

STUDI PENGARUH VARIASI DESAIN GATING SYSTEM PADA POROSITAS HASIL PENGECORAN PADUAN Sn-Pb MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR

Yosua Kristiadi¹⁾, Victor Y. Risonarta.²⁾, Juliana Anggono³⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2,3)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2,3)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2,3)}

E-mail : yosuakristiadi@gmail.com¹⁾ risonarta@petra.ac.id²⁾, juliana@petra.ac.id³⁾

ABSTRAK

Gating system pada proses pengecoran memiliki pengaruh penting terhadap cacat porositas dan shrinkage. Pada penelitian sebelumnya pengecoran paduan timah putih dengan cetakan logam melakukan variasi desain gating system terhadap panjang runner 60 mm, dan 70 mm serta radius top sprue well 0 mm dan 5 mm. Pada penelitian ini dengan gating system yang sama diaplikasikan pada pengecoran pasir. Spesimen yang diperoleh dari penelitian ini dilakukan pengujian densitas dan pengamatan makro untuk mengetahui pengaruhnya terhadap cacat porositas. Hasil variasi diketahui bahwa pengaruh tingkat kehadiran porositas yang terjadi pada penelitian menggunakan cetakan logam sama dengan penelitian pada cetakan pasir. Adanya cacat porositas dan shrinkage disetiap spesimen dengan tingkat keberadaan dan jumlah yang berbeda-beda. Porositas dan shrinkage terendah terdapat pada spesimen dengan variasi gating system panjang runner 60 mm dan radius top sprue well 5 mm dengan nilai densitas 8,96 g/cm³.

Kata kunci: Sand Casting, Gating System, Porositas, Shrinkage, Runner, Sprue.

1. Pendahuluan.

Dalam pembuatan sebuah produk berbahan dasar logam, pengecoran adalah salah satu teknik pembentukan yang dapat menghasilkan produk dengan bentuk yang kompleks. Pengecoran logam memiliki beberapa tahapan dalam prosesnya, yaitu peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembekuan logam di dalam cetakan, pembongkaran cetakan, penyempurnaan bentuk (*finishing*) dan evaluasi produk.

Pengecoran pasir merupakan salah satu contoh teknik pengecoran yang sering ditemui hingga saat ini. Teknik pengecoran pasir dalam pembuatan cetakan dapat menekan biaya material cetakan yang digunakan. Jenis logam yang digunakan pada penelitian ini adalah paduan timah putih (Sn-Pb) dengan titik lebur 240 °C.

Masalah yang menjadi persoalan utama pada teknik pengecoran adalah adanya cacat porositas pada hasil pengecoran. Oleh sebab itu dibutuhkan penelitian yang berguna untuk mengetahui penyebab cacat ini dan bagaimana cara meminimalkan cacat ini khususnya pada *gating system* pengecoran pasir.

Berdasarkan penelitian mengenai desain *gating system* pengecoran aluminium oleh K.Roziqin (2012), dilaporkan bahwa pada variasi terhadap desain saluran turun pisah dengan penambah (*riser*) memiliki porositas terendah melalui pengamatan struktur mikronya. Menurut penelitian F.Utomo (2016), sudut kemiringan *down sprue* 2° pada cetakan logam memiliki pengaruh terhadap hasil pengecoran dengan tingkat porositas terendah. Penelitian oleh Wibowo (2017), desain *gating system* dengan panjang *runner* 60 mm dan radius *top sprue well* 0 mm memiliki porositas terendah dengan angka *density* tertinggi yaitu 8,94 g/cm³. Dalam penelitian ini desain *gating system* tersebut akan

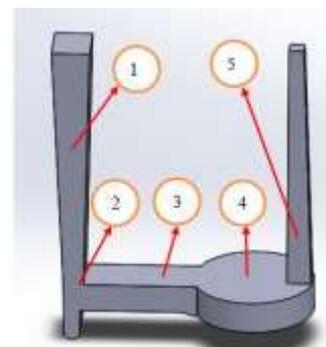
diaplikasikan pada pengecoran cetakan pasir, dengan tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh kehadiran cacat porositas dengan melakukan variasi *gating system* khususnya pada panjang *runner* dan radius *top sprue well*.

2. Metode Penelitian.

Pada pengecoran pasir memiliki beberapa tahapan dalam prosesnya yaitu, pembuatan pola cetakan, pembentukan cetakan pasir, peleburan, penuangan, pemisahan cetakan dengan produk coran dan *finishing*.

1. Pembuatan pola cetakan.

Pola cetakan pada penelitian ini mengikuti dimensi yang telah dilakukan oleh penelitian Wibowo (2017). Variasi dimensi *gating system* yang dilakukan hanya pada panjang *runner* 60 mm dan 70 mm serta ukuran radius *top sprue well* 0 mm dan 5 mm.



Gambar 1. Pola cetakan.

Pada gambar 1 dijelaskan bagian-bagian pola *gating system*, 1 adalah *down sprue*, 2 adalah *top sprue well*, 3

adalah *runner*, 4 adalah benda kerja dan 5 adalah *riser*. Bahan yang digunakan untuk pembuatan pola cetakan adalah kayu kamper Gambar 2.



Gambar 2. Pola dari bahan kayu kamper.

2. Pembuatan Cetakan Pasir.

Pasir yang digunakan adalah silika mojoberto ukuran mesh 80-100. Selain itu dicampur dengan binder berupa betonite dengan komposisi 90% pasir dan 10% betonite. Pasir yang digunakan haruslah bertekstur halus, sehingga dilakukan pemisahan antara pasir yang bergumpal dengan pasir yang halus menggunakan saringan. Setelah didapatkan pasir yang halus maka dapat dilakukan pembentukan cetakan dengan menambahkan sedikit air 4-8% agar pasir dapat dengan mudah memadat.

3. Persiapan Paduan.

Penelitian menggunakan paduan timah putih dan timah hitam (Sn-Pb), dari rata-rata hasil uji komposisi yang dilakukan sebelumnya didapatkan komposisi 60% timah putih, timah hitam 39,5% dan carbon 0,5%. Paduan timah putih berbentuk batang dengan berat antara 150 g hingga 170 g. Dalam penelitian ini dibutuhkan paduan timah putih sebanyak 1600 g dalam satu kali percobaan pengecoran.

4. Peleburan Logam.

Peleburan menggunakan *muffle furnace* dengan suhu lebur paduan timah yang 240 °C. Diperlukan *holding time* selama 50 menit dengan suhu mencapai 450 °C untuk mendapatkan homogenitas logam cair paduan timah.

5. Pengujian Density.

Untuk mengetahui lebih jelas adanya pengaruh variasi *gating system* terhadap kehadiran cacat porositas maka diperlukan pengujian *density* setiap spesimen dengan menerapkan hukum *Archimedes*

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (2.1)$$

6. Pengukuran Shrinkage.

Untuk mengetahui perbedaan timbulnya cacat

shrinkage pada setiap spesimen yang didapatkan dari percobaan maka diperlukan pengukuran kedalaman dan area *shrinkage* dengan menggunakan jangka sorong dan penggaris.

7. Identifikasi Pengecoran

Variasi yang dilakukan pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Identifikasi Variasi Pengecoran.

Spesimen	Variasi
1.1	
1.2	Runner 70 mm, radius sprue well atas R0 mm
1.3	
2.1	
2.2	Runner 70 mm, radius sprue well atas R5 mm
2.3	
3.1	
3.2	Runner 60 mm, radius sprue well atas R0 mm
3.4	
4.1	
4.2	Runner 60 mm, radius sprue well atas R5 mm
4.3	

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil percobaan pengecoran logam timah Sn-Pb menggunakan media cetakan pasir dengan melakukan variasi *gating system*, didapatkan total 12 spesimen. Masing-masing variasi dilakukan 3 kali pengecoran. Spesimen tersebut dianalisa perbedaan struktur makronya pada setiap variasi secara *visual* sebelum melakukan pengujian *density* untuk mengetahui tingkat porositas dan *shrinkage* yang terjadi.

Spesiman dilakukan pengamatan struktur makro terdiri dari 2 bagian yaitu permukaan bagian atas dan permukaan bagian bawah. Masing-masing memiliki 4 aspek yaitu penilaian dan posisi porositas, penilaian dan posisi *shrinkage*.

Tabel 2. Penilaian Pengamatan Struktur Makro.

Spesimen	Permukaan atas				Permukaan bawah			
	Porositas		Shrinkage		Porositas		Shrinkage	
	Nilai	Posisi	Nilai	Posisi	Nilai	Posisi	Nilai	Posisi
1,1	2	Bawah	2	Tengah	3	Menyebar	0	-
1,2	2	Bawah	3	Tengah	2	Menyebar	0	-
1,3	3	Tengah	3	Tengah	3	Pinggir	0	-
2,1	3	Tengah	2	Tengah	2	Menyebar	0	-
2,2	2	Tengah	2	Tengah	2	Menyebar	0	-
2,3	3	Tengah	3	Tengah	3	Pinggir	0	-
3,1	3	Tengah	2	Tengah	3	Menyebar	0	-
3,2	2	Tengah	2	Tengah	3	Pinggir	0	-
3,3	3	Tengah	2	Tengah	3	Menyebar	0	-
4,1	2	Tengah	1	Tengah	3	Menyebar	0	-
4,2	2	Tengah	1	Tengah	2	Menyebar	0	-
4,3	2	Tengah	1	Tengah	2	Pinggir	0	-

Keterangan:

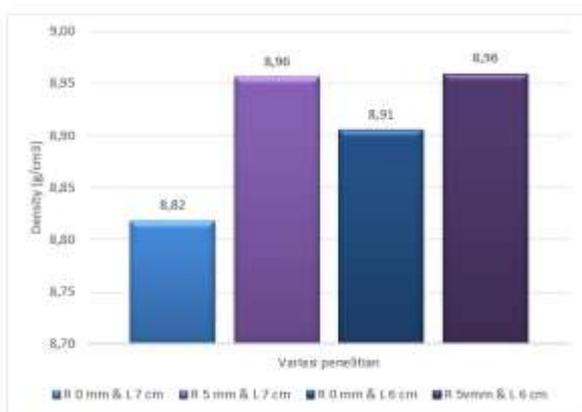
1: Sangat jarang ; 2: Cukup ; 3: Banyak

Dari hasil penilaian secara visual sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, bahwa variasi keempat memiliki nilai yang rendah, dimana dijelaskan bahwa nilai terendah berarti cacat porositas / shrinkage jarang ditemui. Hal ini disebabkan variasi yang dilakukan dengan perubahan panjang *runner* dan penambahan radius *top sprue well* mampu membuat aliran turbulen menjadi berkurang karena sudut lancip pada gating system dihilangkan.

Tabel 3. *Density* Spesimen

SPESIMEN	VARIASI	DENSITY SPESIMEN (g/cm ³)	RATA-RATA	
			(g/cm ³)	ST.DEV
1,1	Sprue well R0	8,72		
1,2	dan panjang	8,90	8,82	0,09
1,3	runner 7 cm	8,84		
2,1	Sprue well R5	8,91		
2,2	dan panjang	9,00	8,96	0,05
2,3	runner 7 cm	8,96		
3,1	Sprue well R0	8,94		
3,2	dan panjang	8,91	8,91	0,04
3,3	runner 6 cm	8,87		
4,1	Sprue well R5	8,93		
4,2	dan panjang	8,94	8,96	0,04
4,3	runner 6 cm	9,01		

Untuk mengetahui kehadiran porositas pada setiap spesimen maka perlu dilakukan perhitungan *density* dengan menerapkan hukum *Archimedes*. Dari Tabel 3 diketahui bahwa rata-rata *density* tertinggi ada pada percobaan variasi kedua dan variasi keempat dengan nilai 8,96 g/cm³. Namun dilihat dari hasil *standart deviaton* yang memiliki *density* terbaik adalah variasi keempat dengan nilai 0,04. Hal ini menjadikan spesimen dengan variasi *gating system* panjang runner 60 mm dan radius *top sprue well* 0 mm memiliki porositas yang sedikit dari pada variasi lain.



Gambar 3. Grafik perbandingan *density* keempat variasi

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, grafik dari tabel 3 menjelaskan percobaan variasi *gating system* yang terjadi pada hasil pengecoran jika menambahkan ukuran radius *top sprue well* maka nilai *density* bertambah. Berbeda dengan ukuran *runner*, jika mengurangi panjang *runner* maka *density* akan bertambah namun sesuaikan dengan benda coran.



Gambar 4. Skema Pengaruh Variasi Terhadap *Density*

Tabel 4. Pengukuran *Shrinkage*

SPESIMEN	KEDALAMAN SHRINKAGE (mm)					RATA-RATA SPES.	VAR.	ST.DEV.	DIAMETER AREA SHRINKAGE (mm)	RATA-RATA
	1	2	3	4	5					
1.1	0.2	0.8	1.1	1.8	2	1.18			59	
1.2	0.2	0.9	1.1	2.1	2.9	1.44	1.24	0.38	68	55.67
1.3	0.1	0.9	1	1.5	2	1.1			40	
2.1	0.1	0.4	0.9	1.1	1.8	0.86			30	
2.2	0.1	0.2	0.9	1.1	1.3	0.72	0.8	0.07	55	43.33
2.3	0.1	0.5	0.8	1.2	1.5	0.82			45	
3.1	0.1	0.4	0.8	1.3	1.5	0.82			30	
3.2	0.1	0.5	0.9	1.5	2.0	1.12	1.01	0.17	20	26
3.3	0.1	0.5	0.9	1.9	2.1	1.1			28	
4.1	0.1	0.3	0.6	0.4	1.1	0.5			15	
4.2	0.1	0.2	0.6	1	1.6	0.7	0.59	0.30	12	14
4.3	0.1	0.2	0.5	1	1.1	0.58			15	

Sebagaimana ditunjukkan Tabel 4 adalah pengukuran *shrinkage* pada setiap spesimen yang terdiri dari kedalaman *shrinkage* dan area terjadinya *shrinkage*. Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong dan penggaris. Pengukuran dilakukan dari permukaan pinggir ke permukaan dalam (1-5). Hasil dari pengukuran menunjukkan bahwa kecenderungan *shrinkage* berada dibagian tengah spesimen dengan kedalaman mencapai 2,9 mm pada spesimen 2.1. Kedalaman *shrinkage* terendah berada divariasi 4 dengan angka 0,5 mm. Kemungkinan *shrinkage* yang berada diposisi tengah disebabkan oleh luas permukaan yang paling besar berada diarea tersebut sehingga suhu panas berkumpul pada titik tersebut dan mengalami pendinginan paling akhir. Selain itu bisa juga disebabkan oleh desain *gating system* yang kurang sempurna dengan adanya sudut lancip sehingga dapat mempengaruhi aliran logam cair. Aspirasi udara juga dapat terjadi berupa vena contracta, yakni timbulnya celah udara pada saluran *gating* karena pada saat penuangan logam cair, aliran mengalami perubahan arah yang tajam sehingga ada udara yang terjebak dapat menyebabkan porositas gas pada spesimen karena ada logam cair yang membeku terlebih dahulu sehingga menghambat aliran logam memenuhi rongga cetakan. Hal ini memperkuat bahwa dengan melakukan variasi pada panjang runner dan radius *top sprue well* dapat menghindari cacat porositas dan *shrinkage*.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengecoran Pasir dan Logam

SPESIMEN	VARIASI PENGECORAN PASIR	PENELITIAN INI			PENELITIAN WIBOWO	
		DENSITY SPESIMEN (g/cm ³)	RATA-RATA DENSITY (g/cm ³)	ST.DEV	VARIASI PENGECORAN LOGAM	RATA-RATA DENSITY (g/cm ³)
1,1	Sprue well R0	8,72	8,82	0,09	Sprue well R0	8,94
1,2	dan panjang runner 7 cm	8,90				
1,3		8,84				
2,1	Sprue well R5	8,91	8,96	0,05	Sprue well R5 panjang runner 7 cm	8,94
2,2	dan panjang runner 7 cm	9,00				
2,3		8,96				
					Sprue well R10 panjang runner 7 cm	8,87
3,1	Sprue well R0	8,94	8,91	0,04		
3,2	dan panjang runner 6 cm	8,91				
3,3		8,87				
4,1	Sprue well R5	8,93	8,96	0,04		
4,2	dan panjang runner 6 cm	8,94				
4,3		9,01				
					Sprue well R10 panjang runner 6 cm	8,94

Pada Tabel 5 merupakan perbandingan hasil dari kedua percobaan yang telah dilakukan yaitu pengecoran pasir dan pengecoran logam. Perbandingan dilihat pada variasi pertama dengan panjang *runner* 70 mm dan radius *top sprue well* 0 mm dan 5 mm. Hasil dari pengujian *density* menunjukkan bahwa pengecoran pasir lebih baik dari pada pengecoran logam dengan nilai rata-rata *density* spesimen variasi kedua 8,96 g/cm³.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Perbedaan kedua pengecoran:
 1. Pengecoran pasir: lebih menekan biaya, membutuhkan waktu yang banyak, proses yang lama, membutuhkan *finishing*.
 2. Pengecoran logam: biaya yang besar, waktu yang singkat, hasil pengecoran tidak perlu *finishing*.
- *Density* tertinggi dan *shrinkage* terendah ada pada variasi radius *top sprue well* 5 mm panjang *runner* 60 mm dengan *density* sebesar 8,96 g/cm³ dan area *shrinkage* 12 mm.
- Variasi yang dilakukan pada pengecoran cetakan logam juga berpengaruh pada pengecoran cetakan pasir terhadap hasil porositas. Dengan perbandingan variasi yang sama, *density* yang dihasilkan lebih unggul pengecoran cetakan pasir daripada cetakan logam

5. Refrensi

- [1] Roziqin, K., Purwanto, H.&Syafa'at, I. (2012). *Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76 Mm Dengan Cetakan Pasir. Vol.8.* Semarang: Universitas Wahid Hasyim.
- [2] Wibowo, A. (2017). *Modifikasi dimensi desain Runner dan Sprue Well pada Gravity Die Casting Timah Putih untuk Mengurangi Waste Material dan*

Porositas. Surabaya: Universitas Kristen Petra.

- [3] Utomo, F. (2016). *Pengaruh Variasi Gating System Terhadap Porositas dan Shrinkage Pada Paduan Timah Putih.* Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- [4] DeGarmo, P. E., Black, J. T., & Kohser, R. A. (2004). *Materials and processes in manufacturing* (9th ed.). New York, United States: John Wiley & Sons
- [5] Kalpakjian, S. & Schmid, S. R. (2009). *Manufacturing Engineering And Technology.* (6th ed). Malaysia: University Teknologi