

# PROSES PENGECORAN DAN MANUFAKTUR LOGAM

Norman Andika Rahmadi Pane <sup>1)</sup> dan Anton Sudyanto <sup>2)</sup>

Program studi Teknik Metalurgi

Jl. Babarsari 2, Tambakbayan, Depok, Sleman, Yogyakarta.

Email: normanpane99@gmail.com <sup>1)</sup> dan [anton.sudyanto@upnyk.ac.id](mailto:anton.sudyanto@upnyk.ac.id) <sup>2)</sup>

## ABSTRAK

Proses pengecoran logam (casting) adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat. Sebagai suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan, pengecoran digunakan untuk menghasilkan bentuk asli produk jadi. Teknik pengecoran logam pada masa saat ini sudah mengalami perkembangan yang cukup bagus. Para produsen produk saling bersaing untuk memproduksi produk coran yang berkualitas dengan harga yang bersaing. Para produsen mengembangkan inovasi material dengan berbagai macam metode. Mulai dari komposisinya sampai bermacam perlakuan panas pada material tersebut. Teknik pengecoran logam tersebut dikembangkan untuk mengurangi cacat – cacat yang terjadi pada produk hasil coran.

**Kata kunci:** pengecoran, cacat, logam

## ABSTRACT

*The metal casting process (casting) is a technique for producing a product where the metal is melted in a melting furnace and then poured into a mold cavity that is similar to the original form of the cast product to be made. As a manufacturing process that uses liquid metal and molds, casting is used to produce the original form of the finished product. Metal casting techniques at this time have experienced quite good development. Product manufacturers compete with each other to produce quality casting products at competitive prices. Manufacturers develop material innovations with a variety of methods. Starting from the composition to various heat treatment of the material. This metal casting technique was developed to reduce defects that occur in casting products.*

**Keywords:** casting, defects, metal

## PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan suatu proses pembuatan benda yang dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari pembuatan pola, cetakan, proses peleburan, menuang, membongkar dan membersihkan coran. Hampir semua benda-benda logam yang berbentuk rumit baik logam ferro maupun non ferro mulai dari berukuran kecil sampai besar dapat dibuat melalui proses pengecoran.

Perkembangan material berbasis besi (ferro), khususnya material coran baik kelas besi cor dan baja cor ditanah air telah meningkat sedemikian rupa mengikuti tuntutan kualitas yang berkaitan dengan fungsi produk cor itu sendiri. Persaingan ketat di industri pembuatan komponen otomotif yang menjanjikan kontinuitas pesanan massal, telah dikuasai oleh industri-industri pengecoran besar yang mengaplikasikan berbagai jenis mesin produksi yang semakin canggih dan dilengkapi dengan pengendalian mutu yang cermat.

Dalam proses pengecoran logam terdapat beberapa macam cetakan yang digunakan. Cetakan tersebut antara lain adalah cetakan tidak permanen (cetakan pasir) dan cetakan permanen. Cetakan pasir adalah proses pengecoran logam dengan menggunakan pasir sebagai bahan cetakan. Sedangkan cetakan permanen biasa terbuat dari baja yang memiliki titik lebur lebih tinggi dari material besi cor yang dituangkan. Cetakan permanen yang digunakan harus melalui proses preheating sebelum dituang besi cor cair dalam rongga cetakan tersebut. Preheating disini yang dimaksud adalah pemanasan cetakan permanen dari logam ferro untuk menaikkan suhu cetakan. Selisih temperatur besi cor cair yang dituang dengan cetakan akan menimbulkan ledakan jika terlalu jauh. Dalam melakukan pengecoran logam, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan supaya dalam proses pengecoran dan hasil coran dapat dihasilkan dengan baik. Proses pengecoran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pengecoran Logam

### a. Pengecoran Cetakan Pasir

Pengecoran logam adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan material cair baik logam maupun non logam yang dituangkan ke dalam cetakan untuk menghasilkan bentuk produk yang diinginkan. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang sesuai dengan bentuk atau desain produk yang diinginkan (Soemardi & Agri Suwandi, 2016). Pengecoran cetakan pasir adalah proses pengecoran dengan menggunakan cetakan yang terbuat dari pasir. Rongga pada cetakan dibuat sesuai dengan pola dari pasir disekitarnya. Pola sangat diperlukan dalam proses pengecoran cetakan pasir. Oleh karena itu, Langkah awal sebelum pengecoran dapat dimulai dengan merancang dan membuat pola terlebih dahulu.

Pola adalah model, tiruan benda atau komponen berukuran penuh yang akan dibuat dengan proses pengecoran. Hal pertama yang harus dilakukan pada pembuatan pola adalah mengubah gambar perencanaan menjadi gambar untuk pengecoran. Pada pembuatan pola, hal seperti menentukan cope, drag, gating system, pemisah, kemiringan pola, penambahan ukuran akibat penyusutan, proses pemesinan serta inti merupakan hal utama (Aryadita, 2018).

Penentuan cope, drag dan pemisah merupakan hal paling penting agar produk hasil pengecoran mendapatkan hasil yang baik. Adapun ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi untuk dapat menentukan cope, drag dan pemisah adalah sebagai berikut :

1. Pola harus mudah dilepas atau dikeluarkan dari cetakan pasir, pemisah harus satu bidang, Pada dasarnya cope harus dibuat lebih pendek.

2. Penempatan inti harus mudah, tempat inti dalam cetakan pasir harus ditentukan secara teliti.

3. Sistem saluran harus dibuat sempurna agar aliran logam cair pada saat penuangan dapat mengalir secara optimum.

4. Terlalu banyak pemisah akan memakan banyak waktu dalam proses penyetakan serta menyebabkan pembuatan pola menjadi mahal (Ashar, Purwanto, & Respati, 2012).

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, penetapan pemisah sangat menentukan terhadap hasil coran yang berkualitas.

Pola mempunyai bermacam-macam bentuk pola pejal, pola pelat pasangan, pola pelat cope dan drag, pola cetakan sapuan, pola penggeret dengan penuntun, pola penggeret berputar dengan rangka cetak, pola kerangka (International, 2009).

#### **b. Penambahan Ukuran Pola Untuk Pengerjaan Mesin**

Pada beberapa bagian coran terkadang mensyaratkan penyelesaian dengan pemesinan. Beberapa bagian permukaan coran mungkin saja disyaratkan memiliki kekasaran permukaan tertentu sehingga memerlukan proses penyelesaian mesin (Tanjung & Suwandi, 2017). Pada bagian yang memerlukan penyelesaian mesin tersebut, ukuran pola perlu ditambah. Penambahan ukuran pada bagian tersebut berbeda menurut bahan, ukuran dan arah cope dan drag serta keadaan pengerjaan mekanis.

#### **c. Kemiringan Pola**

Permukaan-permukaan yang tegak dimiringkan mulai dari permukaan pisah, hal ini dimaksudkan agar memudahkan pola diangkat dari cetakan pasir dan juga tidak merusak hasil cetakan yang sudah terbentuk. Besarnya nilai kemiringan pola tergantung pada bahan pola yang akan digunakan. Pola

logam membutuhkan kemiringan 1/200, sedangkan pola kayu dan plastik membutuhkan kemiringan 1/100 (International, 2009).

#### **d. Tambahan Pelenturan**

Penyusutan coran pada waktu pembekuan dan pendinginan, kadang-kadang bukan saja mengecilkan keseluruhan, tapi juga mengakibatkan pelenturan yang tergantung pada bentuk corannya (Palagan, 2015). Untuk menghindari pelenturan pada coran, maka dengan sengaja pola dilenturkan dengan membuat petunjuk dalam rencana pembuatan pola, agar disimpangkan ke arah yang berlawanan. Seperti: menempatkan rusuk- rusuk atau penambahan tebal sesuai dengan besar pelenturan yang diharapkan.

#### **e. Inti (Core)**

Inti adalah suatu bentuk dari pasir yang dipasang atau diletakkan pada rongga cetakan untuk mencegah pengisian logam cair yang seharusnya berbentuk lubang atau rongga dalam suatu produk cor. Inti terdiri dari berbagai jenis, yaitu inti kulit, inti CO<sub>2</sub>, inti udara dan sebagainya. Pengklasifikasian di atas ditentukan berdasarkan pengikat atau jenis proses pembuatan inti, disamping pasir dan pengikat tanah lempung (Aryadita, 2018).

Inti biasanya mempunyai telapak inti. Penentuan bentuk dan ukuran telapak inti harus direncanakan dengan teliti untuk penyerderhanaan bentuk inti, dan agar didapatkan hasil coran yang baik. Telapak inti digunakan untuk maksud-maksud sebagai berikut :

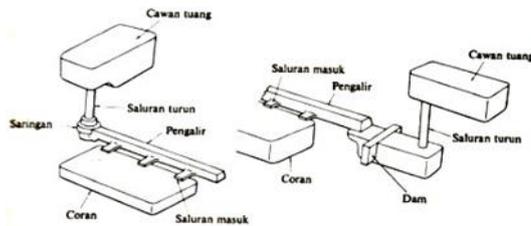
1. Menempatkan inti, membawa dan menentukan letak inti.

2. Menyalurkan udara dan gas-gas dari cetakan yang keluar melalui inti.

3. Memegang inti, Ketika cetakan sudah terisi penuh oleh cairan logam. maka telapak inti mencegah bergesernya inti dan memegang inti terhadap daya apung dari logam.

## f. Sistem Saluran

Sistem saluran atau gating system adalah jalan masuk bagi cairan logam yang ditungkan ke dalam rongga cetakan



(International, 2009).

Gambar 3. Bagian-bagian sistem saluran (Campbell, 2011)

Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3, sistem saluran terdiri dari:

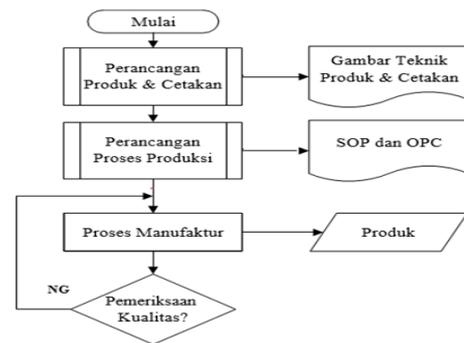
1. Cawan Tuang (Basin). Cawan tuang merupakan penerima yang menerima cairan logam langsung dari ladle. Biasanya berbentuk corong atau cawan dengan saluran turun dibawahnya. Kedalaman cawan tuang berpengaruh terhadap hasil coran, maka dari itu ukuran cawan tuang harus diperhatikan.
2. Saluran Turun (Sprue). Saluran pertama yang membawa logam cair dari cawan tuang ke dalam pengalir dan saluran masuk, dibuat tegak lurus dengan irisan berupa lingkaran dan ada pula yang berbentuk runcing.
3. Pengalir (Runner). Pengalir yaitu saluran yang membawa logam cair dari saluran turun ke bagian-bagian yang cocok pada cetakan, pengalir biasa berbentuk trapesium atau setengah lingkaran.
4. Saluran Masuk (Ingate). Saluran masuk yaitu saluran yang mengisikan logam cair dari pengalir ke dalam cetakan. Saluran masuk dibuat dengan irisan yang lebih kecil dari pengalir supaya mencegah kotoran masuk ke dalam rongga cetakan.
5. Saluran Penambah (Riser). Penambah memberi logam cair

untuk mengimbangi penyusutan dalam pembekuan coran berbentuk trapesium atau setengah lingkaran.

6. Saluran Masuk (Ingate). Saluran masuk yaitu saluran yang mengisikan logam cair dari pengalir ke dalam cetakan. Saluran masuk dibuat dengan irisan yang lebih kecil dari pengalir supaya mencegah kotoran masuk ke dalam rongga cetakan.
7. Saluran Penambah (Riser). Penambah memberi logam cair untuk mengimbangi penyusutan dalam pembekuan coran.

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan, merupakan bagian dari peta jalan pengecoran logam yang dilakukan di pabrik. Seperti pada Gambar 4, tahapan penelitian dimulai dari perancangan produk hingga pemeriksaan kualitas produk. Tahapan yang digunakan dalam tulisan ini ada pada bagian dalam kotak besar, yaitu; proses manufaktur, pemeriksaan kualitas serta analisis biaya produksi. Metode yang digunakan berdasarkan metode DFM (Design for Manufacturing) yang dikembangkan oleh Boothroyd dkk (Boothroyd, Dewhurst, & Knight, 2011).



Gambar 4. Diagram Alir Proses Produksi

Tahapan perancangan produk dan perancangan proses produksi telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Hasil dari penelitian tersebut adalah gambar teknik produk lengkap dengan gambar sistem saluran masuk (gating system), Standard Operational Procedure (SOP) serta Operation

Process Chart (OPC). Proses manufaktur yang dilakukan dalam penelitian ini, menggunakan DFM sebagai metode manufakturnya dan teknologi pengecoran (casting) dengan cetakan pasir (sand casting) untuk pembuatan produk. Sedangkan pemeriksaan kualitas dengan metode visualisasi cacat terhadap produk.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter pengecoran dan pemesinan

Sebelum melakukan proses pengecoran, ada beberapa hal yang perlu dilakukan, yaitu perhitungan dan analisis simulasi pengecoran. Hal ini dilakukan untuk menghemat waktu, biaya dan memperoleh produk yang minim cacat (Herbandono, 2011)



Gambar 5. Contoh rancangan produk berupa pulley alat pertanian.

Gambar 5. memperlihatkan rancangan pulley yang telah dibuat dan dianalisis dengan simulasi pengecoran terlebih dahulu. Berdasarkan hasil analisis diperoleh yaitu:

1. Parameter dimensi awal setiap produk yang telah diketahui berdasarkan desain awal. Ditambahkan nilai penyusutan untuk setiap logam (contoh untuk aluminium sebesar 1.2%) dan menentukan nilai untuk pemesinan.
2. Parameter pengecoran, yaitu: Cetakan dalam coran sama rata agar terjadi pembekuan yang seragam dan suhu pada saat penuangan harus tepat yaitu 1.350 – 1.450 °C.

Selain proses pengecoran, produk yang dihasilkan juga menggunakan proses pemesinan, yaitu turning dan grinding. Proses turning dilakukan untuk menghasilkan bagian-bagian produk yang berbentuk silindris, sedangkan proses grinding untuk tahap penyelesaian (finishing).

### Proses Manufaktur

Hasil dari metode DFM adalah SOP dan OPC yang berfungsi sebagai acuan dalam proses manufaktur yang dilakukan (Libyawati, Suwandi, & Agustian, 2017). Proses manufaktur yang dilakukan mengikuti acuan dari SOP dan OPC yang telah dihasilkan pada penelitian sebelumnya. Berikut hasil dari tahapan manufaktur pengecoran logam :

#### 1. Pembuatan Pola

Pada proses pengecoran produk logam, jenis pola (pattern) yang direkomendasikan adalah pola belahan. Pola ini dipilih karena lebih mudah dalam pelepasan hasil produk coran nantinya akibat adanya bagian cope dan drag. Dari sisi biaya produksi, pola seperti ini lebih mudah dibuat dan murah



Gambar 6. Pembuatan Pola

#### 2. Pembuatan Pasir Cetak dan Sistem Saluran

Pada tahap ini, pemilihan jenis pasir untuk cetakan melibatkan beberapa faktor utama seperti bentuk dan ukuran pasir. Dalam pembuatan pasir cetak ini digunakan bahan baku pasir, yaitu pasir silika yang dicampur dengan perekat water glass dan disemprot dengan CO<sub>2</sub> sebagai bahan pengeras. Pada tahap ini setiap sistem saluran dipasang pada bagian yang sudah dibuat sebelumnya (lihat Gambar 7.)



Gambar 7. Pembuatan cetakan pasir

Selanjutnya cetakan pasir yang sudah selesai dibuat dilapisi dengan campuran cairan methanol dan cat envoy. Pada proses coating cetakan pasir ini bertujuan untuk mendapatkan permukaan yang lebih halus dan setelah itu cetakan dibakar agar cetakan lebih keras dan tidak larut waktu proses penuangan cairan logam (lihat Gambar 8).



Gambar 8. Proses coating cetakan pasir

Pada pengecoran cetakan pasir produk ini menggunakan rangka cetak sebanyak 3 lapis cope dan 2 lapis drag bagian cope menggunakan lebih banyak (flask) rangka cetak dikarenakan pada bagian atas terdapat penambah (riser) yang membutuhkan banyak ruang.

### 3. Proses Penuangan Cairan

Proses peleburan bahan baku material logam untuk seluruh produk ini menggunakan tanur induksi dan suhu untuk peleburan material logam seperti yang sudah didapat dari simulasi pengecoran yaitu diatas 1300 °C. Seperti ditunjukkan pada Gambar 9, proses penuangan cairan logam adalah proses yang penting dimana cairan logam mengalir dari ladle keawan tuang.



Gambar 9. Penuangan cairan aluminium

### 4. Proses Pembongkaran Cetakan

Proses pembongkaran ini bertujuan untuk memisahkan benda cor, pasir cetak dan rangka cetak. Pembongkaran ini akan menghasilkan benda cor yang masih lengkap dengan sistem saluran dan bekas pasir cetak yang masih menempel pada benda cor untuk selanjutnya dilakukan pembersihan dari sisa-sisa pasir yang menempel pada hasil coran.

### 5. Proses Pemesinan dan Finishing

Proses pemotongan bagian yang tidak terpakai bertujuan untuk memisahkan antara benda coran dengan sistem saluran dan bagian penambah (riser). Selanjutnya adalah proses permesinan dengan mesin bubut untuk membuat pola pada produk (contoh pembuatan pola pada pulley). Tahap akhir adalah proses akhir atau finishing yang bertujuan untuk menghaluskan permukaan produk coran dari sisa-sisa material coran yang masih menempel pada produk cor.



Gambar 10. Pemotongan bagian produk



Gambar 11. Proses drilling



Gambar 12. Proses turning

## 6. Proses Pemeriksaan Kualitas Produk

Proses pemeriksaan dilakukan dengan metode visual, yaitu dengan memeriksa dan melihat hasil produk cor. Berdasarkan hasil pemeriksaan terdapat 2 jenis cacat yang terjadi pada 2 area bagian produk, yaitu:

- a. Terdapat cacat rongga udara pada bagian bagian permukaan produk. Cacat jenis ini disebabkan oleh beberapa hal seperti pasir cetakan yang terlalu basah dan kecepatan penuangan (pouring speed) yang terlalu lama.
- b. Terdapat juga cacat pergeseran yang terdapat pada permukaan produk, cacat terjadi karena ada sambungan pada cope dan drag yang kurang rapat, dan juga terjadi pergeseran titik acuan pada cope dan drag.



Gambar 13. Cacat rongga udara berupa Pinhole (a) dan Blowhole (b)



Gambar 14. Cacat Pergeseran

Berdasarkan proses manufaktur yang dilakukan, pada produk yang dihasilkan masih terdapat cacat pada produknya. Cacat yang dihasilkan berada pada bagian yang penting, oleh karena itu perlu dilakukan pengecekan pada campuran komposisi pasir cetak untuk menghindari cacat rongga udara, perbaikan desain frame cope dan drag serta prosedur pembuatan cetakan pasir untuk menghindari cacat pergeseran.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, terdapat dua hal yang perlu diperhatikan untuk menghindari cacat kualitas pada produk cor, yaitu: (1). Pembuatan cetakan pasir yang benar dan tepat, dengan memadatkan pasir lebih padat lagi serta penambahan water glass untuk komposisi campuran pasir cetak yang optimal untuk menghindari cacat rongga udara; (2). Pengunci yang erat dan tepat pada setiap frame cetakan untuk menghindari cacat pergeseran.

## DAFTAR PUSTAKA

Aryadita, L. 2018. *Pengaruh Perbedaan Diameter Saluran Turun Pada Cetakan Pasir (14 mm, 18 mm dan 22 mm) Pada Pembuatan Produk Cor Sepatu Rem Tromol Dengan Bahan Aluminium*. Surakarta: Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .

Ashar, L., Purwanto, H., & Respati, S. 2012. *Analisis Pengaruh Model Sistem Saluran Dengan Pola Styrofoam Terhadap Sifat Fisis Dan Kekerasan Produk Puli Pada Proses Pengecoran*

Aluminium Daur Ulang. Momentum, 48- 55.

Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. A. 2011. *Product Design for Manufacture and Assembly*. Florida: CRC Press.

Campbell, J. 2011. *Complete Casting Handbook: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design*. Waltham, USA: Elsevier Ltd.

Herbandono, K. 2011. *Perancangan dan Simulasi Pengecoran pada Pembuatan Casing Turbinirect Condensing 3,5 MW*. Depok: Fakultas Teknik Departemen Teknik Metalurgi dan Material.

International, A. 2009. *Casting Design and Performance*. Ohio, USA: ASM International.

Palagan, F. F. 2015. *Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Logam Al-Si Dengan Penggunaan 15% Lumpur Porong, Sidoarjo Sebagai Pengikat Pasir Cetak Terhadap Cacat Cor Fluiditas Dan Kekerasan Cor* . Jurnal Teknik Mesin , 1-11.