

PENGARUH UKURAN *RISER* TERHADAP CACAT PENYUSUTAN DAN CACAT POROSITAS PRODUK COR ALUMINIUM CETAKAN PASIR

I Harmonic Krisnawan¹, Bambang Kusharjanta², Wahyu Purwo Raharjo²

¹Mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

²Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

Keywords :

Riser
Shrinkage
Porosity
Aluminium alloy

Abstract :

This experiment is aimed to determine the influence of riser size on shrinkage and porosity defect of aluminium castings by using sand molds. The raw material of aluminium alloy in this experiment is derived from waste of motorcycle piston. Bottle shape riser is used with the size of necks 25 mm of diameters and 5 mm of height. Variations of riser size are: 30 mm of diameters with 100 mm of height, 40 mm of diameters with 56 mm of height, and 50 mm of diameters with 36 mm of height. The shrinkage testing is conducted by comparing the castings volume to the molds volume. The observation of shrinkage cavity is done by cleaving the castings into two pieces. The porosity is tested by comparing the true density to the apparent density. The true density testing uses ASTM E-252 standard. The result of this experiment are is to produce castings which low shrinkage and porosity defect is used riser which large of diameters and height size.

PENDAHULUAN

Industri pengecoran logam tumbuh seiring dengan perkembangan teknik dan metode pengecoran serta berbagai model produk cor yang membanjiri pasar domestik (Hidayat, 2010). Pada coran dapat terjadi berbagai macam cacat tergantung pada bagaimana keadaannya, sedangkan cacat-cacat tersebut boleh dikatakan jarang berbeda menurut bahan dan macam coran. Banyak cacat ditemukan dalam coran secara biasa. Seandainya sebab-sebab dari cacat-cacat tersebut diketahui, maka pencegahan terjadinya cacat dapat dilakukan (Surdia, 2000).

Salah satu hal yang mempengaruhi terjadinya cacat pada produk cor adalah desain sistem saluran yang kurang baik. Penelitian ini akan mendalami tentang ukuran saluran penambah (*riser*). Saluran penambah memberikan logam cair yang mengimbangi penyusutan dalam proses pembekuan dari coran. Perencanaan yang baik dari *riser* atau pengumpan harus menghasilkan pembekuan terarah, hal ini penting karena perencanaan riser yang tidak baik akan menghasilkan cacat yang lain seperti penyusutan atau rendahnya kekuatan luluh produk (Nandi dkk, 2011).

Ukuran saluran penambah (*riser*) seringkali digunakan sebagai parameter untuk mengamati perilaku pembekuan logam pada proses pengecoran. Dalam hal ini yang menjadi perhatian adalah pengaruh ukuran saluran penambah (*riser*) terhadap terjadinya cacat penyusutan. Sedangkan pengaruh ukuran saluran penambah (*riser*) terhadap terjadinya cacat produk yang lain seperti porositas tidak begitu

diperhatikan. Padahal terjadinya cacat porositas akan menyebabkan menurunnya sifat mekanik dari produk coran.

Pada penelitian ini akan dilakukan kajian ukuran saluran penambah (*riser*) terhadap terjadinya cacat penyusutan dan cacat porositas produk pada pengecoran aluminium dengan cetakan pasir. Dengan mempertimbangkan ukuran saluran penambah (*riser*) diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk cor aluminium.

DASAR TEORI

Pembekuan coran dimulai dari bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan yaitu ketika panas dari logam cair diambil oleh cetakan sehingga bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan mendingin sampai titik beku, di mana kemudian inti-inti kristal tumbuh. Bagian dalam dari coran mendingin lebih lambat daripada bagian luar, sehingga kristal-kristal tumbuh dari inti asal mengarah ke bagian dalam coran dan butir-butir kristal tersebut berbentuk panjang-panjang seperti kolom, yang disebut struktur kolom (Surdia, 2000).

Pembekuan (*solidification*) selama pengecoran mengalami tiga jenis penyusutan yaitu: *liquid contraction*, *solidification contraction* dan *solid contraction*. *Liquid contraction* adalah penyusutan yang terjadi pada logam cair jika logam cair didinginkan dari temperatur tuang menuju temperatur pembekuan (*solidification temperature*). *Solidification contraction* adalah penyusutan yang terjadi selama logam cair melalui

phasa pembekuan (perubahan *phasa* cair menjadi *phasa* padat). *Solid contraction* adalah penyusutan yang terjadi selama periode *solid metal* didinginkan dari temperatur pembekuan menuju temperatur ruang. *Liquid contraction* dan *solidification contraction* dapat ditangani dengan merancang sistem *riser* yang baik dan tepat. Kekosongan (*void*) yang ditimbulkan oleh dua jenis penyusutan tersebut diisi cairan logam yang disuplai dari *riser*. Sedangkan *solid contraction* dapat diatasi dengan membuat dimensi pola lebih besar daripada dimensi produk cor untuk mengkompensasi penyusutan yang terjadi (Tjitro, 2001).

Masing-masing area pada produk cor memiliki laju pendinginan yang berbeda. Hal ini disebabkan adanya variasi luas penampang, perbedaan laju pelepasan panas, dan sebagian area yang cenderung membeku lebih cepat dibandingkan area lainnya. Gejala ini bila tidak ditangani dengan baik akan menimbulkan kekosongan atau *shrinkage* akibat *solidification contraction*. *Solidification contraction* biasanya terjadi pada bagian produk cor yang mengalami pembekuan terakhir. *Solidification contraction* menimbulkan cacat *shrinkage* pada produk cor. Para ahli pengecoran menggunakan prinsip dasar itu untuk membuat produk cor yang bebas cacat dengan cara menambahkan volume logam di bagian produk yang membeku terakhir. Cadangan logam pengumpan ini disebut *riser*. Arah pembekuan berhubungan dengan *casting modulus*. *Casting modulus* menunjukkan ratio antara volume cor dengan luas permukaannya. Jika volume cor cetakan meningkat berarti semakin banyak logam cair maka waktu untuk mendinginkan memerlukan waktu lebih lama. Sebaliknya panas yang ada di dalam cor harus dilepaskan melalui permukaan cor, semakin besar luas permukaan cor akan semakin cepat cor tersebut dingin. Jadi *casting modulus* semakin besar maka waktu yang dibutuhkan untuk pembekuan (*solidification*) semakin lama (Tjitro, 2001).

Penambah memberi logam cair yang mengimbangi penyusutan dalam pembekuan dari coran, sehingga penambah harus membeku lebih lambat dari coran. Jika penambah terlalu kecil akan menyebabkan terjadinya rongga penyusutan (Tjitro, 2001). Cacat *shrinkage* timbul dari kegagalan mengganti kekurangan cairan logam dan penyusutan pembekuan. Kejadian ini biasanya gejala ketidaktepatan sistem saluran (*gating system*) dan teknik pengumpanan (*risering*). Pada proses pengecoran logam memungkinkan munculnya gas-gas yang bereaksi menjadi komposisi kimia atau menjadi rongga-rongga udara. Gas tersebut muncul karena adanya udara yang terjebak selama proses penuangan, kontak antara logam cair dengan cetakan, atau dari lapisan yang terbentuk selama proses pembekuan sebagai hasil dari reaksi kimia atau perubahan mampu larut logam cair terhadap suhu (Beeley, 2001).

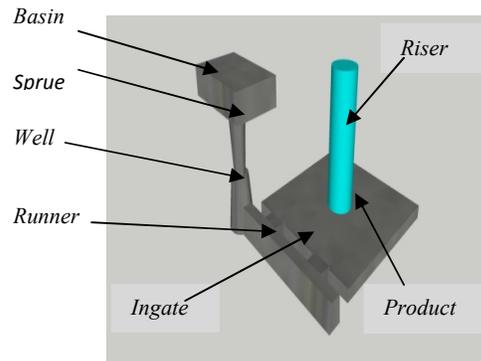
METODE PENELITIAN

Alat Dan Bahan

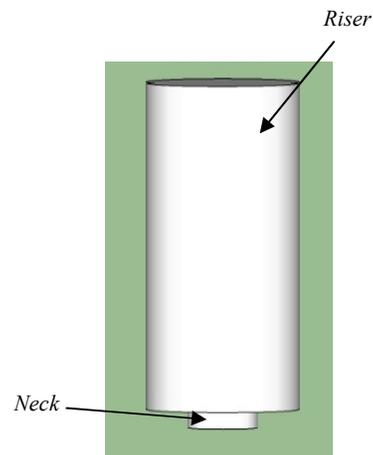
Pada penelitian bahan yang digunakan adalah limbah piston bekas sepeda motor. Peleburan piston menjadi aluminium cair menggunakan dapur kowi. Bahan bakar yang digunakan adalah solar, arang kayu, dan briket batubara.

Persiapan Pola

Jenis pola yang dipergunakan adalah pola tunggal dengan bahan dasar kayu. *Riser* yang dipergunakan pada penelitian ini adalah berbentuk botol. Dipersiapkan tiga variasi ukuran *riser* dimana volume riser sama pada setiap variasi.



Gambar 1. Pola sistem saluran

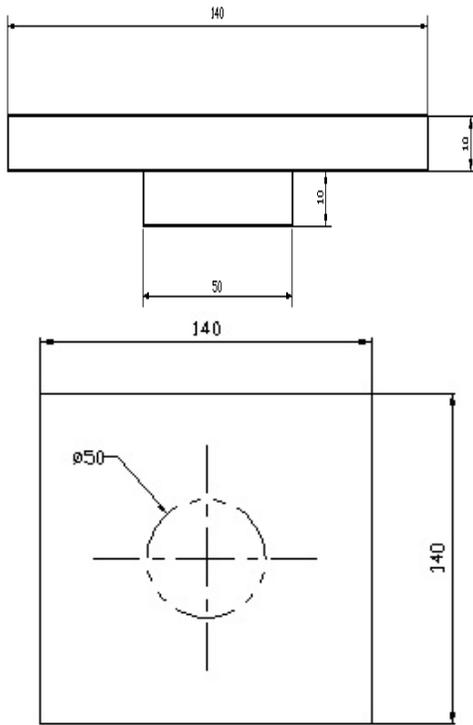


Gambar 2. Bagian saluran penambah

Tabel 1. Variasi ukuran riser

No	Riser		Neck	
	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)
1	30	100	25	5
2	40	56	25	5
3	50	36	25	5

Produk cor berbentuk seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Pola produk

Pembuatan Pasir Cetak

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

Pembuatan Cetakan Pasir

Mempersiapkan kerangka cetak (*flask*), pola produk cor, dan pola saluran. Kemudian meletakkan papan kayu yang di bawah kerangka cetak sebagai alas kerangka cetak bawah (*drag*). Supaya pasir cetak tidak mudah menempel pada pola serbuk grafit dioleskan di atas papan kayu dan pola. Selanjutnya memasukkan pola ke dalam kerangka cetak bawah dan disusun di atas papan kayu yang telah dipersiapkan. Kemudian memasukkan pasir cetak ke dalam kerangka cetak sambil ditumbuk hingga padat. Bila sudah padat langkah berikutnya adalah membalik kerangka cetak bawah setelah terisi penuh dengan pasir cetak dan menyingkirkan papan kayu dari kerangka cetak bawah.

Kerangka cetak atas (*cope*) diletakkan di atas kerangka cetak bawah dan dikaitkan sehingga pasangan kerangka tidak mudah bergeser atau bergerak. Kemudian meengoleskan serbuk grafit pada permukaan pola cetakan pasir dan memasang pola cawan tuang (*basin*), saluran turun (*sprue*) serta saluran penambah (*riser*) pada pola. Pasir cetak dituangkan ke dalam kerangka cetak atas sambil menumbuk pasir cetak hingga padat. Kerangka cetak

atas diangkat dari kerangka cetak bawah setelah kerangka cetak atas terisi penuh dengan pasir cetak. Setelah itu mengeluarkan pola, cawan tuang (*basin*), saluran turun (*sprue*), dan saluran penambah (*riser*) dari cetakan pasir. Dengan terangkatnya pola dari cetakan pasir akan meninggalkan rongga cetak (*cavity*). Kerangka cetak atas dipasang kembali di atas kerangka cetak bawah. Pada tahap ini, cetakan pasir sudah siap untuk dituangkan logam cair dan membuat produk cor.

Peleburan Logam

Peleburan logam aluminium dengan menggunakan dapur kowi. Bahan bakar menggunakan solar, arang kayu, dan briket batubara. Temperatur pemuangan mendekati 700°C.

Penuangan Logam Cair

Cetakan pasir yang telah siap diletakkan sedekat mungkin dengan dapur peleburan untuk menghindari penurunan temperatur yang terlalu besar. Mengambil aluminium cair kemudian menuangkannya di atas cawan tuang secara kontinyu. Temperatur penuangan dan waktu tuang dicatat.

Pembongkaran Cetakan Pasir

Cetakan pasir dibongkar untuk mengeluarkan produk cor. Sistem saluran dipisahkan dari produk cor. Produk cor dibersihkan dan diberi tanda untuk membedakan setiap variasi saluran penambah (*riser*). Kemudian spesimen difoto.

Perhitungan Persentase Penyusutan

Febriantoko (2011) menyatakan nilai persentase penyusutan secara kualitatif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

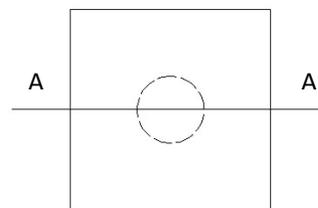
$$S = \frac{(V_{cetakan} - V_{produk})}{V_{cetakan}} \times 100\%$$

Dimana :

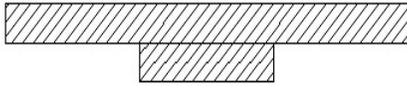
- S : prosentase penyusutan
- $V_{cetakan}$: volume cetakan (cm^3)
- V_{produk} : volume produk (cm^3)

Pengamatan Rongga Penyusutan

Terjadinya cacat rongga penyusutan diamati dengan membelah produk cor menjadi dua bagian.



Gambar 4. Potongan spesimen pengamatan rongga penyusutan.



Gambar 5. Daerah pengamatan rongga penyusutan.

Perhitungan Persentase Porositas

Tjitro (2003) menyatakan sebelum melakukan perhitungan persentase porositas terlebih dahulu menentukan nilai *true density* dengan mengacu ASTM E-252 dan menentukan nilai *apparent density*. Secara kualitatif nilai persentase porositas dihitung dengan menggunakan persamaan yang dipergunakan Tjitro (2003) sebagai berikut :

$$\%P = \frac{(\rho_o - \rho_s)}{\rho_o} \times 100 \%$$

dimana :

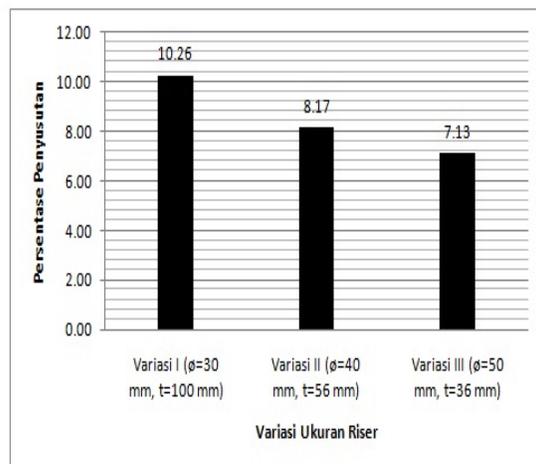
- % P : persentase porositas produk cor (%)
- ρ_o : *true density* (gr/cm³)
- ρ_s : *apparent density* (gr/cm³)

Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro produk dan mengamati terjadinya cacat porositas secara mikroskopis. Sampel pengujian dipotong dan diampelas dengan tingkat kekasaran bertahap mulai dari nomor 60 sampai dengan nomor 1500. Kemudian melakukan pemolesan dengan menggunakan autosol. Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 200X.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Ukuran *Riser* Terhadap Nilai Persentase Penyusutan.



Gambar 6. Hubungan antara persentase penyusutan – variasi ukuran *riser*.

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara persentase penyusutan dengan variasi ukuran saluran penambah (*riser*). Nilai yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari lima spesimen dari setiap variasi ukuran saluran penambah (*riser*). Nilai persentase penyusutan untuk variasi I sebesar 10,26%, untuk variasi II sebesar 8,17%, dan untuk variasi III sebesar 7,13%. Berdasarkan data di atas, ukuran saluran penambah (*riser*) mempengaruhi nilai persentase penyusutan yang terjadi pada produk cor.

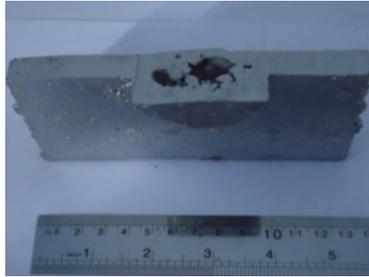
Perbedaan nilai persentase penyusutan tersebut disebabkan oleh perbedaan ukuran saluran penambah (*riser*) dari setiap variasi. Perbedaan ukuran ini berpengaruh terhadap nilai modulus cor *riser* pada setiap variasi. Nilai modulus cor ini mempengaruhi laju pembekuan logam cair selama proses pembekuan. Semakin tinggi nilai modulus cor maka waktu pembekuan logam akan semakin lama dan sebaliknya semakin rendah nilai modulus cor maka waktu pembekuan akan semakin cepat.

Nilai modulus cor *riser* untuk variasi I sebesar 6,51 mm, untuk variasi II sebesar 7,32 mm, dan untuk variasi III sebesar 7,33 mm. Berdasarkan nilai tersebut maka variasi I memiliki nilai persentase penyusutan terbesar. Hal ini disebabkan oleh waktu pembekuan logam di dalam *riser* pada variasi I lebih cepat bila dibandingkan dengan variasi II dan III sebagai akibat dari besarnya laju pembekuan logam di dalam *riser*. Sehingga, *riser* tidak dapat berfungsi dengan baik untuk menyuplai logam cair ketika terjadi penyusutan.

Pada variasi II dan variasi III memiliki modulus cor *riser* yang nilainya sama besar tetapi memiliki nilai persentase penyusutan yang berbeda. Pada gambar 4.3 diketahui nilai persentase penyusutan variasi II lebih besar dibandingkan nilai persentase penyusutan variasi III. Hal ini disebabkan oleh ukuran diameter *riser* pada variasi III lebih besar dibandingkan ukuran diameter riser pada variasi II. Dengan diameter yang besar menyebabkan bidang pembekuan yang bergerak dari arah tepi dinding cetakan lebih lambat untuk bertemu di daerah pusat sumbu simetri *riser*. Sehingga *riser* dapat berfungsi dengan baik untuk menyuplai logam cair ketika terjadi penyusutan.

Pengamatan Rongga Penyusutan

Pada variasi I terjadinya rongga penyusutan disebabkan oleh ukuran tinggi *riser* yang besar yaitu 100 mm dan diameter *riser* kecil yaitu 30 mm. Ukuran diameter yang kecil menyebabkan jarak antara tepi dinding cetakan ke pusat sumbu simetri *riser* kecil, sehingga logam cair di dalam *riser* semakin cepat membeku. Ukuran tinggi *riser* yang besar mengakibatkan *riser* kesulitan untuk mengisi kekurangan logam cair karena jarak tempuh menuju rongga cetakan cukup jauh.



Gambar 7. Rongga penyusutan *riser* variasi I.

Pada variasi II ukuran rongga penyusutan yang terjadi sudah berkurang. Hal ini disebabkan oleh ukuran diameter *riser* yang lebih besar dibandingkan ukuran diameter *riser* pada variasi I yaitu sebesar 40 mm. Sehingga logam cair di dalam *riser* dapat dipertahankan dalam kondisi cair lebih lama. Selain itu ukuran tinggi *riser* variasi II lebih rendah dibandingkan tinggi *riser* variasi I yaitu sebesar 56 mm. Dengan demikian jarak tempuh logam cair dari *riser* menuju rongga cetakan lebih pendek.



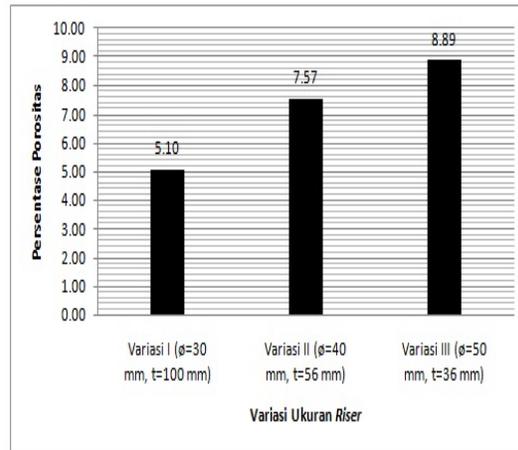
Gambar 8. Rongga penyusutan *riser* variasi II.

Pada variasi III ukuran rongga penyusutan jauh lebih kecil dibandingkan pada variasi I dan II. Hal ini disebabkan ukuran diameter *riser* variasi III lebih besar yaitu 50 mm. Dengan diameter yang besar menyebabkan bidang pembekuan yang bergerak dari arah tepi dinding cetakan lebih lambat saling bertemu di daerah pusat sumbu simetri *riser*. Selain itu, jarak tempuh logam cair dari *riser* menuju rongga cetakan lebih pendek karena tinggi *riser* hanya 36 mm.



Gambar 9. Rongga penyusutan *riser* variasi III.

Pengaruh Ukuran *Riser* Terhadap Nilai Persentase Porositas



Gambar 10. Hubungan antara persentase porositas – variasi ukuran *riser*.

Gambar 10 menunjukkan hubungan antara persentase porositas dengan variasi ukuran saluran penambah (*riser*). Nilai yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari lima spesimen dari setiap variasi ukuran saluran penambah (*riser*).



Gambar 11. Gambar struktur mikro sampel produk variasi I.

Pada variasi I nilai persentase porositasnya paling kecil yaitu sebesar 5,10%. Hal ini disebabkan oleh laju pembekuan logam di dalam *riser* besar sehingga logam lebih cepat membeku. Sehingga, jumlah gas hidrogen yang larut di dalam *riser* jumlahnya sedikit karena kemampuan larut hidrogen pada kondisi cair lebih besar bila dibandingkan dengan pada kondisi solid. Pada gambar 11 bagian yang berwarna hitam yang merupakan cacat porositas yang terjadi pada sampel uji.



Porositas

Gambar 12. Gambar struktur mikro sampel produk variasi II.

Pada variasi II nilai persentase porositasnya lebih besar dibandingkan persentase porositas pada variasi I. Hal ini disebabkan oleh laju pembekuan logam di dalam riser lebih kecil dibandingkan pada variasi I, sehingga proses pembekuan logam di dalam riser menjadi lebih lama. Dengan demikian jumlah gas hidrogen yang terlarut di dalam logam cair semakin banyak. Pada gambar 12 terlihat bahwa porositas yang terjadi lebih banyak dibandingkan pada variasi I dan menyebar di seluruh permukaan sampel uji.



Porositas

Gambar 13. Gambar struktur mikro sampel produk variasi III.

Pada variasi III yang memiliki laju pembekuan riser yang nilainya sama besar dengan variasi II ternyata memiliki nilai persentase porositas yang berbeda. Nilai persentase porositas pada variasi II

nilainya 7,57% sedangkan pada variasi III nilainya 8,89%. Perbedaan ini terjadi karena ukuran diameter riser pada variasi III lebih besar dari ukuran diameter riser variasi II. Dengan diameter yang besar menyebabkan bidang pembekuan yang bergerak dari arah tepi dinding cetakan lebih lambat saling bertemu di daerah pusat sumbu simetri riser. Hal ini menyebabkan semakin banyaknya gas hidrogen yang terlarut di dalam riser.

Ukuran tinggi riser memiliki pengaruh yang signifikan terhadap terjadinya cacat porositas pada produk cor. Bila ukuran tinggi riser besar maka riser mempunyai kemampuan yang besar untuk mendorong logam cair mengisi rongga-rongga porositas pada produk cor. Sehingga pada variasi I yang memiliki ukuran tinggi riser terbesar yaitu 100 mm memiliki nilai persentase porositas yang terkecil dibandingkan pada variasi II dan variasi III yang memiliki ukuran tinggi riser secara berurutan sebesar 56 mm dan 36 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian kesimpulan yang dapat diambil adalah untuk menghasilkan produk cor dengan nilai persentase penyusutan dan persentase porositas yang rendah digunakan riser dengan ukuran diameter besar dan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Beeley, P. 2001. *Foundry Technology Second Edition*. London : Butterworth Heinemann.
- Febriantoko B, Apriyanto F. 2011. *Pengaruh Ukuran Saluran Pendingin Cetakan Soft Tooling Pada Proses Injeksi Plastik*. Simposium Nasional RAPI X FT UMS ISSN : 1412-9612.
- Hidayat T, Slamet S. 2010. *Pengaruh Model Saluran Tuang Pada Cetakan Pasir Terhadap Hasil Cetakan*. Mawas, Juni 2010 : 1 – 9
- Nandi T, Behera R, Chanda A, Sutradhar G. 2011. *Study on Solidification Behaviour of LM6 Castings by Using Computer-Aided Simulation Software*. Indian Foundry Journal Vol. 57, No. 3, Maret 2011 : 44-49.
- Surdia, T. 2000. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Tjitro, S. 2001. *Pengaruh Bentuk Riser Terhadap Cacat Penyusutan Produk Cor Aluminium Cetakan Pasir*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 3, No. 2, Oktober 2001: 41 – 46.
- Tjitro S, Gunawan H. 2003. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 5, No. 1, April 2003: 1 – 4.