

PERENCANAAN SISTEM SALURAN DAN PENAMBAH UNTUK MENGURANGI CACAT PRODUK CORAN KOMPONEN PERALATAN PABRIK

DESIGN OF GATING SYSTEM AND FEEDER FOR MINIMIZATION FACTORY EQUIPMENT COMPONENTS

Jimmy G. Simanjuntak, Pander Sitindaon, Hitman Pardosi, Dewi Kusumawaty
Fungsional Perekayasa, Balai Riset dan Standardisasi Industri Medan

ABSTRAK

Cacat pengecoran merupakan masalah yang sering di jumpai pada industri pengecoran logam. Permasalahan ini dapat menimbulkan naiknya biaya produksi untuk melakukan perbaikan bahkan produksi ulang. Salah satu faktor yang mengakibatkan cacat produk cor adalah masalah sistem saluran dan penambah. Untuk mengurangi masalah cacat tersebut di perlukan perhitungan sistem saluran dan penambah yang sesuai sehingga dimensi dari sistem saluran dapat memperlancar aliran material cair yang masuk ke dalam rongga cetak dengan tepat dan cukup untuk menghasilkan produk coran.

Kata kunci: cacat pengecoran, biaya produksi, sistem saluran dan penambah

ABSTRACT

Casting defects are a problem that is often encountered in the metal casting industry. This problem can lead to increased production costs to make repairs and even reproduction. One of the factors that cause cast product defects is gating and feeder system problems. To reduce the problem of defects in the required gating and feeder system calculations and appropriate enhancers so that the dimensions of the feeder and gating system can facilitate the flow of liquid material into the moulding cavity properly and sufficiently to produce castings.

Keywords: casting defects, production costs, gating system and feeder

PENDAHULUAN

Proses pengecoran merupakan proses pencairan logam yang selanjutnya di tuangkan ke dalam rongga cetakan dan di biarkan membeku, sehingga akan terbentuk suatu model yang sesuai dengan bentuk dan pola cetakan. Pembuatan produk coran, dilakukan melalui proses-proses seperti : pencairan logam, pembuatan cetakan, persiapan, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembongkaran dan pembersihan coran (Surdia dan Chijiiwa, 2013). Proses pengecoran logam dalam usaha menghasilkan suatu produk benda coran yang berkualitas baik dengan komposisi yang di kehendaki maka ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu: bahan baku coran, komposisi bahan baku, kualitas pasir cetak (bila menggunakan cetakan pasir), sistem peleburan, sistem penuangan

dan pengerjaan akhir dari produk coran (Surdia dan Chijiiwa, 2013). Kunci keberhasilan membuat produk coran yang baik salah satunya ditentukan oleh desain cetakan yang baik dan benar. Terutama bila menggunakan sistem penuangan gravitasi potensi terjadinya cacat ditentukan oleh mekanisme pengisian rongga cetakan karena aliran logam menuju rongga cetakan melalui *gating system* sering mengalami gangguan atau hambatan. Potensi cacat biasanya terjadi akibat kesalahan desain yang mengakibatkan aliran logam cair tidak optimal (Suparpto, W, 2011).

Perencanaan pembuatan suatu sistem saluran (*gating system*) dalam proses pengecoran sangat diperlukan karena untuk menghasilkan suatu produk cor yang baik diawali dari proses desain sistem saluran yang baik agar persentasi terjadinya

cacat pada produk cor dapat berkurang (Akuan 2010)

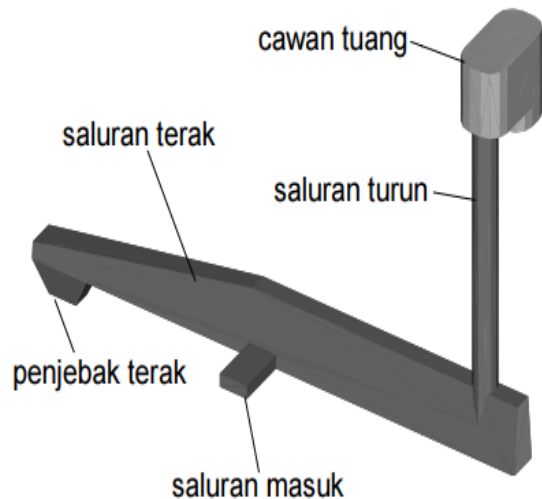
Cacat Pengecoran

Proses pengecoran dilakukan dengan beberapa tahapan mulai dari pembuatan cetakan, proses peleburan, penuangan dan pembongkaran. Untuk menghasilkan coran yang baik maka semuanya harus direncanakan dan dilakukan dengan sebaik-baiknya. Namun hasil coran sering terjadi ketidak sempurnaan atau cacat. Cacat yang terjadi pada coran dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : desain pengecoran dan pola, pasir cetak dan desain cetakan dan inti, komposisi muatan logam, proses peleburan dan penuangan, sistim saluran masuk dan penambah. Cacat ini dapat mengakibatkan bertambahnya biaya produksi berupa perbaikan bahkan pembuatan ulang. Komisi pengecoran internasional telah membuat penggolongan cacat-cacat coran dan dibagi menjadi sembilan macam, yaitu : Ekor tikus tak menentu atau kekasaran yang meluas, lubang-lubang/rongga, retakan, permukaan kasar, salah alir, kesalahan ukuran, inklusi dan struktur tak seragam, deformasi dan cacat-cacat tak nampak

Sistem Saluran dan Penambah

Sistem saluran berfungsi untuk menyalurkan cairan logam ke dalam rongga cetak dalam waktu tertentu dengan aliran tenang dan bebas dari terak. Secara umum sistem saluran terdiri dari empat bagian yakni : cawan tuang, saluran turun, saluran terak dan saluran masuk.

Cawan tuang berfungsi menampung cairan dari ladle, harus mempunyai bentuk yang sesuai, sehingga cairan logam dapat mengalir dengan tenang dan tidak memercik. Bentuk penampang saluran turun pada umumnya bulat, selain mudah dalam pembentukannya, cairan akan mudah mengalir dan mempunyai hambatan yang kecil.



Gambar 1. Bagian sistem saluran (Yudianto, 2009)

Pada kasus tertentu penampang saluran turun berbentuk segitiga atau segi empat dengan maksud untuk mencegah terjadinya turbulensi. Luas penampang saluran terak hampir selalu dibuat lebih besar dari bagian sistem saluran yang lain. Dengan penampang yang lebih besar, kecepatan alir berkurang sehingga terak mendapat kesempatan untuk memisahkan diri. Penampang saluran masuk merupakan yang terkecil dari penampang lain dari sistem saluran. Saluran ini mengatur distribusi cairan ke dalam rongga cetak. Jumlah saluran masuk harus diatur agar distribusi suhu benda tuang selama proses penuangan merata. Seringkali saluran masuk ini menjadi satu dengan penambah (riser). Peletakan riser menjadi solusi untuk mengatasi penyusutan dalam pembekuan dari coran. Logam cair dalam penambah harus membeku lebih lambat dari coran agar proses pendinginan terakhir pada riser tersebut. Sistem saluran yang ideal harus memenuhi kriteria seperti : mengurangi cacat, menghindari penyusutan dan dapat mengurangi biaya produksi.

Berikut adalah uraian dari karakteristik sistem saluran yaitu :

- Dapat mengurangi terjadinya turbulensi aliran cair ke dalam rongga cetakan. Turbulensi akan menyebabkan gas-gas/udara atau kotoran (slag) di dalam logam cair yang dapat menghasilkan cacat coran.
- Mengurangi masuknya gas-gas ke dalam logam cair.
- Mengurangi kecepatan logam cair yang mengalir ke dalam cetakan, sehingga tidak terjadi erosi pada cetakan.
- Mempercepat pengisian logam cair ke dalam cetakan, untuk menghindari pembekuan dini.
- Mengakomodir pembekuan terarah (*directional solidification*) pada produk coran.
- Gradien temperatur yang terjadi saat masuknya logam cair ke dalam cetakan harus sama baiknya dengan gradient temperatur pada permukaan cetakan sehingga pembekuan dapat diarahkan menuju riser.

Riser atau penambah adalah suatu wadah yang berbentuk seperti silinder ataupun kerucut terpancung yang mana fungsinya adalah memberikan atau mensuplai logam cair untuk mengimbangi penyusutan dalam pembekuan coran, sehingga riser harus membeku lebih lambat dari coran. Menurut letaknya terhadap benda tuang, dapat dibedakan antara riser atas dan riser samping. Riser atas biasanya diletakkan diatas benda, sedangkan riser samping biasanya diletakkan pada permukaan pisah.

Heavy Duty Coupling

Heavy Duty Coupling (HDC) adalah peralatan teknik yang digunakan untuk

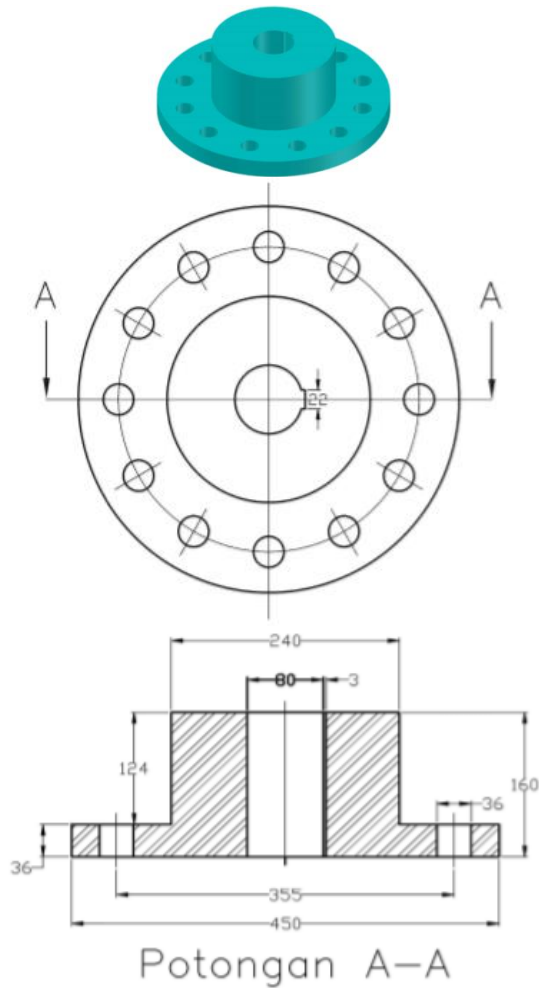
memindahkan daya dan putaran dari motor penggerak ke peralatan yang digerakkan dan banyak digunakan pada Pabrik Kelapa Sawit. *HDC* terdiri dari dua bagian, satu bagian dipasang pada motor penggerak dan bagian lainnya dipasang pada peralatan yang digerakkan. Daya dan putaran dapat dipindahkan dengan menggunakan baut yang dilapisi dengan karet. Coran *HDC* dibuat dari besi cor kelabu yang dipabrikan dengan teknik pengecoran, besi cor dilebur pada tanur kupola dan dituang pada cetakan pasir.



Gambar 2. Cacat *shrinkage*

Dari pengamatan di industri pengecoran sering dijumpai terjadi cacat *shrinkage* (penyusutan) khususnya pada produk *HDC*. *Shrinkage cavity* merupakan rongga-rongga dengan permukaan kasar serta dendritik baik merupakan rongga tunggal yang besar sampai rongga-rongga kecil yang berkoloni pada lokasi-lokasi tertentu.

Adanya *shrinkage* sering ditandai dengan munculnya cekungan pada permukaan coran dan atau perubahan geometri sebagai akibat dari tekanan udara luar yang lebih besar dari tekanan didalam rongga-rongga *shrinkage* (*HAPLI*).



Gambar 2. Desain HDC

METODOLOGI

1.1. Perhitungan Volume

Volume I

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{\pi}{4}(450)^2 \times 36\right) - \left(\frac{\pi}{4}(80)^2 \times 36\right) \\
 &\quad - \left(\frac{\pi}{4}(36)^2 \times 36\right) \times 12 \\
 &= (5722650 - 180864 - 439499,52) \text{ mm}^3 \\
 &= 5102286,48 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Volume II

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{\pi}{4}(240)^2 \times 124\right) - \left(\frac{\pi}{4}(80)^2 \times 124\right) \\
 &= (5606784 - 622976) \text{ mm}^3 \\
 &= 4983808 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Volume total

$$\begin{aligned}
 &= (5102286,48 + 4983808) \text{ mm}^3 \\
 &= 10086094,48 \text{ mm}^3 \\
 &= 10086,09448 \text{ cm}^3 = 10,08 \text{ dm}^3
 \end{aligned}$$

Casting product weight (W_o)

$$W_o = \text{volume } (v) \times \text{berat jenis } (\rho)$$

dimana :

berat jenis FC

$$= 7860 \text{ kg/m}^3 = 0,00786 \text{ kg/cm}^3$$

maka :

$$\begin{aligned}
 W_o &= 10086,09488 \times 0,00786 \\
 &= 79,276 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

1.2. Perhitungan Modulus

Dari gambar 3 di atas bentuk produk seperti ring, oleh sebab itu dapat dianggap sebagai sebuah balok dengan panjang tak terhingga, sehingga perhitungan modulus ring dapat menggunakan rumus perhitungan modulus balok

$$\text{Modulus } (M) = \frac{a \times b}{2 \times (a + b)}$$



Gambar 4. Modulus ring dengan model balok

Dari dimensi pada gambar 3 di atas dapat dihitung :

Untuk volume I

$$a = \text{tinggi} = 36 \text{ mm}$$

$$b = \text{tebal}$$

$$= \frac{\text{diameter besar} - \text{diameter kecil}}{2}$$

$$= \left(\frac{450 - 80}{2}\right) = 180 \text{ mm}$$

maka :

Modul I

$$\begin{aligned}
 &= \frac{a \cdot b}{2(a + b)} = \frac{36 \times 180}{2(36 + 180)} = \frac{6480}{2 \times 216} \\
 &= \frac{6480}{432} = 15 = 1,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Untuk volume II

$$a = \text{tinggi} = 124 \text{ mm}$$

$$b = \text{tebal}$$

$$= \frac{\text{diameter besar} - \text{diameter kecil}}{2}$$

$$= \left(\frac{240 - 80}{2}\right) = 80 \text{ mm}$$

maka :

Modul II

$$= \frac{a \cdot b}{2(a+b)} = \frac{124 \times 80}{2(124+80)} = \frac{9920}{2 \times 204}$$

$$= \frac{9920}{408} = 24,31 = 2,431 \text{ cm}$$

1.3. Perhitungan Penambah (Riser)

Sesuai dengan urutan pembekuan, maka modulus diatur biasanya

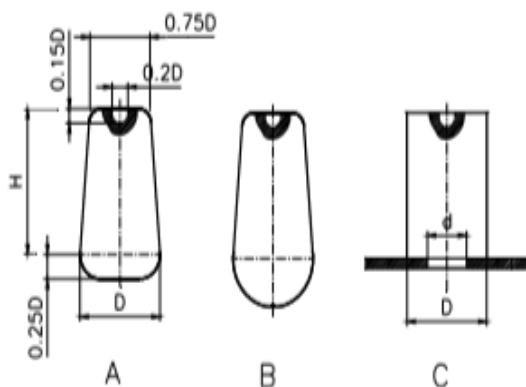
benda tuang : leher penambah : penambah = 1 : 1,1 : 1,2

penambah dengan bentuk geometris yang berbeda akan mempunyai modulus yang berbeda. Perbandingan antara diameter dan tinggi penambah yang berbeda juga akan mempunyai modulus yang berbeda.

Tabel 1. Type modulus penambah

Type	Ø D	Volume
A	D = 5,33 M	V = 1,06 D ³
B	D = 4,91 M	V = 1,16 D ³
C	D = 4,53 M	V = 1,04 D ³

M = Modulus penambah



Gambar 5. Jenis penambah

Dari data di atas modul yang terbesar adalah Modul II 2,431 cm = Modulus benda tuang (M_b)

Perhitungan penambah :

$$M_b : M_{lp} : M_p = 1 : 1,1 : 1,2$$

dimana :

$$M_b = \text{Modulus benda tuang} = 2,431 \text{ cm}$$

$$M_{lp} = \text{Modulus leher penambah}$$

$$M_p = \text{Modulus penambah}$$

maka :

$$M_{lp} = 1,1 \times 2,432 = 2,674 \text{ cm}$$

$$M_p = 1,2 \times 2,431 = 2,917 \text{ cm}$$

Dengan menggunakan penambah standar II, maka diameter penambah (D_p) dapat dihitung sebagai berikut :

$$D_p = 4,91 \times M_p = 4,91 \times 2,917$$

$$= 14,322 \text{ cm}$$

Volume penambah standar

$$V = 1,16 \times D_p^3 = 1,16 \times (14,322)^3$$

$$= 3407,75 \text{ cm}^3$$

Perhitungan volume penambah yang dibutuhkan :

$$V_p = \frac{S \times V_c}{x - s}$$

dimana :

V_p = volume total coran

x = efisiensi penambah = 15 %

S = susut total (FC) = 4% (dari tabel 2)

Tabel 2. Tingkat penyusutan material

No.	Material	Penyusutan (%)
1.	Cu-paduan	4 - 8
2.	Al-paduan	5 - 6
3.	FC	1 - 4
4.	FCD	1 - 6
5.	Baja tuang	4,5 - 6
6.	Baja tuang paduan	4,5
7.	Besi tuang maleabel	5,5 - 6

maka :

$$V_p = \frac{4 \times 10,08}{15 - 4}$$

$$= \frac{40,32}{11} = 3,665 \text{ dm}^3 = 3665 \text{ cm}^3$$

Dari perhitungan di atas maka penambah yang ada, memiliki volume yang lebih dari cukup untuk mensuplai benda coran

Ukuran leher penambah bujur sangkar atau silinder

1.4. Perhitungan Sistem Saluran

Berat total tuangan

$$G = \text{Berat benda cor} + \text{berat penambah}$$

$$= (\text{volume benda cor} + \text{volume penambah})$$

$$\times \text{berat jenis}$$

$$= (10086,09488 \text{ cm}^3 + 3665 \text{ cm}^3)$$

$$\times 0,00786 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 108,083 \text{ kg}$$

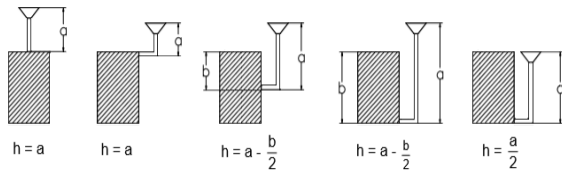
Waktu tuang

$$t = 1,25 \times \sqrt{2G}$$

$$= 1,25 \times \sqrt{2 \times 108,083}$$

$$= 1,25 \times \sqrt{216,166} = 18,378 \text{ detik}$$

Luas saluran terkecil (saluran masuk)



Gambar 6. Tinggi hidrolisis cairan

Penampang saluran masuk dapat dihitung

Diketahui tinggi hidrolisi $h = 10 \text{ cm}$

Aliran logam cair bisa terhambat karena kekasaran permukaan cetakan, banyaknya belokan sistem saluran dan tajamnya belokan tersebut. Besarnya hambatan alir tergantung dari bentuk benda tuang

Tabel 3. Faktor hambatan alir

No.	Bentuk tuangan	Faktor hambatan alir
1.	Sederhana	0,8
2.	Agak sulit	0,7
3.	Sulit	0,6
4.	Sangat sulit	0,4

Karena bentuk benda tuangan dianggap sederhana, maka faktor alir diambil 0,8 maka :

$$H = h$$

Sehingga luas saluran masuk (A_{sm}) dapat dihitung :

$$A_{sm} = \frac{22,6 \times G}{\rho \times t_p \times \xi \times \sqrt{h}}$$

dimana :

G = total tuangan (kg)

ρ = berat jenis (g/cm^3)

t_p = waktu tuang (detik)

ξ = faktor hambatan aliran

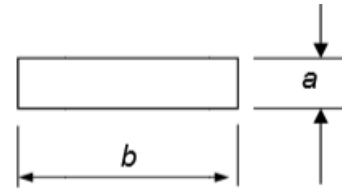
h = tinggi hidrolisis efektif (cm)

sehingga :

$$A_{sm} = \frac{22,6 \times 108,083}{7,86 \times 18,378 \times 0,8 \times \sqrt{10}}$$

$$= \frac{2442,675}{365,435} = 6,684 \text{ cm}^2$$

Dimensi saluran masuk :



Gambar 7. Penampang saluran

Penampang saluran masuk dapat dihitung dari persamaan :

$$a = \sqrt{\frac{A_{sm}}{4}} = \sqrt{\frac{6,684}{4}} = \sqrt{1,671}$$

$$= 1,292 \text{ cm}$$

dan

$$b = 4 \times a$$

$$= 4 \times 1,292 = 5,168 \text{ cm}$$

Perbandingan luas saluran turun : saluran

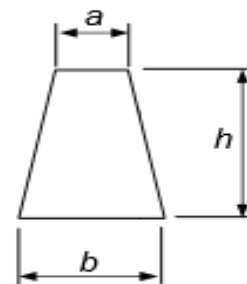
terak : saluran masuk = 4 : 3 : 2

Luas saluran terak (A_{str}) dapat dihitung dari persamaan :

$$A_{str} = \frac{3}{2} \times A_{sm}$$

$$A_{str} = \frac{3}{2} \times 6,684 = 10,026 \text{ cm}^2$$

Dimensi saluran terak :



Gambar 9. Penampang saluran terak Untuk material FC

$$h = b \quad \text{dan} \quad a = b \times (1 \div 2) \times \tan 10$$

$$b = \sqrt{\frac{A_{str}}{1 - \tan 10}}$$

maka :

$$\begin{aligned} b &= \sqrt{\frac{10,026}{1 - \tan 10}} \\ &= \sqrt{\frac{10,026}{1 - 0,176}} = \sqrt{\frac{10,026}{0,824}} \\ &= \sqrt{12,167} = 3,488 \text{ cm} \\ h &= b \\ h &= 3,488 \text{ cm} \approx 3,5 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} a &= 3,488 \times (1 \div 2) \times \tan 10 \\ a &= 3,488 \times (1,5) \times 0,176 = 0,92 \text{ cm} \approx 1 \text{ cm} \end{aligned}$$

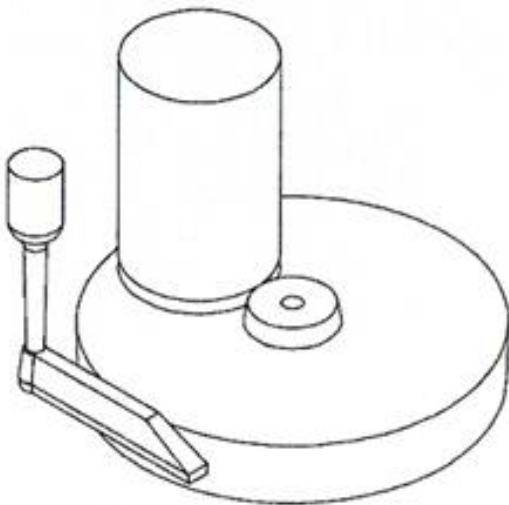
Luas saluran turun (A_{st}) :

$$\begin{aligned} A_{st} &= 2 \times A_{sm} \\ &= 2 \times 6,684 = 13,368 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dimensi saluran turun :

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{4 \times A_{st}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 13,368}{3,14}} \\ &= \sqrt{\frac{53,472}{3,14}} = \sqrt{17,029} = 4,126 \text{ cm} \end{aligned}$$

Setelah semua dimensi direncanakan, maka di buat *lay out* pengecoran



Gambar 10. *Lay out* pengecoran

Lay out pengecoran ini menjadi panduan waktu pembuatan pola dan cetakan sebelum melakukan pengecoran



Gambar 11. *Shrinkage* terjadi pada riser

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu ;

- Harga dimensi yang di dapat sudah cukup untuk diterapkan menjadi sistem saluran dan penambah
- Semua komponen sistem saluran dapat mendukung fungsi masing-masing.
- *Layout* menjadi panduan pembuatan pola dan cetakan
- Hasil pengecoran dapat mengurangi cacat penyusutan

Beberapa analisis yang disarankan untuk mengetahui antara lain saran:

- Perlunya perbandingan dengan simulasi pengecoran
- Hendaknya senantiasa di terapkan pada industri pengecoran logam pada berbagai jenis produksinya.

DAFTAR PUSTAKA

Achyarsyah, M. Perancangan Coran Steel Cam Sprocket dengan Menggnakan Simulasi Komputer Magmasoft, Tesis, Institut Teknologi Bandung, 2006.

Akuan, A. "Teknik Pengecoran dan Peleburan Logam", Modul Praktikum, Laboratorium Teknik Produksi Jurusan Teknik Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Jenderal Achmad Yani, Bandung, 2010.

Surdia T., Chijiwa K, Teknik Pegecoran Logam, Balai Pustaka, Jakarta, 2013
Suprpto, W, Porositas Gas pada Material Duralumin dalam Pengecoran Sistem Vakum, Disertasi, Fakultas Teknik Program Studi teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia, Jakarta, 2011.

Yudianto, O. Perancangan Coran (Sistem Saluran dan Penambah) dengan Software Simulasi pada Kasus Crankshaft, Tesis, Institut Teknologi Bandung, 2006.

Yudianto, O. "Perancangan Coran", Politeknik Manufaktur Bandung, 2009
<https://hapli.wordpress.com/foundry/teknik-perancangan-pengecoran/perhitungan-sistem-saluran/>