

PENGARUH VARIASI PUTARAN CETAKAN DAN PENAMBAHAN INOKULAN Ti-B PADA CENTRIFUGAL CASTING TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN ALUMINIUM A356.0

Eko Nugroho¹, Yulian Hudawan²

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro Lampung^{1,2}

Email : exonugros@yahoo.co.id¹, hudawany123@yahoo.com².

Abstrak

Perkembangan industri pengecoran global hingga lokal sampai saat ini tumbuh dengan sangat pesat. Salah satu produk yang banyak dicari konsumen adalah velg, part pada roda sepeda motor. Tetapi sayangnya velg lokal sering dikeluhkan memiliki kualitas lebih rendah dari pabrikan. Paduan aluminium A-356.0 merupakan salah satu bahan material yang cocok untuk bahan baku pembuatan *velg racing (cast wheel)* mobil maupun sepeda motor. Karena memiliki beberapa kelebihan seperti: ringan, tahan korosi dan warnanya menarik, namun memiliki kekurangan yaitu sifat mekanisnya belum memenuhi syarat. proses pembuatannya menggunakan proses *Vertical Centrifugal Casting (VCC)* dengan penambahan inokulan Al-Ti-B sebagai unsur penghalus butir, inokulan Al-Ti-B akan dicampurkan kedalam 8 kg cairan aluminium dengan komposisi variasi campuran 0, 6, 9, dan 12 gram untuk selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan dengan 2 variasi putaran yaitu 450 dan 850 rpm. Selanjutnya hasil dari pengecoran centrifugal casting diuji secara mekanis menggunakan pengujian standar yaitu; uji kekerasan, uji tarik dan struktur mikro nya menggunakan standar ASTM. Hasil pengujian di peroleh nilai kekerasan dan kekuatan tarik yang paling tinggi pada spesimen A3 dan B3 yaitu 64.73 BHN dan 67.81 BHN, 182.18 Mpa dan 188.28 Mpa. Titanium yang dikombinasikan dengan Boron atau Carbon merupakan unsur paduan Al-Si yang berfungsi untuk menghaluskan butiran (*grain refiner*) Hal inilah yang mempengaruhi adanya perubahan sifat mekanik dan struktur mikro tersebut. Dengan semakin halus butiran, maka penjarangan dislokasinya akan semakin sulit, sehingga mempunyai ketahanan yang lebih besar, karena diperlukan energi yang lebih besar untuk merusak butiran yang halus tersebut. adanya gaya *sentrifugal (CF)* selama proses penuangan kedalam cetakan. Logam cair akan dilempar oleh gaya sentrifugal sehingga menimbulkan tekanan pada setiap layer, hal ini juga menjelaskan bahwa .produk yang dibuat dengan menggunakan metode ini bebas cacat *porosity*, sisi terluar dari produk sentrifugal akan memiliki nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan dengan sisi tengah produk, sifat mekanisnya juga akan memiliki nilai yang tinggi pada tekanan terbesar gaya sentrifugal (sisi terluar) dibandingkan bagian tengah.

Kata Kunci : *Vertical Centrifugal Casting*, Aluminium A356.0, inokulan Al-Ti-B, sifat mekanis dan struktur mikro.

Pendahuluan

Perkembangan di bidang industri sangat penting terutama dalam industri pengecoran untuk menunjang perekonomian di Indonesia, hal ini dimaksudkan agar ketergantungan terhadap negara lain dapat berkurang, sehingga Indonesia dapat menghasilkan produk sendiri ataupun untuk di ekspor. Oleh

karena itu industri Indonesia harus berkonsentrasi meningkatkan kualitas produk agar dapat bersaing di pasar global.

Industri pengecoran yang menjadi sektor pendukung utama bagi industri otomotif, terutama pada dukungan pembuatan suku cadangnya. Promosi besar-besaran pun dibuat dan dimunculkan penggunaan teknologi terkini dalam proses

produksinya agar konsumen tertarik menggunakan produk buaatannya, hal ini dapat kita lihat secara jelas dengan adanya berbagai macam penawaran berbagai macam produk kendaran terbaru yang diproduksi. Seiring dengan membaiknya kemampuan masyarakat dalam berusaha, maka keinginan untuk memiliki motor dengan penampilan beda menjadi tinggi.

Maka perkembangan industri multinasional, nasional ataupun lokal sampai saat ini tumbuh dengan sangat pesat. Salah satu produknya adalah *velg part*, pada roda sepeda motor. *Velg* merupakan *part* yang perlu diperhatikan oleh produsen. Selain berfungsi sebagai inti roda, *velg* juga sangat menentukan kenyamanan selama berkendara. *Velg* juga memiliki nilai estetik, dimana bentuk dan tampilannya akan membuat kendaraan terlihat lebih menarik. Banyak macam *velg* yang diproduksi oleh pabrik lokal, baik yang berfungsi sebagai komponen asli/*Original Equipment Manufacturer (OEM)* atau komponen yang dibuat tidak berdasarkan permintaan produsen tertentu/*Original Equipment specific manufacturers request (OES)*. Semua produk bersaing di pasaran berebut konsumen, dengan berbagai macam tawaran sesuai harga, dan kualitas. (Waluyo, 2011).

Tinjauan Pustaka

1. Aluminium

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di lapisan bumi, dan merupakan unsur ketiga terbanyak setelah Oksigen dan Silikon. Kandungan Aluminium pada lapisan bumi mencapai kurang lebih 8,07% hingga 8,23% dari total massa padat kerak bumi. Eksplorasi tahunan dunia mencapai produksi sekitar 30 juta ton/ tahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain (Corrundum, Gibbsite, Boehmite, Diaspore, dan lain-lain). Sulit menemukan Aluminium murni di alam karena Aluminium merupakan logam yang cukup reaktif. Sekalipun pada temperatur ruang aluminium akan bereaksi dengan

oksigen dan membentuk lapisan sangat tipis aluminium oksida (Al_2O_3) yang akan melindungi lapisan dibawahnya dari pengaruh lingkungan yang korosif/ fenomena passivasi.

2. Paduan Aluminium A-356

Paduan aluminium A-356 merupakan salah satu bahan material yang cocok untuk bahan baku pembuatan *velg racing (cast wheel)* mobil maupun sepeda motor. Karena memiliki beberapa kelebihan seperti: ringan, tahan korosi dan warnanya menarik, namun memiliki kekurangan yaitu sifat mekanisnya belum memenuhi syarat.

Tabel 1. Batasan Komposisi A356.0 (Al7Si-0,3Mg) (ASTM 356.0)

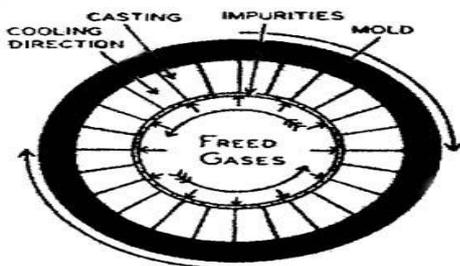
Unsur	Si	Cu	Mg	Fe	Mn	Zn	Ti	Others	Al
% berat	6,5–7,5	0,2 maks	0,25–0,45	0,20 maks	0,1 maks	0,10 maks	0,20 maks	0,15 maks	Balanc e

3. Pengecoran *centrifugal*

Pengecoran *centrifugal* adalah proses penuangan logam cair ke dalam cetakan yang berputar, proses pengecoran ini dapat menghasilkan produk coran yang relatif bebas dari gas dan *shrinkage porosity* karena pengaruh gaya *centrifugal* hasil coran akan lebih padat, permukaan halus dan struktur logam yang di hasilkan akan memberikan sifat mekanik yang baik. Selain itu pengotor yang memiliki berat jenis yang lebih rendah di dibandingkan logamnya akan berkumpul di permukaan dalam dan dapat di buang melalui proses pemesinan, kecepatan putar cetakan yang ideal akan menghasilkan gaya *adhesi* yang cukup besar antara logam cair dengan dinding cetakan dan getaran yang minimal. Kondisi seperti ini dapat menghasilkan sebuah benda cor dengan struktur yang seragam kecepatan putar yang terlalu rendah dapat mengakibatkan sliding dan menghasilkan permukaan yang kurang baik. Sedangkan kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat menimbulkan getaran, dimana hasilnya berupa segregasi melingkar. (Chirita, 2008:27).

4. Teknik Penuangan Logam ke Dalam Cetakan

Pada proses penuangan (*pouring*), logam cair dapat dituangkan melalui salah satu ujung cetakan, kedua ujung cetakan atau sepanjang saluran yang memiliki panjang yang tidak dapat ditentukan. Laju penuangan yang terlalu lambat akan menghasilkan formasi bertumpuk dan porositas gas, dimana laju pembekuan yang sangat lambat merupakan salah satu penyebab terjadinya keretakan ke arah *longitudinal*. Pada pengecoran dengan temperatur yang tinggi memerlukan kecepatan putar yang lebih tinggi untuk menghindari terjadinya *sliding*. Sedangkan untuk temperatur pengecoran yang rendah akan menyebabkan permukaan coran bertumpuk dan adanya porositas gas. Temperatur pengecoran juga mempengaruhi laju pembekuan.



Gambar 1. prinsip pengecoran centrifugal

Metode

Penelitian ini dilakukan dengan tahap persiapan bahan dalam hal ini bahan yang digunakan adalah material A356.0 karena material ini yang sering digunakan dalam pengerajin velg lokal dalam memproduksi velg sepeda motor dengan ukuran 14 inchi. Cetakan yang digunakan adalah cetakan baja material tersebut dibuat dengan menggunakan proses pemesinan cnc membentuk rongga cetakan berbentuk velg sepeda motor. Selanjutnya velg ini dibentuk dan digunakan dalam pembuatan spesimen uji. Persiapkan peleburan diantaranya mempersiapkan bahan A356.0 setelah dilakukan persiapan peralatan yang diperlukan selanjutnya adalah proses

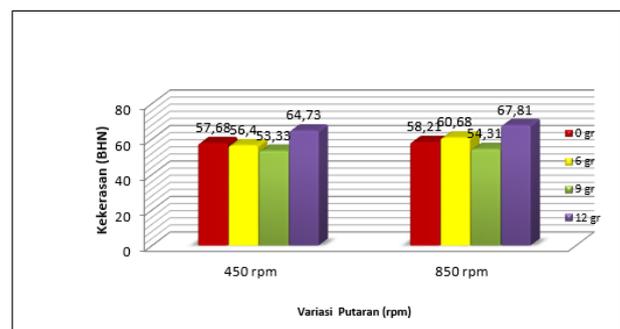
peleburan pada tungku peleburan menggunakan temperatur lebur pada logam cair digunakan pembaca digital dengan sensor unitnya termokopel. pada temperatur lebur sekitar 725°C dilakukan pembuangan terak dari permukaan mangkuk peleburan.

Penambahan inoculan Al-Ti-B dilakukan dengan cara memasukan serbuk al-ti-b kedalam cairan logam pada ladle, lakukan pengadukan agar paduan homogen dan segera dilakukan penuangan. Setelah pemberi variasi inoculan Al-Ti-B.

Hasil dan Pembahasan

1. Kekerasan

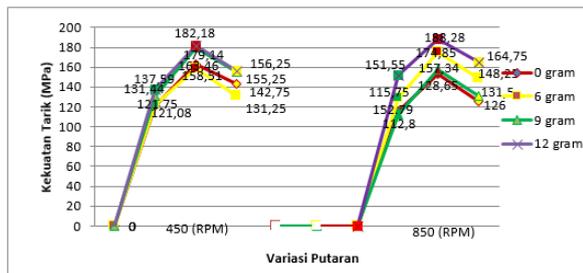
Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat uji brinell ASTM E 10 . Pada percobaan yang telah saya lakukan menggunakan 8 buah spesimen untuk pengujian kekerasan yaitu dengan 2 variasi putaran cetakan 450 rpm, 850 rpm, dan penambahan Ti-B dengan variasi 0 gr, 6 gr, 9 gr, 12 gr. Pada penelitian diambil 4 titik pada tiap spesimen. Ke empat titik ini diambil untuk mewakili nilai kekerasan material tersebut. Pada mesin *Brinell Test*, dengan beban sebesar 62,5 kgf. Nilai kekerasan yang didapat dari mesin *Brinell* satuannya adalah BHN. Pada pengujian kekerasan spesimen A dan B didapatkan bahwa nilai kekerasan yang terjadi pada 8 spesimen tidak fluktuatif, bisa kita lihat dengan uji struktu mikro diatas bahwa semakin kecil ukuran butir maka nilai kekerasan akan meningkat. nilai kekerasan yang paling baik terjadi pada spesimen A3 yaitu 64,73 BHN dan spesimen B3 yaitu 67.81 BHN.



Gambar 2. Grafik nilai uji kekerasan

2. Kekutan Tarik

Pengujian tarik dilakukan menggunakan alat uji *universal testing machine* dan spesimen uji menggunakan standar ASTM E 8. Pada percobaan yang telah saya lakukan menggunakan 32 buah spesimen untuk pengujian tarik yaitu dengan 2 variasi putaran cetakan 450 rpm, 850 rpm, dan penambahan Al-TiB dengan variasi 0 gr, 6 gr, 9 gr, 12 gr. Pada penelitian ini diambil 4 kali pengujian tarik untuk setiap penambahan Ti-B. Ke empat pengujian ini diambil nilai rata-rata untuk mewakili nilai kekuatan tarik yang terjadi pada setiap penambahan Ti-B. Pada pengujian kekuatan tarik spesimen A didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen A3 yaitu 182.18 MPa. Pada pengujian kekuatan tarik spesimen B didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen B3 yaitu 188.28 MPa.



Gambar 3. Grafik nilai kekutan tarik pada setiap spesimen

3. Uji Struktur Mikro

Pada penambahan Ti-B sebesar 12 gram pada setiap variasi putaran di peroleh nilai kekerasan dan kekutan tarik yang meningkat ini di sebabkan karena. Titanium yang dikombinasikan dengan Boron atau Carbon merupakan unsur paduan Al-Si yang berfungsi untuk menghaluskan butiran (*grain refiner*) pada aluminium cor, Ti-B dapat menjadi inti dari paduan aluminium. Hal inilah yang mempengaruhi adanya perubahan sifat mekanik dan struktur mikro tersebut. Dengan semakin halus butiran, maka penjalaran dislokasinya akan semakin sulit, sehingga mempunyai ketahanan yang lebih besar, karena diperlukan energi yang

lebih besar untuk merusak butiran yang halus tersebut, hal ini ditunjukkan dengan naiknya kekuatan tarik dan kekerasannya. Disamping itu *grain refiner* juga dapat mengurangi porosity, dan dapat merapatkan tekanan butiran. Akan tetapi ada beberapa penambahan Ti-B yang nilainya menurun di bandingkan tidak ada penambahan Ti-B ini di sebabkan karena kecepatan variasi putaran cetakan, pada saat pengadukan Ti-B dengan aluminium cair tidak merata, dan waktu penuangan logam cair ke cetakan terlalu lama.

Variasi putaran	Penambahan Ti-B			
	0 gram	6 gram	9 gram	12 gram
450 rpm				
	Gambar A0	Gambar A1	Gambar A2	Gambar A3
850 rpm				
	Gambar B0	Gambar B1	Gambar B 2	Gambar B3

Gambar 4. Hasil pengujian struktur mikro struktur mikro

Kesimpulan

1. Nilai kekerasan tertinggi yang paling baik terjadi pada spesimen A3 dan B3 yaitu 64,73 BHN dan 67,81 BHN. Nilai hasil pengujian kekerasan tersebut masih dibawah nilai ASM internasional sebesar 80 BHN. Presentase hasil capaian dari pengujian kekerasan ini sebesar 84.76%.
2. Nilai kekuatan tarik tertinggi yang paling baik terjadi pada spesimen A3 dan B3 yaitu 182.18 Mpa dan 188.28 Mpa. Nilai hasil pengujian tarik tersebut masih dibawah nilai ASM internasional sebesar 230 Mpa. Presentase hasil capaian dari pengujian kekuatan tarik ini sebesar 81.86%.

3. Bahwa semakin tinggi variasi putaran cetakan dan penambahan Ti-b sebesar 12 gram, struktur mikro pada specimen mengalami pengecilan butir. Semakin mengecilnya ukuran butir pada spesimen akan menghasilkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik meningkat Kondisi ini di pengaruhi oleh adanya gaya *centrifugal* dan penambahan Ti-B.

Daftar Pustaka

- [1] ASM International, Volume 2, "Properties and Selection : Non Ferrous Alloy and Special Purpose" Handbook.
- [2] ASM International, Volume 15, "Casting" Handbook.
- [3] Ardi Widiyo Atmoko. (2012). " pengaruh suhu artificialaging pada siklus perlakuan panas T6 paduan aluminium skrap hasil pengecoran *centrifugal casting* terhadap sifat fisis dan mekanis.". Tesis. Yogyakarta: Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada.
- [4] 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.
- [5] Chirita, G. (2008). "Centrifugal versus Gravity Casting Techniques Over Mechanical Properties". Portugal: Minho University.
- [6] De Garmo, E .P. (1996). "Material and proses in manufacturing". Jhon wiley and sons, inc.
- [7] Hapusan Situngkir. (2009). "Pengaruh putaran cetakan terhadap sifat mekanik besi cor kelabu pada pembuatan silinder linier mesin otomotif dengan *pengecoran centrifugal* ". Jurnal Dinamis Volume II. No 4 Januari 2009. Medan: Universitas Sumatra Utara
- [8] "Paduan dan Petunjuk Praktikum Ilmu Pengetahuan Bahan" Universitas Gadjah Mada Yogyakarta(2010)
- [9] "Pedoman Penulisan Karya Ilmiah". Unversitas Muhammadiyah Metro. (2008)