

PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR MAGNESIUM (Mg) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS MATERIAL *CHASSIS* BERBAHAN DASAR LIMBAH ALUMINIUM HASIL PENGECORAN HPDC

*Sardianto¹, Athanasius Priharyoto Bayuseno²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: sardian.anto@gmail.com

Abstrak

Chassis adalah rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin serta penumpang. *Chassis* dibuat dengan material aluminium limbah melalui proses pengecoran. HPDC (*High Pressure Die Casting*) merupakan salah satu metode dalam proses pengecoran yang memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode pengecoran yang lain. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data nilai porositas, kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro produk *chassis*. Dalam penelitian ini, HPDC dilakukan pada tekanan konstan 7 MPa dan variasi penambahan unsur magnesium (Mg) 0 wt%, 2 wt%, dan 3 wt%. Uji porositas dilakukan dengan menggunakan hukum Archimedes yaitu menimbang massa basah dan kering spesimen uji. Uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine*, uji kekerasan menggunakan metode Rockwell dengan skala B, dan uji struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 200X. Hasil pengujian porositas menunjukkan bahwa porositas semakin menurun, pada variasi 0% Mg porositas sebesar 7,85%, pada variasi 2% Mg sebesar 3,77%, dan pada variasi 3% Mg sebesar 2,07%. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan meningkat, pada variasi 0% Mg sebesar 62,71 HRB, pada variasi 2% Mg sebesar 65,33 HRB, dan pada variasi 3% Mg sebesar 67,14 HRB. Hal ini terjadi karena solidifikasi terjadi lebih cepat sehingga presipitat tumbuh dengan sempurna yang menyebabkan material memiliki jarak antar butir kristal lebih rapat sehingga sulit terjadi dislokasi pada butir. Presipitat yang terbentuk adalah Magnesium Silikat (Mg₂Si). Hasil struktur mikro menunjukkan adanya unsur AlSi dan presipitat Mg₂Si serta terlihat adanya porositas pada produk *chassis*.

Kata kunci: HPDC, Mg₂Si, dan Porositas

Abstract

Chassis is a framework that serves as the support weight of a vehicle, engine and passenger. aluminium chassis made with waste material through the casting process. HPDC (*High Pressure Die Casting*) is one of the methods in the casting process which has many advantages over other casting method. This research aims to obtain value of porosity, tensile strength, hardness, and microstructure of chassis product. In this research, HPDC performed at a constant pressure of 7 MPa and variation of addition Magnesium is 0 wt%, 2 wt% and 3 wt%. Porosity test performed using the Archimedes law that use mass of wet and dry specimen. Tensile Strength test using an *Universal Testing Machine*, Hardness test using Rockwell method with the scale of B, and test the microstructure using an optical microscope with a magnification of 200X. The results of porosity test show that the porosity decreased is obtained for composition Mg at 0 % is 7,85%, a composition at 2% Mg is 3,77 % and in composition at 3 % is 2,07 %. The results of hardness test show that the hardness product in the increasing at composition Mg at 0% is 62,71 HRB, a composition at 2% is 65,33 HRB and in composition at 3 % is 67,14 HRB. It occurs because the solidification occurs more quickly so that precipitates grow to perfection which causes the material has distance between crystal grains more tightly making it difficult dislocation in point. Precipitates formed are Magnesium Silicate (Mg₂Si). Results microstructure indicative of AlSi and precipitates Mg₂Si and visible presence of porosity in the product chassis.

Key words: HPDC, Mg₂Si, and Porosity.

1. Pendahuluan

Chassis adalah rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin serta penumpang. Biasanya chassis terbuat dari kerangka baja yang memegang *body* dan *engine* dari sebuah kendaraan. Material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan. *Chassis* juga berfungsi untuk menjaga agar mobil tetap rigid,

kaku dan tidak mengalami *bending*. Berdasarkan fungsinya tersebut, dapat disimpulkan bahwa *chassis* merupakan salah satu komponen vital dalam kendaraan bermotor [1].

Untuk memenuhi kebutuhan pasar global akan produk *chassis* dengan kualitas bahan yang bagus, tentu saja tidak terlepas dari bagaimana produk tersebut dibuat, mulai dari proses pengecoran (*casting*), pemanasan (*heating*), sampai ke proses akhir (*finishing*). Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan mutu dan kualitas dari *chassis* tersebut, salah satunya dengan melakukan penambahan berbagai jenis unsur paduan dan proses perlakuan panas. Oleh karena itu pada penelitian ini akan diteliti sifat mekanis dan struktur mikro dari *chassis* dengan bahan dasar aluminium limbah dengan penambahan unsur magnesium (Mg), dimana proses pembentukannya melalui proses HPDC (*High Pressure Die Casting*).

Penelitian yang dilakukan merupakan pembahasan hasil pengecoran HPDC dengan bahan baku aluminium limbah dengan variasi penambahan unsur magnesium (Mg). Pengujian-pengujian yang akan dilakukan antara lain pengujian tarik, kekerasan, pengujian densitas dan porositas serta struktur mikro. Sehingga penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat membuktikan bahwa penambahan suatu unsur ke dalam bahan baku *chassis*, dapat meningkatkan sifat fisis dan mekanis *chassis* tersebut. Bentuk *chassis* dapat dilihat pada Gambar 1.

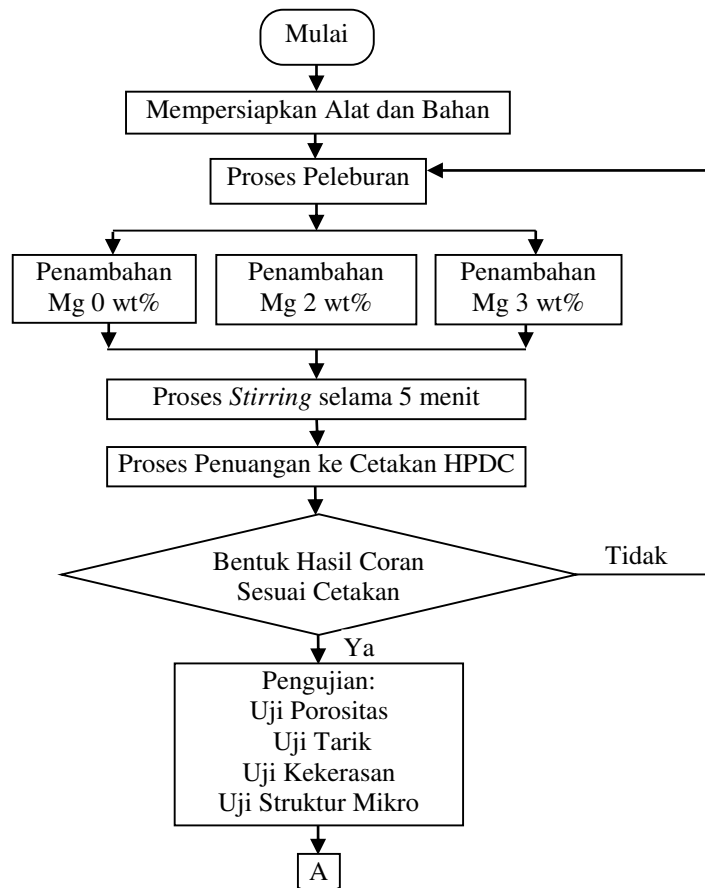


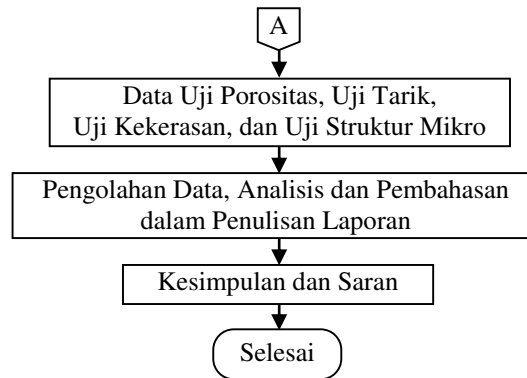
Gambar 1. *Chassis* [1]

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan sifat fisis dan mekanis *chassis* hasil proses HPDC (*High Pressure Die Casting*) dengan penambahan unsur magnesium (Mg) dan tanpa penambahan unsur magnesium (Mg).

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian



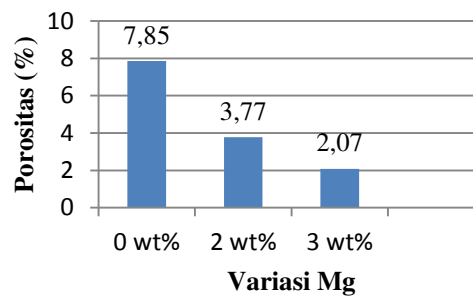


Gambar 2. Diagram alir penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Porositas

Dengan melakukan perhitungan maka didapatkan nilai porositas pada masing-masing spesimen. Spesimen dengan penambahan unsur magnesium 0 wt% mempunyai porositas sebesar 7,85%, pada spesimen dengan penambahan unsur magnesium 2 wt% mempunyai porositas sebesar 3,77%, sedangkan pada spesimen dengan penambahan unsur magnesium 3 wt% mempunyai porositas sebesar 2,07%. Sebagai penjelasan lebih lanjut data yang dihasilkan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.

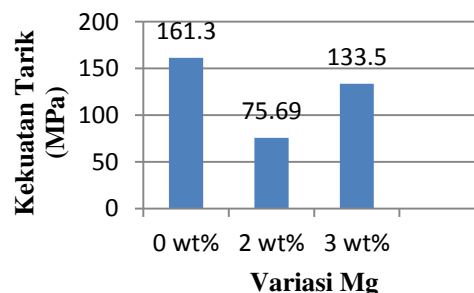


Gambar 3. Porositas dengan berbagai variasi Mg.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada penambahan unsur magnesium yang lebih banyak maka porositas akan semakin menurun. Penurunan nilai porositas pada penambahan unsur magnesium yang lebih banyak disebabkan karena semakin banyak magnesium yang ditambahkan, maka laju pembekuan makin cepat. Sehingga akan menghasilkan *Secondary Dendrite Arm Spacing* (SDAS) yang semakin kecil dan jarak struktur semakin kecil yang memungkinkan ukuran butir semakin halus.

3.2 Hasil Pengujian Tarik

Dengan melakukan perhitungan maka didapatkan nilai tegangan tarik pada masing-masing spesimen. Spesimen dengan variasi penambahan Magnesium 0% mempunyai kekuatan tarik sebesar 161,3 MPa, pada spesimen dengan variasi penambahan Magnesium 2% mempunyai kekuatan tarik sebesar 75,69 MPa, sedangkan pada spesimen dengan variasi penambahan Magnesium 3% mempunyai kekuatan tarik sebesar 133,5 MPa. Sebagai penjelasan lebih lanjut data yang dihasilkan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.

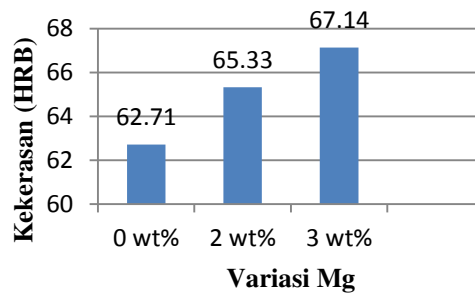


Gambar 4. Hasil kekuatan tarik dengan berbagai variasi Mg.

Dari Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik spesimen *chassis* dengan variasi Mg 0 wt% memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dibanding dengan spesimen *chassis* dengan variasi 2 wt% dan 3 wt% Mg. Hal ini disebabkan karena adanya porositas pada saat proses pengecoran. Perbedaan porositas ini disebabkan karena faktor pengecoran spesimen, pada saat proses pengecoran banyak udara (gas hidrogen) yang terjebak di dalam cairan ketika dilakukan penekanan mesin HPDC.

3.3 Hasil Pengujian Kekerasan

Dengan melakukan perhitungan maka didapatkan nilai kekerasan pada masing-masing spesimen. Spesimen dengan variasi penambahan magnesium 0% mempunyai kekerasan sebesar 62,71 HRB, pada spesimen dengan variasi penambahan magnesium 2% mempunyai kekerasan sebesar 65,33 HRB, sedangkan pada spesimen dengan variasi penambahan magnesium 3% mempunyai kekerasan sebesar 67,14 HRB. Sebagai penjelasan lebih lanjut data yang dihasilkan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 5.

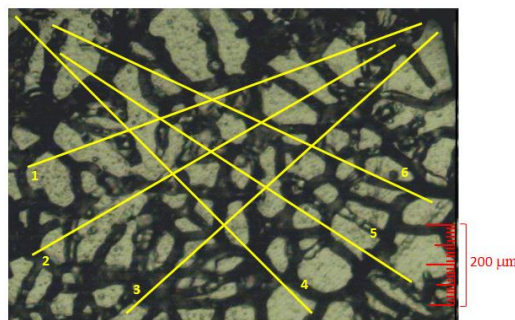


Gambar 5. Nilai kekerasan dengan berbagai variasi Mg.

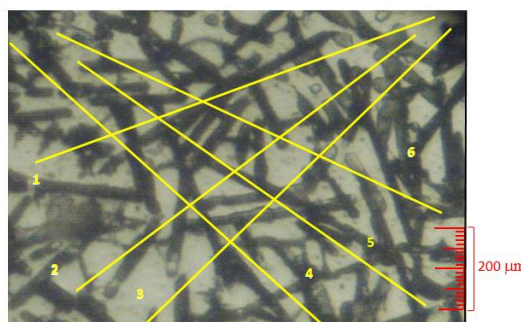
Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan paduan Al-Si-Mg dengan variasi penambahan magnesium 3 wt% merupakan nilai kekerasan tertinggi pada setiap posisi pengukurannya. Hal ini terjadi karena Si akan berikatan dengan Mg dan membentuk presipitat Mg_2Si , dimana presipitat ini akan menutup ruang kosong dalam struktur kristal sehingga paduan memiliki jarak antar butir kristal yang lebih rapat.

3.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro

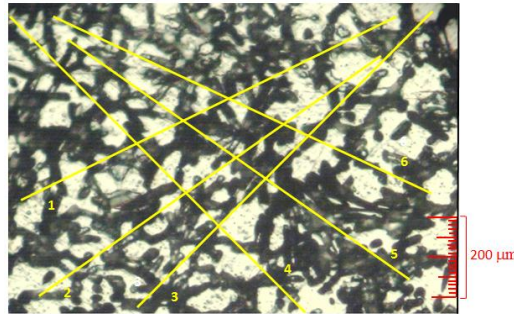
Pengujian struktur mikro produk *chassis* hasil pengecoran HPDC dengan penambahan unsur magnesium bertujuan untuk mengetahui bentuk struktur mikro pada variasi penambahan unsur magnesium 0 wt%, 2 wt%, dan 3 wt% pada posisi kanan, tengah, dan kiri produk *chassis*. Hasil dari pengujian struktur mikro ini diharapkan dapat memperkuat hasil dari pengujian kekerasan, karena dengan pengamatan struktur mikro dapat terlihat susunan dan struktur kristal paduan Al-Si-Mg yang terbentuk menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 200X.



Gambar 6. Struktur mikro variasi 0 wt% Mg.



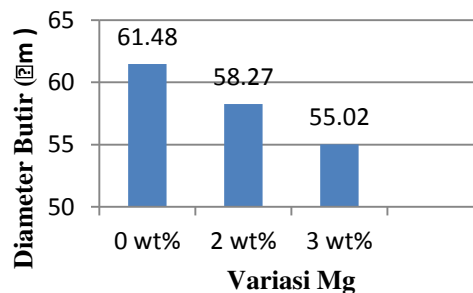
Gambar 7. Struktur mikro variasi 2 wt% Mg.



Gambar 8. Struktur mikro variasi 3 wt% Mg

Struktur yang berwarna terang adalah matrik aluminium, unsur Si berwarna gelap dengan struktur seperti jarum-jarum dan magnesium terlihat gumpalan keabu-abuan. Distribusi partikel magnesium terdapat perbedaan sesuai dengan banyaknya unsur magnesium yang ditambahkan. Adanya partikel magnesium dalam matrik Al-Si berpengaruh terhadap struktur mikro. Dimana magnesium tersebut akan berikatan dengan silikon membentuk presipitat magnesium silikat (Mg_2Si).

Dengan melakukan perhitungan maka didapatkan diameter butir pada masing-masing spesimen. Spesimen dengan variasi penambahan magnesium 0% mempunyai diameter butir sebesar 61,48 μm , pada spesimen dengan variasi penambahan magnesium 2% mempunyai diameter butir sebesar 58,27 μm , sedangkan pada spesimen dengan variasi penambahan magnesium 3% mempunyai diameter butir sebesar 55,02 μm . Sebagai penjelasan lebih lanjut data yang dihasilkan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 9.



Gambar 9. Diameter butir dengan variasi penambahan Mg.

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa pada variasi penambahan 3 wt% Mg ukuran butir menunjukkan hasil yang paling kecil. Semakin kecil besar butir, maka susunan butir menjadi lebih rapat dan lebih sulit terjadi dislokasi pada butir, sehingga kekerasan material akan meningkat. Pada variasi penambahan 0 wt% dan 2 wt% Mg menunjukkan nilai ukuran butir yang lebih besar dari ukuran butir pada variasi penambahan 3 wt% Mg. Hal ini menyebabkan nilai kekerasannya menjadi lebih rendah karena struktur butir lebih mudah terjadi dislokasi.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa porositas, kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro *prototype chassis* hasil proses HPDC (*High Pressure Die Casting*) dipengaruhi oleh variasi penambahan unsur magnesium (Mg). Porositas akan menurun seiring dengan penambahan unsur Mg dalam paduan aluminium. Tingkat porositas terendah terdapat pada penambahan 3% Mg yaitu sebesar 2,07 %, sedangkan pada variasi penambahan 0% dan 2% sebesar 7,85% dan 3,77%. Tegangan tarik aluminium pada penambahan 2% Mg sebesar 75,69 MPa dan pada penambahan 3% Mg sebesar 133,5 Mpa, sedangkan tanpa penambahan unsur Mg sebesar 161,3 Mpa. Kekerasan aluminium akan meningkat seiring dengan penambahan unsur Mg. Kekerasan paling tinggi terdapat pada penambahan 3% Mg yaitu sebesar 67,14 HRB., sedangkan pada variasi penambahan 0% dan 2% sebesar 62,71 HRB dan 65,33 HRB. Dari struktur mikro terlihat adanya perbedaan struktur butir, material tanpa variasi Mg dengan variasi Mg dan memiliki ukuran butir yang berbeda. Mg_2Si banyak terbentuk pada material yang diberi variasi terbesar yaitu 3% Mg. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa pada penambahan unsur Mg 3 wt% memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi. Hal ini terjadi karena semakin banyaknya presipitat Mg_2Si yang terbentuk dibandingkan pada variasi penambahan unsur magnesium lainnya. Dimana presipitat Mg_2Si yang terbentuk menutup ruang kosong dalam struktur kristal paduan sehingga menyebabkan jarak antar butir kristal semakin rapat dan tidak mudah terjadi dislokasi dan kekerasannya akan meningkat.

5. Daftar Pustaka

- [1] Anonymous, *"The Aluminium Automotive Manual, Applications – Chassis & Suspension - Subframes"*, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/39251/4/Chapter%20II.pdf>, diakses: 30 Maret 2015.
- [2] Surdia, T. & Cijiwa K. 1991. "Teknik Pengecoran Logam". Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [3] ASTM C373. 1999. *"Standard Test Method for Water Absorbtion, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products"*.
- [4] ASTM E 8M-04,2004, *"Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials"*
- [5] ASTM E18-11, 2012, *"Standard Test Method for Rockwell Hardness of Metalic Material"*
- [6] ASTM International, 200, *"Standard Test Methods for Determining Average Grain Size"*, Designation E 112 - 96, Unites States.