

ANALISIS KOROSI EROSI PADA MATERIAL *PROPELLER* KAPAL BERBAHAN DASAR PADUAN Al_{6061} DAN ALUMINIUM KOMERSIL DENGAN PENAMBAHAN NaCl

Mega Suryani

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: megasuryani1@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak

Berawal dari peristiwa yang sering berdampak pada penurunan umur kapal juga dari kasus nelayan yang seringkali mengganti *propeller* kapal yang rusak diakibatkan oleh korosi. Korosi yang terjadi pada poros *propeller* kapal mengakibatkan rusaknya material. Oleh sebab itu, penulis ingin memperbarui *propeller* kapal dengan menggunakan bahan paduan Al_{6061} dengan penambahan NaCl dan membandingkannya dengan *propeller* pasaran. Penelitian ini dipengaruhi oleh waktu perendaman material dalam air laut, dan kecepatan putar motor sebagai bentuk penerapan pergerakan poros *propeller*. Metode penelitian ini menggunakan deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Penelitian menggunakan spesimen *propeller* kapal dari hasil coran Al_{6061} dengan variasi paduan aluminium komersil dan variasi penambahan NaCl, yang diputar di dalam air laut mengikuti simulasi gerakan dari *propeller* kapal dengan air laut buatan, dengan variasi waktu perendaman dan kecepatan putar yang telah ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi terbesar didapatkan dari *propeller* berbahan dasar paduan Al_{6061} dengan waktu perendaman selama 12 jam dikecepatan putar 1250 rpm sebesar 2,2611 *mmpy* dan pada *propeller* pasaran laju korosi sebesar 2,7480 dengan waktu perendaman selama 12 jam di kecepatan putar yang sama yakni 1250 rpm. Lama perendaman dan variasi kecepatan putar pada pengujian juga mempengaruhi laju korosi paduan Al_{6061} . Jika dibandingkan dengan *propeller* pasaran laju korosi bahan paduan Al_{6061} mengalami penurunan laju korosinya dari 1,9674 *mmpy* sampai 0,8087 *mmpy* dengan selisih 1,1587 *mmpy*.

Kata Kunci: Al_{6061} , NaCl, Korosi, *Propeller*.

Abstract

Starting from events that often have an impact on decreasing the age of the ship as well as from the case of fishermen who often replace damaged ship propellers caused by corrosion. Corrosion that occurs on the ship's propeller shaft results in material damage. Therefore, the author wants to update the ship's propeller by using Al_{6061} alloy material with the addition of NaCl and compare it with market propellers. This research is influenced by the immersion time of the material in seawater, and the rotational speed of the motor as a form of application of the movement of the propeller shaft. This research method uses quantitative and qualitative descriptive. The study used a ship propeller specimen from the Al_{6061} casting with variations in commercial aluminum alloys and variations in the addition of NaCl, which is rotated in seawater following a simulation of the motion of the ship's propeller with artificial seawater, with variations in immersion time and predetermined rotational speed. The results showed that the largest corrosion rate was obtained from the propeller made from the Al_{6061} alloy with an immersion time of 12 hours at 1250 rpm rotational speed of 2.2611 *mmpy* and on the market propeller the corrosion rate was 2.7480 with an immersion time of 12 hours at a speed of rotate the same ie 1250 rpm. The immersion time and variations in rotational speed in the test also affect the corrosion rate of the alloy Al_{6061} . When compared with the market propeller, the corrosion rate of the alloy material Al_{6061} decreased from 1.9674 *mmpy* to 0.8087 *mmpy* with a difference of 1.1587 *mmpy*.

Keywords: Al_{6061} , NaCl, Corrosion, *Propeller*.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara yang memiliki banyak kepulauan dimana untuk menghubungkan antar pulau dan masing-masing daerah membutuhkan sarana transportasi. Kebutuhan akan adanya transportasi ini membantu masyarakat dalam beraktivitas. Transportasi ada juga beragam yakni transportasi darat dimana masyarakat lebih dominan menggunakan transportasi ini untuk melakukan aktivitasnya. Kemudian transportasi udara seperti pesawat yang membantu masyarakat dalam berpergian jauh akan tetapi membutuhkan waktu cepat. Tetapi tidak sedikit pula yang menggunakan transportasi laut, yang digunakan untuk menjangkau daerah terpencil dan susah jika menggunakan transportasi lain. Bisa juga dikatakan bahwa transportasi laut juga penting. Kapal merupakan kendaraan yang menggunakan laut sebagai media jalan. Kapal sendiri yakni kendaraan besar dibandingkan dengan perahu.

Untuk dapat berjalan kapal dibutuhkan sistem penggerak dimana alat penggerak kapal adalah *propeller*. *Propeller* sendiri termasuk komponen yang penting dalam konstruksi kapal. Dengan gaya dorong yang dihasilkan, maka kapal akan bergerak maju atau mundur. Umumnya *propeller* terbuat dari kuningan atau perunggu, tetapi juga ada yang terbuat dari aluminium, sebab memiliki sifat yang tahan akan korosi. Sesuai fungsi dan letaknya, *propeller* rentan terhadap korosi.

Baling-baling yang berputar di air laut akan mengalami korosi erosi yaitu kondisi dimana logam terserang akibat gerak relatif antara elektrolit dan permukaan logam secara cepat. Selain itu material kecil yang bergerak bersama air juga bisa mengikis permukaan logam. Disini kecepatan dari gerakan air sangat berpengaruh terhadap laju korosi, semakin cepat kecepatan semakin cepat laju korosi pada logam. Pada baling-baling kapal, kerugian teknis yang akan dialami akibat terjadinya korosi adalah berkurangnya kecepatan kapal, menurunnya *fatigue life*, *tensile strength* dan berkurangnya sifat mekanis material lainnya (Nova dan Nurul, 2012).

Korosi adalah perusakan atau penurunan mutu dari material akibat bereaksi dengan lingkungan. Penurunan mutu yang diakibatkan interaksi secara fisik bukan disebut korosi, namun biasa dikenal sebagai erosi dan keausan. Korosi erosi adalah jenis korosi yang menggunakan proses mekanik melalui pergerakan relative antara aliran gas atau cairan korosif dengan logam. Korosi erosi juga dapat disebabkan karena impingment corrosion, yaitu akibat fluida sangat deras dan dapat mengikis film pelindung pada logam yang mengakibatkan korosi pada logam (Bayuseno dan Handoko, 2012).

Bedasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Choirul Huda, (2017) tentang laju korosi material Al_{5083} sebagai aplikasi bahan lambung kapal. Waktu peredaman yang dilakukan adalah 12 jam, 24 jam, 48 jam, dan 168 jam dengan menggunakan air laut kamal, air laut gresik, dan air laut lamongan. Mendapatkan hasil dimana semakin lama waktu peredaman maka semakin menurun laju korosi yang terjadi pada aluminium.

Dari latar belakang dan hasil penelitian terdahulu, penulis melakukan penelitian laju korosi erosi pada material propeller kapal berbahan dasar paduan Al_{6061} dan aluminium komersil dengan penambahan NaCl.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan eksperimen yang berguna untuk mengetahui nilai laju korosi pada hasil bahan paduan Al_{6061} dan aluminium komersil dengan penambahan NaCl dengan dilakukan pemutaran spesimen. Dimana waktu perendaman dan kecepatan putar sebagai variasinya juga hasil dari pengaruh penambahan garam pada spesimen.

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian

Pembuatan material dilakukan Bengkel UKM pengecoran Aluminium Jl. Klampis Ngasem 7/1 Surabaya. Pemotongan spesimen dan perendaman spesimen dilakukan di UKM las, bubut dan wirecut Jl. Brigjend Katamso IV Waru Sidoarjo. Penimbangan berat material dilakukan Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Foto mikro dilakukan Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah pelaksanaan seminar proposal skripsi.

Variabel Penelitian

Variabel Bebas

Variabel bebas penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kecepatan putar *propeller* yaitu 750 rpm, 1000 rpm dan 1250 rpm dan waktu perendaman spesimen 12 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 168 jam.

Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini adalah laju korosi erosi dari hasil spesimen yang telah dibuat dengan ukuran yang sudah ditentukan.

Variabel Kontrol

Variabel kontrol yang ditetapkan adalah menggunakan spesimen bahan paduan Al_{6061} dan Aluminium komersil yang mana menggunakan piston dengan penambahan

NaCl. Spesimen menggunakan dimensi 80 mm x 20 mm x 1 mm dan dibuat lubang pada bagian tengah Ø6mm. Media peredaman menggunakan air laut buatan. Volume media air laut Buatan untuk setiap spesimen yakni 2000ml.

Bahan, Peralatan dan Instrumen Penelitian

- Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :
 - Al_{6061}
 - Aluminium Komersil
 - Garam Kristal (bukan garam yodium)
 - Air laut buatan
 - Aseton
- Alat yang digunakan adalah :
 - Ragum
 - Gerinda tangan
 - Kertas *Abrasif*
 - Kikir
 - *Jerrycan*
 - *Motor*
 - *Dimmer Switch*
 - *Bejana Uji*
 - *Wadah Plastik*
 - *Stopwatch*
- Instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut :
 - Timbangan Analitik
 - Jangka Sorong
 - Micrometer Sekrup
 - Gelas Ukur 1000ml
 - pH Meter
 - TDS Meter
 - Tachometer
 - Mikroskop Elektron

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah mengumpulkan data dilakukan dengan menguji atau mengukur spesimen yang diujikan kemudian data hasil pengujian diolah dan disajikan dalam bentuk tabel. Pengujian yang dilakukan yakni uji laju korosi erosi. Persamaan untuk menghitung laju korosi dapat ditulis :

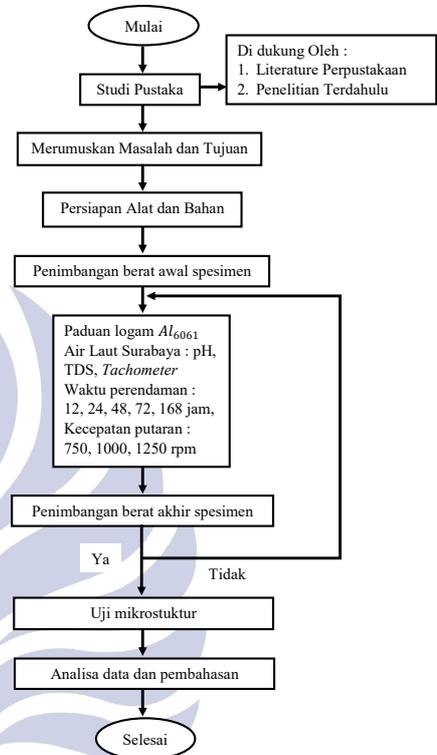
$$\text{Laju korosi} = \frac{K \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \text{ mpy} \dots\dots\dots (1.1)$$

Keterangan :

- K = konstanta ($8,76 \times 10^4$)
- W = massa yang hilang (gr)
- A = luas penampang (cm^2)
- T = waktu peredaman (jam)
- D = massa jenis sampel (gr/cm^3)

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah gambaran tentang Langkah - langkah yang akan dilakukan oleh penulis dalam melakukan penelitian dengan mengumpulkan data dan menganalisis data yang dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini :



Gambar 1 *Flowchart* Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laju Korosi

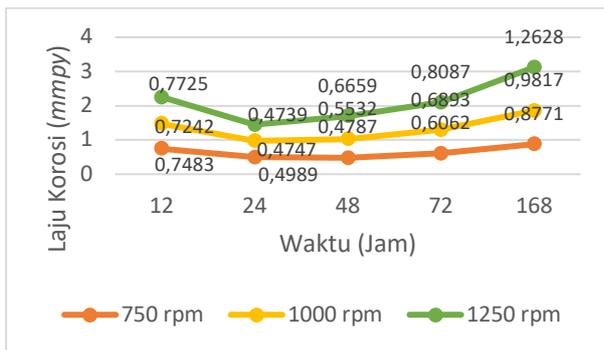
Hasil dari penelitian yang dilakukan yakni spesimen yang direndam dan diputar dengan variasi waktu selama 12, 24, 48, 72, 168 jam dan kecepatan putar 750, 1000, 1250 rpm. Perhitungan laju korosi dilakukan setelah hasil dari penimbangan berat spesimen dan setelah perhitungan kehilangan berat. Laju korosi dihitung menggunakan metode kehilangan berat sesuai standart ASTM G31-72 dengan menggunakan rumus (1.1) dan hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Laju korosi bahan paduan Al_{6061}

Spesimen bahan paduan Al_{6061}			
Waktu perendaman	Laju Korosi (mmpy)		
	750 rpm	1000 rpm	1250 rpm
12	0,7483	0,7242	0,7725
24	0,4989	0,4747	0,4739

Waktu perendaman	Laju Korosi (mmpy)		
	750 rpm	1000 rpm	1250 rpm
48	0,4787	0,5532	0,6659
72	0,6062	0,6893	0,8087
168	0,8771	0,9817	1,2628

Data laju korosi spesimen dengan bahan paduan Al_{6061} dari tabel diatas, yang grafik laju korosi ada sebagai berikut :

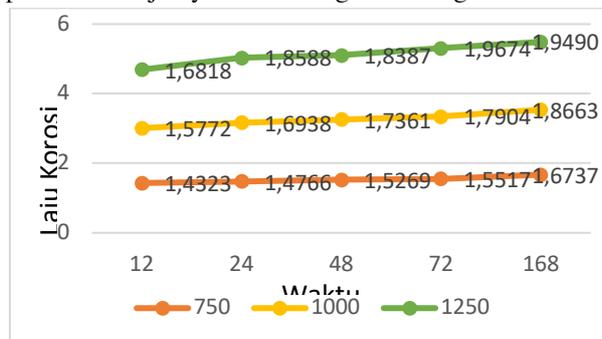


Gambar 1 Grafik laju korosi bahan paduan Al_{6061}

Tabel 2 Laju Korosi Spesimen dengan bahan *propeller* Pasaran

Waktu perendaman	Spesimen bahan <i>propeller</i> pasaran		
	750 rpm	1000 rpm	1250 rpm
12	1,4323	1,5772	1,6818
24	1,4766	1,6938	1,8588
48	1,5269	1,7361	1,8387
72	1,5517	1,7904	1,9674
168	1,6737	1,8663	1,9490

Dari data laju korosi spesimen dengan bahan produk pasaran selanjutnya dibuatkan grafik sebagai berikut :



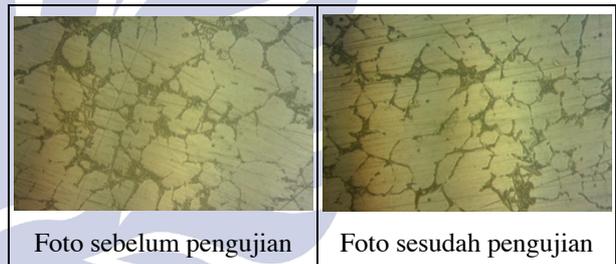
Gambar 2 Grafik Laju Korosi spesimen *propeller* pasaran

Untuk hasil pengujian pH meter dan TDS yang didapatkan dari sebelum dan sesudah pengujian juga mengalami perubahan dimana pH diawal 7,9 menjadi 8,1 untuk semua bahan material baik bahan paduan Al_{6061} dan bahan *propeller* pasaran. pH termasuk parameter penting dalam uji korosi dan dari hasil yang didapat pH masih dalam keadaan netral yang memiliki pengaruh kecil dalam pengujian.

Kemudian untuk TDS hasil dari bahan paduan Al_{6061} sebelumnya 829 ppm menjadi 873 ppm. TDS digunakan untuk menggambarkan NaCl yang ada di dalam larutan yang mana semakin besar TDS mengakibatkan laju korosi yang terjadi juga semakin besar sebab material mengalami gesekan yang diakibatkan oleh partikel dalam air laut. Hasil dari hasil pengujian TDS bahan *propeller* pasaran paling tinggi yang mengakibatkan laju korosi semakin besar.

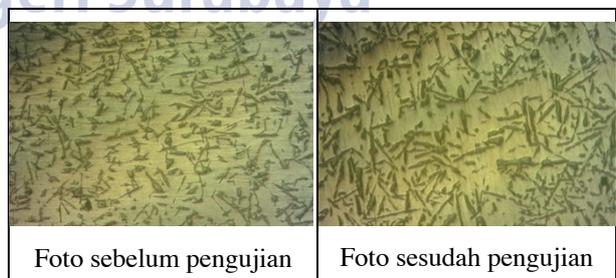
Hasil Foto Mikro Paduan Al_{6061} dan *Propeller* Pasaran

Foto mikro dilakukan untuk menunjukkan adanya korosi pada spesimen yang telah dilakukan pengujian laju korosi. Foto mikro diambil pada nilai laju korosi kecepatan 1000 rpm dengan waktu pengujian 168 jam.



Gambar 3 Foto mikro spesimen bahan paduan Al_{6061}

Pada gambar diatas terlihat foto mikro permukaan spesimen sebelum atau sesudah dilakukannya pengujian dianggap sama. Pori-pori atau lubang yang terlihat dihasil pengujian menggunakan paduan Al_{6061} lebih kecil dari pada spesimen produk pasaran yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4 Foto mikro spesimen bahan *propeller* pasaran

Dapat dilihat dari gambar diatas terlihat perbedaan hasil foto mikro permukaan spesimen yang sesudah dilakukannya pengujian dimana muncul lubang yang

tidak beraturan akibat dari korosi dan menjadikan bentuk permukaan juga menjadi lebih kasar.

Pembahasan

• Pengaruh Penambahan NaCl dalam Media Air Laut Buatan terhadap laju korosi

Banyaknya garam yang terkandung didalam air laut mengakibatkan percepatan korosi. Kadar garam adalah banyaknya garam yang terlarut dalam 1000 gram air laut. Dalam kandungan garam terdapat Ion klorida (Cl) yang menjadi salah satu zat kimia sebagai media pengkorosif karena dapat menimbulkan konsentrasi elektrolit yang dapat mempercepat laju korosif.

Konduktivitas air ditimbulkan dari tingkat kadar garam yang tinggi dalam larutan. Konduktivitas adalah kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik sehingga menimbulkan adanya muatan negatif dan positif dari dalam larutan. Muatan tersebut adalah electron yang mengalir dari anoda ke katoda yang dapat menimbulkan terjadinya korosi. Semakin besar kadar garam konduktivitas yang terkandung mempengaruhi cepatnya laju korosi yang terjadi

• Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi

Waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12, 24, 48, 72 dan 168 jam. Lamanya waktu pada proses perendaman mempengaruhi laju korosi. Pada variasi waktu pengujian yang dilakukan tingkat laju korosi mengalami fluktuasi seiring bertambahnya waktu pengujian.

Salah satu contoh dapat dilihat pada tabel 4.7 menggunakan *propeller* pasaran dengan kecepatan putar 1250 rpm laju korosi dengan variasi waktu perendaman 12 jam sebesar 1,6818 *mmpy*, pada waktu 24 jam bertambah sebesar 1,8588 *mmpy*, di waktu 48 jam mengalami penurunan sebesar 1,8387 *mmpy*, lalu pada waktu 72 jam terjadi kenaikan sebesar 1,9674 *mmpy* dan di waktu 168 jam spesimen mengalami penurunan laju korosi sebesar 1,9490 *mmpy*. Bisa dikatakan bahwa semakin lama waktu perendaman maka laju korosi dengan waktu perendaman yang lebih lama mengalami penurunan.

• Pengaruh Kecepatan Putar Pengujian Terhadap Laju Korosi

Korosi pada bahan paduan Al_{6061} terjadi sebab spesimen yang diputar dengan kecepatan tinggi akan mengalami korosi akibat pecahnya gelembung oksigen yang merusak lapisan pelindung pada

permukaan material, selanjutnya gesekan dari zat padat yang terlarut didalam larutan akan ikut berputar dan membuat kikisan pada butir di material sehingga korosi berlanjut yang menyebabkan munculnya lubang pada material. Pada penelitian ini kecepatan putar yang digunakan yaitu 750 rpm, 1000 rpm, 1250 rpm.

Hasil menunjukkan salah satu contoh tabel 4.5 laju korosi terendah yaitu dengan kecepatan putar 750 rpm dan yang tertinggi yaitu 1250 rpm. Dengan waktu pengujian 48 jam pada kecepatan 750 rpm sebesar 0,4787 *mmpy*. Laju korosi pada 1000 rpm mengalami peningkatan menjadi 0,5532 *mmpy* kemudian pada kecepatan 1250 rpm laju korosi meningkat sebesar 0,6659 *mmpy*, peningkatan laju korosi terjadi berdasarkan variasi kecepatan putar pada semua spesimen produk pasaran dan spesimen paduan Al_{6061} . Bisa dikatakan bahwa semakin besar kecepatan semakin besar laju korosinya.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian, pengujian dan analisa yang telah dilakukan terhadap pengukuran laju korosi paduan Al_{6061} dengan penambahan NaCl dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Waktu perendaman dapat mempengaruhi nilai laju korosi dimana laju korosi bahan paduan Al_{6061} tercepat yakni diwaktu perendaman 168 jam
- kecepatan putar juga mempengaruhi jalannya laju korosi yang mana semakin besar kecepatan maka akan semakin cepat laju korosi. Laju korosi bahan paduan Al_{6061} adalah dikecepatan putar 1250 rpm

Saran

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai laju korosi paduan Al_{6061} dengan penambahan NaCl serta menggunakan jenis media perendaman lainnya.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai laju korosi paduan Al_{6061} dengan penambahan NaCl mengenai pengaruh variasi waktu dan kecepatan putar serta dengan pengaruh variabel lainnya

DAFTAR PUSTAKA

Andini, May Rista. 2017. *Analisis Laju Korosi Logam Kuningan (Brass) sebagai Aplikasi Bahan*

- Propeller Kapal*. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya
- Anwar, Egi. 2004. *Karakteristik Aluminium Alloy 6061*. Jurnal. Dikutip dari https://www.academia.edu/9578789/KARAKTERISTIK_ALLUMINIUM_ALLOY_6061. 10 Januari 2019
- ASM International. 1987, *Metal Handbook Ninth Edition Volume 13 Corrosion*. United State.
- ASTM International Standards_____. 2004. *ASTM G31-72: Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. United State.
- ASTM International Standards_____. 1999. *ASTM G102-89: Standard Practice for Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*. United State.
- Bayuseno, A.P dan Handoko Erizal Dwi. 2012. *Analisa Korosi Erosi Pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Febriyanti, Eka, dkk. 2017. *Pengaruh Waktu Peredaman dan Penambahan Konsentrasi NaCl (ppm) terhadap Laju Korosi Baja Latelit*. Jurnal Mesin Teknologi (SINTEK Jurnal) Volume 11 No. 2 (Desember, 2017). ISSN: 2549-9645
- Hafizh, Abdul. 2009. *Aluminium Murni dan Paduannya*. Makalah. Dikutip dari <https://www.scribd.com/doc/25300537/Makalah-Aluminium>. 09 Januari 2019
- Nova, Satria dan Nurul Misbah M. 2012. *Analisis Pengaruh Sanilitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW*. Jurnal Teknik ITS Vol. 1, (September, 2012). ISSN: 2301-9271.
- Noviadam, Riki. 2017. *Analisis Laju Korosi Erosi Pada Baja St 60 Dalam Berbagai Medium Air Laut*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Palupi, Aisyah Endah. 2014. *Buku Ajar Teknik Korosi*. Surabaya: Unesa University Press.
- Prabowo, Deny. 2015. *Faktor Faktor yang Mempengaruhi Laju Korosi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Sudradjat, Ardhi dan Bayuseno A.P. 2014. *Analisa Korosi dan Kerak Pipa Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sugiyono, 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta
- Sutjahjo, Dwi Heru. 2011. *Bahan Ajar Teknik Korosi*. Surabaya: UNESA.
- Utomo, Budi. 2012. *Peranan Baling Baling Pada Gerakan Kapal*. Jurnal Teknik UNDIP Vol. 33 No. 2. ISSN: 0852-1697