

ANALISIS LAJU KOROSIFITAS DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN AL6061 DAN ALUMUNIMUM KOMERSIL DENGAN PERLAKUAN PANAS T6 DOUBLE QUENCHING OLI SAE 20W

Muhammad Yanuar Perdana

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhammad.17050754067@mhs.unesa.ac.id

Bellina Yunitasari

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: bellinayunitasari@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini diawali dengan permasalahan yang sering dialami oleh nelayan. Nelayan perlu membawa baling-baling cadangan setiap kali melaut, karena baling-baling yang mereka gunakan mengalami korosi hanya dalam beberapa minggu. Melihat permasalahan yang dihadapi oleh nelayan, penulis ingin mengetahui ketahanan korosi material paduan Al6061 yang telah mengalami perlakuan panas T6 *Double Quenching* menggunakan metode kehilangan berat sesuai standart ASTM G31 – 72 dengan menggunakan perbedaan waktu, dan kecepatan putar. Pengujian struktur mikro menggunakan metode SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Waktu pengujian yang digunakan adalah 12 jam, 24 jam, 168 jam sedangkan kecepatan putar yang digunakan adalah 1250rpm, 1750rpm, dan 2250rpm. Berdasarkan hasil penelitian data Laju korosi tercepat adalah 0,9462 mmpy didapatkan dari pengujian selama 12 jam dengan kecepatan putar 2250rpm dan Laju korosi terlambat adalah 0,2709 mmpy didapatkan dari pengujian selama 168 jam dengan kecepatan putar 1250rpm, sedangkan nilai kehilangan berat terbesar adalah 0,845 gram didapatkan dari pengujian selama 168 jam dengan kecepatan putar 2250rpm dan nilai kehilangan berat terkecil adalah 0,0086 gram didapatkan dari pengujian selama 12 jam dengan kecepatan putar 1250rpm. Dari hasil pengujian korosi diketahui bahwa semakin besar kecepatan putar, maka laju korosinya juga semakin besar, sedangkan semakin lama waktu perendaman laju korosi semakin menurun dikarenakan terbentuknya lapisan pasivasi pada permukaan alumunium.

Kata Kunci: Al6061, korosi, *double quenching*, *scanning electron microscopy*

Abstract

This research begins with problems that are often experienced by fishermen. Fishermen need to carry spare propellers with them each time they go out to sea, as the propellers they use corrode in just a few weeks. Seeing the problems faced by fishermen, the authors want to know the corrosion resistance of Al6061 alloy material that has undergone T6 Double Quenching heat treatment using the weight loss method according to the ASTM G31 - 72 standard by using the time difference, and rotating speed. Microstructure testing using SEM (Scanning Electron Microscopy) method. The testing time used was 12 hours, 24 hours, 168 hours while the rotational speed used was 1250 rpm, 1750 rpm, and 2250 rpm. Based on the research results, the fastest corrosion rate is 0.9462 mmpy obtained from testing for 12 hours with a rotational speed of 2250 rpm and the late corrosion rate is 0.2709 mmpy obtained from testing for 168 hours with a rotational speed of 1250 rpm, while the largest weight loss value is 0.845 grams were obtained from testing for 168 hours with a rotational speed of 2250 rpm and the smallest weight loss value was 0.0086 grams obtained from testing for 12 hours with a rotational speed of 1250 rpm. From the results of corrosion testing, it is known that the greater the rotational speed, the greater the corrosion rate, while the longer the immersion time the corrosion rate decreases due to the formation of a passivation layer on the aluminum surface.

Keywords: Al 6061, Corrosion, Double Quenching Scanning Electron Microscopy

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, berdasarkan data Menteri Bidang Kemaritiman dan Investasi Indonesia (Kemenkomarves) hingga bulan Desember 2019 jumlah pulau hasil validasi dan verifikasi Indonesia mencapai 17.491 pulau. Menurut Jusna (2016) Indonesia mempunyai luas sekitar 1,5 juta km² dengan wilayah laut empat kali luas daratan, sehingga transportasi

laut merupakan sarana penting dalam mobilitas masyarakat.

Transportasi laut berguna dalam penyaluran barang dan jasa untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang berada dipulau – pulau kecil. Transportasi laut juga merupakan kendaraan bagi masyarakat daerah pesisir yang berprofesi sebagai nelayan agar mendapatkan penghasilan. Transportasi air yang paling sering digunakan oleh masyarakat adalah kapal.

Kapal adalah kendaraan pengangkut penumpang dan barang dilaut untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari – hari. Berdasarkan tenaga penggerakannya, ada beberapa jenis kapal yaitu kapal dayung, kapal layar, dan kapal motor. Pada aktivitas sehari – hari kapal motor lebih sering digunakan lebih sering digunakan untuk menghemat waktu dan tenaga. Bagian penting pada kapal motor yang memiliki fungsi utama sebagai penggerak kapal adalah *propeller*.

Baling – baling kapal (*propeller*) adalah elemen mesin yang berfungsi untuk memindahkan tenaga dengan cara mengkonversi gerakan rotasi dari mesin menjadi daya dorong untuk menggerakkan sebuah kapal melalui suatu massa seperti air dengan memutar dua bilah atau lebih dari sebuah poros. *Propeller* umumnya terbuat dari perunggu atau kuningan, tetapi ada juga yang terbuat dari aluminium, biasanya untuk kapal kecil dan perahu nelayan. (Kondo et al., 2012)

Aluminium merupakan jenis logam yang ringan dan sangat penting bagi kehidupan manusia. Aluminium dan paduannya adalah logam *non-ferrous* yang biasa digunakan dalam industri. Salah satu jenis paduan aluminium yang banyak digunakan di industri adalah paduan aluminium seri 6061. Komposisi paduan utama aluminium 6061 adalah magnesium (Mg) dan silika (Si). Alumunium seri 6061 dapat digunakan sebagai bahan *propeller* kapal karena memiliki beberapa kelebihan seperti: ratio terhadap beban yang tinggi, ringan, konduktifitas panas dan listrik tinggi, memantulkan cahaya, mudah dibentuk tidak bersifat magnet, dan tidak mudah mengalami korosi (Dwivedi et al., 2019)

Korosi pada baling – baling (*propeller*) kapal milik nelayan terjadi hanya dalam waktu beberapa minggu saja, hal tersebut membuat nelayan harus membawa cadangan *propeller* ketika melaut (Abdi, 2020)

Korosi merupakan kerusakan logam akibat reaksi oksidasi antara logam dan lingkungannya. Pada *propeller* berbahan aluminium, korosi terjadi karena bersinggungan langsung dengan air laut. Proses korosi pada *propeller* dapat dipengaruhi dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya adalah material *propeller* itu sendiri (komposisi dan perlakuan panas), kadar salinitas air laut, *temperature* air laut, kadar pH, dan kecepatan putar *propeller*. (Sasono, 2010)

Perlakuan panas (*Heat treatment*) adalah suatu metode yang dipergunakan untuk merubah sifat sifat mekanik dan struktur mikro dari suatu material. Aplikasi proses perlakuan panas pada alumunium umumnya untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan aluminium. (Pranata et al., 2016)

Berdasarkan latar belakang penelitian ini akan mengetahui ketahanan korosi pada spesimen *propeller* kapal berbahan Al6061 dengan perlakuan panas T6 *double quenching* oli SAE 20W dengan variasi kecepatan putar dan lama waktu perendaman.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui besarnya laju korosi dan struktur mikro pada paduan Al6061 dan

alumunium komersil dengan perlakuan panas T6 *double quenching* sebagai aplikasi baling – baling kapal (*propeller*) dengan variasi waktu perendaman dan kecepatan putar.

Waktu dan Tempat Penelitian

• Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama enam bulan dari bulan juni – November 2021

• Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat yaitu:

- Proses pengecoran dan pembuatan spesimen dilakukan di UKM Pengecoran Alumunium Jl. Klampis Ngasem 7/1 Surabaya
- Uji Laju korosifitas dengan metode kehilangan berat dilakukan di Lab. Analitik Jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya
- Uji struktur mikro dengan metode SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilakukan di Lab. SEM Instut Teknologi Sepuluh November.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah:

• Variabel Bebas

- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan 3,5 kg Al6061 + 1,5 kg alumunium komersil + 31 gram garam kristal.
- Variasi kecepatan putar adalah 1250rpm, 1750rpm, dan 2250rpm
- Variasi waktu perendaman adalah 12 jam, 24 jam, dan 168 jam

• Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah laju korosifitas dan struktur mikro pada paduan Al6061 dan alumunium komersil dengan perlakuan panas T6 *double quenching* oli SAE 20W

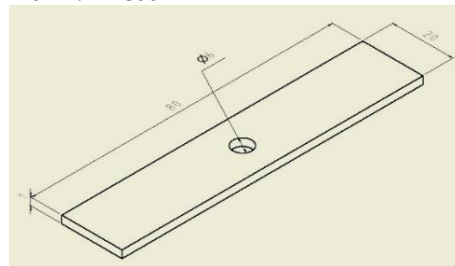
• Variabel Kontrol

Variable kontrol pada penelitian ini adalah jenis material, metode pembuatan spesimen, jenis air laut, dan pengujian laju korosifitas dengan meode kehilangan berat sesuai dengan standart ASTM G31 – 72.

Spesifikasi Bahan Penelitian

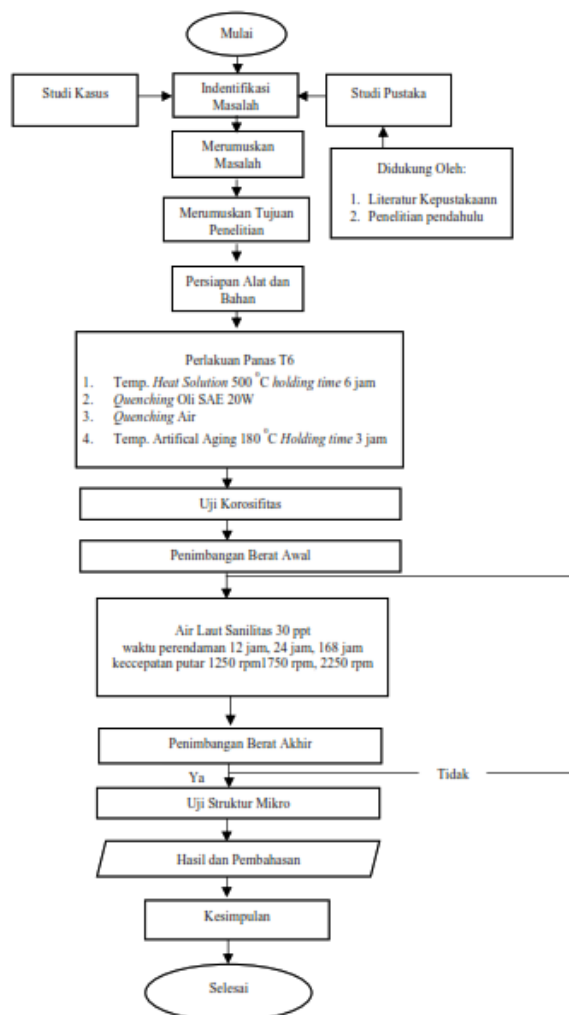
Spesifikasi bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Dimensi : 80 mm x 20 mm x 2 mm lubang tengah Ø 6 mm
- Jumlah : 27 buah



Gambar 1. Dimensi Spesimen

Rancangan Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan cara menguji atau mengukur objek. Selanjutnya hasil pengujian tersebut akan dicatat. Pengujian yang dilakukan yaitu laju korosifitas dengan metode kehilangan berat dan uji struktur mikro

Teknik Analisa Data

Dalam penelitian ini data yang sudah dikumpulkan akan digambarkan dalam bentuk diagram batang ataupun grafik dan dihitung untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengaruh dari setiap variable

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

• Uji Laju Korosifitas

Dalam penelitian ini pengujian laju korosifitas menggunakan metode kehilangan berat sesuai ASTM G31 – 72. Setelah pengambilan data selesai, data yang diperoleh dihitung nilai kehilangan beratnya menggunakan persamaan:

$$\Delta W = W_{awal} - W_{akhir}$$

Setelah nilai kehilangan berat diperoleh, nilai laju korosi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$CR = \frac{K \times W}{A \times t \times D}$$

Keterangan:

CR = Laju Korosi (mm/y)

K = Konstanta Laju Korosi = $8,76 \times 10^4$ (mm/y)

W = Massa yang hilang (gram)

A = Luat Permukaan spesimen (cm²)

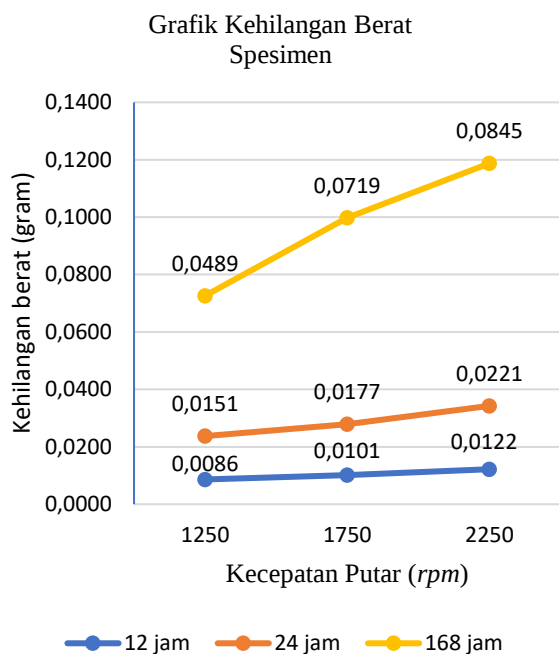
T = Waktu Perendaman (jam)

D = Densitas Spesimen = 2,7 (g/cm³)

Tabel 1. Kehilangan Berat spesimen

Waktu	Kecepatan Putar (rpm)	Spesimen	Kehilangan Berat (gram)
12 Jam	1250	1	0,0085
		2	0,0083
		3	0,0091
		Rata - Rata	0,0086
	1750	1	0,0103
		2	0,0095
		3	0,0106
		Rata - Rata	0,0101
	2250	1	0,0119
		2	0,0121
		3	0,0126
		Rata - Rata	0,0122
24 Jam	1250	1	0,0148
		2	0,0150
		3	0,0155
		Rata - Rata	0,0151
	1750	1	0,0182
		2	0,0168
		3	0,0182
		Rata - Rata	0,0177
	2250	1	0,0223
		2	0,0222
		3	0,0217
		Rata - Rata	0,0221
168 Jam	1250	1	0,0454
		2	0,0529
		3	0,0484
		Rata - Rata	0,0489
	1750	1	0,0710
		2	0,0703
		3	0,0744

Waktu	Kecepatan Putar (rpm)	Spesimen	Kehilangan Berat (gram)
168 Jam	2250	Rata – Rata	0,0719
		1	0,0584
		2	0,0979
		3	0,0971
		Rata – Rata	0,0845



Gambar 2. Grafik Kehilangan Berat Rata – Rata Spesimen

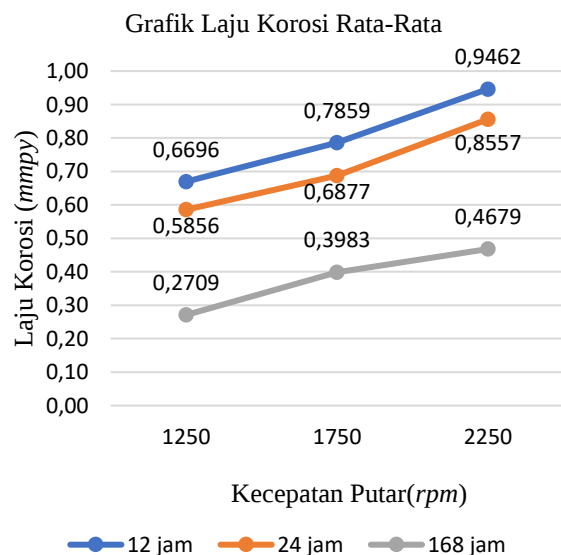
Berdasarkan data yang diperoleh, nilai kehilangan berat rata rata terbesar yaitu 0,0845 gram yang didapatkan dari pengujian selama 168 jam dan kecepatan putar 2250 rpm. Sedangkan nilai kehilangan berat rata – rata terkecil yaitu 0,0086 gram yang didapatkan dari pengujian selama 12 jam dan kecepatan putar 1250 rpm.

Setelah didapatkan nilai kehilangan berat, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai laju korosi menggunakan persamaan perhitungan laju korosi.

Tabel 2. Laju Korosi

Waktu	Kecepatan Putar (rpm)	Spesimen	Laju Korosi (mmpy)
12 Jam	1250	1	0,6593
		2	0,6437
		3	0,7058
		Rata - Rata	0,6696
	1750	1	0,7989
		2	0,7368

Waktu	Kecepatan Putar (rpm)	Spesimen	Laju Korosi (mmpy)
24 Jam	2250	3	0,8221
		Rata – Rata	0,7859
		1	0,9230
		2	0,9385
		3	0,9772
		Rata – Rata	0,9462
	1250	1	0,5739
		2	0,5817
		3	0,6011
		Rata – Rata	0,5856
	1750	1	0,7058
		2	0,6515
		3	0,7058
		Rata – Rata	0,6877
168 Jam	2250	1	0,8648
		2	0,8609
		3	0,8415
		Rata – Rata	0,8557
	1250	1	0,2515
		2	0,2931
		3	0,2681
		Rata – Rata	0,2709
	1750	1	0,3933
		2	0,3895
		3	0,4122
		Rata – Rata	0,3983
168 Jam	2250	1	0,3235
		2	0,5424
		3	0,5379
		Rata – Rata	0,4679



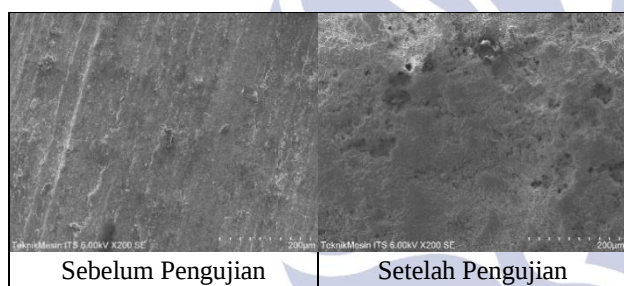
Gambar 3. Grafik Laju Korosi Rata – Rata

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai laju korosi rata rata terbesar yaitu 0,9462 *mm*py yang didapatkan dari pengujian selama 12 jam dan kecepatan putar 2250 rpm. Sedangkan nilai kehilangan berat rata – rata terkecil yaitu 0,2709 0,2709 *mm*py yang didapatkan dari pengujian selama 168 jam dan kecepatan putar 1250rpm

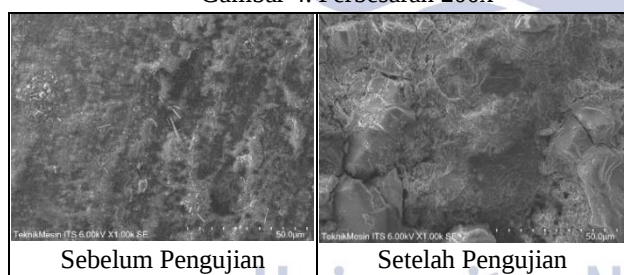
• Uji Struktur Mikro

Setelah dilakukan pengujian laju korosi, selanjutnya dilakukan pengujian struktur mikro dengan metode SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui perbedaan permukaan pada spesimen yang belum diuji dan spesimen yang telah diuji selama 168 jam dengan kecepatan putar 2250rpm.

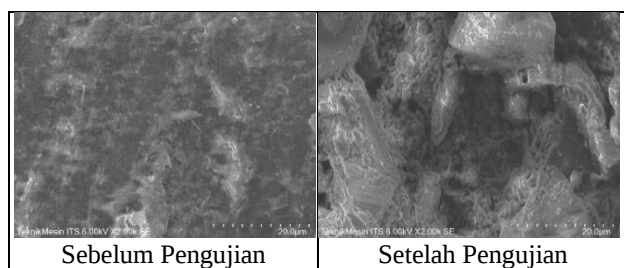
Pada penelitian ini pengujian dilakukan di empat titik dengan empat perbesaran yang berbeda. Perbesaran yang digunakan adalah 200x, 1000x, 2000x, dan 5000x



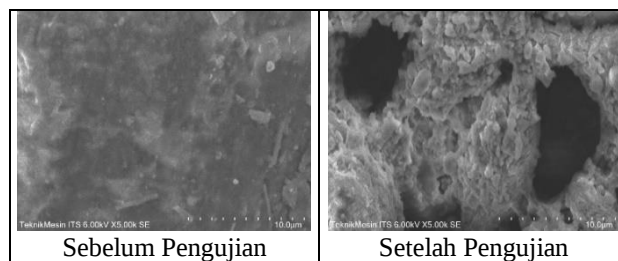
Gambar 4. Perbesaran 200x



Gambar 5. Perbesaran 1000x



Gambar 6. Perbesaran 2000x



Gambar 7. Perbesaran 5000x

Berdasarkan hasil diatas, terlihat perbedaan pada permukaan spesimen sebelum pengujian dan setelah pengujian. terdapat korosi sumuran sumuran (*pitting corrosion*) yang ditandai dengan terbentuknya lubang berwarna gelap pada permukaan spesimen, sedangkan daerah yang terkikis merupakan tanda terjadinya korosi erosi. Korosi erosi terjadi karena spesimen yang direndam di dalam air diputar dalam kecepatan tertentu (Bayuseno & Handoko, 2013)

Pembahasan

• Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi

Lamanya waktu perendaman mempengaruhi laju korosi pada material paduan Al6061 dengan perlakuan panas T6 *double quenching* oli SAE 20W, dimana semakin lama waktu perendaman laju korosi pada material semakin menurun, namun hal ini berbanding terbalik dengan kehilangan beratnya. Penurunan laju korosi ini berkaitan dengan terbentuknya lapisan pasivasi pada permukaan aluminium dalam rentang waktu 12 hingga 168 jam. Lapisan pasivasi adalah lapisan yang terbentuk dari hasil reaksi oksidasi aluminium dengan air laut, lapisan ini menempel dengan sangat kuat pada permukaan spesimen dan bersifat protektif sehingga menghambat korosi (Imanullah & Purniawan, 2016)

• Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Laju Korosi

Kecepatan putar mempengaruhi korosi pada paduan Al6061 dengan perlakuan panas T6 *double quenching* oli SAE20W. Semakin tinggi kecepatan putar, laju korosi pada material juga semakin cepat. Begitu juga dengan kehilangan berat pada spesimen, nilai kehilangan berat meningkat seiring meningkatnya kecepatan putar.

Kecepatan putar yang tinggi mengakibatkan gesekan antara permukaan material dan partikel – partikel yang ada dalam air laut semakin cepat dan reaksi oksidasi aluminium dengan air laut juga semakin cepat. Gesekan ini akan merusak lapisan pasif pada aluminium, tetapi lapisan pasif akan diperbaiki kembali (P.R Roberge, 2000) Proses tersebut

berlangsung terus menerus hingga waktu perendaman selesai

double quenching oli SAE 20W dengan paduan yang tidak dilakukan perlakuan panas.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan terhadap pengukuran laju korosi pada logam paduan Al6061 dengan perlakuan panas T6 *double quenching* oli SAE 20W, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Nilai laju korosi terbesar adalah 0,9462 *mm* yang didapatkan dari hasil pengujian selama 12 jam, sedangkan nilai laju korosi terkecil adalah 0,2709 *mm* yang didapatkan dari hasil pengujian selama 168 jam. Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa lama waktu perendaman berpengaruh terhadap besarnya laju korosi material paduan Al6061 dengan perlakuan panas T6 *double quenching* oli SAE 20W dikarenakan selama rentang waktu 12 hingga 168 jam terbentuk lapisan pasivasi yang bersifat protektif pada permukaan material, lapisan inilah yang memperlambat terjadinya korosi.
- Besarnya kecepatan putar mempengaruhi laju korosi logam paduan Al6061 dengan perlakuan panas T6 *double quenching* oli SAE 20W. sebagai contoh, dapat dilihat pada hasil pengujian selama 168 jam. Nilai laju korosi spesimen yang diuji dengan kecepatan putar 1250rpm adalah 0,2709 *mm*, kecepatan putar 1750rpm adalah 0,3983 *mm*, dan kecepatan putar 2250rpm adalah 0,4679 *mm*. Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai kecepatan putar, maka nilai laju korosi juga semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin besar kecepatan putar, semakin cepat pula gesekan yang terjadi antara material dengan partikel – partikel yang ada di dalam air laut begitu pula dengan terjadinya reaksi oksidasi aluminium dengan air laut.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai waktu *artificial aging* terhadap laju korosi paduan aluminium 6061.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai media *quenching* terhadap laju korosi paduan aluminium 6061.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perbandingan laju korosi pada paduan Al6061 dan aluminium komersil dengan perlakuan panas T6

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, A. Y. , Palupi. A. E. (2020). Analisis Laju Korosifitas Erosi Logam Paduan Al6061 Dengan Variasi Kadar Air Garam Sebagai Media Quenching Pada Propeller. *Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya*.
- Bayuseno, A. . P., & Handoko, E. D. (2013). Analisa Korosi Erosi Pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut. *Teknik Mesin Universitas Diponegoro*.
- Dwivedi, S. P., Srivastava, A. K., Maurya, N. K., & Maurya, M. (2019). Microstructure and mechanical properties of Al 6061/Al₂O₃/Fly-Ash composite fabricated through stir casting. *Annales de Chimie: Science Des Materiaux*, 43(5), 341–348. <https://doi.org/10.18280/acsm.430510>
- Imanullah, R. A., & Purniawan, A. (2016). Pengaruh Jumlah Layer Aluminium Terhadap Ketahanan Korosi dan Ketahanan Aus Pada Pelapisan BAJA API 5L Grade B Menggunakan Metode Wire ARC Spray. *Bulletin of the Seismological Society of America*,
- Kondo, Y., Siahaya, Y., & Leonard, J. (2012). Analisis Investasi Pada Industri Pengecoran Propeller Kapal. *Mekanikal*, 3(Propeller Display), 231–239.
- Pramudita, A. E., & Palupi. A. E. (2020) "Pengaruh Penambahan Garam (NaCl) Terhadap Sifat Mekanik Al 6061 Dengan Perlakuan Panas T6 Double Quenching Oli SAE 20W". *Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya*
- Pranata, D. E. M., Alfirano, & Mujiat, J. (2016). Analisis Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Paduan Al 2014 Hasil Proses Aging dengan Variasi Temperatur dan Waktu Tahan. *Jurnal Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*.
- Roberge, P. R., (2000), "*Handbook of Corrosion Engineering*". McGrawhill Companies, Inc., New York
- Sasono, E. J. (2010). Efektivitas Penggunaan Anoda Korban Paduan Aluminium pada Pelat Baja Kapal AISI 2512 terhadap Laju Korosi di dalam Media Air Laut. In *Universitas Diponegoro, Semarang*.