

PENGARUH KERAPATAN *POLYSTYRENE FOAM* TERHADAP MAMPU ALIR DAN KUALITAS CORAN PADUAN ALUMINIUM 356.1 YANG DICOR DENGAN METODE *EVAPORATIVE*

Ivan Junaidy Abdul Karim¹

¹ Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Khairun Ternate

Keywords :

Evaporative casting method
Aluminium alloy 356.1
Polystyrene foam

Abstract :

Evaporative casting model is a casting method using polystyrene foam as a mold pattern is embedded in the molding sand. Molten metal will fill the mold pattern after pattern evaporates due to heat molding. Evaporative casting has good accuracy for objects that are produced in accordance with the pattern established molds. Objects with large size and complexity can be produced in this way. The study was aimed to observe the effect of density polystyrene foam, the thickness of the mold pattern to fluidity, microstructure, and mechanical properties of 356.1 aluminum alloy casted by evaporative casting method. The aluminum alloy 356.1 was melted in a crucible furnace, then performed at a temperature of 740°C castings, using polystyrene foam mold pattern density variation 0007, 0018 and 0020 g/cm³, and a thickness of 3, 5, 7, and 11 mm, which solidified in the container which uses silica sand molds with sand diameter distribution variation <0.2, > 0.2 – <0.5 and > 0.5 – <0.8 mm. Increasing the density of polystyrene foam to reduce the fluidity. Able best fluidity obtained at the lowest density of polystyrene foam and the highest casting thickness. Capable of fluidity up to 116% decreased with increasing density of foam polystyrene. Increased thickness of the mold pattern to a fluidity increase of 185%. 60.8 VHN casting hardness value reached on the type of polystyrene foam mold pattern density 0007 g/cm³, a decrease of 5.3% with increasing density polystyrene foam mold pattern g/cm³. The strength 0020 147.7 MPa tensile, for casting with a density of polystyrene foam mold pattern g/cm³ 0007, a decrease of 0.5% with increasing density polystyrene foam mold pattern 0020 g/cm³.

PENDAHULUAN

Kebutuhan logam aluminium dewasa ini semakin meningkat, terutama pada industri komponen mesin seperti blok mesin, silinder, piston, dan lain sebagainya. Aluminium memiliki beberapa kelebihan dibanding logam lainnya, aluminium lebih ringan dari baja, tembaga, maupun kuningan. Aluminium juga memiliki titik lebur yang rendah, sehingga lebih mudah difabrikasi. Kekuatan dari aluminium murni tidak sebaik logam-logam lainnya, namun hal ini dapat diatasi dengan memadukan aluminium dengan logam-logam lainnya seperti tembaga, magnesium, silikon, mangan dan seng.

Model pengecoran *evaporative* adalah suatu metode pengecoran dengan menggunakan *polystyrene foam* sebagai pola cetakan yang ditenamkan dalam pasir cetak. Logam cair akan mengisi pola cetakan setelah pola cetakan menguap akibat panas. Pengecoran *evaporative* mempunyai ketelitian yang baik karena benda yang dihasilkan sesuai dengan pola cetakan yang dibentuk. Benda dengan ukuran besar dan rumit dapat diproduksi dengan cara ini, misalnya blok mesin.

Komposisi paduan aluminium sangat berpengaruh terhadap sifat mampu alir logam cair.

Paduan aluminium murni dan paduan eutektik mempunyai mampu alir yang baik, hal ini disebabkan kerana jarak pembekuan yang pendek. Sebaliknya paduan yang mempunyai jarak pembekuan yang panjang mempengaruhi sifat mampu alir menjadi jelek [3].

Beberapa peneliti menyatakan mampu alir meningkat dengan meningkatnya temperatur tuang. Perbedaan temperatur penuangan memberikan waktu lebih lama logam cair mencapai temperatur beku sehingga berpengaruh pada mampu alir logam. Semakin besar ketebalan pola cetakan semakin baik mampu alir. Semakin tebal pola cetakan volume logam cair yang masuk semakin banyak, sebaliknya semakin tipis pola cetakan volume logam cair yang masuk semakin sedikit, hal ini menyebabkan panjang mampu alir semakin pendek [8]. Kemampuan logam cair mengisi pola cetakan *polystyrene foam* dengan kerapatan rendah lebih baik dibanding dengan *polystyrene foam* dengan kerapatan tinggi [4]. Pola cetakan dengan kerapatan *polystyrene foam* rendah mendapatkan estetika coran yang baik dibanding pola cetakan dengan *polystyrene foam* kerapatan tinggi, hal ini terjadi karena *polystyrene foam* yang rendah memiliki tekanan balik (*backpressure*) yang

rendah dibanding pola cetakan *polystyrene foam* yang tinggi [7]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* dan ketebalan pola cetakan terhadap mampu alir, struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik aluminium paduan 356.1.

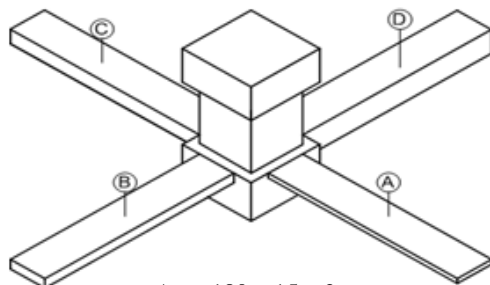
METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah paduan aluminium 356.1, dengan komposisi seperti pada Tabel 1. Pola cetakan dibuat dari *polystyrene foam* dengan tiga jenis kerapatan masing-masing (a) 0.007 (b) 0.018 dan (c) 0.020 g/cm³, Pasir cetak yang digunakan adalah pasir silika dengan variasi ukuran diameter pasir <0.2, >0.2-<0.5 dan >0.5 - <0.8 mm. Penelitian ini diawali dengan pembuatan pola cetakan yang menggunakan *polystyrene foam* dengan variasi kerapatan 0.007, 0.018, dan 0.02 g/cm³ dengan ketebalan pola cetakan 3, 5, 7 dan 11 mm serta panjang pola 180 mm (Gambar 1).

Wadah cetakan berbentuk kotak disiapkan untuk menempatkan pola cetakan sebelum pasir cetak dipadatkan menutupi seluruh permukaan pola cetakan. Penuangan dilakukan setelah logam cair mencapai temperatur penuangan 740°C pada dapur krusible. Panjang aliran coran diukur diukur pada semua ketebalan coran sebagai data mampu alir, kemudian hasil coran dibentuk sesuai standar pengujian uji kekuatan tarik, uji struktur mikro, uji kekerasan serta uji porositas.

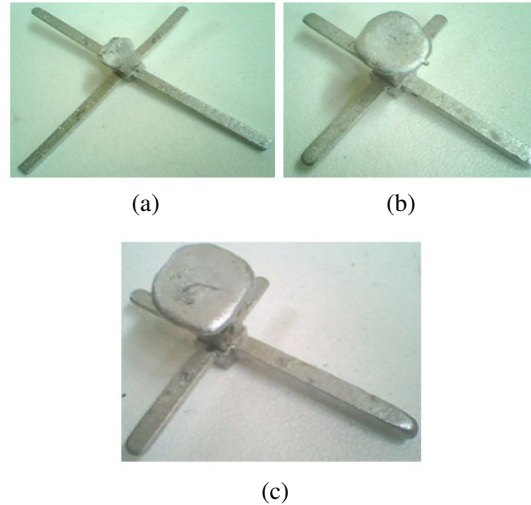
Tabel 1. Hasil uji komposisi paduan aluminium 356.1

Unsur	%
Si	7,06
Fe	0,49
Cu	0,063
Mn	0,005
Cr	-
Ni	-
Zn	0,35
Sn	-
Ti	0,19



- A = 180 x 15 x 3
- B = 180 x 15 x 5
- C = 180 x 15 x 7
- D = 180 x 15 x 11

Gambar 1. Pola cetakan *polystyrene foam*

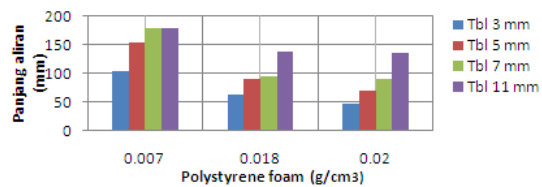


Gambar 2. Hasil coran dengan pola cetakan (a) 0.007 g/cm³ (b) 0.018 g/cm³ dan (c) 0.02 g/cm³

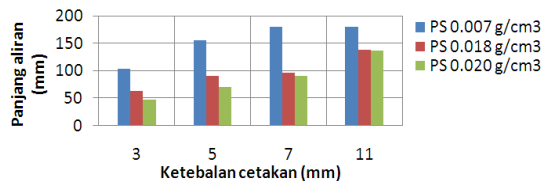
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Mampu alir

Mampu alir menurun dengan naiknya kerapatan *polystyrene foam* Gambar 3.a. Peningkatan kerapatan *polystyrene foam* menyebabkan adanya perbedaan tekanan pada permukaan kontak logam cair dengan *polystyrene foam*. Gas yang berada antara logam cair dan *polystyrene foam* terbentuk akibat penguapan *polystyrene foam* menyebabkan mampu aliran logam cair semakin berkurang. Semakin tinggi kerapatan *polystyrene foam* semakin besar tekanan gas (*backpressure*) yang berpengaruh pada kemampuan mengisi logam cair pada cetakan [7]. Pola cetakan *polystyrene foam* dengan kerapatan yang rendah memberikan hasil yang maksimal terhadap hasil coran dibanding dengan pola cetakan *polystyrene foam* kerapatan tinggi [4].



(a)



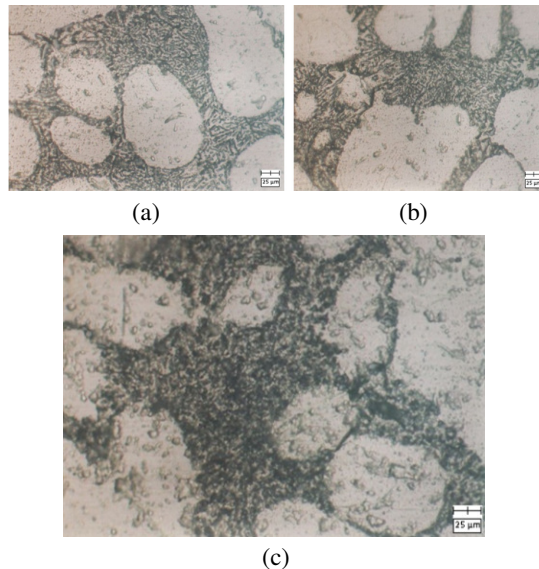
(b)

Gambar 3. Grafik panjang aliran terhadap (a) Kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* (b) Ketebalan pola cetakan

Pengamatan pengaruh ketebalan pola cetakan terhadap mampu alir, terlihat bahwa semakin tebal pola cetakan mampu alir semakin baik Gambar 3.b. Hal ini disebabkan karena semakin tebal pola cetakan volume logam cair yang melewati semakin besar sedangkan pada pola cetakan yang tipis volume cairan logam yang masuk sedikit menjadikan mampu alir semakin pendek. Mampu alir pada pola cetakan yang tebal memiliki panjang yang lebih baik dibanding pada pola cetakan yang lebih tipis. Semakin tebal pola cetakan panjang mampu alir semakin baik [8].

b. Pengaruh kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* terhadap struktur mikro

Struktur mikro terlihat mengalami perubahan dengan meningkatnya kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* (Gambar 4). Perubahan ini akibat perbedaan waktu pembekuan. Waktu pembekuan pada pola cetakan *polystyrene foam* dengan kerapatan tinggi lebih lama dibanding dengan pembekuan pada pola cetakan *polystyrene foam* dengan kerapatan rendah. Pola cetakan *polystyrene foam* yang tinggi memberikan tekanan balik (*backpressure*) lebih besar dibanding pola cetakan dengan kerapatan rendah [7]. Tekanan mempengaruhi kecepatan pembekuan. Semakin besar tekanan, pembekuan semakin lambat.



Gambar 4. Struktur mikro paduan Aluminium 356.1 dengan variasi pola cetakan

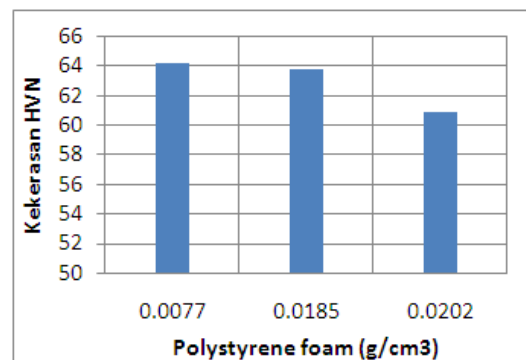
- (a) *Polystyrene foam* 0.0077 g/cm³
 (b) *Polystyrene foam* 0.018 g/cm³
 (c) *Polystyrene foam* 0.020 g/cm³ (500x)

Eutektik silikon yang berupa serpihan-serpihan tipis panjang pada pola cetakan kerapatan *polystyrene foam* rendah menjadi lebih tipis dan pendek pada pola cetakan dengan kerapatan *polystyrene foam* tinggi. Eutektik silikon pada pola cetakan dengan kerapatan *polystyrene foam* rendah

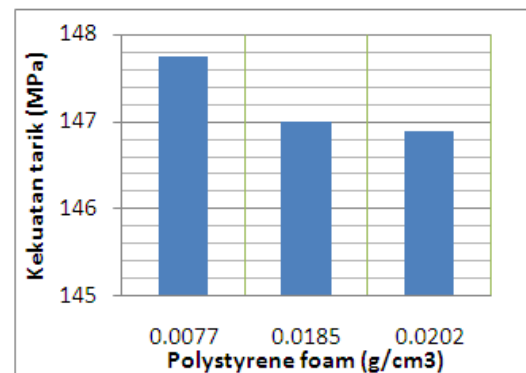
terdapat diantara DAS (*Dendrite Arm Spacing*) yang sempit menjadi semakin lebar pada pola cetakan dengan kerapatan *polystyrene foam* tinggi.

c. Pengujian Kekerasan dan Kekuatan tarik

Kekerasan paduan aluminium 356.1 menurun dengan naiknya kerapatan *polystyrene foam* (Gambar 5.a). Kerapatan *polystyrene foam* yang rendah menyediakan waktu pembekuan yang lebih singkat. Struktur mikro aluminium dendrite mendominasi permukaan coran, eutektik silikon diantara dendrite berbentuk tipis dan pendek. Kerapatan *polystyrene foam* yang tinggi menyediakan waktu pembekuan yang panjang, struktur mikro aluminium dendrite menjadi bulat panjang atau mendekati bulat, serta eutektik silikon menjadi serpihan serpihan pendek dan halus diantara dendrite yang renggang. Struktur mikro eutektik silikon memiliki karakteristik mekanis yang keras sehingga mempengaruhi kekerasan bahan. Struktur eutektik silikon berupa serpihan-serpihan panjang meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik [2].



(a)



(b)

Gambar 5. (a) Pengaruh kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* terhadap kekerasan
 (b) Pengaruh kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* terhadap kekuatan tarik

Meningkatnya kerapatan *polystyrene foam* cenderung menurunkan kekuatan tarik (Gambar 5.b).

Kerapatan *polystyrene foam* yang tinggi meningkatkan waktu pembekuan, sedangkan kerapatan *polystyrene foam* rendah memberikan waktu pembekuan yang singkat dan membentuk struktur aluminium dendrite mendominasi permukaan coran, eutektik silikon berupa serpihan-serpihan diantara dendrit yang sempit menjadi lebih tebal. Eutektik silikon yang tipis dan pendek mempengaruhi sifat mekanis kekuatan tarik menjadi lebih rendah Gambar 4. Kekuatan tarik semakin meningkat dengan bertambahnya ukuran butir struktur mikro eutektik silikon [5].

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

- a. Mampu alir meningkat dengan menurunnya kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* sebesar 127%.
- b. Mampu alir meningkat dengan meningkatnya ketebalan pola cetakan sebesar 275 %.
- c. Meningkatnya kerapatan pola cetakan *polystyrene foam*, memberikan waktu pembekuan yang lebih panjang sehingga membentuk struktur mikro Al-dendrite yang bulat panjang atau mendekati bulat serta struktur eutektik silikon menjadi pendek dan tipis diantara dendrite.
- d. Nilai kekerasan coran mencapai 60.8VHN pada jenis kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* 0.007 g/cm³, menurun 5.3% dengan meningkatnya kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* 0.020 g/cm³.
- e. Kekuatan tarik 147.7 MPa, untuk coran dengan kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* 0.007 g/cm³, menurun 0.5% dengan meningkatnya kerapatan pola cetakan *polystyrene foam* 0.020 g/cm³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Albonetti R., 2000, *Porosity and Intermetallic Formation in Lost Foam Castings of 356 Alloy*, The University of Western Ontario London, Ontario.
- [2] ASM International, 1992, *ASM Metal Handbook*, Vol. 15.
- [3] Campbell, J., 2003, *Casting*, 2nd Edition, Butterworth-Heinemann, pp. 74.
- [4] Droke J E., 2006, *Magnesium Castability of AM60B in Lost Foam Casting Using Vakum Assistance*, Tennessee Technological University.
- [5] Khomamizadeh and Ghasemi A., 2004, *Evaluation of Quality Index of A-356 Aluminum Alloy by Microstructural Analysis*, Sharif University of Technology.

- [6] Kim K and Lee K., 2005, "Effect of Process Parameters on Porosity in Aluminum Lost Foam Process", *Journal Material Science*, Vol. 21, No. 5.
- [7] Mirbagheri S. H. M., Silk J. R., Davami P., 2004, "Modelling of Foam Degradation in Lost Foam Casting Process", *Journal of Material Science*, Vol. 39, pp.4593-44603.
- [8] Shin S. R., Lee Z. H., 2004, "Hydrogen Gas Pick-Up of Alloy Melt During Lost Foam Casting", *Journal of Material Science*, Vol. 39, pp. 1536-1569.
- [9] Venkataramani R., Simpson R., and Ravinrran C., 1995, "Effect of Melt Superheat on Maximum Nuclei Density in A356 Alloy", *Elsevier Science Material Characterization*, Vol. 38, pp 81-92.