



## **Pengaruh Temperatur Austenit dengan Holding Time 2 Jam Terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Baja ST 42**

### ***Effect of Austenite Temperature on Holding Time 2 Hours on ST 42 Steel Hardness and Toughness***

**Nitha<sup>1)\*</sup>, Yafet Bontong<sup>2)</sup>, Petrus Sampelawang<sup>3)</sup>, Lantana Dioren Rumpa<sup>4)</sup>,  
Nofrianto Pasae<sup>5)</sup>, Fikran<sup>6)</sup>**

1) 2) 3) 5) 6) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Indonesia

4) Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Indonesia

Diterima: Januari 2024; Direview: Februari 2024; Dipublikasi: Februari 2024

\*Corresponding Email: [nithan039@gmail.com](mailto:nithan039@gmail.com)

#### **Abstrak**

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengeras. Yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur austenit dengan *holding time* 2 jam terhadap kekerasan dan ketangguhan baja ST 42. Material penelitian ini adalah baja ST 42. Dalam penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimen menggunakan metode *Vickers* dan metode *impact*, dengan variasi temperatur 950°C, 960°C, 970°C, 980°C. Dari hasil penelitian kekerasan dapat diperoleh bahwa semakin tinggi variasi temperatur austenit dengan *holding time* 2 jam maka semakin meningkat pula nilai kekerasan pada baja ST 42, dimana nilai tertinggi pada temperatur 980°C sebesar 204.8 kg/mm<sup>2</sup>, dan terendah berada pada spesimen normal dengan nilai sebesar 186.6 kg/mm<sup>2</sup>, dan untuk nilai ketangguhan diperoleh bahwa semakin tinggi variasi temperatur austenit dengan *holding time* 2 jam maka semakin menurun nilai ketangguhan pada baja ST 42, dimana nilai tertinggi pada temperatur austenit 960°C sebesar 2.023 Joule/mm<sup>2</sup> dan terendah berada pada spesimen normal sebesar 0.866 Joule/mm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci: Temperatur Austenit, Baja ST 42 Holding Time, Ketangguhan, Kekerasan.**

#### **Abstract**

*Steel is an alloy metal with iron as the basic element and carbon as the main alloying element. The carbon content in steel ranges from 0.2% to 2.1% by weight according to the grade. The function of carbon in steel is as a hardening element. This research aims to determine the effect of austenite temperature with a holding time of 2 hours on the hardness and toughness of ST 42 steel. The material for this research is ST 42 steel. This research was carried out experimentally using the Vickers method and impact method, with temperature variations of 950°C, 960°C, 970°C, 980°C. From the results of the hardness research, it can be concluded that the higher the austenite temperature variation with a holding time of 2 hours, the higher the hardness value in ST 42 steel, where the highest value at a temperature of 980°C is 204.8 kg/mm<sup>2</sup>, and the lowest is in a normal specimen with a value of 186.6 kg/mm<sup>2</sup>, and from the toughness research results it can be concluded that the higher the austenite temperature variation with a holding time of 2 hours, the lower the toughness value of ST 42 steel, where the highest value at an austenite temperature of 960°C is 2,023 Joules/mm<sup>2</sup> and the lowest in normal specimens it is 0.866 Joules/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords: Austenite Temperature, ST 42 Steel Holding Time, Toughness, Hardness, Temperature**



## PENDAHULUAN

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat (Nitha, 2019). Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (manganese), krom (chromium), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan (Nitha et al., 2023). Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (hardness) dan kekuatan tariknya (tensile strength), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (brittle) serta menurunkan keuletannya (ductility). Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk (Laleh et al., 2023). Baja sebelumnya telah diproduksi oleh pandai besi selama ribuan tahun, penggunaannya menjadi semakin bertambah ketika metode produksi yang lebih efisien ditemukan pada abad ke-17. Dengan penemuan proses bessemer di

pertengahan abad ke-19, baja menjadi material produksi massal yang membuat harga produksinya menjadi lebih murah. Saat ini, baja merupakan salah satu material paling umum di dunia, dengan produksi lebih dari 1,3 miliar ton tiap tahunnya. Baja merupakan komponen utama pada bangunan, infrastruktur, kapal, mobil, mesin, perkakas, dan senjata (Herbirowo et al., 2020). Baja modern secara umum diklasifikasikan berdasarkan kualitasnya oleh beberapa lembaga-lembaga standar (Azmy et al., 2021).

Proses karburasi padat menggunakan material karburasi yang terdiri dari karbon murni atau kombinasi karbon dengan komponen organik lainnya, seperti kayu, tulang, kulit, atau gandum. Hal-hal ini secara alami mengandung karbon. Selama proses perlakuan panas, atom karbon yang berasal dari bahan karburasi mengalami proses migrasi, menghasilkan penggabungan ke permukaan baja. Transformasi ini mengarah pada pembentukan lapisan kaya karbon. Peningkatan konsentrasi karbon dalam baja menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam kekerasan dan ketahanan aus yang membuatnya sangat tahan lama (Bontong et al., 2018).

Metode karburasi masih digunakan dalam banyak proyek penelitian untuk meningkatkan sifat mekanik dari berbagai

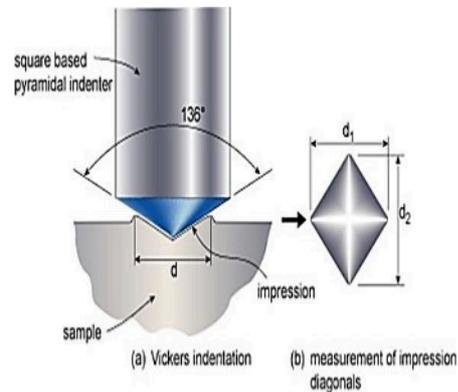
jenis bahan. Baja karbon adalah jenis baja yang memiliki komponen karbon yang hadir dalam jumlah yang relatif rendah (ASTM E23, 2020). Akibatnya, kekuatan tarik baja karbon secara signifikan lebih rendah jika dibandingkan dengan kekuatan tarik jenis baja lainnya (Syarief, 2006). Hal ini harus diantisipasi bahwa penerapan proses karburasi akan menghasilkan modifikasi komposisi kimia dasar baja karbon.

## METODE PENELITIAN

Baja ST 42 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Baja ST 42 berarti baja yang mempunyai kekuatan tarik 41-49 kg/mm<sup>2</sup> atau sekitar 410/490 N/mm<sup>2</sup>. Kekuatan tarik ini adalah maksimum kemampuan sebelum material mengalami patah. Kekuatan tarik *yield* ( $\sigma_y$ ) baja harganya dibawah kekuatan tarik maksimum. Baja pada batas kemampuan *yield* merupakan titik awal dimana sifatnya mulai berubah dari elastis menjadi plastis, perubahan sifat material baja tersebut pada kondisi tertentu sangat membahayakan fungsi konstruksi mesin. Kemungkinan terburuk konstruksi mesin akan mengalami kerusakan ringan sampai serius. Baja ST 42 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon rendah, disebut

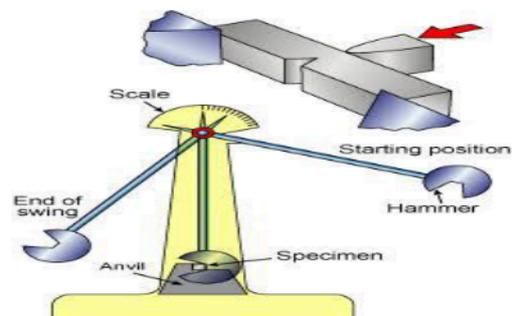
juga baja lunak, banyak sekali digunakan untuk pembuatan baja batangan, tangki, perkapalan, jembatan, menara, pesawat angkat dan dalam permesinan.

## Pengujian Kekerasan Dan Ketangguhan



Gambar 1. Posisi Beban Penekanan Metode Vicker

Kekerasan (*hardness*) adalah kemampuan bahan untuk tahan terhadap penggoresan, pengikisan, keausan, indentasi, penetrasi, dan mampu menahan beban sampai pada terjadinya deformasi plastis. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengevaluasi perlakuan panas, dan mendeteksi pengerasan atau pelunakan akibat *Overheating*, dekarburisasi ataupun pengerasan permukaan.



Gambar 2. Ilustrasi Skematis Pengujian Impact

Ketangguhan yaitu hubungan beberapa jumlah energi yang mampu diterima baja hingga terputus. Ketangguhan baja bisa diketahui melalui uji coba dengan memberikan pukulan (*Impact*) secara tiba-tiba. Pengujian impact metode *Charpy* (juga dikenal sebagai tes *Charpy v-notch*) merupakan standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan.

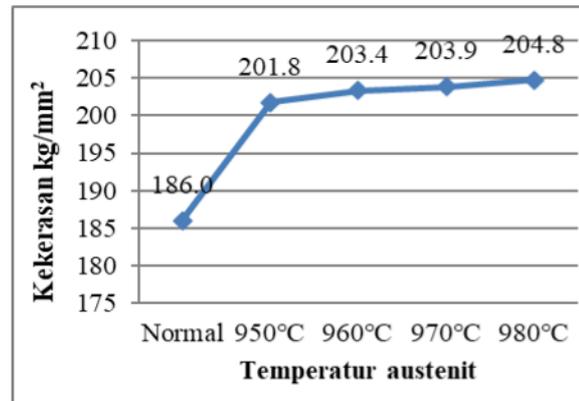
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, mesin uji ketangguhan (*impact test*), dapur pemanas (*furnance*), mesin uji kekerasan, kertas amplas, gergaji, jangka sorong, thermokopel (*thermocouple*), gerinda. Bahan atau material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Plat Baja ST 42. Berikut pada tabel 1 merupakan hasil pengujian kekerasan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan

Temp Austenit	Specimen	Uji Kekerasan (kg/mm <sup>2</sup> )	Mean
Normal	1	186.6	186.0
	2	185.9	
	3	185.6	
950°C	1	202.5	201.8
	2	197.5	
	3	205.5	
960°C	1	206.2	203.4
	2	207.6	
	3	196.5	
970°C	1	203.6	203.9
	2	202.2	
	3	205.9	

980°C	1	204.2	204.8
	2	204.3	
	3	206.0	

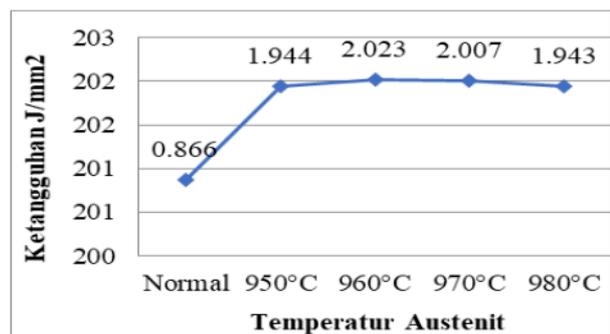


Gambar 1. Grafik Uji Kekerasan

Kemudian hasil pengujian ketangguhan ditunjukkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Ketangguhan

Temp Austenit	Specimen	Uji Kekerasan (kg/mm <sup>2</sup> )	Mean
Normal	1	186.6	186.0
	2	185.9	
	3	185.6	
950°C	1	202.5	201.8
	2	197.5	
	3	205.5	
960°C	1	206.2	203.4
	2	207.6	
	3	196.5	
970°C	1	203.6	203.9
	2	202.2	
	3	205.9	
980°C	1	204.2	204.8
	2	204.3	
	3	206.0	



Gambar 2. Grafik Uji Ketangguhan

Dari hasil pengujian diatas yang dilakukan pada temperatur austenit dengan *holding time* 2 jam terhadap kekerasan baja ST 42, dengan variasi temperatur austenit 950°C, 960°C, 970°C dan 980°C pada pengujian kekerasan menggunakan metode *Vickers*, dapat berpengaruh terhadap nilai kekerasan, dimana nilai pada temperatur 950°C sebesar 201.8 kg/mm<sup>2</sup>, temperatur 960°C sebesar 203.4 kg/mm<sup>2</sup>, temperatur 970°C sebesar 203.9 kg/mm<sup>2</sup>, temperatur 980°C sebesar 204.8 kg/mm<sup>2</sup>, dan spesimen normal sebesar 186.6 kg/mm<sup>2</sup>. Nilai rata rata tertinggi pada pengujian kekerasan berada pada temperatur 980°C dengan nilai sebesar 204.8 kg/mm<sup>2</sup>, dan terendah berada pada spesimen normal dengan nilai sebesar 186.6 kg/mm<sup>2</sup> jadi pada temperatur austenit mempengaruhi kekerasan baja ST 42, dan dapat dilihat pada tabel (a) dan pada gambar (a).

Pada temperatur austenit dengan *holding time* 2 jam terhadap ketangguhan baja ST 42, dengan variasi temperatur austenit 950°C, 960°C, 970°C dan 980°C pada pengujian ketangguhan menggunakan metode *Charpy*, dapat berpengaruh terhadap nilai ketangguhan, dimana nilai pada temperatur 950°C sebesar 1.944 Joule/mm<sup>2</sup>, temperatur 960°C sebesar 2.023 Joule/mm<sup>2</sup>, temperatur 970°C sebesar 2.007 Joule/mm<sup>2</sup>, temperatur 980°C sebesar 1.943 Joule/mm<sup>2</sup>, dan spesimen normal sebesar 0.866 Joule/mm<sup>2</sup>.

Nilai rata rata tertinggi pada pengujian ketangguhan berada pada temperatur 960°C dengan nilai sebesar 2.023 Joule/mm<sup>2</sup>, dan terendah berada pada spesimen normal dengan nilai 0.866 Joule/mm<sup>2</sup>. Jadi pada *holding time* mempengaruhi ketangguhan baja ST 42.

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Temperatur austenit dengan *holding time* 2 jam berpengaruh terhadap kekerasan baja ST 42, dimana nilai kekerasan tertinggi dengan temperatur 980°C sebesar 204.8 kg/mm<sup>2</sup>, dan terendah berada pada spesimen normal dengan nilai sebesar 186.6 kg/mm<sup>2</sup>. Temperatur austenit dengan *holding time* 2 jam berpengaruh terhadap ketangguhan baja ST 42, dimana nilai tertinggi dengan temperatur austenit 960°C memiliki nilai rata-rata sebesar 2.023 Joule/mm<sup>2</sup> dan terendah berada pada spesimen normal dengan nilai rata-rata 0.866 Joule/mm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM E23. (2020). Standard test methods for notched bar impact testing of metallic materials. *Standards*.
- Azmy, I., Umam, M. A. K., & Muliawan, R. (2021). Studi pengaruh proses tempering terhadap struktur mikro dan kekerasan post-annealing baja mangan austenitik. *Jurnal Polimesin*, 19(2).

- Bontong, Y., Nitha, Abbas, H., Syam, R., Arsyad, H., & Asmal, H. S. (2018). Behavior of pack carburizing with bone buffalo charcoal and BaCO<sub>3</sub> against mechanical properties of low carbon steel. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(14).
- Herbirowo, S., Puspasari, V., Primatama, M. I., Hendrik, H., Astawa, I. N. G. P., Adjiantoro, B., & Pramono, A. W. (2020). Pengaruh Perlakuan Panas Karburisasi Austemper pada Baja Laterit Paduan Cr-Mo terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 10(1). <https://doi.org/10.37209/jtbbt.v10i1.165>
- Laleh, M., Sadeghi, E., Revilla, R. I., Chao, Q., Haghdadi, N., Hughes, A. E., Xu, W., De Graeve, I., Qian, M., Gibson, I., & Tan, M. Y. (2023). Heat treatment for metal additive manufacturing. In *Progress in Materials Science* (Vol. 133). <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2022.101051>
- Nitha, Arma, L. H., Sutresman, O. S., & Aminy, A. Y. (2023). IDENTIFYING OF CHEMICAL COMPOSITION CHANGES DURING THE CARBURIZING PROCESS OF CARBON STEEL UNDER TENSION. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(12(124)). <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286199>
- Nitha, N. (2019). Pengaruh Pack Carburizing Arang Tulang Kerbau Mesh 30 Dan Temperatur 950C Terhadap Keausan Baja Karbon Sedang. *Mechanical Engineering Science (MES)*, 1(1).
- Syarief, A. (2006). Uji Kekerasan Baja Konstruksi St-42 Pada Proses Heat Treatment. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1).