

Pengaruh Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Aluminium Paduan Al-Si-Cu Pada Cylinder Head Sepeda Motor

Suherman^{1,*}, Susri Mizhar² dan Agung Winoto³

¹Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Tanjungbalai, Jalan Sei Raja Tanjungbalai – SUMUT

²Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Medan, Medan-SUMUT

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Asahan, Jalan Ahmad Yani - SUMUT

*E.mail: herman_me_itm@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh Solution Treatment dan aging pada Aluminium paduan Al-Si-Cu hasil coran cylinder head sepeda motor 2 Tak yang dicor dengan metode lost foam casting (LFC). Penelitian ini mempelajari pengaruh Solution Treatment dan aging (T6) terhadap eutectic silicon dan kekerasan Aluminium paduan Al-Si-Cu sebelum dan sesudah Solution Treatment (T6). Proses perlakuan panas solution treatment diterapkan dengan pada temperatur 520 C dengan waktu tahan selama 2 jam dan selanjutnya dilakukan proses Age Hardening dengan temperatur 200 °C dengan holding time masing-masing 2,3 dan 4 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan waktu tahan (holding time) pada proses heat treatment meningkatkan nilai kekerasan serta merubah stuktur particle eutectic silicon.

Kata kunci : lost foam casting, Al-Si-Cu Casting Alloys, Heat Treatment , head cylinder,

PENDAHULUAN

Aluminium paduan Al-Si-Cu sangat luas penggunaannya karena memiliki beberapa kelebihan seperti ringan, mudah dilakukan permesinan, ketahanan korosi yang baik, konduktifitas panas dan listrik yang baik sehingga sering digunakan untuk komponen otomotif. Aluminium paduan Al-Si-Cu biasanya digunakan untuk komponen otomotif seperti blok silinder dan cylinder head (Smit, 1993). Ada beberapa metode pengecoran yang digunakan untuk membuat komponen otomotif seperti cetakan pasir, cetakan permanen, Die casting, metode evaporative (*lost foam casting*) dan lain-lain.

(melepuh), adanya gap antara bagian yang satu dengan bagian yang lain pada pola yang dirangkai (Zhao dkk, 2003). Selain itu pada porositas pada benda cor yang dihasilkan dari pengecoran aluminium dengan pola *polystyrene*

Metode *lost foam casting* (LFC)

menggunakan pola dari *styrofoam* atau busa *polystyrene* yang dimasukkan dalam pasir cetak. Salah satu kelebihannya adalah keleluasaan dalam desain pola coran. Coran dengan bentuk relatif rumit yang sulit dibuat dengan metode lain dapat dibuat dengan metode ini (Davis, 1993).

Pengecoran *lost foam* juga memiliki beberapa kekurangan seperti banyaknya cacat pada benda cor karena jatuhnya pasir kelogam cair (Kumar dkk, 2007) porositas, cacat lipatan (*lipatan*), *blister*

foam lebih tinggi dibandingkan dengan cetakan pasir. Hal ini menunjukkan bahwa sulit untuk mendapatkan kekuatan mekanik yang lebih baik pada pengecoran aluminium paduan tanpa perlakuan (*treatment*) tertentu (Kim dan Lee,

2005).

Proses perlakuan panas (*heat treatment*) pada hasil coran sangat penting karena biasanya digunakan untuk meningkatkan sifat mekanis paduan aluminium cor. Perlakuan panas memperbaiki kekuatan dari aluminium paduan melalui proses yang dikenal sebagai penguatan presipitasi yang terjadi selama pemanasan dan pendinginan dari paduan aluminium dan dimana presipitasi yang terbentuk di aluminium matriks. Perlakuan panas T6 yang diterapkan pada paduan aluminium Al-Si-Mg (A356) dengan penambahan *modifier* meningkatkan kekuatan tarik (Hua dkk, 2011 dan Wei dkk, 2012). Selain meningkatkan kekuatan tarik, perlakuan panas T6 juga meningkatkan nilai kekerasan (Wei dkk, 2012 dan Wahab dkk, 2013) dan kekuatan impak hasil cor (Wahab dkk, 2013).

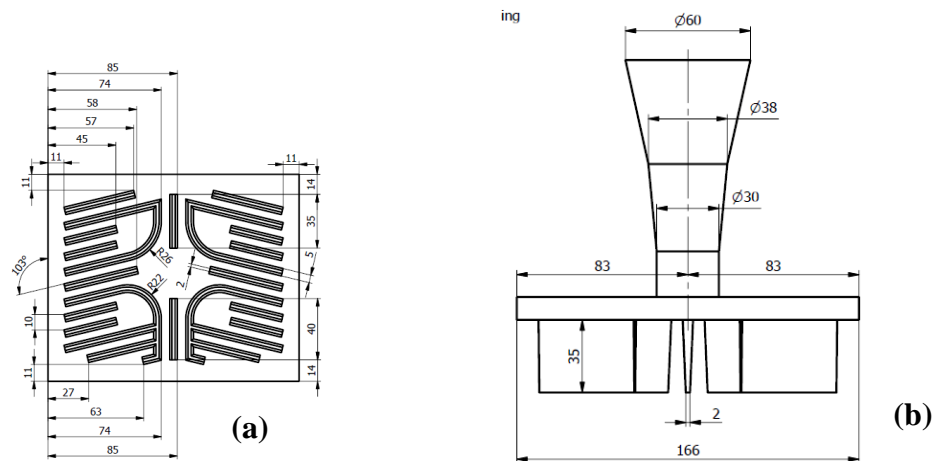
Pada proses solution heat treatment T6 pada paduan Al-Si-Mg, temperatur pemanasan yang paling baik adalah pada temperatur 480-540 °C (Muhammed dan Samuel, 2012). Temperatur pemanasan pada proses age hardening yang paling optimum kira-kira pada temperatur 150 -200 C (Hurtalova dkk, 2012; Pola, 2011) sedangkan Hosain dan Kurny (2013) melaporkan bahwa temperature aging yang paling baik untuk paduan Al-Si-Cu adalah pada 225 °C. Waktu penahanan yang pendek

mempengaruhi nilai kekerasan, nilai kekerasan yang baik dengan rentang waktu 1-2 jam (Eidhed dan widoonpun, 2015)

METODE PENELITIAN

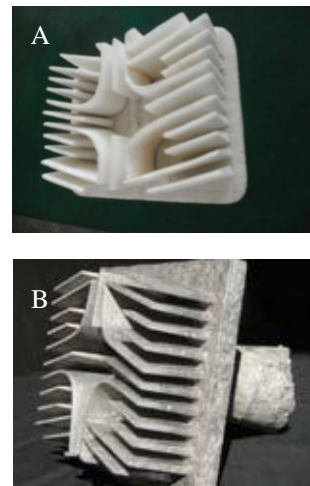
Pola dipersiapkan dengan memotong polysterene berbentuk blok yang dipotong dengan pemotong Styrofoam kawat panas dengan akurasi 0,5 mm, dimana pola Styrofoam memiliki berat jenis 20 kg/m³. Ukuran dimensi pola dengan bentuk Prototipe Cylinder head sepeda motor 2 Tak seperti terlihat pada Gambar 1. Pola cylinder head yang telah dirangkai dicelupkan kedalam cairan dari campuran Zirconia (ZR-A) dan Colloida silicate selama 60 detik dan selanjutnya dikeringkan selama 24 jam. Pola ditempatkan didalam kotak dan kemudian diisi oleh pasir silica dengan ukuran kekasaran yaitu 60-100, lalu digetarkan selama 60 menit dengan frekuensi 50 Hz.

Aluminium paduan komersial Al-Si-Cu sebanyak 2 Kg dalam bentuk batangan dimasukkan didalam silicon carbide crucible untuk dilebur dapur listrik dengan temperature tuang 750 °C. Komposisi kimia aluminium paduan yang digunakan pada penelitian ini sebagaimana terlihat pada (tabel 1) yang mana diuji menggunakan Spectrometer. Selanjutnya logam cair dialiri gas argon sebelum dilakukan penuangan.



Gambar 1 (a) pandangan atas dimensi pola cylinder head, (b) pandangan samping saluran turun

Specimen uji didapatkan dari pemotongan benda cor pada bagian alas dari head cylinder sebagaimana ditunjukkan pada (gambar 2.b), spesimen uji diberi perlakuan panas solution treatment pada temperatur 520 °C selama 2 jam didalam *electric furnace* dan secara cepat dicelupkan kedalam air hangat dengan temperatur 70 °C. Selanjutnya dilakukan *age hardening* pada temperatur 200 °C dengan waktu tahan masing-masing selama 2,3 dan 4 jam. Specimen uji dilakukan proses *grinding*, *polishing* dan dietsa menggunakan HF 0,5 %. Struktur mikro diamati menggunakan Mikroskope optic digunakan untuk mengamati fraktografi dari aluminium paduan Al-Si-Cu sebelum dan sesudah heat treatment.



Gambar 2. Photo a) pola Polystyrene Cylinder Head b) Hasil Coran Head Cylinder

Komposisi Aluminium paduan Al-Si-Cu yang digunakan dalam penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. komposisi kimia paduan Al-Si-Cu

Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Zn	Ti	Pb	Sn	Sr	Sn
10,5	0,05	9	0,02	0,01	0,04	0,07	0,02	0,01	0,05	0,13

Tabel 2. Perlakuan Panas (Heat Treatment)

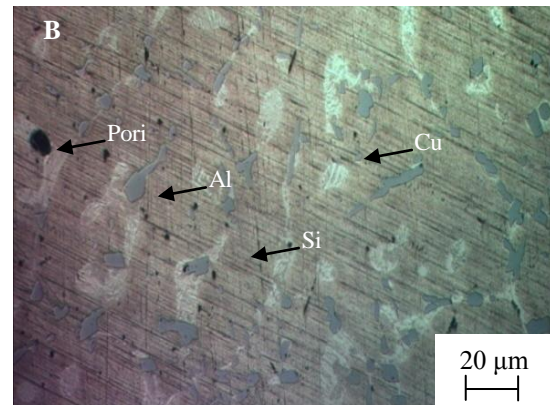
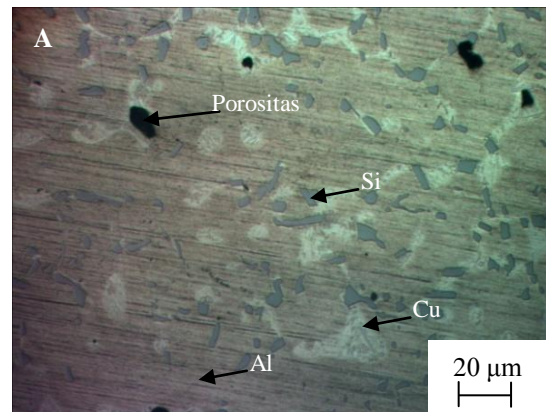
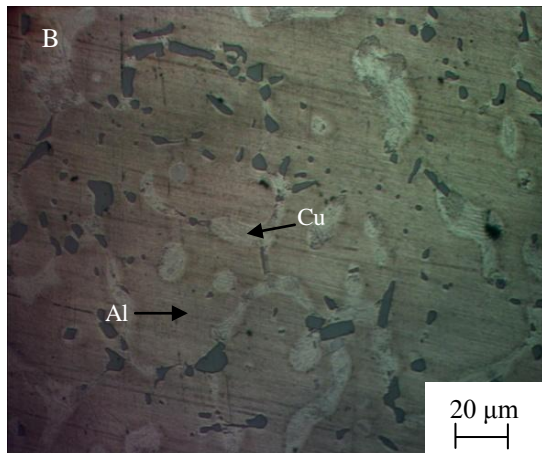
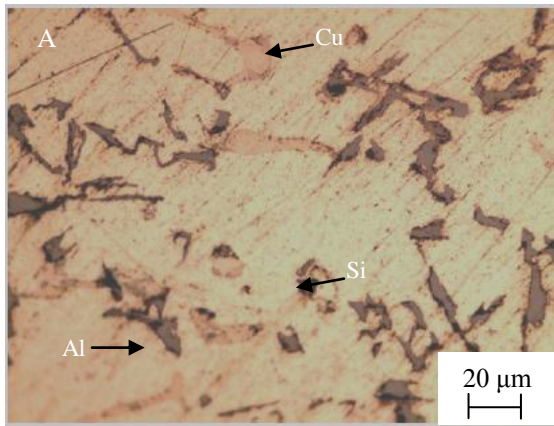
Treatment	Solution		Aging	
	Temperatur °C	Holding time/h	Temperatur °C	Holding time/h
ST	520	2	200	2, 3, 4

1. Hasil dan Diskusi

1.1. Pengamatan Struktur Mikro paduan Al-Si-Cu

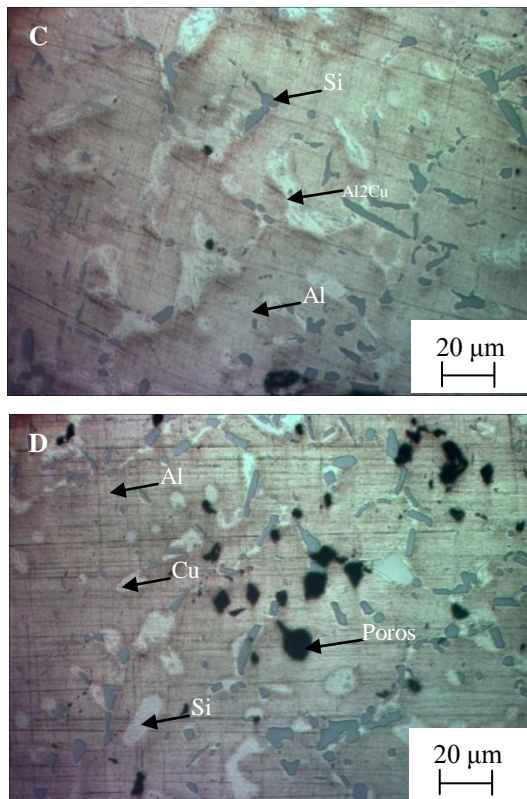
struktur mikro paduan Al-Si-Cu sebelum dan sesudah proses solution Treatment ditunjukkan pada gambar 2 (a). partikel Si terlihat tersebar merata pada seluruh daerah dengan warna hitam, sedangkan partikel Cu dengan warna kecoklatan.

Cu



Matrik α aluminium berwarna putih. Kandungan Cu yang cukup besar menyebabkan banyak terbentuk senyawa intermetalik Al_2Cu (gambar 2 b)

Gambar 2. Photo struktur mikro Al-Si-Cu a) tanpa penambahan (b) Treatment 520 °C, 2 Jam



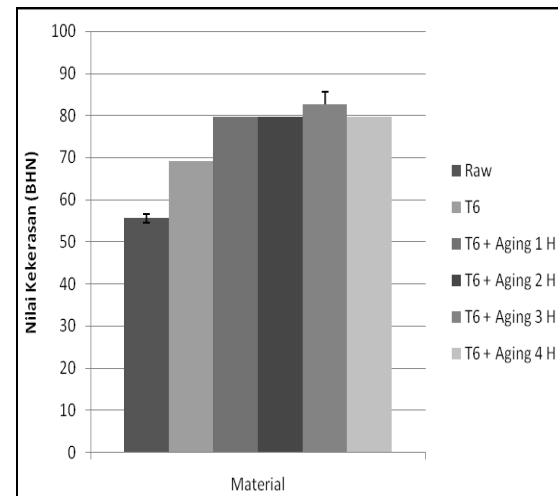
Gambar 3 struktur mikro aging T 200 °C paduan Al-Si-Cu; (a) 1 jam (b) 2 jam dan c) 3 jam, d) 4 jam

Waktu aging yang cukup lama menyebabkan terjadinya bertambahnya jumlah porositas pada paduan Al-Si-Cu yaitu pada waktu aging 4 jam

4.3. Kekerasan

Effek pengaruh solution treatment dan aging terhadap nilai kekerasan pada paduan Al-Si-Cu dimana dilakukan aging pada temperature 200 °C dengan perbedaan waktu tahan. Pengaruh aging sebagaimana ditunjukkan pada (gambar 4). Terlihat bahwa nilai kekerasan meningkat signifikan setelah proses aging (Hwang dkk, 2009; Yang dkk, 2015), nilai kekerasan optimum didapatkan pada waktu aging 3 jam (Kasprzak, dkk 2016)

dan mengalami penurunan kembali pada waktu aging 4 jam.



Gambar 4. Grafik nilai kekerasan sebagai fungsi waktu aging pada paduan Al-Si-Cu setelah solution treatment 520 °C 2 jam dan aging 200 °C

2. Kesimpulan

1. Partikel Si paduan Al-Si-Cu terjadi perubahan setelah dilakukan proses treatment, dimana partikel Si mengalami perubahan yaitu menyebar keseluruhan bagian. Partikel Cu juga mengalami perubahan yaitu
2. Proses solution treatment dan aging sangat signifikan meningkatkan nilai kekerasan pada paduan Al-Si-Cu dengan nilai kekerasan maksimum yaitu pada *solution treatment* 520 °C 2 jam dan aging 200 °C selama 3 jam.
3. *Solution treatment* dan *aging* menghasilkan larutnya Phase Al₂Cu dan AlCuMgSi dalam phase α Al

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Davis, J.R., 1993. ASM Specialty Handbook : *Aluminum and Aluminum Alloys*,
- [2]. Eideh, W and Viboonpun, N, 2015, Effect of Solution Treatment Time on Microstructure and Hardness of Al-Si-Cu-Ni Alloy, Thesis Undergraduate student, Materials Engineering, Department of Production Technology, King Mongkut Institute of Technology North Bangkok.
- [3]. Hosain, A., and Kurny, S.W., 2013 Effect of Ageing Temperature on the Mechanical Properties of Al-6Si-0,5Mg Cast Alloys with Cu Additions Treated by T6 Heat Treatment, *Universal Journal Materials Science*, pp 1-5.
- [4]. Hua, P.J., Long, T.X., Ting, H.J., and Ying, X.D., 2011, Effect of Heat Treatment on microstructure on tensile Properties of A356 alloys, *Transaction non Ferrous Metal*, Science Direct, Vol 21, pp 1950-1956.
- [5]. Hurtalova, L., Belan, J., Tillova, E., and Chalupova, M., 2012. Changes in Structural Characteristics of Hypoeutectic Al-Si Cast Alloy After Age Hardening, *Material Science*, vol 18, pp 228-233.
- [6]. Hwang, J.Y., Banerjee, R., Doty, H.W., Kaufman, M.J., 2009., The Effect of Mg on The Structure and Properties of Type 319 Aluminium Casting Alloys, *Acta Mater.* 57 1308-1317.
- [7]. Kasprzak, W., Kurita, H., Gabriel, B and Amirkhiz, B.S., 2016 Hardness control of Al-Si HPDC Casting Alloy Via Microstructure Refinement and Tempering Parameters, *Jurnal Material and Disgn*, p.p 365-376
- [8]. Kim, K., and Lee, K. 2005. *Effect of Process Parameters on Porosity in Aluminum Lost Foam Process*, *Journal Material Scripta Technology*. Vol. 21 No.5, pp. 681-685.
- [9]. Kumar, S., Kumar, P., Shan, H.S., 2007, Effect of evaporative pattern casting process parameters on the surface roughness of Al-7% Si alloy castings, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 182, pp. 615-623.
- [10]. Muhammed, A.M.A., and Samuel, F.H, 2012, A Review on the Heat Treatment of Al-Si-Cu/Mg Casting Alloys, *INTECH*, pp 55-72
- [11]. Pola, M., Roberti, R., Rivolta, B., Silva, G., and Gerosa, R., 2011, Experimental investigation of ageing in Al-Si-Cu-Mg-Ag cast alloys, *La Metallurgia Italiana*, vol 9, pp 4-51.
- [12]. Smith, W.F., 1993, *Structure and Properties of Engineering Alloys*", McGraw-Hill inc, Second Edition.
- [13]. Wahab, M.A., Madugu, I.A., Asuke, F., Fayomi, O.S.I., and Ayane, F.A., 2013, Effect of thermal ageing treatment on the mechanical properties of antimony-modified A356.0-type Al-Si-Mg alloy, *JMES*, Vol 4, pp 87-92.

- [14]. Wei, C.Z., Ying, M.C., and Pei, C., 2012, Eutectic Modification of A356 alloy with Li additional Through DSC and Miedema Model, Transactions of Non Ferrous Metals, Science Direct, Vol 22, pp 42-46.
- [15]. Yang, Shouxun Ji., Yang, W., Wang, Y., Fan, Z, 2015., Effect of Mg Level on The Microstructure and Mechanical Properties of Dies Cast Al-Si-Cu Alloys, Material Science and Engineering, 340-350.
- [16]. Zeren, M., and Karakulak, E., 2009. Studi on hardness and microstructure characteristic of sand cast Al-Si-Cu alloys, bull mater science, Indian Academic of Sciences. Vol 32, Pp 617-620.
- [17]. Zhao, Q., Gustafson, T.W., Hoover, M., Flemings, M.C., 2003, Fold Formation in the lost foam aluminium process, in S.K. Das (ed), TMS Warrendale, pp. 121-132