



Pengaruh Waktu Artificial Aging terhadap Struktur Kristal Kerapatan Dislokasi dan Kekerasan pada Paduan Al-7075

Effect of Artificial Aging Time on Crystal Structure, Dislocation Density And Hardness of Al-7075 Alloy

Dian Permata Putri*, Budiarto Jono Siswanto, Dikky Antonius
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Indonesia, Indonesia

*Corresponding author: permatadian5@gmail.com

Abstrak

Penelitian sintesis paduan Aluminium (7075) dengan metode metalurgi butiran dan proses T6. Data pengaruh waktu artificial aging terhadap struktur kristal, ukuran kristal, kerapatan dislokasi, regangan kisi, dan kekerasan dengan proses solid solution pada suhu 550 °C selama 1 jam, didinginkan hingga mencapai suhu ruang menggunakan udara bebas dan selanjutnya proses artificial aging dengan holding time 1, 24 dan 30 jam pada suhu 200 °C. Setelah itu didinginkan hingga mencapai suhu ruang menggunakan udara bebas. Kekerasan paduan aluminium 7075 tanpa perlakuan panas sebesar 20,118 HBN dan mencapai kekerasan maksimum pada holding time 1 jam sebesar 23,035 HBN, karena terbentuk presipitat (endapan) Mg_2Si dan $MgZn_2$. Ukuran kristal terbesar dan terkecil pada bidang indeks Miller (2 0 0), dengan holding time 30 dan 24 jam sebesar 23,94550 nm dan 3,4405 nm. Densitas dislokasi terbesar dan terkecil pada bidang indeks Miller (2 0 0), dengan holding time 24 dan 30 jam sebesar 0,08448 garis/mm² dan 0,00174 garis/mm². Regangan kisi mikro terendah dan terbesar bidang indeks Miller (3 1 1) holding time 30 jam yaitu 3,78% dan bidang indeks Miller (1 1 1) holding time 24 jam yaitu 27,9%.

Kata Kunci: Paduan Al 7075, metalurgi butiran, XRD, T6, artificial aging

Abstract

Research synthesis of Aluminum alloy (7075) with metallurgical methods of granules and T6 processes. Data on the effect of artificial aging time on crystal structure, crystal size, dislocation density, lattice strain, and hardness with solid solution process at 550 °C for 1 hour, cooled to reach room temperature using free air and then artificial aging process with holding time of 1, 24 and 30 hours at 200 °C. After that it is cooled until it reaches room temperature using free air. Aluminum alloy hardness 7075 without heat treatment amounted to 20,118 HBN and achieved maximum hardness at a holding time of 1 hour of 23,035 HBN, due to the formation of presipitat (sediment) Mg_2Si and $MgZn_2$. The largest and smallest crystal size in the Miller index field (2 0 0), with a holding time of 30 and 24 hours of 23.94550 nm and 3.4405 nm. The largest and smallest dislocation density in the Miller index field (2 0 0), with a holding time of 24 and 30 hours of 0.08448 lines/mm² and 0.00174 lines/mm². The lowest and largest micro lattice strain of the Miller index (3 1 1) holding time of 30 hours is 3.78% and miller index field (1 1 1) holding time 24 hours is 27.9 %.

Keywords: Al 7075 alloy, powder metallurgy, XRD, T6, artificial aging

How to Cite: Putri, D.P. 2020, Pengaruh Waktu Artificial Aging terhadap Struktur Kristal Kerapatan Dislokasi dan Kekerasan pada Paduan Al-7075, *JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy)*, 4(2): 114-128

PENDAHULUAN

Pesawat terbang masih menjadi alat transportasi paling aman saat ini. Dengan diklaimnya hal tersebut, pesawat terbang membutuhkan material yang ringan, kuat dan tahan lama bertujuan untuk mengurangi berat dan meningkatkan efisiensi bahan bakar. Material-material yang biasa digunakan untuk konstruksi pesawat antara lain campuran aluminium, titanium, paduan baja, dan komposit. Salah satu material yang sering digunakan adalah aluminium. Aluminium mempunyai sifat lunak, tahan lama, ringan dan dapat ditempa, namun kekuatannya tidak dapat ditingkatkan langsung melalui proses perlakuan panas (heat treatment, age hardening) [1].

Aluminium paduan yang banyak digunakan pada industri pesawat terbang adalah aluminium paduan seri 7xxx karena kompromi yang baik antara kekuatan, tahan korosi dan toleransi kerusakan [2]. Aluminium 7075 adalah suatu paduan yang terdiri dari 5.5% Zn, 2.5% Mg, 1.5% Cu, 0.3% Cr dan 0.2% Mn. Material ini digunakan sebagai bahan konstruksi pesawat terbang karena ringan dan mempunyai kekuatan tertinggi diantara paduan-paduan lainnya sehingga sering digunakan untuk bagian pesawat terbang seperti front spar, stabilizier, frame atau bagian lain dengan beban lebih. Sifat aluminium 7075 masih dapat ditingkatkan dengan diberi perlakuan khusus sehingga dapat menghasilkan logam dengan sifat yang diinginkan. Salah satu perlakuan khusus dengan heat treatment yaitu solution treatment dan aging. Solution treatment berfungsi untuk meningkatkan kekerasan dan keuletan serta kekuatan tarik dari aluminium.

Proses selanjutnya adalah aging atau penuaan. Aging dilakukan menggunakan larutan lewat jenuh pada suhu kamar selama beberapa waktu. Perubahan sifat-sifat dengan berjalannya waktu disebut aging atau penuaan. Aging pada aluminium dibedakan menjadi dua, yaitu penuaan alami (natural aging) dan penuaan buatan (artificial aging) [3]. Natural aging adalah proses penuaan atau menahan material pada suhu ruangan dalam jangka waktu tertentu. Natural aging hanya bisa menghasilkan cluster atau pengelompokan dari elemen paduan terlarut. Paduan aluminium AW-6060, cluster yang terbentuk adalah Mg dan Si. Cluster yang terbentuk ini akan berpengaruh pada peningkatan sifat mekanis [4]. Artificial aging adalah penuaan dengan memanaskan kembali sampai suhu dibawah garis solvus dan ditahan beberapa saat dengan dilanjutkan dengan pendinginan lambat pada suhu ruang. Misal, menahan pada suhu 150° C selama 4 jam, atau pada suhu 200° C selama 2 jam [5].

Beberapa penelitian telah dilakukan tentang artificial aging paduan aluminium. menggunakan aluminium A383, solution treatment pada suhu 550 °C selama 2 jam dan di quenching dengan air [6]. Kekerasan tertinggi diperoleh melalui perlakuan panas solution treatment dengan artificial aging pada suhu 200 °C selama 30 menit. Hasil optimasi kekerasan terbaik pada suhu aging 200 °C selama 88 menit dan suhu aging 100 °C selama 30 menit. Perubahan suhu aging dari suhu rendah ke tinggi menyebabkan perubahan struktur mikro tampak lebih besar dan tebal.

Peneliti menggunakan paduan Al-Cu 4.5% sebelum dan sesudah remelting sebanyak 4 kali baru diberi perlakuan aging suhu 200 °C dengan variasi waktu 3, 6, dan 9 jam [7]. Perlakuan aging selama 9 jam hasil remelting menyebabkan nilai keuletan

menurun menjadi 0.010 J/mm². Perlakuan aging selama 6 jam menghasilkan kekerasan paling tinggi yaitu 97.93 BHN dan kekuatan tarik menurun pada saat aging 9 jam yaitu 101.20 MPa. Peneliti lain menggunakan aging pada suhu 180 °C dengan variasi waktu selama 2, 4, dan 6 jam [8]. Perlakuan aging selama 6 jam dan menggunakan media pendingin air garam menghasilkan butiran paling besar diameter rata-rata sebesar 165.3 nm dan butiran terkecil dengan waktu aging yang sama menggunakan media pendingin air sebesar 95.58 nm. Semakin lama waktu aging, semakin halus (kecil) ukuran diameter rata-ratanya, kekerasan bahan, kekuatan luluh, keuletan dan ketangguhan bahan semakin meningkat.

Peneliti lainnya menggunakan variasi suhu 175 °C, 200 °C, dan 225 °C dengan waktu aging selama 1 jam dan didinginkan dalam udara terbuka [9]. Kekerasan, kekuatan tarik maksimum dan nilai impak terbesar dicapai pada suhu 175 °C yaitu 31.66 HRB, 231.67 MPa dan 0.0290 kg.m/mm². Namun penurunan sifat mekanik Aluminium 6061 disebabkan suhu aging yang berlebihan pada suhu 200 °C dan 225 °C.

Penelitian lain menggunakan Al-7075 dengan proses T6 dimulai dengan dipanaskan solid solution pada suhu 570 °C ditahan selama 1 jam dan quenching dengan media air. Artificial aging menggunakan variasi waktu 1, 4 dan 20 jam pada suhu 210 °C. Kekerasan maksimum yang dicapai 144.90 HV, densitas dislokasi dan regangan kisi menurun pada saat waktu aging 20 jam [10]. Oleh karna densitas dan regangan kisi menurun pada waktu aging 20 jam, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat mekanik Aluminium 7075 jika waktu aging lebih dari 20 jam dan suhu kurang dari 210 °C. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan variasi waktu selama 1, 24 dan 30 jam dengan penggunaan suhu 200 °C untuk melihat perubahan kekerasan, densitas dislokasi dan regangan kisi.

Suatu kristal yang memiliki simetri kubik ($a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$) dengan ukuran parameter kisi, $a = b = c$, maka sudut-sudut berkas yang didifraksikan dari bidang-bidang kristal / indek Miller (hkl) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

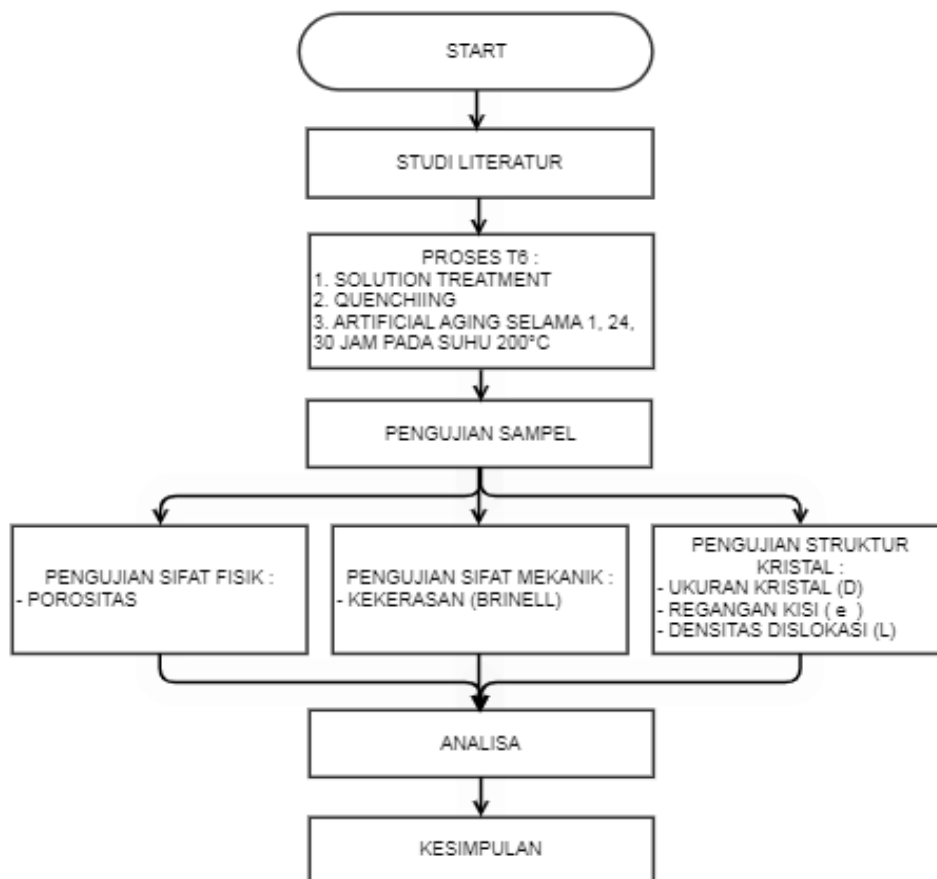
$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2+k^2+l^2}{a^2} \quad (1)$$

Struktur kristal ditentukan dengan difraksi sinar-X. Jarak interplanar bisa dihitung hingga empat atau lebih angka signifikan dengan mengukur sudut difraksi. Ini bisa digunakan untuk dasar menentukan jarak interatomik dan menghitung jari-jari [12]. Penentuan orientasi kristal dilakukan dengan mengamati pola berkas difraksi sinar-X yang dipantulkan oleh kristal. Untuk XRD, pola difraksi diamati sebagai fungsi sudut 2θ . Pola difraksi yang terjadi kemudian dibandingkan dengan JCPDS sebagai data standar. Panjang gelombang sumber radiasi Co = 1,541 Å, Nilai K = 0,90. Rumus-rumus untuk menghitung diameter kristal, densitas dislokasi, dan regangan kisi mikro dari D.Shcerrer [13-18].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat mekanik aluminium 7075 dengan perlakuan artificial aging variasi waktu selama 1, 24 dan 30 jam pada suhu 200 °C.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan alur penelitian pada gambar 1. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2020 dan pelaksanaan penelitian berlokasi di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia dan Balai Penelitian Terpadu BPIB Bea Cukai Cempaka Putih, Jakarta. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : furnace (thermoline) sebagai tungku pemanas sampel selama 1 jam, 24 jam dan 30 jam. Furnace (thermoline) seperti diperlihatkan pada gambar 2. Alat SEM-EDX (Scanning Electrone Microscope-Dispersive X-ray Spectroscopy) untuk mengamati struktur mikro dan komposisi unsur kimia seperti gambar 3. Alat Difraktometer sinar-X (XRD) berfungsi untuk identifikasi fasa, mengukur diameter kristalit, kerapatan dislokasi, dan regangan kisi mikro. Data yang disajikan berupa daftar nilai 2θ , nilai puncak kristal (intensitas) dan besar konstanta kisi. Lihat Gambar 4. Alat Uji Optik Emisi Spektrometer (OES) merupakan sebuah metode pengujian yang menggunakan emisi dari flame, plasma, arc atau spark pada panjang gelombang khusus untuk menentukan kuantitas unsur pada sampel. Alat uji OES seperti gambar 5.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian



Gambar 2. Alat furnace dengan suhu maksimum 11000C (B-One)



Gambar 3. Alat SEM-EDX (Scanning Electrone Microscope-Dispersive X-Ray)



Gambar 4. Alat Difraktometer Sinar-X (XRD)



Gambar 5. Alat Uji Optikl Emisi Spektrometer (OES)

Untuk pengujian kekerasan bahan menggunakan metode Brinell, lihat gambar 6.



Gambar 6. Alat Uji Kekerasan Skala Brinell (HBN)

Bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah berupa sampel yang berbentuk silinder dengan diameter 20 mm tebal 5 mm didapat dari peneliti terdahulu [11]. Sampel dibuat dari metode metalurgi serbuk (Al, Mg, Zn, Cu dan metalografi lengkap) dengan proses pengepresan atau pencetakan menggunakan tekanan 20 ton dan di sintering dengan suhu 550 °C selama 1 jam.



Gambar 7. Sampel penelitian

Selanjutnya dilakukan proses T6 dengan suhu 520 °C dan selanjutnya didinginkan celup cepat ke suhu ruang media udara. Dan dilanjutkan artificial aging (penuaan buatan) selama 1, 24 dan 30 jam pada suhu 200 °C. Kemudian didinginkan pelan – pelan hingga mencapai suhu ruang. Selanjutnya masing – masing sampel di uji di laboratorium.

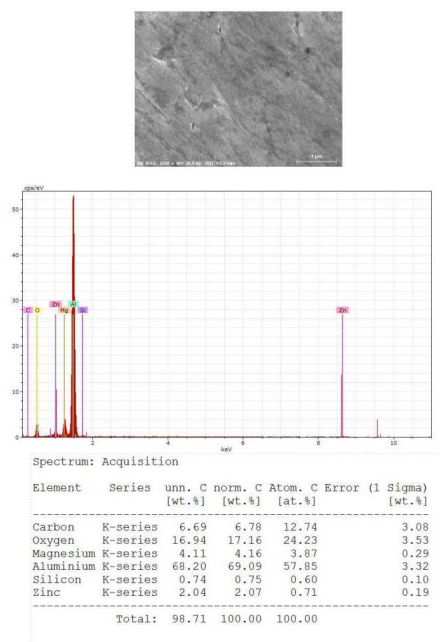


Gambar 8. Proses penuaan buatan pada suhu 200 °C

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Komposisi Unsur Kimia Paduan Al 7075 dengan Optik Emisi Spektrometer

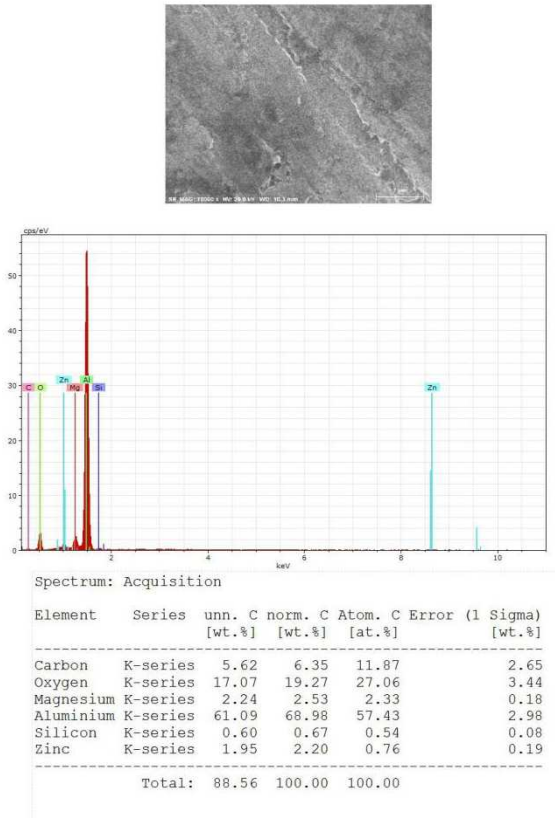
Pada tabel 1 menunjukkan bahwa material paduan Al 7075 yang dibuat dengan cara metalurgi butiran. serbuk disintering, kemudian proses T6. Pemanasan penuaan buatan suhu 200 °C dan waktu tahan 1 jam, 24 jam, 30 jam, hasil uji komposisi unsur kimia yaitu mulai Al, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Si, Ti, Zn, Ni dan lain-lain. Sebagian besar sesuai standar UNS A9. Gambar 9, 10 dan 11 menunjukkan pengujian komposisi unsur kimia dengan EDX, memiliki komposisi unsur kimia yang sama yaitu Al, Mg, Si, Zn.



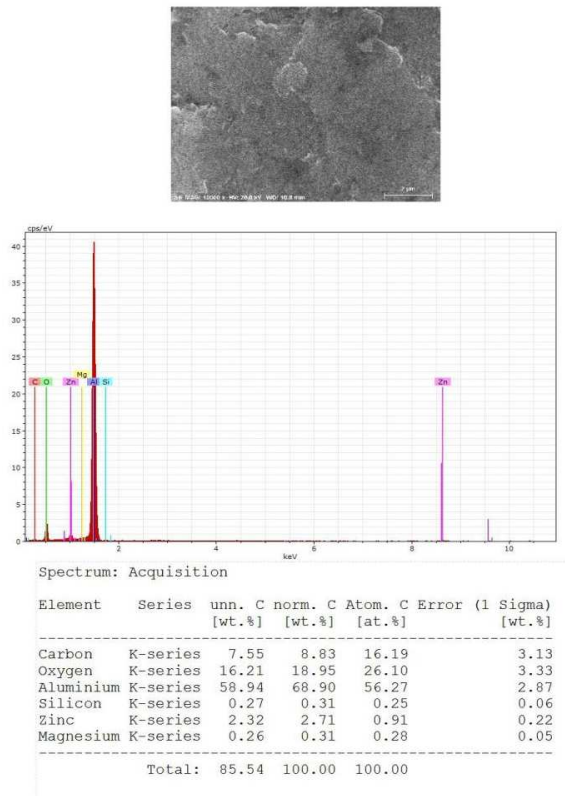
Gambar 9. Komposisi unsur kimia material paduan Al-7075 dengan EDX, penuaan buatan suhu 200 °C dan waktu 1 jam.

Tabel 1. Data hasil pengujian komposisi unsur material paduan Al 7075

No	Nama Unsur	Sampel A, %	Sampel B, %	Sampel C, %	Standar UNS A97075, %
1.	Al	87,8	87,9	88,3	87 – 92
2.	Cr	0,097	0,082	0,069	0,1 – 0,2
3.	Cu	1,94	1,27	1,26	1,2 – 2,0
4.	Fe	0,386	0,374	0,237	Maks.0,5
5.	Mg	2,85	2,68	2,2	2,1 – 2,9
6.	Mn	0,465	0,471	0,356	Maks. 0,3
7.	Si	1,03	0,818	0,939	Maks. 0,4
8.	Ti	0,051	0,052	0,042	Maks. 0,2
9.	Zn	4,870	3,790	5.843	5,1 – 6,1
10.	Ni	0,248	0,245	0,212	Maks.0,4
11.	Lain-lain	Maks. 0,2	Maks.0,4	Maks. 0,3	Maks.0,5



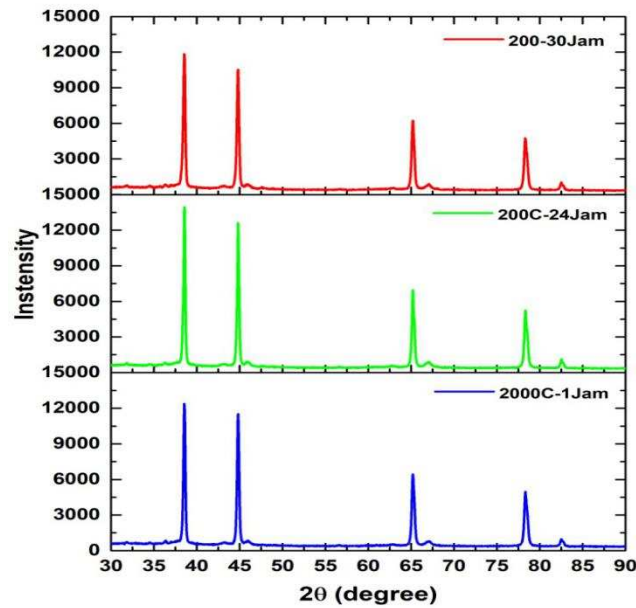
Gambar 10. Komposisi unsur kimia material paduan Al-7075 dengan EDX, penuaan buatan suhu 200 °C selama 24 jam



Gambar 11. Komposisi unsur kimia material paduan Al-7075 dengan EDX, penuaan buatan suhu 200 °C selama 30 jam

Analisa Ukuran Kristal, Densitas Dislokasi, dan Regangan Kisi Mikro

Data yang diperoleh dari hasil pengujian diameter kristal, densitas dislokasi dan regangan kisi mikro dari material paduan Al 7075 menggunakan alat Difraktometer sinar-X (XRD). Dari Gambar 13, 14 dan 15, serta Tabel 3, 4 dan 5, terlihat hubungan ukuran besar kristal, densitas dislokasi dan regangan kisi mikro terhadap bidang indeks Miller dan variasi waktu tahan (1 jam, 24 jam, 30 jam) pemanasan penuaan buatan dan suhu tetap 200 °C. Gambar 11 menunjukkan bahwa ukuran kristal terbesar pada bidang indeks Miller (2 0 0), perlakuan panas penuaan buatan pada suhu 200 °C waktu tahan 30 jam, sebesar 23,94550 nm. Ukuran kristal terkecil pada bidang indeks Miller (2 0 0), perlakuan panas penuaan buatan pada suhu 200 °C waktu tahan 24 jam, sebesar 3,4405 nm. Dari grafik menunjukkan bahwa penuaan buatan waktu tahan 30 jam dan suhu 200 °C, ukuran kristal bidang indeks Miller (111), (200), (220), dan (311) lebih besar ukuran kristal dibandingkan paduan Al 7075 waktu tahan 1 jam dan 24 jam serta suhu 200 °C. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian nilai kekerasan material paduan Al 7075 pada kondisi perlakuan panas penuaan buatan pada suhu 200 °C waktu tahan 24 jam yang terendah yaitu 18,905 HBN. Gambar 12 menunjukkan bahwa densitas dislokasi terbesar pada bidang indeks Miller (2 0 0), perlakuan panas penuaan buatan pada suhu 200 °C waktu tahan 24 jam, sebesar 0,08448 garis/mm². Untuk nilai densitas dislokasi terendah pada bidang indeks Miller (2 0 0), perlakuan panas penuaan buatan pada suhu 200 °C waktu tahan 30 jam yaitu 0,00174 garis/mm². Juga mengindikasikan bahwa material paduan Al 7075 setelah penuaan buatan selama 30 jam terdapat cacat Kristal yang sedikit. Gambar 13 menunjukkan bahwa regangan kisi mikro terendah pada bidang indeks Miller (3 1 1), perlakuan panas penuaan buatan pada suhu 200 °C waktu tahan 30 jam yaitu 3,78% dan nilai regangan kisi mikro terbesar pada bidang indeks Miller (1 1 1), perlakuan panas penuaan buatan pada suhu 200 °C waktu tahan 24 jam, sebesar 27,93%. Hasil didukung terendah kekerasan (18,905 HBN) pada material paduan Al 7075 setelah penuaan buatan suhu 200 °C waktu tahan 24 jam. Selain itu, pelebaran puncak difraksi sinar-X ini mengindikasikan terjadi perubahan struktur kristal yang dimiliki Al dimana perubahan struktur kristal ini diakibatkan dari pembentukan fasa baru yaitu solid solution Al-Mg atau bisa juga disebut fasa α -Al, dimana unsur Mg yang terlarut pada Al. Kadar Mg dalam jumlah yang besar pada paduan Al, dapat menaikkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik pada paduan, tetapi menurunkan nilai regangan.



Gambar 12. Difraktogram material paduan Al 7075, artificial aging suhu 200 °C dan waktu 1 jam, 24 jam, 30 jam

Tabel 2. Data hubungan indeks miller terhadap ukuran kristal, densitas dislokasi dan regangan kisi mikro pada paduan Al 7075, suhu artificial aging 200 °C dan waktu 1 jam, 24 jam, 30 jam

Indek Miller	UKURAN KRISTAL (D, nm)			DENSITAS DISLOKASI (ρ)			REGANGAN KISI MIKRO (ε)		
	111	200	220	311	200C,1h	200C,24h	200C,30h	200C,1h	200C,24h
111	4,4108	3,8199	11,4496	0,05140	0,06853	0,00763	24,06%	27,93%	9,41%
200	4,8769	3,4405	23,9554	0,04205	0,08448	0,00174	18,84%	26,80%	7,87%
220	6,4155	6,3417	17,4873	0,02430	0,02486	0,00327	10,10%	8,71%	4,73%
311	8,7041	9,5267	11,3851	0,01320	0,01102	0,00771	6,34%	5,79%	3,87%

Tabel 3. Data difraktogram material paduan Al 7075, artificial aging 200 °C dan waktu 1 jam

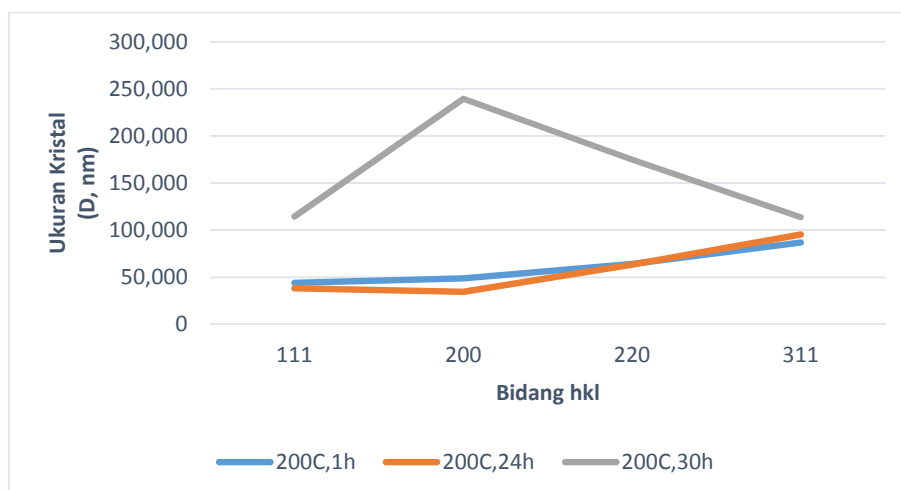
No	B	D	ρ	ε	Bentuk kristal		
Puncak	2θ (°)	FWHM 2θ(°)	Ukuran Kristal (nm)	(Densitas Dislokasi) Garis/mm ²	(Regangan Kisi)	Bidang Miller (h k l)	
1	38,1362	0,3326	4,4108	0,05140	24,06%	(1 1 1)	FCC
2	44,3332	0,3077	4,8769	0,04205	18,84%	(2 0 0)	FCC
3	64,6803	0,2558	6,4155	0,02430	10,10%	(2 2 0)	FCC
4	77,8076	0,2047	8,7041	0,01320	6,34%	(3 1 1)	FCC

Tabel 4. Data difraktogram material paduan Al 7075, artificial aging 200 °C dan waktu 24 jam

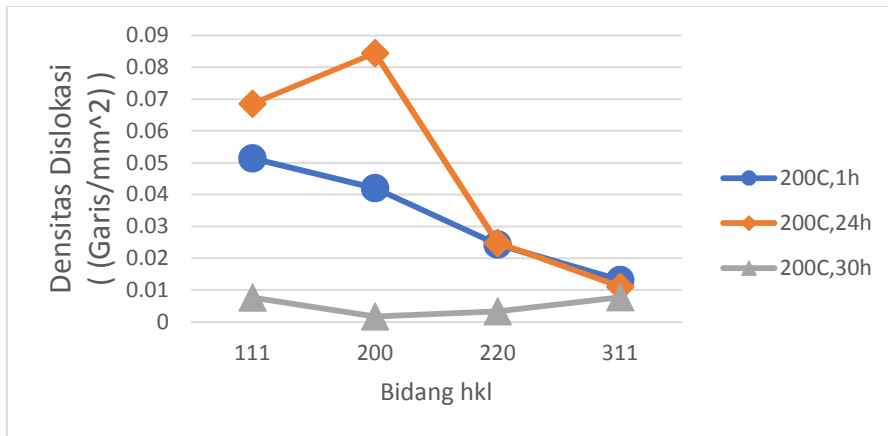
No	B	D	ρ	ϵ	Bidang Miller (hkl)	Bentuk kristal	
Puncak	2 θ (°)	FWHM 2 θ (°)	Ukuran Kristal (nm)	(Densitas Dislokasi) Garis/mm ²	(Regangan Kisi)		
1	37,9215	0,3838	3,8199	0,06853	27,93%	(1 1 1)	FCC
2	44,1574	0,4349	3,4405	0,08448	26,80%	(2 0 0)	FCC
3	65,7305	0,2808	6,3417	0,02486	8,71%	(2 2 0)	FCC
4	77,9401	0,1872	9,5267	0,01102	5,79%	(3 1 1)	FCC

Tabel 5. Data difraktogram material paduan Al 7075, artificial aging 200 °C dan waktu 30 jam

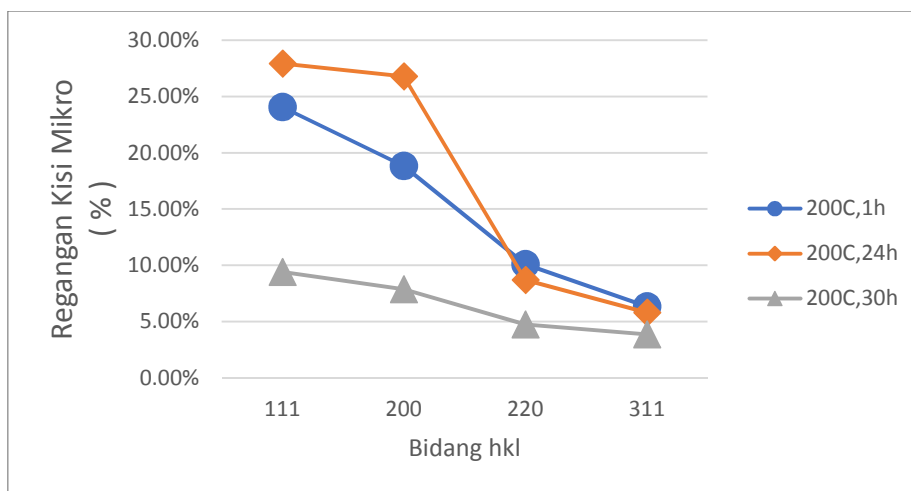
No	B	D	ρ	ϵ	Bidang Miller (hkl)	Bentuk kristal	
Puncak	2 θ (°)	FWHM 2 θ (°)	Ukuran Kristal (nm)	(Densitas Dislokasi) Garis/mm ²	(Regangan Kisi)		
1	37,5347	0,1279	11,4496	0,00763	9,41%	(1 1 1)	FCC
2	43,8831	0,0624	23,9554	0,00174	7,87%	(2 0 0)	FCC
3	64,2049	0,0936	17,4873	0,00327	4,73%	(2 2 0)	FCC
4	77,3554	0,156	11,3851	0,00771	3,87%	(3 1 1)	FCC



Gambar 13. Grafik Hubungan ukuran besar kristal terhadap bidang indeks Miller hkl, paduan Al 7075 penuaan buatan suhu 200 °C



Gambar 14. Grafik Hubungan densitas dislokasi terhadap bidang indeks Miller hkl, paduan Al 7075 penuaan buatan suhu 200 °C



Gambar 15. Grafik Hubungan regangan kisi mikro terhadap bidang indeks Miller hkl, paduan Al 7075 penuaan buatan suhu 200 °C

Analisa Kekerasan material paduan Al 7075 dengan skala Brinell (HBN)

Pengujian kekerasan dilakukan dengan skala Brihnell (HBN) dan standar yang digunakan untuk pengujian mengacu pada ASTM E92. Hasil pengujian kekerasan dilihat Tabel 6.

Tabel 6. Data hasil uji kekerasan dengan skala Brinell

Nama sampel	Nilai Kekerasan(HBN)	Keterangan
Sampel Al 7075,Asli(as cast)	20,118	P = 69,5 kgf
Sampel Al 7075, A, 200 °C, 1 jam	23,035	Duel time =10 ⁵
Sampel Al 7075, B, 200 °C, 24 jam	18,905	Ukuran bola indentor = 2,5 mm
Sampel Al 7075, C, 200 °C, 30 jam	19,675	

Dari Tabel 6 hasil pengamatan nilai kekerasan material paduan Al 7075 setelah dilakukan pemanasan penuaan buatan (artificial aging) pada suhu 200 °C dengan variasi waktu tahan 1 jam, 24 jam dan 30 jam menunjukkan bahwa nilai kekerasan mengalami penurunan yang signifikan. Tetapi bila dibandingkan sampel material paduan Al 7075 asli setelah sintering naik sebesar 12,66%, hal ini terjadi karena terbentuk presipitat

(endapan) Mg_2Si dan $MgZn_2$. Sehingga, endapan tersebut menghalangi dislokasi yang akan terjadi. Namun pada sampel material paduan Al 7075 setelah penuaan buatan dari waktu tahan 1 jam dibandingkan waktu tahan 24 jam dan 30 jam terjadi penurunan kekerasan sebesar 17,93% dan 14,58%. Hal ini disebabkan telah terjadi over age. Kekuatan paduan penguatan presipitat terutama dikendalikan oleh fraksi volum, ukuran, dan jarak antar presipitat dalam matriks Aluminium. Kekuatan yang tinggi akan diperoleh bila partikel yang terbentuk kristal berukuran sangat kecil dan keras dengan fraksi volum yang tinggi, hal mana dicapai dalam sistem penguatan penuaan buatan. Dalam paduan aluminium penguatan presipitat, pembentukan presipitat fasa kesetimbangan biasanya didahului oleh pembentukan kluster atom-atom solut (G-P zones) dan/atau presipitat antara yang dapat digeser oleh dislokasi.

KESIMPULAN

Aluminium 7075 mencapai kekerasan maksimum pada suhu artificial aging 200 °C dengan holding time 1 jam sebesar 23,035 HBN. Namun pada sampel material paduan Al 7075 setelah penuaan buatan dari waktu tahan 1 jam dibandingkan waktu tahan 24 jam dan 30 jam terjadi penurunan kekerasan sebesar 17,93% dan 14,58%. Disebabkan adanya over age. Pengujian komposisi unsur kimia menunjukkan unsur yang terkandung antara lain Al, Mg, Si, Zn. Ukuran kristal terbesar pada bidang indeks Miller (2 0 0) terjadi pada perlakuan panas artificial aging pada suhu 200 °C holding time 30 jam sebesar 23,94550 nm. Dan ukuran kristal terkecilnya terjadi pada perlakuan panas artificial aging pada suhu 200 °C holding time 24 jam sebesar 3,4405 nm.

REFERENSI

- [1] B. JR, Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook, Oxford: ButterworthHeinemann, 2001.
- [2] T. Marlaud, B. Malki, C. Henon, A. Deschamps and B. Baroux, Relationship Between Alloy Composition Microstructure And Exfoliation Corrosion in Al-Zn-Mg-Cu Alloys, *Corrosion Science* 53 (2011)3139-3149, 2011.
- [3] S. Schonmetz and H. Reiter, Pengerjaan Logam dengan Mesin,, Bandung: Angkasa, 1990.
- [4] S. Jin, T. Ngai, T. Zhai, S. Jia and L. Li, Precipitation Strengthening Mechanisms During Natural Ageing and Subsequent Artificial Ageing in an Al-Mg-Si-Cu Alloy, *Materials Science and Engineering*, 2018.
- [5] H. Shwe Wut, L. Kay Thi and K. Waing, The Effect of Ageing Treatment of Aluminum Alloys for Fuselage Structure-Light Aircraft, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2008.
- [6] A. Z. Sultan and N. Hamzah, "Pengaruh Solution Treatment dan Artificial Aging Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Paduan Aluminium A383," *Jurnal Poli UPG*, p. 10, 2019.
- [7] A. N. Angga, "Pengaruh Aging 200°C dengan Waktu 1-9 jam terhadap Sifat Mekanik pada Al-Cu Remelting," *Repository USD*, 2018.

Putri, D.P., Pengaruh Waktu Artificial Aging terhadap Struktur Kristal ...

- [8] J. Susanto, H. Seputro and E. Santoso, "Analisa Pengaruh Variasi Media Pendingin dan Waktu Aging pada Perlakuan Panas T terhadap Struktur Mikro Komposit Aluminium Abu Dasar Batubara," *Jurnal Untag Sby*, 2018.
- [9] J. Sidik, M. Sholihin and A. Riyan, "Pengaruh Variasi Temperatur Perlakuan Panas Aging terhadap sifat Mekanik Aluminium AA 6061," *Jurnal Unimus*, 2019.
- [10] Budiarto, D. Antonius and B. A. Putra, "Analisis Pengaruh Waktu Artificial Aging terhadap Kekerasan, Densitas dan Struktur Kristal Paduan Aluminium (7075) untuk Bahan Sirip Roket," 2020.
- [11] Budiarto, S. and U. Sanjaya, "The Effect of Artificial Age Time on Crystal Size, Dislocation Density, Hardness and Micro Structure on Al 6061 Materials Alloy," in *Seminar Internasional ICCST, FMIPA, USU, Sumatera Utara*, 2020.
- [12] Wikipedia, "Miller Index," Wikipedia, 16 8 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Miller_index. [Accessed 19 10 2020].
- [13] P. Scherrer, "Wikipedia," Wikipedia, 6 8 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Scherrer_equation. [Accessed 19 10 2020].
- [14] M. E. S., M. A. and H. , "Pengaruh Holding Time Pada Proses Heat Treatment Terhadap Nilai Kekerasan Material Alumunium Alloy AC8A," 2017.
- [15] A. J. Zulfikar, "Numerical Analysis of Strength of Rear Brake Holder Flat on The Motor Cycle Due to Impact Load," *JMEMME (Journal Of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials And Energy)*, vol. 2, no. 1, p. 1-6, 2018.
- [16] A. J. Zulfikar, A. Sofyan and M. Y. R. Siahaan, "Numerical Simulation on The Onion Dryer Frame Capacity of 5 kg/hour," *JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy)*, vol. 2, no. 2, p. 86-92, 2018
- [17] A. J. Zulfikar, B. Umroh and M. Y. R. Siahaan, "Design and manufacture of skateboard from banana stem," *JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy)*, vol. 3, no. 2, pp. 109-116, 2019.
- [18] A. J. Zulfikar, B. Umroh and M. Y. Siahaan, "Investigation of Mechanical Behavior of Polymeric Foam Materials Reinforced by Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) Fibers Due to Static and Dynamic Loads," *JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy)*, vol. 3, no. 1, pp. 10-19, 2019.