

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

A R M A T U R

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Pengaruh gelombang ultrasonik terhadap nilai kekerasan, laju korosi baja AISI 1020 pada larutan HCl 3,5% setelah proses *quenching*

Sugeng Prasetyo^{1*}, Yuliani¹, Firdaus MS¹¹Nama Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Ogan Komering Ilir Kayuagung,
Jalan Lintas Timur Nomor 333 Celikah-Cintaraja, Kayuagung, Sumatera Selatan.

A R T I C L E I N F O

Keywords:
Quenching
ultrasonic
hardness value
corrosion rate
HCl 3.5%

A B S T R A C T

Determination of the value of hardness, corrosion rate and microstructure after the quenching process with variations in immersion time with the help of ultrasonic waves, cooling media in 3,5% HCl solution. The specimens were placed in ultrasonic batches with a frequency of 45 KHz to obtain maximum results. the lowest hardness values in water cooling media occurred at the time of immersion using ultrasonic waves 7 hours, tempering temperatures of 300°C, 400°C and 500°C were 0,6 HRA, 51.2 HRA, 51,6HRA for oil medium of 40 ,3HRA, 41.2HRA, 41.3HRA. While the value of the corrosion rate was obtained the higher the tempering temperature and the length of immersion time the corrosion rate decreased the corrosion rate value in the oil cooling medium was 0.1663 mm/year, 0.1663 mm/year, 0.4726 mm/year, respectively. as well as water cooling media, respectively, namely 0.2125 mm/year, 0.3151mm/year and 0.2538 mm/year. metallographic test results can be a lot of pearly and ferrite formed.

Pendahuluan

Baja karbon rendah banyak diterapkan dalam berbagai bidang karena mempunyai biaya produksi yang rendah. Baja karbon AISI 1020 sudah banyak diaplikasikan pada bidang industri manufaktur, pipa, suku cadang mesin [1]. Permasalahan yang sering dihadapi penggunaan material logam adalah

terjadinya korosi terutama pada lingkungan suhu tinggi [2] mengakibatkan terjadinya kerusakan dan kegagalan pada material tersebut [3]. Pada negara maju 5% pendapatan negara dialokasikan untuk pencegahan atau pemeliharaan dan mengganti produk atau alat akibat terjadinya korosi [4].

*Corresponding author: salamaulazam@gmail.com

DOI: <https://10.24127/armatur.v4i2.4015>

Received 03 Juli 2023; Received in revised form 16 Juli 2023; Accepted 24 Agustus 2023

Available online 1 September 2023

Korosi terjadi pada logam ferrous dan non ferrous. Pada logam ferrous korosi dipengaruhi oleh sifat material logam pada komposisi yang membentuknya. Faktor utama penyebab korosi adalah adanya reaksi elektro kimia dengan lingkungannya, dimana kecepatan korosi tergantung dari beberapa aspek pendukungnya, antara lain temperatur, konsentrasi reaktan, kelembaban, tegangan mekanik, dan erosi akibat gesekan [5]. Penggunaan gelombang ultrasonik dalam mengukur laju korosi dapat mengetahui cacat dan kerusakan pada material. penelitian serupa menunjukkan bahwa dengan variasi waktu ultasonik 2 jam, 4 jam dan 6 frekuensi 40 kHz dengan larutan asam klorida (HCl) 3,5% pada baja karbon. Pengukuran laju dapat menggunakan metode kehilangan berat (*corroding specimens*) dan metode elektrokimia (*electric and electro chemical techniques*) [6].

Dengan menggunakan metode kehilangan berat, maka persamaan laju korosi dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{Corrosion Rate} = \frac{W \times K}{D \times A \times T} \quad (1)$$

dengan :

CR = lajukorosi

W = Kehilangan berat selama korosi (mgr)

D = Massa jenis spesimen (gr/cm)

A = Luas Penampang (cm²)

T = Waktu Proses Korosi (jam)

Tabel 1. Hubungan laju korosi dengan ketahanan korosi

No	Ketahanan Korosi Relatif	Laju Korosi (mm/tahun)
1	Luar Biasa	< 0,02
2	Baik Sekali	0,02 - 0,15
3	Baik	0,15 - 0,5

4	Cukup	0,5 - 1,25
5	Jelek	1,25 - 5
6	Jelek Sekali	>5

Perlakuan panas dapat mengubah sifat mekanik pada baja seperti kekuatan luluh, kekuatan tarik, kekerasan, ketahanan benturan [7]. Perlakuan panas merupakan perubahan sifat mekanik melalui proses pemanasan dan pendinginan yang diinginkan sehingga terjadi perubahan struktur kristal logam. Beberapa variabel yang mempengaruhi sifat mekanik seperti temperatur, waktu tunggu dan laju pendinginan [8].

Penggunaan Media pendingin pada spesimen uji adalah untuk mendinginkan spesimen tersebut setelah mengalami *heat treatment* merupakan faktor yang dapat mempengaruhi nilai kekerasan. pada penelitian ini penggunaan air dan oli sebagai media *quench* proses pendingin cepat agar menghasilkan struktur martensit dari fase austenit. Setelah melakukan pendinginan spesimen mendapatkan perlakuan tempering untuk mengurangi nilai kekerasan semakin tinggi suhu tempering dan semakin lama didiamkan pada suhu ini maka nilai keuletan dan ketangguhan semakin baik dan nilai kekerasan semakin rendah.

Penggunaan Gelombang ultrasonik yang bersifat *non-invasive* dan *non-destructive*, yang dapat di aplikasikan dengan mudah ke berbagai bidang [9]. Salah satu contoh manfaat penggunaan gelombang ultrasonik untuk mempercepat suatu proses [10]. Cara kerja gelombang ultrasonik pada laju korosi adalah sebagai berikut dimana gelombang ultrasonik terbentuk dari pembangkitan ultrason secara lokal dari kavitas mikro pada sekeliling atau sekita material sehingga terjadi efek ganda disamping itu juga kavitas gelombang ultrasonic dapat menghasilkan

daya patah dan meningkatkan transfer material [11].

Dari keterangan diatas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik berupa nilai kekerasan dan laju korosi dengan bantuan gelombang ultrasonic pada larutan asam dengan melakukan variasi media pendingin yaitu air dan oli pada proses quenching, sedangkan variasi temperatur tempering adalah 300°C, 400°C, 500°C dan variasi waktu gelombang ultrasonik 5 jam, 6 jam, 7 jam, pada larutan Asam HCl 3,5% .

Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penelitian rancangan acak lengkap (RAL) dengan variasi media pendingin, temperatur tempering, variasi waktu penggunaan gelombang ultrasonic dan media pelarut berupa larutan asam klorida HCl 3,5%. Dengan menggunakan metode diatas dapat diketahui nilai laju korosi, nilai kekerasan struktur mikro baja karbon rendah AISI 1020 setelah mendapatkan perlakuan quenching dan tempering pada larutan asam klorida dengan bantuan gelombang ultrasonik. Pada proses penelitian mula-mula dibuat spesimen dengan diameter 3 cm tebal 2 cm kemudian diampelas sampai bersih untuk menghilangkan kotoran, dimasukkan kedalam Loyang kemudian spesimen dimasukkan ke dalam furnace dengan suhu quenching 900°C holding time 45 menit setelah mencapai waktu yang ditentukan spesimen didinginkan secara cepat dengan media pendingin air dan oli kemudian spesimen ditempering dengan variasi temperatur 300°C, 400°C dan 500°C dengan waktu tunggu 30 menit setelah spesimen dingin spesimen di masukkan kedalam gelas beker ditambah dengan larutan asam 3,5% dimasukkan kedalam ultrasonik batch dengan frekuensi 45KHz selama 5 jam, 6 jam, 7 jam dengan cara yang sama perlakuan pada larutan garam 3,5%. Setelah proses selesai dihitung laju korosi metode

kehilangan berat, struktur mikro menggunakan mikroskop dan uji kekerasan dengan menggunakan metode Rockwell

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian dengan judul pengaruh gelombang ultrasonik terhadap nilai kekerasan, laju korosi baja AISI 1020 pada larutan HCl 3,5% setelah proses quenching adalah menggunakan alat berupa mesin uji rockwell, ultrasonik batch, mikroskop, kamera, timbangan digital, baskom, sarung tangan, gelas ukur, suntikan, gelas takar, penggaris dan jangka sorong, gerinda potong, kikir, amplas dan alat bantu yang lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain baja AISI 1020, larutan asam klorida 3,5%, aquades.

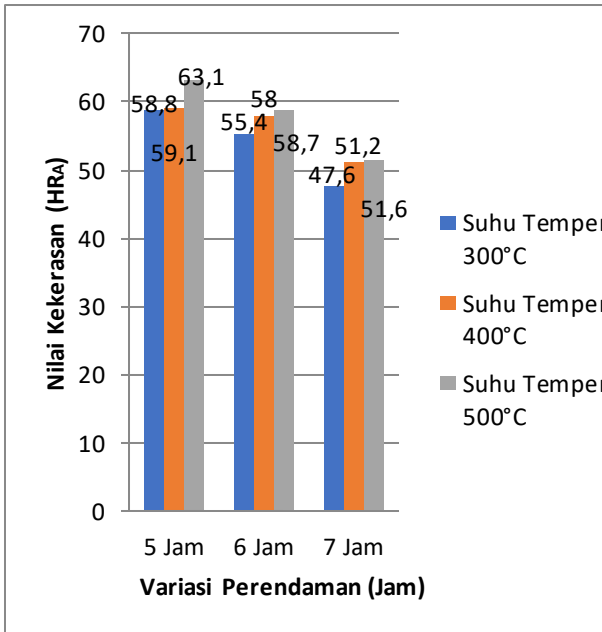
Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian kekerasan dan laju korosi bertempat di Laboratorium Metalurgi dan Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang. Pengujian kekerasan menggunakan jenis rockwell, laju korosi menggunakan ultrasonik batch.

Hasil dan Pembahasan

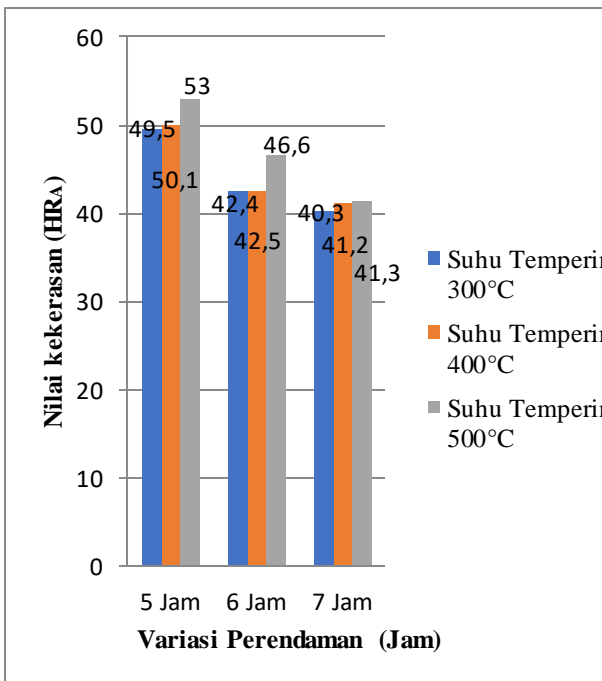
Data dan hasil perhitungan pengujian kekerasan, laju korosi dan struktur mikro, kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah proses analisis dan pembahasan. Adapun analisis pembahasan dari masing-masing pengujian adalah sebagai berikut.

3.1 Analisis Hasil Uji Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan dapat di lihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut.



Gambar 1. Grafik hasil uji kekerasan dengan media pendingin air.



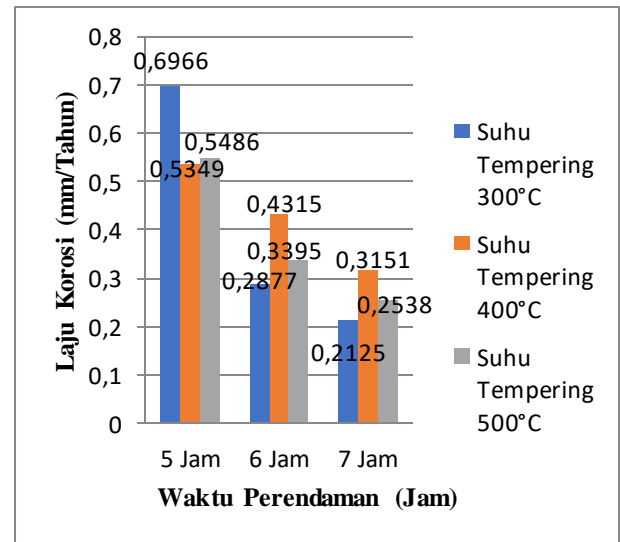
Gambar 2. Grafik hasil uji kekerasan dengan media pendingin oli.

Pengujian kekerasan dengan temperatur *quenching* 900°C *holding time* 45 menit pada media air dan oli dengan variasi temperatur tempering 300°C, 400°C dan 500°C selama 30 menit dengan variasi waktu perendaman dengan bantuan gelombang ultrasonik 5 jam, 6 jam, 7 jam didapatkan nilai kekerasan semakin

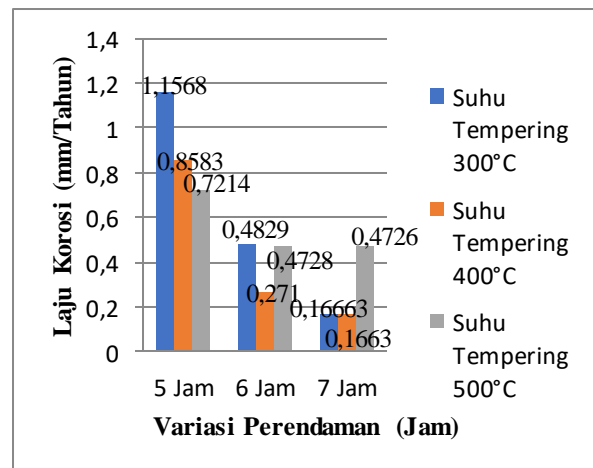
menurun karena terbentuknya pearlit dengan dimensi yang besar. Pearlit yang terbentuk merupakan dispersi partikel yang bulat dalam matriks ferit. partikel pearlit yang keras dapat menghambat deformasi plastik matriks ferit yang lunak dan ulet. Namun dari segi tingkat ketahanan terhadap korosi fenomena ini dapat menurunkan laju korosi karena terjadi pengurangan dan terjadi presipitasi pearlit pada daerah batas butir.

3.2 Analisis Hasil Laju Korosi

Hasil pengujian kekerasan dapat di lihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.



Gambar 3. Grafik hasil uji laju korosi pada media pendingin air



Gambar 4. Grafik hasil uji laju korosi pada media pendingin oli.

Hasil pengujian laju korosi pengaruh lamanya waktu perendaman akan terjadi penurunan laju korosi baik pada media pendingin air maupun oli. Namun penurunan laju korosi yang sangat signifikan pada waktu perendaman dengan bantuan gelombang ultrasonik 6 jam ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh I. J. Kang. Pengaruh gelombang ultrasonik pada proses *heat treatment* dapat mempengaruhi laju korosi yang terjadi dengan berubahnya struktur mikro dari logam. Sebelum proses penemperan baja mengandung satu fasa yang dominan yaitu fasa martensit yang mempunyai struktur tetragonal pemusatan ruang.

Namun saat terjadi penemperan dan waktu perendaman lebih rendah mempunyai laju korosi yang lebih besar diantara perlakuan panas yang lainnya. Hal ini karena ada batas-batas butir dari ferit dan pearlit. Tetapi pada saat penemperan pada suhu tinggi dan waktu perendaman lebih lama laju korosi semakin kecil hal ini disebabkan pearlit dan ferit yang tersebar pada batas-batas butir mengumpul kembali.

Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat di tarik beberapa kesimpulan. Pengaruh lama perendaman menggunakan gelombang ultrasonik, dan variasi suhu tempering terhadap nilai kekerasan menunjukkan hasil bahwa semakin lama perendaman maka nilai kekerasan semakin menurun seiring naiknya suhu tempering. Dimana didapatkan nilai kekerasan dan laju korosi berada pada variasi 7 jam perendaman suhu tempering 300°C, 400°C, 500°C berturut-turut pada media air yaitu sebesar 47,6 HRA, 51,2 HRA, 51,6HRA. Sama halnya dengan media pendingin oli berturut-turut yaitu 40,3HRA, 41,2 HRA, 41,3 HRA. Sedangkan nilai laju korosi didapatkan semakin tinggi suhu tempering dan lamanya waktu perendaman didapatkan laju korosi semakin menurun nilai laju korosi pada media pendingin oli berturut-turut 0,1663 mm/tahun, 0,1663 mm/tahun,

0,4726 mm/tahun. begitu juga dengan media pendingin air berturut-turut yaitu 0,2125 mm/tahun, 0,3151mm/tahun dan 0,2538 mm/tahun.

Referensi (tipe indentasi Hanging 1 cm)

- [1] Naje, J. M., Dawood, N. H., Ghazi, S. S., 2019. Effect Of Ultrasonic Peening On Impact Strength Of Low Carbon Steel AISI 1020. Journal of Southwest Jiaotong University/ Vol.54 No.6.
- [2] Abdul Rahman, M. A., Abubakre, O. A., Abdul kareem, S. A., Tijani, J. O., Aliyu, A and Ayo Samuel, Afolabi, A. S. (2017). Effect of Coating Mild Steel with CNTs Its Mechanical Properties and Corrosion Behaviour in Acidic Medium. Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol. 8 015016.14pp. DOI 10.1088/2043-6254/aa5cf8
- [3] Philip, A. S. 2010. Fundamental of Corrosion; Mechanism, Causes and Preventive Methods. (Boca Raton, FL: CRC Press) pp 14–25.
- [4] Rani, B. E. A and Basu, B. J., 2011 Int. J. Corros. 20 380217.
- [5] Siregar, Batu M., Bintang, Muthia, 2005. Analisa Laju Korosi Mild Steel Pada Lingkungan dengan Kelembaban Tinggi Selama 24 jam. Jurnal Sistem Teknik Industri Vol. 6, No. 05., November, Hal. 66 – 70.
- [6] Kang, I. J., Kim, K. T., Yoo, Y. R and Kim, Y. S., 2020. Effect of Ultrasonic Amplitude on Electrochemical Properties During Cavitation of Carbon Steel in 3.5% NaCl Solution. Corrosion Science and Technology, Vol. 19, No.4, PP. 163-173.
- [7] M. Adham Adnan., Kok-Eng., Pandian Bothi Raja., Mokhtar Che Ismail., SaeidKakooei. 2018. Influence of Heat Treatment on the Corrosion of Carbon Steel in Environment Containing Carbon Dioxide and Acetic Acid. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 370 (2018) 012039 doi:10.1088/1757-899X/370/1/012039.
- [8] Callister, J. W. D. 1997. Material Science and Engineering: An

- Introduction. New York : John Wiley & Sons, Inc. P 290
- [9] Mc. Clement, D. J. 1995. Advances In The Application of Ultrasound in Food Analysis and Processing. Trends Food Sci.Tech. 6,293-299.
- [10] Kuldiloka, J. 2002. Effect of Ultrasound, Temperature and Pressure Treatments on Enzyme Activity and Quality Indicators of Fruits and Vegetable Juice. Dissertation der Technischen Universität Berlin.
- [11] Liu, Q. M. 2010. Optimazation of Ultrasonic-Assisted Extraction of Chlorogenic Acid From Folium Eucommiae and Avaluation of Its Antioxidant Activity. Journal of Medical Plants Research Vol 4 (23), PP 2503-2511.