

# Studi tentang sifat korosi dan kekerasan dari material baut dan mur lokal

Wedi Mulyono\*, Hadrianus Sangian, Usman Sudjadi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Indonesia

## Article Info

### Article history

Received February 10, 2021

Revised June 23, 2021

Accepted December 6, 2021

### Keywords

Metal bolts and nuts;  
Corrosion;  
material hardness;  
sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>);  
alkaline (NaOH);  
sea water

## ABSTRACT

Bolts and nuts are metal types that are often used in everyday life. Even in use, it is often used in open-air conditions. This study aims to determine the value of the corrosion rate of local product bolts and nuts in the medium of acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), alkaline (NaOH), and seawater solutions. This research was conducted to simulate corrosion resistance and material hardness against corrosive media in a very simple way. This experimental method by immersing all (total) bolts and nuts into a solution in this case the solution used is a solution of acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), alkaline (NaOH), and seawater. The experimental process was carried out 2 (two) times. The first experimental process was carried out for 3 x 24 hours (3 days) and the second experimental process was carried out for 6 x 24 hours (6 days). The results of this study indicate that among the corrosive media used, the one with the greatest influence on corrosion and resistance to the material is the acid solution (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). This is clearly seen in the macro and micro-observations.

This is an open access article under the [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



### \*Corresponding Author

Wedi Mulyono,  
Jurusan Teknik Mesin,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Mercu Buana,  
Jl. Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia  
Email: [wedymul6070@gmail.com](mailto:wedymul6070@gmail.com)

## 1. PENDAHULUAN

Berdampingan dengan seiring berkembangnya kemajuan teknologi industri khususnya dibidang material, maka semakin banyak juga ilmu pengetahuan yang dibutuhkan dibidang tersebut. Pemanfaatan dari banyaknya ilmu material yang banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari salah satunya yaitu material logam.

Pemanfaatan dari logam yang begitu sangat luas di berbagai bidang dunia industri menjadikan penggunaan bahan material logam ini digunakan semaksimal mungkin pada dunia industri. Akan tetapi masih banyak hal yang sering terjadi yang menyebabkan kinerja logam tersebut menjadi tidak efektif sebagaimana ketahanan logam tersebut di harapkan. Sangat banyak faktor yang menyebabkan kinerja logam tersebut menjadi tidak efektif dalam praktiknya diantaranya karena terjadinya korosi.

Pada dunia perindustrian, korosi merupakan suatu masalah yang paling sering dihadapi sehingga sangat perlu diperhatikan, karena dampak akibat dari korosi tersebut cukup besar. Korosi merupakan sistem termodinamika logam dengan lingkungan (air, udara, tanah) yang berusaha mencapai keseimbangan. Dikategorikan setimbang bila logam telah membentuk oksida atau senyawa kimia lain yang lebih stabil (memiliki energi terendah) [1]. Selain itu korosi juga dapat diartikan sebagai penurunan mutu logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya [2]. Karena itu pemilihan material yang digunakan di berbagai bidang industri tersebut menjadi acuan yang sangat perlu diperhatikan.

Karena korosi tidak mengenal tempat, baik dapat terjadi didaerah kering, basah, lembab, panas, ataupun di daerah yang asam dan basa serta air laut dan mikroba.

Pada dasarnya definisi dari korosi adalah perusakan atau penurunan mutu dari material akibat bereaksi dengan lingkungan [3]. Korosi adalah proses degradasi / deteorisasi / perusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan dan sekitarnya [4]. Menurut Trethewey K.R. & Chamberlain korosi terjadi karena adanya reaksi pelarutan (dissolution) logam menjadi ion pada permukaan yang melakukan kontak langsung dengan lingkungan yang mengandung cairan/air dan oksigen melalui reaksi kimia [5].

Pada dasarnya Korosi hanyalah perjalanan sifat pembalikan satu proses yang tidak wajar kembali kepada suatu keadaan tenaga yang lebih rendah [6]. Dalam Kehidupan sehari-hari, korosi juga dapat kita jumpai di berbagai jenis logam, bangunan-bangunan dan peralatan-peralatan elektronik yang memakai komponen berbahan dasar logam, seperti seng, tembaga, kuningan dll.

jenis korosi ada beberapa macam, yaitu : Korosi sumuran (pitting corrosion), Korosi celah (crevice corrosion), Korosi galvanik (Galvanic Corrosion), Korosi merata (uniform corrosion), Korosi erosi (Erosion Corrosion), Korosi retak tegang (stress corrosion cracking), korosi retak fatik (corrosion fatigue cracking), korosi akibat pengaruh hidrogen (corrosion induced hydrogen), Korosi intergranular (Intergranular Corrosion), Korosi selektif (Selective leaching corrosion), Fretting Corrosion [7].

Menurut Einar Bardal [8] pencegahan korosi dengan menggunakan tindakan berikut : memilih bahan yang tidak menimbulkan korosi di lingkungan sebenarnya, mengubah lingkungan, misalnya menghilangkan oksigen atau menambahkan bahan kimia anti korosi (inhibitor), menggunakan desain yang akan menghindari korosi, misalnya mencegah penumpukan air sehingga permukaan logam dapat tetap kering, mengubah potensial, paling sering dengan membuat logam lebih negatif dan dengan demikian menetralkan kecenderungan alami ion logam positif untuk dipindahkan dari logam ke lingkungan. mengaplikasikan pelapis pada permukaan logam, biasanya untuk membuat pembatas antara logam dan lingkungan korosif dan menurut Menurut Subiyanto & Ngatin [9] dalam penelitiannya, Pengendalian dengan coating dan proteksi katodik anoda korban dapat menurunkan potensial baja sampai dibawah kriteria proteksi. Selain itu, atom karbon dapat dijadikan sebagai inhibitor atau penghalang antara baja dan larutan korosif sehingga proses pengkorosian pada logam akan semakin rendah lajunya [10]. Dan juga berdasarkan penelitian Giat, et al [11] Inhibitor kafeina efisien untuk digunakan dalam pencegahan korosi baja.

Larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) adalah senyawa kimia berbentuk cair yang sangat tajam dalam hal korosi serta larutan basa dan air laut merupakan zat yang sangat mempercepat proses korosi pada logam, apalagi kualitas dari logam tersebut merupakan golongan menengah kebawah.

Logam yang akan dibahas dalam hal ini adalah baut dan mur. Logam ini juga rentan terhadap sifat korosi, apalagi dalam hal penggunaan, baut dan mur pun seringkali digunakan pada tempat ruang terbuka yang tidak dipungkiri juga akan bersinggungan langsung dengan daerah kering, basah, lembab, panas, ataupun di daerah yang asam dan basa serta air laut dan mikroba.

Kekerasan baut dan mur sangat tergantung dari jenis bahan dasarnya. Baut memiliki jenis yang berbeda-beda untuk mengidentifikasi ukuran dan kekuatannya. Sebagai contoh sehari-hari baut dan mur yang digunakan pada kendaraan dipilih menurut kekuatan dan ukuran yang dibutuhkan oleh masing-masing area tersebut. Untuk itu, sangat penting untuk mengetahui spesifikasi baut dan mur dalam dasar penggunaan sesuai dengan kebutuhan. Kekerasan bahan logam adalah ketahanan bahan atau logam terhadap deformasi yaitu deformasi tekan atau indentasi [12].

Oleh karena itu, dalam dunia manufaktur material dilaksanakan pengujian dengan dua pertimbangan yaitu guna mengetahui ciri khas suatu material baru dan menyaksikan mutu guna meyakinkan sebuah material mempunyai spesifikasi kualitas tertentu [13]. metoda pengukuran kekerasan yang umum digunakan untuk mengetahui ketahanan dari logam adalah metoda Rockwell, Vickers, dan Brinell [14].

Selain uji kekerasan, dalam dunia manufaktur juga perlu melakukan uji struktur terhadap material untuk mengetahui kandungan senyawa yang terdapat pada material tersebut. Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Sudjadi, et al [15] melakukan penelitian uji struktur terhadap material baja karbon rendah dan matrik yang terdapat pada material tersebut adalah ferit, martensit dan perlit.

Oleh karena itu, berdasarkan penjabaran masalah-masalah di atas, penulis tertarik untuk mengkaji tentang “Studi Sifat Korosi dan Kekerasan Dari Material Baut dan Mur Lokal.”

## 2. METODE DAN BAHAN

### Alat:

Mikroskop optik  
Alat uji kekerasan (vickers)  
Gelas ukur tempat larutan  
Timbangan digital

### Bahan:

Asam sulfat ( $H_2SO_4$ )  
 Basa (NaOH)  
 Air laut  
 Air aquades

#### Persiapan Sampel:

Pada penelitian ini spesimen atau material uji yang digunakan yaitu baut dan mur menggunakan produk lokal atau material merupakan berbahan baja karbon rendah.

#### Pembuatan Larutan Uji:

Pembuatan larutan Asam ( $H_2SO_4$ ) Dalam proses eksperimen ini larutan dibuat dengan tingkat konsentrasi 0,1 M, dengan rincian 2ml asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dicampur dengan 250 ml air aquades. Ini diperoleh dari :

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 12 = 250 \times 0,1$$

$$V_1 = (250 \times 0,1) / 12$$

$$V_1 = 25/12 = 2,08 \text{ ml}$$

Kemudian hasil takaran 2 ml asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan 250 ml air aquades dimasukkan kedalam tabung reaksi.

Pembuatan larutan basa (NaOH) Pada proses pembuatan larutan basa ini tingkat konsentrasi dibuat sama dengan konsentrasi larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) yaitu 0,1 M, sehingga proses pelarutan didapat dengan rincian 2 gram padatan basa (NaOH) dicampur dengan 500 ml air aquades. Ini diperoleh dari :

$$M = (\text{massa}) / M_r \times (1000) / V$$

$$M = (2 \text{ gram}) / 40 \times (1000) / (500 \text{ ml})$$

$$= 0,1 \text{ M}$$

Kemudian hasil takaran 2 gram padatan basa (NaOH) dan 500 ml air aquades dimasukkan kedalam tabung reaksi diaduk sampai padatan benar-benar mencair dan sudah mencampur semua.

Menyipakan larutan air laut larutan ini membutuhkan sebanyak 500 ml dan media ini dilakukan secara murni sehingga larutan air laut dapat langsung dimasukkan kedalam tabung reaksi.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1. Hasil pengamatan secara makro

Pada bab ini memperlihatkan hasil material uji setelah dilakukan proses perendaman terhadap larutan asam  $H_2SO_4$ , Basa NaOH dan air laut. Pada percobaan pertama dilakukan dengan proses perendaman selama 3x24 jam atau 3 hari, dengan data sebagai berikut :



**Gambar 1:** Hasil proses perendaman material uji terhadap larutan asam  $H_2SO_4$ , Basa NaOH dan air laut selama 3x24 jam atau 3 hari

Pada percobaan yang kedua dilakukan dengan proses perendaman selama 6x24 jam atau 6 hari, dengan data sebagai berikut:



**Gambar 2:** Hasil proses perendaman material uji terhadap larutan asam  $H_2SO_4$ , Basa NaOH dan air laut selama 6x24 jam atau 6 hari

Dari hasil gambar 1 tersebut dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan proses perendaman terhadap Air laut (gambar kiri), larutan basa NaOH (gambar tengah) dan larutan asam  $H_2SO_4$  (gambar kanan)

selama 3x24 jam atau 3 (tiga) hari. Berdasarkan hasil pengamatan secara makro, benda/spesimen uji dalam hal ini adalah logam sudah terlihat jelas ada perubahan warna coklat kemerahan (pada gambar kanan).

Dari hasil gambar 2 tersebut dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan proses perendaman terhadap Air laut (gambar kiri), larutan basa NaOH (gambar tengah) dan larutan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (gambar kanan) selama 6x24 jam atau 6 (enam) hari. Berdasarkan hasil pengamatan secara makro, benda/spesimen uji dalam hal ini adalah logam sudah terlihat jelas ada perubahan warna coklat kemerahan (pada gambar kanan). Bahkan pada gambar kiri (hasil perendaman air laut) juga mengalami sedikit perubahan warna jika dibandingkan pada percobaan perendaman selama 3x24 jam atau 3 (tiga) hari.

### 3.2. Hasil pengamatan secara mikro

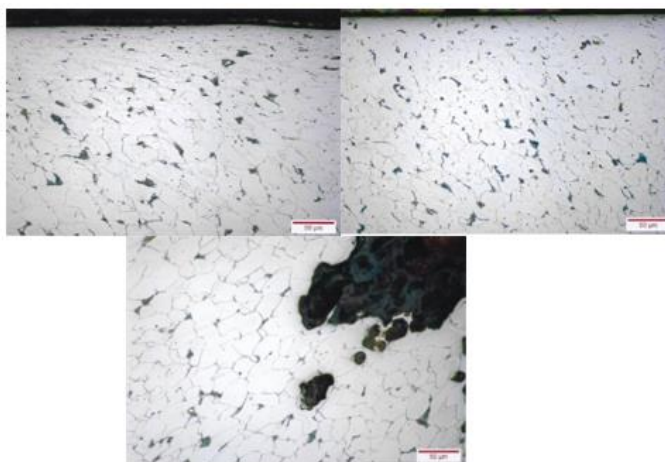
Pengujian mikro struktur dilakukan untuk mengetahui struktur mikro pada spesimen uji terlebih setelah dilakukan proses perendaman pada cairan korosif. Pada percobaan pertama dilakukan dengan proses perendaman selama 3x24 jam atau 3 hari, dengan data sebagai berikut :



**Gambar 3:** Hasil uji mikro setelah dilakukan perendaman selama 3x24 jam atau 3 hari

Dari hasil gambar 3 tersebut dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan proses perendaman terhadap Air laut (gambar kiri), larutan basa NaOH (gambar tengah) dan larutan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (gambar kanan) selama 3x24 jam atau 3 (tiga) hari, hasil pengamatan secara mikro menunjukkan bahwa benda/spesimen uji pada perendaman larutan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (gambar kanan) terjadi bercak hitam yang sangat tebal jika dibandingkan dengan hasil perendaman pada air laut dan larutan basa NaOH.

Pada percobaan yang kedua dilakukan dengan proses perendaman selama 6x24 jam atau 6 hari, dengan data sebagai berikut:



**Gambar 4:** Hasil uji mikro setelah dilakukan perendaman 6x24 jam atau 6 hari

Dari hasil gambar 4 tersebut dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan proses perendaman terhadap Air laut (gambar kiri), larutan basa NaOH (gambar tengah) dan larutan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (gambar kanan) selama 6x24 jam atau 6 (enam) hari, hasil pengamatan secara mikro menunjukkan bahwa benda/spesimen uji pada perendaman larutan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (gambar kanan) terjadi bercak hitam yang sangat tebal jika dibandingkan dengan hasil perendaman pada air laut dan larutan basa NaOH. Hasil ini tidak jauh

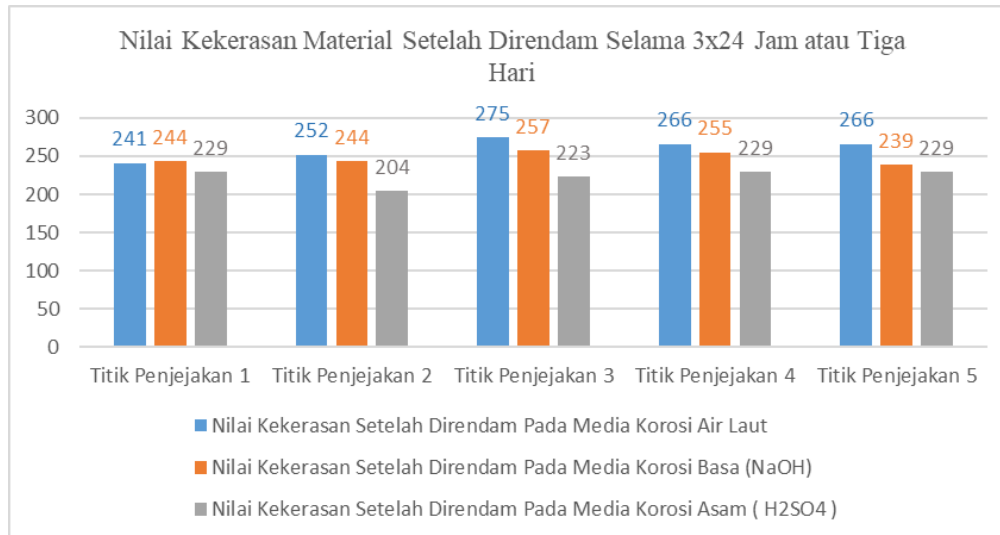
berbeda dengan hasil percobaan selama 3x24 jam atau 3 (tiga) hari, tetapi dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa larutan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sangat tajam terhadap laju korosi pada material logam.

### 3.3. Hasil Uji Kekerasan

Pada dasarnya pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu material untuk menahan identasi atau penekanan. Pengujian ini menggunakan MicroMet® 5100 Series Microindentation Hardness Testers. Dalam pengujian kekerasan ini menggunakan metode Vickers. Pengujian kekerasan ini dilakukan sebanyak 5 (lima) titik penjejakan untuk tiap spesimen ujinya, hal ini dilakukan untuk mengurangi kesalahan pembacaan ataupun kesalahan alat yang digunakan. Setelah itu hasil dari nilai kekerasan dari 5 (lima) titik tersebut dirata-ratakan. Pengujian ini dilakukan dengan dua tahap, untuk tahap yang pertama pengujian pada material uji yang sudah dilakukan proses perendaman selama 3x24 jam atau 3 hari yang hasilnya ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 5 dan tahap yang kedua dilakukan pada material uji yang sudah dilakukan proses perendaman perendaman selama 6x24 jam atau 6 hari yang hasilnya ditunjukkan pada tabel 2 dan gambar 6. Berikut adalah hasil uji kekerasan pada material uji yang sudah dilakukan proses perendaman selama 3x24 jam atau 3 hari.

**Tabel 1:** Nilai kekerasan material setelah direndam selama 3x24 jam atau tiga hari

| No | Titik Penjejakan   | Nilai Kekerasan Setelah Direndam Pada Media Korosi |             |   | Total Pemberian Gaya, Kgf |
|----|--------------------|--|-------------|---|---------------------------|
|    |                    | Air Laut   | Basa (NaOH) | Asam ( H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) |                           |
| 1  | Titik Penjejakan 1 | 241  | 244         | 229                                     | 0.3 HV                    |
| 2  | Titik Penjejakan 2 | 252  | 244         | 204                                     |                           |
| 3  | Titik Penjejakan 3 | 275  | 257         | 223                                     |                           |
| 4  | Titik Penjejakan 4 | 266  | 255         | 229                                     |                           |
| 5  | Titik Penjejakan 5 | 266  | 239         | 229                                     |                           |
|    | Rata-rata          | 260  | 247,8       | 222,8                                   |                           |

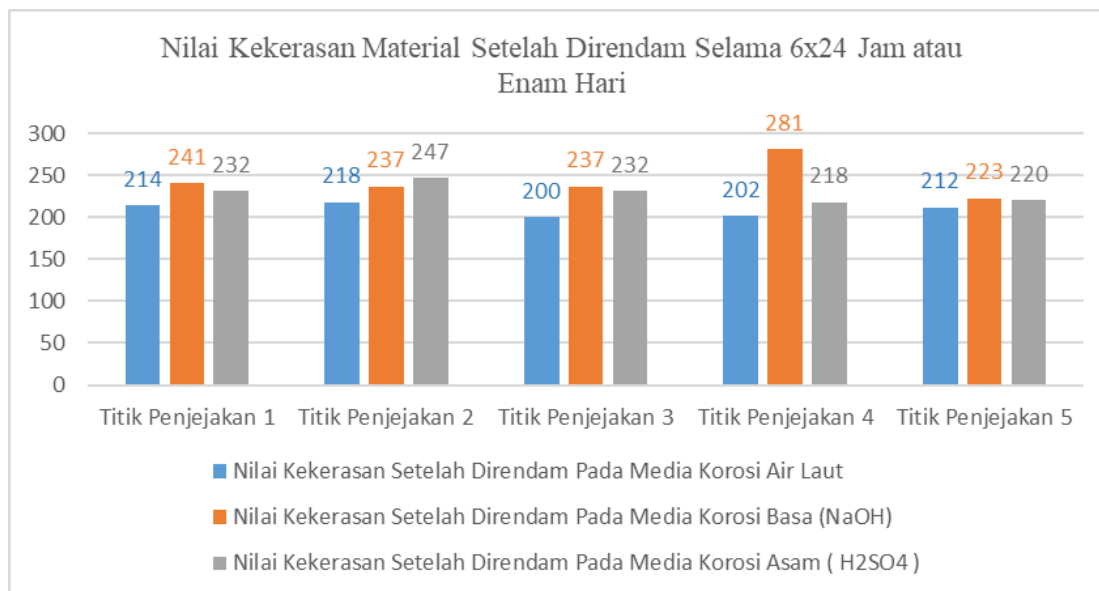


**Gambar 5:** Grafik Nilai Kekerasan Material Setelah direndam Selama 3x24 jam atau tiga hari

Tahap yang kedua dilakukan pada material uji yang sudah dilakukan proses perendaman perendaman selama 6x24 jam atau 6 hari. Berikut adalah hasil uji kekerasan pada material uji yang sudah dilakukan proses perendaman selama 3x24 jam atau 3 hari.

**Tabel 2:** Nilai kekerasan material setelah direndam selama 6x24 jam atau Enam hari

| No | Titik Penjejakan   | Nilai Kekerasan Setelah Direndam Pada Media Korosi |             |   | Total Pemberian Gaya, Kgf |
|----|--------------------|--|-------------|---|---------------------------|
|    |                    | Air Laut   | Basa (NaOH) | Asam ( H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) |                           |
| 1  | Titik Penjejakan 1 | 214  | 241         | 232                                     | 0.3 HV                    |
| 2  | Titik Penjejakan 2 | 218  | 237         | 247                                     |                           |
| 3  | Titik Penjejakan 3 | 200  | 237         | 232                                     |                           |
| 4  | Titik Penjejakan 4 | 202  | 281         | 218                                     |                           |
| 5  | Titik Penjejakan 5 | 212  | 223         | 220                                     |                           |
|    | Rata-rata          | 209.2  | 243.8       | 229.8                                   |                           |



**Gambar 6:** Grafik Nilai Kekerasan Material Setelah direndam Selama 6x24 jam atau enam hari

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, pengambilan data dilakukan dengan tiga metode yaitu pengambilan data secara makro, pengambilan data secara mikro dan pengambilan data dengan melakukan uji kekerasan. Dari semua metode pengambilan data yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa larutan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sangat berpengaruh besar terhadap korosi maupun ketahanan/kekerasan terhadap material jika dibandingkan dengan larutan air laut maupun larutan basa NaOH.

#### PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan banyak berterima kasih kepada Kepala Program Studi Teknik Mesin dan Bapak Prof. Dr. Usman Sudjadi yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran dan memberikan dukungan untuk penyelesaian penelitian ini. Penulis juga berterimakasih kepada Ketua Yayasan Vincentius Jakarta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya atas kesempatan penulis untuk menyelesaikan kuliah Strata 1 (S1) sampai lulus, serta kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian dan penyusunan makalah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Gapsari, Pengantar korosi, Malang: UB Press, 2017.
- [2] I. S. A. d. A. Yudha Kurniawan Afandi, "Analisa laju korosi pada pelat baja karbon," *jurnal Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)*, 2015.
- [3] M. G. Fontana, Corrosion engineering, Singapore: McGraw-Hill Book, 1987.
- [4] B. Utomo, "Jenis korosi dan penanggulangannya," *Program Diploma III Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro*, pp. 138-140, 2009.
- [5] J. Trethewey K.R. & Chamberlain, Korosi untuk mahasiswa sains dan rekayasa, Indonesia: Gramedia Pustaka Utama, 1991.
- [6] M. F. Sidiq, "Analisa korosi dan pengendaliannya," *Foundry*, pp. 25-30, 2013.
- [7] Z. Ahmad, Principles of corrosion engineering and corrosion control, Amsterdam, Belanda: Elsevier, 2006.
- [8] E. Bardal, Corrosion and protection, Verlag London: Springer, 2004.
- [9] G. Subiyanto and A. Ngatin, "Korosi baja karbon di atmosfer sistem air pendingin dan air panas," *Fluida*, pp. 7-14,

- 2015.
- [10] O. Fajar, U. Rumendi and I. Gunawan, "Analisis perbandingan ketahanan korosi terhadap larutan aqua REGIA pada baja karbon medium sebelum dan sesudah proses pack carburizing," *Jurnal Teknik Mesin dan Manufaktur*, pp. 1-10, 2017.
- [11] S. Giat, S. Purwanto, D. and A. Handayani, "Pengaruh inhibitor kafeina pada laju korosi dan struktur mikro baja karbon KS01 dan AISI 1045 dalam media air laut," *Iptek Nuklir Ganendra*, pp. 77-85, 2013.
- [12] I. M. W. M. S. Dwipayana, "Kekerasan baja karbon sedang dengan variasi," *METTEK*, pp. 43-48, 2018.
- [13] T. Indonesia, "Definisi kekerasan material dan cara uji kekerasan," 29 juni 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/@hardnesstester/cara-menggunakan-hardness-tester-865b62d3719f>.
- [14] A. Uji, "Metode pengujian kekerasan pada material industri," 10 Juli 2020. [Online]. Available: <https://www.alatuji.com/article/detail/971/metode-pengujian-kekerasan-pada-material-industri>.
- [15] U. Sudjadi, B. Wibowo and E. Hermawan, "Study of the effect of the electric current strength of the weld on the tensile strength of the welded gas cylinder material joint capacity of 3kg," *Materials Science and Engineering*, vol. 839, pp. 1-10, 2020.