

# PENGARUH VARIASI WAKTU SOLUTION HEAT TREATMENT DAN SUHU AGING PERLAKUAN PANAS T6 PADA CENTRIFUGAL CASTING 400 rpm DENGAN GRAIN REFINER Al-TiB 7,5% TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADUAN ALUMINIUM COR A356 VELG SEPEDA MOTOR

Yulfitra<sup>1</sup>, Priyo Tri Iswanto<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Medan  
Jl gedung Arca no.52 Medan

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jalan Grafika 2, Yogyakarta 55281, Indonesia. Telepon & Fax 0274-581855  
[yuvitura@yahoo.com](mailto:yuvitura@yahoo.com), [priyotri@yahoo.com](mailto:priyotri@yahoo.com)

## Abstrak

Penelitian ini memfokuskan pengaruh variasi waktu *solution heat treatment* T6 dan *artificial aging* terhadap mikrostruktur dan sifat mekanis paduan aluminium cor A356.0 pada *velg* sepeda motor dengan proses *vertical centrifugal casting*, temperatur *pouring* 750°C, *pre-heating* cetakan 250°C dengan penambahan 7,5 % Al-TiB kedalam 5 kg aluminium pada 400 rpm. Specimen dengan standar ASTM. temperatur 540°C ditahan selama 30, 60 menit. Kemudian dilakukan proses *artificial aging* 100°C, 125°C, 150°C, 175° C, 200°C dan *natural aging* ditahan selama 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan kekerasan, kekuatan tarik, ketangguhan, densitas hasil coran secara umum mengalami peningkatan dan menurun setelah melewati waktu 120 menit perlakuan panas T6. Semakin lama waktu dan besar suhu aging tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap sifat mekanis hasil coran. Setelah perlakuan panas T6 dan aging terlihat adanya perbedaan morfologi pada batas butir matrik aluminium, yaitu terbentuknya presipitat yang diduga adalah senyawa Mg<sub>2</sub>Si. Sehingga dalam pemanasan T6 tidak perlu lama dalam untuk mendapatkan sifat yang diinginkan. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan adanya perubahan bentuk dan ukuran butir akibat perlakuan panas T6 dan suhu aging maupun natural aging.

**Kata kunci :** *Velg, Centrifugal Casting, Heat Treatment T6, natural aging, artificial aging.*

## Pendahuluan

Dalam rangka peningkatan teknologi pengecoran khususnya yang berkaitan dengan produk coran *velg* kendaraan roda dua, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis pada bahan yang digunakan untuk *velg* kendaraan roda dua tersebut. Pengujian-pengujian tersebut antara lain: pengujian tarik, pengujian kekerasan, pengujian struktur mikro, pengujian komposisi, dan pengujian impak. Material yang digunakan pada penelitian kali ini adalah aluminium dengan penambahan inoculan Al-TiB 7,5%, diharapkan dapat memperbaiki kualitas *velg* lokal. Beberapa penelitian sudah dilakukan diantaranya adalah Kashyap, dkk (2001) dalam penelitiannya tentang efek dan mekanisme penghalusan butir pada paduan aluminium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penghalusan butir paduan aluminium oleh pengintian heterogen dan pertumbuhan butir paduan aluminium. Penghalusan butir penting namun efek zat/unsur terlarut lebih penting dalam proses penghalusan.

Adapun penelitian ini menggunakan bahan ingot aluminium untuk pengecoran *velg* sepeda motor dengan mesin *centrifugal casting*. Penelitian ini memfokuskan tentang pengaruh variasi waktu *solution heat treatment* T6 dan memvariasikan suhu *artificial aging*. Sedangkan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *vertical centrifugal casting*. Bila dibandingkan antara *gravity casting* dengan *centrifugal casting* maka *centrifugal casting reliability* nya lebih baik serta akan terbebas dari porositas gas dan penyusutan. Gaya sentrifugal pada pengecoran akan meningkatkan sifat-sifat fisik hasil coran pada kekuatan tarik, *modulus young* serta nilai regangan (Chirita, 2006). Santoso (2010) meneliti pengaruh variasi temperatur cetakan dan inoculan Al-TiB terhadap sifat mekanik hasil coran aluminium menggunakan *centrifugal casting*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, semakin tinggi temperatur cetakan dapat menghambat laju pendinginan, yang akan memperbesar ukuran butir hasil coran. Sehingga semakin besar ukuran butir, sifat mekanik hasil coran akan semakin turun.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Bambang (2010). Penelitian ini mengamati pengaruh kecepatan putar terhadap sifat fisis dan mekanis hasil coran. Penelitian ini dilakukan dengan mengacu dari hasil penelitian yang telah

dilakukan oleh Santoso (2010), dengan variasi putaran yang digunakan 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700 rpm, *pre-heating* pada *mould* 250 °C dan temperatur penuangan 700 °C. Hasil penelitian menunjukkan adanya kenaikan sifat mekanik dibandingkan dengan produk lokal, namun masih di bawah sifat mekanik produk pabrikan. Waluyo (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan inoculan Al-Ti-B pada pengecoran velg dengan *vertical centrifugal casting* pada putaran 1000 rpm. Dari penelitian initerjadi peningkatan ketangguhan *velg* yang dicetak dengan temperatur 250° C disebabkan karena penambahan inoculan Al-Ti-B 7,5% kedalam 5 kg aluminium *skrap*.

Masy'ari (2011) melakukan penelitian tentang pengaruh kecepatan putar dan proses perlakuan panas T6 terhadap hasil coran. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa angkakekerasan, kekuatan tarik dan ketangguhan serta densitas hasil coran secara umum mengalami peningkatan dengan kenaikan kecepatan putar *molovelg* sepeda motor. Semakin tinggi kecepatan putar bentuk dan ukuran butir terlihat semakin kecil dan *spheroid*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu *solution heat treatment* dan variasi suhu aging terhadap sifat fisis dan mekanis hasil coran

### Metode penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan aluminium cor A356 dengan komposisi kimia ditunjukkan pada Tabel 1.

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam proses pengecoran, yaitu sebagai berikut :

- beberapa bagian. bahan baku tersebut dilebur pada temperatur 750<sup>0</sup>C di dalam dapur listrik.
- Melakukan *pre-heating* pada cetakan dengan temperatur 250<sup>0</sup>C (Bambang, 2010). Proses *pre-heating* menggunakan *liquefied petroleum gas* (LPG), yaitu dengan menempatkan *burner* diantara cetakan atas dan bawah sampai temperatur cetakan mencapai 250<sup>0</sup>C, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Selama *pre- Heating* pengukuran temperature dilakukabeberapa sisi cetakan menggunakan *thermocouple* tipe K.
- 



Gambar 1.

- Tahap terakhir dari proses pengecoran adalah penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar, yaitu dengan mengatur inverter sesuai dengan frekuensi yang telah ditentukan. Pengecoran dilakukan pada kecepatan putar 400 rpm saja.
- Proses selanjutnya adalah pembuatan benda uji tarik dengan standar ASTM E-8M, uji impak dengan standar ASTM E-23, , uji kekerasan, uji struktur mikro dan uji densitas. Dalam penelitian ini benda uji diambil dari bagian terluar *velg* dengan pertimbangan bahwa pada bagian ini *velg* akan lebih banyak mendapatkan beban saat digunakan. Benda uji ini kemudian di bagi menjadi 2 kelompok, kelompok pertama adalah kelompok tanpa perlakuan panas, kelompok kedua dengan perlakuan panas T6. Proses perlakuan panas T6 dilakukan dalam tiga langkah, langkah pertama perlakuan panas pelarutan (*solution heat treatment*). Pada langkah ini benda uji dipanaskan di dalam *furnace* sampai temperatur  $\pm 540^{\circ}\text{C}$ , kemudian waktu penahanan (*holding time*) di variasikan 30, 60 menit dan *natural aging*. Langkah kedua pendinginan cepat (*quenching*) untuk mendapatkan larutan lewat jenuh (*supersaturated*). Langkah ini dilakukan setelah benda uji dipanaskan menurut variasi waktu, kemudian dicelupkan ke dalam air. Langkah terakhir adalah proses penuaan buatan (*artificial aging*), benda uji dipanaskan kembali di dalam *furnace* dengan variasi temperatur  $\pm 100, 125, 150, 175$  dan  $200^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam, kemudian didinginkan di udara terbuka. Semua pelaksanaan pengujian dilaksanakan di Lab. Material Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Khusus pengujian densitas menggunakan metode *Archimedes* dengan menimbang berat benda di air dan di udara.

Tabel 1. Komposisi kimia paduan aluminium cor A356.

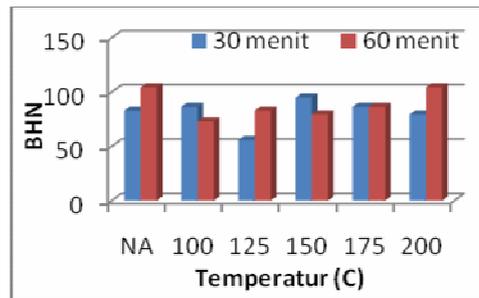
Al	Cd	Cu	Fe	Mg	Ni	Pb	Si	Ti	Zn
92.756	<0.002	<0.001	0.220	0.400	<0.002	0.001	6.550	0.006	0.004

## Hasil dan pembahasan

Setelah dilakukan pembuatan benda uji (*spesimen*) hasil pengecoran centrifugal casting dengan beberapa variasi waktu pelaksanaan perlakuan panas T6 dengan siklus *solution heat treatment* suhu  $540^{\circ}\text{C}$ , *water quenching*, *natural aging* dan variasi suhu *artificial aging*, selanjutnya dilakukan uji sifat fisis dan mekanis meliputi uji kekerasan, kekuatan tarik, kekuatan impact dan densitas maupun struktur mikro.

### Kekerasan

Pengujian kekerasan dilaksanakan dengan uji kekerasan *Brinell* sesuai standar ASTM E-10. Data kekerasan akibat pengaruh suhu *artificial aging* pada siklus perlakuan panas T6 dengan kondisi waktu dan suhu *aging* yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.

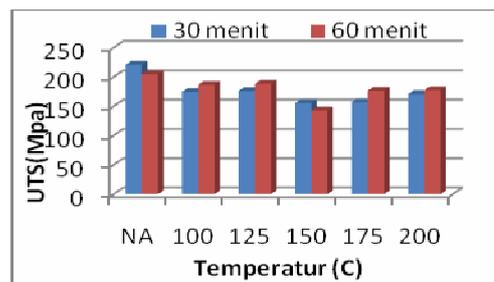


Gambar 2. Pengaruh variasi waktu T6 dan suhu aging terhadap kekerasan *Brinell*

Hasil pengujian menunjukkan kekerasan tertinggi pada T6 60 menit pada natural aging dan  $200^{\circ}\text{C}$  sebesar  $104.208 \text{ kg/mm}^2$ . Angka kekerasan yang terendah pada waktu T6 30 menit dengan dengan suhu *aging*  $125^{\circ}\text{C}$  sebesar  $55.7129 \text{ kg/mm}^2$  dari semua variasi waktu dan suhu. Banyak faktor yang mempengaruhi peningkatan kekerasan diantaranya lama *heat treatment*, *aging*, pendinginan cepat (*quenching*), suhu *mould* dan metode pengecoran. Pada pengujian ini terlihat bahwa terjadi fluktuasi pada suhu aging. Dalam proses aging diduga paduan A356 (Al-Mg-Si) membentuk presipitat  $\text{Mg}_2\text{Si}$  yang terdispersi secara merata di batas butir, sehingga gaya yang diperlukan untuk mendeformasi semakin besar, yang berarti kekerasannya tinggi.

### Tarik

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 variasi waktu tahan T6 dengan suhu aging dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini

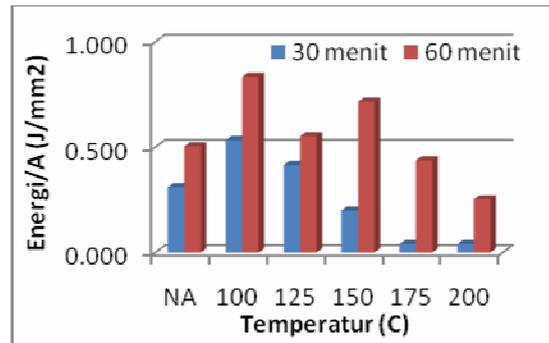


Gambar 3. Pengaruh waktu T6 dan suhu aging terhadap UTS

Secara umum nilai UTS mengalami fluktuasi dan cenderung menurun setelah terjadi kenaikan. Berbeda dengan material *natural aging* yang mana setiap variasi waktu T6 mengalami kenaikan dibandingkan dengan suhu *aging* disetiap variasi suhu yang lain. Hal ini kemungkinan selama waktu T6 proses *aging* atau *natural aging* unsur paduan Si dan Mg berubah menjadi presipitat  $\text{Mg}_2\text{Si}$  yang terdispersi secara merata disekitar batas butir, sehingga menyebabkan susunan antar atom aluminium menjadi lebih rapat dan menimbulkan ikatan antar atom menjadi lebih kuat. Berdasarkan data hasil pengujian juga menunjukkan bahwa material natural aging mempunyai nilai UTS yang tinggi untuk semua variasi suhu aging, namun fluktuasi setelah terjadi peningkatan.

### Kekuatan Impact

Pengujian ini menggunakan metode *charpy* dengan beban 8.5 kg. Hasil pengujian impact ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini. Secara umum ketangguhan material cenderung mengalami penurunan dengan lama waktu proses T6.

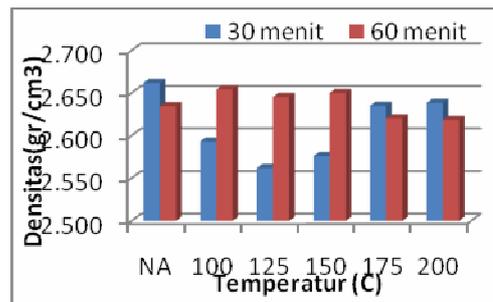


Gambar 4. Pengaruh variasi waktu T6 dan suhu aging terhadap ketangguhan

Secara umum nilai ketangguhan material yang di perlakuan panas 30 maupun 60 menit mengalami fluktuasi. Nilai ketangguhan tertinggi pada suhu aging 100 °C dengan waktu T6 30 menit nilai ketangguhannya sebesar 0.834 J/mm<sup>2</sup> merupakan nilai ketangguhan terbesar dari semua variasi suhu aging.

*Densitas dan Porositas*

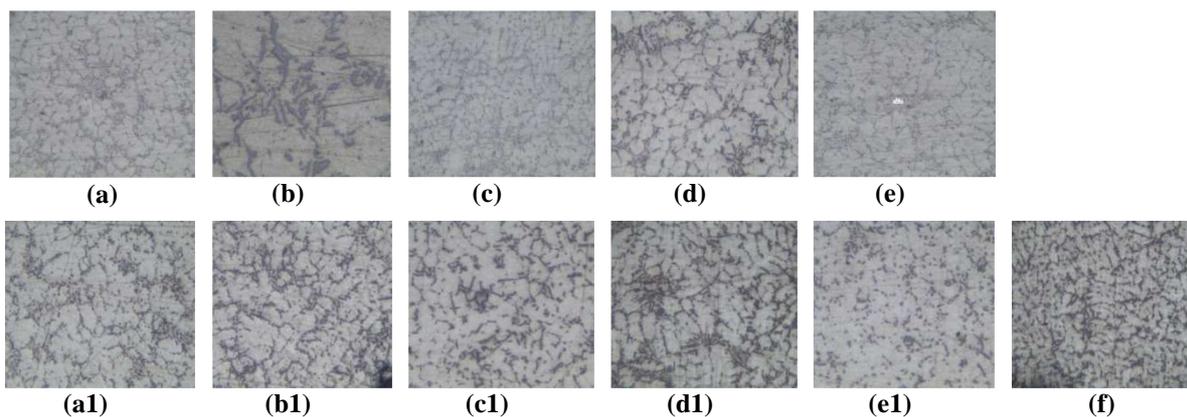
Hasil pengujian densitas benda ditunjukkan pada Gambar 5. Densitas aktual benda makin besar menunjukkan pori-pori yang terdapat pada benda hasil cor semakin sedikit. Secara umum densitas aktual mengalami fluktuasi dan kecenderungan menurun. Pada waktu T6 60 menit dengan suhu aging 100,125 dan 150C nilai densitas mengalami kenaikan yang merata dibandingkan variasi suhu *aging* dibanding dengan waktu T6 dan suhu *aging* yang lain.



Gambar 5. Hubungan variasi waktu T6 dan suhu aging dengan densitas aktual

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan adanya per...

*Struktur Mikro*



Gambar 5. Foto struktur mikro hasil *centrifugal casting* dengan perlakuan panas T6 (a & a1) Natural aging, (b & b1) suhu aging 100 °C, (c & c1) 125, (d & d1) 150, (e & e1) 175, (f) 200 °C

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan adanya perbedaan bentuk variasi waktu T6 dan variasi aging. Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop pembesaran 160 x hingga terlihat butiran dan batas butiran Hasil mikro struktur untuk *centrifugal casting* dengan kecepatan putar 400 dapat dilihat pada gambar4.5. Pada hasil seluruh mikro struktur terlihat garis ukuran dengan jarak antara satu garis dengan garis lainnya sebesar 0,005 mm

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang pengaruh variasi waktu perlakuan panas T6 dan suhu aging pada centrifugal casting terhadap sifat fisis dan mekanis paduan aluminium cor A356 velg sepeda motor, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kekerasan, kekuatan tarik dan ketangguhan serta densitas hasil coran secara umum mengalami peningkatan dan kecenderungan menurun setelah melewati waktu 120 menit perlakuan panas T6.
2. Semakin lama waktu dan besar suhu aging tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap sifat mekanis hasil coran.
3. Setelah perlakuan panas T6 dan aging terlihat adanya perbedaan morfologi pada batas butir matrik aluminium, yaitu terbentuknya presipitat yang diduga adalah senyawa  $Mg_2Si$ .

## Referensi

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".

ASTM Standard, 2004, "Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials".

ASTM Standard, 2004, "Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Abdulwahab M., Madugu I.A., Yaro S.A., 2012 "Effects of Temper Conditions and Step-Quenching –Ageing on the Hardness Characteristics and Yield Strength of A356.0-type Al-Si-Mg Alloy".Springer Science-Business Media B.V. 2012.

Abdulwahab M., Madugu I.A., Yaro S.A., 2012 "Effects of Temper Conditions and Step-Quenching –Ageing on the Hardness Characteristics and Yield Strength of A356.0-type Al-Si-Mg Alloy".Springer Science-Business Media B.V.

Bambang, U., 2010 "Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Centrifugal Casting Aluminium Alloy Velg Sepeda Motor".Tesis S2 Teknik Mesin Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada.

Bintoro, B.M., 2010 "Pengaruh Temperatur Cetakan, Bentuk Produk dan Inokulan Ti-B pada Proses Pengecoran Sentrifugal Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Paduan Aluminium".Tesis S2 Teknik Mesin Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada.