Variasi Putaran Dan Pre Heating Cetakan Terhadap Sifat Mekanis Bahan Velg Sepeda Motor Dengan Metode Centrifugal Casting

Emin Haris[a] dan Tito Endramawan[a]

[a]Program Study Teknik Mesin, Politeknik Indramayu
Jl.Raya Lohbener Lama No.8 Indramayu (0234) 7063555

ABSTRAK

Meningkatkan produk *velg* lokal adalah dengan mengubah teknik pengecoran *gravity* yang selama ini dipakai, karena proses *gravity casting* adalah proses pengecoran yang sederhana dibandingkan dengan *centrifugal* casting karena dari kwalitas hasil pengecoran maka proses *centrifugal* casting lebih baik, daripada proses *gravity casting*, putaran *mold* yang digunakan pada penelitian ini adalah 300rpm,500rpm,700rpm,900 rpm, 1000rpm dengan variasi temperature pre heating 125˚C, 175˚C, 225˚C, 275˚C dan temperatur *pre heating* 225˚C dengan kekuatan tarik sebesar 219,34 MPa yang terbaik. Proses perlakuan panas T6 adalah salah satu metode untuk meningkatkan sifat mekanis paduan aluminium. Pada penelitian ini paduan A356.0 diberikan perlakuan *solid solution heat treatment* dengan temperatur 535˚C ditahan selama 4 jam selanjutnya perlakuan *natural aging* dan *artificial aging* dengan temperatur 100˚C ,125˚C, 175˚C dan 200˚C ditahan selama 3 jam, kemudian dilakukan uji impak, uji tarik, uji kekerasan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sifat mekanik dari A356 naik akibat adanya penambahan suhu *artificial aging*. Nilai kekerasan optimum di dapat pada suhu *artificial aging* 200˚C mempunyai nilai kekerasan naik rata-rata 14,27 % , nilai UTS naik rata-rata 11%, tetapi nilai ketangguhan mengalami penurunan rata-rata 7%.

Kata Kunci : *centrifugal casting, variasi putaran ,pre heating*

1. PENDAHULUAN

Pesatnya pasar otomotif di dalam negeri ditandai dengan meningkatnya konsumen kendaraan baik sepeda motor maupun mobil, bahkan sekarang ini sebagian besar produsen kendaraan bermotor berasal dari luar negeri, baik itu dari Jepang, Eropa, Amerika hingga yang terbaru dari Cina dan India, sedangkan produk dalam negeri kurang diminati oleh konsumen indonesia karena sebagian besar masyarakat kita lebih mempercayai kwalitas produk dari luar negeri walaupun harga produk luar jauh lebih mahal dari pada produk lokal.

Salah satu komponen otomotif yang telah di produksi oleh Industri Kecil dan Menengah (IKM) lokal adalah *velg* sepeda motor, karena modifikasi motor yang terus berkembang sehingga berbagai model *velg* sepeda motor banyak beredar di pasaran dan produk *velg* lokal harus bersaing dengan produk pabrikan dalam negeri maupun dari luar negeri, sehingga perlu adanya peningkatan kualitas dari produk *velg* hasil produksi IKM supaya bisa bersaing di pasaran.

Untuk meningkatkan produk *velg* lokal adalah dengan mengubah teknik pengecoran *gravity* yang selama ini dipakai, karena proses *gravity casting* adalah proses pengecoran yang sederhana dan mudah dilakukan, dengan *centrifugal casting* karena jika dibandingkan dari kwalitas hasil pengecoran maka proses *sentrifugal casting* lebih baik, daripada proses *gravity casting*, dan dari segi biaya untuk perlengkapan proses *sentrifugal casting* juga tidak terlalu mahal, sehingga bisa terjangkau oleh IKM.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Proses pembentukan logam sudah dikenal sejak lama, berbagai teknik pengecoran telah dikembangkan hingga sekarang ini, dan salah satu teknik pengecoran yang tidak membutuhkan banyak alat adalah *centrifugal casting*, pada beberepa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa teknik pengecoran *centrifugal casting* dapat meningkatkan sifat mekanis dari produk cor alumunium alloy (Bambang, 2010; Bintoro, 2010) dan perbandingan antara teknik *gravity* dan *centrifugal* adalah bahwa teknik *centrifugal casting* dapat meningkatkan sifat mekanis dari bahan Al-Si, dengan teknik *centrifugal* dapat meningkatkan *rupture strength* hingga 50% dan *rupture strain* hingga 300%, begitu juga dengan *young modulus* naik hingga 20% jika dibandingkan dengan *gravity casting* (Chirita.*et.al*, 2008). Karena bahan alumunium A356.0 bersifat *heat treatable* sehingga perlu dilakukan proses lanjutan pasca pengecoran *sentrifugal* sehingga produk velg nantinya bisa meningkatkan sifat fisis dan mekanisnya, seperti halnya telah diungkapkan pada penelitian sebelumnya (Mo¨ller.*et.al*, 2007) yang juga meneliti tentang paduan aluminium A356. Penelitian ini bertujuan untuk melihat respon kandungan Mg pada proses *semi solid metal Al-Mg-Si* paduan aluminium A356 terhadap *natural* dan *artificial aging*. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Mg ini dapat memberikan pengaruh yang sangat siginifikan terhadap perilaku *natural* dan *artificial aging* paduan aluminium, yaitu diperolehnya indek kualitas optimum

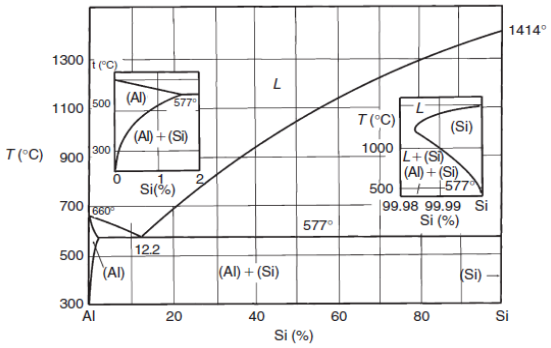
menggunkan *short solution heat treatment* selama 1 jam pada temperatur 540^{0}C . Kemudian meningkatnya kandungan Mg pada paduan aluminium menghasilkan kenaikan indek kualitas untuk semua studi tentang perlakuan panas T6. (Gwózdz.*et.al*, 2008) dalam penelitiannya tentang pengaruh proses *aging* terhadap mikrostruktur dan sifat mekanis pada paduan alumunium- silikon. Dalam penelitian ini spesimen diperlakukan sesuai dengan perlakukan panas T6. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju pembekuan memberikan pengaruh yang besar terhadap sifat mekanis dengan mengontrol struktur mikro, hal ini dapat dilihat dari *Yield's Strength* yang dihasilkan, dimana untuk paduan Al-Cu-Si sebesar 197 MPa, sedangkan paduan Al-Mg-Si sebesar 243 MPa. Dan perbandingan antara bahan A356.0 yang diberikan perlakuan panas T6 yang tidak diberikan perlakuan panas, telah diungkap oleh (Masy'ari, 2011) dalam hasil penelitiannya menyatakan bahwa Proses perlakuan panas T6 terhadap hasil coran dapat meningkatkan angka kekerasan naik hingga rata-rata 37,42%, kekuatan tarik 39,94% dan ketangguhan 17,01% dibandingkan dengan produk velg A356.0 yang tanpa perlakuan panas T6, (Djatmiko.dkk, 2007) dalam hasil penelitiannya menunjukan bahwa sifat mekanik dari Al-Mg-Si, naik akibat adanya penambahan suhu saat perlakuan panas T6, sifat mekanik optimum diperoleh ketika pemanasan pada suhu 210^{0}C, pada kondisi ini paduan mempunyai nilai kekerasan 93,30 HVN dan kekuatan impak 5,13 j/mm^2 dan telah memenuhi standart JIS H 5201, dan dari pengamatan strukturmikro menunjukan terbentuknya struktur *hypoeutektik* yang terdiri dari *dendrite alumunium primer* dan campuran *eutektik* Al-Mg-Si

2.2 Perlakuan Panas (*Heat Treatment*) Alumunium Paduan

Perlakuan panas atau heat treatment adalah suatu proses mengubah struktur logam denga cara memanaskan spesimen pada tungku atau *oven*, pada temperatur rekristalisasi selama periode tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat logam terutama sifat mekaniknya sangat dipengaruhi oleh struktur mikro logam tersebut disamping komposisi kimianya, contoh suatu alumunium paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda ketika terjadi perubahan struktur mikronya berubah karena suatu proses perlakuan panas.

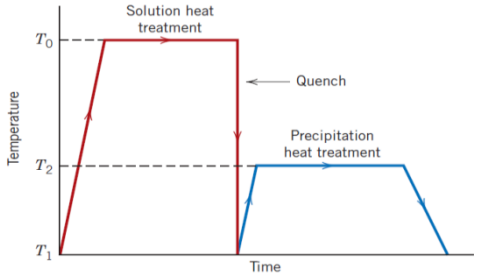
Perlakuan panas merupakan suatu proses kombinasi antara pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu, untuk mendapatkan hal tersebut maka kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan, sifat-sifat bahan logam perlu diketahui secara baik karena bahan logam tersebut dipakai pada berbagai kepentingan dan dalam keadaan sesuai dengan fungsinya, tapi kadang sifat-sifat bahan logam ternyata kurang sesuai dengan fungsinya ataupun kurang maksimal ketika dipakai menjadi suatu produk, sehingga diperlukan suatu usaha untuk dapat meningkatkan atau memperbaiki sifat-sifat logam tersebut. Salah satu perlakuan panas pada logam paduan alumunium adalah dengan *precipitation hardening* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik paduan aluminium cor, seperti A356.0 (Al-Si-Mg) yang bersifat *heat treatable*, dengan cara perlakuan panas.

Karena hasil proses pengerasan endapan dihasilkan dari pertumbuhan sebuah partikel *phase* baru, maka untuk mempermudah penjelasan tentang prosedur perlakuan panas digunakan diagram *phase*. Walaupun, dalam prakteknya banyak paduan pengeras endapan mengandung dua atau lebih unsur paduan, pembahasan ini kemudian disederhanakan dengan mengacu pada sistem biner.



Gambar 1. Diagram *phase* Al-Si (*Zolotorevsky, dkk*, 2007)

Prosedur dan siklus pemanasan pengerasan endapan, dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Skema siklus pemanasan selama *precipitation hardening* (Callister, 2007).

3. METODELOGI

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah menpersiapkan bahan alumunium A356 yang akan di cor, kemudian bahan A356 di lebur dengan temperatur 750˚C, selanjutnya *mold centrifugal casting* dilakukan *pre heating* dengan temperatur 250˚C (Bintoro,2010), cairan coran di tuang ke dalam mold dengan putaran 300 rpm, 500 rpm, 700 rpm, 900 rpm, 1000 rpm dengan variasi temperature pre heating 125˚C, 175˚C, 225˚C, 275˚C setelah produk coran jadi kemudian dibuat spesimen uji tarik dan dipilih yang mempunyai nilai kekauatan paling baik, dari satu

temperatur pre heating tersebut dibuat spesimen untuk uji impak,uji tarik, uji kekerasan dan struktur mikro, selanjutnya specimen di *heat treatmen* T6 dengan temperatur solid solution 535˚C ditahan selama 4 jam, berikutnya dilakukan *aging*, dengan beberapa variasi *aging* yaitu *natural aging*, *artificial aging* 100˚C, 125˚C, 175˚C, 200˚C

4.1 HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pembuatan *specimen* hasil pengecoran *centrifugal casting* dengan beberapa variasi kecepatan putar dengan variasi temperature pre heating 225˚C dengan kekuatan tarik tertinggi sebesar 219,34 MPa selanjutnya proses perlakuan *artificial aging* dan *natural aging*, kemudian dilakukan uji sifat fisis dan mekanis. Uji sifat fisis dan mekanis meliputi uji tarik, uji impak dan uji kekerasan.

4.1. Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Gadja Mada, dan nilai kekuatan tarik maksimum yang dapat ditahan benda uji dihitung berdasarkan pada beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji tarik. Hubungan *ultimate tensile strength* (UTS) dengan tiap variasi putaran dengan variasi *aging* dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pengujian Tarik

	UTS (MPa)				
Putaran (rpm)	***NA***	**T.100˚C**	**T.125˚C**	**T.175˚C**	**T.200˚C**
300	217,75	179,60	192,77	253,47	231,23
500	180,48	174,02	214,80	245,22	265,00
700	213,38	185,25	188,90	189,05	235,57
900	144,56	212,54	232,92	178,28	196,52
1000	135,77	216,97	193,35	242,78	195,51

Secara umum nilai UTS mengalami fluktuasi dengan kenaikan kecepatan putar dan kenaikan temperatur *artificial aging*. Nilai UTS naik secara kesuluruhan mengalami kenaikan secara signifikan di bandingkan tanpa perlakuan panas T6.

4.2. Impak

Pengujian ini menggunakan metode *charpy* dengan beban 8,5 kg. Hasil pengujian impak ditunjukkan pada tabel 4.2. Ketangguhan benda uji cenderung mengalami penurunan dengan kenaikan putaran mesin *centrifugal casting*. Penurunan ini dapat disebabkan karena material yang cenderung keras akan lebih mudah patah jika diberi beban atau gaya secara mendadak

Tabel 4.2 Rekapitulasi hasil pengujian Impak

	Energi/A (J/mm^2)				
Putaran (rpm)	***NA***	**T.100˚C**	**T.125˚C**	**T.175˚C**	**T.200˚C**
300	0,050	0,058	0,067	0,035	0,027
500	0,042	0,054	0,046	0,027	0,024
700	0,050	0,039	0,039	0,027	0,028
900	0,027	0,024	0,031	0,035	0,017
1000	0,020	0,027	0,042	0,020	0,013

Hasil pengujian menunjukkan nilai ketangguhan tertinggi terjadi pada putaran 300 rpm dengan perlakuan *artificial aging* 125˚C sebesar 0,067 J/mm^2, sedangkan terendah pada putaran 1000 rpm yaitu sebesar 0,013 J/mm^2. Hasil pengujian ini rata-rata masih di atas *velg* lokal yang hanya mencapai 0,026 J/mm^2 (Kuncahyo, 2010).

4.3. Kekerasan

Perbandingan angka kekerasan pada tiap variasi putaran dan *aging* dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berdasarkan hasil uji kekerasan semakin tinggi kecepatan putar *mold velg* sepeda motor kekerasan semakin tinggi.

Tabel 4.3 Rekapitulasi hasil pengujian kekerasan *Brinell*

Putaran (rpm)	**NA**	**T.100˚C**	**T.125˚C**	**T.175˚C**	**T.200˚C**
300	58,91	63,62	53,69	77,99	97,54
500	64,88	70,29	58,91	88,96	93,09
700	70,29	68,87	70,29	88,96	86,98
900	67,50	71,74	63,62	73,23	99,87
1000	67,50	77,99	79,68	85,06	97,54

Pada putaran 1000 rpm menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan variasi putaran yang lebih rendah. Angka kekerasan ini telah melebihi kekerasan *velg* hasil pabrikan yaitu sebesar 64.85 kg/mm^2 dan hasil penelitian Bintoro (2010) 60.85 kg/mm^2, dan velg produksi lokal yang hanya 27,72 kg/mm^2 , angka kekerasan tertinggi pada putaran 900 rpm dengan *artificial aging* 200˚C dengan nilai 99,87 kg/mm^2. Hasil perlakuan panas T6 angka kekerasan naik rata-rata sekitar 12,71 % pada setiap putaran dan variasi *aging*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang pengaruh kecepatan putar dan *pre heating* cetakan pada *centrifugal casting* terhadap sifat mekanis paduan alumnium cor A356 *velg* sepeda motor, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kekerasan dan kekuatan tarik hasil coran secara umum mengalami peningkatan dengan kenaikan kecepatan putar *mold velg* sepeda motor tetapi nilai ketangguhannya menurun.
2. Temperatur terbaik *pre heating* adalah 225˚C dengan kekuatan tarik sebesar 219,34 MPa
3. Proses perlakuan *natural aging* dapat meningkatkan sifat mekanis hasil coran pada semua variasi putaran, dapat menjadi pilihan

dengan biaya yang lebih efisien dibandingkan *artificial aging*.

4. Proses perlakuan *artificial aging* pada temperatur 100˚C dan 125˚C tidak signifikan menaikkan sifat mekanis hasil coran jika dibandingkan dengan *natural aging* dengan nilai yang fluktuatif .
5. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sifat mekanik dari A356 naik akibat adanya penambahan suhu artificial aging. Nilai kekerasan optimum di dapat pada suhu artificial aging 200˚C mempunyai nilai kekerasan naik rata-rata 12,71% , nilai UTS naik rata-rata 13,14%, tetapi nilai ketangguhan mengalami penurunan rata-rata 6,29% .

5. DAFTAR PUSTAKA

ASM Handbook, 2008, "Volume 15 Casting", ASM International.

ASM Handbook, 2000, "Introduction to Aluminum Alloys and Tempers", ASM International.

ASTM Standard, 2004, **"**Standard Practice for Heat Treatment of Aluminum-Alloy Castings from All Processes".

Apelian, D., 2009, "Aluminium Cast Alloys: Enabling Tools for Improved Performance", NADCA.

Bambang, U., 2010, "Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada *Centrifugal Casting Aluminium Alloy Velg* Sepeda Motor", Thesis S2 Jurusan Teknik Mesin dan Industri, UGM, Yogyakarta

Bintoro W.M., 2010, "Pengaruh Temperatur Cetakan, Bentuk Produk dan Inokulan Ti-B pada Proses Pengecoran Sentrifugal Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Paduan Aluminium", Thesis S2 Jurusan Teknik Mesin dan Industri, UGM, Yogyakarta

Brown, J.R., 1999," Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook", 11th edition, Butterworth Heinemann.

Callister, Jr., William, D., 2007, "Materials Science and Engineering an Introduction", 7 ed., John Wiley & Sons, Inc., New York.

Cardarelli, F., 2005, "Materials Handbook", A Concise Desktop Reference 2 ed., Springer.

Chirita, G., Soares, D., Silva, S., 2006, " Advantages Of The Centrifugal Casting Technique for the Production of Structural Components With Al-Si Alloys", Guimardes Portugal Materials And Design, 29, 20, 27. www.elsevier.com/locate/matdes.

Gwózdz, M., and Kwapisz, K., 2008, "Influence of Ageing Process on the Microstructure and Mechanical Properties of Aluminium-Silicon Cast Alloys - Al-9%Si-3%Cu and Al-9%Si-0.4%Mg". Bachelor Thesis Department Of Mechanical Engineering Component Tecnology-Casting Jonkoping University Sweden.

JIS handbook, 1991, "Ferrous Material And Non Ferrous Materials", Japanese Standard Association

Djatmiko, Budiarto,2007 "pengaruh perlakuan panas T6 terhadap kekerasan dan strukturmikro pada paduan Al-Mg-Si"Thesis S2 Jurusan teknik Mesin Universitas Pancasila.

Kashyap, K.T., and Chandrashekar, T., 2001," Effects and Mechanisms of Grain Refinement in Aluminium Alloys". Indian Academy of Sciences ,Bull. Mater. Sci., Vol. 24, No. 4, pp. 345–353.

Kuncahyo, 2010, "Sifat Fisis Dan Mekanis Velg Kendaraan Roda Dua 14" Poduksi Lokal Dan Produksi Pabrikan" Skripsi S-1 Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.

Mo¨ller, H., Govender, G., and Stumpf, W.E., 2007, "Natural and Artificial Aging Response of Semi Solid Metal Processed Al–Si–Mg Alloy A356".International journal of cast metal research, Vol 20 (6)

Mallapur, D.G., Udupa, K.R., Kori, S.A., 2010, "Influence of Grain Refiner and Modifier on The Microstructure and Mechanical Properties of A356 Alloy", International Journal of Engineering Science and Technology, Vol 2(1).

Masy'ari, 2011, "Pengaruh Kecepatan Putar dan Perlakuan Panas T6 pada Centrifugal Casting terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Paduan Aluminium A356.0 Velg Sepeda Motor", Thesis S2 Jurusan Teknik Mesin dan Industri, UGM, Yogyakarta

Suhariyanto,2010," Perbaikan Sifat Mekanik Paduan Aluminium (A356.0) dengan Menambahkan TiC" Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS.

Smith, F. William. 1995. *Material Science and engineering. (second edition).* New York:.Mc Graw- Hill inc.

Zolotorevsky, V.S., Belov, N.A., and Galzoff, M.V., 2007, "Casting Aliminum Alloys", ISBN-13: 978-0-08-045370-5, Elsevier Ltd.