



Perancangan dan pembuatan ring silinder menggunakan metode *centrifugal casting* sebagai alternatif peningkatan kualitas produk cor

Design and manufacture of cylindrical rings using the centrifugal casting method as an alternative to improving the quality of cast products

S. Gunara*¹, R. Kusnowo*²

¹Jurusan Teknologi Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Bandung, Jl. Kanayakan no.21 Dago, Bandung, Jawa Barat, 40135, Indonesia. HP. 0895360977095

²Prodi Teknik Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Bandung, Jl. Kanayakan no.21 Dago, Bandung, Jawa Barat, Indonesia.

*E-mail: shophiadi@polman-bandung.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 21 February 2019

Accepted 22 April 2019

Available online 1 July 2019

Keywords:

Centrifugal casting

Gravity casting

Ring silinder

Ring piston

FCD 500



Cylinder ring is a material for making piston rings, where the piston ring is one of the engine components that are produced by the automotive industry. At present, cylinder rings are made using the gravity casting method. But when the process of making cylindrical products using the gravity casting method, a channel system is needed so that the yield produced is so low. In addition, cast products produced by this method often have defects in the form of gas cavity defects due to the use of cores and fins caused by parting lines. This research was conducted to design and manufacture of cylinder rings using the centrifugal casting method as an alternative to improving the quality of cast products. The research process included cylinder ring design, speed experiments, cylinder ring manufacturing, visual checking before and after machining processes on Ferro Casting Ductile 500 (FCD 500) materials with a carbon composition range of 3.6-3.8%, silicon 1.8-2, 8%, max. Manganese 0.3% and the range of pouring temperature 1350°C-1280°C. The results of this study proved that cylindrical ring products designed and made using the centrifugal casting method with a 600 rpm motor rotational speed have no defects in the gas cavity and fins arise and produce a 95% yield.

1. PENDAHULUAN

Ring silinder merupakan bahan untuk membuat ring piston, dimana ring piston merupakan salah satu komponen mesin yang banyak diproduksi oleh industri otomotif. Ring piston diciptakan oleh *John Ramsbottom* pada Institution of Mechanical Engineers pada tahun 1854. Diameter ring piston sedikit lebih besar dari pada diameter luar piston. Ring piston dipasang pada alur dan permukaannya berhubungan dengan dinding silinder seperti pada gambar 1.

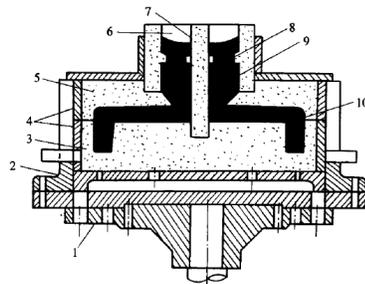


Gambar 1. Ring piston

Saat ini, ring silinder dibuat menggunakan proses pengecoran logam metode *gravity casting*. Namun ketika proses pembuatan produk silinder menggunakan metode *gravity casting* dibutuhkan sistem saluran sehingga *yield* yang dihasilkan begitu rendah. Selain itu produk cor yang dihasilkan oleh metode ini sering terjadi cacat berupa cacat rongga gas akibat penggunaan core/ inti dan cacat sirip yang diakibatkan oleh belahan (*parting line*).

Metode *centrifugal casting* ini dipilih karena memiliki banyak kelebihan untuk pembuatan produk cor berbentuk silinder dibandingkan metode *gravity casting* atau metode-metode lainnya dalam proses pengecoran logam. *Centrifugal casting* adalah proses pengecoran logam di mana logam cair dituangkan ke dalam cetakan yang berputar pada suhu tertentu. Putaran yang diberikan akan menghasilkan gaya sentrifugal yang akan mempengaruhi hasil pengecoran (Kusnowo dan Gunara, 2017; Ebhota dkk., 2016; Das dkk., 2015; Santoso dan Setiawan, 2015). Berdasarkan keunggulan metode diatas, maka dilakukan penelitian mengenai perancangan dan pembuatan ring silinder menggunakan metode *centrifugal casting* sebagai alternatif peningkatan kualitas produk cor.

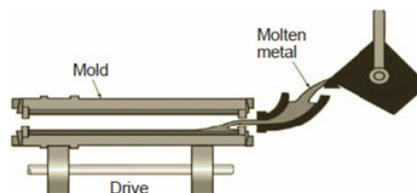
Bintoro dkk.. (2014) melakukan penelitian tentang penerapan metoda sentrifugal pada proses pengecoran produk komponen otomotif velg sepeda motor dimana pada penelitian ini menggunakan metoda semi vertikal *centrifugal casting* dan material coran yang digunakan adalah aluminium (*non ferro*). Metoda *semi vertical centrifugal casting* adalah metoda dimana benda kerja diputar pada posisi vertikal, seperti pada gambar dibawah ini



1. Meja berputar
2. Penapat cetakan
3. Cetakan bagian bawah
4. Rangka cetak
5. Cetakan bagian atas
6. Cawan tuang
7. Pasir inti
8. Inti penyaring
9. Penambah
10. Benda cor

Gambar 2. Proses *semi vertical centrifugal casting*

Pada penelitian ini, kami menggunakan metoda yang berbeda dengan peneliti sebelumnya, dimana metoda yang selama ini digunakan adalah semi vertikal, metoda yang kami gunakan untuk pembuatan ring silinder menggunakan horisontal *centrifugal casting* dan material *ferro casting*.



Gambar 3. Proses horisontal *centrifugal casting*

Pada gambar 3. Posisi benda horisontal dan diputar terhadap sumbunya, pada horisontal *centrifugal casting* tidak memerlukan sistem saluran dan penambah (riser). Cairan yang dituangkan kedalam cetakan merupakan riser juga. Dengan demikian, *yield centrifugal casting* yang dihasilkan akan lebih tinggi dibandingkan dengan *yield* hasil dari proses *gravity casting*. Benda cor yang dihasilkan pun akan lebih padat dari benda cor hasil *gravity casting* dan memiliki *mechanical properties* yang lebih baik (Kamlesh, 2016)

Pada mesin sentrifugal metode *horisontal centrifugal casting* terdiri dari komponen utama; cetakan logam berbentuk silinder (*mold*), saluran masuk (*pouring basin*), dan motor (*driver*). Selain itu bagian lainnya terdapat; rangka mesin, *drive roller*, *free roller*, *shaft*, *pulley*, *bearing*, dan *V-belt*.

Centrifugal casting memiliki beberapa kelebihan di bandingkan *gravity casting*. Berikut ini merupakan kelebihan *centrifugal casting* (Nathan, 1988) yaitu:

- Efek dari penyusutan akan ditransfer sebagian dalam benda.
- Dikarenakan tidak menggunakan sistem saluran memungkinkan untuk temperatur *pouring* yang lebih rendah dibandingkan *gravity casting*.
- Memiliki *yield* yang tinggi karena tidak menggunakan penambah dan sistem saluran. *Yield* dapat mencapai 96% bahkan lebih untuk kasus tertentu.
- Dibandingkan dengan *gravity casting*, laju pendinginan yang terjadi searah sehingga menghasilkan karakter butiran columnar, dibandingkan dengan butiran yang dihasilkan pasir cetak.
- Laju pendinginan yang cepat, karena menggunakan cetakan berbahan logam pembekuan lebih cepat dan ukuran butiran yang baik.
- Menghasilkan Logam yang bersih. Gas, slag, dan kotoran memiliki berat yang lebih ringan dibanding cairan logam, sehingga akan terkumpul di bagian dalam dari benda cor dan dapat dihilangkan dengan proses pemesinan.
- Mengeliminasi penggunaan inti pada bagian tengah.
- Dapat digunakan untuk produksi masal.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat ring silinder menggunakan metode horisontal *centrifugal casting* sebagai alternatif peningkatan kualitas produk cor.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan proses perancangan yaitu merancang pola yang menghasilkan produk cor ring silinder dengan ukuran panjang 200 mm, diameter luar 70 mm dan tebal 10 mm, merancang rangka cetak berbentuk silinder berongga, dan merancang saluran masuk sebagai tempat menampung dan jalur masuk cairan ke cetakan.

Selanjutnya proses pembuatan pola, dimana pola centrifugal terdiri dari pola hilang berbahan styrofoam dengan ukuran penyusutan sebesar 1% dan pola pendukung berbahan kayu mahoni dan multiplex. Persiapan rangka cetak berbahan logam berbentuk silinder seperti pipa atau tube dengan panjang 260 mm, diameter luar 140 mm, dan tebal 5 mm serta diberikan penutup berlubang diameter 50 mm disalah satu sisinya (end plate). Pembuatan cetakan dan saluran masuk menggunakan bahan pasir silika berpegang water glass.

Dilanjutkan tahapan persiapan material peleburan, dalam hal ini material yang digunakan adalah FCD 500 (Ferro casting ductile). Material baja low mangan dan besi daur ulang FCD dilebur menggunakan tanur induksi, setelah cair, material dilakukan pengecekan komposisi dengan spektrometer, dilakukan penambahan komposisi C, Si, Mangan, dan carburiser dengan target range komposisi karbon 3,6-3,8%, silikon 1,8-2,8%, mangan max 0,3%.

Mesin centrifugal kita siapkan di depan tanur induksi pada kondisi cetakan berputar tanpa beban cetakan yang diputar adalah cetakan dengan bahan pasir silika berpegang water glass. Pada gambar 4, dilakukan persiapan mesin centrifugal yaitu mengecek performa motor ditinjau dari putaran motor tanpa beban dan menggunakan beban cetakan, menghitung kecepatan motor, mengecek perlengkapan mesin seperti; roller, shaft, transmisi sabuk, dan pulley. Perhitungan kecepatan motor menggunakan rumus $w = \sqrt{F_c / (r \cdot m)}$, dimana gaya centrifugal (F_c) : $80G = 784m/s^2$, radius luar benda (r) : $35mm = 0,035m$ dan massa benda (m) : $5,6Kg$, didapatkan putaran mesin 600 rpm

Dinamika Teknik Mesin. Gunara dan Kusnowo: Perancangan dan pembuatan ring silinder menggunakan metode centrifugal casting sebagai alternatif peningkatan kualitas produk cor.



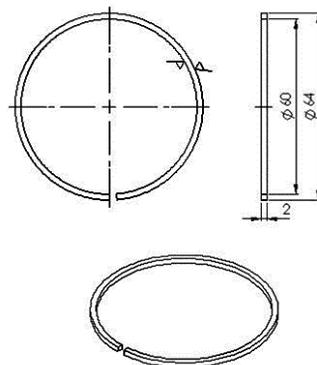
Gambar 4. Mesin centrifugal casting

Penuangan dari tanur induksi menggunakan *ladel*, pada saat penuangan ke ladel ditambahkan *inokulandan* FeSiMg untuk inisiasi pembulatan grafit. Cairan yang sudah siap akan kita tuang di saluran masuk pada cetakan yang diputar menggunakan mesin centrifugal casting pada tempetarur 1350°C-1280°C seperti gambar 5.

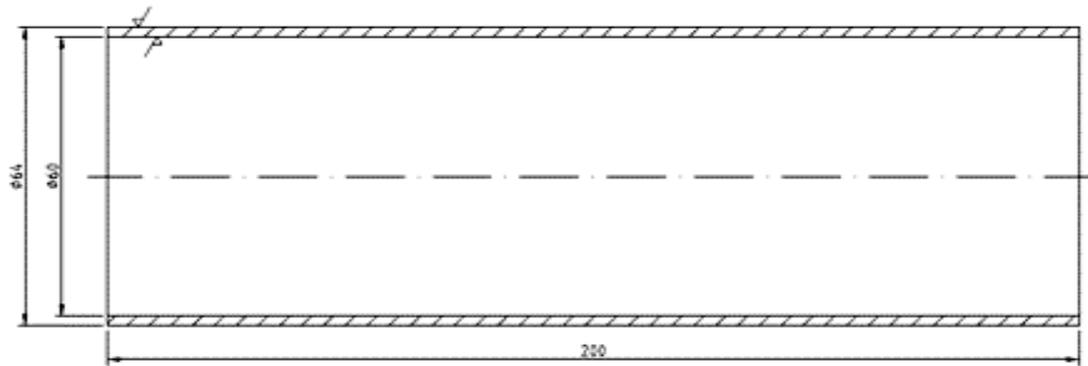


Gambar 5 Proses penuangan *centrifugal casting*

Setelah proses penuangan selesai ditunggu beberapa saat untuk proses pendinginan, Proses pendinginan yaitu proses menahan cairan dalam cetakan dengan keadaan motor masih berputar, waktu penahanan (*lead time*) yang dilakukan beberapa menit lalu dibiarkan dalam pendinginan normal. Selanjutnya dilakukan pembongkaran benda cor dari cetakannya. Selanjutnya proses permesinan hasil coran menggunakan mesin yang berada di Laboratorium Politeknik Manufaktur Bandung, dengan mengacu pada gambar teknik seperti gambar 7.



Gambar 6. Ring piston



Gambar 7. Ring silinder

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa visual

Proses *centrifugal casting* dilakukan beberapa kali percobaan hingga mendapatkan hasil yang sesuai dengan perancangan. Pada gambar 8 merupakan produk cor hasil proses *centrifugal casting*. Produk cor terlihat mulus tanpa cacat dan yield yang dihasilkan berkisar 95%. Sedangkan hasil proses *gravity casting* produk cor terjadi cacat rongga gas dan timbul sirip seperti pada gambar 8 hasil proses *gravity casting*. Yield yang dihasilkan berkisar 45%.



Gambar 8. Hasil proses *centrifugal casting*



Gambar 9. Hasil proses *gravity casting*

3.2. Hasil proses pemesinan

Produk cor hasil proses pengecoran *centrifugal* dan *gravity* dilanjutkan untuk diproses pemesinan. Tujuannya untuk mengamati cacat yang terdapat pada permukaan setelah proses pemesinan. Sampel yang digunakan untuk diproses pemesinan pada produk cor hasil *centrifugal* adalah sampel percobaan keenam sedangkan pada proses pengecoran *gravity* sampel percobaan pertama.



Gambar 10. Hasil proses pemesinan

Pada gambar 10 menunjukkan hasil proses pemesinan pada permukaan produk cor metode *centrifugal* tidak terdapat cacat rongga gas, permukaan benda dalam keadaan padat dan tanpa cacat hal ini karena gaya sentrifugal yang mendorong logam cair ke arah luar cetakan. Berbeda dengan hasil metode *gravity casting* terdapat banyak rongga gas, pada metode *gravity casting* gas muncul dari inti yang terbuat dari pasir silika berpendingkat *water glass*, gas keluar ketika cairan logam masuk pada temperatur 1350°C-1280°C. Temuan ini sejalan dengan temuan penelitian Bintoro dkk. (2014) yang menyatakan bahwa produk yang dibuat dengan menggunakan metoda sentrifugal bebas cacat, sisi terluar dari produk sentrifugal akan memiliki sifat mekanis yang baik dibandingkan dengan sisi tengah produk akibat tekanan gaya sentrifugal.

4. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan diperoleh beberapa temuan. Produk cor ring silinder yang dirancang dan dibuat dengan menggunakan metode centrifugal casting pada kecepatan putar motor 600 rpm tidak terjadi cacat rongga gas. Proses pembuatan ring silinder atau produk cor berbentuk silinder berongga terbukti lebih efisien menggunakan metode *centrifugal casting*, karena yield yang diperoleh berkisar 95% sedangkan jika menggunakan metode *gravity casting* yield yang diperoleh berkisar 45%. Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro. Hal tersebut untuk melihat hasil coran secara komprehensif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Pengecoran Logam di Politeknik Manufaktur Bandung atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Metal Handbook, 2005, Vol. 15 Casting.
- Bintoro W.M., Undiana B., Duddy Y.P., 2014, Penerapan metode sentrifugal pada proses pengecoran produk komponen otomotif velg sepeda motor, Jurnal Energi Dan Manufaktur, 6(2), 135-142.
- Das A., Mondal S.C., Thakkar J.J., Maiti J., 2015, A methodology for modeling and monitoring of centrifugal casting process, International Journal of Quality & Reliability Management, 32(7), 718-735.
- Ebhota W., Karun S., Akhil, Inambao F., 2016, Centrifugal casting technique baseline knowledge, applications, and processing parameters: Overview, International Journal of Materials Research, 107(10), 1-10.

Dinamika Teknik Mesin. Gunara dan Kusnowo: *Perancangan dan pembuatan ring silinder menggunakan metode centrifugal casting sebagai alternatif peningkatan kualitas produk cor.*

Kamlesh, Centrifugal Casting, 2016, <http://efoundry.iitb.ac.in/TechnicalPapers/dissertations/Kamlesh-CentrifugalCasting.pdf>.

Kusnowo R., Gunara S., 2017, Engineering design of centrifugal casting machine, AIP Conference Proceedings, 1855. 030026. 10.1063/1.

Nathan J., 1988, Centrifugal casting, American Foundry Society.

Santoso N., Setiawan W., 2015, Variasi perubahan putaran pada pengecoran aluminium bentuk puli dengan metode centrifugal casting terhadap peningkatan kekuatan mekanik, Jurnal Material Teknologi Proses, 1(1), pp.9-11.

Surdia T., Chijiwa K., 2000, Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.