

ANALISA PERILAKU PATAH TARIK PADUAN Al-9Zn-5Cu-4Mg COR TERHADAP PERLAKUAN PANAS T5

Nurhabibah Paramitha Eka Utami, Diah Kusuma Pratiwi

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Indonesia

E-mail: nhparamitha@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK

Analisa dilakukan untuk melihat pengaruh pemanasan 200° C selama 200 jam terhadap perubahan perilaku patah Paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg Cor. Analisa data dilakukan dengan pengujian Tarik dan SEM. Hasil menunjukkan adanya penyebaran endapan pada butir dan kehadiran fasa kedua MgZn₂ dan Mg₃Zn₃Al₂ memberikan perubahan yang signifikan dan berdampak pada ketangguhan dan nilai kekerasan paduan.

Kata Kunci: *Paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg, Pemanasan, Pengujian Tarik, SEM, Fasa Kedua*

PENDAHULUAN

Paduan aluminium telah menjadi bahan utama pilihan dalam pembuatan struktur pesawat militer dan komersil [1]. Penambahan unsur paduan dengan konsentrasi tertentu pada aluminium dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik dan fisik sehingga di dapatkan suatu paduan dengan sifat yang unggul. Paduan Al-Zn-Mg-Cu merupakan salah satu bahan struktural yang Paling penting karena perbandingan kekuatan-berat nya yang tinggi, daya tahan korosi yang baik, mampu bentuk dan mampu mesin. Adapun sifat utama dari paduan 7xxx ini yang sangat diperlukan dalam beberapa aplikasi teknologi tinggi seperti pada sayap pesawat terbang adalah sifat kekuatan, ketangguhan dan ketahanan properti untuk stress corrosion cracking [2]. Sifat ini ditentukan oleh fase utama dibentuk dalam paduan, zona GP η' , η , T, dan S. Dengan demikian sifat paduan 7xxx dapat dioptimalkan dengan memodifikasi struktur mikro melalui perubahan komposisi paduan dan variasi perlakuan panas, terutama untuk sifat ketangguhan, sistem Al - Zn - Mg - Cu cukup

kompleks, komposisi kimia dari partikel-partikel primer ini adalah η - $MgZn_2$, T - $Al_2Mg_3Zn_3$, S- Al_2CuMg , dan θ - Al_2Cu , Al_7Cu_2Fe , $Al_{13}Fe_4$, dan Mg_2Si [3].

Sifat utama dari penambahan paduan tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi kimia, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh mikrostruktur yang terbentuk. Struktur logam akan menampilkan efek perubahan ketika diberi perlakuan panas secara terus menerus. Hal ini akan berpengaruh terhadap ketangguhan dan kekuatan paduan tersebut. Pada penelitian ini, peneliti melakukan pemanasan buatan tipe T5 dengan temperatur operasi $200^\circ C$ selama 200 jam.

Inti dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh dari pemanasan buatan $200^\circ C$ selama 200 jam terhadap perilaku patah tarik pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg cor dengan menggunakan analisa fraktografi SEM.

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Persiapan Paduan Al-Zn-Cu-Mg

Proses pengecoran paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dilakukan menggunakan krusibel grafit di dalam muffle furnace dengan suhu yang diatur stabil $750^\circ C$ selama 2 jam hingga seluruh unsur mencair dan menyatu dengan sempurna. Proses Degassing dilakukan menggunakan gas argon selama kira-kira 2 menit untuk mengangkat pengotor dan gas hidrogen yang terperangkap di dalam logam cair. Cetakan yang digunakan dalam proses pengecoran ini adalah cetakan permanen yang terbuat dari mild steel. Hasil dari analisis komposisi kimia produk cor dilakukan dengan menggunakan *emission spectrometer* seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg Cor

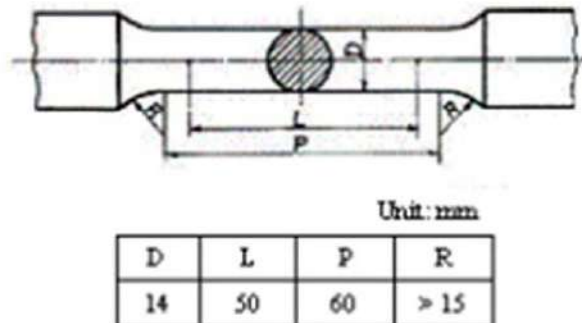
Al [%]	Zn [%]	Cu [%]	Mg [%]	Fe [%]
Rest	9.63	5.52	4.43	0.14

2.2 Proses Pemanasan Buatan

Proses pemanasan buatan dilakukan pada dapur pemanas dalam temperatur $200^\circ C$ selama 200 jam. Waktu yang dibutuhkan dalam pemanasan sampel adalah 20 hari dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan 10 jam setiap harinya. Proses pendinginan sampel uji tetap dilakukan di dalam dapur pemanas tanpa dikeluarkankan ke udara bebas dan memakan waktu hingga 3 jam agar udara di dalam dapur pemanas kembali pada suhu normal.

2.3 Pengujian Tarik

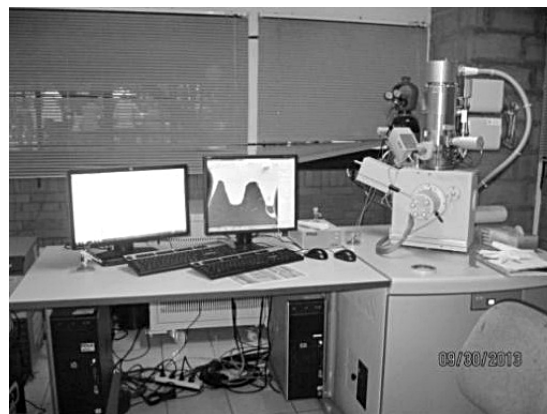
Pengujian tarik dilakukan dalam dua kondisi yaitu pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as-cast dan paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan. Standar pengujian yang dilakukan menggunakan JIS Z 2201, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. JIS Z 2201

2.4 Analisa Fraktografi dan EDS

Hasil perpatahan dari pengujian tarik kemudian di analisa menggunakan alat SEM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 untuk melihat perbedaan perpatahan yang dihasilkan antara paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan dan paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as-cast. Sedangkan pengamatan EDS dilakukan untuk mengetahui dan menganalisa kemungkinan fasa-fasa yang terbentuk sehingga dapat dikolerasikan dengan hasil yang didapat dari pengujian tarik.



Gambar 2. Scanning Electron Microscope

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan EDS pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as cast ditunjukkan pada tabel 2, sedangkan rangkuman pengamatan EDS pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 2. Rangkuman pengamatan EDS pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as cast

No	Rata-rata wt.%			Fasa yang mungkin terbentuk*
	Al	Zn	Mg	
1	90.34	6.81	2.85	Mg ₃ Zn ₃ Al ₂
2	89.40	7.30	3.30	Mg ₃ Zn ₃ Al ₂
3	89.65	7.32	3.03	Mg ₃ Zn ₃ Al ₂

Tabel 3. Rangkuman pengamatan EDS pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan

No	Rata-rata wt.%			Fasa yang mungkin terbentuk*
	Al	Zn	Mg	
1	90.05	7.08	2.87	Mg ₃ Zn ₃ Al ₂
3	89.91	2.75	7.34	MgZn ₂
4	90.52	2.75	6.73	MgZn ₂

*) Prediksi fasa berdasarkan unsur yang hadir Al-Zn- Mg [4]

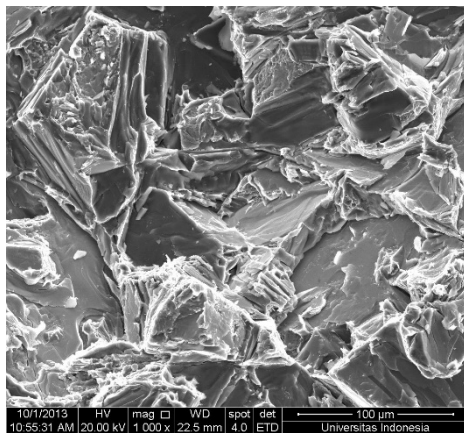
Berdasarkan data EDS, fasa yang paling dominan hadir pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as cast adalah Mg₃Zn₃Al₂, sementara pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan, selain hadirnya fasa Mg₃Zn₃Al₂ terdapat juga kehadiran fasa kedua MgZn₂ yang diakibatkan oleh proses pemanasan yang berlangsung dalam waktu yang panjang. Kehadiran fasa kedua ini berpengaruh pada penurunan nilai kekuatan yang dalam hal ini ditandai oleh meningkatnya kerapuhan dan berpengaruh pada penurunan nilai kekuatan tarik dari paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg Cor.

Bila dikorelasikan dengan nilai kekuatan tarik, didapatkan hasil bahwa nilai kekuatan tarik pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as-cast bernilai lebih tinggi dibandingkan paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan seperti yang ditunjukkan pada tabel 4. Kehadiran endapan yang tersebar diseluruh bagian butir yang disebabkan karena proses pemanasan dan tingginya kadar Zn mengakibatkan terjadinya penurunan sifat mekanik yang ditandai dengan penggetasan pada logam paduan [5]. Penurunan sifat mekanik ini terlihat dari menurunnya nilai kekuatan tarik yang dimiliki oleh paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan bila dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as-cast.

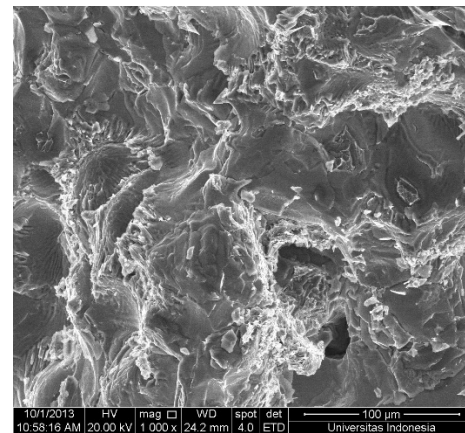
Analisa perpatahan hasil pengujian tarik dilakukan pada satu sampel yang mewakili dari masing-masing kondisi baik pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as cast dan paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan seperti ditunjukkan pada gambar 3(a) dan 3(b).

Tabel 4. Data Hasil Uji tarik paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg

Al-9Zn-5Cu-4Mg	Kekuatan tarik (MPa)
Dengan Pemanasan	447
	446
	450
As-cast	453
	457
	465



(a)



(b)

Gambar 3. Perpatahan Pengujian tarik pada paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg (a) as-cast (b) dengan pemanasan

Pada gambar 3(a) terlihat bahwa sampel uji tarik tanpa pemanasan posisi perpatahan memotong butir dengan bentuk perpatahan yang tajam, hal ini sesuai setelah dikonfirmasi pada literatur [6,7] yang mengatakan bahwa pada suhu kamar, kegagalan yang terjadi pada aluminium seri 7xxx merupakan perpatahan rapuh dengan retak mikroskopis merambat sejajar arah sumbu *stress*. Sedangkan pada sampel uji tarik dengan pemanasan pada gambar 3(b) posisi perpatahan pada batas butir yang menyebabkan ketangguhan dari paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg lemah. Sehingga kekuatan tarik dari sampel uji tarik paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan pada temperatur 200 °C selama 200 jam lebih rendah dibandingkan sampel uji tarik paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as-cast.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang tarik dan observasi perpatahan, dapat disimpulkan bahwa proses pemanasan yang dilakukan dalam waktu yang cukup lama dengan temperatur yang cukup tinggi, yaitu 200° C selama 200 jam mengakibatkan adanya penyebaran endapan fasa kedua $Mg_3Zn_3Al_2$ dan $MgZn_2$ merata keseluruhan bagian butir. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan nilai kekuatan dan ketangguhan dari paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg cor. Proses pemanasan tersebut juga berpengaruh pada bentuk perpatahan dari paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg dengan pemanasan yang terjadi di batas butir yang menyebabkan kemampuan logam untuk menahan laju beban mekanis menurun dibandingkan dengan paduan Al-9Zn-5Cu-4Mg as-cast yang mengalami perpatahan tarik memecah butir. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan dalam penambahan unsur paduan yang lebih lanjut agar paduan aluminium dapat bekerja secara optimal tanpa terjadinya perubahan struktur mikro dan kekuatan yang signifikan pada temperatur yang cukup tinggi.

REFERENSI

- [1] Salamci, E., 2002, Mechanical Properties of Spray Cast 7xxx Series Aluminium Alloys, *Turkish J. Eng. Env. Sci*, Vol. 26, hal 345-352.
- [2] Kwak.Z, Rzadkosz. S, Garbacz-Klempka.A., Krok. W, 2015, The Properties of 7xxx Series Alloys Formed by Alloying Additions, Vol.15, hal. 59-64.
- [3] Utami,N.P.U., 2014, Pengaruh Temperatur Operasi 200° C terhadap Sifat Fatik Paduan Aluminium Tuang Al-9.7Zn-5.5Cu-4.5Mg, *Tesis*, Program Pascasarjana Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia, Depok.
- [4] Mondolfo LF, *Aluminium alloys : Structure and Properties*, London : Butterworths.
- [5] Kaczorowaki.M, Krzynsk.A, 2008, The Structure and Mechanical Properties of Heat Treated Al-Zn-Cu-Mg Type Alloy, *Foundry Engineering*, Vol. 8, hal.163-168.
- [6] Timoshenko.S, 1984, *Strength of Material*, Ed.2, New York : Van Nostrand Company
- [7] Nafsin.N, Rashed.H.M.M.A, 2013, Effects of Copper and Magnesium on Microstructure and Hardness of Al-Cu-Mg Alloys, *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, Vol.2, hal.533-536.