



PENGARUH MEDIA KOROSI DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP LAJU KOROSI DAN KEKERASAN BAJA KARBON MENENGAH

Nando Tabuni¹, Zuldesmi Mansjur², Davidsen O. Mapaliey³

¹²³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

Email : Nandotabuni7@gmail.com

ABSTRACT

Medium carbon steel is a steel with a carbon content between 0.3% - 0.6%. In its use as a material to produce machine components such as shafts, gears and so on. This category of steel offers a balance between the ductility and formability of low-carbon steels as well as the strength and hardness of high-carbon steels. Corrosion is considered a detrimental process to carbon steel material, the presence of corrosion can accelerate the deterioration of the quality and ability of carbon steel. For this reason, this study aims to describe the type of corrosion that occurs in medium carbon steel (ST 60) and how the corrosion rate affects the hardness of medium carbon steel (ST 60). In this study, medium carbon steel of the ST 60 type was used. The variations of the corrosion medium used are 10% sulfuric acid solution and 10% sodium chloride solution, while for the variation of immersion time is 72 hours, 144 hours and 216 hours. The test parameters of this study are corrosion rate testing and hardness test. Data processing was analyzed using two-way variance analysis. The lowest corrosion rate was obtained in all specimens by immersion in sodium chloride solution. Meanwhile, the highest corrosion rate was obtained in all specimens by immersion in sulfuric acid solution. The highest hardness value was obtained in specimens without immersion corrosion test, followed by all specimens in sodium chloride immersion and the lowest hardness value was obtained in all sulfuric acid immersion test specimens.

Keywords: ST60 Steel, Sulfuric Acid, Sodium Chloride, Corrosion Rate Test, Hardness Test

ABSTRAK

Baja karbon sedang merupakan baja dengan kandungan karbon antara 0,3% - 0,6%. Dalam penggunaannya sebagai material untuk memproduksi komponen mesin seperti poros, roda gigi dan lain sebagainya. Kategori baja ini menawarkan keseimbangan antara keuletan dan sifat mampu bentuk dari baja karbon rendah serta kekuatan dan kekerasan baja karbon tinggi. Korosi dianggap sebagai proses yang merugikan pada material baja karbon, adanya korosi dapat mempercepat penurunan kualitas dan kemampuan baja karbon. Untuk itu pada penelitian ini bertujuan sebagai gambaran jenis korosi yang terjadi pada baja karbon sedang (ST 60) dan bagaimana pengaruh laju korosi terhadap kekerasan baja karbon sedang (ST 60). Dalam penelitian ini menggunakan baja karbon sedang jenis ST 60. Variasi media korosi yang digunakan ialah larutan asam sulfat 10% dan larutan natrium klorida 10%, sedangkan untuk variasi waktu perendaman 72 jam, 144 jam dan 216 jam. Parameter pengujian dari penelitian ini ialah pengujian laju korosi dan uji kekerasan. Pengolahan data dianalisis menggunakan analisis

varian dua arah. Laju korosi terendah di dapatkan pada semua spesimen dengan perendaman larutan natrium klorida. Sedangkan laju korosi tertinggi didapatkan pada semua spesimen dengan perendaman larutan asam sulfat. Nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada spesimen tanpa perlakuan *immersion corrosion test*, diikuti oleh semua spesimen pada perendaman natrium klorida dan nilai kekerasan terendah didapatkan pada semua spesimen uji perendaman asam sulfat.

Kata Kunci: Baja ST 60, Asam Sulfat, Natrium Klorida, Uji Laju Korosi, Uji Kekerasan

I. PENDAHULUAN

Baja karbon sedang mengandung unsur karbon antara 0,3% sampai 0,6%. Baja karbon sering digunakan untuk memproduksi komponen mesin berkekuatan sedang seperti poros, roda gigi, mandrel dan lain sebagainya (Taufiqqurrahman, 2023). Penggunaannya pada komponen mesin didukung oleh sifat mekanik dalam hal ini, kekuatan dan kekerasan yang baik. Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Laju korosi yang terjadi pada baja karbon sedang tentu saja mempengaruhi sifat mekanik salah satunya adalah kekerasan material (Yanuar *et al*, 2017)

Menurut Windarta (2014) Karena adanya korosi ini maka setidaknya ada dua kerugian yang ditimbulkan yaitu: pertama pemakaian sumber daya alam menjadi sangat boros, dan kedua orang yang berada pada lingkungan yang bersifat korosi, juga akan terganggu keamanan dan kenyamanan hidupnya. Korosi pada logam merupakan kejadian sehari-hari yang tidak dapat dihindari dan sering dianggap hal biasa. Kerugian yang ditimbulkan akibat korosi tidak hanya berdampak secara material tetapi dapat mengancam keselamatan jiwa.

Dengan mengetahui gejala korosi secara baik, diharapkan berguna untuk dapat memperlakukan benda yang terbuat dari logam secara lebih bijak. Kesadaran mengenai kerugian akibat korosi juga perlu ditanamkan pada masyarakat dalam kehidupan sehari-hari masyarakat dapat diajak berperan serta mengurangi kerugian nasional akibat korosi. Berdasarkan uraian diatas perlu nya pengetahuan mengenai karakterisasi korosi yang terjadi pada baja ST 60. Dengan variasi media korosif dan waktu perendaman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja Karbon

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon karena itu baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya (Bakhori, 2021). Berdasarkan tinggi rendahnya presentase karbon di dalam baja dapat dilihat dalam tabel 1, baja karbon diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Baja karbon rendah atau biasa disebut baja lunak mengandung karbon antara 0,08% sampai 0,30%. Baja karbon ini dalam perdagangan banyak digunakan untuk konstruksi umum, karena baja karbon rendah ini memiliki kekuatan takik dan kepekaan terhadap retak las yang menjadi sifat dari baja ini. Baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan yang ada di tempat las ataupun praktek.
- 2) Baja karbon sedang, mengandung karbon antara 0,30% sampai 0,60%. Biasa digunakan untuk komponen otomotif seperti *crankshaft*, *axle*, *pins* dll. Ada juga pemakaian untuk perkakas bagian mesin, pembuatan roda gigi, keperluan industri, pegas dan sebagainya. Baja karbon tinggi, mengandung banyak karbon dan unsur lain yang dapat menambah kekerasan baja.
- 3) Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon antara 0,60% sampai 1,7%. Karena itu pada baja jenis ini pengaruh panas las atau HAZ mudah untuk mengeras dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja ini sangat peka terhadap retak las karena sifatnya yang keras dan mendapat pengaruh adanya hidrogen difusi. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja, karena baja ini memiliki tegangan tarik

paling tinggi. Dilihat dari kekuatan tarik dan kadar karbon yang tinggi baja ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas, gergaji, palu, pahat potong, dan lain sebagainya.

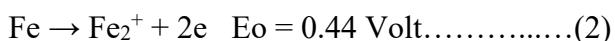
2.2 Korosi

Korosi didefinisikan sebagai penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Trethewey dan Chamberlain, 1991). Korosi adalah kerusakan atau *degradasi* logam akibat reaksi dengan lingkungan yang korosif. Korosi dapat juga diartikan sebagai serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Korosi atau secara awam lebih dikenal dengan istilah pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam diberbagai macam kondisi lingkungan.

Mekanisme korosi tidak terlepas dari reaksi elektrokimia. Reaksi elektrokimia perpindahan elektron-elektron. Perpindahan elektron merupakan hasil reaksi redoks (reduksi-oksidasi). Mekanisme korosi melalui reaksi elektrokimia melibatkan reaksi *anodic* di daerah *anodic*. Reaksi *anodic* (oksidasi) diindikasikan melalui peningkatan valensi atau produk elektron-elektron. Reaksi *anodic* terjadi pada proses korosi logam yaitu:



Proses korosi dari logam M adalah proses oksidasi logam menjadi satu ion (n^+) dalam pelepasan elektron. Harga dari n bergantung dari sifat logam sebagai contoh yaitu:



Kedua reaksi menghasilkan potensial reaksi yang positif ($E = 0.84$ Volt) menunjukkan bahwa reaksi ini dapat terjadi. Jika proses ini dalam suasana asam maka, proses reaksinya adalah:



Dan potensial reaksinya semakin besar yaitu:

Dengan kata lain proses korosi besi akan lebih mudah terjadi dalam suasana asam. Pada logam yang sama, salah satu bagian permukaannya dapat menjadi anoda dan bagian permukaan lainnya menjadi katoda.

1. Jenis-Jenis Korosi

Menurut Pattireuw (2013), jenis-jenis korosi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pitting Corrosion
2. Erosion Corrosion
3. Uniform Corrosion
4. Intergranular Corrosion
5. Stray Current Corrosion
6. Galvanic Corrosion
7. Cresive Corrosion
8. Atmospheric Corrosion
9. Stress Corrosion

2. Perhitungan Laju Korosi

Laju korosi pada umumnya dihitung menggunakan metode kehilangan berat (*weight lost*) dan metode elektrokimia. Metode kehilangan berat adalah menghitung kehilangan berat yang terjadi setelah beberapa waktu peredaman, sering digunakan pada skala industri dan laboratorium karena peralatan sederhana dan hasil cukup akurat. Pada penelitian ini, digunakan metode kehilangan berat dimana dilakukan perhitungan selisih antara berat awal dan berat akhir (Pattireuw, 2013).

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan massa akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut (Fontana, 2008):

Keterangan:

ΔW = Selisih massa (gram)

W_e = Massa sebelum diujji (gram)

W_1 = Massa setelah diujji (gram)

Berdasarkan variasi yang telah ditentukan maka pengelompokan spesimen dapat dilihat pada Tabel 1.

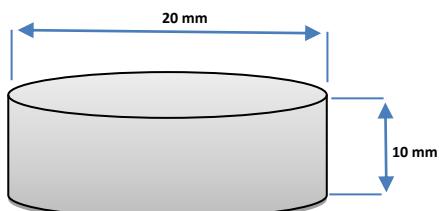
Tabel 1. Pengelompokan Spesimen.

No	Variasi Waktu	Variasi Media Korosif	
		NaCl	H ₂ SO ₄
1	1 Hari(24 Jam)	NaCl 1A dan NaCl 1B	H ₂ SO ₄ 1A dan H ₂ SO ₄ 1B
2	2 Hari(48 Jam)	NaCl 2A dan NaCl 2B	H ₂ SO ₄ 2A dan H ₂ SO ₄ 2B
3	3 Hari(72 Jam)	NaCl 3A dan NaCl 3B	H ₂ SO ₄ 3A dan H ₂ SO ₄ 3B
4	6 Hari(144 Jam)	NaCl 6A dan NaCl 6B	H ₂ SO ₄ 6A dan H ₂ SO ₄ 6B
5	9 Hari(216 Jam)	NaCl 9A dan NaCl 9B	H ₂ SO ₄ 9A dan H ₂ SO ₄ 9B
6	Raw		

Langkah-langkah fabrikasi spesimen ialah sebagai berikut:

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan yakni alat potong gerinda tangan dan baja ST60 (berbentuk silinder)
2. Potong baja ST60 (diameter 20 mm) yang telah disiapkan menggunakan alat potong gerondat tangan dengan panjang 10 mm.
3. Setelah jumlah spesimen yang diperlukan telah terpenuhi, lalu haluskan permukaan dan sisi-sisi spesimen menggunakan amplas dengan grid 100, 200 dan 400.

Adapun dimensi spesimen yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Dimensi Spesimen

3.5 Pengujian Laju Korosi

Dalam penelitian ini, ada beberapa tahapan yang dilakukan sebelum pelaksanaan uji laju korosi antara lain:

1. Pengukuran Massa Spesimen Sebelum Perendaman

Spesimen yang telah disiapkan masing-masing diberi tanda sesuai waktu perendaman dan variasi media korosif yang telah ditentukan sebelum melakukan penimbangan dengan menggunakan neraca analitik. Tujuan dilakukan nya hal diatas agar tidak terjadi kesalahan atau tertukar massa antar spesimen yang mungkin berpengaruh terhadap perhitungan laju korosi. Langkah selanjutnya yaitu spesimen di timbang massanya dan mencatat hasil yang didapatkan.

2. Perendaman Spesimen

Konsentrasi larutan korosif natrium klorida (NaCl) dan asam sulfat (H₂SO₄) yang digunakan masing-masing sebesar 10% dengan mencampurkan aquades kedalam gelas beaker. Setelah itu spesimen dimasukkan ke dalam gelas beaker dan di simpan di dalam lemari asam.

3. Pembersihan Spesimen

Spesimen yang telah direndam berdasarkan waktu yang telah ditentukan lalu dibersihkan permukaannya dari zat korosif. Untuk pembersihan digunakan NaOH (air sabun) untuk menghilangkan minyak yang melekat pada spesimen lalu dibilas menggunakan aquades.

4. Pengukuran Massa Akhir Spesimen

Spesimen kembali dilakukan pengukuran untuk mendapatkan massa akhir spesimen dengan menggunakan neraca analitik. Pengukuran ini bertujuan untuk mencari selisih massa sebelum dan sesudah perendaman pada larutan korosif.

5. Perhitungan Laju Korosi

Untuk mengetahui nilai laju korosi pada percobaan ini digunakan metode kehilangan berat. Formula yang dipakai yaitu persamaan 6 dan 7, Untuk contoh perhitungan bisa dilihat pada spesimen NaCl 3A:

$$\text{Dik.: } W_0 = 26,574 \text{ gram}$$

$$W_1 = 26,5688 \text{ gram}$$

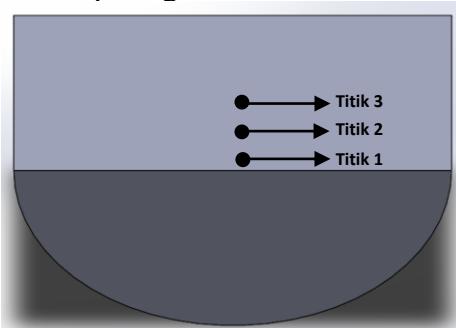
$$K = 3,45 \times 10^6 \text{ (mpy)}$$

$$D = 8,463 \text{ gr/cm}^3 \text{ (Massa/Volume)}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 12,56 \text{ cm}^2 \\
 t &= 72 \text{ jam} \\
 \Delta W &= W_0 - W_1 \\
 &= 26,574 \text{ gram} - 26,5688 \text{ gram} \\
 &= 0,0052 \text{ gram} \\
 Cr (\text{mmpy}) &= \frac{W \times K}{D \cdot A \cdot t} \\
 &= \frac{0,0052 \times 3450000}{8,463 \times 12,56 \times 72} \\
 &= 2,344 \text{ mpy}
 \end{aligned}$$

3.6 Pengujian Kekerasan Rockwell

Adapun standar ukuran yang digunakan pada pengujian kekerasan *rockwell* yaitu menggunakan standar ASTM E18 20mm x 10mm (ASTM International). Untuk pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan *Rockwell Machine*. Dengan bentuk dan ukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

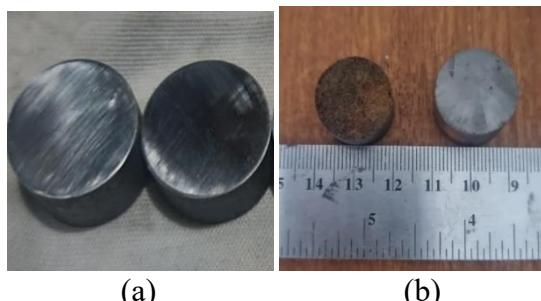


Gambar 3. Bentuk Spesimen Uji Kekerasan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampak Foto Makrostruktur Spesimen

Pengamatan makrostruktur dilakukan menggunakan kamera smartphone untuk melihat perubahan yang terjadi pada benda uji berupa baja karbon menengah (Baja ST 60) setelah proses *immersion corrosion test*, melalui Gambar 4.



Gambar 4. Tampak Foto Makrostruktur, (a).

Spesimen Sebelum Perendaman, dan (b) Spesimen Sesudah *Immersion Corrosion Test*.

Dari Gambar 4 bagian (a) terlihat bahwa spesimen uji sebelum pengujian korosi tidak mengalami korosi karena sudah melalui proses grinding, pickling dan polishing dengan menggunakan kertas amplas. Kemudian setelah pengujian *immersion corrosion test* spesimen uji kembali dilakukan pengujian foto makrostruktur untuk melihat perbedaan struktur yang terjadi pada sampel uji, selain itu juga agar dapat mengidentifikasi jenis korosi yang terjadi.

Terlihat melalui Gambar 4 bagian (b) spesimen uji yang terletak disebelah kiri merupakan spesimen uji korosi pada larutan H_2SO_4 . Jenis korosi yang terjadi ialah korosi sumuran (*pitting corrosion*), ditandai dengan terbentuknya korosi berupa lubang di seluruh permukaan spesimen. Sedangkan untuk spesimen uji pada Gambar 4 bagian (b) yang terletak disebelah kanan merupakan spesimen uji korosi pada larutan NaCl . Jenis korosi yang terjadi ialah korosi seragam (*uniform corrosion*), ditandai dengan korosi yang merata diseluruh permukaan spesimen.

4.2 Hasil Pengujian Laju Korosi

1. Nilai Laju Korosi Pada Larutan NaCl

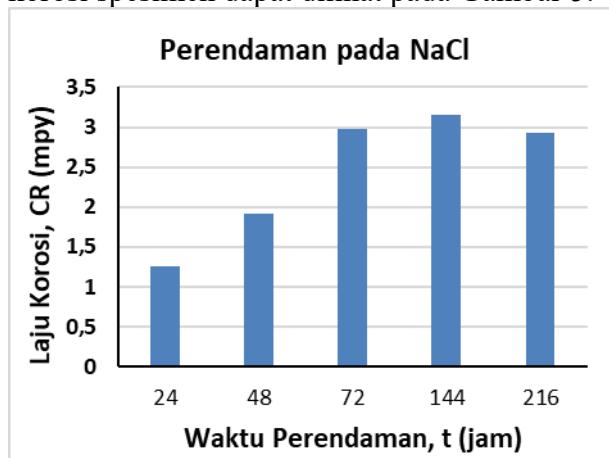
Dalam mencari nilai laju korosi hasil perendaman pada variasi media korosif natrium klorida (NaCl) berdasarkan variasi waktu perendaman digunakan persamaan 6 dan 7. Untuk hasil nilai laju korosi dapat diperhatikan pada Tabel 2,

Tabel 2. Hasil Perhitungan Laju Korosi Pada NaCl

Spesimen		CR (mpy)	Rata-rata CR (mpy)
NaCl 1Hari	NaCl 1A	1,4693	1,2627
	NaCl 1B	1,0561	
NaCl 2Hari	NaCl 2A	1,6440	1,9218
	NaCl 2B	2,1995	
NaCl 3Hari	NaCl 3A	2,3440	2,9838
	NaCl 3B	3,6236	
NaCl 6Hari	NaCl 6A	3,3846	3,1606
	NaCl 6B	2,9366	
NaCl 9Hari	NaCl 9A	2,9754	2,9302
	NaCl 9B	2,8851	

Dari data Tabel 2 hasil perhitungan laju korosi pada larutan natrium klorida melalui metode *weight loss* kemudian dimasukkan

kedalam grafik yang menunjukkan hubungan antara variasi waktu perendaman terhadap laju korosi spesimen dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Waktu Perendaman pada Larutan NaCl Terhadap Laju Korosi Baja ST 60.

Pada spesimen dengan waktu perendaman 24 Jam hasil nilai laju korosi yang didapatkan yaitu 1,26274093 mpy, kemudian selanjutnya berturut-turut pada waktu perendaman 48 jam, 72 jam dan 144 jam trend hasil nilai laju korosi yang dihasilkan naik seiring bertambahnya lama waktu perendaman. Hasil yang didapatkan sebesar 1,921804705 mpy, 2,983842162 mpy dan 3,160651891 mpy. Namun setelah mencapai waktu perendaman 216 jam terjadi penurunan nilai laju korosi dengan nilai 2,930298423 mpy.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa trend laju korosi pada spesimen dengan variasi waktu perendaman 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 144 jam mengalami kenaikan. Sedangkan pada saat waktu perendaman masuk pada variasi 216 jam laju korosi berbanding terbalik dengan trend sebelumnya atau nilai laju korosi semakin rendah.

Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu perendaman pada larutan natrium klorida (NaCl) maka laju korosi yang terjadi semakin kecil. Hal tersebut terjadi disebabkan oleh pasivasi yaitu proses pembentukan senyawa oksida logam dipermukaan logam untuk mencegah proses perkaratan lebih lanjut, lapisan oksida logam tersebut terkadang serupa dengan korosi (Baihaqi *et al*, 2019). Baihaqi, *et al*, 2019 juga mengemukakan bahwa laju dari reaksi kimia akan mengalami penurunan secara perlahan setelah melewati titik optimal

sehingga menyebabkan laju korosi pada material juga ikut menurun.

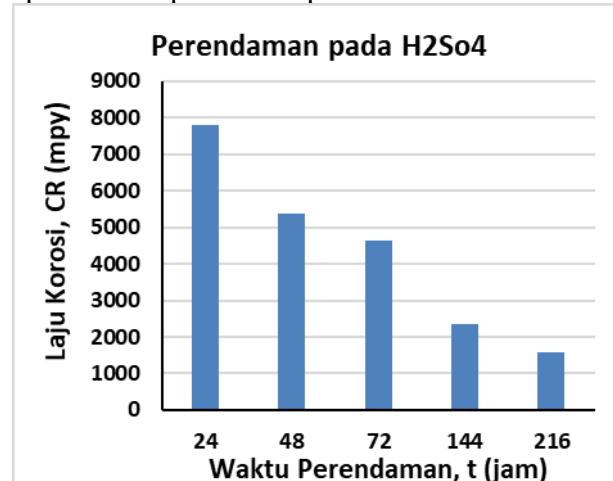
2. Nilai Laju Korosi pada Larutan H₂SO₄

Sama halnya pada perhitungan nilai laju korosi pada perendaman NaCl, perhitungan nilai laju korosi dengan perendaman pada larutan H₂SO₄ juga menggunakan persamaan 6 dan 7. Untuk hasil nilai laju korosi yang didapatkan dapat dilihat melalui Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Laju Korosi Pada H₂SO₄.

Spesimen		CR (mpy)	Rata-rata CR (mpy)
H ₂ SO ₄ 1Hari	H ₂ SO ₄ 1A	7060,993	7803
	H ₂ SO ₄ 1B	8546,598	
H ₂ SO ₄ 2Hari	H ₂ SO ₄ 2A	5612,531	5387
	H ₂ SO ₄ 2B	5162,931	
H ₂ SO ₄ 3Hari	H ₂ SO ₄ 3A	4732,589	4619
	H ₂ SO ₄ 3B	4507,020	
H ₂ SO ₄ 6Hari	H ₂ SO ₄ 6A	2584,696	2337
	H ₂ SO ₄ 6B	2090,837	
H ₂ SO ₄ 9Hari	H ₂ SO ₄ 9A	1569,646	1585
	H ₂ SO ₄ 9B	1601,774	

Dari data Tabel 3 hasil perhitungan laju korosi pada larutan asam sulfat melalui metode *weight loss* kemudian dimasukkan kedalam grafik yang menunjukkan hubungan antara variasi waktu perendaman terhadap laju korosi spesimen dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Waktu Perendaman pada Larutan H₂SO₄ Terhadap Laju Korosi Baja ST 60.

Pada spesimen dengan waktu perendaman 24 Jam hasil nilai laju korosi yang didapatkan yaitu 7803,796063 mpy, kemudian selanjutnya

berturut-turut pada waktu perendaman 48 jam, 72 jam, 144 jam dan 216 jam trend hasil nilai laju korosi yang dihasilkan turun seiring bertambahnya lama waktu perendaman. Hasil yang didapatkan sebesar 5387,731147 mpy, 4619,804944 mpy, 2337,767301 mpy dan 1585,710577 mpy.

Berdasarkan Gambar 6 terlihat trend laju korosi pada semua variasi waktu perendaman mengalami penurunan laju korosi. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu perendaman pada larutan H_2SO_4 maka nilai laju korosi semakin kecil. Pada perendaman 48 jam spesimen uji sudah mengalami kejemuhan atau mencapai titik optimal dari proses reaksi antara spesimen uji dengan media korosif yang diberikan. Hal tersebut terjadi dikarenakan terbentuknya proses pasivasi dimana baja ST 60 menjadi inert (pasif) dalam artian tidak lagi mudah terkorosi.

Menurut Royani (2019) yang menyebabkan logam besi tidak terkorosi lagi ialah karena lapisan oksida (Fe_2O_3) yang terbentuk pada permukaan, dan melindungi dengan erat bagian dalam spesimen uji. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Tampubolon *et al*, (2020) menyatakan semakin lama waktu pencelupan plat baja karbon sedang kedalam larutan pengkorosif, maka laju korosi yang terjadi akan semakin lambat bergerak. Hal ini dikarenakan adanya karat atau *rush* yang menghalangi proses korosi.

4.3 Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell

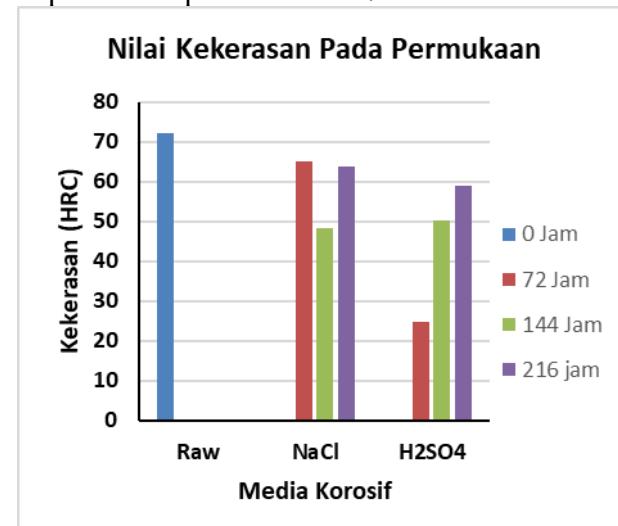
Pengujian kekerasan pada penelitian ini dilakukan spesimen dengan menggunakan alat uji kekerasan *rockwell hardness test* dengan pembebangan awal 10 kg selanjutnya diberi beban penekanan 100 kg selama 10 detik. Untuk hasil uji kekerasan menggunakan *rockwell hardness test* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kekerasan

Spesimen	Nilai Kekerasan (HRC)		
	Titik 1 (0,2 mm dari Permukaan)	Titik 2 (1,7 mm dari Permukaan)	Titik 3 (3,2 mm dari Permukaan)
Raw	72,3	72,9	73,56
NaCl 3 Hari	NaCl 3A	61,5	66,2
	NaCl 3B	68,7	72
NaCl 6 Hari	NaCl 6A	28,3	67,1
	NaCl 6B	68	71,4
NaCl 9 Hari	NaCl 9A	67,2	67,9
	NaCl 9B	60,5	72,1
H ₂ SO ₄ 3 Hari	H ₂ SO ₄ 3A	39,5	67,3
	H ₂ SO ₄ 3B	9,8	38,5
H ₂ SO ₄ 6 Hari	H ₂ SO ₄ 6A	32,8	61,2
	H ₂ SO ₄ 6B	67,6	72,5
H ₂ SO ₄ 9 Hari	H ₂ SO ₄ 9A	57,4	62,4
	H ₂ SO ₄ 9B	60,6	67,4

1. Nilai Kekerasan pada Permukaan

Pengujian kekerasan (*Hardness Tester*) dilakukan untuk mengetahui ketahanan spesimen uji (Baja ST 60) terhadap deformasi pada permukaan spesimen yang telah terkorosi. Hasil uji kekerasan pada permukaan spesimen dapat dilihat pada Gambar 7.



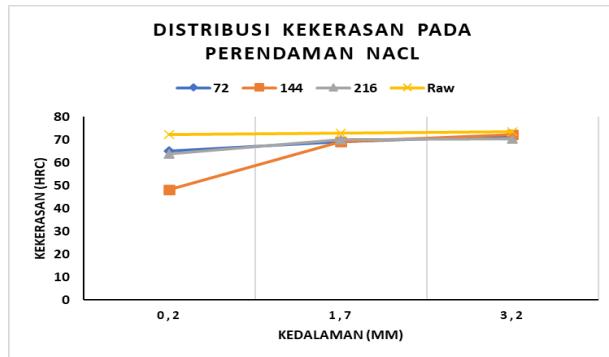
Gambar 7. Nilai Kekerasan pada Permukaan Baja ST.60.

Grafik yang ditampilkan pada Gambar 7 menunjukkan perbedaan rata-rata kekerasan pada setiap variasi perendaman. Pada spesimen uji tanpa perlakuan perendaman larutan korosif nilai kekerasan didapatkan sebesar 72,3 HRC menunjukkan nilai kekerasan tertinggi. Diikuti pada variasi perendaman 72 jam, 144 jam dan 216 jam dalam larutan natrium klorida (NaCl) sebesar 65,1 HRC, 48,15 HRC dan 63,85 HRC. Kemudian pada variasi perendaman 72 jam, 144 jam dan 216 jam dalam larutan asam sulfat (H_2SO_4) sebesar 24,65 HRC, 50,2 HRC dan 59 HRC.

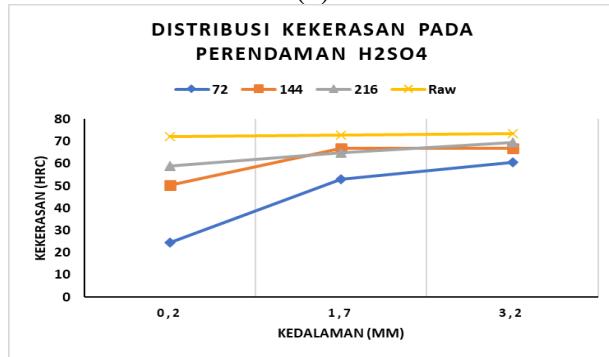
Tinggi rendahnya nilai kekerasan pada spesimen uji dipengaruhi oleh nilai laju korosi pada masing-masing spesimen uji. Dimana jika nilai laju korosi tinggi maka nilai kekerasan akan rendah sedangkan jika nilai laju korosi rendah maka nilai kekerasan akan tinggi (Sinaga dan Manurung, 2020) (Priyahutama dan Rosidah, 2023).

2. Nilai Distribusi Kekerasan

Hasil pengujian distribusi kekerasan ini dibuat untuk mengetahui bagaimana karakterisasi kekerasan baja ST 60 setelah melewati *immersion corrosion test*. Adapun pengujian nya di 3 titik sesuai dengan Gambar 3 yaitu dari permukaan spesimen menuju *base metal* spesimen. Hasil nilai distribusi kekerasan pada spesimen uji setelah melewati *immersion corrosion test* dapat dilihat pada Gambar 8.



(a)



(b)

Gambar 8. Distribusi Nilai Kekerasan, (a). Distribusi Kekerasan pada Perendaman NaCl, (b). Distribusi Kekerasan pada Perendaman H₂SO₄.

Gambar 8 menunjukkan distribusi nilai kekerasan semua variasi baik media korosif maupun waktu perendaman. Dapat perhatikan bahwa nilai kekerasan rendah didapatkan pada permukaan di kedalaman 0,2 mm (titik 1) spesimen uji, kemudian nilai kekerasan akan

bertambah pada kedalaman 1,7 mm (titik 2) dan kedalaman 3,2 mm (titik 3) yaitu inti spesimen (*base metal*). Hasil tersebut menjelaskan kekerasan terendah hanya terdapat pada kedalaman 0,2 mm (permukaan spesimen) yang terkontaminasi oleh larutan NaCl dan H₂SO₄ kemudian nilai kekerasan akan bertambah pada kedalaman 1,7 mm dan 3,2 mm seperti pada nilai spesimen tanpa perlakuan (Raw).

Dapat disimpulkan bahwa korosi yang terjadi pada permukaan spesimen uji akan mempengaruhi nilai kekerasannya. Hal tersebut dipengaruhi oleh perubahan fisik dan kimia pada permukaan spesimen uji, lapisan oksida atau karat yang terbentuk pada permukaan menjadi lebih lunak atau rapuh dibandingkan dengan inti spesimen uji (*base metal*) (Priyahutama dan Rosidah, 2023). Kerusakan struktural pada permukaan permukaan spesimen uji seperti retakan, pitting atau delaminasi dapat melemahkan struktur logam sehingga mengurangi kekerasan permukaan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan, pengamatan dan pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis korosi yang dihasilkan pada perendaman menggunakan larutan asam sulfat ialah korosi sumuran (*pitting corrosion*) sedangkan pada larutan natrium klorida jenis korosi yang dihasilkan adalah korosi seragam (*uniform corrosion*). Dari kedua jenis korosi tersebut korosi yang paling merusak adalah korosi sumuran dibanding dengan korosi seragam. Hal tersebut dikarenakan proses oksidasi logam lebih cepat terjadi pada jenis korosi sumuran.
2. Laju korosi terendah didapatkan pada media korosi Natrium Klorida dan yang tertinggi didapatkan pada media korosi Asam Sulfat. Sedangkan untuk nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada spesimen uji tanpa perlakuan *immersion corrosion test*, diikuti oleh semua spesimen pada perendaman Natrium Klorida dan nilai kekerasan terendah

didapatkan pada semua spesimen uji perendaman Asam Sulfat.

3. Semakin lama waktu perendaman maka laju korosi akan semakin rendah baik pada perendaman larutan Natrium Klorida dan Asam Sulfat. Hasil nilai kekerasan menunjukkan semakin lama waktu perendaman maka nilai kekerasan yang dihasilkan akan semakin tinggi.

REFERENSI

ASTM E18-24: Standard Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials.

Baihaqi, R. A., Pratikno, H., & Hadiwidodo, Y. S. (2020). Analisis Sour Corrosion pada Baja ASTM A36 Akibat Pengaruh Asam Sulfat dengan Variasi Temperatur dan Waktu Perendaman di Lingkungan Laut. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), G237-G242.

Bakhori, A. (2021). Analisa Cacat Hasil Pengelasan Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Pengaruh Masukan Panas Las. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)* (Vol. 4, No. 1, pp. 90-94).

Pattireuw, K. J., Rauf, F. A., & Lumintang, R. C. A. (2013). Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut Dan H_2SO_4 . *Jurnal Poros Teknik Mesin UNSRAT*, 2(1).

Priyahutama, A. A., & Rosidah, A. A. (2023). Analisis Laju Korosi Dan Kekerasan Baja Aisi 1020 Dalam Media Asam Sulfat Dengan Variasi Sudut Bending Dan Material Pelapisan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(2), 97-101.

Royani, A. (2020). Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Dalam Media Air Laut. *Jurnal Simetrik*, 10(2), 344-349.

Sinaga, AJ, & Manurung, C. (2020). Analisa Laju Korosi dan Kekerasan Pada Stainless Steel 316 L Dalam Larutan 10% NaCl Dengan Variasi Waktu Perendaman. *Jurnal Sprocket Teknik Mesin*, 1 (2), 92-99.

Tampubolon, M., Gultom, RG, Siagian, L., Lumbangaol, P., & Manurung, C. (2020). Laju Korosi Pada Baja Karbon Sedang Akibat Proses Pencelupan Pada Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Asam Klorida (HCl) dengan Waktu Bervariasi. *Jurnal Sprocket Teknik Mesin*, 2 (1), 13-21.

Taufiqurrahman, T. (2023). *PENGARUH POSISI PENGEELASAN 1G DAN 2G TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA KARBON ST37 MENGGUNAKAN PENGEELASAN SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW)* (Doctoral dissertation, Universitas Malikussaleh).

Trethewey Kenneth R, Chamberlain John. 1991. Korosi: untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Windarta, W. (2014). *PENGARUH JENIS MEDIA KOROSIF TERHADAP LAJU KOROSI BESI COR KELABU. SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2).

Yanuar, A. P., Pratikno, H., & Titah, H. S. (2017). Pengaruh penambahan inhibitor alami terhadap laju korosi pada material pipa dalam larutan air laut buatan. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).