

ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PROSES PERLAKUAN PANAS DAN VARIASI MEDIA KOROSI PADA MATERIAL BAJA ST 41 TERHADAP LAJU KOROSI

Tobias Romario Reyaan (Mahasiswa)

Edi Santoso, S.T., M.T (Dosen Pembimbing)

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: melvinoreyaan@gmail.com¹,

email: edisantoso@untag-sby.ac.id²

ABSTRAK

Penghancuran atau degradasi bahan logam sebagai akibat dari reaksi kimia di lingkungannya dikenal sebagai korosi. Karena korosi dapat mengakibatkan kerugian, penting untuk mempertimbangkan korosi saat memilih bahan manufaktur. Baja adalah logam kombinasi, logam besi sebagai komponen penting dengan beberapa komponen yang berbeda, termasuk baja karbon. Dengan unsur karbon 0,1517%, silikon 0,1994%, mangan 0,5631%, fosfor 0,0224%, dan sulfur 0,047%, baja ST 41 dapat menahan kekuatan tarik sebesar 41 kgf/mm². Sifat yang digerakkan oleh baja ST 41 adalah memiliki kekuatan yang cukup tinggi, memiliki nilai kekerasan yang cukup, tingkat kekokohan lapisan yang baik. Karena memiliki sifat-sifat yang disebutkan di atas, baja ST 41 banyak digunakan dalam: poros, pin unclogger, camshaft, pin pegas, dan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap laju korosi pada baja ST 41 dengan media korosi air laut, air sungai dan H₂SO₄ dan untuk mengetahui pengaruh variasi media korosi pada baja ST 41 terhadap laju korosi. Penelitian ini menggunakan metode pengujian kehilangan berat, yaitu dengan menghitung berat awal dan bert akhir spesimen. Spesimen menggunakan perlakuan panas dengan temperatur 900°C dan holding time selama 30 menit, spesimen kemudian dimasukkan ke dalam media pendingin oli, minyak bimoli dan air. Spesimen direndam di dalam media korosi air laut, air sungai dan H₂SO₄ selama 21 hari (504 jam) dan dihitung laju korosinya. Laju korosi terbaik adalah pada media pendingin minyak bimoli dengan media korosi air laut dan H₂SO₄ dengan nilai rata – rata laju korosi 0.1517 mm/y.

Kata Kunci: Media Pendingin, Proses Perlakuan Panas, Media Korosi, Material Baja ST 41, Laju Korosi

ABSTRACT

Corrosion is an event of destruction or degradation of metal materials due to chemical reactions in their environment. Corrosion is one of the most important considerations in selecting fabrication materials, because corrosion can cause losses. Steel is an alloy metal, iron metal as a basic element with several other elements, including carbon steel. ST 41 steel is able to withstand a tensile strength of 41 kgf/mm², with the elements carbon 0.1517%, silicon 0.1994%, manganese 0.5631%, phosphorus 0.0224% and sulfur 0.047%. The properties possessed by ST 41 steel are having a fairly high strength, having sufficient hardness values, good dimensional stability. Because it has the properties mentioned above, ST 41 steel is widely used in: shafts, plunger pins, camshafts, spring pins and others. This study aims to determine the effect of various cooling media on the corrosion rate of ST 41 steel with seawater, river water and H₂SO₄ corrosion media and to determine the effect of variations of corrosion media on ST 41 steel on the corrosion rate. This study uses weight loss testing or testing by calculating the initial weight of the specimen material and calculating the final weight of the

specimen. The specimens used heat treatment with a temperature of 900°C and a holding time of 30 minutes, the specimens were then placed in a cooling medium of oil, bimoli oil and water. The specimens were immersed in seawater, river water and H₂SO₄ corrosion media for 21 days (504 hours) and the corrosion rates were determined. The best corrosion rate was in the cooling medium for oil and bimoli oil with seawater and H₂SO₄ corrosion media with an average corrosion rate of 0.1517 mm/y.

Keywords: *Cooling Media, Heat Treatment Process, Corrosion Media, ST 41 Steel Material, Corrosion Rate*

PENDAHULUAN

Penghancuran atau degradasi bahan logam sebagai akibat dari reaksi kimia di lingkungannya dikenal sebagai korosi. Karena korosi dapat mengakibatkan kerugian, penting untuk mempertimbangkan korosi saat memilih bahan manufaktur. Baja adalah logam kombinasi, logam besi sebagai komponen penting dengan beberapa komponen yang berbeda, termasuk baja karbon.

Konsumsi sangat mempengaruhi penghambatan baja. Kerusakan pada baja yang mengakibatkan baja mudah atau cepat rusak. Ion, temperatur, dan gas terlarut merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya korosi. Baja merupakan material yang sering digunakan dalam kegiatan industri. Baja diketahui memiliki sifat mekanik tertentu, seperti kekerasan, yang membuatnya berguna dalam kondisi operasi tertentu. Berbagai prosedur perawatan, termasuk perawatan mekanis atau perlakuan panas, dapat meningkatkan sifat mekanik ini.

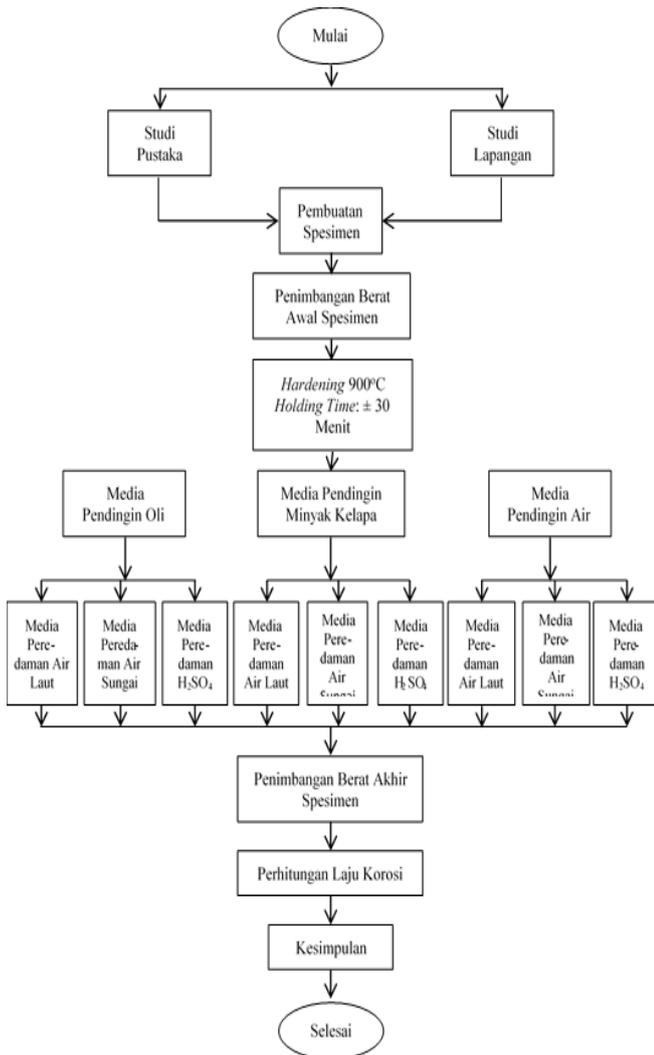
Industri saat ini sangat bergantung pada komponen baja karbon rendah akibat kemajuan baja. Baja mengandung dua unsur paling melimpah yang dapat diproduksi, besi dan karbon, dan dapat dipadukan dengan bahan lain. Baja juga sering digunakan untuk menghasilkan bahan baku jadi. Baja karbon rendah banyak digunakan dalam industri karena dapat mengubah mutu baja dari rapuh menjadi lebih kuat dan dari baja yang mengeras menjadi rapuh (Agus Adipura dan Maula Nafi, 2022). Material yang selanjutnya dapat digunakan untuk meningkatkan kekakuan dan mengubah bentuk martensit karena mudah berubah bentuk selama proses perlakuan panas. Bagian-bagian mesin yang terbuat dari baja karbon rendah meliputi: rantai, skrup dan poros, roda gigi, dan lain-lain.

Menurut Nadia Novri (2017), istilah “perlakuan panas” atau “perlakuan panas” secara umum mengacu pada proses pemanasan logam sampai suhu yang telah ditentukan dengan kecepatan pemanasan yang telah ditentukan, dibiarkan selama waktu yang telah ditentukan, dan kemudian didinginkan kembali dengan perubahan kecepatan pendinginan yang telah ditentukan menggunakan media udara atau cairan seperti oli dan air.

Karena merupakan baja karbon rendah, baja ST 41 memiliki sifat mekanik seperti kekerasan dan keuletan yang tidak memenuhi persyaratan saat ini. Dalam pembuatan palu menggunakan bahan baja ST 41 tidak sulit untuk di tambah atau di regangkan saat digunakan karena bahan baja yang digunakan tidak cukup keras. Oleh karena itu, untuk mencapai kekerasan yang diinginkan, dilakukan pengerasan untuk mengubah sifat fisik material.

Sistem pemadatan adalah proses terapi intensitas yang dilakukan untuk menghasilkan benda kerja yang keras, siklus ini diselesaikan pada temperatur tinggi, tepatnya pada temperatur austenitisasi yang digunakan untuk memecah sementit dalam austenitik yang kemudian dipadamkan. Untuk menghasilkan material yang rapuh dan keras, proses pengerasan memerlukan suhu dan waktu penahanan yang tepat. Baja adalah logam paduan yang memiliki unsur dasar besi, karbon, dan unsur lainnya. Sifat-sifat baja sangat bergantung pada kandungan karbonnya, dan karbon merupakan salah satu unsur terpenting karena dapat meningkatkan kekerasan baja itu sendiri. Tingkat pendinginan memiliki dampak yang signifikan terhadap sifat mekanik baja. Setiap pengurangan panas yang cepat akan menyebabkan elemen kekerasan baja menjadi martensif. Irham Hawari, Muhammad, dan lainnya, 2020).

PROSEDUR EKSPERIMEN



Pembuatan Spesimen

Dalam hal ini, pembuatan spesimen adalah pemotongan. Proses membagi benda padat menjadi dua atau lebih disebut pemotongan. Mengiris adalah kekuatan terkoordinasi melalui area permukaan kecil, item yang biasanya digunakan untuk sistem pemotongan adalah prosesor pemotongan yang terletak. Pada umumnya, benda tajam apa pun dapat memotong benda yang memiliki tingkat kekerasan lebih rendah dengan kekuatan besar.



Pembuatan Spesimen

Penimbangan Berat Awal Spesimen

Penimbangan berat awal spesimen adalah suatu proses yang dilakukan setelah proses pemotongan, dimana untuk mengetahui berat baja ST 41 sebelum terjadinya proses korosi. Timbang awal pada penelitian ini menggunakan timbangan elektronik atau digital.



Hardening dan Holding Time

Pengerasan adalah proses perlakuan panas yang dilakukan pada suhu tinggi untuk membuat benda kerja yang keras. Jumlah waktu yang tepat untuk menahan bahan agar tidak rapuh dan keras.



Proses Hardening dan Holding Time

Media Pendingin Oli, Minyak Bimoli dan Air

Proses pengendapan suatu zat atau bahan ke permukaan substrat (bahan yang akan dilapisi) dikenal dengan media pendingin. Tujuannya untuk memperindah permukaan, memperoleh sifat mekanik permukaan seperti kekerasan dan ketahanan aus, melindungi material yang bersentuhan langsung dengan lingkungan (ketahanan korosi), dan melindungi material.



Proses Pendinginan

Proses Korosi

Reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan produksi senyawa yang tidak diinginkan menyebabkan korosi proses, yaitu kerusakan atau degradasi logam. Karat adalah nama umum untuk proses korosi. Contoh proses erosi yang paling terkenal adalah berkaratnya baja, besi, dan pelat.



Proses Korosi

Penimbangan Berat Akhir Spesimen

Penimbangan berat akhir spesimen adalah suatu proses yang dilakukan setelah proses terjadinya korosi, dimana untuk mengetahui berat baja ST 41 setelah terjadinya proses korosi. Timbang akhir pada penelitian ini menggunakan timbangan elektronik atau digital.



Penimbangan Berat Akhir Spesimen

Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi adalah kecepatan hambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Menghitung laju korosi pada umumnya menggunakan rumus yaitu:

$$CR (mm/y) = \frac{k \times w}{A \times t \times \rho}$$

Dimana:

- CR = Laju Korosi (mm/y)
- k = Kostanta Laju Korosi ($8,76 \times 10^4$)
- w = Massa yang Hilang (gram)
- ρ = Densitas Logam ($7,85 \text{ g/cm}^3$)
- t = Waktu (jam)
- A = Luas Permukaan Logam (cm^2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji kehilangan berat yang dilakukan setelah perlakuan panas dengan oli, minyak bimoli, dan media pendingin air dimasukkan dalam data penelitian. Contoh material pada penelitian ini menggunakan material baja ST 41.



(Gambar A Hasil rendaman spesimen tanpa perlakuan panas dan media pendingin dengan media korosi air laut, air sungai dan H_2SO_4)



(Gambar B Hasil rendaman spesimen perlakuan panas dan media pendingin oli

dengan media korosi air laut, air sungai dan H₂SO₄)



(Gambar C Hasil rendaman spesimen perlakuan panas dan media pendingin minyak bimoli dengan media korosi air laut, air sungai dan H₂SO₄)



(Gambar D Hasil rendaman spesimen perlakuan panas dan media pendingin air dengan media korosi air laut, air sungai dan H₂SO₄)

Metode *weight loss* digunakan untuk menghitung laju korosi pada penelitian ini. Awalnya dilakukan penimbangan berat awal (W_1) yaitu sebelum proses perendaman dan berat akhir (W_2) yaitu sesudah perendaman spesimen pada hari ke-21 untuk selanjutnya dilakukan perhitungan laju korosi menggunakan metode kehilangan berat.

Adapun semua hasil data dari pengujian kehilangan berat yang didapatkan pada saat pengambilan data bisa dilihat pada tabel perhitungan kehilangan berat spesimen menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta W = W_1 - W_2$$

Dimana: ΔW = Kehilangan berat
 W_1 = Berat awal
 W_2 = Berat akhir setelah pengujian

Data kehilangan berat variasi media pendingin dengan variasi media korosi air laut

Media Pendingin	waktu perendaman (Hari)	W ₁ (gram)	W ₂ (gram)	ΔW (gram)
Tanpa Perlakuan	21	123,5	122,6	0,9
	21	118,6	117,8	0,8
	21	124,6	123,8	0,8
Oli	21	116,7	116,5	0,2
	21	120,8	120,6	0,2
	21	119,8	119,5	0,3
Minyak bimoli	21	118,7	118,4	0,3
	21	113,5	113,1	0,4
	21	116,2	115,9	0,3
Air	21	117,2	116,7	0,5
	21	120,8	120,3	0,5
	21	118,0	117,4	0,6

Data kehilangan berat variasi media pendingin dengan variasi media korosi air sungai

Media Pendingin	waktu perendaman (hari)	W ₁ (gram)	W ₂ (gram)	ΔW (gram)
Tanpa Perlakuan	21	119,4	118,9	0,5
	21	120,7	120,1	0,6
	21	118,6	118,1	0,5
Oli	21	124,2	123,9	0,3
	21	117,5	117,2	0,3
	21	123,0	122,5	0,2
Minyak bimoli	21	121,2	120,9	0,3
	21	119,1	118,8	0,3
	21	118,0	117,8	0,2
Air	21	116,2	115,8	0,4
	21	121,0	120,7	0,3
	21	119,9	119,5	0,4

Data kehilangan berat variasi media pendingin dengan variasi media korosi H₂SO₄

Media Pendingin	waktu perendaman (hari)	W ₁ (gram)	W ₂ (gram)	ΔW (gram)
Tanpa Perlakuan	21	122,4	121,7	0,7
	21	120,5	119,9	0,6
	21	118,5	117,7	0,8
Oli	21	122,1	121,8	0,3
	21	120,0	119,8	0,2
	21	116,2	115,9	0,3
Minyak Biimoli	21	119,9	119,7	0,2
	21	116,1	115,9	0,2
	21	119,4	119,1	0,3
Air	21	119,3	118,9	0,4
	21	121,0	120,8	0,2
	21	123,9	123,5	0,4

Perhitungan Laju Korosi

Setelah nilai kehilangan berat didapatkan, berikutnya perhitungan laju korosi (*corrosion rate*) pada spesimen uji di setiap variasi media pendingin dengan menggunakan persamaan dilakukan. Adapun rumus persamaanya sebagai berikut:

$$CR (mm/y) = \frac{k \times w}{A \times t \times \rho}$$

Dimana:

CR = Corrosion Rate / Laju Korosi (mm/y)

k = Kostanta Laju Korosi (8,76 x 10⁴)

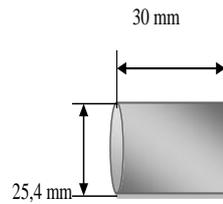
w = weight loss / Massa yang Hilang (gram)

ρ = Densitas Logam (7,85 g/cm³)

t = Time Waktu (jam)

A = Luas Permukaan Logam (cm²)

Material spesimen dipotong dan dibentuk dengan ukuran yang sudah ditentukan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.8 Seketsa spesimen uji (Nadia Novri, 2017)

Perhitungan luas permukaan:

$$T = 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$$

$$D = 25,4 \text{ mm} = 2,54 \text{ cm}$$

$$L = 2(\pi \cdot r^2) + \pi \cdot d \cdot t$$

$$L = 2(\pi \cdot 1,27^2) + \pi \cdot 2,54 \cdot 3$$

$$L = 2(\pi \cdot 1,61) + \pi \cdot 2,54 \cdot 3$$

$$L = 10,11 + 23,92$$

$$L = 34,04 \text{ cm}^2$$

Baik spesimen yang diperlakukan tanpa perlakuan panas maupun yang diperlakukan dengan perlakuan panas dan media pendingin menjalani perhitungan yang sama. Spesimen dengan perlakuan panas menggunakan variasi media pendingin oli, minyak bimoli dan air dengan media korosi air laut, air sungai dan H₂SO₄. Hasil data perhitungan tingkat laju korosi pada material baja ST 41 dengan temperatur 900°C dan lama waktu perendaman selama 21 hari. Setiap variasi akan dihitung pada hari yang ke -21. Dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Data perhitungan laju korosi variasi media pendingin dengan variasi media korosi air laut

Media Pendingin		Lama Perendaman		Kehilangan berat (gram)	Laju korosi (mm/y)
Kode	Media Pendingin	Jam	Hari		
D1	Tanpa Perlakuan	504	21	0,9	0,5854
D2	Tanpa Perlakuan	504	21	0,8	0,5203
D3	Tanpa Perlakuan	504	21	0,8	0,5203
<i>rata-rata laju korosi tanpa perlakuan panas dan media pendingin= 0.5429</i>					
A1	Oli	504	21	0,2	0,1300
A2	Oli	504	21	0,2	0,1300
A3	Oli	504	21	0,3	0,1951
<i>rata-rata laju korosi dengan perlakuan panas dan variasi media pendingin oli = 0.1517</i>					
B1	Minyak Bimoli	504	21	0,3	0,1951
B2	Minyak Bimoli	504	21	0,4	0,2601
B3	Minyak Bimoli	504	21	0,3	0,1951
<i>rata-rata laju korosi dengan perlakuan panas dan variasi media pendingin minyak bimoli= 0.2167</i>					
C1	Air	504	21	0,5	0,3252
C2	Air	504	21	0,5	0,3252
C3	Air	504	21	0,6	0,3902

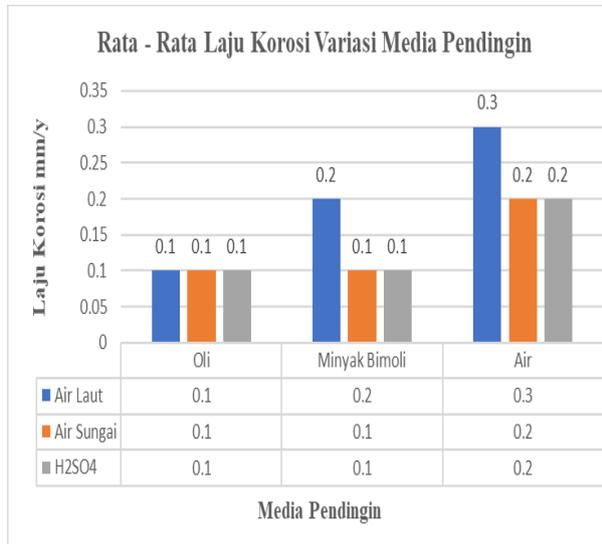
Data perhitungan laju korosi variasi media pendingin dengan variasi media korosi air sungai

Media Pendingin		Lama Perendaman		Kehilangan berat (gram)	Laju korosi (mm/y)
Kode	Media Pendingin	Jam	Hari		
D4	Tanpa Perlakuan	504	21	0,5	0,3252
D5	Tanpa Perlakuan	504	21	0,6	0,3902
D6	Tanpa Perlakuan	504	21	0,5	0,3252
<i>rata-rata laju korosi tanpa perlakuan panas dan media pendingin= 0.3468</i>					
A4	Oli	504	21	0,3	0,1951
A5	Oli	504	21	0,3	0,1951
A6	Oli	504	21	0,2	0,1300
<i>rata-rata laju korosi dengan perlakuan panas dan variasi media pendingin oli = 0.1734</i>					
B4	Minyak Bimoli	504	21	0,3	0,1951
B5	Minyak Bimoli	504	21	0,3	0,1951
B6	Minyak Bimoli	504	21	0,2	0,1300
<i>rata-rata laju korosi dengan perlakuan panas dan variasi media pendingin minyak bimoli= 0.1734</i>					
C4	Air	504	21	0,4	0,2601
C5	Air	504	21	0,3	0,1951
C6	Air	504	21	0,4	0,2601

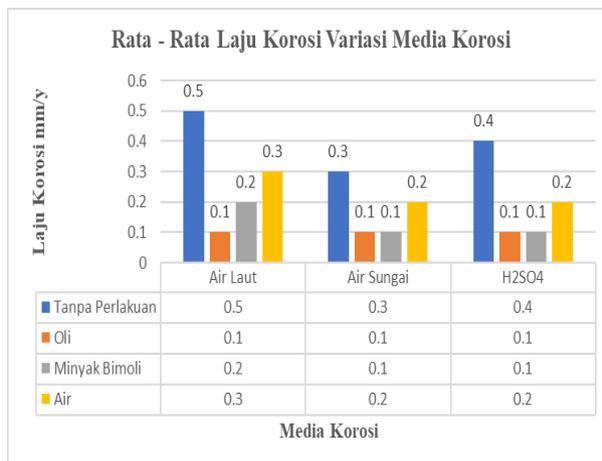
Data perhitungan laju korosi variasi media pendingin dengan variasi media korosi H₂SO₄

Media Pendingin		Lama Perendaman		Kehilangan berat (gram)	Laju korosi (mm/y)
Kode	Media Pendingin	Jam	Hari		
D7	Tanpa Perlakuan	504	21	0,7	0,4553
D8	Tanpa Perlakuan	504	21	0,6	0,3902
D9	Tanpa Perlakuan	504	21	0,8	0,5203
<i>rata-rata laju korosi tanpa perlakuan panas dan media pendingin = 0.4552</i>					
A7	Oli	504	21	0,3	0,1951
A8	Oli	504	21	0,2	0,1300
A9	Oli	504	21	0,3	0,1951
<i>rata-rata laju korosi dengan perlakuan panas dan variasi media pendingin oli = 0.1734</i>					
B7	Minyak Bimoli	504	21	0,2	0,1300
B8	Minyak Bimoli	504	21	0,2	0,1300
B9	Minyak Bimoli	504	21	0,3	0,1951
<i>rata-rata laju korosi dengan perlakuan panas dan variasi media pendingin minyak bimoli= 0.1517</i>					
C7	Air	504	21	0,4	0,2601
C8	Air	504	21	0,2	0,1300
C9	Air	504	21	0,4	0,2601

Berikut ini adalah grafik yang menjelaskan tentang nilai rata-rata laju korosi menggunakan variasi media pendingin oli, minyak bimoli dan air dengan media korosi air laut, air sungai dan H₂SO₄. Lama proses perendaman selama 21 hari. Dapat dilihat pada gambar berikut:



(A)



(B)

Berdasarkan grafik di atas, sangat mungkin beralasan bahwa perlakuan panas dan media pendingin mempengaruhi nilai laju korosi baja ST 41. Hal ini terlihat dari laju korosi yang terjadi pada saat spesimen direndam dalam media korosi air laut selama 21 hari tanpa

perlakuan panas maupun media pendingin. tingkat korosi tipikal adalah 0,5429 mm/y dan terus berkurang. Nilai laju konsumsi paling minimal terjadi pada varietas pada media pendingin oli dan varietas pada media korosi air laut dengan laju korosi senilai 0,1517 mm/y. Begitu pula setelah 21 hari perendaman dalam air sungai, spesimen tanpa perlakuan panas dan media pendingin mengalami laju korosi rata-rata 0,3468 mm/y, sedangkan laju korosi pada media pendingin oli dan minyak bimoli mengalami penurunan menjadi 0,1734 mm/y. Setelah 21 hari perendaman pada media korosi berikutnya yaitu H₂SO₄, spesimen tanpa perlakuan panas 0°C dan media pendingin mengalami laju korosi rata-rata 0,4552 mm/y dan penurunan laju korosi 0,1517 mm/y pada media pendingin oli, minyak bimoli.

Dapat diperoleh bahwa laju korosi terendah adalah pada perlakuan panas dengan media pendingin oli dan minyak bimoli. Dilihat dari media korosi air laut, air sungai dan H₂SO₄ waktu perendaman selama 21 hari, tingkat korosi yang terjadi memiliki nilai yang lebih rendah dari spesimen tanpa perlakuan panas dan pada media pendingin air.

Proses pengerasan atau pemadatan adalah terapi intensitas yang digunakan untuk mencapai kekerasan dalam baja. Haredening adalah proses austenitisasi, quenching, dan tempering martensit atau bainit untuk mempertahankan strukturnya. Temperatur dan holding time sangat dibutuhkan dalam proses hardening

Untuk menghasilkan material yang rapuh dan keras, proses pengerasan memerlukan suhu dan waktu penahanan yang tepat. Laju pendinginan pada sifat mekanik baja sangat kuat dimana setiap penurunan intensitas yang cepat akan menyebabkan komponen kekerasan baja menjadi martensitik, baja merupakan logam majemuk yang memiliki komponen penting berupa besi karbon dan lain-lain, sifat-sifat baja sangat tergantung pada kandungan karbon yang dimilikinya. dimana karbon sendiri merupakan salah satu elemen terpenting karena kemampuannya dalam meningkatkan kekerasan baja (Muhammad Irham Hawari dkk, 2020).

Quenching merupakan proses pengerjaan logam dengan pendinginan secara cepat. Sehingga melalui *quenching* akan mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Secara umum, *quenching* akan menyebabkan menurunnya ukuran butir dan dapat meningkatkan nilai kekerasan pada suatu paduan logam. Laju *quenching* tergantung pada beberapa jenis baja waktu tahan (menit). Menurut Syaefudin (2001), pendinginan dengan udara memiliki kecepatan paling lambat sedangkan pendinginan dengan air memiliki kecepatan lebih cepat dibandingkan dengan pendinginan dengan oli.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dilihat dari hasil pendalaman dan pemeriksaan informasi mengenai definisi masalah, maka dapat diselesaikan sebagai berikut:

1. Laju korosi baja ST 41 dapat dikurangi melalui proses *hardening heat treatment* menggunakan berbagai media pendingin, antara lain media korosi air laut, air sungai, dan H₂SO₄. Hasil terbaik diperoleh dengan menggunakan media pendingin oli dan minyak bimoli yang memiliki nilai laju korosi sebesar 0,1517 mm/y.

2. Korosi media mempengaruhi laju korosi baja ST 41. Dengan nilai laju korosi 0,1517 mm/y, media korosi air laut dan H₂SO₄ memberikan hasil terbaik.

Berdasarkan temuan penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar dilakukan penelitian tambahan yang lebih sempurna.

1. memanfaatkan media korosi dan pendinginan yang lebih luas.
2. Waktu penahanan dan suhu perlakuan pengerasan panas lebih bervariasi.
3. memanfaatkan sampel baja yang berbeda.

REFERENSI

Pengaruh Perlakuan Panas Quenching dan Tempering Terhadap Laju Korosi Baja AISI 420, Oleh S. Anggoro. Yogyakarta: Program Kajian

Perancangan Mesin, Program Profesi, Sekolah Tinggi Muhammadiyah Yogyakarta (UMY)

Hakim, A., R (2012) Kajian Konsumsi Lingkungan pada Material Baja Karbon Sedang di Kota Semarang. Semarang: Haryono, S., Universitas Diponegoro (2010). Kehilangan berat akibat korosi. Yogyakarta: Tenaga Geologi, Perguruan Tinggi Gadjah Mada.

I Ketut, S. (2008). Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Terhadap Tingkat Kecerahan dan Ketebalan Lapisan Tembaga Pada Pelapisan Krom Dekoratif. Bali: Universitas Udayana. Kampus di Bukit Jimbaran.

D.A. Jones (1996) Prinsip Pencegahan Korosi dan ed.). Upper Seat Waterway, NJ: Prentice Lobby.

Agus A, Maula, Selandia Baru Investigasi Dampak Terapi Intensitas Temperring with

Ragam Waktu Tahan dan Media Pendinginan pada Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah. Surabaya: 17 Agustus 1945, Fakultas Teknik Universitas, Program Studi Teknik Mesin.

Muhammad Irham Hawari dan lain-lain Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya. Pengaruh Temperatur dan Waktu Tahan Pada Proses Hardening dengan Media Pendingin Air Kelapa Tua Terhadap Kekerasan Baja JIS S45C.

Acing Taryana, oleh Nadia Nofri. Analisis Sifat Mekanik Baja Hardened ST 41 dan Baja SKD 61 Pada Berbagai Temperatur Jakarta Selatan : Program Studi Teknik Mesin Institut Sains dan Teknologi Nasional

Paksi, D., dan E., "Kinerja Perlindungan Korosi Baja API 5L Grade B di Lingkungan Asam dan Netral: Pengaruh

Penambahan Suplemen Vitamin C pada Inhibitor Ekstrak Cangkang Kacang Tanah" (2015). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember jurusan Teknik Material dan Metalurgi.

Karakteristik Korosi Sistem Loop Aliran Lace Carbon Steel ST-41 di Lingkungan CH₃COOH: Pengaruh pH, Laju Aliran Fluida, dan Perbandingan Volume Inhibitor, Rahyudha, D., G. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Teknik Material dan Metalurgi departemen.

Pengaruh Quenching dan Tempering Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Paduan Laterit, oleh I. Saefuloh dkk (2018) Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Smallman, R.E. 1985. Edisi keempat. Metalurgi Fisik Modern.

Yuliarti, F., I (2016) Pengaruh Perluasan Custard Pada Inhibitor Konsentrat Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Terhadap Hambatan Konsumsi Kemahiran Antarmuka Pemrograman Baja 5L Grade B Pada Kondisi pH 4 dan pH 7. Surabaya: Divisi Perancangan Material dan Metalurgi, Inovasi Pondasi Sepuluh Nopember.