

## Pengaruh Suhu Tuang dan Cetakan Pengecoran Aluminium Bekas Menggunakan *Gravity Die Casting* terhadap Kecacatan

Untung Sukanto<sup>1</sup> dan Muhammad Fauzan Bawono Putra<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Pertambangan - Program Studi Teknik Metalurgi

UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. Babarsari 2 Tambakbayan, Yogyakarta, 55281, Indonesia.

E-mail: cak\_oen2000@yahoo.com<sup>1</sup>; fauzanputrab@gmail.com<sup>2</sup>;

(082136054123)

### Abstrak

Pengecoran dilakukan dengan cetakan permanen. Penelitian dilakukan pengecoran untuk menghasilkan produk berupa logo Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta berukuran 30 cm dengan ketebalan 1 cm menggunakan aluminium bekas berupa piston yang sudah tidak terpakai. Berbahan dasar paduan aluminium cor seri 3xx yang berfokus pada parameter suhu cetakan, dan suhu peleburan.

Pre-heat terhadap tungku selama 45 menit hingga 1 jam. Dengan suhu peleburan yang digunakan 650°C, dan 750°C. Parameter suhu cetakan digunakan pada saat cetakan bersuhu ruang, 150°C, 170°C, dan 230°C. Melalui pengamatan makro sudah cukup untuk menentukan penyebab dari kegagalan pengecoran yang terjadi untuk produk ini.

Setelah penelitian dilakukan terdapat banyak kendala terhadap suhu penuangan di 750°C dimana terak yang terbentuk lebih banyak menimbulkan permukaan kasar. Hasil dari penuangan yang lambat menimbulkan pengecoran tidak sempurna dan dilakukan berkali-kali pada suhu tuang ini. Suhu tuang 650°C ditunjukkan hasil yang cukup baik tanpa pengulangan pengecoran, dan didapatkan permukaan yang halus dengan kecacatan yang sedikit. Suhu cetakan dengan hasil paling baik ditunjukkan pada suhu 150°C. Pada suhu tersebut didapatkan kecacatan yang paling minimum dibandingkan suhu cetakan lainnya, cacat yang muncul dalam suhu ini hanya berupa *cold shut* dan sebuah bercak hitam dibagian depan hasil coran.

**Kata Kunci** : Pengecoran, Aluminium Bekas, Suhu Peleburan, Suhu Cetakan, Cacat

### Abstract

*In this study permanent mold is used for the casting process. In this research, foundry was carried out to produce a product in the form for the logo of Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta measuring 30 cm using aluminum scrap in the form of an unused piston made of 3xx series aluminum alloy which focuses on the parameters of the mold temperature, and the melting temperature.*

*Pre-heating the furnace for 45 minutes to 1 hour. The melting temperatures used were 650°C, and 750°C. The mold temperature parameters were used when the mold was at room temperature, 150°C, 170°C, and 230°C. Macro observations were sufficient to determine the cause of the casting failure that occurred for this product.*

*After the research was carried out, there were many obstacles to the pouring temperature at 750°C where the slag formed caused more surface roughness. The result of slow pouring causes imperfect casting and is carried out many times at this pouring temperature. The casting temperature of 650°C showed quite good results without repeated casting, and a smooth surface was obtained with few defects. The temperature of the mold with the best results is shown at a temperature of 150°C. At this temperature, the minimum defects are obtained compared to other mold temperatures, the defects that appear at this temperature are only cold shuts and a black spot on the front of the casting.*

**Keywords**: Casting, Aluminum Scrap, Melting Temperature, Mold Temperature, Defect

## **Pendahuluan**

Indonesia menyumbang sampah secara nasional sebesar 175.000 ton per harinya. Dengan komposisi sampah logam berkisar 4,3 % (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), 2017). Angka timbunan sampah logam ini dapat dikurangi di Indonesia salah satunya dengan mendaur ulang logam menggunakan tahap metalurgi berupa pengecoran.

Metode *gravity die casting* digunakan dalam proses daur ulang aluminium bekas, dengan menggunakan prinsip penuangan menggunakan gaya gravitasi dan cetakan permanen. Dengan demikian diperlukan cetakan (*mold*) yang terbuat dari logam besi. Cetakan pada pengecoran aluminium bekas harus didesain dengan memperhatikan penyusutan logam cair sehingga hasil coran sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan. Disamping pengaruh cetakan yang baik, kesempurnaan hasil coran juga dipengaruhi suhu tuang logam cair, suhu cetakan serta laju penuangan. Parameter yang tepat akan menentukan kualitas dan kekonsistenan hasil pengecoran dengan demikian perlu dilakukan dengan penelitian untuk mendapatkan suhu tuang dan suhu cetakan yang tepat. Pengecoran berjalan dengan baik perlu mempertimbangkan berbagai hal yang telah disebutkan dengan demikian didapatkan hasil yang maksimal.

## **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan merupakan *gravity die casting*. Parameter pengecoran *die casting* yaitu suhu peleburan dengan suhu 650°C dan 750°C. Dan suhu cetakan bersuhu ruang, 150°C, 170°C, dan 230°C. Parameter yang dijaga tetap pada penelitian ini yaitu kemiringan cetakan antara 75°

hingga 80°. Hal yang dapat berubah dalam penelitian ini adalah cara penuangan operator penuangan dengan setiap pengecoran berbeda kondisi. Terdapat 2 operator bekerja sama untuk menuang agar mempermudah beban, dan ada yang dilakukan sendiri. Kemampuan operator dalam menuang berbeda dapat menunjukkan hasil yang berbeda. Analisis yang dilakukan menggunakan pengamatan visual. Sampel yang digunakan merupakan piston bekas berbahan dasar aluminium paduan cor seri 3xx. Dengan kandungan utama Al-Mg-Si. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Pirometalurgi UPN "Veteran" Yogyakarta tahun 2021.

## **Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Suhu tuang 650°C tanpa adanya *pre-heat* pada cetakan didapatkan hasil penuangan dilakukan seorang diri. Pada saat penuangan terjadi kesulitan, dimana *crucible* harus dimiringkan hampir 90° yang membuat penuangan terhenti dan menimbulkan *incomplete casting* dimana keseluruhan logam cair tidak terisi penuh pada cetakan. *Flash* yang terjadi pada bagian atas disebabkan karena cetakan yang kurang rapat sehingga menimbulkan celah pada coran kemudian logam cair mengisi rongga pada bagian tersebut. Pada bagian belakang terjadi penuangan terjadi *cold shut*. Penyesuaian operator dalam menuang membuat penuangan berhenti sementara. Kecacatan *cold shut* dalam percobaan ini diabaikan diakibatkan hanya ditimbulkan pada bagian belakang,

dengan tujuan utama bagian depan berupa logo dan tulisan terlihat cukup jelas. *Shrinkage* disebabkan oleh kandungan air pada semen yang menguap sehingga menghambat pengisian aluminium terhadap hasil coran. Hasil ituunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.**

Suhu Tuang 650°C, Suhu Ruang Cetakan

Sumber: didapatkan dari penelitian, 2021

Suhu tuang 650°C, suhu cetakan 150°C pada bagian atas hasil pengecoran terdapat hasil *cold shut* yang sangat fatal. Pada saat penuangan operator mencoba menuang sendiri namun dikarenakan penuangan terlalu berat operator berhenti menuang sejenak kemudian dibantu untuk menuang kelanjutannya. *Cold shut* lain juga terbentuk pada bagian bawah hasil pengecoran yang sedikit. *Flash* juga ditimbulkan pada hasil ini karena cetakan kurang rapat. Porositas berukuran kurang lebih 1 mm pada bagian depan coran. Terdapat retak pada bagian bawah hasil pengecoran kemungkinan dikarenakan pada bagian tersebut suhu cetakan turun sehingga terbentuk retakan karena pendinginan yang terlalu cepat. Hasil ditunjukkan Gambar 2.



**Gambar 2.**

Suhu Tuang 650°C, Suhu Cetakan 150°C

Sumber: didapatkan dari penelitian, 2021

Pada hasil Suhu tuang 650°C, Suhu cetakan 170°C yang diberikan terdapat kecacatan berupa *cold shut* pada sisi kiri dikarenakan saat penuangan harus menyesuaikan lagi antara 2 orang yang menuang sehingga terhenti sejenak. *Crack* serta *misrun* didapatkan dari kemungkinan pemerataan *pre-heat* cetakan yang tidak merata maupun adanya penyusutan dibagian tersebut. Patahan yang terjadi dikarenakan saat membuka hasil dari cetakan masih dalam tahapan pendinginan logam. Uap menimbulkan adanya turbulensi udara yang dapat menghalangi penuangan coran. Ditambah dengan tidak adanya *riser* kecuali tempat penuangan yang berfungsi sebagai *riser* juga, menimbulkan cacat pengecoran berupa *misrun* yang timbul karena udara yang terbentuk didalam dan terjebak. Hasil ditunjukkan Gambar 3.



**Gambar 3.**

Suhu Tuang 650°C, Suhu Cetakan 170°C  
Sumber: didapatkan dari penelitian, 2021

Keseluruhan pengecoran ini mengalami *cold shut* dikarena kemiringan cetakan yang terlalu tinggi menyebabkan pergerakan logam cair yang bergejolak didalam cetakan. Suhu tuang 650°C, dengan suhu cetakan 230°C memberikan inklusi kotoran berupa tanah terjadi pada sisi bawah hal ini dikarenakan pembersihan terak tidak ikut terambil maupun terlebur dan mengendap pada bagian tersebut. Tanah tersebut berasal dari sisa pengecoran yang dimasukkan dan belum dibersihkan dari tanah tersebut. Hasil ditunjukkan Gambar 4.



**Gambar 4.**

Suhu Tuang 650°C, Suhu Cetakan 170°C  
Sumber: didapatkan dari penelitian, 2021

Suhu tuang 750°C, tanpa adanya *pre-heat* didapatkan cacat berupa *cold shut* pada berbagai sisi hasil coran dikarenakan posisi penuangan sempat terhenti. *Crack* terjadi akibat suhu penuangan yang kemungkinan terlalu tinggi karena cetakan tidak dilakukan *pre-heating* sebelumnya membuat logam cair tidak seimbang dengan cetakan. Permukaan yang kasar dikarenakan terak tidak terbuang dengan baik. Pada sisi belakang terdapat inklusi terhadap dinding coran yang diberi lapisan tambahan berupa semen putih. Dengan berbagai penyusutan pada keseluruhan bagian dikarenakan logam umpan tidak tersedia untuk mengimbangi penyusutan ketika logam cair membeku. Hasil ditunjukkan Gambar 5.



**Gambar 5.**

Suhu Tuang 750°C, Suhu Ruang Cetakan  
Sumber: didapatkan dari penelitian, 2021

Suhu tuang 750°C, dengan suhu cetakan 150°C dilakukan penuangan yang cukup lama serta kondisi *operator* yang sulit untuk menyesuaikan membuat *incomplete casting terjadi*. Hasil pengecoran menunjukkan terdapat permukaan yang kasar, *shrinkage* pada bagian

tengah, *cold shut*, maupun porositas. Permukaan kasar terbentuk dikarenakan kandungan aluminium mulai berikatan dengan oksida membuat terak terbentuk. terak terbentuk karena suhu penuangan yang terlalu tinggi yang diharapkan menjadi  $780^{\circ}\text{C}$  melambung tinggi hingga  $850^{\circ}\text{C}$ . Penyusutan ditengah ditimbulkan karena terdapat uap yang ditimbulkan dinding semen maupun dari oli. Kedua hal ini yaitu oli dan semen sudah sangat dikurangi kadar airnya sehingga tidak menimbulkan cacat ini ditambah tidak adanya *riser*. Hasil ditunjukkan Gambar 6.



**Gambar 6.**

Suhu Tuang  $750^{\circ}\text{C}$ , Suhu Cetakan  $150^{\circ}\text{C}$

Sumber: didapatkan dari penelitian, 2021

Suhu tuang  $750^{\circ}\text{C}$ , dengan suhu cetakan  $170^{\circ}\text{C}$  pada saat penuangan operator harus menyesuaikan penuangan saat logam sudah terisi setengah karena sulit keluar dari *crucible*. Kemungkinan suhu penuangan juga turun secara drastis saat penuangan berlangsung. Warna hitam pada permukaan hasil pengecoran dikarenakan pada dinding cetakan terdapat bekas oli yang sulit dihilangkan. Hasil ditunjukkan Gambar 7.



**Gambar 7.**

Suhu Tuang  $750^{\circ}\text{C}$ , Suhu Cetakan  $170^{\circ}\text{C}$

Sumber: didapatkan dari penelitian, 2021

Suhu tuang  $750^{\circ}\text{C}$ , dengan suhu cetakan  $230^{\circ}\text{C}$  dilakukan penuangan pertama. terjadi kegagalan pada penuangan tersebut dikarenakan saat penuangan terlalu mengenai dinding cetakan yang bersentuhan langsung dengan udara membuat logam cepat membeku didalam dan menimbulkan *incomplete casting*. Ditambah selama penuangan didasar *crucible* logam telah membeku dan membentuk terak. Setelah semua dibersihkan, pengecoran kedua dilakukan. Pada pengecoran kedua oli masih mengganggu dan membentuk *misrun*. Hasil ditunjukkan Gambar 8.



**Gambar 8.**

Suhu Tuang  $750^{\circ}\text{C}$ , Suhu Cetakan  $230^{\circ}\text{C}$

Sumber: didapatkan dari penelitian, 2021

## Kesimpulan

Dari pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Suhu penuangan 650°C lebih dianjurkan dari pada 750°C pada penelitian ini dikarenakan suhu 750°C logam cair lebih reaktif terhadap unsur sekitarnya dan membuat terak pada dinding *crucible* maupun membuat permukaan kasar pada hasil coran. Namun, pada suhu 650°C rentan terhadap penurunan suhu yang drastis.
2. Pada penelitian suhu cetakan yang paling baik hasilnya terdapat pada suhu cetakan 150°C dari kedua suhu penuangan yang dilakukan. Suhu cetakan 150°C tidak menimbulkan *misrun* maupun *incomplete casting* yang banyak. Tidak adanya sistem *gating* menimbulkan *misrun* pada coran. Suhu cetakan 150°C dapat terhindar dari cacat tersebut.

## Ucapan Terima Kasih

Saya selaku penulis mengucapkan terima kasih kepada program studi teknik metalurgi, jurusan teknik pertambangan, fakultas teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan publikasi terhadap jurnal ini.

## Referensi

- ASTM Internasional. (2003). *Standard Specification for Aluminum-Alloy Die Castings*. Diakses dari [https://www.astm.org/b0085\\_b0085m-18e01.html](https://www.astm.org/b0085_b0085m-18e01.html).
- ASTM Internasional. (2008). *Standard Specification for Aluminum-Alloy Permanent Mold Casting*. Diakses dari

[https://www.astm.org/b0108\\_b0108m-19.html](https://www.astm.org/b0108_b0108m-19.html)

- Anonim. Wikipedia. *American Standard Testing and Material*. Diakses 22 Juli 2021 dari [https://id.wikipedia.org/wiki/American\\_Standard\\_Testing\\_and\\_Material](https://id.wikipedia.org/wiki/American_Standard_Testing_and_Material).
- Anonim. Wikipedia. *Aluminium*. Diakses 22 Juli 2021 dari [https://id.wikipedia.org/wiki/Aluminium#Sifat\\_Mekanik\\_Aluminium](https://id.wikipedia.org/wiki/Aluminium#Sifat_Mekanik_Aluminium).
- Budiyono, Aris, dan Widayat, widi. (2013). *Pemanfaatan Aluminium Skrap Sebagai Bahan Baku Industri Kecil Pengecoran Logam Non ferro Melalui Perlakuan Pada Logam Cair (Solution Treatment) Dengan Rotary Degasser*, 1-3.
- Butle,W.A, Timeli G., Battaglia E., dan Bonollo, F.. (2016). *Die Casting (Permanent Mold)*. Elsevier.
- Campbell, John . (2003). *Castings (Second Edition)*. Elsevier: United Kingdom.
- Capuzzi, Stefano dan Timelli, Giulio. (2018). *Preparation and Melting of Scrap in Aluminum Recycling: A Review*. Italy : MDPI, 1-3, 11.
- Cholis, Noor Setiawan, Suharno, dan Yadiono. (2013). *Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium(Mg) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Pengecoran Aluminium*, 3-5.
- Deter, G. E. (1999). *Engineering Design*. McGraw-Hill.
- D. Oza, Ankit dan Patel, Tushar M. (2013). *Analysis and Validation of Gravity Die Casting Process using ProCAST*. Gujarat :

- International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management, 1-2.
- E. Dieter George. (1961). *Mechanical Metallurgy*.
- Ghosh and A. K. Mallik. (2001). *Manufacturing Science*.
- John A Schey. (2000). *Introduction to Manufacturing Processes*, McGraw Hill, 3rd Edition.
- J. B. Bralla. (1998). *Design for manufacturability handbook*. New York: McGrawhill handbooks, 2nd edition.
- Kridli, G.T. (2020). *Materials, Design and Manufacturing for Lightweight Vehicles (Second Edition)*.
- Kurniawan, Aang, Widyanto S.A, dan Umardhani Y. (2013). *Pengaruh suhu Cetakan Pada Cacat Visual Produk Piston dengan Metode Die Casting*. Semarang : Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro, 2-3, 6-9.
- M. F. Ashby. (1999). *Material Selection in Mechanical Design*.
- Otarawanna,S., dan Dahle, A.K. (2011). *Fundamentals of Aluminium Metallurgy Production, Processing and Applications*. Woodhead Publishing Series.
- Rajkolhe, Rajesh dan Khan, J.G. (2014). *Defect, Causes and Their Remedies in Casting Process: A Review*. Shri Sant Gajanan Collage of Engineering: Shegaon.
- Ramadhan, Gilang Fajar. (2020). *Tugas Akhir Pengaruh Variasi Suhu Tuang Terhadap Tekstur dan Kekerasan Produk Cor Aluminium Bekas Dengan Metode Sand dan Lost Foam Casting*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sanghavi, Chirag, Patil Soham, dan Narayankar S M. (2018). *Design and Fabrication of Semi-Automatic Gravity Die Casting Machine*, 1. India : International Journal for Scientific Research & Development.
- Satriani, Ajeng Fitria dan Bayuseno, Athanasius priharyoto. (2016). *Pengaruh Penambahan Unsur Silikon (Si) pada Shaft Propeller Berbahann Dasar Al-Mg-Si*. Semarang : Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro, 1, 7.
- Sigworth, G. K. (2011). *Quality issues in aluminum castings. Fundamentals of Aluminium Metallurgy*.
- Surdia, Tata, dan Chijiwa, Kenji. (2013). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta : PT. Balai Pustaka.
- Widodo, Basuki. (2009). *Optimalisasi Temperatur Pemanasan Cetakan Permanen (300°C, 350°C, 400°C) Terhadap Sifat Mekanik Paduan Aluminium- Magnesium (SERI 5XXX)*, 3(166), 9(172). <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v1i2.393>.
- Yamagata, Hiroshi. (2005). *The Science and Technology of Materials in Automotive Engines*. Woodhead publishing.
- Zhu, Yongxian, Chappuis Laurent B., Kleine Robert De, Kim Hyung Chul , Wallington Timothy J., Luckey George, Cooper Daniel R. (2020). *The coming wave of aluminum sheet scrap from vehicle recycling in the United States*, 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105208>