

Analisis Laju Korosi Paduan Aluminium ASTM G4A Setelah Memperoleh Perlakuan Panas *Quenching*

Sigit Gunawan^{*1}

¹Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia
E-mail: 1gunruscit@gmail.com

Abstrak

Aluminium merupakan logam kedua terbesar yang digunakan oleh industri komponen setelah baja. Karena luasnya penggunaan aluminium, maka dibutuhkan suatu karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan penggunaannya. Oleh karena itu diperlukan sebuah proses untuk meningkatkan sifat mekanis maupun ketahanan korosinya. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah melalui proses perlakuan panas. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki laju korosi paduan aluminium ASTM G4A setelah memperoleh perlakuan panas *quenching*. Variabel penelitian adalah suhu *quenching*. Variasi suhu *quenching* 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, dan 450°C. Metode penelitian ini adalah eksperimen melalui pengujian laboratorium. Paduan aluminium kemudian dibuat spesimen untuk pengujian kekerasan, pengujian korosi dan pengujian struktur mikro. Spesimen dibuat dalam dua kondisi yaitu kondisi *raw material* dan kondisi dengan perlakuan panas *quenching*. Proses perlakuan panas *quenching* dilakukan dengan cara memanaskan spesimen pada suhu 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, dan 450°C dengan waktu tahan selama 60 menit, dilanjutkan dengan mencelupkan ke dalam media pendingin air sampai suhu kamar. Tahap berikutnya dilakukan pengujian kekerasan, korosi dan struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan rata-rata tertinggi yaitu sebesar 38,667 kg/mm² dicapai pada suhu *quenching* 250°C dan laju korosi terendah yaitu 0,59 mm/tahun diperoleh pada suhu *quenching* 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C. Semakin tinggi suhu *quenching* menyebabkan kekerasan semakin menurun sedangkan laju korosi cenderung meningkat. Struktur Al-Mg mulai hilang dan terlihat unsur Mg menggumpal seiring meningkatnya suhu *quenching*.

Kata Kunci: Korosi, *Quenching*, Waktu Tahan

Abstract

Aluminum is the second largest metal used by the components industry after steel. The extensive use of aluminium necessitates tailored characteristics for various applications. Therefore, a process is needed to improve its mechanical properties and corrosion resistance. One way that can be done is through a heat treatment process. This research aims to investigate the corrosion rate of ASTM G4A aluminum alloy after *quenching* heat treatment. The research variable is *quenching* temperature. *Quenching* temperature variations 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, and 450°C. This research method is experimental through laboratory testing. Aluminum alloys are then made into specimens for hardness testing, corrosion testing and microstructure testing. Specimens were made in two conditions, namely raw material conditions and conditions with *quenching* heat treatment. The *quenching* heat treatment process is carried out by heating the specimen at temperatures of 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, and 450°C with a holding time of 60 minutes, followed by immersing it in a water cooling medium until room temperature. The next stage is testing for hardness, corrosion and microstructure. The research results show that the highest average hardness, namely 38.667 kg/mm², was achieved at a *quenching* temperature of 250°C and the lowest corrosion rate, namely 0.59 mm/year, was achieved at a *quenching* temperature of 250°C, 300°C, 350°C and 400°C. The higher the *quenching* temperature causes the hardness to decrease while the corrosion rate tends to increase. The Al-Mg structure begins to disappear and the Mg element appears to clump as the *quenching* temperature increases.

Keywords: Corrosion, Holding Time, *Quenching*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan aluminium oleh industri saat ini menempati urutan kedua setelah baja. Penggunaan yang banyak ini disebabkan karena aluminium merupakan logam *non-ferrous* yang ringan, mudah dibentuk dan memiliki sifat mekanis yang baik. Dalam bidang teknik kebanyakan aluminium dijumpai dalam bentuk *alloy* dengan unsur penambah utama seperti silikon, tembaga, magnesium, iron, mangan dan zincum (Nadca, 1997). Aplikasi paduan aluminium mencakup bidang yang luas, tidak hanya untuk peralatan rumah tangga tetapi juga digunakan untuk keperluan material komponen otomotif, konstruksi, kapal laut maupun pesawat terbang. Luasnya pemakaian paduan aluminium, maka dibutuhkan suatu karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan penggunaannya. Paduan aluminium dalam pemakaiannya memerlukan persyaratan seperti tahan terhadap korosi, beban kejut, tahan terhadap retak, beban berulang, dan umur pakai yang lebih lama. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk meningkatkan sifat mekanis maupun ketahanan korosi paduan aluminium, yaitu melalui proses perlakuan panas. Salah satu perlakuan panas yang sering diterapkan adalah perlakuan panas *quenching*. Perlakuan panas *quenching* dilakukan dengan cara memanaskan paduan aluminium sampai suhu tertentu dalam jangka waktu tertentu, kemudian didinginkan secara cepat di dalam media tertentu.

Salah satu faktor yang menyebabkan umur pakai dari material logam menjadi lebih singkat dari yang direncanakan adalah korosi. Korosi merupakan proses perusakan logam akibat bereaksi dengan lingkungan dimana logam berada baik secara kimia maupun elektrokimia (Jones, 1996).

Rani dan Sitti (2021) melakukan penelitian tentang metode *heat treatment* pada pengujian kekerasan logam aluminium dengan variasi media pendingin. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah nilai kekerasan *raw material* diperoleh sebesar 49,3 HV, nilai kekerasan setelah mendapat perlakuan *quenching* dengan media pendingin air diperoleh sebesar 44,5 HV, sedangkan nilai kekerasan menggunakan media pendingin oli dan air sabun diperoleh masing-masing 35,5 HV dan 41,2 HV. Nilai kekerasan semakin rendah dengan meningkatnya kekentalan media pendingin. Kekerasan cenderung menurun setelah spesimen mendapat perlakuan *quenching*. Dwiaji (2023) meneliti mengenai pengaruh variasi temperatur perlakuan panas dan media pendingin terhadap sifat mekanis dan mikrostruktur aluminium 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan aluminium 2024 sebelum mendapat perlakuan panas *quenching* adalah 29,62 HRB dan setelah diberi perlakuan panas *quenching* pada suhu 500°C waktu tahan 35 menit dengan media pendingin oli diperoleh nilai kekerasan 59,68 HRB dan dengan media pendingin air diperoleh nilai kekerasan 56,38 HRB. Hasil pengujian struktur mikro menginformasikan bahwa semakin banyak sebaran partikel presipitat fasa θ , maka kekerasannya semakin tinggi.

Nugroho, dkk (2020) meneliti pengaruh variasi suhu dan waktu *heat treatment* aluminium alloy terhadap sifat kekerasan dan struktur mikro dengan media pendinginan oli. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa setelah diberi perlakuan *quenching* kekerasan rata-rata tertinggi diperoleh pada suhu 350°C dengan waktu tahan 120 menit, yaitu 75,70 HB. Mastuki, dkk (2021) melakukan penelitian tentang analisa kekerasan dan struktur mikro pada komposit aluminium 6061 paduan pasir besi lokal dengan perlakuan panas T6 variasi komposisi dan *holding time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Al 6.2 spesimen bahan asal dan spesimen yang diberi perlakuan panas *quenching* nilai kekerasannya cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain. Permatasari, dkk (2020) telah meneliti analisa sifat mekanis aluminium alloy 6151 setelah mengalami perlakuan panas dan diperoleh kesimpulan bahwa setelah spesimen diberi perlakuan *quenching* kekerasan cenderung meningkat, sedangkan hasil pengujian struktur mikro memperlihatkan bahwa semakin kecil diameter butiran maka sifat mekanis meningkat.

Rizal, dkk (2021) melakukan penelitian mengenai pengaruh perlakuan panas dan asam clorida terhadap laju korosi aluminium 1100. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah spesimen yang diberi perlakuan panas *quenching* laju korosi lebih rendah dibandingkan dengan spesimen yang tidak diberi perlakuan panas. Baihaqi, dkk (2020) telah meneliti tentang pengaruh *heat treatment* dan *quenching* terhadap sifat fisis dan mekanis aluminium alloy 2024-T3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan rata-rata tertinggi sebesar 95,66 HB diperoleh pada suhu 150°C dengan waktu tahan 120 menit. Abdi dan Aisyah (2020) meneliti tentang analisis korosifitas erosi logam paduan Al6061

dengan variasi kadar air garam sebagai media *quenching* pada propeller. Hasil penelitian menginformasikan bahwa laju korosi spesimen yang mendapat perlakuan *quenching* diperoleh laju korosi lebih rendah dibandingkan dengan produk pasaran, yaitu laju korosi pada produk pasaran sebesar 1.6777 mmpy sedangkan spesimen hasil *quenching* laju korosi terendah sebesar 1.1288 mmpy. Ramandika, dkk (2022) meneliti pengaruh asam clorida terhadap laju korosi aluminium 2024-T3 dengan variasi perlakuan panas dan diperoleh kesimpulan bahwa aluminium yang mendapat perlakuan panas *quenching* laju korosi lebih rendah jika dibandingkan dengan spesimen yang tidak diberi perlakuan panas.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki laju korosi paduan aluminium ASTM G4A setelah memperoleh perlakuan panas *quenching*. Dengan demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi pada industri yang menggunakan paduan aluminium ASTM G4A, sehingga dapat direncanakan desain konstruksi yang lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah potongan paduan aluminium ASTM G4A. Bahan selanjutnya dibuat spesimen untuk uji kekerasan, uji korosi, dan uji struktur mikro. Spesimen untuk uji kekerasan, uji korosi dan struktur mikro dibuat dengan memotong aluminium dalam bentuk persegi dengan ukuran 20x20x12 mm.

2.2. Alat yang digunakan

- Dapur pemanas listrik *muffle furnace treatment* merk Nabertherm tipe L3/12/C6.
- Mesin uji kekerasan *Rockwell* (Matsuzawa).
- Mikroskop optik model PME3-313UN, merk Olympus dengan kemampuan perbesaran 100, 200, 500, dan 1000 kali.
- Chamber* uji korosi.
- Timbangan digital merk Balance tipe GM-300 P
- Gelas ukur
- Alat pemotong logam.
- Kertas amplas, autosol, H₂SO₄ dan larutan etsa.

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan mengikuti diagram alir penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah studi literatur yaitu cara untuk menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber-sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian. Tahap kedua yaitu pembuatan benda uji menggunakan bahan paduan aluminium ASTM G4A meliputi benda uji kekerasan, benda uji korosi dan benda uji struktur mikro. Spesimen dibuat dalam dua kondisi yaitu kondisi *raw material* dan kondisi dengan perlakuan panas.

Proses *heat treatment* dilakukan dengan cara memanaskan spesimen pada suhu 250°C, 300°C, 350°C, 400°C, dan 450°C dengan waktu tahan selama 60 menit, kemudian melewati proses *quenching* dengan media air sampai suhu kamar.

Pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell C dengan beban indentasi 60 kg dan waktu indentasi selama 5 detik. Nilai kekerasan spesimen uji terbaca secara langsung pada skala. Sebelum dilakukan pengujian spesimen dihaluskan dengan kertas amplas no. 180, 400, 600 dan 1000. Selanjutnya dilakukan lagi penghalusan menggunakan autosol sampai bekas goresan-goresan hilang.

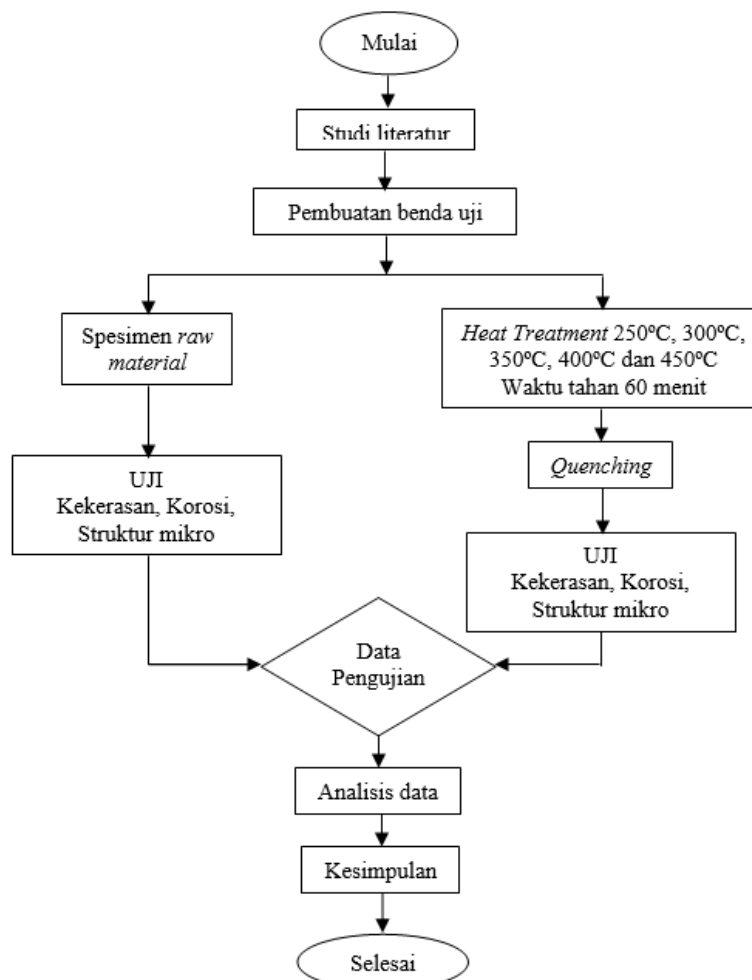
Pengujian korosi menggunakan metode kehilangan berat yaitu benda uji sebelum dan sesudah dilakukan pengujian ditimbang untuk mengetahui selisih beratnya. Waktu pengkorosi yang digunakan adalah 120 jam. Menurut ASTM International (2005) laju korosi dengan metode pengurangan berat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$CR = 534 W/D.A.T \quad (1)$$

Pada persamaan (1), CR adalah laju korosi (mpy). W adalah kehilangan berat (mg), D adalah berat jenis spesimen (gr/cm^3), A adalah luas permukaan spesimen (inch^2), sedangkan T adalah waktu (jam).

Pengamatan Struktur mikro menggunakan mikroskop optik perbesaran 200 kali. Sebelumnya permukaan spesimen dihaluskan dengan amplas no. 180, 400, 600, dan 1000. Setelah permukaan halus, dilakukan lagi penghalusan menggunakan autosol sampai permukaan menjadi mengkilat, kemudian dietsa dengan larutan etsa ($\text{HNO}_3 + \text{Etanol}$).

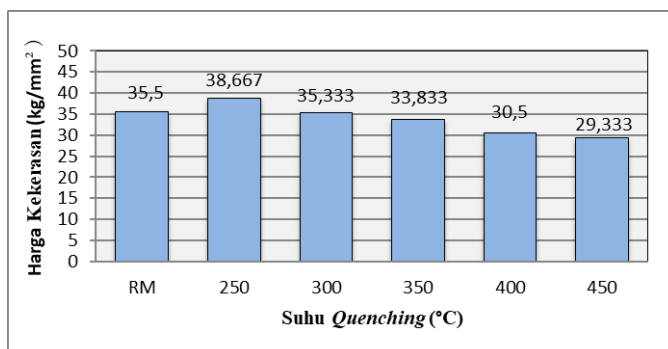
Tahap berikutnya adalah analisis terhadap data hasil pengujian kekerasan, korosi, dan struktur mikro. Tujuan analisis data adalah untuk mendapatkan informasi yang dapat dipahami dan bermanfaat untuk solusi permasalahan yang dihadapi. Data yang diperoleh dari penelitian ini meliputi data pengujian kekerasan, data pengujian korosi, dan data pengujian struktur mikro. Tahap terakhir adalah membuat kesimpulan penelitian berdasarkan hasil analisis data pengujian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

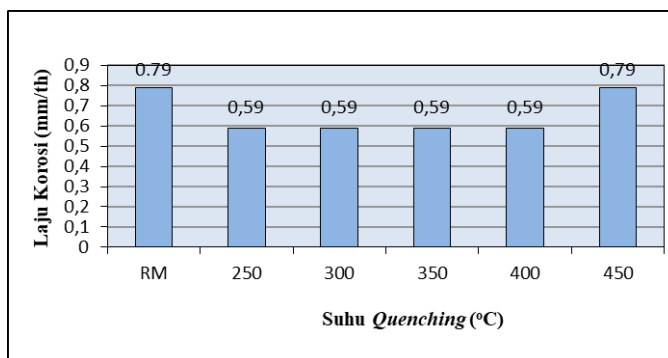
Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode kekerasan Rockwell C dengan beban indentasi 60 kg dan lama penekanan 5 detik. Nilai kekerasan spesimen uji dapat dibaca secara langsung pada skala. Hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada grafik hubungan antara suhu *quenching* dan kekerasan seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara suhu *quenching* dan kekerasan

Gambar 2 memperlihatkan bahwa nilai kekerasan rata-rata tertinggi didapatkan pada proses *quenching* suhu 250°C, yaitu 38,667 kg/mm² dan nilai kekerasan rata-rata terendah didapatkan pada perlakuan *quenching* suhu 450°C, yaitu 29,333 kg/mm². Nilai kekerasan spesimen yang telah mendapat perlakuan panas *quenching* menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu *quenching* menyebabkan kekerasan cenderung mengalami penurunan. Penurunan kekerasan ini disebabkan karena unsur Al dan Mg yang sudah terurai atau menyebar sehingga spesimen menjadi lebih lunak. Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian sejenis yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, yaitu kekerasan cenderung menurun setelah spesimen mendapat perlakuan *quenching* (Rani dan Sitti, 2021).

Pengujian korosi dilakukan dengan menggunakan metode kehilangan berat yaitu benda uji sebelum dan sesudah perendaman ditimbang untuk mengetahui selisih beratnya. Hasil uji korosi disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara suhu *quenching* dan laju korosi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

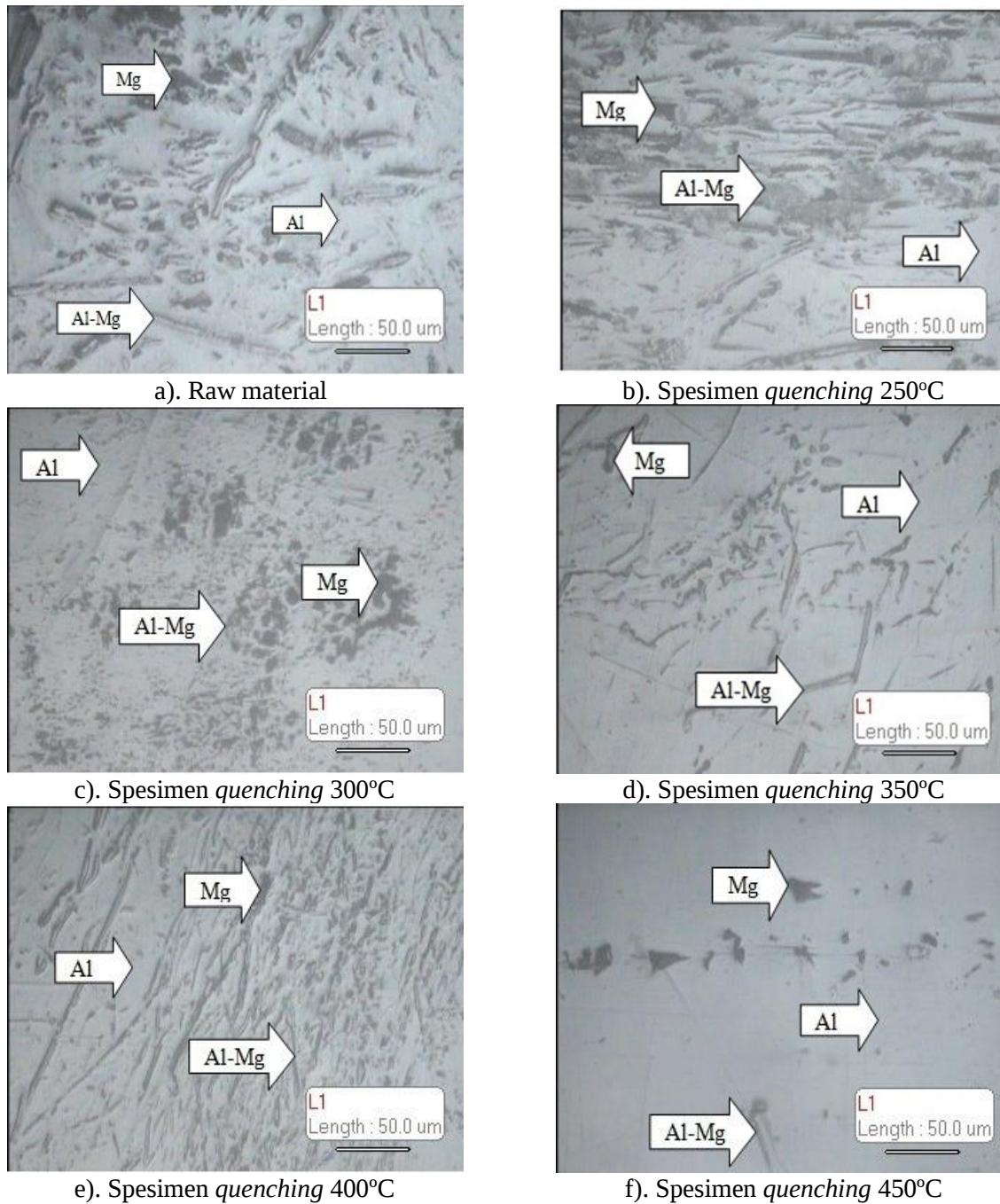


Gambar 3. Grafik hubungan antara suhu *quenching* dan laju korosi

Gambar 3 menunjukkan bahwa laju korosi terendah diperoleh setelah spesimen mendapat perlakuan *quenching* pada suhu 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C, yaitu 0,59 mm/tahun. Laju korosi tertinggi diperoleh pada spesimen *raw material* dan perlakuan *quenching* suhu lebih tinggi (450 °C), yaitu 0,79 mm/tahun. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, yaitu spesimen yang diberi perlakuan panas *quenching* laju korosi lebih rendah dibandingkan dengan spesimen yang tidak diberi perlakuan panas (Rizal dkk, 2021). Semakin tinggi suhu *quenching* laju korosi semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena struktur Al-Mg mulai terurai dan terlihat unsur Mg mengumpul.

Pengujian Struktur mikro menggunakan mikroskop optik perbesaran 200 kali. Hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil pengujian struktur mikro memperlihatkan bahwa struktur mikro sebelum diberi perlakuan *quenching* terlihat paduan Al-Mg banyak dan merata. Struktur mikro hasil perlakuan panas *quenching* memperlihatkan bahwa struktur Al-Mg yang semula banyak dan merata, semakin tinggi suhu *quenching* menyebabkan struktur Al-Mg mulai terurai dan

menyebarkan. Spesimen yang mendapat perlakuan *quenching* pada suhu 450°C memperlihatkan bahwa struktur Al-Mg mulai menghilang dan unsur Mg tampak menggumpal.



Gambar 4. Hasil pengujian struktur mikro

4. KESIMPULAN

Kekerasan rata-rata tertinggi adalah 38,667 kg/mm² diperoleh pada spesimen yang mendapat perlakuan *quenching* suhu 250°C dan nilai kekerasan rata-rata terendah adalah 29,667 kg/mm² diperoleh pada suhu *quenching* 450°C kg/mm². Semakin tinggi suhu *quenching* kekerasan cenderung mengalami penurunan.

Laju korosi terendah yaitu 0,59 mm/tahun didapatkan pada suhu *quenching* 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C. Laju korosi tertinggi diperoleh pada spesimen bahan asal dan perlakuan *quenching* suhu lebih tinggi (450°C), yaitu 0,79 mm/tahun.

Hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa pada *raw material* terlihat struktur paduan Al-Mg banyak dan merata. Spesimen yang mendapat perlakuan *quenching* memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu *quenching* struktur Al-Mg mulai menyebar dan terurai yang pada akhirnya unsur Mg berdiri sendiri dan tampak menggumpal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, Y. A., & Aisyah, E. P. (2020). Analisis Korosifitas Erosi Logam Paduan Al6061 Dengan Variasi Kadar Air Garam Sebagai Media Quenching Pada Propeller. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 08, No. 01, 73-80, Universitas Negeri Surabaya.
- ASTM International. (2005). *Corrosion Test and Standar: Application and Interpretation*. Second Edition.
- Baihaqi, L. H. A., Bambang, J., & Linda, W. (2020). Pengaruh Heat Treatment dan Quenching Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Aluminium Alloy 2024-T3. *Jurnal Penelitian*, Vol. 5, No. 1, 1-10.
- Dwiaji, C. Y. (2023). Pengaruh Variasi Temperatur Perlakuan Panas dan Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanis dan Mikrostruktur Aluminium 2024. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, Vol. 3, No. 2, 69-75.
- Jones, D. A. (1996). *Principles and Prevention of Corrosion*, Second Edition, Prentice Hall, Inc, United State of America.
- Mastuki., Bramiana, M. I., & Zainurrozzaq, F. (2021). Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Komposit Aluminium 6061 Paduan Pasir Besi Lokal Dengan Perlakuan Panas T6 Variasi Komposisi dan Holding Time. *Jurnal Mekanika*, Vol. 7, No. 2, 72-82, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Nadca. (1997). *Alloy Data; Aluminium Die Casting Alloys*, NADCA Product Specification Standards for Die Casting, Sec.3.
- Nugroho, A. D., Bambang, J., & Linda, W. (2020). Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Heat Treatment Aluminium Alloy Terhadap Sifat Kekerasan dan Struktur Mikro Dengan Media Pendinginan Oli. *Jurnal Teknologi Penerbangan*, Vol. 4, No. 2, 95-102.
- Permatasari, D., Zuhaimi., & A. Jannifar. (2020). Analisa Sifat Mekanis Aluminium Alloy 6151 Setelah Mengalami Perlakuan Panas. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, Vol. 4, No. 1, 1-5.
- Ramandika, P. N., Bambang, J., & Wasito, U. (2022). Pengaruh Asam Clorida Terhadap Laju Korosi Aluminium 2024-T3 Dengan Variasi Perlakuan Panas. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan*, Politeknik Penerbangan Surabaya.
- Rani, A. R. S., & Sitti, N. (2021). Metode Heat Treatment Pada Pengujian Kekerasan Logam Aluminium Dengan Variasi Media Pendingin. *Jurnal Sains Fisika*, Vol. 1, 1-6.
- Rizal, M. A., Suyatmo., & Dewi, R. S. (2021). Pengaruh Perlakuan Panas dan Asam Clorida Terhadap Laju Korosi Aluminium 1100. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan*, Politeknik Penerbangan Surabaya.

Halaman Ini Dikosongkan