
ANALISA PENGARUH HEAT TREATMENT TEMPERRING DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN DAN MEDIA PENDINGIN TERHADAP SIFAT MEKANIK BAJA KARBON RENDAH

Agus Adipura ¹⁾, Maula Nafi ²⁾

Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ¹⁾²⁾

Email: agusadipura@gmail.com ¹⁾, maula.nafi@untag-sby.ac.id ^{2)*}

ABSTRAK

Terlepas dari apakah komposisi kimia logam berubah, prosedur perlakuan panas mengubah sifat logam dengan mengubah struktur mikronya melalui proses pemanasan dan mengatur laju pendinginan. Analisis efek terkait kekerasan dari durasi penahanan dan variasi media pendingin. Penelitian ini menggunakan dua varian waktu retensi (tahan) dan media pendingin, waktu retensi (10, 14, dan 15 menit), kemudian media pendingin, menggunakan material profil baja L-square dengan ukuran 4x4,5 cm. digunakan (udara, air, dan minyak). Struktur Rockwell dan uji kekerasan juga dilakukan, dan hasil uji kekerasan menunjukkan distribusi yang merata dalam sampel, dengan kekerasan rata-rata 64,06 HRc yang menunjukkan bahwa bahan tersebut tahan lama.

Kata kunci: Heat Treatment, Distribusi Kekerasan, Struktur Mikro, Baja Karbon Rendah, Baja Profil L

ABSTRACT

Regardless of whether the metal's chemical composition changes, the heat treatment procedure alters a metal's properties by altering its Mikrostructure through a heating process and regulating the cooling rate. Analysis of the hardness-related effects of holding duration and cooling medium variations. This study used two variants on retention time (hold) and cooling medium, retention time (10, 14, and 15 minutes), then cooling medium, using L-square steel profile material with a size of 4x4.5 cm. used (air, water, and oil). The Rockwell structure and hardness tests were also conducted, and the outcomes of the hardness test revealed an even distribution in the sample, with an average hardness of 64.06 HRc suggesting the material was durable.

Keywords: Heat Treatment, Hardness Distribution, Mikro Structure, Low Carbon Steel, L Profile Steel

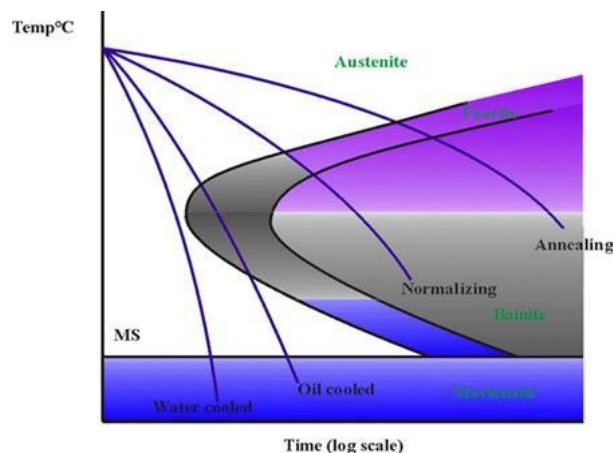
Pendahuluan

Baja telah maju dalam industri saat ini, dan sebagai hasilnya, banyak orang terdorong untuk menggunakan komponen baja karbon rendah. Baja juga sering digunakan untuk menghasilkan bahan mentah yang sudah jadi, dan dapat dicampur dengan bahan lain. Berisi dua elemen paling melimpah yang dapat diproduksi: karbon dan besi. Bahan yang selanjutnya dapat digunakan untuk meningkatkan kekakuan dan mengubah bentuk martensit. Karena mudah berubah bentuk selama proses perlakuan panas dan dapat mengubah kualitas baja dari getas menjadi lebih kuat dan dari baja yang dikeraskan menjadi getas, baja karbon rendah banyak digunakan dalam industri. Ini sangat sesuai untuk pemrosesan baja terkait. Tempering. Susunan kimiawi dan prosedur produksi baja memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitasnya.

Heat Treatment

Perlakuan panas adalah teknik untuk mengubah sifat logam dengan memanaskan dan mengendalikan laju pendinginan, dengan atau tanpa mengubah komposisi kimia logam. Telah diketahui dengan baik bahwa perlakuan panas mengubah sifat fisik logam padat dengan pemanasan dan pendinginan. Perlakuan panas dan pembesaran butir atau pengurangan dengan pembesaran adalah dua metode untuk menghilangkan tegangan internal. Permukaan yang keras mungkin terbentuk di sekitar inti karena kekuatannya. Tiga tahap membentuk prosedur perlakuan panas.

1. Mempertimbangkan ukuran komponen dan konduktivitas termal yang meningkatkan suhu benda kerja melalui proses pemesian, kecepatan pemanasan yang stabil.
2. Untuk memastikan distribusi suhu yang seragam, tahan suhu selama waktu yang ditentukan. seragam di seluruh benda kerja
3. Tergantung pada metodenya, dinginkan dengan berbagai media pendingin. Persiapan dan perlakuan panas Air digunakan untuk mendinginkan. Laju pendinginan untuk baja karbon rendah dan menengah Cukup cepat untuk menghasilkan martensit. Sementara itu, oli Laju pendinginan karbon dan baja paduan tinggi sebagai media pendingin lambat.



Gambar 1. Perlakuan Panas

Baja Karbon

Baja terdiri dari dua jenis logam: logam besi dan non-besi, yang meliputi besi (Fe) dan karbon (C), dengan besi sebagai elemen utama dan karbon sebagai elemen paduan utama, dan baja dalam karbon dengan karbon sebagai salah satu elemen. Kontennya adalah 0.2n2. Dengan kandungan karbon 0,1 persen, besi berperan sebagai penguat untuk struktur baja. Setiap jenis baja digunakan secara berbeda, seperti baja ringan untuk membuat kawat dan profil, baja karbon sedang untuk membuat poros penggerak, dan baja karbon tinggi untuk membuat alat pemotong.

1. Baja karbon rendah

Baja ringan adalah jenis baja karbon rendah. Baja) atau karena memiliki lebih sedikit baja perkakas di dalamnya. Baja ini banyak digunakan dalam industri baja. Konstruksi struktur baja untuk struktur baja umum untuk

- beton bertulang Mur, ulir, perkakas senjata, perkakas pengangkat presisi, batang penarik, perkakas dongkrak, dan barang sejenis lainnya.
2. Baja karbon sedang
Baja karbon sedang digunakan. Perlakuan panas sebagian dipadatkan dengan karbon 0,30 persen Baja ini digunakan untuk membuat benda bertahan lebih lama. Baja berkekuatan tinggi dan rekayasa Baja karbon.
 3. Baja karbon tinggi
Kandungan karbonnya tinggi. Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,6. 1% hot mill, pemotong, pisau, mata gergaji besi, pegas, dan kabel baja Semua bajanya mengandung karbon tinggi. (Purnomo, Jokosisworo and Budiarto, 2019)

Macam-macam Heat Treatment

Ada beberapa jenis perlakuan panas yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan (Rasyad and Budiarto, 2018). Metode perlakuan panas berikut biasanya digunakan:

a) *Hardening*

Untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan yang melekat pada baja, pengerasan adalah proses perlakuan panas yang terdiri dari pemanasan, penahanan, dan pendinginan secara berkala dengan cairan pendingin. Sebagai media pendingin, air atau oli SAE 40 dapat digunakan.

b. *Normalizing*

Normalisasi adalah proses pemanasan baja ke fase austenitik dan kemudian pendinginan. Untuk mencapai struktur mikroaustenit secara perlahan di lingkungan pendinginan luar ruangan.

c. *Annealing*

Dengan memanaskan besi tuang atau baja di atas suhu ambang batas, anil adalah teknik perlakuan panas yang melembutkan dan meningkatkan plastisitas benda kerja. Dinginkan secara bertahap sampai suhu seragam dan hampir sama luar dan dalam.

d. *Tempering*

Tempering adalah pendinginan dan pemanasan ulang logam yang mengeras. Tempering dibagi menjadi tiga tahap ketika suhu turun di bawah suhu kritis untuk jangka waktu yang lama:

1. pendinginan pada suhu rendah (150–300 °C). Tujuannya adalah untuk mengurangi kerapuhan baja dan tegangan kusut. Alat bor dan alat potong adalah contoh alat kerja yang belum berpengalaman. banyak ketegangan
2. Pendinginan pada suhu sedang (300-500 °C). Konsep ini meningkatkan keuletan, sekaligus menurunkan kekerasan. Metode ini berlaku untuk alat kerja tugas berat alat seperti palu, pahat, dan pegas
3. Pengerasan pada suhu tinggi (500-650 °C). Tujuannya adalah untuk mempertahankan kehalusan sambil mencapai keuletan yang tinggi. Metode ini digunakan untuk roda gigi, poros dan batang penggerak. Diantara yang lain. (Maulani, 2021).

Holding Time

Waktu penahanan pada suhu austenisasi sangat penting untuk mencapai kekerasan maksimum. Untuk mencapai sampai elemen paduan telah tersebar di seluruh bahan atau karbon. Waktu penahanan selama tempering dimaksudkan untuk mencapai struktur yang lebih homogen setelah temper (Widodo and Huda, 2016). tabel Berikut cara mengetahui berapa banyak waktu yang harus Anda tahan Proses perlakuan panas disarankan.

Tabel 1. Holding time untuk beberapa jenis baja

<i>Steel Type</i>	<i>Holding Time</i>
<i>Low carbon steel</i>	5 - 15 <i>minutes</i>
<i>Medium alloy steel</i>	15 - 25 <i>minutes</i>
<i>Low alloy tool steel</i>	10 - 30 <i>minutes</i>
<i>High alloy tool steel</i>	10 - 60 <i>minutes</i>
<i>Hot work tool steel</i>	15 - 30 <i>minutes</i>

Media Pendingin

1) Air

Bahan kimia dengan rumus H₂O adalah air, juga dikenal sebagai H₂O. Molekul air terdiri dari dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen dengan atom oksigen. Air adalah cairan yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Titik beku air adalah 0 derajat Celcius, dan titik didih adalah 100 derajat Celcius. Pendinginan air menghasilkan struktur martensit dengan partikel yang lebih besar. Air ini memiliki massa jenis yang lebih rendah dari air laut. Biarkan dingin secara bertahap.

2) Air Laut

Karena kemampuan pendinginannya yang konsisten dan cepat, air laut digunakan sebagai pendingin. untuk memungkinkan butiran kristal menyerap lebih banyak panas, martensit harus memiliki kerapatan yang lebih tinggi daripada media pendingin biasa. Hal ini membuat martensit rapuh dan kaku. Karena permukaan benda kerja akan mengikat batubara, adhesi diperkuat.

3) Udara

Perlakuan panas dilakukan melalui penggunaan Udara. Di kompartemen kabinet, sirkulasi udara berkecepatan rendah digunakan. Logam yang dihasilkan dapat mengkristal dan bergabung dengan elemen atmosfer lainnya.

4) Minyak/Oli

Oli yang meninggalkan lapisan karbon pada permukaan benda kerja selama pendinginan perlakuan panas. Sebagai alternatif, Anda juga bisa menggunakan oli SAE 40 atau bahan bakar minyak. Prosedur Efek Viskositas Oli dan Bahan Dasar SAE 40 diterapkan setelah sampel didinginkan. Minyak dan minyak SAE 40 memiliki titik didih 100 °C. SAE

40 lebih kental daripada air tawar dan air asin. Ini rendah karena kepadatannya yang rendah. Struktur ferit dan perlit dapat muncul sebagai akibat dari pendinginan yang lambat. Diesel bergerak lebih cepat.

Pengujian Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan menentukan ketahanan logam terhadap stresor. Pengujian ini menggunakan skala kekerasan Rockwell C, beban indenter kerucut intan dengan sudut 120, beban awal 10 kgf, beban utama 140 kgf, dan beban total 150 kgf. Pengujian benda dilakukan dengan memberikan beban pendahuluan (beban minor), yang kemudian ditambahkan ke beban utama (beban utama), dan beban utama dilepaskan sedangkan beban minor tetap. Standar DIN.50103 mengatur metode uji kekerasan Rockwell ini. Kemudian periksa permukaan pembentuk dan penekanan indenter, lalu periksa nilai kekerasan pada monitor mesin pengujian Rockwell. Metode Pengujian kekerasan Rockwell memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

1. Kemampuan untuk menguji bahan yang sangat keras.
2. Kemampuan menggiling batu menjadi plastik.
3. Semua bahan keras dan lunak sesuai.

Tabel 2. Indentor Uji Kekerasan

Simbol skala	Penekan	Beban			Skala	Warna angka
		Awal	Utama	Jumlah		
A	Kerucut intan 120°	10	50	60	100	Hitam
B	Bola baja 1.558 mm (1 / 16")	10	90	100	130	Merah
C	Kerucut intan 120°	10	140	150	100	Hitam
D	Kerucut intan 120°	10	90	100	100	Hitam
E	Bola baja 3.175 mm (1 / 8")	10	90	100	130	Merah
F	Bola baja 1.558 mm (1 / 16")	10	50	60	130	Merah
G	Bola baja 1.558 mm (1 / 16")	10	140	150	130	Merah
H	Bola baja 3.175 mm (1 / 8")	10	50	60	130	Merah
K	Bola baja 3.175 mm (1 / 8")	10	140	150	130	Merah
L	Bola baja 6.35 mm (1 / 4")	10	50	60	130	Merah
M	Bola baja 6.35 mm (1 / 4")	10	90	100	130	Merah
P	Bola baja 6.35 mm (1 / 4")	10	140	150	130	Merah
R	Bola baja 12,7 mm (1 / 2")	10	50	60	130	Merah
S	Bola baja 12,7 mm (1 / 2")	10	90	100	130	Merah
V	Bola baja 12,7 mm (1 / 2")	10	140	150	130	Merah

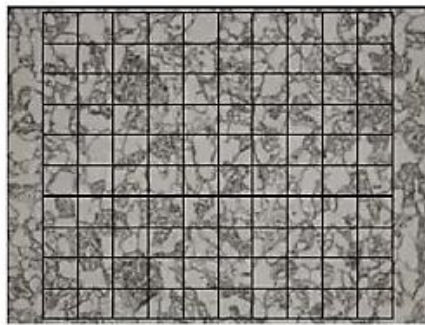
Pengujian Struktur Mikro

Pengujian Mikro Uji mikro adalah pengujian pengamatan perbesaran pada struktur suatu bahan dengan menggunakan mikroskop khusus untuk mengamati strukturnya. Pengujian mikro memerlukan langkah-langkah berikut: pemasangan, pemolesan, dan etsa. Spesimen disiapkan untuk mikroskop dan fotografi setelah permukaannya dikerok. Tujuan dari pengamatan metalografi adalah untuk mengetahui ada tidaknya variasi intensitas cahaya pantul pada permukaan logam yang diletakkan di dalam mikroskop sehingga menghasilkan berbagai bayangan (gelap, agak terang, terang). Jika berkas cahaya diarahkan ke permukaan benda uji, maka akan dipantulkan sesuai dengan sudut kemiringan permukaan bidang yang

terkena cahaya. Permukaan akan tampak lebih tidak rata, semakin sedikit cahaya yang dipantulkan ke mikroskop.

Hasilnya, di bawah mikroskop, Hitam dapat dilihat sebagai warna. Sedangkan permukaan tampak agak terkikis (putih). Setelah mendapatkan foto mikro, fraksi fasa baja karbon yang mengandung ferit dan perlit dapat diperkirakan. Fase ferit ulet dikenal sebagai mikrogranul berwarna terang dalam temuan pengujian, sedangkan fase perlit yang lebih keras dikenal sebagai yang berwarna gelap. Metode penghitungan titik merupakan salah satu cara untuk mengetahui seberapa besar fasa tertentu tersebar dalam struktur mikro. Dengan menggunakan prosedur di bawah ini, tentukan % fasa yang sesuai dengan menggambar garis grid pada gambar struktur mikro sampai 100 titik dihasilkan.

$$\% \text{ Fasa Gelap} = \frac{\text{Jumlah Fasa Gelap}}{\text{Jumlah Total Titik}} \times 100 \%$$



Gambar 2. Contoh Perhitungan Fasa

Metode

- Persiapan Material baja profil L
Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah, profil baja sudut L yang dipotong menjadi baja ukuran 4x4,5 cm.
- Mempersiapkan Furnance
Untuk memulai proses Heat Treatment, spesimen yang akan dipotong disiapkan untuk tempering pada suhu 400 derajat Celcius.
- Proses *Heat Treatment*
 1. Logam atau paduan dipanaskan dan didinginkan di bawah kondisi yang diatur selama proses perlakuan panas. Tujuannya adalah untuk menyiapkan bahan logam untuk diproses lebih lanjut untuk meningkatkan umurnya sebagai produk jadi. Contoh metode perlakuan panas adalah: memanaskan logam atau paduan pada laju dan suhu tertentu. Mempertahankan suhu pemanasan konstan dari waktu ke waktu/laju.
 2. Mendinginkan dengan cairan pendingin pada kecepatan yang ditentukan.
- Pengujian Struktur micro
 1. Spesimen yang akan diuji dipotong dengan ukuran yang telah ditentukan dengan menggunakan gerinda potong.
 2. Permukaan yang dipotong diampelas terlebih dahulu dengan amplas, kemudian dengan kertas. Amplas dalam berbagai ukuran mulai dari 200 hingga 2000 digunakan, diikuti dengan pemolesan dengan pasta berlian. Pada 1,5 m.

3. Bersihkan setelah Anda mencapai permukaan yang halus. Untuk membersihkan sisa abu, gunakan alkohol gosok dan kapas.

4. Kemudian digores dengan larutan asam nitrat yang mengandung komposisi. Alkohol 98 persen HNO₃N Gunakan kapas yang dibasahi dengan larutan asam nitrat untuk menggosok kapas ke area selama proses etsa. Las dan putar selama sekitar 5 detik, atau sampai perubahan terlihat. Area yang berkilau menjadi abu-abu.

5. Bahan dicuci dengan air murni atau air suling setelah tergores. Buang sisa larutan asam nitrat untuk mencegah pembentukan bahan. Rawan korosi, yang dapat mengganggu tampilan.

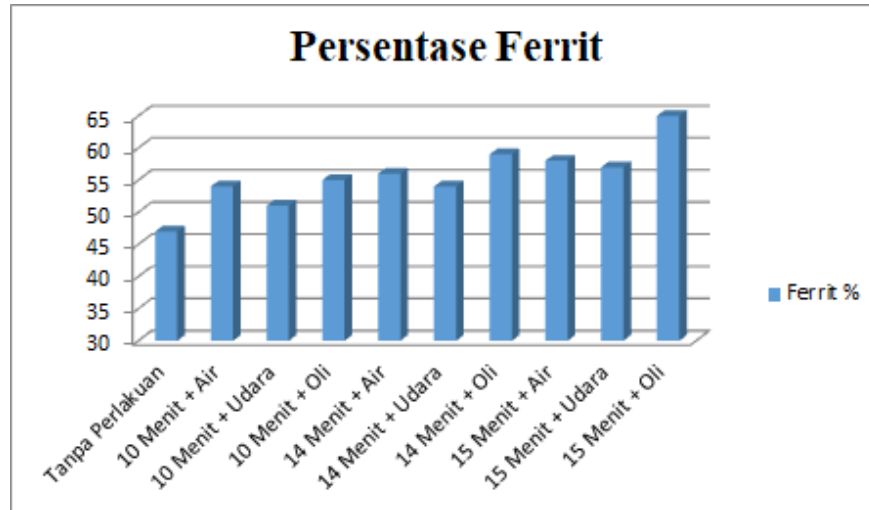
6. Setelah itu, fotolah struktur makroskopik material tersebut.

Tabel 1 Rata-rata Struktur Micro

o Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Sebelum uji kekerasan. Pertama, gunakan Mesin Poles dengan kertas gosok hingga grid 600 dan aluminium karbida yang dilumasi dengan kain beludru jadi untuk membersihkan permukaan (Al₂O₃) Gosok permukaan sampel dengan itu sampai permukaan sampel terlihat. Kemudian, posisikan benda uji pada titik yang telah ditentukan dan perhatikan penunjuk pada alat uji. Mesin uji kekerasan diatur. Saat menggunakan indenter berbentuk piramida intan dengan waktu tekan 10 menit, 14 menit, dan 15 menit, beban pada indenter adalah 150 kgf.

Hasil dan Pembahasan

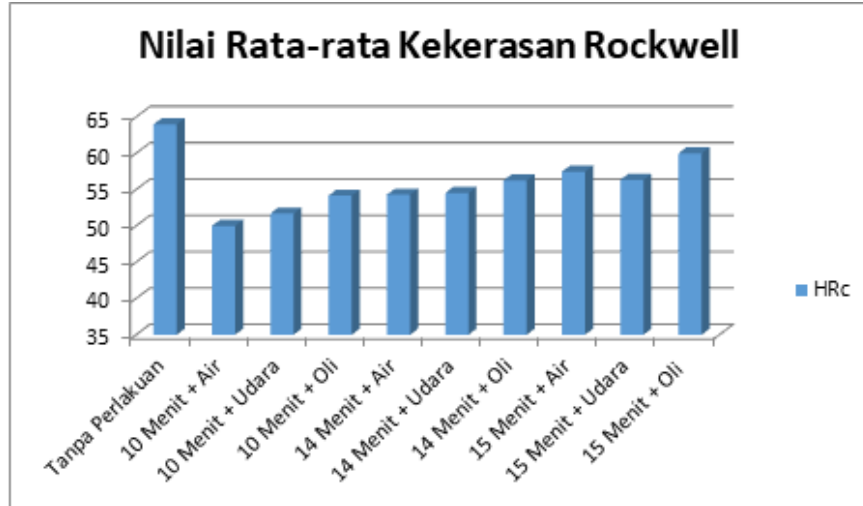


Gambar 3. Grafik Presentase Ferrit

Dapat dilihat persentase rata-rata tertinggi dari daerah pengamatan yaitu dari variasi waktu tahan 15 menit dan media pendingin oli dengan nilai persentase ferrit 65% dan untuk nilai persentase terendah terdapat pada spesimen yang tidak diberi perlakuan panas dengan nilai persentase ferrit 47%.

Dari grafik dapat dijelaskan pemberian variasi waktu tahan dan media pendingin sangat mempengaruhi perkembangan dari persentase fasa ferrit di semua daerah pengamatan, dimana pada grafik menunjukkan bahwa spesimen yang diberi waktu tahan 15 menit dan media pendingin oli memperlihatkan pertumbuhan fasa

bertambah dan mdiperlihatkan media pendingin oli mengalami kenaikan yang stabil hal ini memperlihatkan perbedaan media pendingin juga mempengaruhi dari pertumbuhan fasa



Gambar 4. Nilai Rata-rata kekerasan Rockwell

Terlihat bahwa nilai kekerasan rata-rata diperoleh dari pengamatan benda uji yang diuji, nilai kekerasan tertinggi diperoleh dari benda uji yang tidak diberi perlakuan panas dengan nilai 64,06 persen, dan nilai terendah diperoleh benda uji yang diberikan variasi waktu penahanan selama 10 menit. menit dan media pendingin. Hal ini menunjukkan bahwa variasi waktu penahanan yang terlalu lama berpengaruh terhadap peningkatan nilai kekerasan dan ketangguhan sehingga menyebabkan menurun atau menjadi getas. Dapat disimpulkan bahwa pengaruh variasi holding time berpengaruh signifikan terhadap distribusi kekerasan secara keseluruhan.



Gambar 5. Hubungan Pengaruh Kekerasan dan Struktur Mikro

Distribusi kekerasan dan persentase fasa pada baja profil L dipengaruhi oleh proses Heat Treatment dengan variasi waktu penahanan dan media pendinginan. Terdapat

perbedaan nilai kekerasan dan persentase fasa ferit antara benda uji tanpa perlakuan panas, dengan benda uji tanpa perlakuan panas memiliki persentase fasa ferit kecil dan nilai kekerasan besar serta distribusi kekerasan yang tidak merata di setiap daerah pengamatan. Sedangkan benda uji dengan variasi memiliki nilai kekerasan yang rendah, terdistribusi secara merata di setiap area, dan memiliki persentase ferit yang tinggi, maka sifat ketangguhan material baja profil miring meningkat. Bahan cenderung getas atau getas bila persentase ferit rendah dan nilai kekerasan rata-rata tinggi. Berdasarkan grafik di atas, terdapat hubungan terbalik antara nilai kekerasan dan struktur mikro karena pengaruh waktu penahanan dan variasi media pendingin.. Berdasarkan grafik di atas, semakin tinggi persentase fasa ferit yang dihasilkan maka nilai kekerasan rata-rata yang diperoleh semakin rendah. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu penahanan, semakin besar persentase pertumbuhan fase ferit dan semakin tinggi nilai kekerasan rata-rata. akan mengakibatkan penurunan ketangguhan material, dimana semakin rendah persentase ferit dan semakin tinggi nilai kekerasannya maka material tersebut cenderung getas

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian struktur mikro, persentase gas ferit meningkat seiring dengan waktu penahanan pada variasi media pendingin oli dan air. Semakin besar persentase fasa ferit, semakin keras atau ulet bahan tersebut.
2. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa memvariasikan waktu penahanan dan media pendingin mempengaruhi distribusi kekerasan dan mengurangi tegangan sisa setelah proses perlakuan panas selesai.

Daftar Pustaka

- Arlingga, A. S., -, Somawardi and -, Sugianto (2021) ‘Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekerasan Baja S45C Pada Proses Hardening-Tempering’, *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, 3(1), pp. 31–38. doi: 10.36655/sprocket.v3i1.565.
- Darwis, D. (2020) ‘Pengaruh Variasi Suhu Pada Proses Tempering dan Hardening Dengan Media Pendingin Oli Terhadap Kekuatan Tarik As Baja Dan Kuningan.’, *Celebes Engineering Journal*, 2(1)(April), pp. 1-10.
- Dullah, J. *et al.* (2017) ‘Analisis Media Pendingin Pada Perlakuan Panas Permukaan Baja’, 2017, pp. 147–150.
- Imami, T. G. (2010) ‘Analisis Struktur Mikro Baja Tulangan Karbon Sedang’, pp. 2–7.
- Maulani, R. (2021) ‘ANALISA PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL BAJA ST-41 PADA PROSES HEAT TREATMENT: Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Material Baja ST-41 Pada Proses Heat Treatment Nama Penulis NPM : Rifqi Maulan’.
- 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), pp. 29–36.
- Purnomo, D. J., Jokosisworo, S. and Budiarto, U. (2019) 'Analisa Pengaruh Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70', *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(1), pp. 49–58. Available at: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/22886>.
- Rasyad, A. and Budiarto, B. (2018) 'Analisis Pengaruh Temperatur, Waktu, dan Kuat Arus Proses Elektroplating terhadap Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(3), pp. 173–182. doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.03.4.
- Saktisahdan, T. J. and Asahan, U. (2019) 'Pengaruh Proses Heat Treatment Terhadap Perubahan', 1(1), pp. 28–33.
- Widodo, E. and Huda, M. (2016) 'Optimasi Holding Time Untuk Mendapatkan Kekerasan Baja S 45 C', *Rekayasa Energi Manufaktur*, 1(1), pp. 1–6. doi: 10.21070/r.e.m.v1i1.167.