

Effect of pouring time on the defect level of aluminum products

Redi Bintarto^{a,1}, Moch. Syamsul Ma'Arif^a, Rudianto Raharjo^a,
Teguh Dwi Widodo^a, Ahmed Wisam Abed^a

^aDepartemen Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang

redibintarto@ub.ac.id

ABSTRACT

The flow rate of liquid metal is a significant factor in casting, where the optimum flow rate will produce smooth castings with minimal defects. This study aims to obtain a relationship between the flow rate of liquid metal in the sand molding system and the level of metal defects in casting with aluminum recasting material. The research was conducted by pouring molten metal with the pouring time on the top and bottom gating system for 1 second, 1.3 seconds, and 1.6 seconds. A simulation was also carried out with the exact different filling times in the casting system for comparison. The results show that the more significant the filling time, the slower the flow rate so that the turbulence flow of the metal casting will decrease, which causes the porosity to decrease. The results of the simulations and experimental experiments show a similarity in that the pouring time that is too fast will cause the workpiece defects to become larger.

Keywords: Casting, defect, filling time, flow rate, liquid metal, sand

Received 30 September 2023; **Presented** 5 October 2023; **Publication** 27 May 2024

PENDAHULUAN

Lama waktu penuangan menjadi penyebab dari kegagalan proses pengecoran [1]. Pengecoran dengan waktu penuangan yang terlalu cepat akan menyebabkan kecacatan dikarenakan aliran logam cair yang terlalu besar [2]. Sebaliknya apabila aliran logam cair terlalu rendah, maka akan terjadi proses pemadatan yang tidak seimbang karena terjadi perbedaan suhu yang terlalu jauh antara logam yang telah memasuki cetakan dengan logam yang berada di ladle [3]. Namun dengan berkembangnya permintaan akan penggunaan jenis material, terutama jenis aluminium membuat Sebagian Masyarakat berusaha memanfaatkan aluminium bekas dikarenakan harga aluminium yang berasal dari bijih aluminium semakin mahal [4][5][6].

Namun permasalahan yang masih sering terjadi adalah ketidakpastian dari standar dari parameter yang harus dipakai Ketika Masyarakat akan melakukan pengecoran Kembali jenis aluminium daur ulang [7][8][9]. Selain itu banyak pilihan terkait dengan jenis gating system yang ada dan banyak dilakukan oleh para pelaku industry aluminium bekas [10]. Diantaranya adalah jenis top dan bottom gating system, yang tentu dengan perbedaan jenis itu juga berpengaruh besar terhadap hasil pengecoran. Untuk itu perlu kiranya diteliti tentang berapa parameter yang tepat untuk material aluminium daur ulang, baik dari sisi jenis gating system yang digunakan, maupun

lama penuangan yang harus dipilih agar hasil pengecoran dapat menghasilkan produk yang terbebas dari cacat [11].

Pembentukan cacat porositas

Porositas merupakan salah satu masalah utama dalam pengecoran logam, dimana keberadaannya menyebabkan cacat pada sifat mekanik bagian yang akan diproduksi, gaya tarik terjadi menyebabkan penurunan ketahanan leleh yang signifikan ketika terjadi porositas, yang menyebabkan kegagalan dalam kinerja material, sehingga material menjadi tidak tahan terhadap pembebanan. Selain itu porositas akan memperpendek umur penggunaan material tersebut.

Porositas dalam coran terjadi terutama karena terperangkapnya gas dalam lelehan pada aliran logam cair yang sangat turbulen dalam rongga cetakan. Apa yang disebut oklusi udara juga terjadi selama penumpukan logam cair sebelum dimasukkan ke dalam tekanan rongga cetakan, yaitu pada saat pembekuan [12].

Kehadiran fase gas dalam rongga cetakan demikian masalah utama teknologi pengecoran tekanan. Terjadinya porositas juga ditentukan oleh kemurnian paduan (misalnya inklusi atau hidrogen terlarut dalam lelehan) yang meningkatkan porositas gas. Oksida adalah tempat nukleasi pori di mana hidrida terurai selama pendinginan emisi bentuk gas hidrogen terlarut. Hidrogen terlarut juga cenderung mengendap

keluar dari larutan dalam bentuk hydrogen gelembung dalam waktu pembekuan karena kelarutan hidrogen yang jauh lebih rendah dalam keadaan padat. Hidrogen khususnya bermasalah pada paduan aluminium karena larut dengan baik dalam keadaan cair meleleh sedangkan dalam keadaan padat ia larut dengan kesulitan ekstrim. Jadi, selama pemadatan paduan itu mengendap sehingga membentuk porositas. Biasanya, porositas hidrogen adalah ditandai dengan dimensi dalam kisaran 0,05–0,5 mm. Pori-pori ini didistribusikan secara merata ke seluruh volume casting

METODE PENELITIAN

Percobaan dilakukan pada material aluminium daur ulang dengan tujuan untuk menghasilkan komponen aluminium dengan tingkat cacat yang rendah. Metode analisis cacat pengecoran yang dilakukan melibatkan dua Teknik, yaitu top dan bottom gating system. Waktu penuangan juga dibedakan pada 1 detik, 1,3 detik dan 1,6 detik. Dimana pada waktu tersebut adalah waktu dimana cetakan dapat terisi dengan penuh dengan logam cor aluminium.

VARIABEL PENELITIAN

Variabel independen berfokus pada jenis *gating system*, berupa *top* dan *bottom gating system*. Selain itu waktu penuangan juga akan menjadi parameter untuk mengetahui pengaruhnya terhadap hasil coran aluminium.

Variabel terikat dalam penelitian ini berupa hasil pengecoran pasir yang akan fokus pada penampakan hasil simulasi pada top dan bottom gating system yang menghasilkan cacat dan permasalahan yang akan terjadi pada produk tersebut, seperti cacat pengecoran porositas gas, cacat pengecoran susut, cacat metalurgi, cacat bentuk pengecoran dan penuangan. cacat.

Variabel terkontrol yang digunakan adalah kualitas pasir yang digunakan dalam pembuatan cetakan tuang, dan ukuran cetakan.

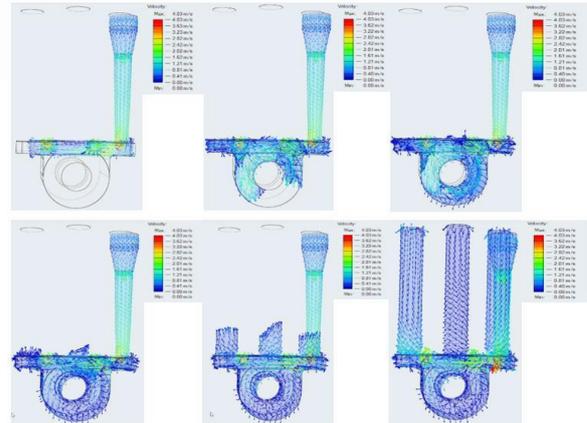
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari teori dan metode diatas, maka didapatkan hasil berupa data dan gambar yang selanjutnya dapat dianalisa sebagai berikut:

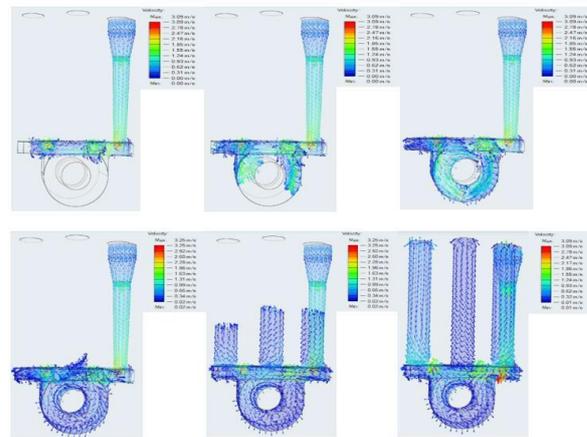
Pengaruh waktu penuangan terhadap bentuk aliran logam cair pada top gating system

Simulasi yang dilakukan menggambarkan bentuk aliran yang terjadi dalam saluran masuk

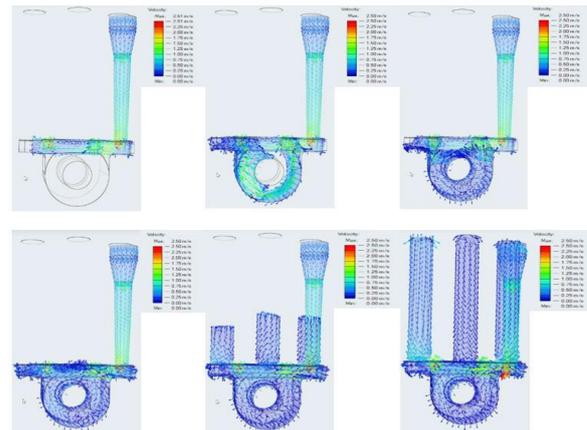
atas (*top gating system*) aliran tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Simulasi penuangan logam cair pada top gating system dengan kecepatan 1 detik



Gambar 2. Simulasi penuangan logam cair pada top gating system dengan kecepatan 1,3 detik



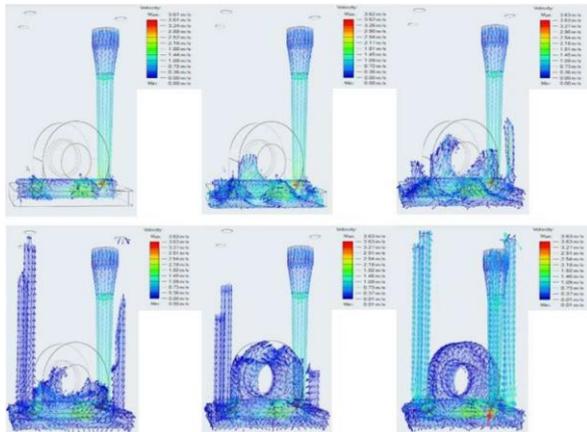
Gambar 3. Simulasi penuangan logam cair pada top gating system dengan kecepatan 1,6 detik

Pada gambar terlihat bahwa semakin lama waktu penuangan, hasil yang didapat semakin halus, aliran turbulensi yang terbentuk semakin sedikit dan tegangan thermal di dinding-dinding cetakan semakin sedikit. Sehingga dari proses simulasi lama waktu penuangan pada jenis top gating

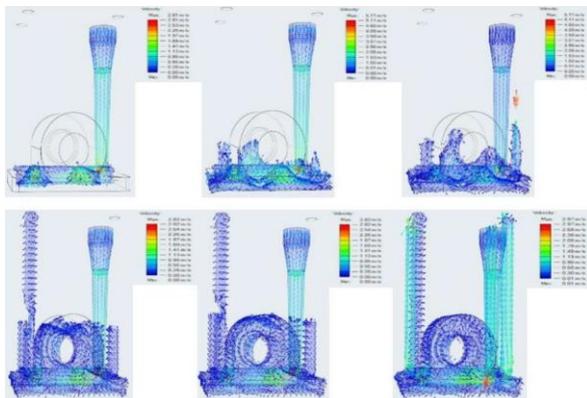
system terlihat bahwa waktu berpengaruh terhadap hasil pengecoran logam aluminium.

Pengaruh waktu penuangan terhadap bentuk aliran logam cair pada bottom gating system

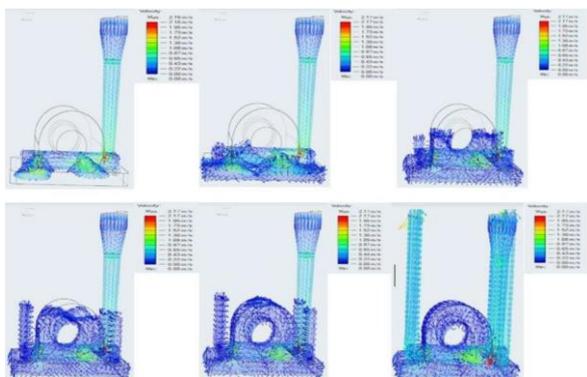
Simulasi pada posisi gating system yang berbeda juga akan mempengaruhi kecepatan alir dari logam cair ketika memasuki cetakan. Dibawah ini adalah hasil simulasi yang menggambarkan bentuk aliran yang terjadi dalam saluran masuk bawah (*bottom gating system*):



Gambar 4. Simulasi penuangan logam cair pada bottom gating system dengan kecepatan 1 detik



Gambar 5. Simulasi penuangan logam cair pada bottom gating system dengan kecepatan 1,3 detik

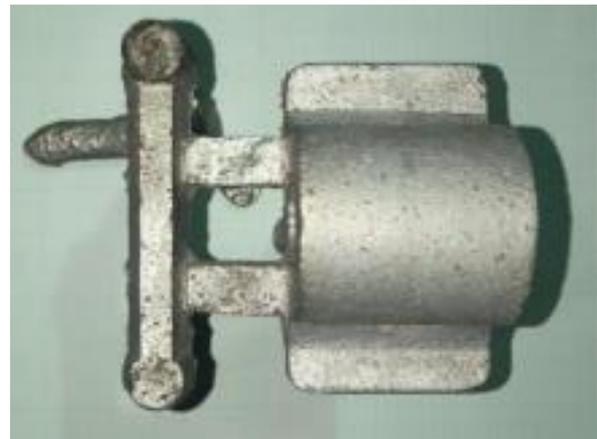


Gambar 6. Simulasi penuangan logam cair pada bottom gating system dengan kecepatan 1,6 detik

Pada gambar terlihat bahwa waktu terlalu lama penuangan logam cair, yaitu 1,6 detik menghasilkan aliran turbulensi yang semakin sedikit. Hal inilah yang menyebabkan tegangan thermal di dinding-dinding cetakan juga semakin kecil. Sehingga dari proses simulasi lama waktu penuangan pada jenis bottom gating system terlihat bahwa waktu berpengaruh terhadap hasil pengecoran logam aluminium.

Pengaruh posisi gating system terhadap tingkat cacat logam

Posisi atas dan bawah dari *gating system* juga akan mempengaruhi tingkat kecacatan benda kerja. Dari lama waktu penuangan yang sama, dapat dilihat dari foto dibawah ini seberapa besar cacat yang terjadi setelah logam cair membeku.



Gambar 7. Benda kerja hasil penuangan logam cair pada top gating system dengan kecepatan 1,6 detik



Gambar 8. Cacat pada benda kerja hasil penuangan logam cair pada top gating system dengan kecepatan 1,6 detik



Gambar 9. Benda kerja hasil penuangan logam cair pada *bottom gating system* dengan kecepatan 1,6 detik

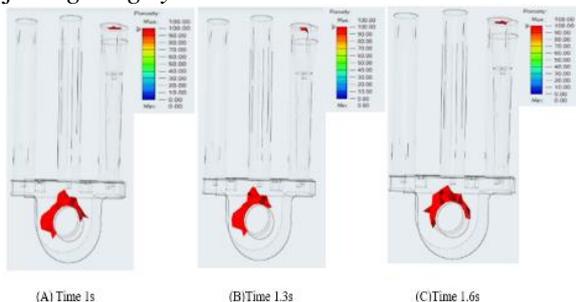


Gambar 10. Cacat pada Benda kerja hasil penuangan logam cair pada *bottom gating system* dengan kecepatan 1,6 detik

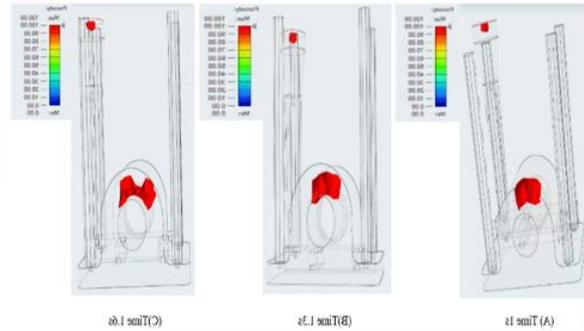
Kelihatan dengan jelas perbedaan antara hasil penuangan dengan perbedaan posisi *gating system*. Pada posisi *gating system* diatas, maka posisi aliran logam cair ketika memasuki cetakan lebih pendek jaraknya, sehingga menghasilkan kecepatan logam cair yang masuk semakin rendah. Hasilnya logam cair dapat masuk dengan baik ke dalam cetakan dengan aliran turbulensi yang minimal. Namun ketika *gating system* berada dibawah, maka jarak penurunan logam cair semakin jauh, sehingga kecepatan logam cair ketika jatuh dan mengenai dinding cetakan semakin besar. Hal ini yang mengakibatkan aliran turbulensi semakin besar. Tegangan thermal di permukaan saluran juga semakin besar yang menyebabkan cacat benda kerja juga semakin besar.

Simulasi hubungan antara kecepatan penuangan dan porositas

Porositas menjadi cacat yang utama pada pengecoran pasir, dimana semakin lama penuangan yang berakibat dengan kecepatan aliran logam cair yang semakin rendah akan berpengaruh besar terhadap cacat porositas aluminium. Berikut hasil simulasi cacat porositas akibat perbedaan lama penuangan dan jenis *gating system*.



Gambar 11. Simulasi porositas pada top *gating system*



Gambar 12. Simulasi porositas pada *bottom gating system*

Dari gambar terlihat porositas terkonsentrasi di sekitar bagian atas inti, baik untuk top *gating system* maupun *bottom gating system*. Namun yang membedakan adalah porositas pada top *gating system* terlihat lebih merata, sedangkan porositas dari *bottom gating system* terlihat lebih terkonsentrasi, sehingga cacat yang terjadi akan mengakibatkan pada penurunan dimensi yang lebih besar.

KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Bahwa lama penuangan logam cair pada aluminium berpengaruh pada hasil pengecoran. Pada jarak lama waktu penuangan 1 sampai 1,6 detik menghasilkan data bahwa semakin lama penuangan maka akan menghasilkan hasil dengan cacat yang lebih sedikit.
- Perbedaan jenis *gating system* (top dan *bottom*) akan mengakibatkan perbedaan tinggi jatuh logam cair, yang mengakibatkan laju alir logam cair menjadi berbeda. Semakin cepat laju logam cair akan mempengaruhi tingkat turbulensi dan tegangan thermal pada dinding cetakan meningkat yang mengakibatkan cacat pada logam cor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Benjunior, A. H. Ahmad, and M. M. Rashidi, "Direct thermal method pouring temperature and holding time effect on

- aluminium alloy 6061 microstructure,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 788, no. 1, 2020.
- [2] L. J. Yang, “The effect of solidification time in squeeze casting of aluminium and zinc alloys,” *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 192–193, pp. 114–120, 2007.
- [3] J. O. Oji, B. Kareem, and N. Idusuyi, “Effects of mould and pouring temperatures on the ultimate tensile strength of aluminium alloy sand castings: An ANOVA approach,” *Leonardo Electron. J. Pract. Technol.*, vol. 10, no. 19, pp. 97–108, 2011.
- [4] E. David and J. Kopac, *Use of Separation and Impurity Removal Methods to Improve Aluminium Waste Recycling Process*, vol. 2, no. 10. Elsevier Ltd., 2015.
- [5] L. Gonzalo-Delgado, A. López-Delgado, F. A. López, F. J. Alguacil, and S. López-Andrés, “Recycling of hazardous waste from tertiary aluminium industry in a value-added material,” *Waste Manag. Res.*, vol. 29, no. 2, pp. 127–134, 2011.
- [6] J. Blomberg and P. Söderholm, “Resources, Conservation and Recycling The economics of secondary aluminium supply: An econometric analysis based on European data,” vol. 53, pp. 455–463, 2009.
- [7] S. K. Das, J. A. S. Green, and J. G. Kaufman, “The Development of Recycle-Friendly Automotive Aluminum Alloys,” pp. 47–51.
- [8] M. Samuel, “A new technique for recycling aluminium scrap,” *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 135, no. 1, pp. 117–124, 2003.
- [9] J. Gronostajski and A. Matuszak, “Recycling of metals by plastic deformation: an example of recycling of aluminium and its alloys chips,” *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 92–93, pp. 35–41, 1999.
- [10] J. Cui and H. J. Roven, “Recycling of automotive aluminum,” *Trans. Nonferrous Met. Soc. China (English Ed.)*, vol. 20, no. 11, pp. 2057–2063, 2010.
- [11] S. Capuzzi and G. Timelli, “Preparation and melting of scrap in aluminum recycling: A review,” *Metals (Basel)*, vol. 8, no. 4, 2018.
- [12] A. Wilczek, P. Długosz, and M. Hebda, “Porosity Characterization of Aluminium Castings by Using Particular Non-destructive Techniques,” *J. Nondestruct. Eval.*, vol. 34, no. 3, pp. 1–7, 2015.