

# Pengaruh Perlakuan Panas Pada Anoda Korban Aluminium Galvalum Iii terhadap Laju Korosi Pelat Baja Karbon Astm A380 Grade C

Kharisma Permatasari, dan M. Zainuri

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: zainuri@physics.its.ac.id

**Abstrak**— Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh perlakuan panas pada anoda korban aluminium galvalum III terhadap laju korosi pelat baja karbon ASTM A380 grade C dengan perlakuan panas sintering pada temperatur 460°C selama 15 menit, kemudian dilakukan aging dengan variasi temperatur 180°C, 200°C, 220°C, 240°C dan lama penahanan (holding time) 1 jam, 3 jam, 5 jam. Proses aging dilakukan untuk menambah kekerasan pada aluminium galvalum III agar dapat meningkatkan kualitasnya sebagai anoda korban. Eksperimen dilakukan dengan metode uji celup spesimen pelat baja dengan diberi anoda korban yang telah dilakukan proses pemanasan sebelumnya untuk mendapatkan selisih berat dari spesimen pelat baja, kemudian dihitung dan didapatkan nilai laju korosi. Laju korosi tertinggi dihasilkan oleh spesimen pelat baja tanpa anoda korban dengan rata-rata sebesar 0,24 mm/y dan laju korosi terendah dihasilkan oleh spesimen pelat baja dengan anoda korban yang telah di aging dengan temperatur 220°C dengan waktu penahanan selama 3 jam dengan rata-rata sebesar 0,01 mm/y. Karakteristik dari spesimen pelat baja yang telah dilakukan pencelupan pada media air laut selama 10 hari diamati dengan SEM dan XRD. Fasa yang terbentuk adalah Fe dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Karakteristik dari aluminium yang telah diberi perlakuan panas dengan mikroskop optik dan microhardness tester. Dari semua hasil karakterisasi menunjukkan bahwa perlakuan panas pada anoda korban aluminium galvalum III sangat berpengaruh terhadap laju korosi pelat baja karbon ASTM A380 grade C.

**Kata kunci** : sintering, aging, laju korosi ,karakterisasi

## I. PENDAHULUAN

Korosi merupakan sebuah penurunan mutu material akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungan sekitar. Pengaruh korosi ini dapat mengubah sifat yang dimiliki material dengan perubahan sifat mekanik, sifat fisik maupun sifat kimia material. Secara umum perubahan itu sangat merugikan sehingga korosi perlu dikontrol untuk menghindari terjadinya keruakan yang lebih parah, karena korosi tidak dapat dicegah yang dapat dilakukan adalah dengan mengendalikan korosi.

Tiang Pancang dermaga pada umumnya terbuat dari besi beton dan pipa baja. Bila tiang pancang terbuat dari baja maka baja akan mudah terserang korosi karena berada pada lingkungan yang korosif air laut. Perlindungan korosi pada bangunan dermaga yang mayoritas tiang pancangnya terbuat dari pipa sangat diperlukan. Salah satunya adalah pemakaian

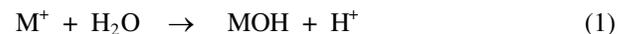
anoda korban yang bekerja berdasarkan prinsip proteksi katodik.

Pada penelitian ini akan dilakukan penilaian pengaruh perlakuan panas pada anoda korban yang berupa paduan aluminium. Proses perlakuan panas *sintering* dilakukan pada temperatur 460 °C dan *quenching* dengan media air pada suhu kamar dan dilanjutkan proses *aging* pada suhu 180 °C, 200 °C, 220 °C, dan 240 °C dengan variasi waktu tahan 1 jam, 3 jam, dan 5 jam.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

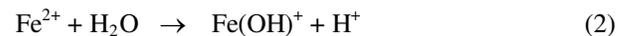
### A. Pengertian Korosi

Korosi secara elektrokimia dapat diilustrasikan dengan reaksi antar ion logam dengan molekul air. Mula-mula akan terjadi hidrolisis yang akan mengakibatkan keasaman meningkat [1]. Hal ini dapat diterangkan dengan persamaan berikut :



Persamaan ini menggambarkan reaksi hidrolisis yang umum, dimana pada elektrolit yang sebenarnya akan terdapat peran klorida yang penting tetapi akan menjadi rumit untuk diuraikan. Kecenderungan yang rendah dari klorida untuk bergabung dengan ion-ion hidrogen dalam air mendorong menurunnya pH larutan elektrolit [2].

Persamaan reaksi jika reaksi di atas adalah ion besi dan molekul air [2], adalah sebagai berikut :



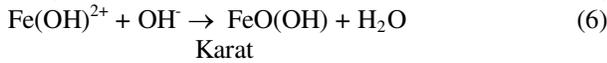
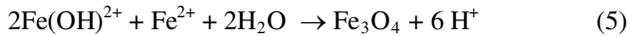
Kemudian reaksi ini dapat berlanjut dengan terjadinya reaksi oksidasi oleh kehadiran oksigen terhadap besi (II), sehingga akan terbentuk ion-ion besi (III) [1]. Persamaan reaksi tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :



Reaksi-reaksi hidrolisis selanjutnya dimungkinkan, yang menyebabkan larutan semakin asam :



Untuk selanjutnya dapat diuraikan reaksi dari ion-ion kompleks sehingga terbentuk hasil korosi utama yaitu magnetit dan karat, berturut-turut dinyatakan dengan rumus  $Fe_3O_4$  dan  $FeO(OH)$  [2]. Persamaan reaksi-reaksi tersebut adalah :



**B. Korosi Oleh Air Laut**

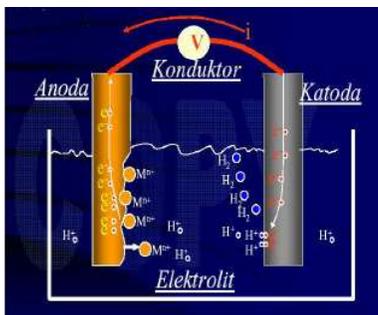
Air laut merupakan lingkungan yang korosif untuk besi dan baja, terutama karena resistivitas air laut sangat rendah (+ 25 Ohm-cm) dibandingkan resistivitas air tawar (+4000 Ohm-cm). Proses korosi air laut merupakan proses elektrokimia. Salah satu faktor yang mendorong korosi pelat baja dalam media air laut adalah sifat air laut (kimia-fisika dan biologis). [3]

**C. Proteksi Katodik**

Proteksi katodik adalah suatu cara perlindungan korosi secara elektrokimia dimana reaksi oksidasi pada sel galvanik dikonsentrasikan pada anoda dan menghilangkan korosi pada katoda. Struktur yang akan dilindungi secara listrik dibuat negatif sehingga bertindak sebagai katoda. Proteksi katodik dapat diterapkan dengan dua cara, yaitu dengan cara arus tanding (*Impressed Current*) dan Anoda Korban (*Sacrificial Anode*).

**D. Proteksi Katodik dengan Cara Anoda Korban**

Barangkali yang paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja proteksi katodik dengan anoda korban adalah menggunakan konsep tentang sel korosi basah seperti Gambar 1. Kaidah umum dari sel korosi basah adalah bahwa dalam suatu sel, anodal adalah yang terkorosi, sedangkan yang tidak terkorosi adalah katoda. Anoda-anoda yang dihubungkan ke struktur dengan tujuan mengefektifkan perlindungan terhadap korosi dengan cara ini disebut anoda-anoda korban (*sacrificial anodes*). Anoda korban yang biasa digunakan di lingkungan pantai diantaranya adalah seng dan aluminium[2].

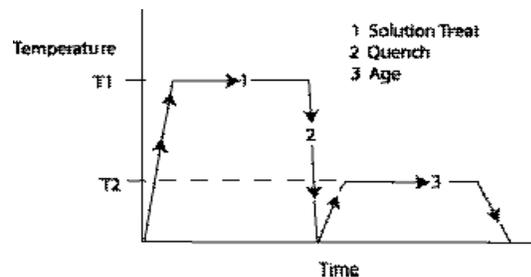


Gambar 1. Sel korosi basah sederhana

**E. Proses Perlakuan Panas**

Proses *heat treatment* merupakan suatu proses yang mengacu pada proses pemanasan dan pendinginan, dengan tujuan untuk mengubah sifat mekanik dan struktur mikro dari

suatu material. Aplikasi *heat treatment* pada aluminium umumnya untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan aluminium [3]. Jenis aluminium yang termasuk dalam kelompok yang dapat di-*heat treatment* adalah aluminium seri 2xxx, 3xxx, 6xxx dan 7xxx [3]. Sedangkan kelompok aluminium lainnya untuk tujuan yang sama hanya dapat dilakukan melalui proses *cold working* [3]. Proses *heat treatment* untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan aluminium dilakukan dalam 3 langkah yaitu *solution heat treatment*, *quenching* dan *age hardening* [3,4]. Dalam ketiga proses tersebut, parameter-parameter seperti temperatur pemanasan, laju pemanasan, laju pendinginan dan waktu pemanasan sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik. Gambar 2 memperlihatkan proses *heat treatment* yang diberlakukan pada aluminium yang terdiri dari *solution treatment*, *quenching* dan *age hardening*.



Gambar 2. Diagram proses *heat treatment* aluminium

Proses *solution heat treatment* dilakukan dengan memanaskan material aluminium sampai temperatur yang cukup tinggi, yaitu pada temperatur *solid solution*, kemudian diberikan waktu penahanan yang cukup agar terbentuk fasa *solid solution* yang homogen. Pada proses ini temperatur dan waktu penahanan haruslah diperhatikan agar tidak terjadi *overheating* pada material. Pada proses pemanasan, temperatur dari material tidak boleh sampai temperatur *eutectic*-nya, sebab dapat menyebabkan material meleleh dan dapat merusak struktur yang diinginkan. Jika temperatur *eutectic* sampai tercapai sebagai akibat dari *overheating*, maka akan mengakibatkan menurunnya kekuatan, kekerasan dan ketangguhan dari material [3].

Proses *quenching* pada aluminium dilakukan setelah proses *solution heat treatment* mencapai *single phase solid solution*. Proses *quenching* dilakukan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya difusi dari atom *solid solution* sehingga terbentuk fasa *supersaturated solid solution* pada suhu kamar [5].

Pada proses *aging* terjadi proses presipitasi dari atom *solid solution* melalui nukleasi dan pertumbuhan butir dari atom *solute* menjadi *nuclei presipitat* [6]. Pada beberapa material, proses *aging* untuk mencapai kekuatan dan kekerasan maksimum dapat terjadi dalam kurun waktu yang lama [3,4], dan bila proses *aging* dibiarkan berlanjut maka material akan mengalami penurunan kekuatan dan kekerasan sehingga material dikatakan mengalami proses *overaging*. Pada kondisi temperatur *aging* yang tinggi, kekerasan dan kekuatan maksimum dari suatu material dapat dicapai dalam waktu yang lebih singkat. Akan tetapi hasil maksimum yang

dicapai tersebut tidak akan lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses *aging* pada temperatur yang lebih rendah [7].

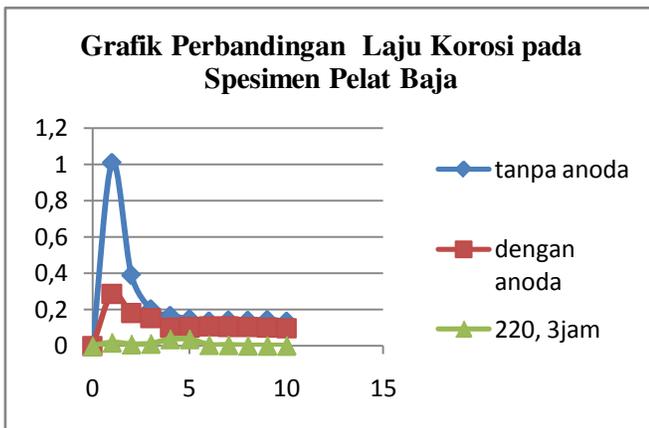
### III. METODOLOGI PERCOBAAN

Pada tahap persiapan untuk anoda korban paduan aluminium dilakukan proses perlakuan panas *sintering* menggunakan *furnace tube* pada temperatur 460 °C dan quenching dengan media air pada suhu kamar dan dilanjutkan proses aging pada suhu 180 °C, 200 °C, 220 °C, dan 240 °C dengan variasi waktu tahan 1 jam, 3 jam, dan 5 jam. Kemudian dilakukan uji korosi spesimen pelat baja dengan anoda korban aluminium. Analisis menggunakan uji *X-Ray Diffractometer (XRD)*, *Scanning Electron Microscope (SEM)*, Mikroskop Optik (MO), dan *Microhardness Tester*.

### IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Uji Korosi

Hasil uji korosi didapatkan nilai laju korosi terendah dihasilkan oleh anoda korban dengan temperatur aging 220 °C dengan waktu penahanan selama 3 jam, dapat dilihat pada grafik berikut :

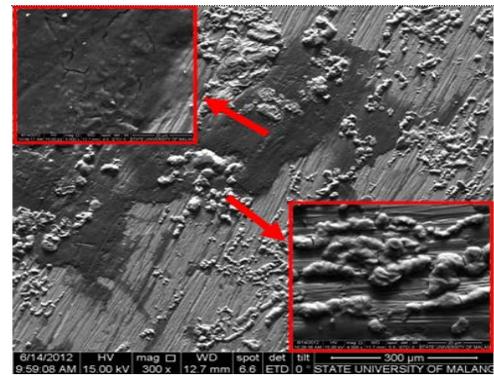


Gambar 3. Grafik perbandingan laju korosi pada spesimen pelat baja tanpa anoda korban, dengan anoda korban, dan dengan anoda korban yang di aging

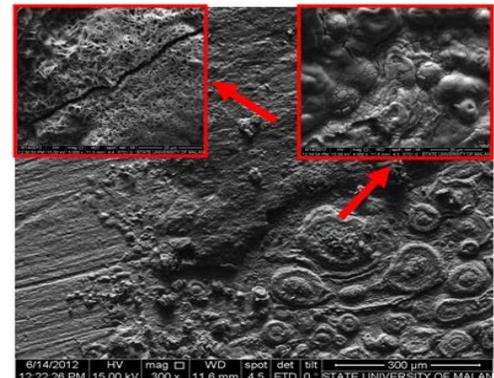
Laju korosi terendah dihasilkan oleh anoda korban dengan temperatur aging 220 °C dengan waktu penahanan selama 3 jam dengan nilai laju korosi rata-rata 0,1 mm/y.

#### B. Hasil Karakterisasi menggunakan SEM

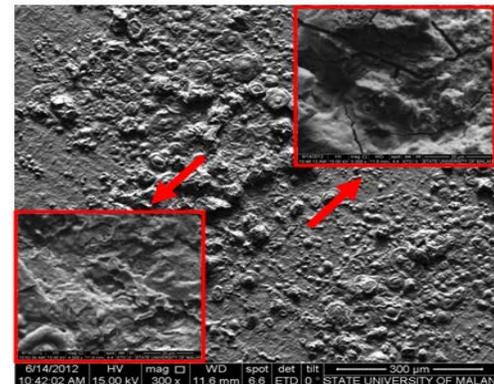
Hasil Karakterisasi dengan menggunakan SEM, dapat dilihat morfologi permukaan pada spesimen pelat baja yang telah dilakukan uji korosi sebagai berikut :



(a)



(b)



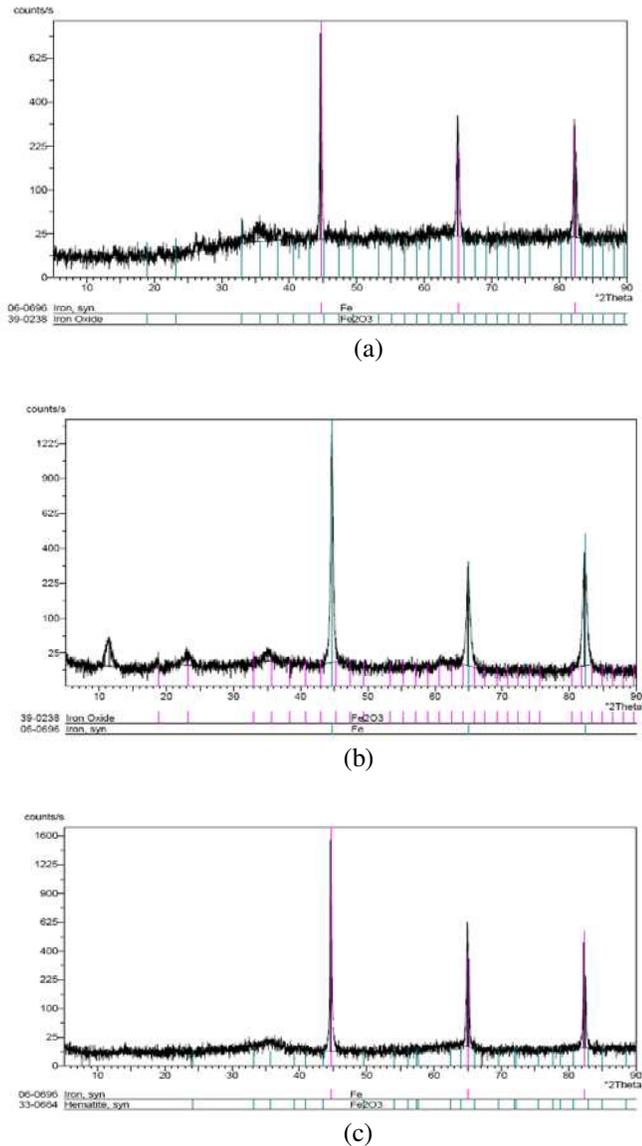
(c)

Gambar 4. Hasil SEM dari permukaan spesimen pelat baja (a) tanpa anoda, (b) dengan anoda, (c) dengan anoda yang diaging dengan temperatur 220°C

Dari keseluruhan hasil analisis mikrostruktur dengan uji SEM, menambah bukti yang semakin jelas bahwa spesimen pelat baja dengan anoda korban yang diberikan perlakuan panas dengan temperatur aging 220 °C dan waktu penahanan selama 3 jam yang paling tahan korosi dengan hasil perhitungan laju korosi yang paling rendah.

C. Hasil Karakterisasi menggunakan XRD

Hasil uji XRD dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 5. Pola difraksi XRD pada spesimen Pelat Baja (a) tanpa anoda, (b) dengan anoda, (c) dengan anoda yang diaging dengan temperatur 220°C

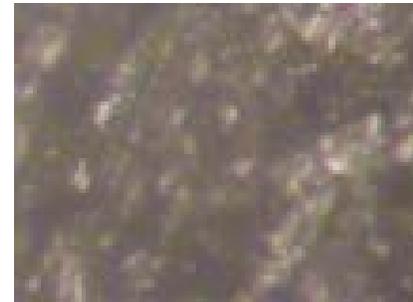
Dari hasil XRD dapat diketahui fasa yang terbentuk adalah Fe dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang menunjukkan terjadinya oksidasi pada pelat baja.

D. Hasil Karakterisasi menggunakan Mikroskop Optik

Hasil pengamatan mikrostruktur dengan menggunakan mikroskop optic adalah sebagai berikut :



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Aluminium tanpa pemanasan (b) Aluminium dengan pemanasan 220°C selama 3 jam

E. Hasil Karakterisasi menggunakan Microhardness Tester

Dari Hasil *microhardness test* dapat diketahui bahwa kekerasan yang paling tinggi adalah pada aluminium yang di *aging* pada temperature 220 °C dengan waktu penahanan 3 jam sebesar 55,9 Hv.

V. KESIMPULAN

1. Perlakuan panas yang diberikan pada anoda korban aluminium galvalum III mempengaruhi laju korosi pelat baja karbon ASTM A380 Grade C.
2. Perlakuan panas pada temperatur aging 220 °C dengan waktu penahanan 3 jam dapat meningkatkan kualitas dari aluminium galvalum III sebagai anoda korban.
3. Mikrostruktur pada aluminium yang diberikan perlakuan panas pada temperatur aging 220 °C dengan penahanan 3 jam terlihat paling banyak terbentuk fasa pesipitat.
4. Morfologi permukaan pada pelat baja yang telah di lakukan uji korosi dengan aluminium yang diberikan perlakuan panas pada temperatur aging 220 °C dengan penahanan 3 jam terlihat paling halus dan paling sedikit terbentuknya oksidasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis K.P. mengucapkan terima kasih Bagian Inspeksi Teknik PT.Petrokimia Gresik yang telah menyediakan tempat untuk studi kasus.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] KR. Trethewey, J. Chamberlain, *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*, Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama (1991).
- [2] Benjamin D. Craig, Richard A. Lane, David H. Rose, *Corrosion Prevention and Control: A Program Management Guide for Selecting Materials*, Advanced Materials, Manufacturing, and Testing Information Analysis Center (AMMTIAC) (2006).
- [3] Davis J.R., *ASM Specialty Handbook, Aluminum and Aluminum alloys*, Ohio: ASM, Ohio (1993) 290 – 390.
- [4] Davis J.R., *ASM Specialty Handbook, Tools Materials*, New York: ASM (1995) 276-277.
- [5] DeGarmo E. Paul, J.T. Black and Ronald A. Kosher, *Materials and Processes in Manufacturing (8th ed)*, New York: Prentice Hall, (1997) 115-118.
- [6] Smallman R. E. and R.J. Bishop, *Modern physical metallurgy and material engineering (6th ed)*, Birmingham: Butterworth-Heinemann (1999).
- [7] M. Fontana, *Corrosion Engineering (3rd ed)*, New York : Mc Graw-Hill Book Company (1987).