

PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS MATERIAL MODEL CHASSIS BERBASIS Al-Si-Mg HASIL PENGECORAN HIGH PRESSURE DIE CASTING

*Dedas Agusta¹, 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: dedas_gm@yahoo.com

Abstrak

Pada penelitian ini, *model chassis* dibuat dengan material ADC12 dan penambahan variasi magnesium (Mg) melalui proses HPDC (*High Pressure Die Casting*). Namun, masih terdapat beberapa kekurangan pada hasil pengecoran, sehingga dilakukan perlakuan panas untuk memperbaiki sifat mekanisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data nilai porositas, kekerasan, kekuatan tarik, dan struktur mikro sehingga dapat dibandingkan sifat mekanis antara *model chassis* perlakuan panas dan tanpa perlakuan panas. Dalam penelitian ini, bahan baku ADC12 yang digunakan merupakan produk PT. Pinjaya Logam, Mojokerto. HPDC dilakukan pada tekanan konstan 7 MPa dan variasi (Mg) 0wt%, 3wt%, 4wt%, dan 5wt% dengan temperatur penuangan 750°C. Perlakuan panas yang dilakukan yaitu *age hardening* dengan *solution treatment* 540°C selama 60 menit dan *artificial aging* 150°C selama 4 jam. Uji porositas dilakukan dengan menimbang massa basah dan kering spesimen uji. Uji kekerasan menggunakan metode Rockwell skala B, uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine*, dan uji struktur mikro menggunakan mikroskop optic perbesaran 500X. Hasil uji porositas menunjukkan bahwa nilai porositas rata-rata produk 0% Mg, 3% Mg, 4% Mg, 5% Mg perlakuan panas adalah 5,26%, 5,32%, 6,76%, 3,93%. Nilai kekerasan rata-rata produk 0% Mg, 3% Mg, 4% Mg, 5% Mg perlakuan panas adalah 59,95 HRB, 60,66 HRB, 69,50 HRB, 71,45 HRB. Nilai kekuatan tarik rata-rata produk 0% Mg, 3% Mg, 4% Mg, 5% Mg perlakuan panas berturut-turut adalah 164 MPa, 225,22 MPa, 138,5 MPa, 111,42 MPa. Pada uji struktur mikro didapatkan ukuran butir (*grain size*) rata-rata produk 0% Mg, 3% Mg, 4% Mg, 5% Mg perlakuan panas sebesar 53,36 µm, 48,47µm, 46,96 µm, 37,88 µm.

Kata Kunci: HPDC; ADC 12; *model chassis*; *grain size*

Abstract

In this research , a model chassis with ADC12 material and variations of addition in magnesium (Mg) manufactured by the HPDC (High Pressure Die Casting). But there are still some disadvantages of producing lower mechanical properties, so that the heat treatment was conducted to improve the mechanical properties. This research aims to obtain value of porosity, hardness, tensile strength, and microstructure, so the mechanical properties can be compared between model chassis with and without heat treatment. In this research , the raw material that is used ADC12 is a product of PT. Pinjaya Logam, Mojokerto. HPDC performed at a constant pressure of 7 MPa and variation (Mg) 0wt% , 3wt% , 4wt% , and 5wt% by pouring temperature 750°C. The heat treatment process used is age hardening with solution treatment 540°C for 60 minutes and artificial aging 150°C for 4 hours . Porosity test is done by weighing the wet and dry mass of specimens. Hardness test using Rockwell method with the scale of B. Tensile Strength test using an Universal Testing Machine, and test the microstructure using an optical microscope with a magnification 500X. The results of porosity test showed that the average porosity product 0% Mg, 3% Mg, 4% Mg, 5% Mg respectively were 5,26 % , 5,32 % , 6,76% , 3,93 % . The average hardness values product 0% Mg, 3% Mg, 4% Mg, 5% Mg with heat treatment was 59,95 HRB, 60,66 HRB, 69,50 HRB, 71,45 HRB. The value of the average tensile strength product 0% Mg, 3% Mg, 4% Mg, 5% Mg with heat treatment are respectively 164 MPa, 225,22 MPa, 138,5 MPa, 111,42 MPa. Results Analysis of the microstructure through the calculation grain size on average product 0% Mg, 3% Mg, 4% Mg, 5% Mg with heat treatment is 53.36 µm, 48,47µm, 46.96 µm, 37.88 µm.

Keywords : HPDC; ADC 12; *model chassis*; *grain size*

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. Saat proses manufaktur *body* kendaraan dibentuk sesuai dengan struktur *chassis*nya. *Chassis* mobil biasanya terbuat dari logam ataupun komposit dan pada penelitian disini model *chassis* yang terbuat berbahan dasar Aluminium Alloy. Material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan. *Chassis* juga berfungsi untuk menjaga agar mobil tetap rigid, kaku dan tidak mengalami bending [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.

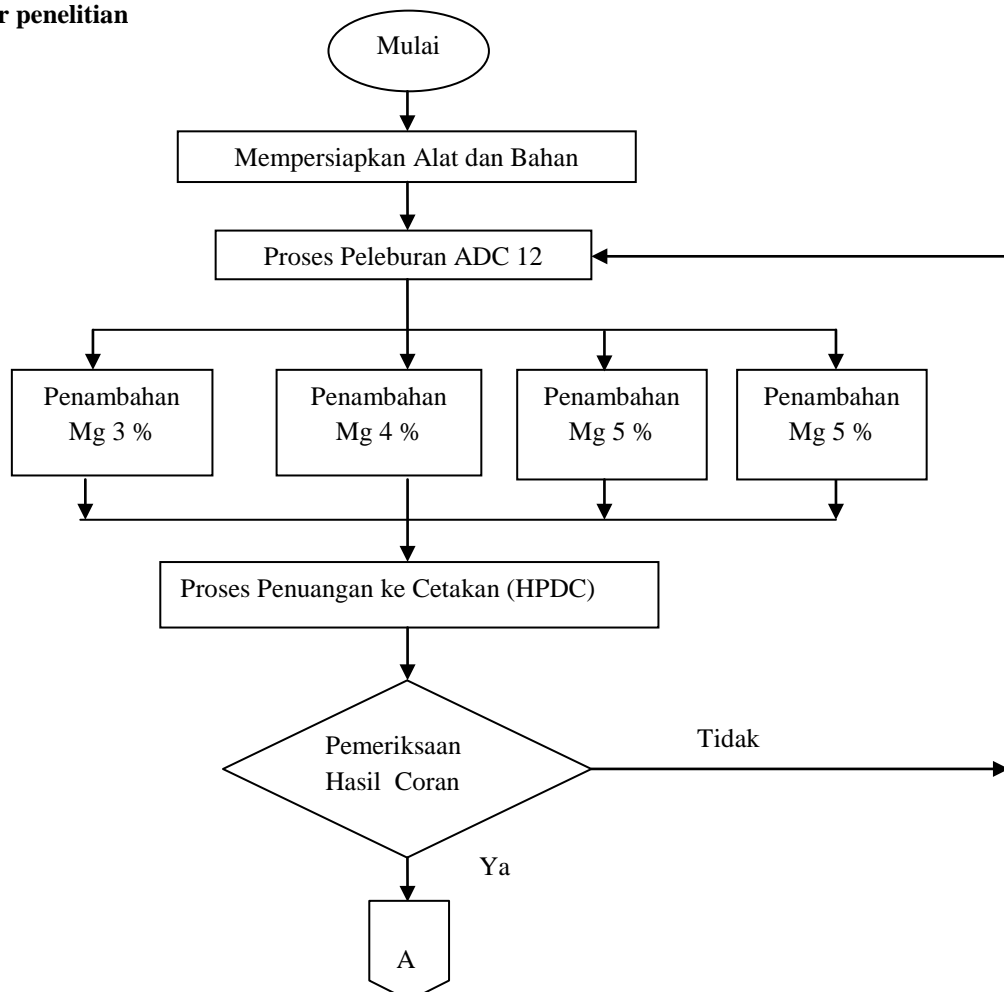
Pada penelitian ini akan dianalisis sifat mekanis dan struktur mikro dari model *chassis* berbasis ADC12 dengan penambahan unsur magnesium (Mg) yang diberi perlakuan panas, dimana proses pembentukannya melalui proses HPDC (High Pressure Die Casting). Pengujian-pengujian yang akan dilakukan antaralain pengujian uji tarik, uji kekerasan, pengujian densitas dan porositas serta struktur mikro. Sehingga penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat membuktikan bahwa perlakuan panas pada model *chassis* dapat meningkatkan sifat mekanis *chassis* tersebut. Bentuk *chassis* dapat dilihat pada Gambar 1.

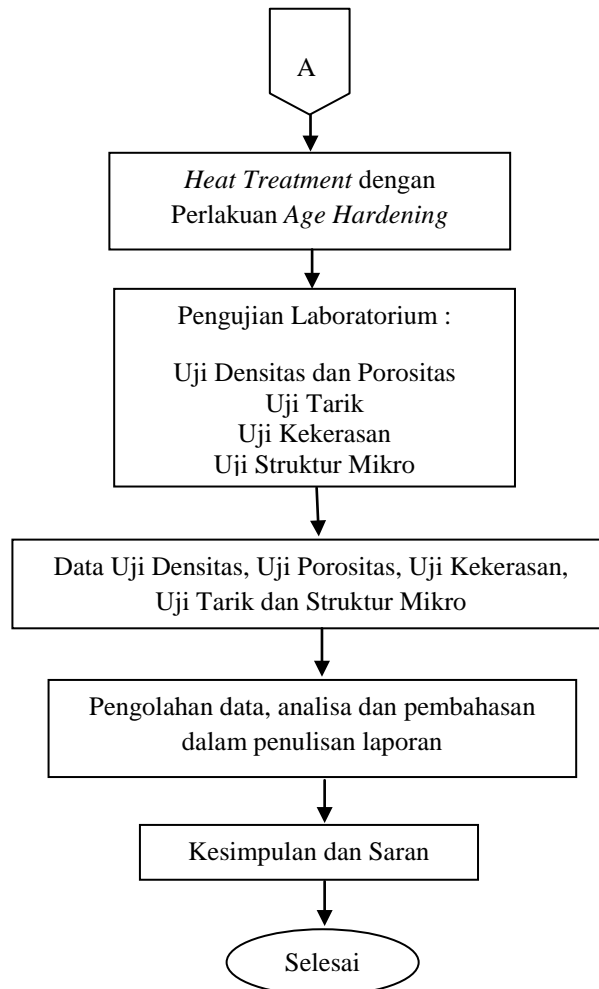


Gambar 1. *Chassis* Mobil [2]

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1. Diagram alir penelitian





Gambar 2. Diagram alir penelitian

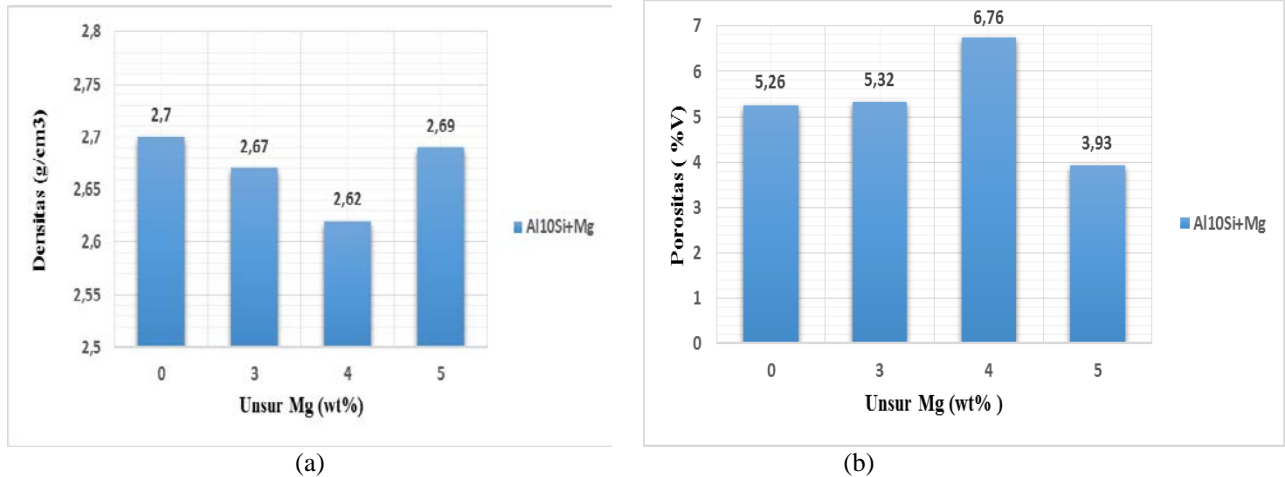
Persiapan yang diperlukan antara lain, memotong ADC12 batangan supaya dapat masuk ke dalam kowi, menimbang potongan ADC12 dan serbuk magnesium sesuai dengan massa yang dibutuhkan, menyambung tungku, tabung gas LPG dan selang krusibel, menyiapkan alat HPDC, kowi, pengaduk, *thermocouple* dan *display*. Proses peleburan dilakukan hingga batangan ADC 12 mencair dan mencapai suhu 690°C dan pengadukan menggunakan proses *stir*. Proses pengecoran dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik Teknik Mesin UNDIP dengan pengecoran HPDC. Proses pencampuran Magnesium dilakukan pada saat temperatur cairan ADC12 mencapai suhu 690°C. Proses pencampuran magnesium dilakukan pada 3 variasi yang berbeda yaitu 3%Mg, 4%Mg, dan 5%Mg. Setelah magnesium dimasukkan ke dalam cairan ADC12 bersuhu 750°C, kemudian dilakukan proses *stirring* menggunakan mesin *stir casting* dengan kecepatan ± 65 rpm selama 2 menit. Proses Penuangan dilakukan ke dalam mesin HPDC dengan tekanan 7 MPa. Spesimen hasil pengecoran diteliti apakah layak untuk diuji atau tidak. Kelayakan hasil coran ini dilihat dari kesempurnaan produk hasil coran sesuai dengan bentuk cetakan. Spesimen diberi perlakuan panas dengan *solution treatment* temperatur 500°C selama 60 menit kemudian dilakukan *quenching* menggunakan air. Setelah itu spesimen diberi perlakuan *artificial aging* dengan temperatur 150°C selama 4 jam [12]. Pengujian laboratorium dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dari spesimen uji.

Pengujian laboratorium ini meliputi uji densitas dan porositas dilakukan dengan menggunakan *densitymeter*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui massa spesimen uji pada keadaan kering dan keadaan basah di dalam air sehingga dapat dihitung massa jenis spesimen uji dan juga besarnya porositas yang terjadi pada spesimen uji tersebut. Uji tarik dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* GD -1100 100. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dan keuletan dari spesimen uji tersebut. Uji kekerasan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dari masing-masing spesimen uji dengan menggunakan *Rockwell Hardness Tester* (Skala HRB). Uji struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik. Hal ini bertujuan untuk melihat struktur mikro pada spesimen uji. Pengolahan data, analisa, dan pembahasan Mengolah data-data yang sudah didapatkan dengan mengacu pada materi yang terdapat pada referensi, menampilkan data-data tersebut dalam bentuk grafik dan tabel yang dibuat dalam penulisan laporan. Kemudian, yang terakhir menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisa serta memberi saran untuk lanjutan dari penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Porositas

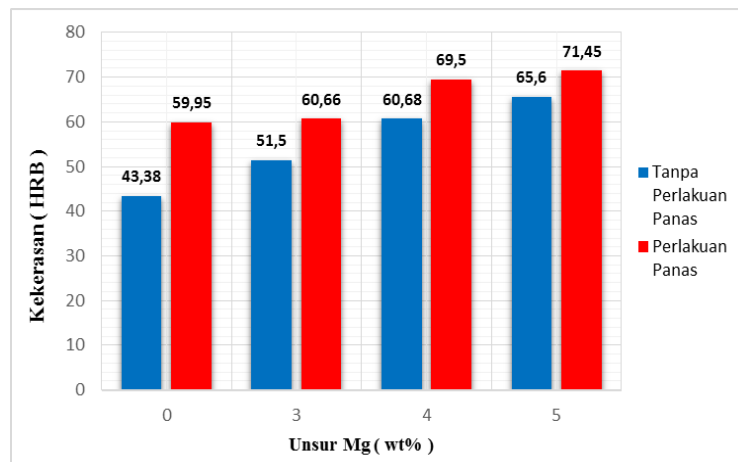
Pada Gambar 3 didapatkan bahwa paduan Al10Si densitasnya menurun pada Mg 4% dan kemudian meningkat pada 5% Mg, sementara porositasnya meningkat pada 4% sesuai perbandingan nilai densitas dan porositas. Pada paduan AlSiMg, densitas mengalami penurunan sampai kadar Mg 4% dan kemudian naik pada Mg 5%. Sementara itu porositas sebesar 2,67 % cenderung tetap sampai kadar Mg 3%, selanjutnya porositas meningkat menjadi 6,76% pada kadar Mg 4%.



Gambar 3. Perubahan (a) densitas, dan (b) porositas *model chassis*

3.2. Hasil Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan dengan alat uji kekerasan Rockwel B (HRB) yang berpedoman pada standar ASTM E18-11 dilakukan di Laboratorium Material Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro [4].



Gambar 4. Perbandingan hasil nilai kekerasan *model chassis* AlSiMg perlakuan panas dan tanpa perlakuan panas

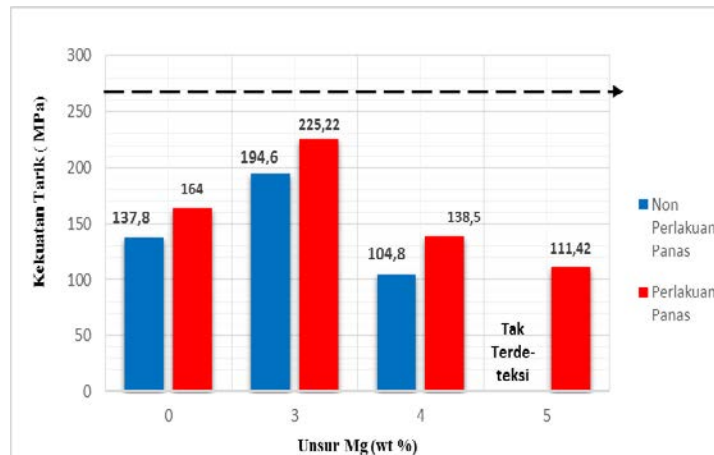
Dari Gambar 4, dapat dilihat bahwa *model chassis* AlSiMg tanpa perlakuan panas memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan *model chassis* AlSiMg dengan perlakuan panas. Nilai kekerasan *model chassis* AlSiMg (5%Mg) perlakuan panas memiliki nilai kekerasan paling tinggi yaitu 71,45 HRB. Kekerasan paduan coran meningkat karena perlakuan panas berfungsi sebagai *wetting agent*, yaitu bahwa perlakuan panas *age hardening* mampu meningkatkan nilai kekerasan.

3.3. Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Material Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro menggunakan mesin uji tarik dengan model kontrol dan pencatatan data secara otomatis dengan program komputer. Pelaksanaan uji tarik berdasarkan standar ASTM E-8 [5].

a. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik yang harganya sama dengan nilai tegangan tarik didapatkan dengan perhitungan beban maksimal dibagi dengan luas penampang spesimen uji tarik.

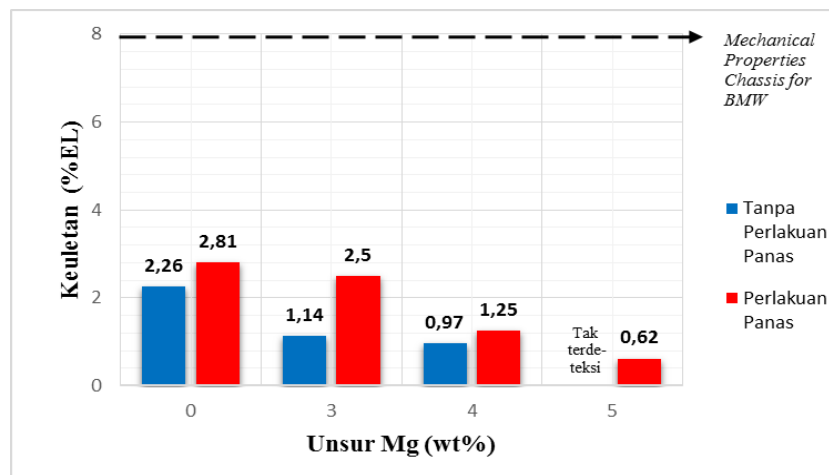


Gambar 5. Grafik kekuatan tarik AlSiMg

Kekuatan tarik *model chassis* AlSiMg perlakuan panas mengalami peningkatan dan pada *model chassis* AlSiMg (3wt% Mg) perlakuan panas memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 225,22 MPa dibanding dengan spesimen lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari perlakuan panas pada *model chassis* AlSiMg (3 wt% Mg). Dari studi standar nilai kekuatan tarik komponen *chassis* adalah sebesar > 270 MPa, dapat dilihat pada lampiran *mechanical properties subframe BMW*.

b. Keuletan (Ductility)

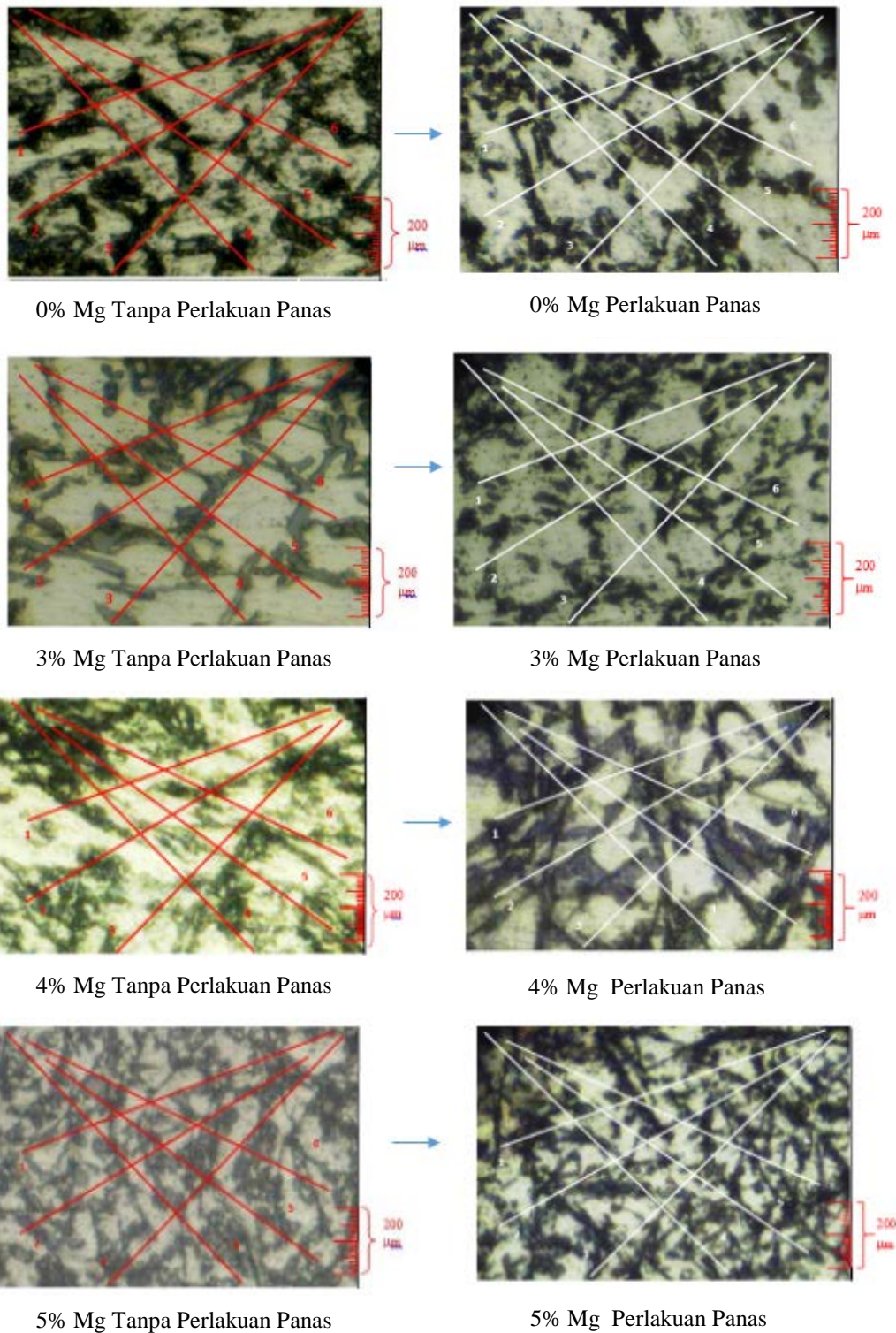
Keuletan *model chassis* AlSiMg meningkat setelah diberi perlakuan panas dan pada *model chassis* AlSiMg (0wt% Mg) perlakuan panas memiliki keuletan tertinggi yaitu 2,81%EL. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari perlakuan panas pada *model chassis* yang membuat senyawa Mg_2Si yang tersebar merata, akan menambah kemampuan ikatan antar atom secara menyeluruh, sehingga kemampuan untuk mulur terlebih dahulu ketika material ditarik juga meningkat yang berarti *elongation* meningkat. Dari studi standar nilai keuletan komponen *chassis* adalah sebesar > 8 %EL, dapat dilihat pada lampiran *mechanical properties subframe BMW*.



Gambar 6. Grafik Keuletan AlSiMg

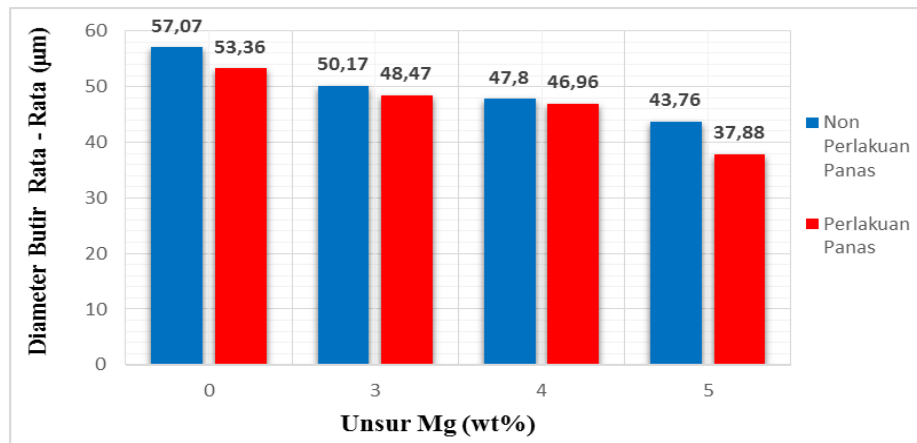
3.4. Hasil pengujian ukuran butir (*grain size*)

Pengujian struktur mikro *model chassis* AlSiMg hasil HPDC dengan perlakuan panas bertujuan untuk mengetahui bentuk struktur mikro pada *model chassis* dengan unsur magnesium (Mg) 0 wt%, 3wt%, 4 wt%, dan 5wt% dengan posisi pengujian yang berbeda, yaitu pada posisi bagian kiri, tengah, dan kanan *model chassis*. Hasil dari pengamatan struktur mikro ini diharapkan dapat memperkuat hasil dari pengujian kekerasan dan tarik karena dengan pengamatan struktur mikro kita dapat mengetahui ukuran butir *model chassis* AlSiMg. Pada pengujian struktur mikro ini menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 500x [6].



Gambar 7. Pengukuran *grain size* model chassis AlSiMg

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. Adanya partikel magnesium dalam matrik Al-Si berpengaruh terhadap struktur mikro. Dimana magnesium tersebut akan berikatan dengan silikon membentuk presipitat magnesium silikat (Mg_2Si).



Gambar 8. Perbandingan ukuran *grain size* rata - rata *model chassis* AlSiMg perlakuan panas dan tanpa perlakuan panas.

Pada *model chassis* AlSiMg tanpa perlakuan panas memiliki ukuran butir rata – rata yang lebih besar daripada *model chassis* AlSiMg yang diberikan perlakuan panas. *Model chassis* AlSiMg (5%Mg) perlakuan panas, ukuran butirnya menunjukkan hasil yang paling kecil yaitu 37,88 µm. Dengan mengecilnya ukuran butir, maka susunan butir menjadi lebih rapat dan lebih sulit terjadi dislokasi pada butir sehingga kekuatan materialpun akan meningkat.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa porositas, kekerasan, kekuatan tarik, keuletan, dan struktur mikro *model chassis* AlSiMg dipengaruhi oleh perlakuan panas. Porositas tertinggi pada *model chassis* AlSiMg hasil HPDC ada pada spesimen AlSiMg (4% Mg) yaitu sebesar 6,76%. Sedangkan yang 0%, 3%, dan 5% adalah 5,26%, 5,32% dan 3,93%. Nilai kekerasan *model chassis* AlSiMg akan meningkat dengan adanya perlakuan panas. Kekerasan tertinggi ada pada AlSiMg (5%Mg) perlakuan panas yaitu sebesar 71,45 HRB. Nilai kekuatan tarik dan keuletan *model chassis* AlSiMg tanpa perlakuan panas lebih rendah dibanding dengan *model chassis* AlSiMg perlakuan panas. Nilai kekuatan tarik tertinggi ada pada AlSiMg (3%Mg) perlakuan panas yaitu sebesar 225,22 MPa, sedangkan keuletan tertinggi ada pada AlSiMg (0%Mg) perlakuan panas sebesar 2,81 %EL (*standar BMW > 270MPa dan >8%EL*). Dari struktur mikro terlihat adanya perbedaan struktur butir, *model chassis* AlSiMg tanpa perlakuan panas memiliki ukuran butir rata – rata yang lebih besar daripada *model chassis* AlSiMg perlakuan panas. Ukuran butir terkecil didapatkan pada spesimen *model chassis* AlSiMg (5%Mg) perlakuan panas yaitu 39,76 µm. Hal tersebut membuktikan bahwa perlakuan panas *age hardening* mengubah ukuran butir menjadi lebih kecil. Semakin kecil ukuran butir, maka kekuatan materialpun meningkat. Dengan dilakukannya perlakuan panas *age hardening* pada *model chassis*, membuat senyawa Mg₂Si yang tersebar merata akan menambah kemampuan antar atom secara menyeluruh, sehingga sifat mekaniknya semakin meningkat (kekerasan, kekuatan tarik, dan keuletan).

5. Daftar Pustaka

- [1] Fadila, A., Syam, B., 2013, *Analisis Simulasi Struktur Chassis Mobil Mesin USU Menggunakan ANSYS 14.5*, Universitas Sumatera Utara.
- [2] European Aluminium Associatin 2011 (diakses September 2014)
- [3] ASTM C373. 1999. “*Standard Test Method for Water Absorbtion, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products*”.
- [4] ASTM E18-11, 2012, “*Standard Test Method for Rockwell Hardness of Metallic Material*”
- [5] ASTM E 8M-04,2004, “*Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*”
- [6] ASTM International, 200, “*Standard Test Methods for Determining Average Grain Size*”, Designation E 112 - 96, Unites States.