

## Analisis Sifat Korosi Hasil Cor terhadap Temperatur Pembuatan Propeller Perahu Menggunakan Metode Sand Casting

Lazuardi Akmal Islami\*, Nur M Fathurrahman<sup>1</sup> dan Zaid Sulaiman

Teknik Mesin, Universitas Nusa Putra,

Jl. Raya Cibolang No.21, Cibolang Kaler, Kec. Cisaat, Kab. Sukabumi, Jawa Barat 43152, Indonesia

\*E-mail: lazuardi.akmal@nusaputra.ac.id

Diajukan: 08-09-2023; Diterima: 17-12-2023; Diterbitkan: 22-12-2023

### Abstrak

Propeller sebagai bagian penting pada kapal yang berguna untuk menggerakkan kapal. Propeller dapat diproses dari bahan aluminium melalui metode pengecoran. Pengecoran yang digunakan di industri rumahan biasa menggunakan aluminium bekas sebagai bahan baku. Manfaat dari *re-casting* sendiri adalah limbah-limbah aluminium dapat didaur kembali menjadi produk yang lain. Sayangnya *re-casting* ini malah dapat meningkatkan porositas dan mengurangi kekuatan serta kekerasan. Selain itu dalam pengecoran aluminium bekas juga susah untuk mengontrol komposisi kimia yang diinginkan karena tidak diketahui jenis aluminium yang dijadikan sebagai bahan baku. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur cor terhadap ketahanan korosi dari propeller yang telah dibuat. Propeller dicor dengan bahan aluminium bekas dan menggunakan cetakan pasir dengan variasi suhu penuangan 400°C, 500°C dan 550°C. Metode karakterisasi yang dilakukan adalah uji komposisi kimia, pengamatan mikrostruktur, dan uji korosi (polarisasi potensiodinamik). Hasil dari pengujian komposisi kimia (*spectrometer*) bahwa unsur yang terkandung yaitu jenis paduan Al-Si dengan persentase sebesar Al 92,92%, kemudian Si 3,84%. Hasil pengamatan mikrostruktur didapatkan temperatur 550°C menghasilkan nilai porositas terkecil dengan rata-rata 7,17  $\mu\text{m}$ . Semakin meningkat temperatur tuang didapatkan arus korosi ( $I_{\text{corr}}$ ) semakin kecil yaitu mencapai 0,42  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ . Apabila semakin rendah nilai laju korosi, semakin meningkat ketahanan korosinya. Sehingga semakin kecil ukuran poros maka ketahanan korosinya meningkat.

**Kata kunci:** aluminium; korosi; pengecoran; propeller

### Abstract

*Propeller as an important part of the ship that is useful for propelling the ship. Propellers can be processed from aluminum through the casting method. Foundries used in home industries usually use used aluminum as raw material. The benefit of re-casting itself is that aluminum waste can be recycled into other products. Unfortunately this re-casting can actually increase porosity and reduce strength and hardness. Apart from that, in used aluminum casting it is also difficult to control the desired chemical composition because it is not known what type of aluminum is used as raw material. The propeller was made by casting it with aluminum scrap and using a sand mold with varying pouring temperatures of 400°C, 500°C and 550°C. The tests carried out were chemical composition tests, microstructural observations, and corrosion tests (potentialodynamic polarization). The results of chemical composition testing (spectrometer) show that the elements contained are Al-Si alloy with a percentage of Al 92.92%, then Si 3.84%. Microstructural observations showed that a temperature of 550°C resulted in the smallest porosity value with an average of 7.17  $\mu\text{m}$ . The higher the pouring temperature, the smaller the corrosion current ( $I_{\text{corr}}$ ), reaching 0.42  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ . If the lower the value of the corrosion rate, the corrosion resistance increases. So that the smaller the shaft size, the corrosion resistance increases.*

**Keywords:** aluminium; casting; corrosion; propeller

### 1. Pendahuluan

Pengecoran logam (*casting*) adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat. Industri pengecoran logam tumbuh seiring dengan perkembangan teknik dan metode pengecoran serta berbagai model produk cor yang membanjiri pasar domestik. Berdasarkan data yang dilansir oleh Industry.co.id (2020), terdapat kurang lebih 200 industri kecil menengah yang berlokasi di Kabupaten Sukabumi yang bergerak di bidang manufaktur logam

seperti pengecoran. Industri-industri ini memproduksi komponen otomotif, alat kesehatan, komponen alat listrik, dan sebagainya.

Industri pengecoran yang banyak di Sukabumi banyak yang menggunakan aluminium bekas (*scrap*) sebagai bahan bakunya. Sehingga dapat diambil kesimpulan, kebanyakan teknik cor yang digunakan adalah *re-casting*. Produksi aluminium *re-casting* ini memiliki dampak positif, karena dapat mengurangi limbah-limbah aluminium bekas. Sayangnya penelitian pengecoran ulang aluminium menunjukkan peningkatan jumlah porositas, mengurangi kekuatan dan kekerasan [1], [2]. Salah satu metode yang digunakan untuk memperbaiki kekurangan ini adalah dengan menambahkan unsur paduan seperti Mangan (Mn) [3]. Namun, kekurangan dari penambahan unsur paduan adalah membutuhkan biaya yang lebih mahal. Proses *re-casting* sendiri juga sulit untuk mengontrol kandungan komposisi kimia yang diinginkan, karena bahan aluminium bekas yang digunakan kerap tidak diketahui jenis paduan aluminiumnya.

Penggunaan bahan aluminium sebagai komponen transportasi sendiri banyak telah digunakan karena sifatnya yang ringan, mudah dibentuk, dan tahan terhadap korosi di lingkungan kering [4]. Aplikasi untuk transportasi laut salah satunya sebagai bahan propeller dan lambung kapal. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait pengecoran aluminium sebagai propeller kapal dengan metode *sand casting* dan *evaporating casting*, keduanya menunjukkan semakin tinggi temperatur tuang maka porositas dapat berkurang sampai dengan di bawah 2% [5], [6].

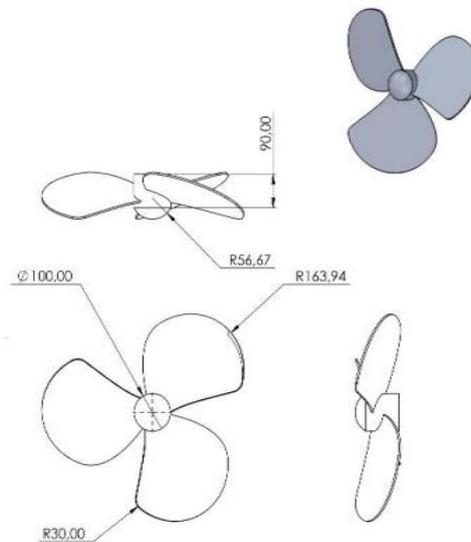
Pengecoran menggunakan aluminium bekas juga sebelumnya dilaporkan oleh Muttaqin (2019), memperlihatkan mikrostruktur aluminium menghasilkan banyak pori yang disebabkan adanya unsur Magnesium (Mg) [7]. Pengaruh temperatur cetakan terhadap mikrostruktur aluminium cor dari bekas, juga menunjukkan temperatur yang 350°C memiliki morfologi yang paling sedikit terdapat porinya. Hal ini karena perbedaan temperatur dari cetakan dan lelehan aluminium lebih kecil, sehingga waktu transisi untuk membeku lebih lama. Sehingga aluminium memiliki waktu yang cukup untuk membentuk butiran yang seragam [8].

Propeller sendiri merupakan bagian penting dari kapal. Propeller dipasangkan dengan mesin kapal, putaran dari propeller ini kemudian dimanfaatkan sebagai penggerak kapal [9]. Meski telah banyak yang meneliti pengaruh temperatur pengecoran dari aluminium bekas, namun tidak ada yang membahas pengaruhnya terhadap sifat korosi. Apalagi penggunaannya nanti untuk lingkungan air laut yang memiliki sifat korosif. Pengaruh lingkungan salinitas terhadap aluminium dilaporkan dapat memicu terjadinya korosi lokal berupa pitting [10]. Bahan aluminium sebagai struktur leading edge pesawat dianalisis pengaruhnya terhadap udara air laut menunjukkan laju korosi yang tinggi mencapai 0,521589 mmpy [11]. Propeller yang bergerak di dalam air juga pasti akan bergesekan dengan aliran air laut, sehingga memungkinkan juga terjadinya korosi erosi [12], [13]. Mikrostruktur aluminium cor yang terdapat cacat juga dapat menjadi permulaan terjadinya korosi lokal. Fasa intermetalik Al-Si juga memicu cacat porositas pada aluminium cor, sehingga fasa yang berbentuk interdendrik ini dapat mengurangi ketahanannya terhadap korosi di lingkungan salinitas [14].

Penelitian terkait penggunaan aluminium cor bekas sebagai propeller telah dilakukan. Namun fokus penelitian sebelumnya lebih ke hasil cor seperti mikrostruktur, morfologi permukaan, kekuatan tarik, dan porositas. Propeller kapal sendiri digunakan di lingkungan basah seperti air laut yang bersifat korosif. Oleh karena itu, pada penelitian ini difokuskan pada pengaruh temperatur tuang aluminium cor dan pengaruhnya terhadap sifat korosi, sehingga didapatkan produk aluminium yang paling sesuai dari segi sifat fisik dan ketahanan korosi. Selain itu tema ini diambil karena belum ada penelitian yang secara langsung mempelajari pengaruh porositas *casting* terhadap sifat ketahanan korosi. Terutama untuk pengecoran berbasis aluminium *scrap*.

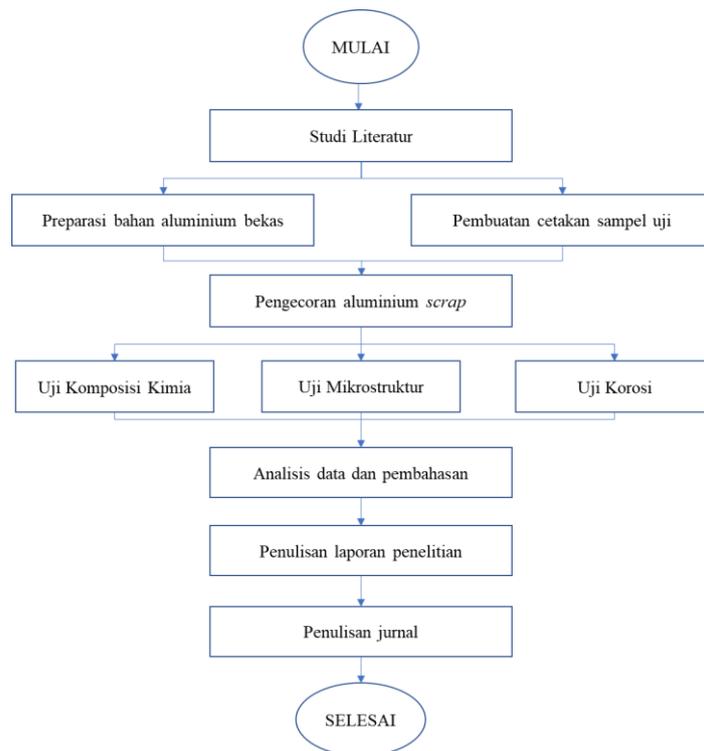
## 2. Material dan metodologi

Bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah aluminium rongsok yang diambil dari beberapa komponen mesin. Penelitian ini menggunakan variasi temperatur penuangan saat melakukan pengecoran aluminium *scrap* yaitu 450°C, 500°C, dan 550°C. Termokopel digunakan untuk mengontrol temperatur tuang aluminium ke cetakan. Desain propeller yang akan dibuat ditampilkan pada Gambar 1..



**Gambar 1.** Desain propeller

Selain aluminium *scrap* sebagai bahan utama untuk pembuatan propeller, digunakan juga bahan-bahan yang digunakan pada penelitian kali ini, yaitu NaCl yang nanti digunakan sebagai medium uji korosi, alkohol 96% untuk membersihkan sampel setelah preparasi uji mikrostruktur, autosol dan kertas amplas untuk mendapatkan permukaan sampel yang mengkilap untuk preparasi uji mikrostruktur, serta larutan HF (asam florida) sebagai media etsa.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian

Pengujian komposisi kimia dengan menggunakan XRF menggunakan standar ASTM E34, uji mikrostruktur mengacu ASTM E3 dan preparasi etsa berdasarkan ASTM E407, pengujian korosi secara polarisasi potensiodinamik menggunakan informasi berdasarkan ASTM G102. Adapun langkah-langkah selama proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 diagram alir.

### 3. Hasil dan pembahasan

#### 3.1 Hasil Uji Komposisi Kimia

Tabel 1 di bawah menunjukkan data unsur komposisi kimia yang terdapat didalam spesimen. Dari hasil pengujian komposisi kimia bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah termasuk golongan aluminium paduan Al-Si dengan jumlah persentase Si sebesar 3,84 %.

**Tabel 1.** Persentase kandungan unsur

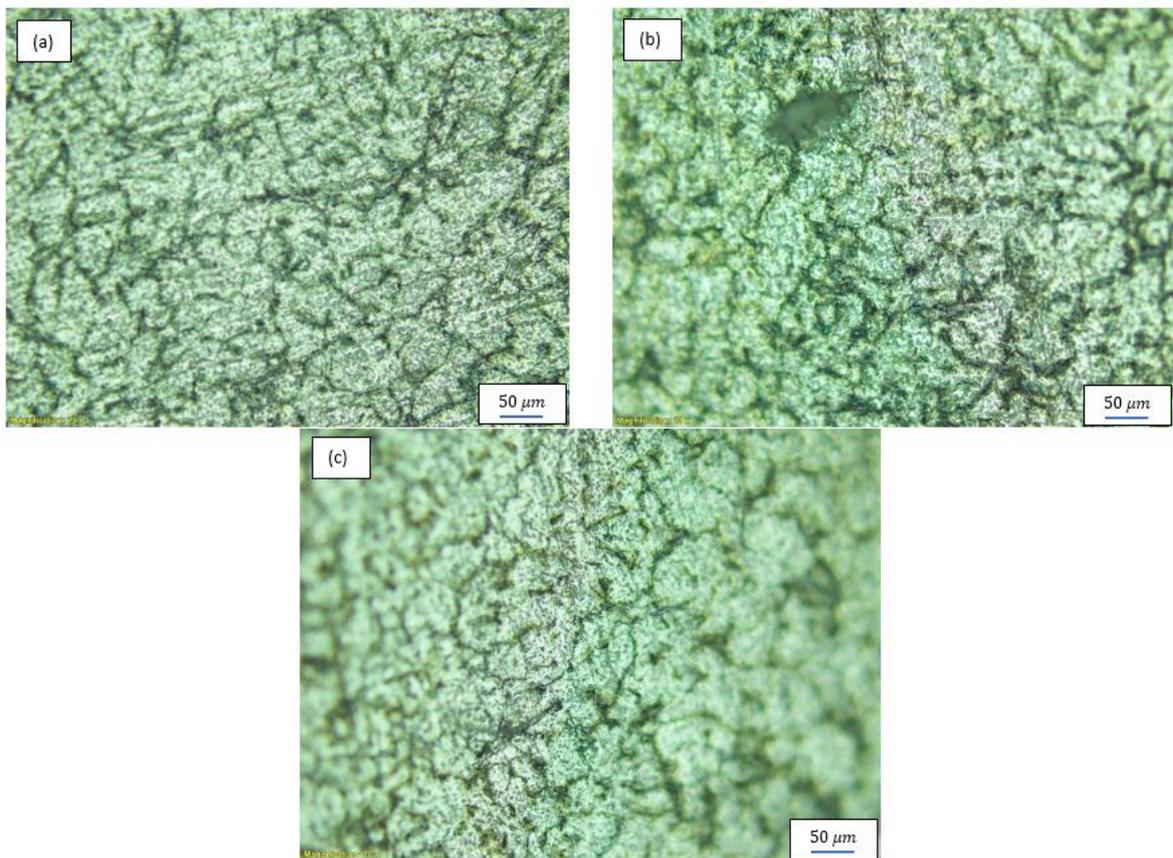
No.	Unsur Kimia	Komposisi (%)
1.	Al	92,92
2.	Si	3,84
3.	Zn	0,98
4.	Fe	0,97
5.	Cu	0,88
6.	Pb	0,44
7	Mg	0,18
8	Mn	0,13

Jika dilihat Tabel 1 mengenai komposisi material, maka unsur dominan yang ada yaitu Al 92,92%, kemudian Si 3,84%, Zn 0,98%, Fe 0,97% dan Cu 0,88%. Paduan Al-Si memiliki sifat mampu cor, mampu las, ketahanan korosi yang sangat baik, ringan, koefisien pemuaian yang kecil, serta sebagai penghantar listrik yang baik karena mempunyai kelebihan yang sangat menyolok, paduan ini sangat banyak dipakai [15]. Sifat mekaniknya mampu dimodifikasi secara efektif melalui *sand casting*. Salah satu tipe paduan Al-Si yang penggunaannya cukup luas untuk bagian-bagian otomotif dan industri [16]. Aluminium paduan komersial atau daur ulang biasanya mengandung Fe. Unsur paduan Fe yang tinggi, sering kali tidak diinginkan karena sebagai unsur pengotor (impurities). Unsur ini dikenal dapat menurunkan kekuatan dari paduan Al-Si. Berkurangnya jumlah Fe sangat memperbaiki kekuatan dan keuletan dari paduan aluminium. Namun, unsur Fe pada paduan Al-Fe-Ni justru digunakan sebagai elemen pelengkap untuk menaikkan kekuatan tarik paduan pada operasi teperatur tinggi [17]. Unsur Si pada paduan Al mempunyai keunggulan berupa mampu meningkatkan laju aliran pada saat proses pengecoran serta mempunyai permukaan bagus yang berarti dapat mengurangi cacat pori di permukaan. Unsur Zn dan Cu sendiri memberika sifat kemampuan untuk diberikan perlakuan panas. Penambahan Cu pada paduan aluminium memperbaiki kekuatan dan kekerasan hasil coran tanpa dan perlakuan panas. Penambahan 4-6% Cu sangat kuat terhadap respom untuk dilakukan heat treatment. Penambahan Cu umumnya mengurangi ketahanan terhadap serangan korosi, pada kondisi tertentu dan material tertentu sangat peka terhadap serangan korosi tegangan. Penambahan Cu juga mengurangi ketahanan terhadap retak panas (hot tearing) dan mengurangi mampu cor (castability) [18]. Paduan Al-Si dengan kandungan unsur Si yang tinggi juga memungkinkan terbentuknya fasa intermetalik Mg<sub>2</sub>Si. Fasa ini memiliki ketahanan korosi yang lebih baik. Fasa Mg<sub>2</sub>Si akan membentuk MgO dan SiO<sub>2</sub> ketika terekspos dengan ion pengoksidasi. Senyawa oksida ini yang berlaku sebagai lapisan pasif untuk melindungi permukaan dari paduan aluminium [19].

Berdasarkan pembahasan di atas paduan Al-Si dengan kandungan Al 92,92%, dan Si 3,84% merupakan logam yang cukup luas penggunaannya. Bahan tersebut dapat di jadikan sebuah bahan propeller. Propeller merupakan salah satu bagian dari komponen mesin yang memegang peranan penting dalam kontruksi transportasi air (kapal laut).

### 3.2 Analisis Mikrostruktur

Jika di lihat Gambar 3 di atas dari hasil pengujian pengamatan mikrostruktur semua variasi temperatur terdapat adanya porositas hasil coran. Cacat porositas disebabkan karena berbagai faktor seperti desain cetakan, komposisi kimia logam, proses peleburan dan teknik penuangan. Analisis hasil produk pengecoran logam terdapat cacat porositas, cacat ini berbentuk lubang-lubang kecil di beberapa bagian. Cacat ini umumnya terbentuk temperatur tuang dan cetakan yang tinggi, sehingga terdapat gas yang terperangkap pada saat pembekuan.



**Gambar 3.** Mikrostruktur temperatur penuangan (a) 450°, (b) 500°C, dan 550°C

Dari hasil pengamatan mikrostruktur menggunakan mikroskop metalografi didapatkan data yang berupa nilai ukuran porositas diperlihatkan pada tabel di bawah ini dengan temperatur 450°C, 500°C, dan 550°C. Morfologi mikrostruktur untuk semua sampel teramati berbentuk dendrit. Beberapa porositas juga teramati pada Gambar 3.

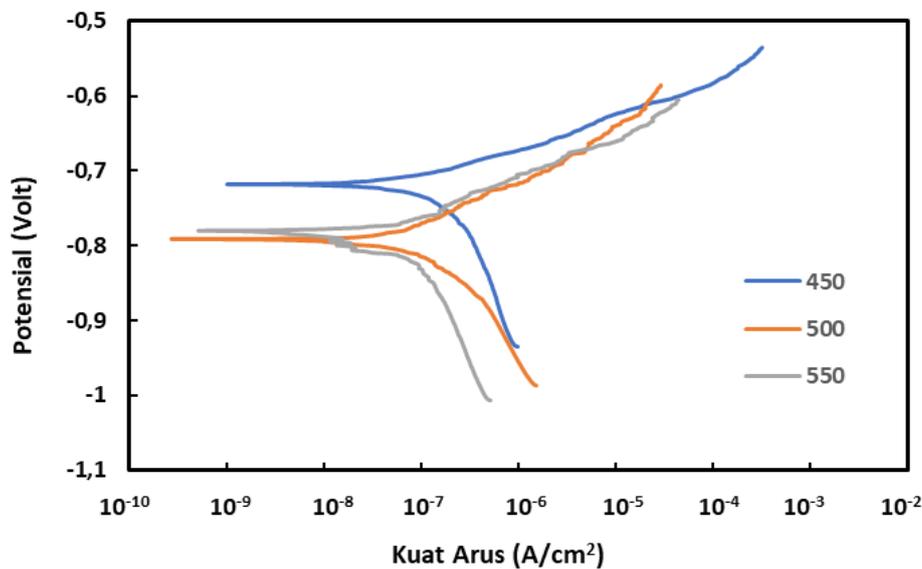
**Tabel 2.** Pengamatan ukuran porositas pada mikrostruktur hasil pengecoran

No	Temperatur Tuang (°C)	Rata-rata Ukuran Porositas (µm)
1.	450	9,41
2.	500	9,61
3.	550	7,17

Hasil penelitian menunjukkan pengujian material yang menggunakan temperatur penuangan 450°C, 500°C, 550°C. nilai porositas tertinggi diperoleh pada temperature 500°C, dibandingkan pada temperatur 550°C, semakin tinggi temperatur penuangan nilai porositas semakin berkurang hal ini disebabkan karena gas yang terjebak dalam cairan tidak sempat melepaskan diri karena kecepatan pembekuan yang tinggi pada temperatur penuangan rendah sedangkan pada temperatur penuangan yang tinggi kecepatan pembekuan lambat sehingga gas yang terperangkap dapat melepaskan diri lebih banyak. Penyebab cacat porositas juga dapat disebabkan karena kandungan Zn yang tidak sesuai. Cacat porositas ini dapat mengurangi sifat mekanik dari produk, material yang memiliki kandungan Zn dibawah 3% akan menghasilkan produk cacat yang sedikit. Sehingga cacat porositas mulai terjadi jika kandungan Zn lebih besar dari 3%. Semakin sedikit kandungan Zn dalam aluminium maka semakin sedikit produk yang cacat pada proses pengecoran. Cara mencegah cacat porositas pada produk pengecoran logam dengan cara pengontrolan temperatur penuangan serta cetakan dan komposisi paduan yang sesuai [20].

### 3.3 Analisis Uji Korosi

Metode polarisasi potensiodinamik digunakan untuk mengetahui seberapa besar arus korosi ( $I_{corr}$ ) dan potensial korosi ( $E_{corr}$ ) dari spesimen aluminium scrap. Pengujian dilakukan dalam larutan NaCl 3,5 wt%. Hasil dari pengujian ini berupa kurva polarisasi anodik dan katodik dari aluminium *scrap* yang ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Kurva tafel pengujian polarisasi potensiodinamik

Gambar di atas adalah kurva polarisasi dari hasil pengujian potensiodinamik terhadap media NaCl, potensial sebagai sumbu-y dan kuat arus sebagai sumbu-x. pada sumbu-y terdapat potensial corrosion ( $E_{corr}$ ) yang dapat menentukan cepat atau lambatnya laju korosi yaitu apabila grafik bergeser ke atas ke arah anodik maka terdapat menahan terhadap laju korosi. Sedangkan pada sumbu-x terdapat nilai arus korosi ( $I_{corr}$ ) yang menunjukkan cepat atau lambatnya laju korosi, yaitu jika posisi kurva semakin ke bawah maka semakin cepat terjadinya korosi, begitu juga sebaliknya, jika semakin ke atas maka laju korosi semakin lambat. Kuat arus densitas korosi sendiri identik dengan muatan, semakin besar nilainya maka muatan yang terlepas selama proses oksidasi semakin banyak, sehingga menyebabkan proses korosi lebih cepat [21]. Berdasarkan kurva polarisasi dapat diperoleh dari nilai  $I_{corr}$  dan nilai korosi (CR) yang telah ditabulasikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Parameter elektrokimia dari hasil pengujian polarisasi

No.	Temperatur Tuang (°C)	I <sub>corr</sub> (µA/cm <sup>2</sup> )	E <sub>corr</sub> (Volt)	CR (mmpy)
1	450	1,09	-0,72	0,0119
2	500	0,57	-0,79	0,0062
3	550	0,42	-0,78	0,0046

Hasil pengujian dengan metode ini berupa kurva polarisasi seperti Gambar di atas kurva polarisasi tersebut diolah menggunakan ekstrapolasi tafel dan menghasilkan beberapa parameter elektrokimia, yaitu potensial korosi ( $E_{corr}$ ), arus korosi ( $I_{corr}$ ) dan laju korosi (CR) yang dapat di lihat pada tabel di atas. Maka dapat diketahui hasil uji korosi potensiodinamik pada media NaCl 3,5 wt% dari sampel 450°C, 500°C, 550°C yang telah di uji. Semakin meningkatnya temperatur tuang sampel 550°C menghasilkan arus korosi ( $I_{corr}$ ) sebesar 0,42 µA/cm<sup>2</sup> dan nilai korosi menghasilkan sebesar 0,0046 mmpy. Hasil pengujian dengan metode ini berupa kurva polarisasi seperti Gambar 3 hasil pengujian polarisasi di atas peningkatan tiba-tiba arus korosi ( $E_{corr}$ ) di ujung wilayah pasif dikaitkan dengan kerusakan film pasif diikuti dengan timbulnya mekanisme pitting [22]. Hal ini mengindikasikan bahwasannya pada temperatur 450°C terdapat inisiasi pitting.

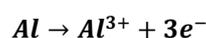
Apabila semakin rendah nilai laju korosi, semakin meningkat ketahanan korosinya. Semakin halus mikrostruktur maka ketahanan korosinya meningkat. Hal itu disebabkan oleh ukuran butir yang halus dapat menempati ruang dalam permukaan material dan berperan sebagai penghambat difusi ion yang bersifat korosif, sehingga ion yang bersifat korosif tidak dapat masuk ke permukaan material [23]. Apabila terdapat pori, ion yang bersifat korosif itu masuk ke permukaan maka yang terjadi korosi sumuran. Korosi sumuran (*pitting*) adalah bentuk serangan korosi lokal yang menghasilkan lubang atau sumuran pada logam. Pitting berinisiasi pada tempat yang mengalami pertumbuhan lokal pada laju korosi yang terjadi. Inklusi, ketidak seragaman struktur, dan ketidak seragaman komposisi pada permukaan logam adalah tempat umum dimana terjadi inisiasi *pitting* [24]. Ukuran porositas yang kecil dan besar dapat mempengaruhi terjadinya korosi *pitting*.

### 3.4 Mekanisme Perambatan Pitting

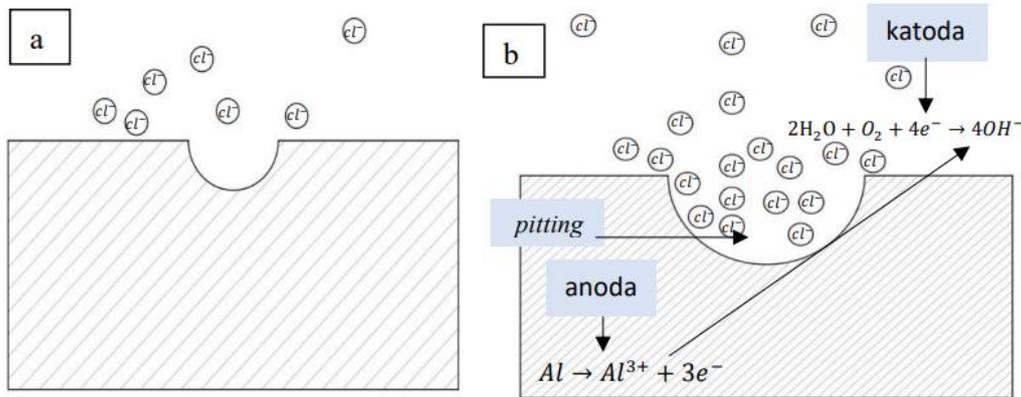
Korosi sumuran disebabkan adanya lapisan film yang pecah/hancur dan hanya dapat terjadi dengan adanya ionik, ion klorida yang agresif. Klorida merupakan sebuah anion dari asam kuat, dan relative kecil dengan tingkat difusi yang tinggi dan dapat bercampur dengan pasivasi. Korosi *pitting* merupakan bentuk korosi yang berbahaya karena dapat menyebabkan kegagalan pada suatu material hanya dengan kehilangan sedikit persen berat. Sangat sulit untuk mendeteksi korosi sumuran karena ukurannya yang kecil dan sering tertutup oleh produk korosinya.

Mekanisme korosi dapat dijelaskan secara kimia/elektrokimia dimana terjadi reaksi reduksi-oksidasi (redoks) antara logam dengan faktor lingkungan (oksigen dan air). Secara umum, mekanisme terjadinya korosi terdiri dari: (1) Logam menjadi anoda (kutub muatan positif) dan teroksidasi; (2) Faktor lingkungan menjadi katoda (kutub muatan negatif) dan tereduksi dan (3) Reaksi oksidasi lanjutan yang akan menghasilkan karat berupa senyawa oksida atau karbonat yang berupa hidrat.

Prosesnya, jika terdapat alumium, Al yang mengalami kontak dengan air,  $H_2O$  maka aluminium akan menjadi anoda dan air atau oksigen di sekitar aluminium akan menjadi katoda. Pada anoda aluminium, akan terjadi reaksi oksidasi (reaksi pelepasan elektron) yaitu:

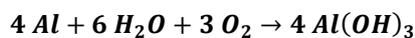


Adanya perantara oksidasi pada lingkungan klorida sering mengganggu sekali dan lebih lanjut akan mempertinggi localized corrosion. Hampir semua perantara oksidasi mencegah tingginya terjadi pitting corrosion dengan memberikan reaksi katodik ekstra dan meningkatkan potensial lokal. Tentu, oksigen terlarut merupakan perantara oksidasi yang paling umum. Reaksi dimana reduksi oksigen terjadi adalah  $O_2 + 2 H_2O + 4e^- \rightarrow 4 OH^-$  (kondisi basa atau netral).



**Gambar 5.** (a) Permukaan hasil cor yang berpori sebelum terjadi perambatan pitting, (b) Permukaan hasil cor setelah proses perambatan *pitting*

Akibat oksidasi tersebut, metal Al di ubah menjadi ion Al yang terhidrasi  $Al^{3+}nH_2O$ . Semakin besar arus korosi yang dihasilkan maka logam aluminium akan semakin mudah teroksidasi atau menghasilkan ion. Pembentukan aluminium menjadi ion aluminium ( $Al^{3+}$ ) juga disertai dengan pelepasan elektron. Semakin banyak elektron yang dilepas maka aluminium juga akan kehilangan berat yang lebih banyak. Selanjutnya, ion  $Al^{3+}$  akan terdispersi dalam tetesan air dan bereaksi lebih lanjut dengan  $O_2$  dan  $H_2O$  sebagai reaksi oksidasi lanjutan (pengikatan  $O_2$ ) membentuk karat pada aluminium, dengan reaksi kimia sebagai berikut:



Jika di lihat Gambar 5 perambatan retak melibatkan pemutusan logam dan penjagaan tingkat keasaman yang tinggi pada dasar lubang dengan cara hidrolisis dari pelarutan ion logam. Reaksi pemutusan logam yang bersifat anodik pada dasar lubang diseimbangkan oleh reaksi katodik pada batas permukaan. sebagai reaksi oksidasi lanjutan. Apabila terdapat pori pada permukaan coran, ion yang bersifat korosif itu masuk ke permukaan maka yang terjadi korosi *pitting*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa temperatur penuangan aluminium cor dari bahan scrap adalah  $550^\circ C$ . Di mana temperatur tersebut menghasilkan rata-rata ukuran porositas yang terkecil mencapai  $7,17 \mu m$ , sedangkan uji korosi menunjukkan arus korosi  $0,42 \mu A/cm^2$  dan laju korosinya mencapai  $0,0045 mmpy$ . Hal ini disebabkan ukuran porositas yang semakin kecil menyebabkan aliran muatan juga semakin sedikit sehingga dapat menghambat proses perambatan *pitting*.

## Ucapan terima kasih

Tim peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan kegiatan penelitian ini melalui program Penelitian Dosen Pemula tahun 2023. Diharapkan hasil dari penelitian ini mampu memberikan sumbang asih terkait pemanfaatan material berkelanjutan.

## Daftar pustaka

- [1] M. T. Wijaya, Z., W., Pengaruh variasi temperatur tuang terhadap ketangguhan impak dan struktur mikro pada pengecoran aluminium. *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.* 2017; 8 (1). p. 219–224. doi: 10.24176/simet.v8i1.933.
- [2] S. Harmanto, A. Supriyadi, R. M. Wattimena, Pengaruh temperatur cetakan logam terhadap kekerasan pada bahan aluminium bekas. *J. Rekayasa Mesin.* 2016; 11. p. 5.
- [3] R. Andika, K. Hastuti, Syawaldi, Analysis of hardness and micro structure of used aluminium casting on brake soe with addition of manganese elements ( Mn ). *J. Renew. Energy Mech.* 2019; 02 (02). p. 81–91. doi: 10.25299/jrem2019.1.1.2423.
- [4] S. Arjunanda, J. T. Mesin, Pengaruh temperatur tuang pada pengecoran daur ulang aluminium terhadap nilai kekerasan the effect of pouring temperature on hardness value of recycled aluminum. *Vomek.* 2022; 4 (3).p. 73–77. Available: <http://vomek.ppj.unp.ac.id>.
- [5] I. Junaidy, A. Karim, K. Umar, S. Asri, Analisa cacat coran pembuatan propeller dengan metode sand casting,” *Din. J. Tek. Mesin Unkhair.* 2020; 5 (1). p. 1–5.
- [6] Jumalik, R. Siswanto, Pengaruh temperatur tuang terhadap porositas, stuktur mikro dan kekerasan dari aluminium rongsok baling-baling kapal menggunakan pengecoran evaporatif. *J. Tugas Akhir Mhs. ROTARY.* 2022; 4 (1). p. 76–89.
- [7] I. Muttaqin, I. Noor, Analisa mikrostruktur dan uji kekerasan brinell pada aluminium scrap dengan menggunakan media pendingin air santan pada temperatur berbeda. *J. Ind. Eng. Oper. Manag.* 2019; 2 (1). p. 1–4.
- [8] W. Suprpto and P. H. S., R. ‘Ariq Putra, Pengaruh temperatur cetakan terhadap kekuatan kejut dan mikrostruktur handle rem material daur ulang piston dengan penambahan magnesium. *Pros. SNST ke-10; 2019; Fak. Tek. Univ. Wahid Hasyim; 2019.* 211. p. 211–216.
- [9] S. Suyanto, R. D. Kurniawan, R. Wibowo, Adc3 Yang dibuat dengan peleburan ulang aluminium bekas sebagai bahan propeler kapal kayu. *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.* 2016; 7 (2). p. 761. doi: 10.24176/simet.v7i2.792.
- [10] S. Prasetyo, U. Budiarto, W. Amiruddin, Analisa laju korosi pada material aluminium 5083 menggunakan media air laut sebagai aplikasi bahan lambung kapal. *J. Tek. Perkapalan.* 2019; 7 (4). p. 161–167.
- [11] M. N. A. F. Fakhri, H. Susanto, M. Luqman Bukhori, Analisis material aluminium alloy terhadap laju korosi yang di sebabkan oleh udara laut pada struktur leading edge pesawat. *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine.* 2022; 8 (2). p. 289–294. doi: 10.56521/teknika.v8i2.664.
- [12] M. Liang, R. Melchers, I. Chaves, Corrosion and pitting of 6060 series aluminium after 2 years exposure in seawater splash, tidal and immersion zones. *Corros. Sci.* 2018; 140. p. 286–296. doi: 10.1016/j.corsci.2018.05.036.
- [13] C. Wang, Erosion-corrosion behaviour of shot peening treated nickel-aluminium bronze in simulated sand-containing seawater. *Corros. Sci.* 2022; 211. p. 110908. doi: 10.1016/j.corsci.2022.110908.
- [14] S. S. Hanza, L. Vrsalović, L. Štic, L. Liverić, Corrosion investigations of al-si casting alloys in 0.6 m nacl solution.

*Eng. Rev.* 2021; 41 (3). p. 115–123. doi: 10.30765/ER.1577.

- [15] A. Septiadi, T. Triyono, J. Triyono, Analisa pengaruh variasi media quenching dan penambahan silikon pada paduan al-si remelting velg sepeda motor terhadap sifat fisik dan mekanis. *J. Tek. Mesin Indones.* 2018; 11 (2). p. 66–71. doi: 10.36289/jtmi.v11i2.55.
- [16] D. Suheni, A. Ainur Rosidah, D. Danail Firmansyah, Analisis pengaruh temperatur dan waktu tuang terhadap kekerasan. *J. Teknik Mesin and F. Teknologi Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.* 2021. p. 402.
- [17] H. Purwanto, Pengaruh jarak dari tepi cetakan terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada coran aluminium. *Maj. Ilm. Momentum.* 2009; 5. p. 41–45.
- [18] T. M. Silalahi, R. Kartikasari, Pengaruh aging paduan Al-Si-Cu bahan wajan produk IKM Terhadap struktur mikro dan sifat mekanik. 2022; 2022. pp. 62–69.
- [19] A. A. Khan, A. A. Razin, D. S. S. Ahammed, M. S. Kaiser, Comparison of electrochemical corrosion performance of eutectic Al-Si automotive alloy in deep seawater and 3.5% NaCl solution. *Mater. Today Proc.* 2023; 82. p. 241–247. doi: 10.1016/j.matpr.2023.01.179.
- [20] Y. Amalia, Pengaruh kandungan seng (Zn) terhadap cacat porositas yang dihasilkan dalam produk pengecoran aluminium di wl aluminium. *J. Metall. Eng. Process. Technol.* 2021; 1 (1). p. 1–14.
- [21] Z. N. Jofalo, P. H. Tjahjanti, Analysis of corrosion breakdown rate in low carbon steel with aluminum coating. *Procedia Eng. Life Sci.* 2021; 1 (1). doi: 10.21070/pels.v1i1.837.
- [22] Y. E. Durmus, S. S. Montiel Guerrero, H. Tempel, F. Hausen, H. Kungl, R. A. Eichel, Influence of Al alloying on the electrochemical behavior of Zn electrodes for Zn–air batteries with neutral sodium chloride electrolyte. *Front. Chem.* 2019; 7. p. 1–13. doi: 10.3389/fchem.2019.00800.
- [23] A. Stephani, Pengaruh parameter elektro-pulsa deposisi nikel terhadap struktur mikro lapisan deposit dan laju korosi pada baja AISI 410. *Widyariset.* 2018; 4 (2). p. 143–152.
- [24] I. Iskandar, Analisa keretakan material mounting boom hydrolic axcavator merk hitachi ZX-470 LC-3f di PT. Darma Henwa Tbk tambang Asam-asam Kalimantan Selatan. *J. Teslink Tek. Sipil dan Lingkung.* 2022; 4 (2). p. 124–136.