

# Pengaruh Dimensi Saluran Masuk pada *Scrap Aluminium Sand Casting Pulley* terhadap Kekerasan, Ketangguhan dan Struktur Mikro

Sumpena<sup>1</sup>, Hb. Sukarjo<sup>2</sup>

<sup>1&2</sup>Prodi Teknik Mesin Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

<sup>1</sup>sumpenast@yahoo.co.id

## ABSTRACT

*The purpose of this study for determine influence size of the inlet to the hardness, toughness and microstructure pulley with casting mold sand raw materials aluminum scrap. The smelting process using crucible furnace. Sand molds be made 3 kinds of different inlets, each inlet same was made 4 sand molds. Hardness testing is done by using the Vickers hardness test. the load to pressure 100 gf, the time to pressure 5 seconds. Toughness testing with use standard ASTM D256-03 machine test impact charpy. Observation of microstructure was observed on each specimen by using an optical microscope. The hardness test results show that hardness value of the highest on the dimensions of the inlet height 6 mm is 64.4 VHN while the lowest value to the dimensions of the inlet height 5 mm is 60.96 VHN. The toughness test results show that toughness value from the three specimens almost the same is 0.057 joules / mm<sup>2</sup>; 0.0565 joule / mm<sup>2</sup> and 0.0565 joules / mm<sup>2</sup>. While the structure micro of castings with high dimensional inlet 5 mm and 7 mm occurred structure micro which is almost the same, while the dimensions of the inlet height 6 mm has a spread of Fe, Si and Mg is more evenly distributed.*

**Keywords:** *dimensions of the inlet, pulley, mechanical properties*

## I. PENDAHULUAN

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.

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.

Kualitas coran salah satunya tergantung pada ukuran saluran masuk yang tepat, sehingga perlu dilakukan analisis pengaruh ukuran saluran masuk supaya diperoleh dimensi yang tepat pada saluran masuk penuangan. Pulli merupakan produk komponen yang banyak dipakai pada sistem pemindah daya dan putaran seperti pada penggilingan, mesin-mesin dengan penggerak motor listrik dan motor bakar. Pulli harus mempunyai sifat mekanik sesuai dengan kegunaannya. Pengaruh ukuran saluran masuk perlu diteliti supaya diperoleh pulli yang mempunyai sifat mekanik tinggi. Pada penelitian benda coran akan diuji antara lain: Porositas; Porositas hal yang tidak diinginkan terjadi pada produk benda coran karena menyebabkan sifat mekanik coran menurun. Kekerasan dan ketangguhan merupakan sifat mekanik dari material untuk mengetahuinya maka perlu dilakukan pengujian. Struktur mikro untuk mengetahui fasa Kristal yang terjadi pada pulli dan bisa dilanjutkan dengan proses selanjutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran saluran masuk terhadap porositas, kekerasan, ketangguhan dan struktur mikro pulli dengan pengecoran cetakan pasir bahan baku aluminium bekas.

## II. LANDASAN TEORI

### A. 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 yang 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.

### B. 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 H<sub>2</sub> 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)

$\rho$  = masa jenis logam (kg/cm<sup>3</sup>)

t<sub>p</sub> = waktu cor (detik)

h = tinggi penuangan (cm)

A<sub>sm</sub> = luas penampang saluran masuk (cm<sup>2</sup>)

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Bahan dan Alat

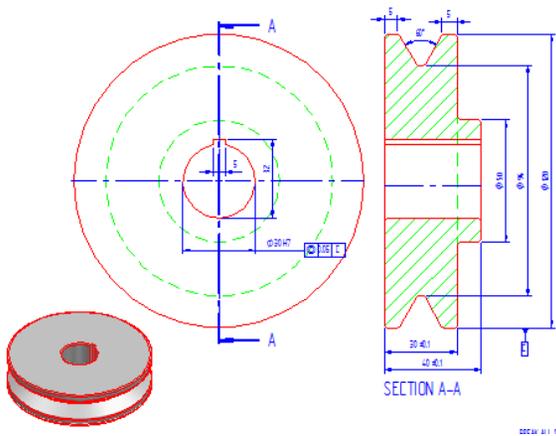
Bahan baku pengecoran yang digunakan *scrap* aluminium atau aluminium bekas yang diperoleh dari industri pengecoran logam Batur, Ceper, Klaten.

Alat Penelitian: Dapur krusibel, Pasir Cetak, Tetes tebu, Semen Portland, Pola bentuk pulli, Ladel/Kowi, Rangka Cetak, Timbangan, Mesin Uji Vickers, Blower, Kokas/briket, Saluran tuang, mesin uji impak, mikroskop *optic*, dan alat lainnya.

#### B. Tahapan Penelitian

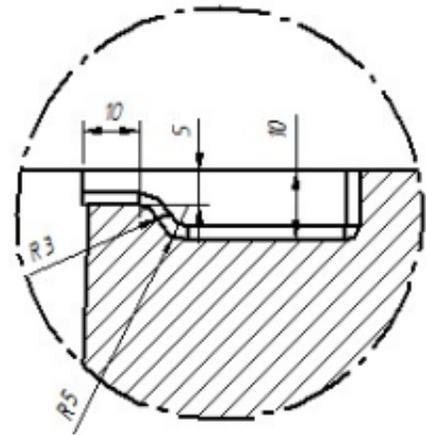
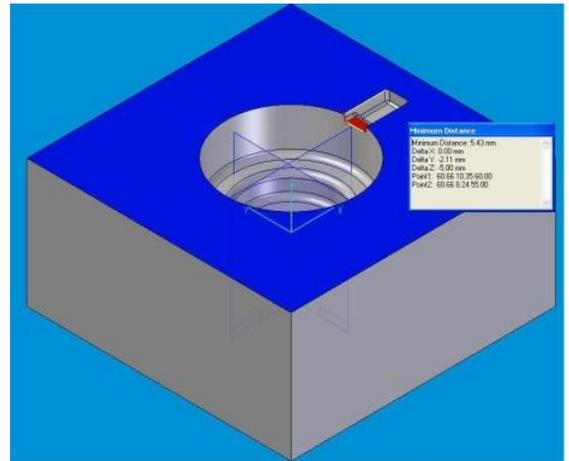
##### 1) Pola dan Rangka Cetak

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



Gambar 1. Pola (ukuran mm)

Detail ukuran saluran masuk ditunjukkan Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Detail ukuran saluran masuk

Sedangkan pola puli dan rangka cetak disajikan Gambar 3.



Gambar 3. Pola, rangka cetak dan saluran tuang

## 2) Peleburan

Alat untuk proses peleburan ini menggunakan dapur krusibel, seperti disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. 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 masuk logam cair berbeda antara satu dengan yang lainnya. Dimensi lubang saluran masuk dibuat dengan tinggi 5 mm, 6 mm dan 7 mm. Benda coran hasil penuangan disajikan Gambar.



Gambar 5. Benda coran

## 3) 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 100 gf, waktu pembebanan 5 detik. Gambar 6 menyajikan mesin uji kekerasan jenis Buehler High Quality Micro Hardness Tester model MM 0054.



Gambar 6. Mesin Uji Kekerasan Vickers Mikro

(Sumber: Lab Bahan UGM)

Angka kekerasan Vickers dapat dinyatakan dengan rumus:

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

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Sehingga:

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

Keterangan:

VHN = Nilai kekerasan spesimen

P = Beban terpasang (kg)

d = diagonal bekas injakan penetrator (mm)

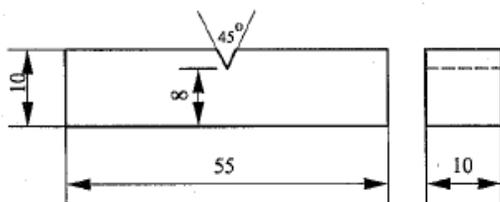


Gambar 7. Spesimen uji impak, kekerasan dan struktur mikro

Spesimen uji kekerasan, impak dan struktur mikro ditunjukkan Gambar 7.

#### 4) Pengujian Ketangguhan

Kekuatan impak dapat diketahui dengan menggunakan alat uji impak (*impact test*). Uji ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah. Standar benda uji mengacu ASTM D 256-03. Spesifikasi alat uji impak yaitu panjang lengan 0,8 meter, berat palu 2 kg, sudut  $\alpha = 151^\circ$ , ukuran spesimen disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Spesimen uji impak charpy

#### 5) Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik seperti disajikan pada Gambar 9. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan cara mengambil sampel spesimen dari masing-masing spesimen.

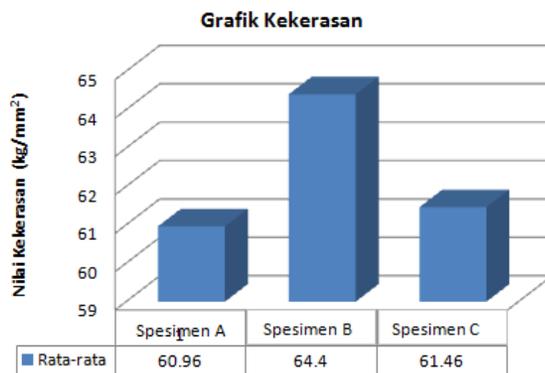


Gambar 9 Mikroskop optik  
(sumber: Lab bahan UGM)

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengaruh Diameter Saluran Tuang terhadap Kekerasan

Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap kekerasan disajikan Gambar 10.



Gambar 10. Grafik hubungan antara dimensi saluran masuk dengan kekerasan

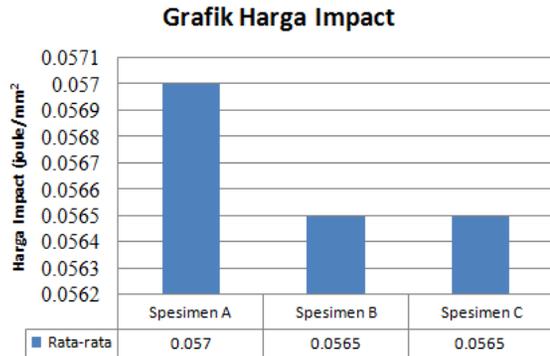
Nilai kekerasan dari benda coran aluminium ditunjukkan Gambar 10, nilai kekerasan masing-masing benda coran untuk dimensi saluran masuk dengan tinggi 5 mm, 6 mm dan 7 mm adalah 60,96 VHN; 64,4 VHN dan 61,46 VHN. Nilai kekerasan tertinggi dengan dimensi saluran masuk dengan tinggi 6 mm; 64,4 VHN sedangkan nilai kekerasan terendah dengan dimensi saluran masuk dengan tinggi 5 mm; 60,96 VHN. Nilai kekerasan bisa berhubungan dengan kecepatan penuangan, waktu pembekuan dan kestabilan aliran logam dalam rongga cetakan. Aliran logam cair aluminium dengan waktu sesingkat 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 dimensi saluran masuk spesimen B 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.

#### B. Pengaruh Dimensi Saluran Masuk terhadap Ketangguhan

Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap ketangguhan ditunjukkan Gambar 11.

Dari Gambar 11 dapat diketahui bahwa harga impak antara spesimen A, B dan C hampir sama, yaitu berturut-turut spesimen A 0,057 joule/mm<sup>2</sup>,

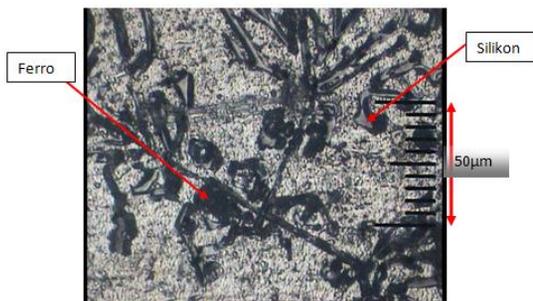
spesimen B  $0,0565 \text{ joule/mm}^2$  dan spesimen C  $0,0565 \text{ joule/mm}^2$ . Sehingga variasi dimensi saluran masuk dalam hal ini tidak terlalu berpengaruh terhadap ketangguhan.



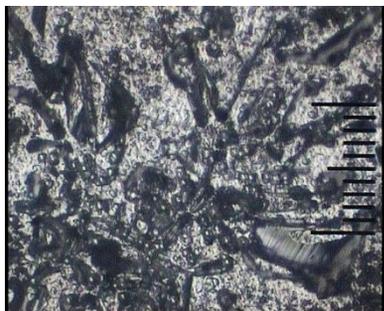
Gambar 11. Grafik hubungan antara dimensi saluran masuk dengan ketangguhan

### C. Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap struktur mikro

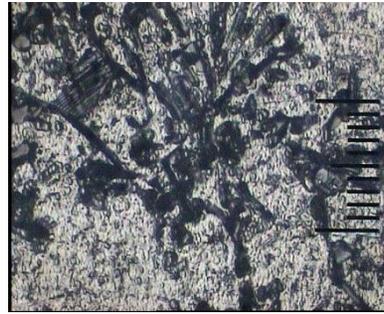
Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap struktur mikro disajikan Gambar 12.



Spesimen A



Spesimen B



Spesimen C

Gambar 12 Foto struktur mikro

Komposisi Al78,13% + Fe12% + Si3,83% + Mg2,99% berdasarkan referensi mendekati Al alloy dengan paduan Si+Mg termasuk seri 5xxx. Penyebaran unsur Fe tidak merata, Si bersenyawa dengan Fe sedangkan Mg tersebar bersenyawa dengan Aluminium. spesimen A pada saat penuangan logam cair ke dalam cetakan membutuhkan waktu yang paling lama, karena dimensi lubang paling kecil. Hal ini menyebabkan pembekuan logam secara baik dan struktur Kristal tersusun sesuai sifatnya.

Foto Struktur mikro spesimen B menunjukkan bahwa penyebaran Fe dan Silikon lebih merata hal disebabkan oleh pemenuhan ruang cetakan yang lebih cepat dan pembekuan logam cair juga lebih cepat. Pembekuan cepat membuat Kristal-kristal dari logam belum sempat tersusun dengan sempurna, karena lebih dulu membeku.

Foto struktur mikro spesimen C hampir sama dengan foto struktur mikro spesimen A. Antara Fe dan silikon bersenyawa, sedangkan Aluminium dan Mg bersenyawa. Ini menunjukkan konsistensi persenyawaan antara unsur-unsur yang ada dalam logam tersebut.

## V. KESIMPULAN

- Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap kekerasan adalah kekerasan tertinggi diperoleh pada dimensi tinggi 6 mm dengan nilai kekerasan 64,4 VHN sedangkan nilai kekerasan terendah diperoleh dengan dimensi tinggi 7 mm dengan nilai kekerasan 61,46 VHN.

- b. Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap ketangguhan yaitu harga impak tertinggi diperoleh pada dimensi tinggi 5 mm sebesar 0,057joule/mm<sup>2</sup>, sedangkan dimensi tinggi 6 mm dan 7 mm mempunyai harga impak sama sebesar 0,0565 joule/mm<sup>2</sup>.
- c. Pengaruh dimensi saluran masuk terhadap struktur mikro adalah dimensi tinggi 6 mm terjadi penyebaran unsur Fe, Si dan Mg secara merata, sedangkan dimensi tinggi 5 mm dan 7 mm mempunyai karakteristik hampir sama yaitu unsur Fe dan Si bersenyawa sedangkan unsur Al dan Mg bersenyawa secara terpisah.
- 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.  
[www.twi.co.uk/content/jk74.html](http://www.twi.co.uk/content/jk74.html),  
[www.hapli.files.wordpress.com](http://www.hapli.files.wordpress.com).

### REFERENSI

- 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*, Volume 8.
- ASM Handbook, 2004, *Mechanical Testing and Evaluation*, Volume 9.
- Brown, J.R. (editor), 2000, *Foseco Ferrous Foundryman's Handbook*, Butter worth – Heineman, 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
- Praestya, 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.