

Penaruh Penambahan Al-TiB Terhadap Kekerasan Produk Pengecoran Sentrifugal Velg Alumunium A 356

Ali Achmadi (*)

*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin STTR Cepu
Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No.1 Mentul Cepu
E-Mail: achmadiali4@gmail.com

ABSTRACT

One of the problem in the small industry creating velg process, is in low quality product compared to manufactures. Current result of research concludes that the quality product small industry is influenced by casting method used gravity casting method. To improve its quality mechanical properties, casting method can be designed to sentrifugal method by adding master alloy Al-TiB. This research go in certain direction to know the influence of adding Al-TiB toward the hardness on process of sentrifugal casting, and for determine how much the percentage of Al-TiB that results the most optimum velg. This research conducted by using experimental method, the material used that is aluminum A 356, added Al-TiB in the amount of 0%, 0,12%, 0,17%, 0,22%, and 27%. Along with the casting is conducted in 400 Rpm rotation. The result of study proves the change in the hardness effected adding variation of Al-TiB. The result of observation through the research shows that there is impronement of mechanical properties. It is the improvement of hardness from 60,42 HRB, with adding Al-TiB in the mount of 0,12%, and if it is compared between local velg product and maufactures product, so as a result, there is the improvement of the hardness score from 25,17 HRB local product and the hardness score 23,67 HRB, the manufactured product becomes 60,42 HRB by adding Al-TiB 0,12%.

Keywords: *Sentrifugal Casting, element variation Al-TiB, the nature of mechanically..*

1. Pendahuluan

Roda sepeda motor terdiri dari beberapa bagian diantaranya bagian terbesar dari roda sering disebut sebagai *velg*. Jenis dari *velg* yang paling banyak digunakan adalah *velg* hasil produksi pengecoran (*casting wheel*) atau *spoke wheel* yang dihasilkan dengan proses pengerolan plat baja. Pada penelitian ini, *velg* yang akan diteliti adalah *velg* yang dihasilkan dari proses manufaktur pengecoran atau dinamakan *casting wheel*.

Dengan meningkatnya daya beli masyarakat serta kemudahan untuk memiliki sepeda motor, maka keberadaan sepeda motor menjadi sangat banyak. Dampak keberadaan sepeda motor tersebut menarik beberapa perusahaan lokal untuk memproduksi komponen sepeda motor. Salah satu jenis komponen tersebut adalah *velg*. Untuk memenuhi kebutuhan pasar global terhadap produk *velg* aluminium yang berkualitas maka diperlukan kualitas produk yang baik, sehingga dapat bersaing di pasaran, maka produk harus memiliki kualitas yang tinggi baik dari segi fungsi maupun tampilannya. Untuk menghasilkan produk

yang berkualitas tinggi tentunya tidak terlepas dari apa dan bagaimana produk tersebut dibuat, mulai dari bahan paduan (komposisi kimia), proses pengecoran, perlakuan panas, sampai pada proses akhir.

Aluminium alloy Al-7%Si (A356) merupakan salah satu paduan yang dipakai untuk bahan baku *velg* sepeda motor. Paduan aluminium ini dipilih karena mempunyai kelebihan yaitu: tahan korosi, ringan, dan warnanya menarik. Sifat mekanik dari material aluminium alloy tergantung dari beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu jenis material, komposisi kimia (unsur paduan), dan perlakuan panas. Pada penelitian ini langkah yang dilakukan untuk memperbaiki sifat mekaniknya adalah dengan menggunakan metode cetakan sentrifugal dan penambahan unsur inoculan master alloy Al-TiB.

Proses pengecoran sering dilakukan untuk menghasilkan satu komponen mesin atau peralatan lainnya. Proses pengecoran ini terdiri dari bermacam-macam metoda seperti *gravity casting*, *pressure casting*, *centrifugal casting* dan masih banyak metoda lainnya. Masing-masing metoda mempunyai keunggulan tersendiri. Pada proses

pembuatan velg yang dilakukan oleh industri kecil, metoda yang digunakan adalah *gravity casting* mengingat metoda ini adalah metoda yang paling sederhana.

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 mekanis hasil coran pada kekuatan tarik, *modulus young*, serta nilai regangan Chirita (2006).

Kualitas hasil pengecoran dapat dilihat dari sifat mekanik bahan hasil pengecoran. Beberapa sifat mekanik yang sering diuji pada satu material adalah kekerasan, tegangan tarik, dan kemampuan menahan beban kejut dari luar (impak). Selain itu struktur mikro juga dapat dipakai untuk memprediksi sifat-sifat mekanik dilihat dari bentuk dan ukuran butiran serta fasa yang terjadi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Kajian Pustaka

Santoso dkk (2010), melakukan penelitian tentang pengaruh variasi temperatur cetakan dan inoculan Ti-B terhadap kekuatan mekanis hasil coran aluminium menyimpulkan bahwa penambahan inoculan Ti-B sebesar 0,08 %, serta temperatur cetakan 200°C, dan temperatur tuang 700°C memberikan pengaruh kekuatan mekanik yang signifikan sehingga nilai kekerasannya naik dari 65,28 kgf/mm² menjadi 76,58 kgf/mm², dan nilai kekuatan tariknya dari 81 N/mm² menjadi 176,62 N/mm².

Djamil (2007) meneliti tentang pengaruh grain refiner titanium-boron terhadap sifat mekanik paduan Al-Si, dengan kandungan Si . 9,85 %, ditambahkan dengan unsur TiB, bervariasi 0,03 %, 0,05%, 0,07 %, 0,09%, 0,12 % dan 0,15 %, pada temperatur 740° C, dengan waktu penahanan 5 menit, sebelum penuangan. Dari hasil pengujian didapat kekerasan yang terbesar 78,06 BHN, dengan unsur TiB 0,15%. Kekuatan tarik tertinggi 197,21 N/mm², dan kekuatan luluh tertinggi 117,68 N/mm², dengan unsur TiB 0,09 %. Serta perpanjangan terbesar 4,5 %, dengan unsur TiB 0,07%.

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Aluminium

Aluminium merupakan bahan terbesar yang banyak digunakan pada bagian bagian mesin setelah baja (Totten, 2003). Alasan utama penggunaan aluminium pada

bagian bagian mesin adalah kombinasi sifat-sifat dari aluminium yang sangat menguntungkan diantaranya ringan, kuat, penghantar listrik dan panas yang baik dan mempunyai sifat reflektifitas yang baik untuk panas dan sinar. Sifat lain dari bahan ini adalah tahan terhadap korosi pada beberapa kondisi. Aluminium dapat dibentuk dengan proses cor, *extrusi*, *drawn* dan roll panas dan dingin.

Aluminium dan paduannya merupakan logam *non ferrous* yang cukup luas penggunaannya. Hal ini disebabkan karena logam ini mempunyai beberapa kelebihan, seperti: ratio terhadap beban yang tinggi, tahan terhadap korosi dari berbagai macam bahan kimia, konduktifitas panas dan listrik tinggi, tidak beracun, memantulkan cahaya, mudah dibentuk dan machining dan tidak bersifat magnet. Sifat mekanik suatu material dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: komposisi kimia, perlakuan panas, proses pengecoran dan proses pengerjaan. Jadi dengan merubah komposisi kimia sampai batas tertentu, maka sifat mekanik akan berubah sesuai dengan yang diinginkan. Elemen-elemen paduan seperti: Cu, Mg, Mn, dan Zn dengan komposisi tertentu dan perlakuan panas tertentu dapat meningkatkan kekuatan tarik paduan aluminium.

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan batuan lain (corundum, gibbsite, boehmite, diaspor, dan lain-lain) (USGS). Aluminium tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi. Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Selama 50 tahun terakhir, aluminium telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kekuatan dan *ductility* yang cukup baik (aluminium paduan), mudah diproduksi dan cukup ekonomis (aluminium daur ulang). Yang paling terkenal adalah penggunaan aluminium sebagai bahan pembuat pesawat terbang, yang memanfaatkan sifat ringan dan kuatnya.

2.2.1.1. Aluminium Murni

Aluminium 99% tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa, hanya memiliki kekuatan tarik sebesar 49 MPa, terlalu lunak untuk penggunaan yang luas sehingga seringkali aluminium dipadukan dengan logam lain.

Secara umum sifat-sifat aluminium, diantaranya adalah sebagai berikut (Tata Surdia, dan Shinroku Saito, 1999) :

1. Memiliki berat yang relatif ringan dari baja dengan berat jenis sebesar 2,7 g/cm³ atau hampir 1/3 dari berat jenis baja.
2. Kekuatan mekanis dan sifat-sifat fisiknya dapat ditingkatkan dengan cara menambahkan unsur-unsur paduan.
3. Memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap larutan kimia, cuaca, dan berbagai jenis gas.
4. Memiliki reflektivitas yang sangat baik.
5. Memiliki elastisitas yang tinggi, sehingga material ini sering digunakan dalam aplikasi yang melibatkan kondisi beban kejut.
6. Non-magnetik, serta memiliki konduktivitas listrik dan panas hampir sebaik tembaga.
7. Mudah ditempa dan mudah dikerjakan dalam kebanyakan proses manufaktur dan pengubah bentuk.

Tabel 2.1. Sifat fisis aluminium (Tata Surdia, 1999)

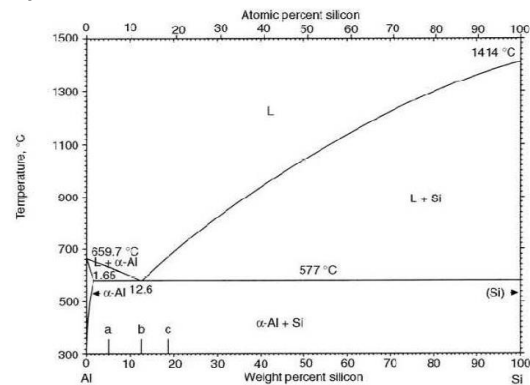
Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa jenis (g/cm ³) (20°C)	26,989	2,71
Titik Cair (°C)	660,2	653 - 657
Panas Jenis (cal/g°C) (100°C)	0,2226	0,2297
Hantaran Jenis (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan Listrik Koefisien temp (1/°C)	0,00429	0,0115
Koef Pemuai (20-100°C) (mm ³)	23,86 X 10 ⁻⁶	23,5 x 10 ⁻⁶
Jenis Kristal, Konstanta kisi	fcc, a = 4,013	fcc, a = 4,04

Tabel 2.2 Sifat mekanik aluminium (Tata Surdia, 1999)

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	75% dirol dingin
Kekuatan tarik (kg/mm ²)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan Mulur (0,2%) (kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell (BHN)	17	27	23	44

2.2.1.2. Aluminium Paduan

Paduan Al-Si ditemukan oleh A. Pacz tahun 1921. Paduan Al-Si yang telah diperlakukan panas dinamakan Silumin. Sifat – sifat silumin sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan. Paduan Al-Si umumnya dipakai dengan 0,15% – 0,4% Mn dan 0,5 % Mg. Paduan yang diberi perlakuan pelarutan, *quenching*, dan *aging* dinamakan silumin g, dan yang hanya mendapat perlakuan aging saja dinamakan silumin b.



Gambar 2.1. Diagram fasa Al-Si (ASM International, 2004)

Pada diagram fasa Al-Si (Gambar 1) dapat dibagi tiga daerah yaitu:

a. Daerah hipoeutektik

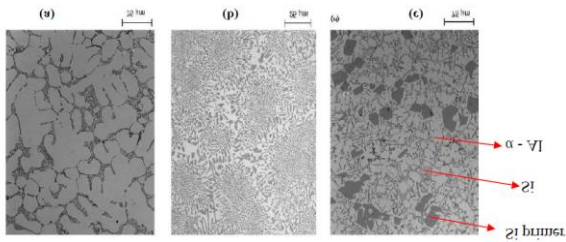
Pada daerah ini terdapat kandungan silikon < 11,7% dimana struktur mikro akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah fasa α – aluminium dan eutektik (gelap) yang kaya aluminium yang memiliki kekerasan 90 HB, struktur mikro hipoeutektik diperlihatkan pada Gambar 2.3a

b. Daerah eutektik

komposisi ini paduan Al-Si dapat membeku secara langsung (dari fase cair ke padat). Kandungan silikon yang terkandung didalamnya sekitar 11.7% sampai 12.2% untuk struktur mikro eutektik bisa dilihat pada gambar 2.3b. Material ini memiliki kekerasan 105 HB dan uji tarik 248 MPa sehingga banyak diaplikasikan pada komponen dengan tekanan yang tinggi, seperti: *crank case*, *wheel* hubungan, *cylinder barrel*. (ASM Handbook vol 15, 1998)

c. Daerah hypereutectic

Struktur mikro hypereutectic pada Gambar 2.3c menunjukkan Komposisi silikon diatas 12.2% sehingga kaya akan silikon dengan fasa eutektik sebagai fasa tambahan dan memiliki kekerasan 110 HB.



Gambar 2 Struktur mikro paduan Al-si (ASM International, 2004)

3. Metodologi Penelitian

3.1. Proses pembuatan *velg*

- Peleburan bahan dengan komposisi master alloy Al-TiB 0%, 0,12%, 0,17%, 0,22% dan 0,27% pada tungku peleburan dengan suhu 750°C.
- Penuangan kedalam cetakan dengan metode sentrifugal pada putaran 400 rpm. Sebelumnya cetakan dipanaskan pada suhu 250°C.

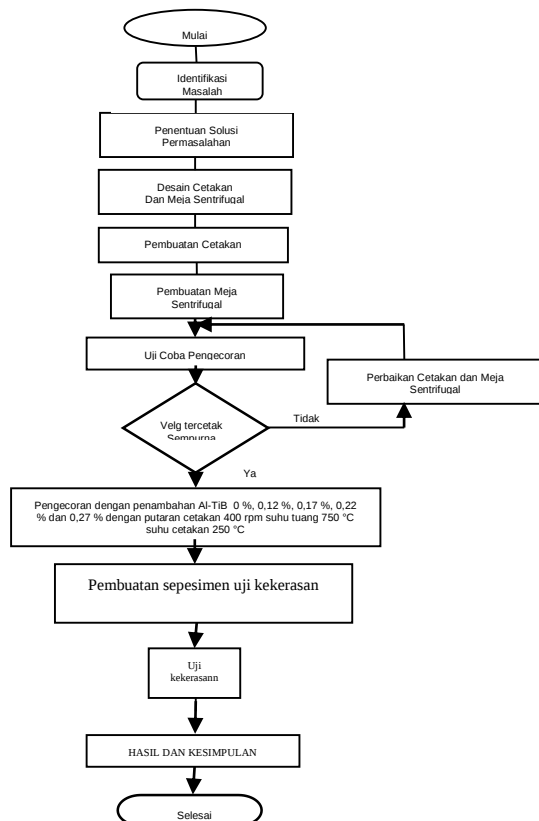
3.2. Persiapan spesimen

Pembuatan benda uji dari *velg* hasil pengecoran dengan penambahan master alloy Al-TiB 0,12%, 0,17%, 0,22% dan 0,27%, masing-masing 3 buah.

3.3. Proses Pengujian

Pengujian kekerasan *velg* produk pengecoran dilakukan dengan menggunakan metode Rockwell.

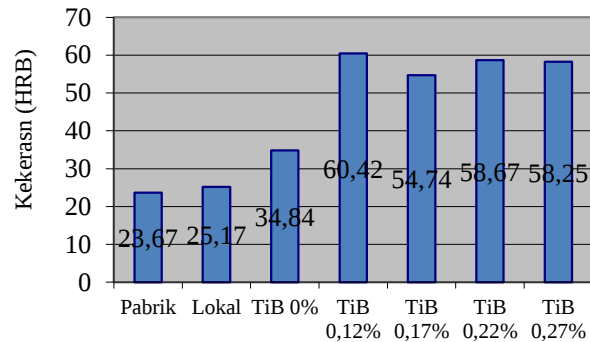
3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

4. Pembahasan

Pengujian kekerasan adalah salah satu uji mekanik yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan material terhadap gaya penekanan dari material lain yang lebih keras.



Gambar 4.1. Perbandingan nilai kekerasan *velg* pabrikan, *velg* lokal dan *velg* hasil pengecoran.

Dari uji kekerasan material *velg* lokal didapatkan harga nilai kekerasan tertinggi sebesar 25,17 HRB dan *velg* pabrikan nilai kekerasan tertinggi sebesar 23,67 HRB dan hasil tersebut untuk pembading apakah *velg* hasil pengecoran lebih baik dari pembading tersebut.

Nilai kekerasan yang dihasilkan produk pengecoran sentrifugal *velg* dengan material A356 serta penambahan master alloy Al-TiB sebesar 0%, 0,12%, 0,17%, 0,22%, dan 0,27% menunjukkan peningkatan nilai kekerasan yang besar yaitu nilai kekerasan terendah didapat pada Al-TiB 0%, sebesar 34,84 HRB sedang nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada penambahan Al-TiB 0,12% sebesar 60,42 HRB.

Perbandingan nilai kekerasan *velg* hasil pengecoran dengan *velg* pabrikan dan *velg* lokal menunjukkan nilai kekerasan *velg* hasil pengecoran dengan penambahan Al-TiB lebih tinggi dari pada *velg* pabrikan 23,67 HRB dan *velg* lokal 25,17 HRB.

Hasil pengecoran dengan penambahan Al-TiB 0,12%, menunjukkan nilai kekerasan tertinggi 60,42 HRB dan dibandingkan hasil pengecoran dengan tanpa penambahan Al-TiB 34,84 HRB.

Nilai kekerasan hasil pengecoran sentrifugal dengan penambahan Al-TiB bila dibandingkan dengan produk lokal dan pabrikan maka ada kenaikan nilai kekerasannya dari 25,17 HRB produk lokal dan nilai kekerasan 23,67 HRB produk pabrikan menjadi 60,42 HRB yaitu dengan penambahan Al-TiB 0,12%. Grafik

perbandingan nilai kekerasan dapat dilihat pada Gambar 4.1.

5. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian ini, menunjukan bahwa penambahan Al-TiB sangat mempengaruhi kekerasan pada hasil pengecoran dengan metode sentrifugal.
2. Kekerasan tertinggi terjadi pada penambahan Al-TiB 0,12%, sebesar 60.42 HRB.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Metal Handbook Committee. 1972, Metal Handbook Ninth edition Volume 4 Metallography and Microstructure.
- American Society for Metal Handbook Committee. 1972, Metal Handbook Ninth edition Volume 9 Metallography and Microstructure.
- Askeland, R., 1996, The Science and Engineering of Materials, Chapman and Hall.
- ASM. Annual Book of ASTM Standards, (1998), Setion 3, Volume 03.01, ASTM
- ASM International (2004), Aluminum-Silicon Casting Alloys: Atlas of microfractographs, Introduction to Aluminum-Silicon Casting Alloys.
- Callister, Jr., William, 2002, Material Science and Engineering An introduction, John Wiley & Sons, Inc.
- Chirita, G., Soares, D., Silva, S., (2006), Advantages of the centrifugal casting technique for the production of structural components with Al-Si alloys, Journal Material and Design 29 (2008) 20-27.
- Davis, J,R, (1993), Aluminum and Aluminum Alloys, USA: ASM International.
- Dieter, G., Sriati, D., (1996), Metalurgi Mekanik Jilid 1, Penerbit Erlangga.
- Dieter, G., Sriati, D., (1996), Metalurgi Mekanik Jilid 2, Penerbit Erlangga.
- Fuad Abdillah, (2010), Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Bekas Material Piston Bekas, Program Studi Magister Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Groover, (2010), Fundamentals of Modern Manufacturing, 4 th Edition, John Wiley and sons, inc.
- Iwan Setyadi (2008), Analisis penambahan grain refiner terhadap kualitas produk cor aluminium, Peneliti Pusat Teknologi Industri Proses Bidang Teknologi Industri Logam, Deputi Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa BPPT.
- Kuncahyo, (2010), Sifat Fisis Dan Mekanis Velg Kendaraan Roda Dua 14" Produksi Lokal dan Produksi pabrikan, Teknik Mesin Universitas Gajah Mada.
- Limmaneevichit, W. Eidhed, "Fading Mechanism of grain refinement of aluminum-silicon alloy with Al-Ti-B grain refiners" Materials Science and Engineering A349 (2003) : 197 – 206
- Schonmetz, A, dan Guber, K, (1990), Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam, Angkasa, Bandung.
- Surdia, Tata & Saito, Shinroku, (1992), Pengetahuan Bahan Teknik (edisi kedua). Jakarta, Pradnya Paramita.
- Smith, F. William, (1995) Material Science and Engineering. (second edition,. New York: Mc Graw- Hill inc.
- Surdia, T. Dan Cijiwa K, (1999), Teknik Pengecoran Logam, PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Santoso, N., Iswanto,P, Suyitno, (2010), Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan dan inokulan Ti-B terhadap Kekuatan Mekanik Hasil Coran Alumunium. Seminar Nasional Universitas Gadjah Mada.
- Totten, G, Mac-Kenzie, C, (2003), Handbook of Aluminum, Marcel dekker, INC. Science, Indiana Institute of Technology-Bombay, metalwebnews.
- Udiana bambang, 2010, Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Centrifugal Casting Alumunium Alloy Veleg Sepeda Motor.
- Waluyo Musiono Bintoro, (2011), "Pengaruh Temperatur Cetakan, Bentuk Produk, dan Inokulan Al-Ti-B pada Proses Pengecoran Sentrifugal Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Paduan Aluminium" Program Magister Universitas Gajah Mada, Jokjakarta.
- Yusel birol, (2009), A novel Al-Ti-B alloy for grain refining Al-Si foundry alloy, Material Institute, Marmara Research Center, Gebze, 41470 Kocaeli, Turkey.