

PENGARUH PENAMPANG *INGATE* TERHADAP CACAT POROSITAS DAN NILAI KEKERASAN PADA PROSES PENGECORAN ALUMINIUM MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR

Arif Sudibyo¹, Bambang Kusharjanta², Wahyu Purwo Raharjo²

¹Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

²Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

Keywords :

Ingate
Porosity
Hardness
Aluminum alloy

Abstract :

This research is aimed to determine the influence of cross-sectional shapes of ingate on porosity defect and hardness number in aluminum alloy castings process by using sand molds. The raw material of aluminum alloy in this experiment is derived from waste of motorcycle brake shoes. Variations of cross-sectional shapes of ingate are: circular, rectangular, and triangular. The porosity testing is conducted by comparing the theoretical density to the actual density. The theoretical density testing uses ASTM E 252-06 standard and the actual density testing uses archimedes theory. The hardness number testing is conducted by using Rockwell hardness testing machine with 1/16 inch of ball indenter's diameter and 100 kgf of test force. The result of circular cross-sectional has the lowest average porosity percentage and highest hardness number. Ingate with circular cross-sectional shape has average porosity percentage 1,93 % and its hardness number is 58,05 HRB.

PENDAHULUAN

Industri pengecoran logam tumbuh seiring dengan perkembangan teknik dan metode pengecoran serta berbagai model produk cor yang membanjiri pasar domestik. Produk cor banyak kita jumpai mulai dari perabotan rumah tangga, komponen otomotif, pompa air sampai propeler kapal. Permintaan pasar akan produk logam cor yang prospektif dan luas ini, kurang diimbangi dengan peningkatan kualitas produk (Hidayat & Slamet, 2010).

Salah satu unsur penting yang perlu diperhatikan dalam memproduksi produk cor yang berkualitas tinggi adalah perancangan saluran (*gating design*). Upaya penelitian secara meluas telah banyak dilakukan untuk mempelajari pengaruh perancangan system saluran pada pola aliran logam cair saat memasuki cetakan. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa perancangan sistem saluran yang optimal dapat mengurangi turbulensi pada aliran logam cair, meminimalisasi udara yang terjebak, *inklusi* pasir, terbentuknya lapisan oksida dan terak (Shafiee et al, 2009)

Sistem saluran adalah jalan masuk bagi cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan. Tiap bagian diberi nama, dari mulai cawan tuang dimana logam dituangkan dari *ladle*, sampai saluran masuk ke dalam rongga cetakan. Nama-nama itu ialah cawan tuang (*pouring cup*), saluran turun (*sprue*), pengalir (*runner*) dan saluran masuk (*ingate*) (Surdia & Chijiiwa, 2000).

Pada penelitian ini akan mendalami tentang saluran masuk (*ingate*). *Ingate* merupakan saluran masuk logam cair ke dalam rongga cetakan setelah

melalui *runner*. Dengan mempertimbangkan bentuk penampang *ingate*, diharapkan akan mengurangi resiko terjadinya cacat porositas dan meningkatkan nilai kekerasan produk cor pada pengecoran aluminium dengan cetakan pasir (*sand casting*).

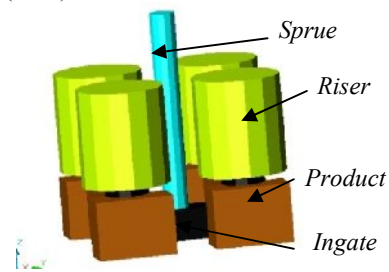
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah limbah sepatu rem sepeda motor. Peleburan limbah sepatu rem menggunakan dapur *crucible*. Bahan bakar yang digunakan adalah solar, briket batu bara, arang, dan kayu bakar.

Persiapan Pola

Pola yang digunakan adalah pola kayu dengan penambah (*riser*) terbuka.



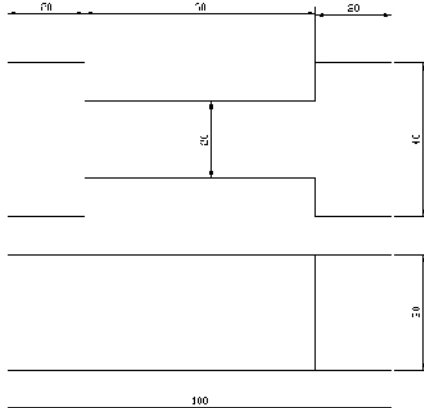
Gambar 1. Pola

Variasi bentuk penampang *ingate* yang digunakan adalah lingkaran, persegi, dan segitiga sama sisi.



Gambar 2. Variasi *Ingate*

Produk cor yang dihasilkan adalah profil I dengan dimensi sebagai berikut:



Gambar 3. Produk Cor

Pembuatan Pasir Cetak

Pasir cetak dibuat dari campuran pasir silika, bentonit, dan pasir dengan komposisi berat 80%, 10%, 10%.

Peleburan Logam

Peleburan logam menggunakan dapur *crucible*. Bahan bakar yang digunakan adalah solar, briket batu bara, arang, dan kayu bakar.

Penuangan Logam Cair

Ladle diangkat dari dapur *crucible* kemudian logam cair dituang ke dalam cetakan pasir yang telah disiapkan.

Pembongkaran Cetakan Pasir

Pembongkaran dan pembersihan pesir cetak yang digunakan untuk membuat produk cor dilakukan setelah logam cair membeku. Pembongkaran dilakukan untuk mendapatkan atau memisahkan benda coran dari cetaknya.

Pemotongan Sistem Saluran

Pemotongan sistem saluran dilakukan agar memudahkan melakukan pengukuran dan menganalisa hasil coran.

Pengujian Cacat Porositas

Porositas berhubungan dengamassa jenis (densitas) material. Densitas adalah perbandingan massa terhadap volume. Sebelum dapat menentukan persentase porositas, terlebih dahulu menentukan densitas teoritis dan densitas aktual Densitas teoritis dapat dihitung berdasarkan standar ASTM E 252-06. Sedangkan densitas aktual dapat dicari menggunakan teori archimides.

Benda kerja ditimbang di udara dan di dalam fluida kemudian densitas aktual dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\rho_{pm} = \left(\frac{W_{udara}}{W_{udara} - W_{fluida}} \right) \times \rho_{fluida} \quad (1)$$

(Harmanto, 2012)

Keterangan:

- ρ_{pm} : densitas aktual (gram/cm³)
- Wudara : massa di udara (gram)
- Wfluida : massa dalam fluida (gram)
- ρ_{fluida} : densitas fluida (gram/cm³)

Data densitas teoritis dan densitas aktual produk cor kemudian digunakan untuk menghitung persentase porositas.

$$\% P = \left[1 - \frac{\rho_{pm}}{\rho_{th}} \right] \times 100 \% \quad (2)$$

(Harmanto, 2012)

Keterangan:

- % P : persentase porositas produk cor (%)
- ρ_{pm} : densitas aktual (gram/cm³)
- ρ_{th} : densitas teoritis (gram/cm³)

Pengujian Kekerasan

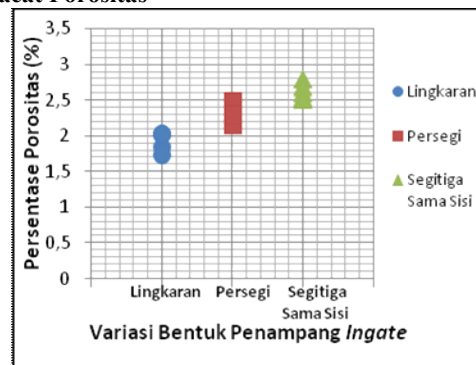
Kekerasan produk cor diukur menggunakan alat uji keras Rockwell berdasarkan standar ASTM E 18. Pengujian menggunakan indenter bola baja 1/16 inci dengan pembebanan 100 kgf.

Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui porositas produk secara mikroskopis. Benda kerja dipotong kemudian permukaannya diratakan dengan amplas secara bertahap mulai dari nomor 400, 800, 1000, dan 1200. Langkah berikutnya dilakukan pemolesan benda kerja menggunakan autosol dengan maksud menghilangkan goresan pada permukaan benda kerja karena pengampelasan. Setelah permukaan benda kerja benar-benar halus kemudian dilakukan pengamatan dengan mikroskop mikro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

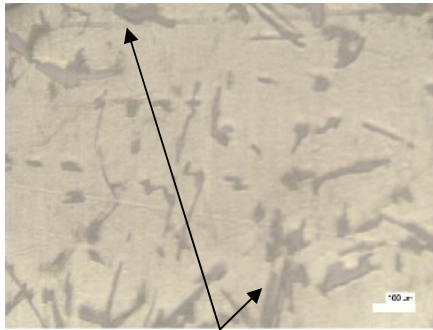
Cacat Porositas



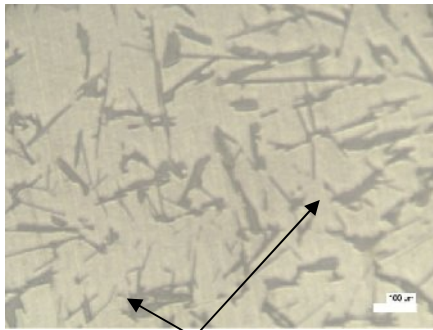
Gambar 4. Grafik Variasi Penampang *Ingate* dan Porositas

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara penampang ingate dengan persentase porositas produk hasil coran.

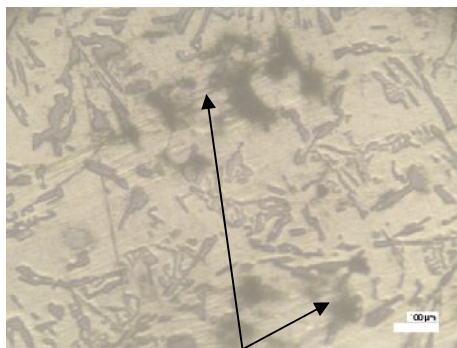
Nilai rata-rata porositas tertinggi adalah pada variasi penampang berbentuk segitiga sama sisi, yaitu sebesar 2,63 %. Nilai rata-rata porositas paling rendah adalah pada variasi bentuk penampang lingkaran, yaitu 1,93%. Sedangkan pada variasi bentuk penampang persegi memiliki nilai rata-rata porositas 2,27%.



Gambar 5. Porositas pada variasi penampang lingkaran



Gambar 6. Porositas pada variasi penampang persegi



Gambar 7. Porositas pada variasi penampang segitiga sama sisi

Porositas terjadi karena dalam coran aluminium, hidrogen adalah satu-satunya gas yang larut dalam jumlah signifikan. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya porositas gas hidrogen. Hidrogen secara normal terbentuk oleh reaksi logam dengan kelembaban atau uap air sisa dalam cetakan. Reaksi

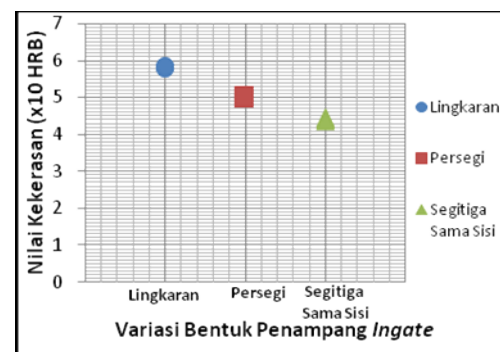
kimia ini tidak dapat dihindari karena air merupakan salah satu komponen pokok untuk membuat cetakan pasir. Reaksi kimia yang terjadi antara aluminium dan uap air ini akan menghasilkan aluminium oksida (Al_2O_3) dan gas hidrogen (H_2).



Ingate dengan bentuk penampang segitiga sama sisi merupakan variasi yang paling tidak efektif karena menghasilkan persentase porositas yang tinggi. Hal ini terjadi karena gas hidrogen yang terbentuk pada variasi penampang segitiga sama sisi lebih banyak dibandingkan variasi penampang lingkaran dan persegi. *Ingate* pada semua variasi memiliki luas penampang yang sama (260 mm^2). Namun, pada bentuk penampang segitiga sama sisi memiliki luas permukaan sentuh dengan aluminium yang lebih besar ($22,05 \text{ cm}^2$) dibandingkan dengan lingkaran ($17,14 \text{ cm}^2$) dan persegi ($19,32 \text{ cm}^2$). Semakin luas permukaan sentuh maka reaksi kimia yang terjadi akan semakin cepat sehingga gas hidrogen yang terbentuk juga akan semakin banyak. Selain itu, pada variasi penampang segitiga sama sisi memungkinkan terjadinya gelombang aliran logam cair. Hal ini akan mengakibatkan gas hidrogen yang terlarut ke dalam logam cair menjadi semakin banyak. Gas hidrogen yang terperangkap pada saat pembekuan akan mengakibatkan terjadinya porositas pada produk cor.

Nilai Kekerasan

Data pada grafik (Gambar 8) menunjukkan bahwa bentuk penampang *ingate* berpengaruh terhadap nilai kekerasan produk. Nilai rata-rata kekerasan produk dengan variasi bentuk penampang lingkaran adalah 58,05 HRB. Nilai kekerasan rata-rata untuk bentuk penampang persegi yaitu 49,9 HRB. Sedangkan nilai kekerasan rata-rata untuk bentuk penampang segitiga sama sisi yaitu 44,12 HRB. Variasi penampang lingkaran memiliki nilai rata-rata kekerasan tertinggi dan variasi penampang segitiga memiliki rata-rata nilai kekerasan paling rendah.

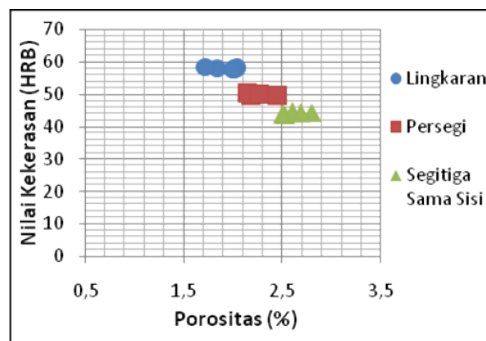


Gambar 8. Grafik Variasi Penampang *Ingate* dan Nilai Kekerasan

Perbedaan nilai kekerasan pada masing-masing variasi terjadi karena nilai persentase porositas yang berbeda pula. Variasi penampang segitiga sama sisi memiliki nilai kekerasan paling rendah dibandingkan variasi penampang lingkaran dan persegi. Hal ini terjadi karena pada penampang segitiga memiliki nilai rata-rata persentase porositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi penampang persegi dan lingkaran.

Hubungan Cacat Porositas dengan Nilai Kekerasan

Gambar 9 menunjukkan hubungan antara porositas terhadap nilai kekerasan produk cor. Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa persentase porositas berbanding terbalik dengan nilai kekerasannya. Semakin tinggi persentase porositas, nilai kekerasan produk justru semakin rendah. Nilai rata-rata kekerasan tertinggi terdapat pada variasi penampang lingkaran, yaitu sebesar 58,05 HRB. Nilai rata-rata kekerasan paling rendah terdapat pada variasi penampang segitiga, yaitu sebesar 44,12 HRB.



Gambar 9. Grafik Hubungan Porositas dengan Nilai Kekerasan

Porositas akan mengakibatkan nilai kekerasan aluminium cor berkurang karena terdapat rongga-rongga udara baik itu di permukaan ataupun di bagian dalam. Semakin banyak rongga-rongga udara pada aluminium cor akan mengakibatkan logam menjadi semakin rapuh. Pada saat dikenai beban, porositas dapat mengakibatkan terjadinya retakan dalam skala mikro dan akan semakin bertambah besar.

KESIMPULAN

Bentuk Penampang *ingate* berpengaruh terhadap terjadinya cacat porositas dan nilai kekerasan produk cor aluminium cetakan pasir. Lingkaran merupakan bentuk penampang *ingate* yang memiliki persentase porositas paling rendah dan memiliki nilai kekerasan paling tinggi dibandingkan dengan bentuk penampang persegi dan segitiga sama sisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Harmanto, S. (2012). *Pengaruh Tebal Coran Pada Proses HDPC Terhadap Porositas Dengan Material ADC 12*. Orbit Vol. 8 No. 2 Juli 2012: 94 – 97.
- Hidayat, T., & Slamet, S. (2010). *Pengaruh Model Saluran Tuang Pada Cetakan Pasir Terhadap Hasil Cetakan*. Mawas, Juni 2010 : 1 – 9.
- Shafiee, M., Hasyim, M., & Said M. (2009). *Effects of Gating Design on The Mechanical Stregh of Thin Section Castings*. Proceeding of MUCEET 2009, Juni 2009 : 1- 4.
- Surdia, T., & Chijiwa K. (2000). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.