pengerasan (*hardenability*), sedangkan pendinginan yang lebih lambat menghasilkan struktur yang lebih ulet dengan kekerasan lebih rendah.

Kombinasi kekuatan tarik, kekerasan, ketangguhan, dan kemampuan permesinan yang baik menjadikan baja ST 60 banyak digunakan sebagai material poros, roda gigi, baut berkekuatan tinggi, kopling, komponen alat berat, dan berbagai komponen konstruksi. Baja ini juga memiliki ketahanan aus dan umur lelah yang baik sehingga sesuai untuk komponen yang bekerja pada beban statis maupun dinamis. Namun, karena kandungan karbonnya relatif tinggi, proses pengelasan umumnya memerlukan preheating dan post weld heat treatment untuk mengurangi risiko retak.

2.3. Diagram Fasa

Diagram fasa Fe-Fe₃C merupakan diagram yang menjelaskan mengenai perubahan fasa.



Gambar 1. Diagram Fasa Fe-Fe₃C

Berdasarkan diagram fasa Fe-Fe₃C, pada kadar karbon 6,67% terbentuk struktur sementit (Fe₃C) yang memiliki sifat sangat keras dan getas. Pada kadar karbon sangat rendah dan suhu kamar terbentuk struktur ferit, sedangkan pada kadar karbon 0,83% terbentuk struktur perlit yang dikenal sebagai titik eutektoid. Baja dengan kadar karbon di bawah 0,83% memiliki struktur campuran ferit dan perlit, sedangkan pada kadar karbon di atas 0,83% hingga 6,67% terbentuk campuran perlit dan sementit. Selama proses pendinginan, baja berkadar karbon rendah mengalami transformasi dari ferit δ menjadi austenit, sementara pada baja berkadar karbon lebih tinggi logam cair berubah langsung menjadi austenit dengan suhu leleh yang semakin rendah seiring meningkatnya kadar karbon. (Periyanto dkk., 2016)

2.4. Uji Kekerasan

Uji kekerasan merupakan pengujian untuk mengetahui ketahanan material terhadap deformasi plastis akibat penetrasi indenter. Nilai kekerasan ditentukan berdasarkan beban yang diberikan dan luas atau kedalaman jejak indentasi pada permukaan material (Wahyudi dkk., 2021).

Metode uji kekerasan yang umum digunakan meliputi Rockwell, Brinell, dan Vickers. Metode Rockwell mengukur kedalaman penetrasi indenter dan banyak digunakan karena cepat, akurat, serta dapat membaca nilai kekerasan secara langsung (Setiawan, dkk., 2022). Metode Brinell menggunakan indenter berbentuk bola untuk mengukur diameter jejak tekan sehingga sesuai untuk material berstruktur kasar. Sementara itu, metode Vickers menggunakan indenter piramida intan dan memiliki tingkat akurasi tinggi sehingga dapat diterapkan pada berbagai jenis material.

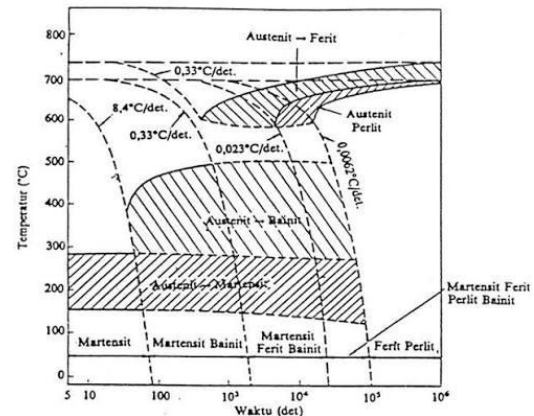
2.5. Struktur Mikro

Struktur mikro merupakan susunan fasa dan butir pada material yang hanya dapat diamati menggunakan mikroskop melalui pengujian metalografi. Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui hubungan antara struktur, cacat material, dan sifat mekanik yang dihasilkan (Bhakti dkk., 2013).

Pada baja, struktur mikro yang umum dijumpai adalah ferit dan perlit. Ferit memiliki sifat lunak, ulet, dan mudah dibentuk, sedangkan perlit merupakan campuran ferit dan sementit yang memberikan kekuatan dan kekerasan lebih tinggi.

2.6. Laju pendinginan

Laju pendinginan (*cooling rate*) merupakan kecepatan penurunan temperatur material selama proses perlakuan panas dan berperan penting dalam menentukan transformasi fasa serta struktur mikro baja. Setelah austenitisasi, austenit dapat berubah menjadi ferit, perlit, bainit, atau martensit bergantung pada laju pendinginan yang terjadi (Nugroho dkk., 2019).



Gambar 2. Diagram CCT untuk Baja (Nugroho dkk., 2019).

Berdasarkan diagram *Continuous Cooling Transformation* (CCT), pendinginan cepat menghasilkan struktur martensit dengan kekerasan dan kekuatan tinggi, namun lebih getas. Pendinginan sedang membentuk bainit yang memiliki kombinasi kekuatan dan ketangguhan yang baik, sedangkan pendinginan lambat menghasilkan struktur ferit-perlit yang lebih lunak dan ulet. Pada pengujian Jominy, variasi laju pendinginan sepanjang spesimen menyebabkan terbentuknya struktur mikro dan distribusi kekerasan yang berbeda.

2.7. Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan proses pemanasan dan pendinginan baja untuk mengubah

struktur mikro sehingga diperoleh sifat mekanik yang diinginkan. Proses ini meliputi normalizing, hardening, annealing, quenching, austempering, tempering, dan austenitisasi, yang masing-masing bertujuan untuk meningkatkan kekuatan, kekerasan, ketangguhan, keuletan, serta memperbaiki struktur butir sesuai kebutuhan aplikasi (Sunarno, 2021).

2.8. Alat Jominy Test (*Jominy End-Quench Test*)

Jominy End-Quench Test merupakan metode standar untuk mengukur kemampuan pengerasan (*hardenability*) baja melalui pendinginan pada salah satu ujung spesimen silinder. Pengujian menggunakan alat yang terdiri atas dudukan spesimen, nosel penyemprot air, pengatur debit dan tekanan air, serta saluran pembuangan. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan gradien laju pendinginan sehingga distribusi kekerasan sepanjang spesimen dapat dianalisis (Yadi dkk., 2017).

Pada proses pengujian, spesimen terlebih dahulu dipanaskan hingga temperatur austenitisasi, kemudian dipasang secara vertikal pada alat *Jominy Test*. Selanjutnya, salah satu ujung spesimen didinginkan menggunakan semprotan air sesuai standar pengujian. Ujung yang terkena semprotan mengalami pendinginan paling cepat sehingga membentuk struktur martensit dengan kekerasan tertinggi, sedangkan bagian yang lebih jauh mengalami pendinginan lebih lambat sehingga fraksi perlit dalam baja, semakin tinggi pula kekuatan dan kekerasannya (Rasyid dkk., 2019). terbentuk bainit atau ferit-perlit dengan nilai kekerasan yang semakin rendah. Distribusi kekerasan tersebut digunakan untuk menentukan nilai *hardenability* baja (Yusuf dkk., 2021).



Gambar 3. Alat Jominy Test (Yadi dkk., 2017)

2.9. Hubungan Variasi Temperatur terhadap Sifat Mekanik pada Uji *Jominy*

Variasi temperatur pemanasan merupakan parameter penting dalam perlakuan panas karena memengaruhi pembentukan austenit sebelum proses *quenching*. Pada baja ST 60, pemanasan hingga melewati temperatur kritis (A_{c1} dan A_{c3}) memungkinkan terbentuknya austenit secara sempurna, sedangkan temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan butir austenit yang berlebihan sehingga menurunkan ketangguhan material (Andrijono dkk., 2015)

Pada pengujian *Jominy End-Quench Test*, spesimen yang telah diaustenitisasi didinginkan pada salah satu ujungnya sehingga menghasilkan variasi laju pendinginan

dan distribusi struktur mikro sepanjang spesimen. Pendinginan cepat membentuk martensit dengan kekerasan tinggi, sedangkan pendinginan yang lebih lambat menghasilkan bainit atau ferit-perlit dengan kekerasan lebih rendah (Yusuf dkk., 2021).

Variasi temperatur pemanasan 700°C, 800°C, dan 900°C memengaruhi distribusi kekerasan dan struktur mikro baja ST 60. Semakin tinggi temperatur austenitisasi hingga kondisi optimum, semakin besar peluang terbentuknya martensit sehingga nilai kekerasan, kekuatan, dan *hardenability* meningkat. Dengan demikian, temperatur pemanasan memiliki hubungan langsung terhadap sifat mekanik baja yang diperoleh dari hasil uji Jominy (Andrijono, 2015).

3. METODOLOGI

3.1. Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mesin bubut, oven Nabertherm, alat *Jominy End-Quench Test*, mesin uji kekerasan Rockwell, mikroskop metalografi, serta peralatan pendukung lainnya. Adapun bahan yang digunakan terdiri atas baja karbon ST 60 sebagai material uji, amplas untuk persiapan permukaan spesimen, dan larutan etsa untuk proses pengamatan struktur mikro.

3.2. Prosedur Pengujian

a) Persiapan Spesimen

- Siapkan material baja yang akan diuji yaitu Baja ST 60 dalam bentuk silinder dengan dimensi standar Jominy: diameter 25,5 mm dan panjang 100 mm.
- Pastikan permukaan spesimen rata dan bebas dari kotoran atau oksidasi.
- Tandai ujung spesimen yang akan menjadi titik awal pendinginan oleh air.



Gambar 4. Spesimen uji

b) Pemanasan Spesimen

- Masukkan spesimen ke dalam tungku pemanas.
- Kemudian panaskan spesimen hingga suhu austenitisasi yang diinginkan sesuai variasi yang akan diuji yaitu 700 °C, 800 °C, dan 900 °C.
- Pertahankan suhu tersebut selama 30 menit agar seluruh bagian spesimen mencapai kesetimbangan termal.
- Kemudian keluarkan dari tungku pemanas lalu pindahkan spesimen ke alat *jominy test*.

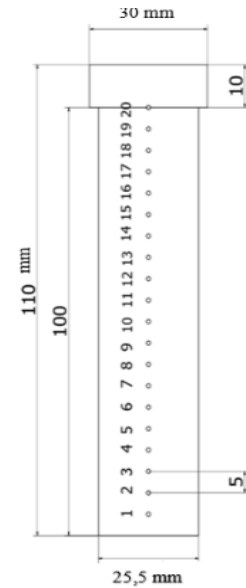
c) Pendinginan Jominy

- Pasang spesimen secara vertikal di dudukan alat Jominy, sehingga satu ujung spesimen berada tepat di bawah semprotan air.
- Nyalakan semprotan air dengan bukaan katub 45

- °C.
- Semprotkan air selama 15 menit hanya pada ujung spesimen yang telah ditandai, sementara bagian lainnya tetap panas.
 - Lanjutkan pendinginan hingga spesimen mencapai suhu kamar.
- d) Pengukuran Kekerasan
- Setelah spesimen mendingin, ukur kekerasan sepanjang poros spesimen mulai dari ujung yang terkena air hingga bagian jauh dari ujung tersebut.
 - Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode Rockwell sesuai standar pengujian Jominy.
 - Catat nilai kekerasan pada jarak tertentu (setiap 5 mm) dari ujung quench.
- e) Pengamatan Struktur Mikro
- Spesimen baja ST 60 yang telah melalui proses *Jominy Test* dipotong melintang pada beberapa jarak
 - Potongan spesimen, lalu diberi kode sesuai dengan variasi temperatur pemanasan (700 °C, 800 °C, 900 °C)
 - Haluskan permukaan spesimen secara bertahap menggunakan kertas amplas dari kasar ke halus hingga permukaan rata dan goresan berkurang.
 - Poles spesimen menggunakan kain beludru dan pasta alumina/diamond paste sampai permukaan mengkilap seperti cermin.
 - Tetesi permukaan spesimen dengan larutan etsa untuk menonjolkan batas butir dan fasa struktur mikro.
 - Amati struktur mikro menggunakan mikroskop pada perbesaran 40x dan dokumentasikan hasilnya.
- f) Analisis Data
- Buat kurva kekerasan terhadap jarak dari ujung spesimen yang terkena air.
 - Bandingkan hasil untuk variasi temperatur pemanasan yang berbeda untuk melihat pengaruhnya terhadap sifat mekanik.
 - Identifikasi fasa yang terbentuk (ferrit, perlit, bainit, martensit) dan lakukan analisis sesuai tujuan penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

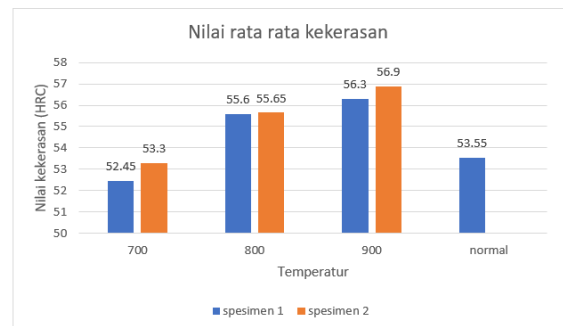
4.1. Penyajian Hasil Kekerasan



Gambar 5 titik penekanan

Tabel 1. Hasil Rata-Rata Uji Kekerasan

No	Temperatur	Nilai Kekerasan (HRC)	
		Spesimen 1	Spesimen 2
1.	700 °C	52,45	53,3
2.	800 °C	55,6	55,65
3.	900 °C	56,3	56,9
4.	Normal	53,55	-



Gambar 6. Grafik data hasil rata-rata uji kekerasan

Berdasarkan diagram batang nilai rata-rata kekerasan, variasi temperatur perlakuan panas memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan baja ST 60. Baja kondisi normal memiliki nilai kekerasan rata-rata sebesar 53,55 HRC. Setelah perlakuan panas pada 700°C, nilai kekerasan menjadi 52,45 HRC pada spesimen 1 dan 53,30 HRC pada spesimen 2. Nilai ini masih mendekati kondisi awal karena temperatur 700°C belum menghasilkan proses austenitisasi yang sempurna sehingga pembentukan martensit selama pendinginan masih terbatas.

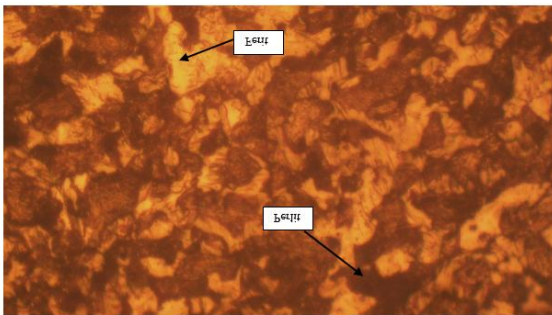
Pada temperatur 800°C, nilai kekerasan meningkat menjadi 55,60 HRC pada spesimen 1 dan 55,65 HRC pada spesimen 2. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses austenitisasi berlangsung lebih optimal sehingga terbentuk martensit dalam jumlah lebih banyak.

Kekerasan tertinggi diperoleh pada temperatur 900°C, yaitu 56,30 HRC pada spesimen 1 dan 56,90 HRC pada spesimen 2. Kondisi ini menunjukkan bahwa temperatur tersebut mampu menghasilkan transformasi austenit menjadi martensit secara lebih sempurna sehingga meningkatkan kemampuan pengerasan (*hardenability*) baja ST 60.

Perbedaan nilai kekerasan antara kedua spesimen pada setiap variasi temperatur relatif kecil dan dipengaruhi oleh homogenitas material, distribusi karbon, serta variasi kecil selama proses pemanasan dan pendinginan. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan hingga 900°C, semakin tinggi pula nilai kekerasan yang dihasilkan. Oleh karena itu, temperatur 900°C merupakan kondisi yang paling optimal untuk meningkatkan kekerasan baja ST 60, meskipun dalam penerapannya perlu mempertimbangkan sifat mekanik lain seperti ketangguhan dan keuletan.

4.2. Penyajian Hasil Struktur mikro

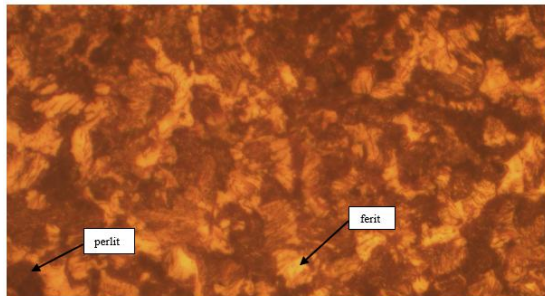
a) Struktur Mikro Baja ST 60 Kondisi Normal



Gambar 6. Hasil pengamatan struktur mikro baja ST 60

Pada kondisi normal menunjukkan adanya dua fasa utama, yaitu ferit dan perlit. Ferit tampak sebagai daerah berwarna terang, sedangkan perlit terlihat lebih gelap dan tersebar merata. Dominasi kedua fasa tersebut menunjukkan bahwa material masih berada pada kondisi awal tanpa perlakuan panas, sehingga memiliki keseimbangan antara kekuatan, kekerasan, dan keuletan.

b) Struktur Mikro Baja ST 60 Temperatur 700°C

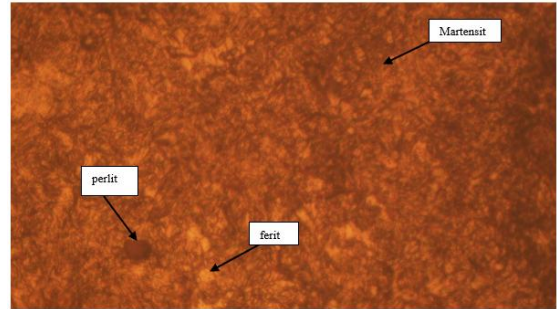


Gambar 7. Struktur mikro baja ST 60 Pada temperatur 700°C

Struktur mikro masih didominasi oleh ferit dan perlit. Temperatur ini belum menghasilkan proses austenitisasi yang sempurna sehingga pembentukan martensit selama pendinginan masih sangat terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan nilai kekerasan hanya

mengalami sedikit perubahan dibandingkan kondisi normal.

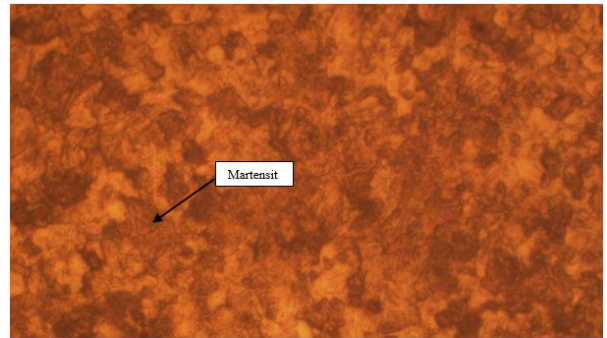
c) Struktur Mikro Baja ST 60 Temperatur 800°C



Gambar 8. Pengamatan pada temperatur 800°C

Menunjukkan peningkatan jumlah martensit, sedangkan fasa ferit dan perlit mulai berkurang. Hal ini menandakan bahwa proses austenitisasi berlangsung lebih optimal sehingga selama pendinginan terbentuk martensit dalam jumlah lebih besar. Perubahan struktur mikro tersebut sejalan dengan meningkatnya nilai kekerasan hasil pengujian.

d) Struktur Mikro Baja ST 60 Temperatur 900°C



Gambar 9. Struktur mikro Pada temperatur 900°C

Struktur mikro didominasi oleh martensit yang tersebar hampir merata, sementara fasa ferit dan perlit hampir tidak terlihat. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses austenitisasi berlangsung secara sempurna sebelum pendinginan, sehingga menghasilkan transformasi martensit yang maksimal. Dominasi martensit menyebabkan spesimen memiliki nilai kekerasan tertinggi dibandingkan variasi temperatur lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan temperatur pemanasan berpengaruh langsung terhadap perubahan struktur mikro dan peningkatan kekerasan baja ST 60.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Variasi temperatur pemanasan berpengaruh terhadap kemampuan pengerasan (*hardenability*) dan nilai kekerasan baja ST 60. Semakin tinggi temperatur maka, semakin tinggi nilai kekerasan yang diperoleh. Nilai kekerasan rata-rata pada kondisi normal sebesar 53,55 HRC, pada temperatur 700°C berkisar 52,45–53,3 HRC, pada 800°C meningkat menjadi 55,6–55,65 HRC, dan mencapai nilai tertinggi pada 900°C yaitu 56,3–56,9

HRC. Hasil Jominy Test menunjukkan bahwa temperatur 900°C menghasilkan hardenability terbaik karena proses austenitisasi lebih sempurna sehingga pembentukan martensit selama pendinginan berlangsung lebih optimal.

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa temperatur pemanasan memengaruhi perubahan fasa pada baja ST 60. Pada kondisi normal dan temperatur 700°C, struktur mikro masih didominasi ferit dan perlit. Pada temperatur 800°C mulai terbentuk martensit dalam jumlah lebih banyak sehingga kekerasan meningkat. Pada temperatur 900°C, struktur mikro didominasi martensit yang tersebar lebih merata, menghasilkan nilai kekerasan tertinggi. Dengan demikian, peningkatan temperatur pemanasan menyebabkan pembentukan martensit semakin besar sehingga kemampuan pengerasan (hardenability) dan kekerasan baja ST 60 meningkat.

5.2. Saran

- Penelitian selanjutnya menggunakan variasi temperatur pemanasan dan media pendingin yang lebih beragam untuk memperoleh data hardenability yang lebih lengkap.
- Penelitian selanjutnya menambahkan pengujian sifat mekanik lain, seperti uji tarik dan uji impak, untuk mendukung hasil pengujian Jominy Test dan struktur mikro.

DAFTAR PUSTAKA

- Asisi, Andriko Nuwari. (2024). Pengaruh Perlakuan Panas *Quenching* Terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Baja JIS SUP 9A. *Mechanical; Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 15(2), Universitas Lampung
- Andrijono. (2015). Pengaruh perlakuan panas terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja karbon menengah. *Jurnal Teknik Mesin*
- Bhakti, D. G. (2013). Analisis struktur mikro dan sifat mekanik baja karbon. *Jurnal Teknik Mesin*
- E. Nugroho, S. D. Handono, A. Asroni, and W. Wahidin, (2019) "Pengaruh temperatur dan media pendingin pada proses *heat treatment* baja AISI 1045 terhadap kekerasan dan laju korosi," *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 99–110.
- Farhan, Bukhari, Hamdani, Ilyas Yusuf, Z. (2021). Perlakuan Panas *Quenching* Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja St 60. 5(1), 1–7.
- Fuadi, R., & Mas, M. (2025). Pengaruh Proses *Hardening* pada Suhu 1020 ° C dengan Media Pendingin Udara terhadap Peningkatan Nilai Kekerasan Baja KNL Extra. 2024.
- Hendriawan, R., & Pengantar, K. (2025). Studi Peningkatan Sifat Mekanis Terhadap Baja *Carbon Medium* Melalui Proses *Tempering* Dengan Variasi Temperatur Skripsi Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Studi Strata Satu (S1) Pada Fakultas Teknik Jurusan Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik.
- Muhyi, A., Ramadhanty, N., Pujiyulianto, E., & Rajagukguk, K. (2023). Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro Dan Nilai Kekerasan *Fully Pearlitic Steel*. 12(02), 189–195.
- Pamuji, D. S., Sutrisna, Jayatun, Y. A., & Wijaya, D. G. (2023). Pengaruh Variasi Waktu *Annealing* Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Baja Paduan Fe-Mn-Al-C. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi*, 2023(November), 369–375. [Http://Journal.Itny.Ac.Id/Index.Php/Retii](http://Journal.Itny.Ac.Id/Index.Php/Retii)
- R, M. S., Yusuf, M., Rahman, F., Program, M., Teknik, S., Teknik, F., & Makassar, U. I. (2018). Al- Gazali *Journal Of Mechanical Engineering* Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Kekuatan Tarik Baja St 60. 29, 12–20.
- Santoso, E., Martini, N., Mesin, T., Teknik, F., Pemanasan, T., & Time, H. (2021). Mekanika : Jurnal Teknik Mesin Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Dan *Holding Time* Pada Perlakuan Panas Baja St-42 Terhadap Sifat Mekanik. 7(1), 1–6.
- Periyanto. (2016). Diagram Fasa Fe–Fe₃C Dan Aplikasinya Pada Baja Karbon. *Jurnal Teknik Material*.
- Pamuji, D. S., Sutrisna, & Jayatun, Y. A. (2023). Pengaruh variasi waktu *annealing* terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja paduan Fe–Mn–Al–C. *ReTII – Jurnal Teknik Industri dan Informatika*, 18(1), 369–375. Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Rasyid, A., Dkk. (2019). Analisis Struktur Mikro Dan Kekerasan Baja St 60. *Jurnal Teknik Mesin*
- Rokhman, T. (2015). Perancangan Alat Uji Kemampukerasan *Jominy Test* Untuk Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam “ 45 ” Bekasi. 3(1)
- Setiawan. (2022). Karakteristik Dan Perlakuan Panas Baja Karbon Rendah. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Sunarno. (2021). Pengaruh Proses *Tempering* Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Wahyudi. (2021). Analisis Pengujian Kekerasan Logam dan Aplikasinya. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Yusuf, Y., Ruchiyat, A., & Susilo, I. (2021). Pengaruh Variasi Temperatur *Heat Treatment* Terhadap Kemampukerasan Baja Komersil Dengan Metode *Jominy Test*. *Injection: Indonesian Journal Of Vocational Mechanical Engineering*, 1(1), 1–9.
- Yadi, I., Zulfikar, Ramdan, D., & Siregar, A. (2017). Analisa Mampu Keras Baja ST 60 Dengan Metode *Alat Jominy Test*. *Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy (JMEMME)*, 1(1), 19–27.