

Studi Eksperimen Pengaruh Penambahan Magnesium Dan Perlakuan Panas T 6 Terhadap Kualitas Velg Mobil Paduan Aluminium A356.0

Hari Subiyanto ^{1*}, Subowo ², Syamsul Hadi ³, Mahirul Mursid ⁴, Atria Pradityana ⁵

Departemen Teknik Mesin Industri FVK Institut Teknologi Sepuluh Nopember ^{1*, 2, 3, 4, 5}
Jalan. Arief Rachman Hakim 01, Surabaya 61111, Indonesia ^{1*, 2, 3, 4, 5}

* E-mail : robin@me.its.ac.id ^{1*, 2, 3, 4, 5}, hari@me.its.ac.id ^{1*, 2, 3, 4, 5}, harisubiyanto1@gmail.com ^{1*, 2, 3, 4, 5}

Abstrak. Velg mobil merupakan salah satu contoh benda kerja cor (coran) yang dihasilkan melalui proses pengecoran aluminium paduan Al 7% Si (A356.0). Kualitas velg mobil dipengaruhi oleh; komposisi paduan logam, hasil proses pengecoran logam dan perlakuan panas. Standar kualitas menurut Standard American Racing Custom Wheels (preference ISO 9001/QS 9000) adalah; UTS: 23.22 Kg/mm² minimum, Elongasi : 7% minimum dan Hardness : 60 – 90 BHN

Penguatan logam diantaranya dapat dilakukan dengan cara; logam paduan, mengatur ukuran butiran, pengerjaan dingin dan perlakuan panas. Dalam penelitian ini dilakukan penambahan paduan Magnesium (Mg) pada aluminium paduan Al 7% Si (A356.0) sebesar (0.2, 0.25, 0.30, 0.35 % Mg) dan dilanjutkan perlakuan panas T6. Pengujian yang dilakukan adalah; uji tarik, uji kekerasan dan metalographi. Pengujian kekerasan juga diberlakukan langsung pada velg mobil guna konfirmasi data dari hasil uji specimen.

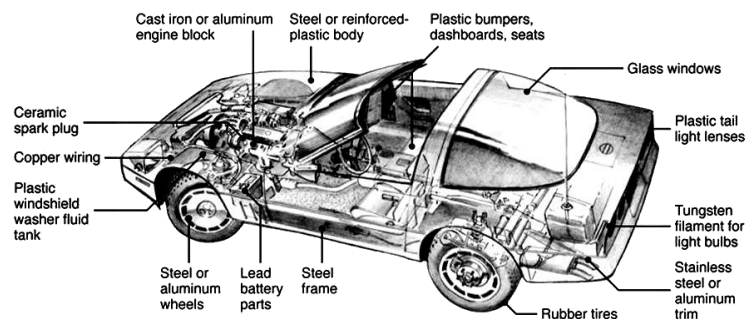
Penambahan Magnesium sebesar 0.2, 0.25, 0.30, 0.35 % Mg berpengaruh terhadap kenaikan kekuatan tarik, dan penurunan keuletan serta kenaikan nilai kekerasan, baik untuk benda cor sebelum dan sesudah perlakuan panas T6. Perlakuan panas T6 berpengaruh terhadap kenaikan kekuatan tarik, dan penurunan keuletan, serta kenaikan nilai kekerasan, dari benda cor sebelum dan sesudah perlakuan panas T6.

Kata kunci : Velg Mobil, Magnesium, Perlakuan Panas T6, Aluminium Paduan Al 7% Si (A356.0)

1. Pendahuluan

Velg mobil merupakan salah satu contoh benda kerja cor (coran) yang dihasilkan melalui proses pengecoran aluminium paduan A356.0 (gambar 1) [1]. Aluminium paduan A356.0 (Al7%Si) dipilih sebagai material velg mobil karena kemampuan pengecorannya sangat baik. Pengecoran velg mobil menggunakan cetakan logam dengan sistem penuangan grafitasi. Kualitas velg hasil pengecoran logam dipengaruhi oleh; proses pencairan logam, proses penuangan dan perlakuan panas.

Peleburan aluminium menyebabkan kenaikan kelarutan gas hidrogen kedalam aluminium cair. Gas hidrogen tersebut pada saat proses pembekuan akan terjebak didalam coran dan menyebabkan cacat cor jenis porositas gas. Peningkatan porositas gas menyebabkan penurunan kekuatan tarik. Proses degassing dilakukan untuk menghilangkan kelarutan gas hidrogen pada logam cair sebelum penuangan logam kedalam cetakan logam [2, 3].



Gambar 1. Wheels/ velg mobil dan engine block merupakan salah satu komponen otomotif yang dibuat dengan proses pengecoran aluminium. [1].

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

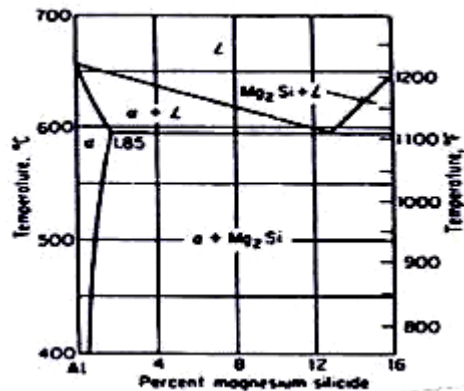
Bagaimana pengaruh penambahan magnesium dan perlakuan panas T6 terhadap kualitas velg mobil paduan aluminium A356.0.

Agar penelitian dapat mencapai tujuan yang diinginkan, maka batasan masalah yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan untuk penelitian adalah aluminium paduan A356.0, Al7%Si diasumsikan komposisi kimia homogen.
2. Benda uji tarik menggunakan penuangan logam pada cetakan logam sesuai standar JIS Z 2201
3. Kondisi peralatan yang digunakan saat pengambilan data diasumsikan terkalibrasi.

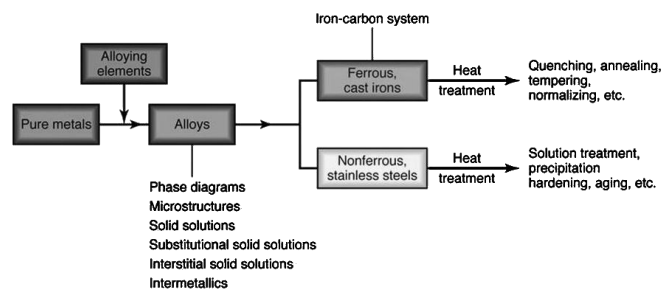
Maksud dan tujuan penelitian dilakukan adalah sebagai berikut :

Mengetahui pengaruh penambahan magnesium dan perlakuan panas T6 terhadap kualitas velg mobil paduan aluminium A356.0.



Gambar 2. Phasa diagram A356.0 (Al7%Si), dengan terbentuknya senyawa Mg_2Si [4].

Paduan aluminium A356.0 (Al7%Si) (JIS H 5202 AC 4 CH), adalah paduan aluminium-silicon dengan kandungan Si sekitar 7% (gambar 2). Penguatan paduan Al-Si dicapai dengan penambahan sedikit Cu, Mg, atau Ni. Sifat utama dari magnesium di dalam paduan Al-Si adalah dapat meningkatkan sifat mekanik. Peningkatan sifat mekanik terjadi karena adanya fase pengerasan dengan terbentuknya senyawa intermetalik Mg_2Si yang larut dalam matrik α aluminium. Mg_2Si adalah bahan dasar presipitasi yang terjadi karena adanya proses perlakuan panas T6. Presipitasi yang koheren adalah penyebab kenaikan kekerasan yang signifikan, yang biasa disebut G-P Zones.

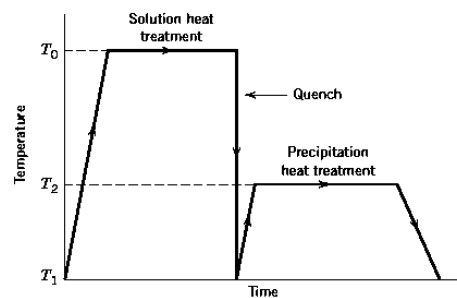


Gambar 3. Mekanisme perlakuan panas pada logam paduan, ferrous dan nonferrous. [1].

Paduan aluminium A356.0 (Al7%Si), selain mempunyai sifat mampu cor yang baik, juga mampu dikeraskan dengan cara perlakuan panas. Perlakuan panas pada paduan aluminium A356.0 (Al7%Si), melalui mekanisme pengerasan presipitasi jenis T6 (gambar 3).

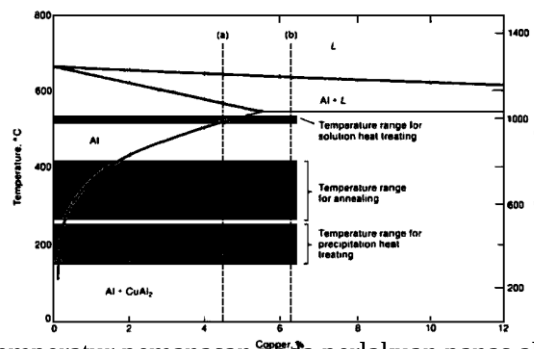
Perlakuan panas T6 dilakukan dengan cara memanaskan ulang coran (benda cor) pada temperatur heat solution dan ditahan beberapa waktu supaya Si terlarut kembali didalam fasa α . Dilanjutkan proses pendinginan cepat supaya mendapatkan fasa α lewat jenuh. Berikutnya dilakukan pemanasan ulang supaya terjadi presipitasi, hal ini yang menyebabkan penguatan logam (gambar 4).

Pemanasan heat solution berada pada temperatur di bawah temperatur eutektik, sehingga Si terlarut maksimal dan struktur pipih lamelar (fibrous) berubah menjadi bulat (spheroidal). Pemanasan diatas temperatur eutektik dihindari, agar tidak terjadi proses pencairan pada batas butir (gambar 5).



Gambar 4. Mekanisme perlakuan panas T6 [5]

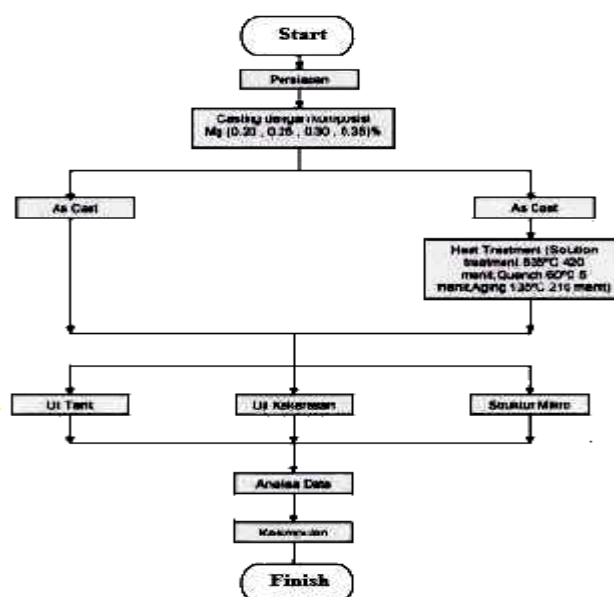
Perlakuan panas T6 merupakan jenis perlakuan panas yang paling optimal diterapkan pada coran aluminium paduan dibandingkan jenis perlakuan panas yang lain (T4, T5, T10 dan lain lain). Coran (benda cor) aluminium paduan selama proses pembekuannya terjadi ketidak homogenan ukuran butiran (dendritic coulumnar) dan komposisi kimia (coring). Pemanasan heat solution selain untuk melarutkan kembali Si, juga berfungsi untuk menghomogenkan ukuran butiran dan komposisi kimia serta struktur ledeburite (hasil reaksi eutekti) yang berbentuk pipih berubah menjadi bulat.



Gambar 5. Daerah temperatur pemanasan pada perlakuan panas aluminium paduan. [4].

2. Metodologi

Pada penelitian ini dikaji pengaruh penambahan magnesium dan perlakuan panas T6 terhadap kualitas velg mobil paduan aluminium A 356.0 Bahan yang digunakan paduan aluminium A356.0 (Al7%Si). Material ini memiliki komposisi kimia sebagai berikut; Al = 92,3, Mg = (0,20, 0,25, 0,30, 0,35), Fe = 0,15, Zn = 0,03, Cu = 0,01, Ti = 0,14, Sr = 0,01, Si = 6,9, lain lain = 0,22.



Gambar 6. Diagram alir penelitian.

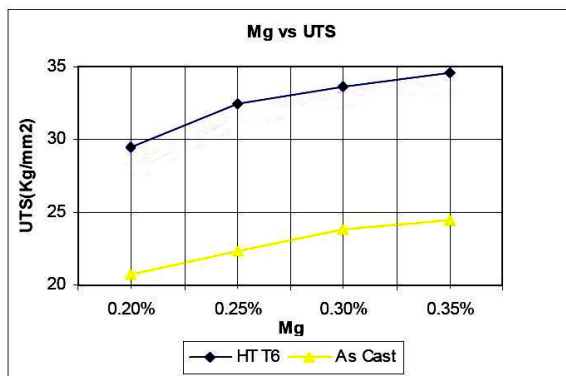
3. Pembahasan Hasil

Hasil uji tarik, terlihat kenaikan kekuatan tarik dan penurunan keuletan seiring dengan kenaikan paduan magnesium Mg. Hal ini terjadi baik pada coran sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 (tabel 1 dan gambar 7). Peran paduan magnesium terhadap kenaikan kekuatan tarik kurang lebih dua persen $\pm$ (2%) dan terhadap penurunan keuletan kurang lebih tiga belas persen ($\pm$ 13%). Sementara peran perlakuan panas T6 terhadap kenaikan kekuatan tarik kurang lebih tiga puluh tujuh persen ($\pm$ 37 %), dan terhadap penurunan keuletan kurang lebih tiga belas persen ($\pm$ 18%).

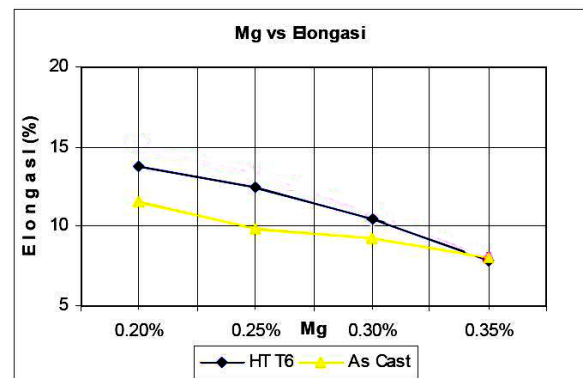
Tabel 1. Hasil uji tarik coran sebelum dan sesudah perlakuan panas T6

% Mg	As Cast			HT T6		
	Specimen	UTS (Kg/mm ²)	σ (%)	Specimen	UTS (Kg/mm ²)	σ (%)
0.20%	1	20.33	12	1	27.8	15
	2	20.63	11	2	27.35	15.2
	3	21.22	11	3	28.12	16
	Avg	20.73	11.5	Avg	27.76	15.4
0.25%	1	22.72	10	1	31.33	13
	2	22.68	10	2	31.35	13.8
	3	21.94	9.6	3	31.89	13
	Avg	22.3	9.8	Avg	31.53	13.4
0.30%	1	23.96	8.8	1	32.66	11
	2	24.15	9.0	2	32.57	11.6
	3	23.52	9.2	3	33.47	10
	Avg	23.88	9.2	Avg	32.9	10.87
0.35%	1	24.08	8	1	33.56	8
	2	24.33	8.4	2	33.94	8.4
	3	24.86	7.6	3	33.8	7.6
	Avg	24.42	8	Avg	33.77	8

Penambahan magnesium dan perlakuan panas T6 merupakan dua faktorial yang berpengaruh terhadap kekuatan dan keuletan coran (gambar 7). Dua faktorial tersebut berperan sebagai faktor individu maupun interaksi diantaranya (gambar 7b, kedua garis berpotongan). Hal ini diakibatkan kuantitas maupun kualitas Mg₂Si.



a).



b).

Gambar 7. Grafik pengaruh penambahan magnesium dan perlakuan pans T6 terhadap a). kekuatan tarik dan b). keuletan coran.[5]

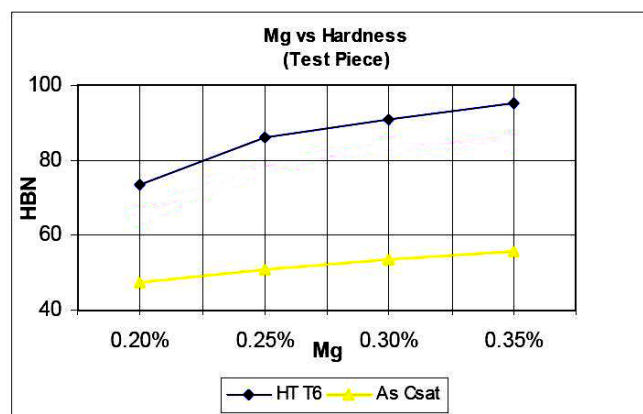
Tabel 2. Hasil uji kekerasan coran sebelum dan sesudah perlakuan panas T6

As Cast	Kekerasan Test Piece (HBN)			Avg	Kekerasan Vieg (HBN)			Avg
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
0.20%	48	47	47	47,33	50	50	51	50,33
0.25%	50	51	51	50,67	52	52	53	52,33
0.30%	54	54	53	53,66	54	55	54	54,33
0.35%	58	55	56	56,00	58	58	56	57,33
Heat Treated	Kekerasan Test Piece (HBN)			Avg	Kekerasan Vieg (HBN)			Avg
	Titik 1	Titik 2	Titik 3		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
0.20%	64	64	66	64,67	68	70	70	68
0.25%	78	78	80	78,67	82	82	83	82,33
0.30%	82	84	84	83,67	88	89	90	88
0.35%	85	83	86	86,33	93	94	93	93,33

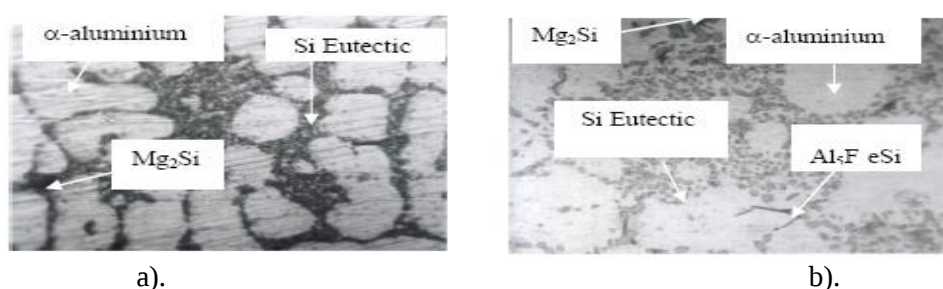
Hasil uji kekerasan, terlihat kenaikan kekerasan seiring dengan kenaikan paduan magnesium Mg. Hal ini terjadi baik pada coran sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 (tabel 2 dan gambar 8). Peran paduan magnesium terhadap kenaikan kekerasan kurang lebih empat persen $\pm$ (4%) Sementara peran perlakuan panas T6 terhadap kenaikan kekerasan kurang lebih lima puluh dua persen ($\pm$ 52 %),

Hasil uji kekerasan benda cor dalam bentuk benda uji (test piece) dan velg mobil menunjukkan kesesuaian diantara keduanya. Artinya sifat mekanik dari benda cor velg mobil bisa divalidasi dari uji benda uji (test piece). Tentunya uji kekerasan dan metalurgi masih memungkinkan dilakukan pada cora velg mobil langsung. Sebaliknya untuk uji tarik harus dilakukan pada benda uji (test piece), mengingat bentuk velg mobil tidak memungkinkan untuk dibuat menjadi benda uji tarik. Jadi proses pembuatan velg mobil secara umum sifat mekaniknya dapat diperoleh dari uji benda kerja (test piece). Untuk itu pembuatan benda uji mengikuti standarisasi benda uji tarik, menggunakan penuangan logam pada cetakan logam sesuai standar JIS Z 2201

Penambahan magnesium dan perlakuan panas T6 merupakan dua faktorial yang berpengaruh terhadap kekerasan coran (gambar 8). Dua faktoria tersebut berperan sebagai faktor individu maupun interaksi diantaranya (gambar 8, kedua garis dengan sudut kemiringan tidak sama). Hal ini diakibatkan kuantitas maupun kualitas Mg_2Si .



Gambar 8. Grafik pengaruh penambahan magnesium dan perlakuan panas T6 terhadap kekerasan coran.



Gambar 9. Struktur mikro Al 7% Si dengan 0.25% Mg. a). Coran (as cast) sebelum perlakuan panas T6, terdiri dari α -aluminium, jaringan partikel silikon eutectic berbentuk fibrous halus dan terkumpul (aglomerat). Mulai tampak senyawa intermetalik Mg_2Si . b). Coran (as cast) setelah perlakuan panas T6, terdiri dari α -aluminium, jaringan partikel silikon eutectic berbentuk bulat (spheroidal) dan aglomerat, senyawa Al_5FeSi berbentuk batang panjang agak tumpul, masih ada beberapa senyawa intermetalik Mg_2Si . (Pembesaran 600X, dengan larutan etsa 0,5% HF)

Latar belakang sifat mekanik dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas metalurgi; kehomogenan ukuran butiran maupun komposisi kimia, besar kecilnya ukuran butiran serta fraksi fasa yang ada.

4. Kesimpulan

Studi eksperimen pengaruh penambahan magnesium sebesar 0.2, 0.25, 0.30, 0.35 % Mg dan perlakuan panas T6 terhadap kualitas velg mobil paduan aluminium A356.0 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan kadar magnesium dan perlakuan panas T6, dapat menaikkan kekuatan tarik dan menurunkan keuletan serta dapat menaikkan kekerasan coran.
2. Penambahan Magnesium berpengaruh terhadap kenaikan kekuatan tarik, dan penurunan keuletan serta kenaikan nilai kekerasan, baik untuk benda cor sebelum dan sesudah perlakuan panas T6
3. Perlakuan panas T6 berpengaruh terhadap kenaikan kekuatan tarik, dan penurunan keuletan, serta kenaikan nilai kekerasan, dari benda cor sebelum dan sesudah perlakuan panas T6.

Daftar Referensi

- [1]. Roger Serope Kalpakjian, Steven Schmid, 2009, "*Manufacturing Engineering Technology*" Prentice Hall.
- [2]. Hari Subiyanto, Subowo, Gathot DW, Syamsul Hadi, Ari Sumarsono, 2017, "*Studi Eksperimen Pengaruh Waktu Peniupan Pada Metoda Degassing Jenis Lance Pipe, Dan Porous Plug Terhadap Kualitas Coran Paduan Aluminium A356.0*", ITN Malang.
- [3]. Hari Subiyanto, Subowo, Nur Husodo, Syamsul Hadi, Ari Sumarsono, 2018, "*Studi Eksperimen Pengaruh Waktu Peniupan Pada Metoda Degassing Jenis Rotary Impeller Terhadap Kualitas Coran Paduan Aluminium A356.0*" ITN Malang
- [4]. Gruzlesky, J. E, Clooset, B.M, 1990, "*The Treatment of Liquid Aluminium-Silicon Alloy*", American Foundrymen's Society, Inc, Des Plaines : Illinois.
- [5]. Callister, William D, 1994, "*Materials Science And Engineering*", John Willey & Sons, Inc. USA.
- [6]. Donald R. Askeland , 2010, "*Essentials of Materials Science and Engineering*", Second Edition, Sland Pradeep P. Fulay
- [7]. ASM Specialty Hand Book, 1990, "*Aluminium and Aluminium Alloy*", editor Davis. Jr.