

THE THICKNESS OF THE LAYER PATTERN ON THE METHOD OF LOST FOAM CASTING AGAINST THE ACCURACY OF THE SIZE OF THE IRON

Muhammad Hasim

cinkhoapache@gmail.com

*Departement Of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and informatics,
Patria Artha University*

Submitted : 3 April 2018 | Accepted : 10 April 2018

Abstract

Lost foam casting is one of the casting method using expanded polystyrene (EPS) as an ingredient for the manufacture of patterns and planted in silica sand. When the molten metal is inserted into the mold, the EPS will melt and evaporate so that the place will be filled by a liquid metal. The purpose of this research is to know the influence of layer thickness on expanded polystyrene patterns against the accuracy of the size of the nodular cast iron 450 DISCS by using the method of lost foam casting. EPS patterns being used has a thickness 3-24 mm. Material used is upholstery material rekraktori Zircon (ZrO₂) and Colloidal Silica binding materials (O₂Si). The thickness of the coating material is applied to the EPS pattern i.e. 0-1300 microns. EPS patterns grown in silica sand is then compacted by means of vibration. Metal alloys smelted 450 DISCS in crucible furnace and poured into a mold at a temperature of about 1350-1450 oC. The average accuracy of the size for each of the thick layer of the pattern 0 (without coating), 200, 500 and 1300 Micron in a row is-0.05, 0.07 0.04,-, and-0.13. A thick layer of 200 Micron provides the best measure of the accuracy of the values of the three variations of the thickness of the layer pattern. A thick layer of 0 (without coating), 500 and 1300 Micron will result in decreased accuracy measure. Patterns that are not coated will give bad impact towards the results of castings.

Keywords: accuracy of size, nodular cast iron DISCS are 450, expanded polystyrene (EPS), lost foam casting

LATAR BELAKANG

Pengecoran lost foam merupakan salah satu jenis pengecoran yang menggunakan bahan expanded polystyrene (EPS) sebagai bahan untuk membuat pola dan ditanam dalam pasir silika menjadi cetakan. Ketika logam cair dimasukkan ke dalam cetakan, expanded polystyrene akan mencair dan menguap sehingga tempat itu akan diisi oleh cairan logam [1]. Metode ini ditemukan dan dipatenkan oleh Shroyer pada tahun 1958 [8]. Konsep penggunaan cetakan pasir kering tanpa pengikat telah dikembangkan dan dipatenkan oleh Smith [9].

Lost foam casting (LFC) merupakan salah satu metode pengecoran dengan biaya yang efektif dan proses pengecoran yang ramah lingkungan. Pengecoran lost

foam memiliki banyak keuntungan. Salah satu keuntungan dari lost foam casting adalah fleksibilitas dalam mendesign pola pengecoran. Pengecoran lost foam dapat memproduksi benda yang kompleks/bentuknya rumit, tidak ada pembagian cetakan, tidak memakai inti, mengurangi tenaga kerja dalam pengecorannya [6].

Cetakan dari pola berbahan polystyrene foam mudah dibuat dan murah [2]. Pencemaran lingkungan karena emisi bahan-bahan pengikat dan pembuangan pasir dapat dikurangi karena tidak menggunakan bahan pengikat dan pasir dapat langsung digunakan kembali [5]. Penggunaan cetakan foam meningkatkan keakuratan dimensi dan memberikan peningkatan kualitas coran

dibandingkan dengan cetakan konvensional [6]. Sudut- sudut kemiringan draf dapat dikurangi atau dieliminasi (Barone, 2005). Metode pengecoran ini juga memiliki kekurangan dimana tingkat porositasnya lebih tinggi karena pengaruh polystyrene foam yang terbakar [9].

Lost foam casting secara luas digunakan untuk coran paduan aluminium untuk menghasilkan komponen yang mempunyai bentuk yang kompleks [3].

Harga produksi yang lebih rendah juga merupakan salah satu faktor penting dari metode pengecoran, karena pola pengecoran dibuat dari expanded polystyrene foam (EPS) dan peralatan untuk pengecoran tergolong sederhana dan tidak mahal, sehingga metode ini dapat digunakan untuk skala pengecoran kecil.

Penelitian tentang pengecoran lost foam casting telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sehingga penerapan metode pengecoran ini mengalami banyak peningkatan khususnya pada negara-negara maju. Penggunaan cetakan foam meningkatkan keakuratan dimensi dan memberikan peningkatan kualitas coran yang lebih baik dibandingkan dengan cetakan konvensional [6]. Pelapisan pola mengurangi permeabilitas gas, meningkatkan porositas, dan kekasaran permukaan akan terjadi jika tanpa pelapisan, serta dengan melakukan pemvakuman pada saat pengecoran akan meningkatkan pemindahan gas dan memiliki efek yang jelas pada penurunan porositas [3]. Simulasi pengujian dan menjelaskan efek lapisan permeabilitas refraktori terhadap laju pengisian cetakan, tekanan dalam, celah gas dan ukuran gap yang terbentuk [7]. Hal ini juga memungkinkan untuk memilih permeabilitas lapisan refraktori terbaik, yaitu lapisan yang akan mampu menjamin paduan cairan logam mengisi dengan tepat pada rongga cetakan. Meningkatkan viskositas dan waktu pencelupan, akan meningkatkan ketebalan lapisan pada pola EPS dan menghasilkan pengaruh yang signifikan terhadap keutuhan hasil coran dan struktur mikro [8]. Lapisan yang tipis akan menghasilkan pori-pori yang lebih banyak, dimana hal ini akan mempermudah gas keluar selama proses pengecoran dan mengakibatkan pengisian cetakan yang lebih baik dan porositas yang

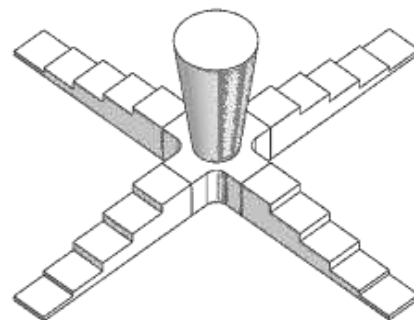
lebih sedikit.

Pengecoran dengan metode lost foam casting perlu dilakukan pelapisan dengan material refraktori yang dikembangkan sebagai lapisan pada permukaan pola untuk memberikan dukungan terhadap berat pasir sebelum logam cair membeku. Pelapisan dengan refraktori harus tahan terhadap suhu tinggi logam cair.

Salah satu faktor penting untuk memproduksi hasil coran berkualitas tinggi dengan metode lost foam casting adalah pelapisan pola expanded polystyrene dengan material refraktori. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ketebalan lapisan pola EPS pada metode lost foam casting terhadap akurasi ukuran besi cor nodular FCD 450.

METODE PENELITIAN

Material pola yang digunakan dalam percobaan ini adalah *Expanded polystyrene (EPS)*. *EPS foam* yang akan digunakan pada pengecoran *lost foam casting* ini adalah *expanded polystyrene* balok dengan densitas tinggi (*high density*) 17 kg/m^3 [7]. Pola dengan lima tingkatan ketebalan yang berbeda seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1 telah didesain dan dipersiapkan untuk percobaan pengecoran *lost foam casting* dengan menggunakan *hot wire cutter* dengan akurasi $\pm 0.5 \text{ mm}$.



Gambar 1. Model pola EPS dan *assembly cluster* untuk pengecoran *lost foam casting*

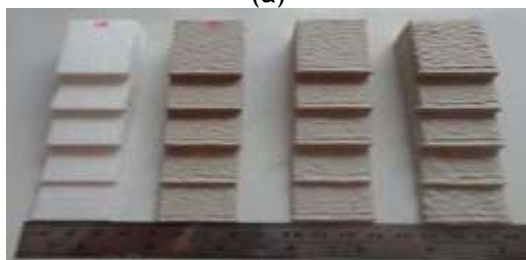
Pola EPS seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. didesain dengan memiliki ketebalan 3-24 mm. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan *feeding* pada saat penuangan cairan logam ke dalam cetakan. Saluran turun sekaligus saluran masuk telah dibentuk dengan menggunakan material EPS

yang sama dengan ukuran diameter atas 55 mm dan diameter bawah 35 mm. Saluran penambah dibuat dengan ukuran 25 x 30 x 24 mm ditambahkan pada pola EPS. Saluran turun, penambah dan pola akan diassembly menggunakan lem *styrofoam* sehingga menjadi *cluster* yang akan digunakan dalam percobaan *lost foam casting*.

Material *coating* yang diuji coba dalam penelitian ini adalah material refraktori Zircon Okside (ZrO_2), dan bahan pengikat Colloidal Silica (O_2Si). Kedua bahan ini dicampur dengan perbandingan komposisi 1:0,35. Temperatur pelapis yang digunakan adalah $25^{\circ}C$. Metode *coating* yang akan dilakukan yaitu dengan cara dicelupkan dan ketebalan lapisannya akan dibedakan pada setiap sampel. Setelah pola dilapis, selanjutnya dikeringkan selama 1,5 jam dengan temperatur $29-30^{\circ}C$. Dalam upaya mempelajari pengaruh ketebalan lapisan pola EPS terhadap akurasi ukuran besi cor nodular FCD 450 dengan menggunakan metode *lost foam casting*, maka ketebalan lapisan disetiap pola EPS telah dilakukan.



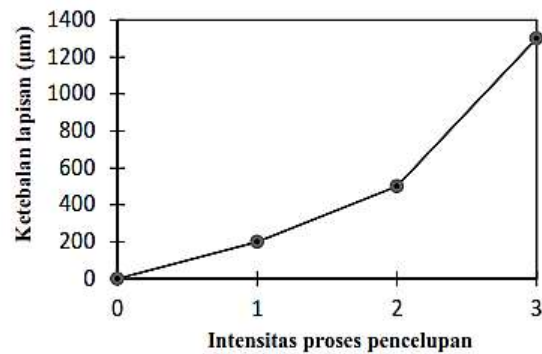
(a)



(b)

Gambar 2. Proses pengeringan (a) dan variasi ketebalan lapisan pola EPS (b)

Ukuran ketebalan lapisan pada pencelupan satu sampai tiga kali pencelupan berturut-turut adalah 200, 500, dan 1300 mikron. Ketebalan lapisan material refraktori pada pola dapat dilihat pada Gambar 2b.



Gambar 3 menunjukkan hubungan antara intensitas pencelupan terhadap ketebalan lapisan pola EPS.

Ketebalan lapisan diukur menggunakan *elcometer wet film comb* 112AL dan jangka sorong. Ukuran ketebalan lapisan meningkat secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh faktor tepung Zircon (ZrO_2) yang cepat menyerap air dan langsung cepat mengering. Sehingga pada pencelupan ketiga, ketebalan lapisan pola akan meningkat secara drastis.

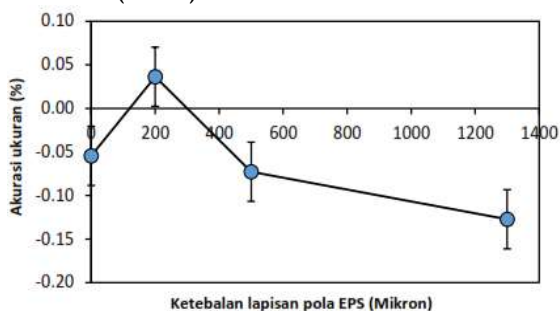
Proses selanjutnya adalah memasukkan cluster LFC kedalam flask yang sudah didesain. Pasir silika kering dengan ukuran Grain Fineness Number (GFN) 50-60 telah digunakan dalam percobaan *lost foam casting* ini. Pola ditempatkan berada ditengah-tengah cetakan dan selanjutnya dilakukan penggetaran dengan mesin penggetar yang memiliki amplitudo 3 mm. Penggetaran dilakukan selama 3 menit dengan frekuensi 23 Hz.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelapisan pada pola EPS merupakan parameter yang signifikan dalam memproduksi hasil pengecoran yang berkualitas dengan metode *lost foam casting* dimana hal ini akan mempertahankan bentuk pola ketika cairan logam menguraikan pola yang terbuat dari *expanded polystyrene*. Perbandingan produk hasil coran dengan variasi ketebalan lapisan. Hasil percobaan *lost foam casting* menunjukkan bahwa akurasi ukuran benda besi cor nodular FCD 450 pada variasi tebal lapisan 200 mikron memberikan nilai positif. Hal ini berarti benda hasil cor mengalami pembesaran ukuran dibandingkan dengan ukuran polanya Pada variasi tebal lapisan 0 (tanpa pelapisan) 500 mikron, dan 1300 mikron memberikan akurasi ukuran bernilai negatif yaitu benda hasil cor mengalami penyusutan / pengecilan ukuran

dibandingkan dengan ukuran polanya. Pola EPS yang tidak dilapisi akan mengakibatkan pada saluran masuk akan terjadi cacat coran yang disebabkan runtuhnya pasir cetak ketika logam cair mulai mengisi pola. Hal ini dapat dilihat pada sampel coran yang tidak dilapisi. Selain itu cacat coran yang melekung merupakan salah satu akibat dari pola yang tidak dilapisi. Salah satu kegunaan dari material pelapis yaitu untuk mempertahankan kekakuan pola dan menahan pasir agar tidak segera runtuh ketika logam cair mengisi pola.

Lapisan dengan ketebalan 200 mikron memiliki akurasi ukuran yang paling baik dibandingkan dengan tebal lapisan lainnya. Tebal lapisan 200 mikron memberikan ukuran benda hasil coran mendekati ukuran pola EPS yang direncanakan sebelumnya. Pada saat terjadinya penguraian *polystyrene*, ketebalan lapisan 200 mikron akan memberikan dukungan terhadap gas-gas hasil dari pembakaran EPS dapat cepat keluar melalui celah material pelapis. Lapisan yang tipis akan membantu dalam pengisian cetakan yakni mengontrol seberapa cepat gas yang dihasilkan dan keluar melalui celah-celah pasir cetak. Hasil ini juga dapat dilihat pada penelitian Karimian (2012).



Gambar 4. Hubungan tebal lapisan pola EPS terhadap akurasi ukuran

Sebaliknya lapisan dengan ketebalan 500 dan 1300 mikron akan mengakibatkan terjadinya cacat coran. Cairan logam tidak dapat mengisi sampai tebal pola 3 mm. Hal ini diakibatkan oleh gas-gas yang terbentuk akibat dekomposisi *polystyrene* terjebak dalam pola. Lapisan yang terlalu tebal akan mengakibatkan gas-gas tidak dapat keluar secara cepat dari cavity (ruang kosong berbentuk pola benda cor). Pengontrolan tebal lapisan pola sangat penting untuk dapat menghasilkan produk

coran yang memiliki akurasi ukuran yang baik. Ketebalan lapisan pola EPS sangat bergantung terhadap tebal produk cor yang diinginkan. Rekayasa lapisan dilakukan untuk memperoleh berbagai sifat penting untuk proses pengecoran seperti isolasi termal, ketahanan abrasi, penyerapan cairan, dan jalan keluar untuk gas ketika logam cair membakar pola *polystyrene* *polytyrene* sulit keluar dari dalam pola.

Gambar 4. memberikan rata-rata akurasi ukuran untuk masing-masing tebal lapisan pola berturut-turut adalah -0,05, 0,04, -0,07, dan -0,13. Semakin tebal lapisan pola maka akurasi ukuran semakin menurun. Hal ini diakibatkan oleh gas-gas yang terjebak sebagai akibat dari dekomposisi *polytyrene* sulit keluar dari dalam pola. Hal ini yang juga mengakibatkan logam tidak dapat mengisi penuh sampai ke ujung pola EPS.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan maka dapat disimpulkan bahwa pelapisan dengan material refraktori Zircon (ZrO_2) dan bahan pengikat Colloidal Silica (O_2Si) berpengaruh terhadap akurasi ukuran. Rata-rata akurasi ukuran untuk masing-masing tebal lapisan pola 0 (tanpa pelapisan), 200, 500 dan 1300 mikron berturut-turut adalah -0,05, 0,04, -0,07, dan -0,13. Tebal lapisan 200 mikron memberikan nilai akurasi ukuran terbaik dari ketiga variasi ketebalan lapisan pola. Pelapisan pada pola EPS akan mempertahankan kekakuan pola dan menahan pasir cetak agar tidak segera runtuh ketika logam cair mengisi pola. Lapisan yang tipis akan membantu dalam pengisian cetakan yakni mengontrol seberapa cepat gas yang dihasilkan dan keluar melalui celah-celah pasir cetak. Gas-gas yang terbentuk akibat dari dekomposisi *polystyrene*, agar tidak terjebak dan membentuk gap didalam cetakan pola maka permeabilitas dari material pelapis haruslah cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Askeland, D.R., 2001, Encyclopedia of Materials, Science and Technology, Elsevier Science Ltd.
- [2] Barone, M. R., Caulk, D. A., 2005, A Foam Ablation Model for Lost Foam Casting of Aluminum, International

Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 48, pp. 4132-4149

- [3] Guler Kerem. A.,Kisasoz, A, and Karaaslan Ahmet., 2014, Effects of Pattern Coating and Vacuum Assistance on Porosity of Aluminium Lost Foam Castings, Russian Journal of Non-Ferrous Metals, Vol. 55, No. 5, pp. 424-428.
- [4] Karimian, M., A.Ourdjini, M.H Idris, and Hassan J., 2012, Effect Of Pattern Coating Thickness On Characteristics Of Lost Foam Al-Si-Cu Alloy Casting, Trans. Nonferrous Met. Soc., Vol. 22 pp. 2092-2097.
- [5] 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.
- [6] Monroe, R.M., 1992, Expandable Patterns Casting, American Foundryman's Society Inc., pp.96-97
- [7] Pacyniak, T., 2008, The Effect of Refractory Coating Permeability on The Lost Foam Process, Archives of Foundry Engineering, Vol. 8, pp. 199-204.
- [8] Shroyer, H. F., 1958, Cavity Less Casting Mold And Method of Making Same, American Foundryman Society Transaction US Patent No. 2. 2830343.
mith, T. R., 1964, Method of Casting, US Patent No.3. 157924.
- [9] Sutiyoko, 2011, Metode Pengecoran Lost Foam Menjawab Tantangan Dunia Industri Pengecoran Logam, Jurnal Foundry Politeknik Manufaktur Ceper, Vol.1, pp. 21-29.

