

**PENGARUH UKURAN PASIR CETAK TERHADAP FLUIDITAS DAN AKURASI UKURAN BESI COR KELABU DENGAN PENGECORAN *LOST FOAM***

Sutiyoko, Lutiyatmi

Program Studi Teknik Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Ceper Klaten

Batur, Tegalrejo, Ceper, Klaten, Jawa Tengah

email : yoko\_styk@yahoo.com

**ABSTRAK**

Pengecoran *lost foam* adalah pengecoran dengan menggunakan pola *polystyrene foam*. Kualitas hasil pengecoran *lost foam* ditentukan oleh banyak faktor diantaranya ukuran pasir cetak, berat jenis, suhu penuangan, komposisi cairan logam, lama penggetaran cetakan dan lain-lain. Pasir cetak dalam metode pengecoran ini dapat digunakan lagi tanpa melakukan pengolahan terlebih dahulu. Besarnya peran pasir cetak yang digunakan menuntut penelitian tentang hal-hal yang berkaitan dengan pasir cetak tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran pasir terhadap fluiditas cairan di dalam cetakan dan akurasi ukuran besi cor kelabu dengan pengecoran *lost foam*. Akurasi ukuran dihitung dengan membandingkan ukuran pola dan ukuran benda cor. Penelitian ini menggunakan *polystyrene foam* dengan massa jenis  $16 \text{ kg/m}^3$ , temperatur tuang sekitar 1370-1400 °C, mesin getar dengan amplitudo 3 mm, frekuensi 23 Hz, lama penggetaran 120 detik. Pola *polystyrene foam* dibuat dengan lebar 10 mm, tebal 4 mm. Ukuran mesh pasir yang digunakan adalah -12/+20, -20/+30, -30/+40 dan -40/+50.

Fluiditas besi cor kelabu lebih besar dengan meningkatnya ukuran mesh butir pasir atau ukuran pasir semakin kecil. Ukuran butir pasir yang lebih besar menyebabkan rongga antar pasir lebih besar. Hal ini menyebabkan cairan yang bersentuhan dengan udara semakin besar dan memiliki kecepatan pendinginan lebih cepat. Hasilnya akhirnya cairan lebih cepat membeku. Akurasi ukuran menunjukkan prosentase penambahan ukuran benda cor. Penambahan ukuran semakin berkurang jika ukuran butir pasir yang digunakan semakin kecil. Ukuran pasir yang lebih kecil menyebabkan daya dorong cairan kearah dinding cetakan dapat lebih ditahan dibandingkan dengan ukuran pasir yang lebih besar.

Kata kunci : *polystyrene foam*, fluiditas, pasir, pengecoran *lost foam*

**PENDAHULUAN**

Pengecoran *lost foam* merupakan pengecoran dengan menggunakan pola dari bahan *polystyrene foam* dan dipatenkan oleh Shroyer pada tahun 1958 (Kumar dkk, 2008). Pola ditanam dalam pasir silika menjadi cetakan. Cetakan dipadatkan dengan digetarkan dengan amplitudo dan frekuensi tertentu. *Polystyrene foam* akan mencair dan menguap ketika cairan dituangkan ke dalam cetakan sehingga tempat itu akan diisi oleh cairan logam (Askeland, 2001).

Pengecoran *lost foam* memiliki banyak kelebihan. Pengecoran *lost foam* dapat digunakan untuk memproduksi benda yang kompleks/ bentuknya rumit, tidak ada pembagian cetakan, tidak memakai inti, mengurangi tenaga kerja dalam pengecorannya (Monroe, 1992) sehingga cepat untuk membuat benda-benda prototip. Cetakan dari pola berbahan *polystyrene foam* mudah dibuat dan murah (Barone, 2005). Pengecoran *lost foam* dapat memproduksi benda-benda ringan (Kim dan Lee, 2005) dan penambah pada dasarnya tidak diperlukan untuk mengontrol penyusutan saat pembekuan (Askeland, 2001). Pasir yang digunakan dapat dengan mudah digunakan lagi karena tidak menggunakan pengikat (Behm dkk, 2003). Penggunaan cetakan foam meningkatkan keakuratan dimensi dan memberikan peningkatan kualitas coran dibandingkan dengan cetakan konvensional (Monroe, 1992). Sudut-sudut kemiringan draf dapat dieliminasi (Barone, 2005). Proses pembersihan dan pemesinan dapat dikurangi secara dramatis (Kumar dkk, 2007). Pencemaran

lingkungan karena emisi bahan-bahan pengikat dan pembuangan pasir dapat dikurangi karena tidak menggunakan bahan pengikat dan pasir dapat langsung digunakan kembali (Kumar dkk, 2007).

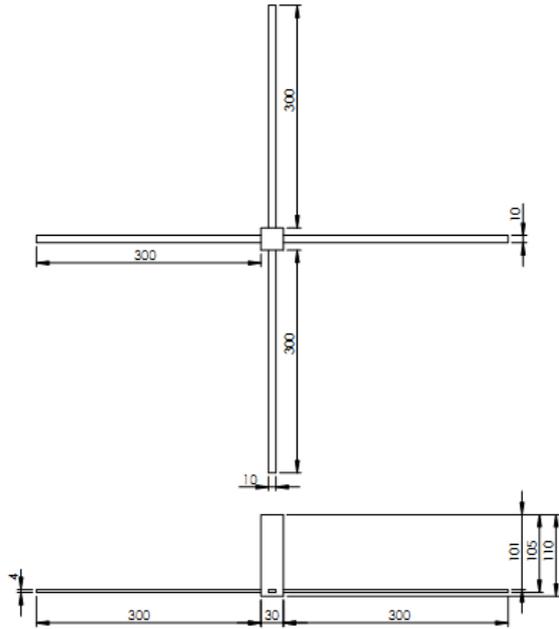
Pengecoran *lost foam* juga memiliki beberapa kekurangan. Porositas dalam pengecoran aluminium dengan pola *polystyrene foam* lebih tinggi dibandingkan dengan cetakan CO<sub>2</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa sulit untuk mendapatkan kekuatan mekanik yang lebih baik pada pengecoran aluminium tanpa perlakuan tertentu (Kim dan Lee, 2005). Pasir yang tidak diikat akan memicu terjadinya cacat pada benda cor karena pasir yang jatuh ke logam cair (Kumar dkk, 2007). Usaha untuk mengikat cetakan *lost foam* adalah dengan membuat cetakan tersebut vakum dimana cetakan dilapisi dengan lapisan polietilen. Proses ini menghasilkan emisi ke gas hasil pembakaran *polystyrene foam* yang dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan pekerja (Behm dkk, 2003).

Banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengecoran dengan metode pengecoran *lost foam*. Ukuran benda cor, ukuran pasir silika, massa jenis *polystyrene foam*, lama penggetaran cetakan, ukuran benda dan komposisi material yang dituang. Ukuran dari butiran pasir (*mesh*) berbeda akan menghasilkan benda cor dengan karakteristik berbeda pula (Kumar dkk, 2007). Perbedaan ini tentu membutuhkan pengetahuan agar dapat diperoleh benda cor dengan hasil baik jika ditinjau dari ukuran butiran pasir yang digunakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk

mengetahui pengaruh ukuran butir pasir terhadap fluiditas cairan di dalam cetakan dan akurasi ukuran benda cor terhadap polanya.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pola dengan massa jenis 16 kg/m<sup>3</sup>. Pola dan sistem saluran dipotong dengan bentuk persegi panjang berukuran penampang lebar 10 mm dan lebar 4 mm. Pola dirangkai dengan saluran turun sehingga berbentuk persimpangan empat buah seperti ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Bentuk pola penelitian

Pola dirangkai dengan sistem saluran menggunakan lem *polystyrene foam*. Variasi ukuran butir pasir dengan menggunakan standar mesh yakni -12/+20, -20/+30, -30/+40 dan -40/+50. Hal ini disesuaikan dengan peralatan yang tersedia. Maksud -12/+20 yakni pasir tersebut dapat melewati mesh 12 tetapi tidak dapat melewati mesh 20, demikian juga ukuran yang lain memiliki pengertian yang sama. Setiap kotak langsung diisi dengan empat variasi ukuran pasir tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kesalahan data karena faktor ketidakstabilan orang yang melakukan penuangan cairan logam ke cetakan. Pola dimasukkan dalam rangka dan digetarkan selama 120 detik dengan amplitudo 3 mm dan frekuensi 23 Hz. Cetakan dibuat 6 buah untuk diambil 5 data terbaik.

Penuangan dilakukan pada suhu sekitar 1400 °C. Pengukuran fluiditas dilakukan dengan mengukur panjang benda hasil pengecoran untuk setiap ukuran butir. Pengukuran akurasi benda cor dilakukan dengan mengukur lebar dan tebal pola pada jarak 15; 25 dan 35 mm kemudian dibandingkan dengan ukuran hasil benda cor pada jarak yang sama. luas masing-masing penampang benda dan pola dibandingkan sehingga diketahui kenaikan atau penurunan ukuran benda cor terhadap polanya.

Analisa dilakukan dengan mendasarkan pada berbagai teori terhadap fenomena hasil pengecoran yang diperoleh.

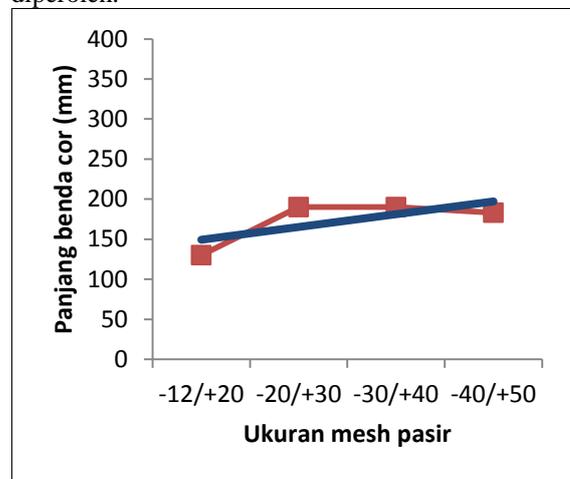
**DATA DAN PEMBAHASAN**

Pengecoran dilakukan dengan tujuan besi cor kelabu. Komposisi hasil pengujian benda cor ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi besi cor kelabu

Unsur	Fe	C	Si	Mn	P	S
%	91,07	5,61	2,13	0,55	0,07	0,003
	Cr	Mo	Ni	Al	B	Co
	0,08	0,02	0,04	0,01	0	0,007
	Cu	Mg	Nb	Pb	Sn	Ti
	0,14	0	0,01	0,01	0	0,07
	V	W				
	0	0,02				

Data hasil pengukuran fluiditas untuk setiap ukuran pasir ditunjukkan pada Gambar 2. Data tersebut merupakan rerata dari 5 buah data yang diperoleh.



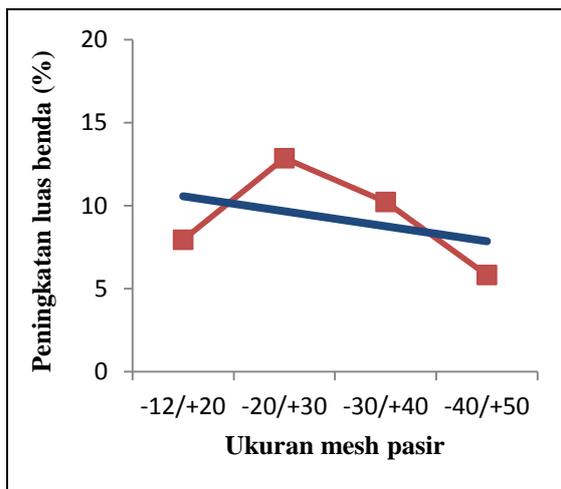
Gambar 2. Hasil komposisi besi cor kelabu

Berdasarkan hasil pengukuran fluiditas di atas, panjang benda cor cenderung semakin meningkat dengan peningkatan ukuran mesh butir pasir. Dengan kata lain, semakin kecil ukuran butir pasir akan menyebabkan hasil benda cor semakin panjang dan ini mengindikasikan bahwa fluiditas cairan di dalam cetakan semakin tinggi.

Peningkatan fluiditas karena peningkatan ukuran mesh pasir disebabkan karena pendinginan lebih lambat yang terjadi pada pasir dengan ukuran mesh lebih besar. Pendinginan yang lebih lambat ini disebabkan karena jarak rongga lebih besar pada pasir yang memiliki ukuran mesh lebih besar.

Ukuran mesh lebih besar berarti ukuran diameter pasir lebih kecil sehingga jarak antar pasir menjadi lebih kecil. Kecepatan perpindahan panas dari cairan ke pasir dan dari cairan ke udara lebih cepat pada cairan ke udara. Rongga antar pasir tersebut secara otomatis terisi oleh udara sehingga pada ukuran pasir yang lebih besar udara lebih banyak terdapat pada permukaan rongga cetak. Efek selanjutnya pendinginan pada ukuran butir yang lebih besar menjadi lebih cepat dibandingkan dengan tempat yang memiliki ukuran pasir lebih kecil.

Hasil pengukuran akurasi ukuran ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Hubungan akurasi ukuran dengan ukuran butir pasir cetak

Berdasarkan grafik di atas, ukuran benda cor dibandingkan dengan ukuran pola mengalami pembesaran pada semua ukuran butir pasir. Hal ini menunjukkan bahwa pada pengecoran besi cor kelabu dengan metoda pengecoran *lost foam* faktor penyusutan pengecoran dapat diabaikan. Pola dapat dibuat sesuai ukuran benda yang akan dicor dan tidak perlu ditambah ukuran/ diperbesar ukurannya karena faktor penyusutan benda cor.

Data di atas diambil dari lima sampel yang diukur pada setiap ukuran pasir. Berdasarkan grafik di atas, peningkatan ukuran benda cor semakin menurun jika ukuran mesh pasir semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena kompaktibilitas pasir yang memiliki ukuran mesh lebih besar akan lebih besar dibanding yang memiliki ukuran mesh lebih kecil. Kompaktibilitas lebih besar disebabkan rongga antar pasir lebih kecil dibandingkan pasir dengan ukuran butir besar. Cairan lebih sulit menekan cetakan pasir yang memiliki kompaktibilitas lebih tinggi sehingga pembesaran ukuran yang terjadi menjadi lebih kecil.

Pada ukuran mesh -12/+20 terjadi nilai pembesaran yang kecil. Hal ini dimungkinkan karena ukuran pasir yang besar menyebabkan cairan akan sulit menekan pada tempat pasir bersentuhan dengan

pola, namun disisi lain jika pada tempat yang tidak bersentuhan dengan pola maka penambahan ukuran menjadi lebih besar. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai standar deviasi pada ukuran butir -12/+20 adalah terbesar yakni 86,1. Standard deviasi yang lain dengan ukuran mesh semakin besar berturut-turut sebesar 52,4; 32,2; 43,2.

Faktor lain yang menyebabkan peningkatan ukuran benda cor pada pasir yang memiliki mesh tinggi lebih rendah adalah karena permeabilitas pasir lebih rendah. Permeabilitas pasir rendah menyebabkan cairan lebih tertahan dan ukuran relatif lebih stabil (tidak membesar lebih banyak).

## KESIMPULAN

Ukuran pasir mempengaruhi pada hasil pengecoran besi cor kelabu dengan metode pengecoran *lost foam*. Fluiditas cairan akan lebih baik jika ukuran mesh pasir lebih besar dan ditunjukkan dengan panjang benda cor yang lebih panjang. Kecepatan pendinginan yang disebabkan perbedaan konduktivitas panas antara pasir dan udara mempengaruhi hasil tersebut. Akurasi ukuran dalam hal ini berupa peningkatan ukuran benda cor terhadap ukuran pola dipengaruhi oleh ukuran mesh pasir. Pasir dengan mesh lebih tinggi memiliki peningkatan ukuran lebih rendah yang diakibatkan oleh kompaktibilitas pasir cetak lebih besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Departemen Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana penelitian pada Hibah Penelitian Dosen Pemula. Mudah-mudahan hasil penelitian ini dapat bermanfaat dalam pengembangan khususnya industri pengecoran logam di Indonesia dan dunia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Askeland, D.R., 2001, *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, Elsevier Science Ltd.
- 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.
- Behm, S.U., Gunter, K.L. and Sutherland, J.W., 2003, An Investigation into The Effect of Process Parameter Setting on Air Emission Characteristics in The Lost Foam Casting Process, American Foundry Society.
- Kim, K., and Lee, K., 2005, *Effect of Process Parameters on Porosity in Aluminum Lost Foam Process*, *Journal Material Science Technology*, Vol. 21 No.5, pp. 681-685.
- Kumar, S., Kumar, P. and Shan, H.S., 2008, Optimization of Tensile Properties of Evaporative Casting Process through

- Taguchi's Method, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.204, pp.59-69.
- Kumar, S., Kumar, P. and Shan, K.S., 2007, Effect of Evaporative Pattern Casting Process Parameters on The Surface Roughness of Al-7%Si Alloy Casting, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 182, pp. 615-623.
- Monroe, R.M., 1992, Expandable Patterns Casting, *American Foundryman's Society Inc.*, pp.96-97.