

## PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *INTERCRITICAL ANNEALING* TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA AISI 1020 DENGAN MEDIA PENDINGIN AIR GARAM

Farid Nanda Syanur<sup>1</sup>, Fajar Paundra<sup>1</sup>, Richo Prasetyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia 35365

\* farid.syanur@ms.itera.ac.id

### Abstrak

Perkembangan teknologi dalam meningkatkan sifat mekanik material, seperti kekerasan pada logam, mengalami perkembangan yang pesat, terutama pada baja. Berdasarkan kandungan karbonnya, baja karbon diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok, yaitu baja karbon tinggi, baja karbon sedang dan baja karbon rendah. Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon antara 0,04% hingga 0,30%, salah satunya yaitu baja AISI 1020. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur *intercritical annealing* terhadap struktur mikro dan kekerasan baja AISI 1020 dengan menggunakan media pendingin air garam. Proses pemanasan dilakukan menggunakan *furnace* selama 3 jam dengan variasi temperatur 673°C, 723°C, 773°C, 823°C dan 873°C. Bentuk pengujian yang dilakukan yaitu uji struktur mikro serta uji kekerasan material. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin *hardness tester* dengan metode *vickers*, sedangkan pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan *trinocular metallurgical microscope*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk tetap sama seperti bahan uji awal, yaitu *ferrite* dan *pearlite*. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada spesimen yang dipanaskan pada temperatur 823°C, dengan nilai kekerasan sebesar 243,49 HVN, sedangkan nilai kekerasan terendah sebesar 184,33 HVN diperoleh pada spesimen awal tanpa perlakuan panas.

**Kata Kunci:** Baja Karbon; Baja AISI 1020; *Intercritical annealing*; Air garam; Kekerasan;

### Abstract

*The development of technology in enhancing the mechanical properties of materials, such as hardness in metals, has progressed rapidly, particularly in steel. Based on its carbon content, carbon steel is classified into three categories: high-carbon steel, medium-carbon steel, and low-carbon steel. Low-carbon steel contains carbon in the range of 0.04% to 0.30%, one of which is AISI 1020 steel. This study aims to determine the effect of varying intercritical annealing temperatures on the microstructure and hardness of AISI 1020 steel using a saltwater cooling medium. The heating process was conducted using a furnace for 3 hours at different temperatures of 673°C, 723°C, 773°C, 823°C and 873°C. The tests performed included microstructure analysis and hardness testing. The hardness test was conducted using a hardness tester with the Vickers method, while the microstructure analysis was carried out using a trinocular metallurgical microscope. The results showed that the formed phases remained the same as in the initial specimen, consisting of ferrite and pearlite. The highest hardness value was obtained from the specimen heated at 823°C, reaching 243.49 HVN, while the lowest hardness value of 184.33 HVN was recorded in the initial specimen without heat treatment.*

**Keywords:** Carbon steel; AISI 1020 steel; *Intercritical annealing*; Saltwater; Hardness.

Received: 22 February 2025  
Revised: 14 April 2025  
Accepted: 21 April 2025  
Published: 02 July 2025

DOI: 10.31884/jtt.v11i2.791



Copyright: © 2025 by JTT

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam meningkatkan sifat mekanik material, seperti kekerasan pada logam, mengalami perkembangan yang pesat. Salah satu cara yang dilakukan adalah melalui pengembangan material guna menyempurnakan komposisi dan karakteristiknya agar lebih sesuai dengan kebutuhan penggunaannya (Fathoni, dkk., 2023). Material yang umum digunakan dalam industri antara lain aluminium, baja karbon dan sebagainya.

Baja karbon merupakan hasil perpaduan antara besi dan karbon, di mana kandungan karbon berperan sebagai faktor utama yang menentukan sifat mekaniknya. Selain karbon, baja juga mengandung unsur-unsur lain yang terbentuk selama proses produksinya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 1,8%, tergantung pada jenisnya. Karbon berfungsi sebagai sumber penguat untuk menghambat pergeseran dislokasi pada kisi kristal atom besi. Unsur tambahan lainnya biasanya berupa paduan mangan, krom, tungsten dan vanadium (Kohar, dkk., 2023).

Berdasarkan kandungan karbonnya, baja karbon diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok, yaitu baja karbon tinggi, baja karbon sedang dan baja karbon rendah (Pratama, dkk., 2022). Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon antara 0,04% hingga 0,30% dan umum digunakan dalam industri manufaktur. Baja jenis ini memiliki keuletan tinggi, sehingga mudah ditempa dan dibentuk. Oleh karena itu, baja karbon rendah banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti material untuk struktur bangunan, konstruksi baja, pembuatan jembatan, serta pipa. Salah satu jenis baja karbon rendah yang banyak digunakan dalam industri adalah baja AISI 1020.

Baja AISI 1020 termasuk dalam kategori baja karbon rendah dengan komposisi kimia yang terdiri dari (0,20-0,30)% karbon (C), (0,15-0,35)% silikon (Si), (0,50-0,70)% mangan (Mn), 0,035% fosfor (P), 0,0035% sulfur (S), (1,40-1,70)% krom (Cr), dan (0,20-0,30)% molibdenum (Mo) (Nasution, dkk., 2020). Salah satu kelemahan baja AISI 1020 adalah tingkat kekerasan dan kekuatannya yang relatif rendah akibat rendahnya kandungan karbon didalamnya. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, perlakuan panas *intercritical annealing* dapat diterapkan guna meningkatkan sifat mekanik baja, seperti kekerasan dan kekuatan.

Proses perlakuan panas *intercritical annealing* merupakan kombinasi proses pemanasan dan pendinginan cepat pada logam dalam keadaan padat untuk mencapai sifat tertentu. Proses ini terdiri dari tiga tahap: tahap pertama adalah pemanasan logam pada temperatur tertentu dan bervariasi, diikuti dengan penahanan selama beberapa waktu, dan terakhir adalah proses pendinginan cepat (*quenching*) dengan media dan kecepatan tertentu (Fathoni, dkk., 2023).

*Quenching* merupakan proses untuk meningkatkan kekerasan baja tanpa mengubah komposisi kimianya. Proses ini dimulai dengan pemanasan hingga mencapai suhu *austenisasi*. Setelah baja mencapai suhu *austenisasi*, baja dikeluarkan dari *furnace* untuk diproses pendinginan cepat. Temperatur pemanasan disesuaikan dengan jenis baja yang digunakan, sementara kecepatan dan media pendingin mempengaruhi hasil pendinginan (Wibowo & Samlawi, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Alfirano dkk. pada tahun 2014 tentang pengaruh suhu *intercritical annealing* dan waktu penahanan terhadap struktur mikro serta sifat mekanis baja karbon rendah fase ganda menggunakan baja SS 400 menunjukkan bahwa nilai kekerasan awal sebelum pemanasan adalah 127,7 HVN. Setelah melalui proses *intercritical annealing* pada suhu 750°C, 775°C, 800°C dan 825°C dengan waktu penahanan antara 6 hingga 18 menit serta pendinginan cepat menggunakan air, hasil

terbaik diperoleh pada suhu 800°C dengan waktu penahanan selama 10 menit. Nilai kekuatan tarik mencapai 621 N/mm<sup>2</sup> dan kekerasan meningkat menjadi 235,83 HVN, dengan fasa martensit sebesar 24,08%. Semakin tinggi suhu pemanasan, laju pertumbuhan butir semakin meningkat (Alfirano, dkk., 2014).

Lalu ada penelitian oleh (Ayres, dkk., 2022), *intercritical annealing* yang diikuti dengan *quenching* dapat meningkatkan kekuatan tarik baja hingga 935 MPa dengan elongasi sekitar 18-21%, bergantung pada suhu perlakuan panas. Selain itu, penelitian oleh (Bhadhon, dkk., 2022) menunjukkan bahwa variasi suhu *intercritical annealing* dapat berpengaruh pada mikrostruktur baja, di mana peningkatan suhu akan menghasilkan lebih banyak fasa *pearlite* dan *martensite*, meningkatkan kekerasan tetapi dapat mengurangi keuletan.

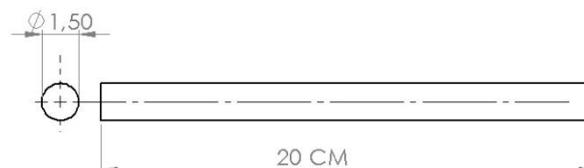
Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh (Widiyono, dkk., 2018) membahas pengaruh penambahan garam pada media pendingin air terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro baja AISI 1050 yang telah mengalami perlakuan panas. Proses perlakuan panas dilakukan pada suhu austenisasi 850°C dengan waktu penahanan selama 15 menit, kemudian diikuti dengan proses *quenching*. Media pendingin yang digunakan terdiri atas air murni (100% air, 0% garam), campuran air 90% + garam 10% (kadar garam 17.200 ppm), dan campuran air 80% + garam 20% (kadar garam 23.700 ppm). Hasil uji tarik menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada media pendingin dengan campuran air 80% + garam 20%, yaitu sebesar 1304 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan tarik terendah tercatat pada media air murni (100% air, 0% garam) dengan nilai 1208 N/mm<sup>2</sup>. Hasil uji metalografi menunjukkan bahwa pada media pendingin dengan campuran air 80% + garam 20%, fasa martensit mencapai 92% dan fasa bainit 8%, sedangkan pada media air murni (100% air, 0% garam), fasa martensit hanya mencapai 83% dengan fasa bainit sebesar 17%. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kandungan garam dalam media pendingin, semakin tinggi pula fasa martensit yang terbentuk serta nilai kekerasannya.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, proses *intercritical annealing* memiliki peran signifikan dalam meningkatkan sifat mekanik material, seperti kekerasan dan kekuatan pada baja karbon rendah. Oleh karena itu, penelitian dalam tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi suhu *intercritical annealing* terhadap struktur mikro dan kekerasan baja AISI 1020 dengan menggunakan media pendingin berupa larutan air garam.

## 2. METODE

### Persiapan Spesimen

Spesimen yang dipakai yaitu baja AISI 1020. Baja AISI 1020 yaitu jenis baja karbon rendah. Diameter spesimen yaitu 1,5 cm dan panjang spesimen yaitu 20 cm.



**Gambar 1.** Dimensi Baja AISI 1020.

### **Intercritical Annealing Pada Baja AISI 1020**

Perlakuan panas pada spesimen baja AISI 1020 menggunakan *furnace* dengan variasi suhu 678°C, 723°C, 773°C, 823°C dan 873°C dengan *holding time* selama 3 jam. Selanjutnya spesimen dilakukan pendinginan cepat/*quenching* dengan media pendingin berupa air garam dengan kadar garam 1030 ppm.

### **Quenching**

Media pendingin yang dipakai untuk proses *quenching* yaitu menggunakan air yang dicampur dengan garam. Perbandingan air dan garam yaitu 8:2 (3 liter air + 800 gram garam). Wadah penampung media *quenching* media air garam menggunakan bahan *panic alumunium*.

### **Uji Kekerasan**

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan baja AISI 1020. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Hardness Tester*. Metode uji kekerasan yang dipakai yaitu metode *vickers* sesuai ISO 6507/ASTM E384.

### **Uji Struktur Mikro**

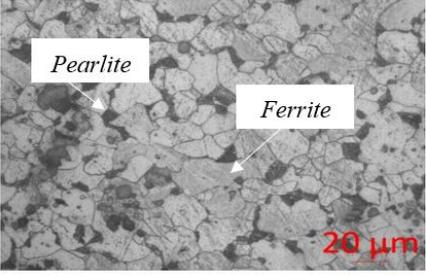
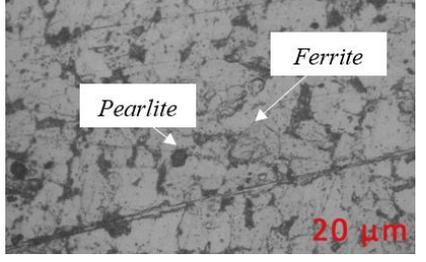
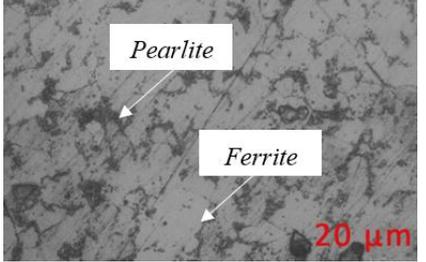
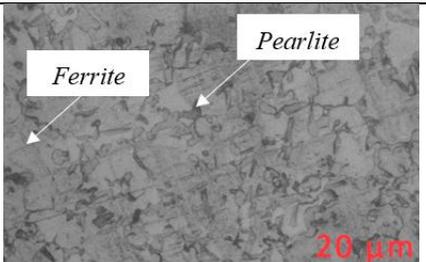
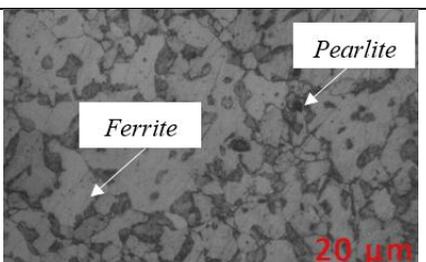
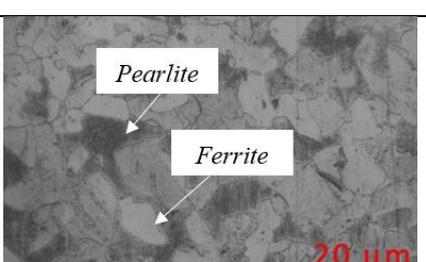
Uji struktur mikro dilakukan dengan menggunakan *Trinocular Metallurgical Microscope*. Preparasi sebelum uji struktur mikro, spesimen di *mounting* dan *polishing*. Setelah itu dilakukan pengetsaan cairan kimia dengan standar etsa ASTM E407-99 (HNO<sub>3</sub> 5% + Ethanol 95%) selama 1-5 detik. Perbesaran yang dipakai 20µm.

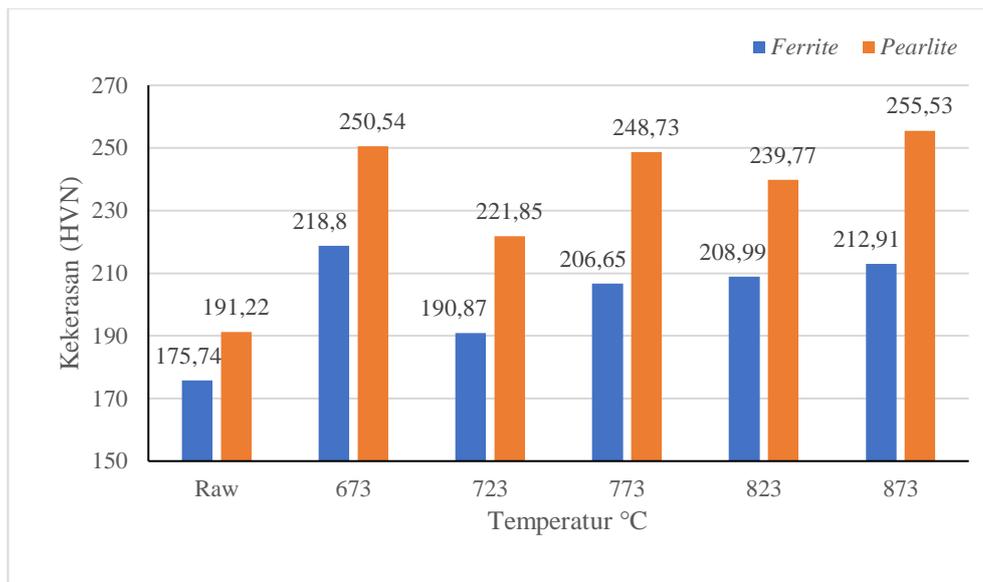
## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian struktur mikro menggunakan pembesaran sebesar 500x menggunakan alat *trinocular metallurgical microscope*. Peninjauan pada struktur mikro sendiri berguna untuk mengetahui hasil fasa yang terbentuk pada spesimen uji setelah diberikan perlakuan panas maupun tidak. Temperatur yang dipakai pada saat melakukan pemanasan mulai dari temperatur 673°C, 723°C, 773°C, 823°C dan 873°C. Pengujian ini dilakukan sebagai media atau data awal sebelum dilakukan pengujian kekerasan agar mengetahui fasa apa saja yang ada pada bahan pengujian.

Setelah dilakukannya pengujian terhadap struktur mikro pada bahan uji yaitu baja AISI 1020. Pada bahan uji yang tidak dilakukan perlakuan panas terdapat 2 fasa yang terbentuk yaitu *ferrite* dan *pearlite*. Setelah diberi perlakuan panas, fasa yang terbentuk tidak berubah, yaitu *ferrite* dan *pearlite*. Fasa *ferrite* memiliki sifat yang tidak keras tetapi memiliki keuletan yang tinggi dengan ciri-cirinya berwarna putih (Suherman, dkk., 2018). Fasa *pearlite* memiliki sifat yang lebih keras dari fasa *ferrite* tetapi kekerasannya tidak sampai seperti *martensite* ciri-ciri fasa *pearlite* yaitu warnanya hitam (Purnomo, dkk., 2023). Fasa *ferrite* memiliki butir yang halus dihasilkan oleh pendinginan yang cepat sedangkan fasa *pearlite* dengan butir yang kasar dihasilkan oleh proses pendinginan yang lambat (Prayogi, 2019). Pada tabel 1. bahan pengujian yang tidak dilakukakan perlakuan panas *ferrite* lebih dominan dibandingkan *pearlite*. Gambar dibawah ini merupakan hasil pengujian kekerasan pada fasa yang terbentuk pada proses pemanasan.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Struktur Mikro.

No	Temperatur <i>Intercritical</i>	Pembesaran 500x
1	RAW	
2	673°C	
3	723°C	
4	773°C	
5	823°C	
6	873°C	



**Gambar 2.** Nilai Kekerasan Fasa.

Tabel 1. menampilkan fasa yang terbentuk pada bahan uji dan Gambar 2 adalah hasil rata-rata nilai kekerasan pada setiap fasa yang terbentuk. Pada bahan uji awal fasa *ferrite* memiliki kekerasan 175,74 HVN dan *pearlite*nya sebesar 191,22. Bahan uji pada temperatur 673°C terdiri dari fasa *ferrite* dengan nilai kekerasan 218,8 HVN dan *pearlite* dengan nilai kekerasan 250,54 HVN, yang dimana fasa *ferrite* dan *pearlite* sama-sama mendominasi. Bahan uji dipanaskan dengan temperatur 723°C terbentuk fasa *ferrite* dengan nilai kekerasan 190,87 HVN dan *pearlite* dengan nilai kekerasan 221,85 HVN. Fasa *ferrite* dan *pearlite* masih sama-sama mendominasi pada susunan strukturnya. Pada pemanasan temperatur 773°C pada tabel 1, struktur yang terbentuk ialah fasa *ferrite* dengan nilai kekerasan 206,65 HVN dan *pearlite* dengan nilai kekerasan 248,73 HVN. Fasa *pearlite* mendominasi susunan pada strukturnya dikarenakan sifat *pearlite* yang lunak dan lebih keras dari *ferrite* namun tidak sekeras *martensite* (Suherman, dkk., 2018). Kemudian pada pemanasan dengan suhu 823°C pada tabel 1, dimana struktur yang dihasilkan adalah fasa *pearlite* dengan nilai hasil kekerasan adalah 239,77 HVN dan *ferrite* dengan nilai kekerasan 208,99 HVN. Fasa yang mendominasi bahan uji dilakukan dengan temperatur 823°C yaitu lebih banyak fasa *pearlite* jika dibandingkan dengan fasa *ferrite*. Pengujian terakhir dilakukan dengan suhu pemanasan 873°C dengan struktur yang terbentuk adalah fasa *pearlite* dengan nilai kekerasan 212,91 HVN dan *ferrite* dengan nilai kekerasan 255,53 HVN. Pada pemanasan ini struktur pada fasa *pearlite* lebih mendominasi jika dibandingkan fasa *ferrite*.

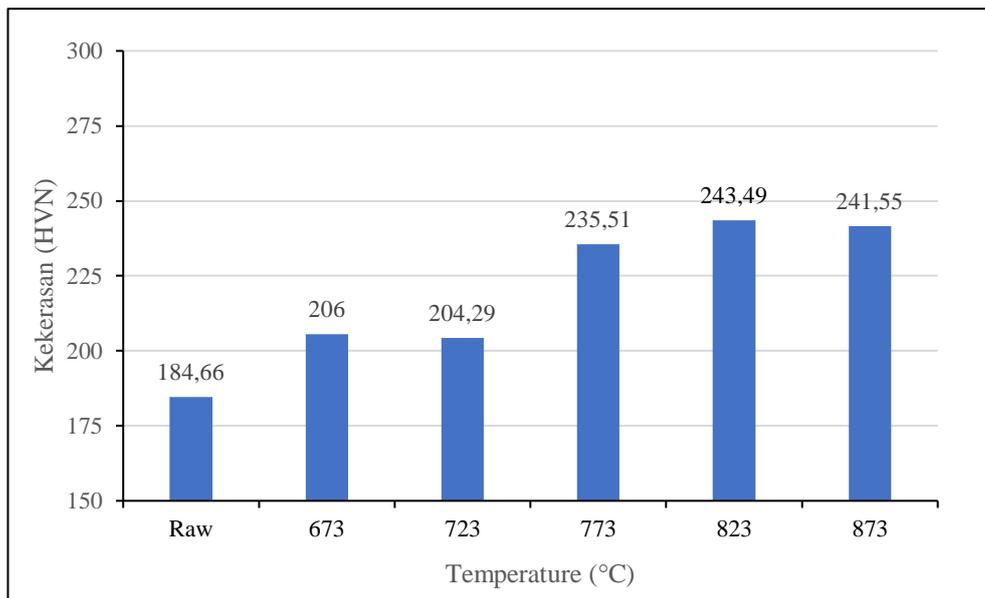
Berdasarkan penelitian sebelumnya, terjadinya perubahan jumlah butir pada fasa *ferrite* karena adanya proses pemanasan pada suhu tinggi disertai pendinginan dengan cepat menjadikan fasa *ferrite* bertransformasi menjadi lebih kecil dan rapat (Rohmah, dkk., 2021). Hasil penelitian ini menunjukkan jika temperatur proses pemanasan yang semakin tinggi dan waktu pemanasan yang semakin lama maka nilai kekerasan spesimen akan semakin bertambah karena jumlah butir fasa *pearlite* semakin banyak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Matsuda, dkk., 2025) menunjukkan bahwa waktu tahan dalam proses *intercritical annealing* juga memainkan peran penting dalam homogenisasi mikrostruktur. Waktu tahan yang cukup lama akan

meningkatkan distribusi pearlite yang seragam, tetapi waktu tahan yang terlalu lama dapat menyebabkan pertumbuhan butir yang berlebih. (Matsuda, dkk., 2025)

### Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan merupakan sebuah pengujian dengan yang dilakukan untuk mengetahui seberapa keras material pada sebuah bahan untuk bisa menahan beban yang diberikan secara lebih keras dari luar. Sebelum dilakukan pengujian kekerasan spesimen yang telah dilakukan pemanasan dengan temperatur yang telah ditentukan telah dilakukan pengujian struktur mikro untuk melihat fasa apa saja yang terbentuk.

Pengujian kekerasan yang dilakukan menggunakan mesin *universal hardness test* dengan metode *vickers*. Pembebanan yang diberikan pada pengujian kekerasan ini adalah 10 Kgf dengan diameter indentor 1 mm dan waktu indentasi selama 10 detik. Pengujian ini dilakukan pada 3 titik pada setiap spesimen lalu di uji rata-ratanya. Nilai kekerasan pada spesimen yang tanpa dilakukan perlakuan panas sebesar 189,66 HVN, dan pada spesimen yang dilakukan perlakuan panas pada suhu temperatur 673°C memiliki nilai kekerasan sebesar 205,55 HVN, kemudian pada temperatur 723°C mendapatkan nilai kekerasan 204,29 HVN, lalu pada temperatur 773°C menghasilkan nilai kekerasan 235,51 HVN, sedangkan pada temperatur 823°C menghasilkan nilai 243,45 HVN, dan pada proses perlakuan panas terakhir pada suhu 873°C mendapatkan nilai kekerasan 241,55 HVN. Dapat dilihat dari gambar 1, nilai kekerasan tertinggi ada pada temperatur 823°C dan nilai kekerasan terendah yaitu pada spesimen yang tidak dilakukan perlakuan panas.



**Gambar 3.** Grafik Hasil Pengujian Kekerasan.

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan perlakuan panas pada baja AISI 1020, yang kemudian didinginkan menggunakan media pendingin berupa campuran air dan larutan garam dengan komposisi 80% air dan 20% garam, serta tingkat salinitas sebesar 1030 ppm. Proses perlakuan panas dilakukan pada lima variasi suhu, yaitu 673°C, 723°C, 773°C, 823°C dan 873°C, di mana hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekerasan setelah perlakuan panas lebih tinggi dibandingkan dengan material awal yang tidak mengalami perlakuan panas.

Berdasarkan data pengujian kekerasan yang ditampilkan pada Gambar 3, setelah dilakukan perlakuan panas pada suhu  $673^{\circ}\text{C}$ , nilai kekerasan meningkat dari 184,66 HVN menjadi 205 HVN. Peningkatan ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah butir fasa *pearlite* yang terbentuk, sementara fasa *ferrite* mengalami penyusutan akibat proses pemanasan yang diikuti dengan *quenching*. Kemudian turun sedikit menjadi 204 HVN pada suhu  $723^{\circ}\text{C}$ , penyebab turunnya nilai kekerasan pada temperatur ini dapat dilihat pada tabel 1, dimana jumlah butir fasa *pearlite* pada gambar struktur mikronya sedikit menurun, kemudian naik terus menerus dari temperatur  $773^{\circ}\text{C}$  hingga temperatur  $823^{\circ}\text{C}$  dengan nilai kekerasan tertinggi 243 HVN, ini disebabkan oleh semakin banyaknya butir fasa *pearlite* yang terbentuk dan semakin sedikit dan mengecilnya butir fasa *ferrite* dan turun kembali pada suhu  $873^{\circ}\text{C}$  pada suhu 241 HVN, dimana hal ini disebabkan oleh butir fasa *pearlitenya* kembali menurun walau hanya sedikit. Penurunan kekerasan pada suhu  $873^{\circ}\text{C}$  dibandingkan  $823^{\circ}\text{C}$  kemungkinan disebabkan oleh pertumbuhan butir yang berlebihan. Pada suhu yang lebih tinggi, energi termal yang lebih besar memungkinkan butir-butir untuk tumbuh lebih besar, yang mengurangi batas butir dan, akibatnya, dapat menurunkan kekerasan material. Selain itu, suhu tinggi dapat memicu transformasi fasa yang tidak diinginkan, seperti pembentukan fasa delta *ferrite*, yang juga dapat menurunkan kekerasan (Purnomo, dkk., 2023). Berdasarkan Gambar 3, nilai kekerasan baja AISI 1020 cenderung meningkat seiring dengan kenaikan suhu perlakuan panas dibandingkan dengan kondisi tanpa perlakuan, yang memiliki nilai kekerasan sebesar 184,66 HVN. Peningkatan suhu perlakuan panas memengaruhi transformasi fasa pada baja. Pada suhu tinggi, struktur austenit terbentuk dan, setelah didinginkan, dapat mengalami perubahan menjadi *pearlite* atau *martensit*, tergantung pada laju pendinginan. Pada baja AISI 1020 yang mengalami proses *quenching*, fasa *pearlite* lebih dominan dibandingkan *ferrite*. Hal ini menyebabkan peningkatan kekerasan, karena *pearlite* memiliki sifat yang lebih keras dibandingkan *ferrite*.

Penelitian yang dilakukan oleh (Mulyaningsih, dkk., 2021) terbukti bahwa, media pendingin air garam dapat meningkatkan nilai kekerasan pada suatu material. Dimana dari hasil penelitian yang dilakukan menggunakan baja AISI 4340 dengan temperatur  $860^{\circ}\text{C}$  dan waktu pemanasan selama 40 menit dan dilakukan pendinginan secara cepat menggunakan media air garam. Hasil dari penelitian ini adalah nilai pengujian kekerasan pada sample yang dilakukan pendinginan menggunakan air garam, memiliki nilai rata-rata sebesar 517,51 VHN, serta memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan air PDAM dan oli SAE 40 (Mulyaningsih dan Syafi'i, 2021). Hal tersebut sama dengan penelitian kali ini yang menggunakan air garam sebagai media pendingin, dimana nilai kekerasan pada media pendingin air garam meningkat hingga 243,49 HVN yang semula 184,66 HVN.

Penelitian yang dilakukan (Dwiyati, dkk., 2019) menyatakan bahwa semakin lama waktu pemanasan semakin meningkatkan nilai kekerasan. Penelitian ini dilakukan menggunakan baja karbon rendah dengan tingkat karbon sebesar 0,192 %C. Lalu baja karbon di lakukan perlakuan panas selama 30, 60, dan 90 menit dengan temperatur pemanasan  $1000^{\circ}\text{C}$ . Setelah dilakukan perlakuan panas dan pendinginan cepat dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode vickers yang menghasilkan data berupa, waktu pemanasan selama 30 menit yaitu 216,22 VHN, 60 menit 264,66 VHN, 90 menit 302,84 VHN. Dimana nilai kekerasan tertinggi terdapat pada waktu pemanasan terlama yaitu 302,84 VHN. Sedangkan dengan waktu pemanasan 180 menit pada

penelitian yang penulis lakukan berhasil menaikkan kekerasan hingga 243,49 HVN pada temperatur 823°C.

Lalu penelitian yang dilakukan oleh (Alfirano, dkk., 2014) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan maka nilai pertumbuhan butir dan nilai kekerasan semakin meningkat. Penelitian ini dilakukan menggunakan baja karbon rendah. Baja yang telah disiapkan lalu dilakukan perlakuan panas selama 6-18 menit dengan variasi temperatur 750°C, 775°C, 800°C dan 825°C. Dan dilakukan pendinginan dengan cepat menggunakan media air. Setelah dilakukan pengujian kekerasan nilai kekerasan meningkat pada suhu temperatur pemanasan 800°C dan waktu pemanasan 10 menit dengan nilai kekerasan 235,86 HVN yang semulanya 127,7 HVN. Penelitian yang dilakukan oleh (Widiyono, dkk., 2018) terhadap baja karbon AISI 1050 menunjukkan bahwa peningkatan kadar garam dalam media pendingin menyebabkan peningkatan kekuatan tarik. Selain itu, semakin tinggi kandungan garam, maka fraksi fase martensit dan nilai kekerasan juga semakin meningkat. Hal ini sebanding dengan nilai kekerasan AISI 1020 mengalami peningkatan, dimana kekerasan tertinggi ada pada 823°C dengan nilai kekerasan 243,49 HVN yang semula 184,66 HVN. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Ma Yan, dkk., 2021) menunjukkan tren serupa, di mana peningkatan suhu *intercritical annealing* menghasilkan lebih banyak fasa *pearlite* dan *martensite*, yang berkontribusi terhadap peningkatan kekerasan baja.

Penelitian yang dilakukan menggunakan menggunakan proses pemanasan pada temperatur 673°C, 723°C, 773°C, 823°C, 873°C dengan waktu tahan 3 jam pada baja AISI 1020 menggunakan media pendingin air garam menghasilkan butir fasa yang sama dengan bahan uji awal yang tidak dilakukan proses pemanasan yaitu *ferrite* dan *pearlite*. Tetapi terjadi perubahan pada struktur butir fasa yang terbentuk dimana baja AISI 1020 yang mengalami proses pemanasan butir fasa *pearlite* lebih banyak terbentuk dan mendominasi dibandingkan *ferrite*. Hal ini sebanding dengan penelitian Dimana pada bahan uji yang tidak dilakukan perlakuan apapun butir fasa *ferrite* lebih banyak mendominasi dibanding *pearlite*. Dari pengujian kekerasan baja yang dilakukan proses pemanasan mengalami kenaikan pada nilai kekerasan tertinggi hingga 243,49 HVN pada temperatur 823°C yang semulanya hanya 184,66 HVN pada benda uji awal yang tanpa perlakuan. Hal ini disebabkan karena setelah dilakukan proses pemanasan dan pendinginan dengan cepat lebih banyak butir *pearlite* yang terbentuk dan butir *ferrite* yang awalnya mendominasi semakin mengecil dan menjadi rapat. Selain itu, adanya *cementite* pada lapisan fasa *pearlite*, yang memberikan kekerasan lebih tinggi dibandingkan fasa *ferrite* murni. Sehingga, semakin banyak kandungan *pearlite* dalam mikrostruktur baja, maka semakin tinggi pula kekerasannya. Sebaliknya, *ferrite* adalah fasa yang lebih lunak dan ulet, sehingga dominasi fasa *ferrite* akan menurunkan kekerasan baja (Halimi, dkk., 2024).

## 4. PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa proses pemanasan pada suhu 673°C, 723°C, 773°C, 823°C dan 873°C dengan waktu tahan selama 3 jam menyebabkan perubahan persentase fasa pada baja AISI 1020, di mana fasa *ferrite* yang semula mendominasi semakin mengecil dan rapat, sementara fasa *pearlite* semakin banyak terbentuk seiring dengan meningkatnya suhu. Perubahan struktur mikro ini berpengaruh terhadap peningkatan kekerasan material, dengan nilai kekerasan tertinggi sebesar 243,49 HVN tercatat pada suhu 823°C, dibandingkan dengan material tanpa perlakuan panas yang memiliki kekerasan 184,66 HVN. Selain itu, peningkatan suhu *intercritical annealing* dan penggunaan media pendingin air garam juga berpengaruh terhadap peningkatan kekerasan baja AISI 1020. Namun, perlu diperhatikan bahwa suhu pemanasan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan butir yang berlebih, yang berpotensi menurunkan kekerasan material. Oleh karena itu, pemilihan suhu yang optimal menjadi faktor penting dalam menentukan sifat akhir baja setelah perlakuan panas.

### Saran

Menambahkan pengujian tarik untuk mengetahui nilai keuletan pada baja AISI 1020 yang telah dilakukan proses *Intercritical Annealing* serta dapat menambahkan variasi media pendingin pada proses *quenching* seperti oli dan air.

### Daftar Pustaka

- Alfirano, Samdan, W., & Maulud, H. (2014). *Effect of intercritical annealing temperature and holding time on microstructure and mechanical properties of dual phase low carbon steel*. *Applied Mechanics and Materials*, 493, 721–726.
- Ayres, J., Penney, D., Evans, P., & Underhill, R. (2022). *Effect of intercritical annealing on the mechanical properties of dual-phase steel*. *Journal of Materials Science & Technology*, 58(2), 120–135.
- Bhadhon, K. M. H., Wang, X., McNally, E. A., & McDermid, J. R. (2022). *Effect of intercritical annealing parameters and starting microstructure on the microstructural evolution and mechanical properties of a medium-Mn third generation advanced high strength steel*. *Metals*, 12, 356. <https://doi.org/10.3390/met12020356>
- Dwiyati, S. T., Hutomo, M. B. P., & Susetyo, F. B. (2019). Pengaruh variasi *holding time* dan media *quenching* terhadap nilai kekerasan baja dengan kadar karbon 0,192 wt.%. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, 6(1), 37–43.
- Fathoni, I. N., Alfriano, & Muljono, D. (2023). Upaya perbaikan sifat mekanik baja plat Join G 3131 SPHC melalui simulasi proses *intercritical annealing* di industri konstruksi baja. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(3), 1013–1022.
- Halimi, A. D., Sektiono, M. W. A., Setiawan, D., & Fahmi, M. A. (2024). Distribusi *ferrite* dan sifat ketangguhan pada pengaruh media *quenching*. *Jurnal Perancangan, Manufaktur, Material, dan Energi (Jurnal Permadi)*, 6(1), 1–9.

- Kohar, R., & Fauzie, M. A. I. (2023). Pengaruh perlakuan *annealing hardening* dengan pendinginan variasi kekentalan oli terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro baja AISI-1037. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 11(1), 6–10.
- Ma, Y., Song, W., Zhou, S., Schwedt, A., & Bleck, W. (2018). *Influence of intercritical annealing temperature on microstructure and mechanical properties of a cold-rolled medium-Mn steel*. *Metals*, 8, 357. <https://doi.org/10.3390/met8050357>
- Matsuda, K., Masumura, T., Tsuchiyama, T., Takanshi, M., Maeda, T., Nakamura, S., & Uemori, R. (2025). *Effect of intercritical annealing on microstructure and toughness of medium-Mn steel with elongated prior-austenite grains formed via two-step hot rolling process*. *ISIJ International*, 65(1), 26–37.
- Mulyaningsih, N., & Syafi'i, M. (2021). Optimalisasi sifat mekanik baja AISI 4340 dengan variasi media pendingin *quenching*. *TRAKSI: Majalah Ilmiah Teknik Mesin*, 21(1), 15–26.
- Nasution, M., & Nasution, R. H. (2020). Analisa kekerasan dan struktur mikro baja AISI 1020 terhadap perlakuan *carburizing* dengan arang batok kelapa. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 165–173.
- Pratama, F. N., Sutrisna, & Prasetyo, A. B. (2022). Pengaruh waktu temper terhadap mikro struktur dan sifat mekanis pada baja karbon. *Jurnal Cendekia Mekanika*, 3(2), 93–112.
- Prayogi, A. (2019). Analisa pengaruh variasi media pendingin pada perlakuan panas terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon rendah (*Effect of cooling media variations on heat treatment on hardness and micro carbon structure of low carbon steel*). *Jurnal Polimesin*, 17(2), 29–36.
- Purnomo, Badaruddin, M., Sugiyanto, Zulhanif, & Nafrizal. (2023). Pengaruh proses *austempering* terhadap sifat mekanik dan struktur mikro baja AISI 4140. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 12(2), 263–272.
- Rohmah, M., Irawan, D., & Romijarso, T. B. (2021). Pengaruh penempaan dan perlakuan panas terhadap sifat mekanik dan ketahanan korosi pada modifikasi baja laterit A-588. *Jurnal Metalurgi*, 36(1), 33–42.
- Suherman, Surya, M. Y., & Sitorus, M. K. (2018). Perbandingan kekerasan dan struktur mikro material *crank shaft* sepeda motor beberapa merk. *Jurnal Ilmiah Mekanik, Teknik Mesin ITM*, 4(1), 44–47.
- Widiyono, E., Gatot, D. W., Atria, P., & Wardana, D. W. (2018). Analisa pengaruh penambahan garam di media pendingin air terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja karbon AISI 1050. *SENIATI, Institut Teknologi Nasional Malang*, 245–250.
- Wibowo, A. T., & Samlawi, A. K. (2020). Pengaruh proses *quenching* dengan media pendingin air dan oli terhadap kekerasan baja dan struktur mikro baja S45C. *Jurnal Rotary*, 2(2), 137–148.