



Identifikasi Cacat Porositas Piston Ice pada Proses Gravity Die Casting

Adrianus Aryo Wibisono¹

¹Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Piston adalah komponen mesin *internal combustion*. Piston dapat umumnya dibuat dengan proses gravity die casting. Pembentukan porositas penyusutan adalah masalah utama pada pengecoran paduan aluminium menggunakan gravity die casting. Kekosongan atau lubang pada benda cor yang disebut sebagai porositas penyusutan terjadi karena aliran tuangan yang kurang baik saat proses solidifikasi. Aliran tuangan yang kurang baik disebabkan karena suhu saat penuangan tidak ideal. Suhu yang tidak ideal yang dimaksud bisa berasal dari suhu material maupun suhu cetakan dan suhu material. Dilakukan percobaan variasi suhu material dan suhu cetakan pada proses *gravity die casting* dengan material AC8A yang sudah dimodifikasi untuk melihat pengaruhnya terhadap porositas permukaan *head piston*. Hal ini dibuktikan pada respon porositas yang lebih banyak pada variasi suhu cetakan 180°C dan suhu material 700°C setelah dilakukan *dye penetrant test* dibandingkan dengan variasi suhu cetakan 205°C dan suhu material 725°C dan juga variasi suhu cetakan 230°C dan suhu material 750°C.

Kata-kata kunci: piston, cacat porositas, suhu material, suhu cetakan, dye penetrant test

Abstract

Pistons are components of an internal combustion engine. Pistons can generally be made by a gravity die casting process. The formation of shrinkage porosity is a major problem in the casting of aluminum alloys using gravity die casting. The voids or holes in the cast material, known as shrinkage porosity, occur due to poor pour flow during the solidification process. The pouring flow is not good because the temperature at the time of pouring is not ideal. The temperature that is not ideal in question can come from the temperature of the material as well as the temperature of the mold and the temperature of the material. Experiments were carried out on variations in material temperature and mold temperature in the gravity die casting process with modified AC8A material to see its effect on the porosity of the piston head surface. This is evidenced by the greater porosity response to variations in the mold temperature of 180°C and material temperature of 700°C after the dye penetrant test was carried out compared to variations in the mold temperature of 205°C and material temperature of 725°C and also variations of the mold temperature 230°C and material temperature 750°C.

Keywords: piston, porosity defect, molten temperature, mold temperature, dye penetrant test

1. PENDAHULUAN

Piston adalah komponen mesin *internal combustion*. Keberadaan piston dalam mesin, bertujuan untuk mentransfer gaya dari gas yang mengembang di dalam silinder ke poros engkol melalui batang piston atau batang penghubung[1]. Umumnya material piston terbuat dari bahan paduan aluminium karena memiliki sifat mekanik yang baik [2]. Piston dapat diproduksi dengan cara salah satunya yaitu dengan *Gravity Die Casting*[3]. *Gravity die casting* adalah salah satu proses paling awal yang ditemukan untuk die casting logam dan paduan ringan. Dalam proses yang dapat sepenuhnya otomatis ini, logam cair dituangkan langsung dari gayung ke dalam cetakan semi permanen atau permanen. Proses ini memiliki keunggulan lebih ringan dan ketahanan korosi yang baik dengan akurasi dimensi yang lebih tinggi. Material aluminium yang dicetak dari GDC memiliki sifat mekanik yang baik [4].

Pada proses *Gravity Die Casting* cacat porositas sering kali terjadi. Kekosongan atau lubang pada benda cor yang disebut sebagai porositas penyusutan terjadi karena aliran tuangan yang kurang baik saat proses solidifikasi. Aliran tuangan yang kurang baik disebabkan karena suhu saat penuangan tidak ideal[5]. Suhu yang dimaksud bisa berasal dari suhu material maupun suhu cetakan. Bahkan setelah beberapa penelitian yang sudah dilakukan pembentukan porositas penyusutan adalah masalah utama pada pengecoran paduan aluminium menggunakan GDC [6]. Menurut Malhotra[7] pemanasan awal suhu cetakan mempengaruhi gradien termal. Menurut Shimin Li [8], tingkat keparahan cacat *hot tearing* pada benda hasil coran menurun dengan meningkatnya suhu cetakan dikarenakan gradien termal yang rendah. Menurut Gunasegaram [9] suhu cetakan yang lebih tinggi dapat memindahkan porositas dari titik kritis. Cacat porositas pada permukaan dapat dideteksi dengan *dye penetrant test* [10]

Penelitian yang dilakukan merupakan hasil percobaan dari pengecoran *gravity die casting* dengan material aluminium paduan AC8A yang sudah dimodifikasi sesuai standar PT X. Kualitas produk dianalisis dengan bantuan *dye penetrant test* dan dilakukan pengecekan secara visual. Hasil penelitian yang telah dilakukan diharapkan bisa bermanfaat bagi dunia industri pengecoran logam dengan berbagai variasi suhu cetakan dari 180°C, 205°C, 230° dan variasi suhu material tuang dari 700°C, 725°C, dan 750°C

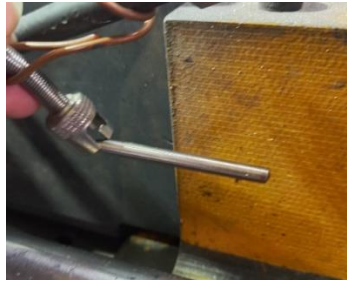
2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin *gravity die casting* yang terdapat pada PT X dengan merk *Baolin 4 Cavity Piston Casting Machine*. Material tuang yang digunakan adalah material aluminium paduan AC8A hasil modifikasi oleh PT X. *Pouring ladle* digunakan untuk mengambil material tuang pada *holding furnace*. Suhu material diukur dengan bantuan *thermocouple* tipe K seperti pada gambar 2. Suhu cetakan diukur dengan bantuan *thermocouple probe* tipe K seperti pada gambar 3. Pengukuran suhu material dan suhu cetakan dilakukan dengan menghubungkan *thermocouple* dengan *Thermometer 4-channel Tipe K* seperti pada gambar 4. Pengujian porositas dilakukan pada *Quality Foundry* PT X dengan menggunakan *dye penetrant test* dan dilakukan *quality check* secara visual



Gambar 2. Thermocouple tipe K



Gambar 3. Thermocouple probe tipe K



Gambar 4. Thermometer 4-channel K/J/R/E/T/S TM-947SD



Gambar 5. Pouring Ladle

Proses Casting

Pada percobaan kali ini, proses *casting* diawali dengan menyalakan mesin *Baolin gravity die casting*. Setelahnya dilakukan pengambilan material tuang pada *holding furnace* dengan *pouring ladle* untuk dituangkan ke mesin *gravity die casting* seperti pada gambar 7. Proses casting dilakukan mengikuti parameter yang sudah ditetapkan sebelumnya. Parameter proses casting kali ini terdiri dari variasi suhu cetakan 180°C, 205°C, 230°C dan suhu material 700°C, 725°C, 750°C.

Suhu Cetakan [°C]	Suhu Material [°C]
180	700
205	725
230	750

Tabel 1. Nilai parameter proses casting



Gambar 6. Proses pengambilan material tuang



Gambar 7. Proses casting

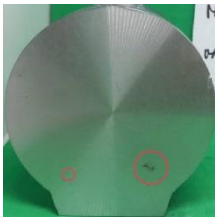
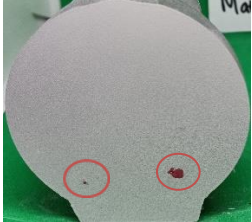
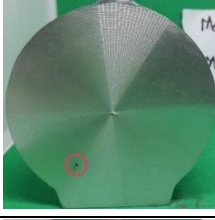
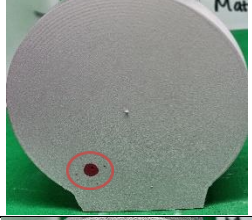
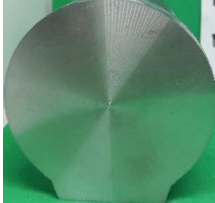

Pengujian Porositas

Preparasi sampel untuk pengujian porositas mengikuti standar pengecekan porositas pada *head* piston di PT X. Setelah preparasi sampel, dilakukan pengujian porositas dengan menyemprotkan cairan *penetrant* SKL-SP2. Dengan aksi kapiler, *penetrant* dapat meresap ke dalam celah-celah kecil dengan lebar 0,1 um. Setelah beberapa menit cairan *penetrant* dibersihkan untuk kemudian disemprotkan cairan *developer* SKD-S2. Cairan *penetrant* yang meresap pada celah-celah kecil akan ditarik ke permukaan oleh *developer* secara perlahan. Setelah itu dilakukan pengamatan secara visual.

Gambar 8. Cairan *penetrant* SKL-SP2Gambar 9. Cairan *developer* SKD-S2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian porositas pada head piston setelah dilakukan pengujian *dye penetrant test* seperti pada tabel 2. Didapatkan 3 hasil percobaan sebagai berikut:

Suhu Cetakan [°C]	Suhu Material [°C]	Hasil visual tanpa penetrant	Hasil visual dengan penetrant
180	700		
205	725		
230	750		

Tabel 2. Hasil pengujian porositas pada permukaan *head piston*

Pada tabel 2 dapat diamati pada variasi suhu cetakan 180°C dan suhu material 700°C menunjukkan respon porositas sebanyak 2 titik. Pada variasi suhu cetakan 205°C dan suhu material 725°C menunjukkan respon porositas sebanyak 1 titik. Sedangkan pada variasi suhu cetakan 230°C dan suhu material 750°C tidak didapkannya respon porositas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Shimin Li, et al (2016) “Effects of Mold Temperature and Pouring Temperature on the Hot Tearing of Cast Al-Cu Alloys” yang menyatakan bahwa semakin meningkatnya suhu cetakan dan suhu material tuang maka tingkat keparahan cacat akan semakin menurun.

Ketika suhu material tuang dan suhu cetakan meningkat maka gradien termal menjadi rendah yang mengakibatkan laju pendinginan rendah sehingga memperlambat perkembangan beban dan dengan demikian mengurangi tegangan termal pada logam yang mengeras. Gradien termal mempengaruhi morfologi butir selama solidifikasi. Suhu cetakan yang lebih rendah menghasilkan gradien termal yang lebih tinggi, yang mendorong struktur kolom. Ketika struktur kolom mengalami gaya tarik ke arah pertumbuhannya maka timbulnya cacat dimungkinkan.[8]

4. KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang dilakukan penulis, diketahui pengaruh variasi suhu cetakan dan suhu material pada proses *gravity die casting* dengan material AC8A yang sudah dimodifikasi terhadap porositas permukaan *head piston*. Hal ini dibuktikan pada respon porositas yang lebih banyak pada variasi suhu cetakan 180°C dan suhu material 700°C setelah dilakukan *dye penetrant test* dibandingkan dengan variasi suhu cetakan 205°C dan suhu material 725°C dan juga variasi suhu cetakan 230°C dan suhu material 750°C.

REFERENSI

- [1] K. S. Kumar, “DESIGN AND ANALYSIS OF I.C. ENGINE PISTON AND PISTON-RING ON COMPOSITE MATERIAL USING CREO AND ANSYS SOFTWARE,” *Journal of Engineering and Science*, vol. 01, no. 01, pp. 39–51, 2016.

- [2] I. Saefuloh, A. Pramono, W. Jamaludin, I. Rosyadi, and Haryadi, “Studi Karakterisasi Sifat Mekanik Dan struktur Mikro Material Piston Alumunium-Silikon Alloy,” *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, vol. IV, no. 2, pp. 56–62, 2018.
- [3] Bondan T. Sofyan, Suprayogi Yogi, and Sulaimy Fuad, “Karakteristik Silicone Die Coating dengan Variasi Ketebalan: Studi pada Cetakan Piston Aluminium,” *Jurnal Teknik Mesin ITS*, vol. 9, no. 3, pp. 169–176, 2009.
- [4] V. D. Tsoukalas, “The effect of die casting machine parameters on porosity of aluminium die castings,” *International Journal of Cast Metals Research*, vol. 15, no. 6, pp. 581–588, 2003.
- [5] *ASM Handbook Volume 15 Casting*.
- [6] A. Chennakesava Reddy and C. Rajanna, “DESIGN OF GRAVITY DIE CASTING PROCESS PARAMETERS OF AL-SI-MG ALLOYS,” *Journal of Machining and Forming Technologies*, vol. 1, no. 1/2, pp. 1–25, 2009.
- [7] V. Malhotra, “STUDY OF PROCESS PARAMETERS OF GRAVITY DIE CASTING DEFECTS,” *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, vol. 7, no. 2, pp. 208–211, 2016.
- [8] S. Li, K. Sadayappan, and D. Apelian, “Effects of Mold Temperature and Pouring Temperature on the Hot Tearing of Cast Al-Cu Alloys,” *Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science*, vol. 47, no. 5, pp. 2979–2990, Oct. 2016, doi: 10.1007/s11663-016-0739-1.
- [9] D. R. Gunasegaram, D. J. Farnsworth, and T. T. Nguyen, “Identification of critical factors affecting shrinkage porosity in permanent mold casting using numerical simulations based on design of experiments,” *J Mater Process Technol*, vol. 209, no. 3, pp. 1209–1219, Feb. 2009, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2008.03.044.
- [10] *ASM Handbook Volume 17: Nondestructive Evaluation of Materials*.