

PENGARUH PERLAKUAN PANAS T6 DAN T78 PADA KOROSI LOKAL PADUAN ALUMINIUM 6063

Nurmawati^{1*}, ZaenalArifin¹, Darminto¹

Jurusan Fisika FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia¹
Email : nurma@physics.its.ac.id

Abstrak

Korosi Aluminium dan paduannya telah menjadi subjek banyak penelitian karena kepentingan dan aplikasinya dalam konstruksi pesawat terbang, automobil dan berbagai macam industri. Aluminium seri 6063 adalah paduan aluminium dengan magnesium dan silikon. Paduan ini memiliki sifat ketahanan korosi kurang bagus, besar kemungkinan terserang korosi intergranular dalam kondisi tertentu. Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah pengaruh variasi waktu penahanan pada perlakuan panas penuaan terhadap perilaku korosi dari paduan aluminium seri 6063 dengan menggunakan larutan 1M NaCl.

Pada penelitian ini dikaji sampai sejauh mana pengaruh larutan 1 M NaCl terhadap ketahanan korosi aluminium 6063 baik dilihat dari struktur mikro maupun produk korosi yang terbentuk pada permukaan aluminium yang telah mengalami proses perlakuan panas penuaan. Proses perlakuan panas pelarutan T6 dilakukan pada temperatur 550°C dengan waktu 30 menit, dan panas penuaan pada temperatur 175°C dengan waktu penahanan 0,5 jam, 1 jam, 2 jam dan 4,5 jam. Perlakuan T78 sama dengan T6, dan panas penuaan pada temperatur 240°C dengan waktu penahanan 0,5 jam, 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Karakteristik korosi lokal pada permukaan aluminium 6063 akan dilakukan dengan SEM, sedangkan analisis produk korosi yang terbentuk pada permukaan aluminium akan dilakukan dengan analisis EDX. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah aluminium 6063 T78 menunjukkan ketahanan yang lebih tinggi terhadap korosi antar granular dibandingkan dengan aluminium 6063 T6 yang mendapat penahanan maksimum.

Kata Kunci: Aluminium 6063, Korosi, NaCl.

1. Pendahuluan

Paduan aluminium seri 6063 memiliki sifat yang kurang kuat sebagai bahan tempaan bila dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya. Namun, paduan ini mempunyai keuletan yang tinggi, yaitu kemampuan membentuk yang sangat baik pada temperatur biasa, memiliki ketahanan terhadap korosi yang tinggi, dan dapat diberi perlakuan panas setelah pendinginan. Meskipun paduan aluminium dengan unsur lain telah menambah kekuatannya, namun paduan aluminium ini dalam kondisi tertentu, berpotensi terkena serangan korosi intergranular (Uhlig, H, 1985). Korosi sumuran salah satu bentuk serangan lokal yang sangat berbahaya untuk aluminium, khususnya dalam medium klorida. Untuk menghambat serangan lokal adalah membuat paduan baru yang tahan korosi untuk lingkungan klorida. Penangan dengan panas dapat mengakibatkan pengendapan melalui butiran-butiran kecil cenderung mengurangi serangan pelubangan dan korosi antar granular (Guillaumin, V., 1999). Oleh karena itu, akan

diteliti lebih lanjut tentang pengaruh perlakuan panas T6 dan T78 pada paduan Al 6063 dalam larutan sodium klorida (NaCl) 1M.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas T6 dan T78 terhadap perilaku korosi lokal pada paduan Al 6063 dan untuk mengetahui struktur dan morfologi korosi paduan Al 6063 sebelum dan setelah perlakuan panas T6 dan T78. Adapun penelitian ini akan dianalisis pengaruh terhadap peningkatan ketahanan korosi lubang dalam larutan asam klorida dengan teknik potensiostatik. Agar penelitian ini lebih sempurna akan dianalisis pula bentuk dan morfologi korosi lokal dengan SEM (*Scanning Elektron Microscope*), produk korosi yang terbentuk dengan EDX (*Energi Dispersif X-ray*) serta kajian teoritisnya.

2. Kajian Pustaka

3. Metodologi Penelitian

Bahan utama yang digunakan adalah Al 6063-T6 dan Al 6063-T78, berupa lempengan yang berbentuk bulat, berdiameter (d) 1,4 cm dan tebal (t) 1,5 mm. Sedangkan larutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan

Tabel 1. Komposisi Kimia Paduan Aluminium 6063 (AzoNano.com, 2009)

Unsur	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Al
Komposisi (%)	0,2-0,6	0,35 maks.	0,1 maks.	0,1 maks.	0,45-0,9	0,1 maks.	0,1 maks.	0,1 maks.	Bal

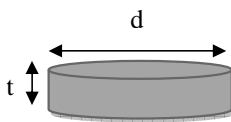
NaCl 1 M (pH = 6) yang berfungsi sebagai media pengkorosi, dan aquades untuk pembersih sampel sebelum pengujian.

Prosedur Kerja

Preparasi sampel

Aluminium 6063 yang selanjutnya disebut sampel, dibentuk menjadi bulatan yang berdiameter (d) 1,4 cm, dan tebal (t) 1,5 mm, sehingga akan diperoleh benda uji seperti yang ditunjukkan

Sampel yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium seri 6063. Komposisi kimia aluminium 6063 dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Bentuk dan dimensi benda uji dengan diameter (d) 1,4 cm dan tebal (t) 1,5mm

Prosedur Penelitian

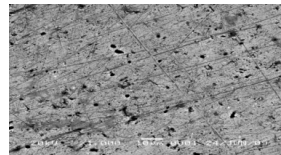
- Pada langkah awal paduan 6063 dimasukkan kedalam furnace, kemudian dipanaskan sampai mencapai suhu 550°C selama 30 menit, dan didinginkan dengan medium *quenching* udara. Kemudian dipanaskan kembali di dalam furnace dengan temperatur 175°C dengan waktu penahanan 0,5 jam, 1 jam, 2 jam dan 4,5 jam. Kemudian didinginkan dengan cepat dengan medium *quenching* udara.
- Langkah ke dua paduan 6063 dipanaskan T78 sama dengan langkah pada T6. Setelah itu dilanjutkan pemanasan di dalam furnace dengan temperatur 240°C dan ditahan dengan variasi waktu penahanan, 0,5 jam, 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Kemudian didinginkan dengan medium *quenching* udara.
- Sampel yang telah diberi perlakuan panas T6 dan T78 diampas sampai permukaannya halus dengan kertas gosok mulai dari grade 120 sampai grade 2000. Kemudian dipoles dengan alumina agar sampel lebih mengkilap.
- Pengujian korosi dilakukan dengan menggunakan potensiostat, selanjutnya produk korosi, struktur dan morfologi korosi yang terbentuk pada permukaan sampel diamati dengan mikroskop optik, SEM dan EDX.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Kondisi Awal Paduan Aluminium Seri 6063

Paduan aluminium seri 6063 V.Guillaumin,1999 mempunyai beberapa tipe partikel intermetalik, yaitu pertama partikel dengan struktur mikro berbentuk bulat oval dengan ukuran 2µm dan 20µm untuk sumbu panjangnya mengandung Al-Al-MnMg-Si keberadaannya sekitar 0,4% dari luas sampel total-Cu-dan-Fe, kedua Partikel yang bentuknya tidak teratur dengan ukuran 2µm dan 20µm untuk sumbu panjangnya mengandung Al-Al-Si-Mn-Fe. Pengamatan dengan MO menunjukkan warna pink, keberadaannya sekitar 2,2% dari luas total yang bentuknya tidak seragam (Heterogen), dan ketiga partikel berbentuk jarum yang mengandung Al-Cu-Si berbentuk jarum yang menggras dengan ukuran 75 nm sampai 140 nm. Bentuk ketiga ini bersifat anodik terhadap matrik. (Guillaumin,1999).

Hasil pengujian pencitraan dengan SEM (paduan aluminium seri 6063 pada keadaan awal sebelum perlakuan panas seperti yang ditunjukkan pada gambar Gambar 2 tampak bahwa menunjukkan bahwa paduan aluminium seri 6063 mempunyai struktur mikro yang heterogen. Hal ini terlihat adanya endapan-endapan berwarna gelap yang merupakan fasa yang tidak larut dalam matrik Al. Menurut metal handbocck atlas microstructur, warna butir yang berbedabercak-bercak hitam menunjukkan adanya pengendapan fasa yang berbeda, seperti yang tampak pada gambar menunjukkan adanya butiran-butiran kecil berwarna hitam sebagai tanda adanya pengendapan fasa pada batas butir.



Gambar 2. Struktur mikro paduan Al seri 6063 sebelum perlakuan panas pembesaran 1000X

Hasil dengan pengujian XRD pada sampel aluminium seri 6063 pada keadaan awal (tanpa perlakuan panas) menunjukkan adanya ketidak homogenan larutan pada aluminium seri 6063 ini, seperti yang terlihat pada gambar Gambar 3 adanya unsure Fe pada sudut kira-kira 20° dan 35° menunjukkan adanya sebaran Fe yang tidak merata larut pada matrik Al, selain itu juga terdeteksi adanya fasa $Al_3Ti_{0.75}Fe_{0.25}$ dan

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Bold, Italic, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Bold, Italic, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Bold, Italic, Indonesian

Formatted: Centered, Indent: First line: 0", Line spacing: single

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

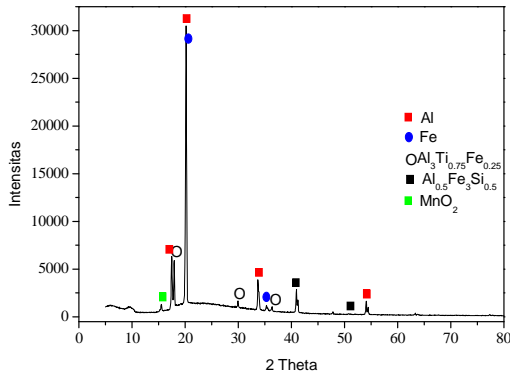
Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

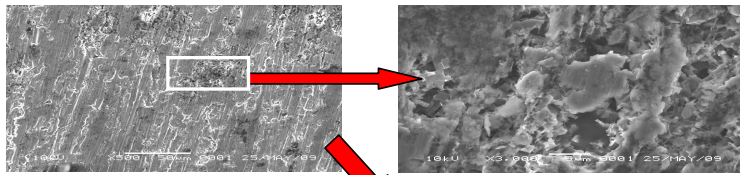
Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

$Al_{0.5}Fe_3Si_{0.5}$, seperti yang tampak pada gambar 4.1 (b). Hal ini disebabkan karena mempunyai struktur kristal yang berbeda Fe dan Al berstruktur kps mempunyai ukuran butir yang hampir sama, sehingga (kubus pusat sisi)

sedangkan Fe berstruktur kpr (kubus pusat tuang) Fe sangat sulit untuk dapat larut ke dalam matrik Al. Sedangkan unsure-unsurnyawa senyawa lain yang



Gambar 3. Hasil pengujian uji XRD paduan Al 6063 pada keadaan awal



Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%
O	1.253	47.01	0.00	0.01	MgO	0.00
Mg K	1.488	0.00	0.14	95.53	Al ₂ O ₃	97.17
Si K	1.739	0.95	0.23	3.43	SiO ₂	2.05
Ti K	5.411	0.03	1.15	0.03	Cr ₂ O ₃	0.04
Cr K	5.894	0.05	1.43	0.11	MnO	0.08
Mn K	6.398	0.42	1.92	0.75	FeO	0.54
Fe L						
Cu L						
Zn L	1.012	0.05	0.17	0.15	ZnO	0.12
Totol		100.00		100.00		100.00

Gambar 4. Pencitraan morfologi korosi dengan SEM dan Analisis EDX paduan Al 6063 pada keadaan awal

terdeteksi merupakan fasa yang terbentuk dari unsur-unsur penyusun paduan aluminium seri 6063.

Adanya sebaran /distribusi unsur Fe di dalam matrik Al yang tidak larut serta fasa-fasa lain yang terdapat dalam paduan dapat mempengaruhi sifat mekanik dan sifat korosi paduan Al seri 6063. Sedangkan sifat mekanik lebih banyak dipengaruhi oleh perbedaan ukuran butir. Fasa-fasa yang mengendap baik pada batas butir maupun butir. Ukuran butir lebih kecil mempunyai batas butir yang lebih banyak dan dapat menghambat gerak dislokasi lebih kuat, sehingga paduan Al seri 6063 pada keadaan awalnya akan mempunyai sifat yang lebih keras dibandingkan dengan paduan Al seri 6063 setelah perlakuan panas. Berdasarkan tinjauan elektrokimia, potensial elektrokimia Al dan Fe mempunyai perbedaan yang cukup signifikan, sehingga sangat berpotensi menimbulkan terjadinya korosi sumuran dan

korosi antar butir, korosi antar granular. Adanya dua fasa atau lebih di dalam larutan padat dapat menyebabkan terjadinya serangan korosi yang bersifat selektif. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kinerja paduan Al seri 6063 baik sifat mekanik dan sifat korosinya, perlu diberikan perlakuan panas. Dalam penelitian ini paduan Al seri 6063 diberikan perlakuan panas pelarutan (Solution heat treatment) pada temperature 550°C dan perlakuan panas penuaan (presipitation heat treatment) pada temperature 175°C (Al-Al 6063 T6) dan temperature 240°C (Al 6063 T78). Kajian sifat mekanik dan sifat korosi akibat perlakuan panas akan dibahas secara mendetail pa

Perilaku korosi paduan Al seri 6063 dalam larutan 0,05M NaCl ditunjukkan pada Gambar 4. Tampak bahwa serangan korosi terjadi pada batas butir ditandai dengan garis-garis putih yang tidak beraturan dan membentuk kontur seperti pada batas butir. Menurut hasil simulasi

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Italic, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Italic, Spanish (International Sort)

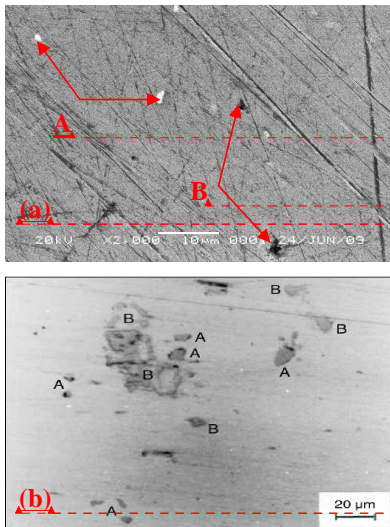
Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Spanish (International Sort)

komputer FactSage oleh G Svenningsen, 2006 partikel intermetalik AlMnFeSi dalam model paduan (alloy) merupakan fasa yang setimbang dan tercapai pada temperatur di bawah 600°C. Oleh karena itu, partikel intermetalik AlMnFeSi bersifat katodik terhadap matrik Al. Kajian sifat mekanik dan sifat korosi akibat perlakuan panas pelarutan dan penuaan akan dibahas secara mendetail pada sub bab berikutnya.

4.2 Pengaruh Perlakuan Panas Pelarutan

Perlakuan panas pelarutan pada paduan Al seri 6063 dilakukan pada temperatur 550°C dengan waktu penahanan 30 menit-. Pemberian laku panas ini bertujuan untuk diharapkan dapat maupun sifat kimia (korosi). Hasil pencitraan dengan SEM (Gambar 5a) menunjukkan kesamaan dengan yang dihasilkan oleh V Guillaumin et al 2000, dimana partikel intermetalik yang mengendap adalah tipe A partikel yang kaya dengan Mg dan Si dan merupakan fasa Mg₂Al₃ dan tipe B adalah partikel yang kaya dengan Si-Mn-Fe.



Gambar 5. hasil uji Pencitraan SEM partikel intermetalik (a) -EDX paduan Al seri 6063 setelah perlakuan panas pelarutan selama 30 menit (b) V.Guillaumin and G.Mankowski (2000). A partikel yang kaya dengan Al-Mg dan B partikel yang kaya dengan Si-Mn-Fe

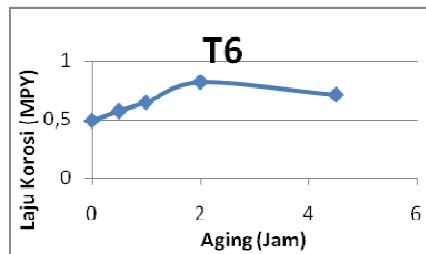
pembesaran 2000X

4.3 Pengaruh Perlakuan Panas Penuaan T6 Terhadap Sifat Korosi Pada Paduan Al seri 6063

Hasil pengujian korosi dengan potensiostat paduan aluminium 6063 setelah perlakuan panas pelarutan pada temperatur 550°C dengan waktu penahanan 0.5 jam 30 menit dilanjutkan perlakuan panas penuaan untuk T6 pada temperatur 175°C dengan waktu penahanan 0.5 jam, 1 jam, 2 jam, 4,5 jam

melarutkan semua unsur penyusun sehingga diperoleh larutan padat yang homogen atau hanya mempunyai 1 (satu) fasa, yaitu fasa α, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5 masih tampak adanya bercak-bercak putih yang distribusinya sangat sedikit, hal ini menunjukkan bahwa laku panas 550°C dengan waktu 30 menit belum mampu untuk melarutkan semua unsur penyusun paduan. Dengan kata lain masih terdapat fasa atau partikel intermetalik dalam aluminium seri 6063. Fasa atau partikel intermetalik ini dapat memberikan pengaruh yang cukup berarti terhadap sifat mekanik



telah dikarakteristik dengan potensiostat dan diperoleh laju korosi untuk setiap waktu penahanan ditunjukkan pada gambar Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa semakin lama waktu penahanan (0.5, 1 dan 2 jam) laju korosinya semakin meningkat, tetapi terjadi penurunan laju korosi setelah waktu penahanan 2 jam.. Menurut G. Svenningsen, 2006 partikel intermetalik AlMgSi(Cu) bersifat katodik terhadap matrik dan menyebabkan terjadinya serangan korosi lokal/sumuran pada matrik Al. Semakin banyak partikel intermetalik AlMgSi(Cu) yang mengendap semakin rentan paduan aluminium seri 6063 mengalami serangan korosi. Hasil Pencitraan dengan SEM dan analisis EDX paduan Al seri 6063 setelah 1 jam perlakuan panas pelarutan ditunjukkan pada Gambar 7.

Gambar 6. Hubungan waktu penahanan perlakuan panas T6 terhadap laju korosi

Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%
C K	0.277	6.32	0.05	35.78	C	6.32
O		43.80				0.00
Mg K	1.253	0.13	0.10	0.36	MgO	0.21
Al K	1.486	47.24	0.13	59.53	Al ₂ O ₃	89.25
Si K	1.739	1.14	0.21	2.77	SiO ₂	2.45
TK	*					0.36
Cr K	5.411	0.10	1.09	0.07	Cr ₂ O ₃	0.15
Mn K	5.894	0.29	1.37	0.36	MnO	0.37
Fe K	6.398	0.64	1.83	0.78	FeO	0.82
Cu L	0.930	0.07	0.08	0.07	CuO	0.09
Zn L	1.012	0.29	0.20	0.29	ZnO	0.34
Total		100.00		100.00		15.98



Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%
C K	0.277	6.10	0.04	35.33	C	6.10
O		43.89				0.00
Mg K	1.253	0.00	0.08	0.00	MgO	0.00
Al K	1.486	48.64	0.11	62.69	Al ₂ O ₃	91.91
Si K	1.739	0.30	0.18	0.74	SiO ₂	0.64
TK	*					0.09
Cr K	*					
Mn K	5.894	0.23	1.17	0.29	MnO	0.30
Fe K	6.398	0.30	1.56	0.37	FeO	0.38
Cu L	*					0.05
Zn L	1.012	0.54	0.14	0.57	ZnO	0.67
Total		100.00		100.00		16.02

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Italic

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Superscript

Formatted: Font: Bold, Indonesian

Formatted: Font: Bold, Indonesian

Formatted: Font: Bold, Font color: White

Formatted: Font: Bold, Font color: White, Indonesian

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.15"

Formatted: Font: Bold, Font color: Black

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.15"

Formatted: Font: Bold, Font color: Black, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Swedish (Sweden)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Swedish (Sweden)

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Swedish (Sweden)

Formatted: Font: 8 pt, Bold

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.07"

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Bold

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Bold

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.07"

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Bold, Superscript

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.07"

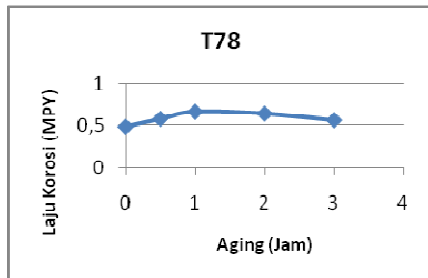
Formatted: Font: (Default) Arial, 10 pt, Bold

Gambar 7. Pencitraan dengan SEM dan analisis Globular EDX paduan Al seri 6063 setelah 1 jam perlakuan panas penuaan.

Berdasarkan Gambar 7 korosi terjadi pada base metal dicirikan dengan adanya cekungan-cekungan yang dalam yang kelok-kelok mengikuti pola batas butir. Hasil analisis EDX pada partikel intermetalik berwarna putih (Gambar 7a) mempunyai komposisi kimia dominan Al = 59.53 %At, Si = 2,77 %At, Fe = 0,78 %At, dan Mn = 0,36 %At. Komposisi ini mengindikasikan sebagai partikel intermetalik AlSiFeMn dan menurut M Slamova et al, 2007 mempunyai fasa α -Al₁₂(Mn,Fe)₃Si yang bersifat katodik (Noble). Analisis EDX pada daerah yang lain (Gambar 3.6b) mempunyai komposisi dominan AlSiFeMn, sehingga juga menunjukkan sebagai fasa α -Al₁₂(Mn,Fe)₃Si. Adanya fasa intermetalik yang bersifat katodik ini berdampak terhadap peningkatan serangan korosi pada matrik Al yang bersifat anodik.

4.4 Pengaruh Perlakuan Panas Penuaan T78 Terhadap Sifat Korosi Pada Paduan Al seri 6063

Perilaku korosi paduan aluminium seri 6063 T78 setelah perlakuan panas pelarutan pada temperatur 550°C dengan waktu penahanan 0-6 jam 30 menit dilanjutkan perlakuan panas penuaan untuk T78 dengan pada temperatur 175°C-240°C dengan waktu penahanan 0.5 jam, 1 jam, 2 jam, 3 jam, telah dikarakteristik dengan potensiostat dan diperoleh laju korosi untuk setiap waktu penahanan ditunjukkan pada gambar Gambar 8.



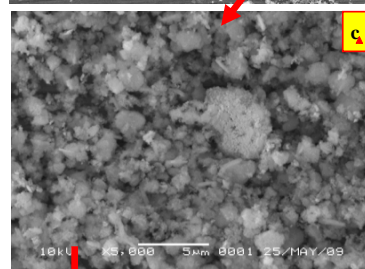
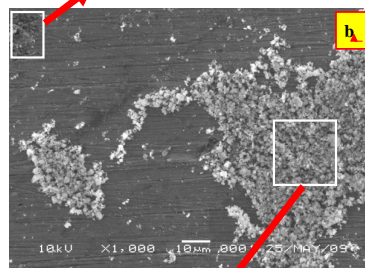
Gambar 8. Hubungan waktu penahanan terhadap laju korosi

Berdasarkan Gambar 8 laju korosi tertinggi terjadi pada waktu penahanan 1 jam dengan laju korosi 0.6666 mpy, meningkatnya waktu

penahanan menjadi 2 jam laju korosinya turun menjadi 0.6437 mpy atau turun 31.18%. Kenaikan dan penurunan laju korosi untuk setiap waktu penahanan dapat dijelaskan sebagai berikut: Menurut V.Guillaumin et al, 2000, partikel intermetalik yang bersifat agresif (anodik) dalam paduan Al seri 6063 adalah AlMgSi dan AlCuMg, sedangkan yang bersifat katodik partikel AlSiMnFe, AlCuMnFe, Mg₂Si, dan Mg₂Al₃. Hasil pencitraan dengan SEM dan analisis globular setelah pengujian korosi dengan potensiostat pada permukaan paduan Al seri 6063 setelah perlakuan panas penuaan dengan waktu penahanan 1 jam ditunjukkan pada Gambar 9.

Peningkatan Taju korosi setelah perlakuan panas penuaan T78 dengan waktu penahan 1 jam dapat dijelaskan sebagai berikut. Hasil pencitraan dengan SEM pada Gambar 9b dan 9c menunjukkan bentuk serangan korosi batas butir (*intergranular corrosion*) yang cukup parah dan analisis globular EDX pada daerah yang terkorosi pada Gambar 9a didominasi oleh unsur Al = 87,60 %At, Mg = 1,53 %At, dan Si = 0,83 %At, komposisi menunjukkan adanya partikel intermetalik AlMgSi yang bersifat anodik. Sedangkan pada daerah yang berwarna putih didominasi oleh Al = 70,69 %At, Si = 0,70 %At, Fe = 1,08 %At dan Mn = 0,30 %At, komposisi ini menunjukkan adanya partikel intermetalik AlSiFeMn dengan fasa α -Al₁₂(Mn,Fe)₃Si yang mengendap pada batas butir dan bersifat katodik. Pengendapan partikel intermetalik ini mengakibatkan terganggunya dua fasa yang berbeda (*microgalvanic coupling*) antara fasa α -Al₁₂(Mn,Fe)₃Si yang bersifat katodik (noble) dengan daerah batas butir yang bersifat anodik. Berdasarkan kondisi inilah laju korosi setelah 1 jam penahanan mengalami serangan korosi paling parah.

Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%
C K	0.277	1.18	0.04	9.05	C	1.18
O		46.34				0.00
Mg K	1.253	0.40	0.08	1.53	MgO	0.67
Al K	1.486	51.22	0.11	87.60	Al ₂ O ₃	96.77
Si K	1.739	0.25	0.19	0.83	SiO ₂	0.54
Ti K	4.508	0.18	0.54	0.35	TiO ₂	0.31
Cr K						0.03
Mn K						
Fe K	6.398	0.12	1.56	0.20	FeO	0.16
Cu L						0.02
Zn L	1.012	0.30	0.14	0.43	ZnO	0.38
						0.04
Total		100.00		100.00		100.00



Element	(keV)	mass%	Error%	At%	Compound	mass%
C K	0.277	4.26	0.06	27.23	C	4.26
O		44.78				0.00
Mg K						
Al K	1.486	49.70	0.18	70.69	Al ₂ O ₃	93.90
Si K	1.739	0.26	0.30	0.70	SiO ₂	0.55
Ti K						0.08
Cr K						
Mn K	5.894	0.21	1.91	0.30	MnO	0.28
Fe K	6.398	0.79	2.57	1.08	FeO	1.01
Cu L						0.12
Zn L						
Total		100.00		100.00		100.00

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Font color: Auto, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Font color: Auto

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Font color: Auto, Indonesian

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Subscript

Formatted: Font: (Default) Arial, 9 pt, Italic

Formatted: Indent: First line: 0.2", Line spacing: single

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

Formatted: Font: 9 pt, Bold

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

Formatted: Font: 8 pt, Bold

Formatted: Font: 9 pt, Bold

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

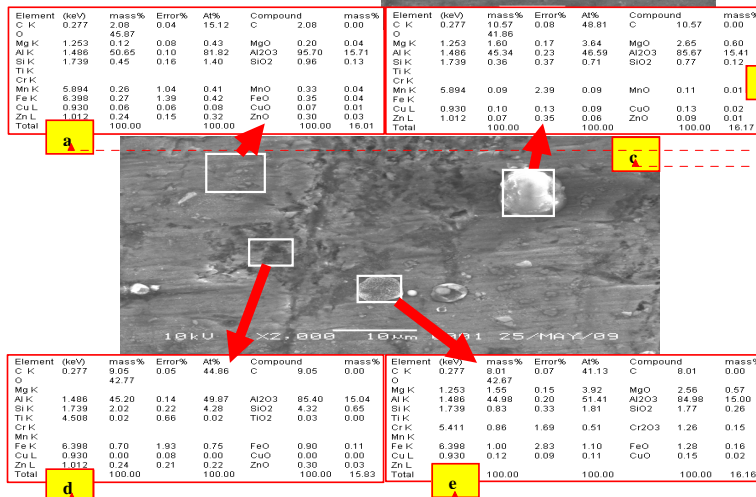
Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

Formatted: Font: 9 pt, Bold

Pencitraan morfologi korosi dengan SEM paduan Al seri 6063 dengan waktu penahanan perlakuan panas penuaan 2 jam setelah terkorosi dalam larutan 0,05M NaCl ditunjukkan pada Gambar 10.

Hasil pengamatan dengan SEM produk korosi tidak lagi menempel seperti pada Gambar 10c. Hasil analisis globular pada Gambar 10a ada dua kemungkinan partikel intermetalik yang terbentuk yaitu AlMgSi yang bersifat anodik atau AlSiFeMn yang bersifat katodik. Kedua partikel ini dapat menimbulkan korosi selektif bila dibandingkan Gambar 10b merupakan partikel intermetalik AlMgSi yang bersifat reaktif dan produk korosinya masih menempel, sehingga dapat menghalangi proses korosi lanjutan. Pada daerah yang produk korosinya sudah larut pada

Gambar 4.9 (a) SEM 5000X 1jam. (b) SEM 6000X 2 jam. Gambar 9. Hasil Pencitraan dengan SEM dan analisis-EDX paduan Al seri 6063 pada perlakuan panas penuaan T78 (a) pada temperatur 240°C dengan waktu 1jam- (b) pada waktu 2 jam



Gambar 10. Pencitraan SEM dan analisis globular EDX pada permukaan paduan Al seri 6063 setelah tercelup dalam larutan 0.05M

Gambar 10d didominasi oleh AlSiFe dan diindikasikan mempunyai fasa Al_{0.5}Fe₃Si_{0.5}. Gambar 10e didominasi oleh AlMgSiFeCr namun berdasarkan hasil pengujian dengan XRD kemungkinan fasanya dalam bentuk AlMgSi. Berdasarkan semua fasa yang mungkin laju korosi paduan Al seri 6063 setelah penahanan perlakuan panas penuaan 2 jam korosinya bersifat selektif dan laju serangan korosinya lebih kecil.

5. Kesimpulan

- Paduan aluminium seri 6063 T6 yang telah mengalami perlakuan panas pelarutan pada temperatur 550°C dengan waktu penahanan 30 menit kemudian di quenching udara. Kemudian di lanjutkan dengan perlakuan panas aging pada

temperatur 175°C dengan holding time 0,5 sampai 2 jam terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 38,79% dari sampel awal sebelum perlakuan dan laju korosinya juga meningkat. Hal ini disebabkan karena adanya pengendapan partikel intermetalik AlMgSi(Cu) pada batas butir. Kemudian setelah 2 jam terjadi penurunan nilai kekerasan sebesar 32,75% dari sampel awal dan terjadi peningkatan laju korosi. Hal ini disebabkan karena adanya partikel intermetalik AlSiFeMn dengan fasa α-Al₁₂(Mn,Fe)₃Si yang mengendap pada batas butir, dan korosi yang terjadi adalah korosi batas butir.

Formatted: Indent: First line: 0.2", Line spacing: single

Formatted: Centered, Line spacing: single

Formatted: Right, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

Formatted: Font: 8 pt, Bold, Font color: Red

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

Formatted: Font: 8 pt, Bold, Font color: Red

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

Formatted: Font: 8 pt, Bold, Font color: Red

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

Formatted: Font: 8 pt, Bold, Font color: Red

Formatted: Centered, Indent: Left: -0.1", Right: -0.05"

Formatted: Font: 8 pt, Bold, Font color: Red

Formatted: Centered, Line spacing: single

- b) Perlakuan panas aluminium seri 6063 T78 yang telah mengalami perlakuan panas pelarutan pada temperatur 550°C dengan waktu penahanan 30 menit kemudian di quenching udara. Kemudian di lanjutkan dengan perlakuan panas aging pada temperatur 240°C dengan holding time 0,5 sampai 2 jam terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 24,68% dari sampel awal. Hal ini disebabkan karena semakin banyak partikel intermetalik yang mengendap pada matrik Aluminium. Dan setelah perlakuan panas penuaan dua jam kekerasannya mulai menurun dan korosinya bersifat selektif dimana laju serangan korosinya lebih kecil.

6. Pustaka

- AzoNano.com, 2009
- Svenningsen, Gaute, dkk. (2006), *Corrosion Science* 48, "the effect of high temperature heat treatment on intergranular coorosion of AlMgSi(Cu) model alloy", www.elsevier.com/locate/corsci
- Uhlig, H.H., Revie, R.W. (1985), *Corrosion And Corrosion Control*, Third Edition, John Wiley And Sons, New York.
- V. Guillaumin, G. Mankouski, "Localized Corrosion of 6056-T6 Aluminium Alloy in Chloride Media", *Corros.sci.* 42(1999); p. 105-125.
- , "Influence of Overraging Treatment on Localized Corrosion of Al 6056", (Januari 2000), *Corrosion Science*, Vol. 56, No. 1, hal. 12.