

PENGARUH VARIASI DIMENSI SALURAN TUANG TERHADAP FLUIDITAS, POROSITAS DAN KEKERASAN PENGECORAN DENGAN BAHAN BAKU ALUMINIUM BEKAS

Sumpena

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

email: sumpenast@yahoo.co.id

ABSTRACT

Quality casting one of which depends on the system and the sprue size, so need to analyze the effect of sprue size, till how long aluminum molten able to flowing in sand molds. With made variations diameter in gate expected to be obtained capable of a maximum flow or is able to flow most distant. This will assist in completing the castings process for cast objects with a certain length. The purpose of this study was to determine the effect of variations dimensions sprue to fluidity, porosity and hardness foundry of the raw material for aluminum scrap.

Smelting process carried out in the laboratory of the foundry Department Mechanical Engineering University of Proklamasi 45 Yogyakarta. The smelting process using the crucible furnace on it be put kowi the place aluminum to be melted down. Sand mold is made of 3 pieces for each sprue 1 (d1), sprue 2 (d2), sprue 3 (d3). Patterns made with thickness 3 mm, 4 mm, 6 mm and 7 mm. The measurement results calculated averages value length fluidity for each thickness the castings. Observations the porosity was do by weighing of the castings (mass, kg) divided by the volume of the castings, so obtainable the density of the castings. Hardness testing is done with the kind of Vickers hardness test. Testing in this study using a 200 g load suppression, loading time 10 seconds, using a hardness machine types Buehler High Quality Micro Hardness Tester 0054 MM models.

The testing results and observations indicate that the longest fluidity with diameter sprue 13 mm for thickness objects 3 mm and 4 mm with length is 251.7 mm and 290 mm. The fluidity longest also be obtained on castings the sprue diameter 15 mm with thick 6 mm and 7 mm is 296.86 mm and 343.33 mm. Hardness testing results show the value of the highest hardness on sprue diameter 17 mm is 107.98 VHN, while the value of the lowest hardness on sprue diameter of 15 mm is 88.3 VHN. Porosity observations showed that diameter sprue 17 mm obtained the lowest porosity level that is equal to 2.734 gr/cm³, while the level of the highest porosity is obtained on the diameter sprue 13 mm castings of 2.831 gr/cm³.

Keywords: sprue, casting, aluminum scrap

PENDAHULUAN

Aluminium merupakan logam yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Aluminium adalah salah satu logam ringan yang saat ini kita kenal. Merupakan konduktor panas yang baik dan kuat. Dapat dicor menjadi bermacam-macam bentuk dan mempunyai sifat tahan korosi.

Produk-produk aluminium sering dihasilkan melalui proses pengecoran (*casting*) dan pembentukan (*forming*). Aluminium hasil pengecoran banyak dijumpai pada peralatan rumah tangga dan komponen otomotif misalnya *velg*, piston, blok mesin, puli dan lain sebagainya.

Pengecoran aluminium dapat dilakukan dengan cetakan logam dan cetakan pasir.

Pengecoran logam merupakan salah satu metode dalam pembuatan suatu benda. Metode dalam pengecoran logam berkembang menjadi berbagai macam jenis seiring dengan berjalannya waktu, perkembangan ilmu pengetahuan dan meningkatnya kebutuhan manusia. Metode pengecoran ditinjau dari jenis cetaknya dapat digolongkan menjadi metode pengecoran logam cetakan tetap dan tidak tetap. Metode pengecoran logam cetakan tetap di antaranya metode *high pressure die casting*, *low pressure die casting*, pengecoran *sentrifugal* dan *gravity die casting*, sedangkan metode pengecoran cetakan tidak tetap di antaranya pengecoran cetakan pasir, *investment casting* dan *lost foam casting* (Tata Surdia, 2006). Setiap jenis pengecoran memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga dalam pemilihan proses produksi dengan metode pengecoran harus mempertimbangkan dari berbagai sisi baik biaya, kualitas, fungsi dan lain-lain.

Permasalahan yang muncul dalam pemilihan proses pengecoran logam di antaranya berkaitan dengan jumlah, harga dan spesifikasi benda yang akan diproduksi. Sebagai contoh, metode *high pressure die casting* lebih menguntungkan untuk memproduksi aluminium dalam jumlah banyak, ukuran tidak terlalu besar dan tingkat ketelitian tinggi dibandingkan dengan pengecoran dengan cetakan pasir. Permasalahan lain adalah benda/produk yang akan dibuat hanya sebanyak satu benda atau sebagai sampel baik dalam ukuran besar atau kecil. Permasalahan ini kurang menguntungkan apabila menggunakan cetakan tetap ataupun cetakan pasir karena diperlukan pola yang akan meningkatkan harga produksi. Permasalahan lain adalah jika benda tersebut dalam jumlah sedikit dan bentuknya rumit maka akan mahal apabila menggunakan cetakan tetap dan akan sulit apabila menggunakan cetakan pasir.

Kualitas coran salah satunya tergantung pada sistem dan dimensi saluran tuang, sehingga perlu dilakukan analisis pengaruh dimensi saluran tuang, sampai seberapa panjang mampu alir dari logam cair aluminium yang mengalir didalam cetakan pasir. Dengan dibuat variasi diameter saluran masuk diharapkan akan diperoleh mampu alir maksimal atau mampu alir yang paling jauh jaraknya. Hal ini akan membantu dalam menyelesaikan proses pengecoran untuk benda tuangan dengan panjang tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi dimensi saluran tuang terhadap fluiditas, porositas dan kekerasan pengecoran dari bahan baku aluminium bekas.

LANDASAN TEORI

Tinjauan pustaka

Beberapa peneliti telah melakukan Penelitian tentang pengaruh jenis saluran antara lain: Mahendra, R. dkk (2012) mengungkapkan: bahwa hasil coran *parting line gating system* memiliki harga porositas paling rendah bila dibandingkan hasil coran jenis saluran yang lain. Akan tetapi, hasil coran *parting line gating system* memiliki penyusutan yang paling besar dari pada hasil coran jenis saluran yang lain. Ashar, L.H., dkk (2012) mengungkapkan: bahwa pengecoran pada pola saluran A, B, dan C masing-masing terdapat porositas di mana pada pola saluran C lebih sedikit cacat porositasnya. Hasil pengujian kekerasan nilai kekerasan pada saluran A lebih tinggi nilai kekerasannya 75,8 BHN. Prasetya, C., dkk (2012) mengungkapkan: bahwa persentase porositas terus mengalami penurunan seiring berkurangnya jumlah saluran masuk pada cetakan. Nilai porositas tertinggi pada jumlah saluran masuk satu. Semakin banyak saluran masuk dalam cetakan pasir maka logam cair akan cepat memenuhi rongga dalam cetakan dan mengalami pembekuan yang seragam.

Dasar teori

Aluminium dan Aluminium paduan dapat dilebur dengan baik, tanpa kontaminasi gas Hidrogen, bila pokok-pokok penting proses peleburan diikuti dengan tepat dan cermat. Di samping itu bahan baku yang bersih, tanpa pemuatan tambahan serta proses-proses yang mengaduk cairan (modifikasi, *grain refining*), akan sangat mengurangi potensi kontaminasi gas tersebut dan pemanasan tidak lebih dari 770° C. Di atas temperatur tersebut akan terjadi kontaminasi gas H₂ yang besar sehingga menjadi porositas pada produk cor. Pada penelitian ini peleburan menggunakan dapur krusibel.

Saluran masuk dihitung paling awal, karena saluran masuk mempunyai luas penampang yang paling kecil dari bagian-bagian lain sistem saluran (efek pengereman aliran). Saluran masuk biasanya ditempatkan pada permukaan pisah cetakan. Melalui saluran masuk dengan penampang A mengalir cairan logam dengan volume V dan kecepatan alir v, persamaan untuk menentukan luas penampang saluran masuk yaitu:

$$A_{sm} = \frac{22.6 \times G}{\rho \times t_p \times \sqrt{h}}$$

Keterangan:

G = Berat Benda cor (kg)

ρ = masa jenis logam (kg/cm³)

t_p = waktu cor (detik)

h = tinggi penuangan (cm)

A_{sm} = luas penampang saluran masuk (cm²)

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku pengecoran yang digunakan *scrap* aluminium atau aluminium bekas yang diperoleh dari industri pengecoran logam Batur, Ceper, Klaten.

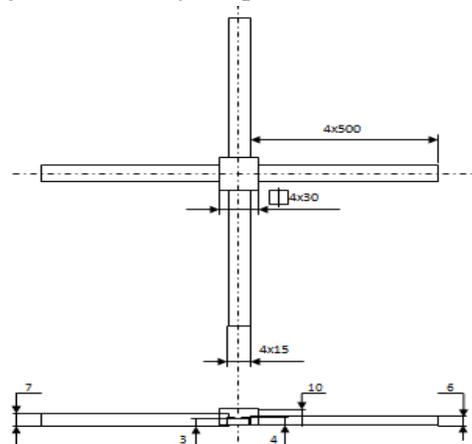
Alat Penelitian: Dapur krusibel, Pasir Cetak, Tetes tebu, Semen Portland, Pola, Ladell/Kowi, Rangka Cetak, Timbangan, Penggaris ukur 70

cm, Mesin Uji Vickers, Blower, Kokas/briket, Saluran tuang.

Tahapan Penelitian

Pola dan Rangka Cetak

Pola dan rangka cetak dibuat dari kayu dengan bentuk disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola (ukuran mm)



Gambar 2. Rangka Cetak

Peleburan

Proses peleburan dilakukan di Laboratorium pengecoran logam prodi Teknik Mesin Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta. Alat untuk proses peleburan ini menggunakan dapur krusibel, seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Dapur Peleburan

Peleburan menggunakan dapur krusibel dengan bahan bakar briket kokas, yang di atasnya ditaruh kowi untuk tempat aluminium yang akan dilebur.

Aluminium ditimbang disesuaikan dengan volume dari pola, sehingga peleburan tidak mengalami kekurangan cairan logam aluminium. Cetakan dibuat 3 macam masing-masing cetakan dengan lubang saluran tuang atau saluran masuk logam cair berbeda antara satu dengan yang lainnya. Dimensi lubang saluran tuang dihitung dengan persamaan sesuai dengan bab tinjauan pustaka. Saluran tuang dibuat dengan ukuran 13 mm, 15 mm dan 17 mm. Benda coran hasil penuangan disajikan Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Benda coran

Pengukuran Fluiditas

Panjang fluiditas diukur dengan menggunakan penggaris sesuai dengan panjang yang diperoleh dalam satuan milimeter. Hasil pengukuran dihitung nilai rata-rata panjang fluiditas untuk setiap ketebalan benda. Pengukuran akurasi ukuran menggunakan jangka sorong karena ketelitiannya lebih baik. Pengukuran dilakukan pada pola dan benda hasil cor dengan mengukur tebal dan lebarnya. Tebal dan lebar diukur pada jarak 20 mm dari saluran

turun. Hasil pengukuran diambil persentase perbedaan ukuran benda hasil cor dengan polanya. Hasil persentase dihitung rata-ratanya untuk setiap dimensi saluran tuang. Pengukuran benda coran ditunjukkan Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5 Pengukuran panjang benda coran

Pengamatan Porositas

Pengamatan porositas dilakukan dengan melihat secara visual pada setiap sisi bagian luar dari benda coran. Dari ketiga spesimen benda coran akan di cari porositas yang paling luas dan paling sedikit untuk menentukan tingkat porositas dari benda coran. Penentuan besarnya porositas dengan cara menghitung massa jenis tiap benda coran yaitu massa benda coran dibagi volumenya. Massa jenis yang besar menandakan porositas sedikit demikian sebaliknya. Gambar 5 pengamatan porositas.



Gambar 5. Porositas benda coran

Pengujian Kekerasan

Spesimen yang akan diuji sebelumnya diratakan dulu permukaannya dengan mesin gerinda selanjutnya diletakkan pada dudukan resin, diampelas, diautosol supaya diperoleh permukaan yang halus. Pengukuran kekerasan dilakukan dengan jenis uji kekerasan Vickers. Pengujian pada penelitian ini menggunakan beban penekanan 200 gr, waktu pembebanan 10

detik. Gambar 6 menyajikan mesin uji kekerasan jenis Buehler High Quality MicroHardnessTester model MM 0054.



Gambar 6 Mesin Uji Kekerasan Vickers Mikro
(Sumber: Lab Bahan UGM)

Angka kekerasan Vickers dapat dinyatakan dengan rumus:

$$VHN = \frac{2.P.\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} \left(\frac{kg}{mm^2}\right)$$

$$d = \frac{d_1+d_2}{2} \quad \text{Sehingga:}$$

$$VHN = 1,854 \frac{P}{d^2} \left(\frac{kg}{mm^2}\right)$$

Keterangan:

VHN = Nilai kekerasan specimen

P = Beban terpasang (kg)

d = diagonal bekas injakan penetrator (mm)

Spesimen uji kekerasan ditunjukkan pada Gambar 7.

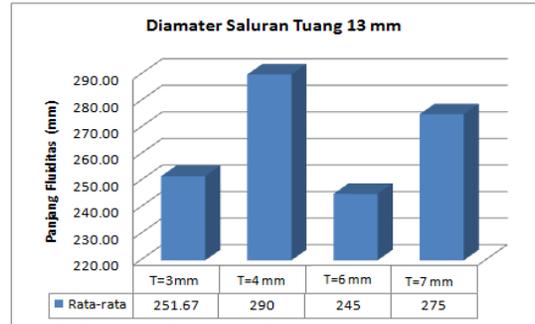


Gambar 7. Spesimen uji kekerasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Diameter Saluran Tuang terhadap Fluiditas.

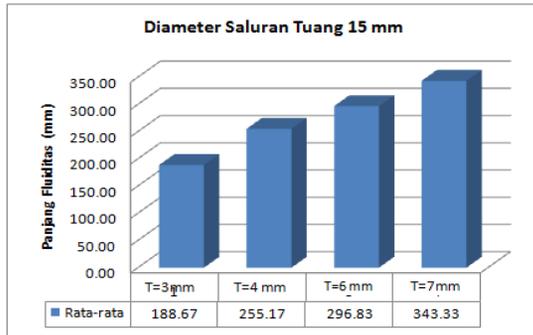
Hasil pengukuran fluiditas terhadap benda hasil coran dengan saluran tuang berdiameter 13 mm disajikan pada Gambar 8 di bawah ini:



Gambar 8. Grafik hubungan fluiditas dengan diameter saluran tuang 13 mm

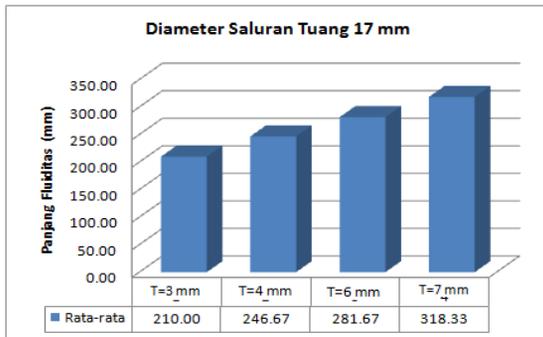
Fluiditas benda coran dengan saluran tuang berdiameter 13 mm masing-masing mempunyai panjang rata-rata berturut-turut untuk tebal 3 mm, 4 mm, 6 mm dan 7 mm adalah panjang rata-rata 251,67 mm, 290 mm, 245 mm dan 275 mm. Mampu alir cairan logam aluminium paling panjang pada tebal 4 mm, sedangkan mampu alir yang paling pendek adalah tebal 6 mm, mampu alir yang pendek ini bisa dikarenakan pengaruh dari kemungkinan tersumbatnya rongga cetakan oleh pasir yang runtuh sehingga aliran logam cair terhambat.

Fluiditas benda coran dengan saluran tuang berdiameter 15 mm seperti ditunjukkan Gambar 9 masing-masing mempunyai panjang rata-rata berturut-turut untuk tebal 3 mm, 4 mm, 6 mm dan 7 mm yaitu panjang rata-rata 188,67 mm, 255,17 mm, 296,83 mm dan 343,33 mm. mampu alir yang paling panjang adalah tebal 7 mm dan paling pendek pada tebal 3 mm, hal ini karena perbedaan luas penampang rongga cetakan semakin besar luas penampang rongga cetakan kemungkinan akan semakin mampu alir akan semakin jauh. Logam cair bergerak mengalir mengikuti rongga cetakan lebih bebas pada penampang yang luas dibanding pada penampang yang sempit.



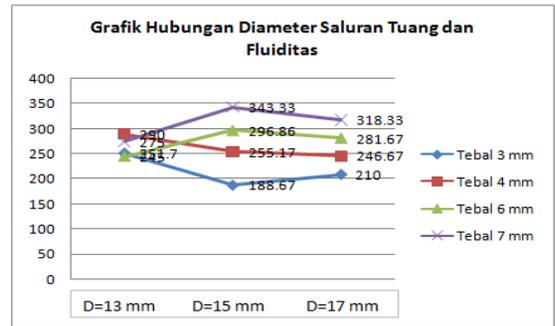
Gambar 9. Grafik hubungan fluiditas dengan diameter saluran tuang 15 mm

Fluiditas benda coran dengan saluran tuang berdiameter 17 mm ditunjukkan Gambar 10 masing-masing mempunyai panjang rata-rata berturut-turut untuk tebal 3 mm, 4 mm, 6 mm dan 7 mm yaitu panjang rata-rata 210 mm, 246,67 mm, 281,67 mm dan 318,33 mm. mampu alir yang paling panjang adalah tebal 7 mm dan paling pendek pada tebal 3 mm, hal ini juga karena perbedaan luas penampang rongga cetakan semakin besar luas penampang rongga cetakan kemungkinan akan semakin mampu alir akan semakin jauh. Logam cair bergerak mengalir mengikuti rongga cetakan lebih bebas pada penampang yang luas dibanding pada penampang yang sempit.



Gambar 10. Grafik hubungan fluiditas dengan diameter saluran tuang 17 mm

Hubungan ketiga dimensi saluran tuang dengan fluiditas disajikan Gambar 11 sebagai berikut:



Gambar 11. Hubungan antara dimensi saluran tuang dan fluiditas.

Dari gambar 11 dapat diketahui bahwa untuk tebal pola 3 mm fluiditas paling panjang dengan diameter saluran tuang 13 mm (251,7 mm), sedangkan yang paling pendek dengan diameter saluran tuang 15 mm (188,67 mm). Diameter saluran tuang 13 mm mempunyai kestabilan aliran cairan logam lebih baik karena tidak terjadi turbulen pada saat penuangan, sehingga mampu alir logam cair lebih panjang.

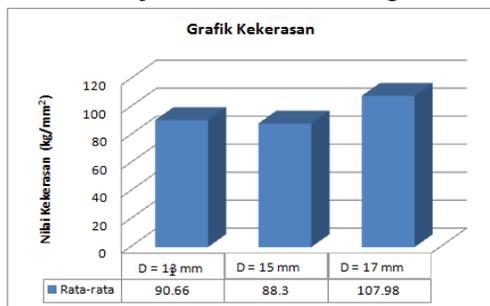
Untuk tebal pola 4 mm fluiditas paling panjang dengan diameter saluran tuang 13 mm yaitu 290 mm dan yang paling pendek diameter saluran tuang 17 mm yaitu 246,17 mm. Dalam hal ini dimensi saluran tuang mempunyai pengaruh terhadap fluiditas atau mampu alir logam cair terlihat dari perbedaan panjang benda coran cukup panjang. Diameter saluran tuang 13 mm masih lebih baik dibanding dengan yang lain karena rongga cetakan yang kecil dibutuhkan lubang saluran tuang yang kecil pula supaya tidak terjadi penumpukan logam cair pada saluran masuk yang dapat menghambat logam cair mengalir.

Untuk tebal pola 6 mm fluiditas paling panjang dengan diameter saluran tuang 15 mm (296,86 mm) sedangkan yang paling pendek diameter saluran tuang 13 mm (245 mm). Dimensi saluran semakin besar maka dibutuhkan logam cair yang tuang ke dalam saluran tuang semakin banyak sehingga logam cair akan mengalir dengan cepat ke seluruh rongga cetak.

Tebal pola 7 mm fluiditas paling panjang dengan diameter saluran tuang 15 mm (343,33 mm) sedangkan fluiditas paling pendek dengan diameter saluran tuang 13 mm (275 mm). Dalam hal ini ukuran diameter saluran tuang berpengaruh terhadap fluiditas pada pengecoran aluminium bekas, ini ditunjukkan dari hasil penuangan logam yang selalu berbeda fluiditasnya antara ketiga dimensi saluran tuang tersebut.

Pengaruh Diameter Saluran Tuang terhadap Kekerasan

Pengaruh diameter saluran tuang terhadap kekerasan disajikan Gambar 12 sebagai berikut:



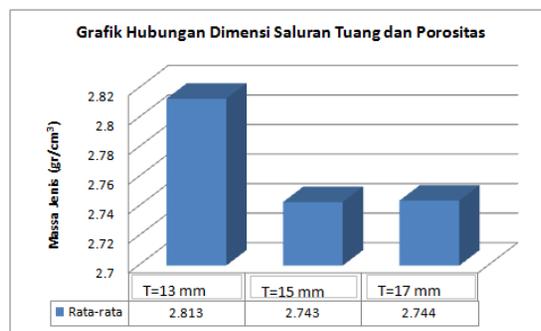
Gambar 12. Grafik hubungan antara diameter saluran tuang dengan kekerasan

Nilai kekerasan dari benda coran aluminium ditunjukkan Gambar 12, nilai kekerasan masing-masing benda coran untuk diameter saluran tuang 13 mm, 15 mm dan 17 mm adalah 90,66 VHN, 88,3 VHN dan 107,98 VHN. Nilai kekerasan tertinggi dengan diameter saluran tuang 17 mm (107,98 VHN) sedangkan nilai terendah dengan diameter saluran tuang 15 mm (88,3 VHN). Nilai kekerasan bisa berhubungan dengan kecepatan penuangan dan waktu pembekuan. Penuangan logam cair yang dengan waktu sesingkat mungkin akan akan mempengaruhi panjang alir logam dan proses pembekuan. Semakin cepat logam cair memenuhi rongga cetakan maka proses pembekuan semakin cepat yang menyebabkan atom-atom akan cepat terhenti pada kondisi yang belum sempurna, hal inilah yang menyebabkan kekerasan pada diameter

saluran tuang 17 mm mempunyai kekerasan yang paling tinggi. Lubang tuang yang semakin besar semakin memperbanyak volume logam cair yang mengalir melalui saluran tuang tersebut, sehingga ruang rongga cetak cepat terisi.

Pengaruh Diameter Saluran Tuang terhadap Porositas

Pengaruh diameter saluran tuang terhadap porositas ditunjukkan Gambar 13.



Gambar 12. Grafik hubungan antara diameter saluran tuang dan porositas

Untuk menentukan porositas dalam penelitian ini menggunakan metode yaitu mencari volume benda coran (volume dalam cm³) dan menimbang benda coran (massa dalam gram). Dari kedua variabel tersebut kemudian dicari massa jenis yaitu dengan cara massa benda coran dibagi volume benda coran. Dari gambar 12 diperoleh nilai massa jenis yang berbeda-beda, hal ini menunjukkan bahwa porositas untuk masing-masing benda coran berbeda-beda. Nilai massa jenis benda coran rendah menunjukkan tingkat porositas banyak atau lebih luas sebaliknya benda coran dengan nilai massa jenis tinggi menunjukkan tingkat porositas sedikit. Dari gambar 12 diketahui tingkat porositas tertinggi diperoleh pada benda coran dengan diameter saluran tuang 17 mm yaitu mempunyai masa jenis 2.743 gr/cm³ hal ini disebabkan oleh adanya aliran logam cair yang melewati saluran tuang cukup besar sehingga volume yang masuk tidak sesuai dengan rongga cetakan. Dengan

saluran tuang yang lebih besar menyebabkan kecepatan aliran logam cair menjadi lebih cepat sehingga menyebabkan terjadi turbulen dan logam cair tidak dapat mengalir dengan sempurna. Sedangkan tingkat porositas yang rendah diperoleh pada diameter saluran tuang 13 mm yaitu 2.831 gr/cm³ ini sesuai dengan literatur yang diperoleh bahwa diameter saluran tuang 13 mm. Kesesuaian antara volume rongga cetak dengan diameter saluran tuang menyebabkan aliran logam cair pada saat penuangan stabil sehingga logam cair mampu mengalir ke segala rongga cetakan dengan baik.

KESIMPULAN

- a. Pengaruh dimensi saluran tuang terhadap fluiditas adalah: mampu alir paling panjang terjadi untuk tebal pola 3 mm dan 4 mm dengan lubang penuangan berdiameter 13 mm, panjang benda coran tebal 3 mm yaitu 251,7 mm dan tebal 4 mm adalah 290 mm. Sedangkan mampu alir paling panjang yang terjadi pada tebal 6 mm dan 7 mm dengan lubang penuangan berdiameter 15 mm, panjang benda coran tebal 6 mm yaitu 296,86 mm dan tebal 7 mm adalah 343,33 mm.
- b. Pengaruh dimensi saluran tuang terhadap kekerasan adalah kekerasan tertinggi diperoleh pada diameter saluran tuang 17 mm dengan nilai kekerasan 107,98 VHN sedangkan nilai kekerasan terendah diperoleh dengan diameter saluran tuang 15 mm nilai kekerasan 88,3 VHN.
- c. Pengaruh dimensi saluran tuang terhadap porositas yaitu tingkat porositas tertinggi diperoleh dengan diameter saluran tuang 17 mm yaitu sebesar 2.743 gr/cm³, sedangkan tingkat porositas paling rendah diperoleh dengan diameter saluran tuang 13 mm sebesar 2.831 gr/cm³.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashar, L.H., dkk (2012), *Analisis Pengaruh Model Sistem Saluran dengan Pola Styrofoam terhadap Sifat Fisi dan Kekerasan Produk Puli pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang*, Jurnal Momentum, Vol. 8, No. 1, April 2012
- ASM Handbook, 2004, *Metallography and Microstructures*, olume 8.
- ASM Handbook, 2004, *Mechanical Testing and Evaluation*, Volume 9.
- Brown, J.R. (editor), 2000, *Foseco Ferrous Foundryman's Handbook*, Butter worth – Heinenman, Great Britain.
- Callister, W.D., 2007, *Materials Science and Engineering*, 7th ed., John Wiley and Sons, USA.
- Campbell, J., 2003, *Casting*, 2nd ed., Butterworth-Heinemann..
- Gupta, R.B., 2002, *Material Science*, 11th ed., Satya Prakashan, India.
- Mahendra, R., dkk (2012), *Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Saluran pada Aluminium Sand Casting terhadap Porositas Produk Toroidal Piston*, Jurnal Teknik Mesin ITS, Vol. 1, No. 1, 2012. ISSN: 2301-9271
- Prasetya, C., dkk (2012), *Pengaruh Jumlah Saluran Masuk pada Pengecoran Impeller Turbin Croosflow terhadap Cacat Permukaan dan Porositas*, Jurnal Teknik Mesin, Universitas Brawijaya Malang.
- Surdia, T dan Chijiwa, K, 1996, *Teknik Pengecoran Logam*, Cetakan ke tujuh, ISBN 979-408-085-3, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Stefanescu, D.M., 2009, *Science and Engineering of Casting Solidification*, 2nd ed., Springer Science+Business Media, New York.
- Surdia, T. dan Chijiwa, K., 2006, *Teknik Pengecoran Logam*, P.T.Pradnya Paramita, Jakarta.