

## Pengaruh Penambahan Unsur Titanium-Boron (Ti-B) 0,1% Dan 0,5% Terhadap Nilai Kekerasan Paduan Aluminium

Andika Wisnujati\*, M. Abdus Shomad

Program Studi Teknik Mesin, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,  
Jl. Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183  
Penulis korespondensi: andikawisnujati@umy.ac.id

*Histori artikel: diserahkan 06 Mei 2019, direviu 04 Juli 2019, direvisi 10 Agustus 2019*

### ABSTRACT

*This study discusses the composition of the material contained in the used piston material and compares the strength value of each variation of Ti-B percentage by violence testing. The method used in metal casting is Gravity Casting which uses only gravity of the earth. In the manufacture of this recycled piston includes several stages of the process of working method with Sand Casting mold and its test. Among them are pattern planning, raw material preparation, pattern making, pasir printing, mold making with CO<sub>2</sub> gas, aluminium metal smelting, Ti-B input into melt kitchen, casting of liquid metal, casting specimen and final process. The result of composition testing of main alloy material is 84,19 % Al and 10,8306 % Si. The result of hardness testing with gravity casting method on the percentage of Ti-B 0,1% and 0,5% using sand casting mold have hardness number 52,62 VHN and 71,76 VHN. The percentage of addition of Ti-B element greatly affect the mechanical properties of the material, so that more Ti-B element, then the material will have hard mechanical properties*

**Keywords:** Aluminium, Metal Casting, Recycled Piston, Titanium-Boron

DOI: 10.18196/jqt.010105

Web: <http://journal.umy.ac.id/index.php/qt>

### PENDAHULUAN

Pada umumnya komponen otomotif menggunakan proses pengecoran dengan cetakan pasir karena mempunyai keuntungan yaitu biaya produksinya murah, namun kelemahan dari metode pengecoran ini kualitas produk yang dihasilkan masih banyak ditemukan cacat pengecoran seperti penyusutan (*shrinkage*), retak panas dan sifat mekanis yang rendah sehingga mengurangi kualitas produk. Komposisi paduan dan pemilihan proses pada saat pengecoran dapat mempengaruhi struktur mikro dari aluminium paduan. Struktur mikro dapat dirubah dengan penambahan unsur tertentu dari paduan Aluminium-Silikon (Al-Si) yang dapat memperbaiki sifat mampu cor (*castability*), sifat mekanis dan mampu mesin yang baik (*machinability*) (Brown, 1999).

Aluminium seri 4xxx adalah aluminium silikon yang pada umumnya di dunia otomotif digunakan untuk bahan dasar pembuatan

piston, block mesin, dan lain-lain. Piston adalah komponen suatu mesin bagian dalam yang berfungsi untuk menerima tekanan hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara meneruskan tekanan untuk memutar poros engkol (*crank shaft*) melalui batang piston (*connecting rod*). Piston harus tahan terhadap tekanan tinggi, suhu tinggi, dan putaran yang tinggi. Oleh karena itu bagaimana piston memiliki ketahanan korosi dan ketahanan aus yang sangat baik maka diperlukannya unsur paduan seperti Aluminium-Silikon (Al-Si) yang berfungsi untuk menaikkan kekerasannya. Oleh karena itu piston terbuat dari aluminium, selain ringan radiasi panasnya juga lebih efisien dibanding dengan material lainnya. Sekitar hampir 8% berat dari kerak bumi adalah aluminium, dan aluminium merupakan logam unsur terbanyak di muka bumi.

Aluminium dan paduannya merupakan salah satu logam yang paling menarik karena

permukaannya mengkilat, bobotnya ringan, mudah difabrikasi serta ketahanan korosinya cukup tinggi. Aluminium banyak disukai karena sifatnya yang sangat menguntungkan yaitu: ringan (1/3 berat baja, tembaga, kuningan), tahan korosi sehingga dapat digunakan di hampir segala lingkungan seperti di lingkungan atmosfer, air (termasuk air garam), minyak dan banyak zat kimia lainnya. (Surdia, 1992).

Titanium-Boron (Ti-B) sangat penting sekali dalam memperbaiki sifat dari aluminium paduan seperti sifat mekanis, mengurangi porositas, lebih tahan terhadap retak panas (*hot cracking*), mengubah struktur dan memperbaiki hasil akhir pada permukaannya. (Brown, 1999).

Pada umumnya piston terbuat dari bahan paduan aluminium, selain lebih ringan, radiasi panasnya juga lebih efisien di bandingkan dengan material lainya (Daryanto, 2003.23). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jalannya proses pembuatan piston daur ulang dari bahan piston bekas dengan metode sand casting; mengetahui pengaruh hasil pengecoran variasi penambahan prosentase unsur titanium-boron (Ti-B); mengetahui hasil akhir pengujian komposisi dan pengujian kekerasan dari variasi penambahan prosentase unsur titanium-boron (Ti-B) 0,1% dan 0,5%.

Darmawan, (2016) meneliti perbandingan ketahanan aus piston *genuine part* dan piston imitasi terhadap piston daur ulang. Analisis dari hasil pengujian keausan ini bahwa piston *genuine part* rata-rata dengan 2,284 mm<sup>2</sup>/kg memiliki daya tahan aus lebih kuat dari piston imitasi 3,417 mm<sup>2</sup>/kg dan piston daur ulang 6,881 mm<sup>2</sup>/kg. Hasil pengujian komposisi pada piston daur ulang memiliki kandungan Al 93,93% dibawah rata-rata dari piston *genuine part* 82,84% dan Piston imitasi 84,63%. Pada pengujian mikro struktur piston *genuine part* dan imitasi memiliki struktur mikro yang lebih baik dari piston daur ulang.

Solechan, (2010) variasi temperatur penuangan 700°, 750° 800°C, komposisi paduan piston yaitu: 75% piston bekas + 25% ADC 12, 50% piston bekas + 50% ADC 12, 25% piston bekas + 75% ADC 12, piston bekas murni dan ADC 12 murni dengan *insert* ST 60 dan besi cor. Karakterisasi material yang dilakukan

meliputi uji komposisi kimia, struktur mikro, kekerasan mikro, makro dan kekuatan geser. Hasil prototipe paduan material piston yang terbaik dengan kekerasan mikro 113,2 HVN, kekuatan geser 24.58 MPa dicapai pada komposisi 25% piston bekas + 75% ADC 12, *insert* besi cor dengan temperatur penuangan 700°C.

Gazanion, dkk (2002) menyarankan bahwa agar tidak terlalu lama menahan logam cair dalam dapur, karena akan terjadi penggumpalan dan pengendapan dari penghalus butir Titanium-Boron (TiB) sebelum dituang ke cetakan. Penambahan penghalus butir Titanium-Boron (TiB) pada paduan Aluminium-Silikon (Al-Si) mempengaruhi bentuk pori, karena Titanium-Boron (TiB) mempengaruhi proses solidifikasi sehingga merubah bentuk morfologi *dendrite*, yakni dari bentuk *columnar* ke bentuk *equiaxed*. Dimana pori tumbuh pada batas butir dan menghasilkan pori berbentuk bulat. TiB sebagai penghalus butir tidak terlalu signifikan mempengaruhi sifat fluiditas logam cair.

#### METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah : Timbangan digital, digunakan untuk menimbang Titanium-Boron (Ti-B), karena ketelitian timbangan digital ini 0,1 gram; sekop pasir; penumbuk; pipa; dapur peleburan; ladle; alat uji kekerasan *vickers* dan alat uji komposisi bahan. Pada pelaksanaan penelitian ini bahan yang digunakan untuk peleburan adalah piston bekas yang akan didaur ulang. Inokulan sebagai penghalus butir menggunakan penambahan unsur titanium boron (Ti-B). Selain itu juga bahan yang akan digunakan untuk membuat cetakan *sand casting* yaitu pasir silika; pasir kwarsa; gas CO<sub>2</sub> dan *water glass*.

Persiapan bahan baku untuk peleburan yaitu piston bekas dan Titanium-Boron (Ti-B) sebagai penambahan. Lalu timbang kedua material tersebut sesuai komposisi masing-masing. Bahan baku piston bekas dibutuhkan sebanyak 3 kg, dan karena disini menggunakan prosentase Titanium-Boron (Ti-B) 0,1% dan 0,5%. Dimana 0,1% adalah 1 gram Ti-B, dan 0,5% adalah 5 gram Ti-B. Jadi total Titanium-Boron (Ti-B) yang dibutuhkan sebanyak 6

gram. Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam bahan spesimen. Proses pengujian komposisi adalah untuk mengetahui seberapa prosentase dari tiap unsur pembentuk bahan spesimen, misalnya Si, Fe, Cu, Mn, Al, dan unsur-unsur lainnya.



GAMBAR 1. Piston bekas

Spesimen diuji menggunakan sistem pengujian kekerasan vickers. Mesin yang digunakan *micro vickershardness tester* model Karl Frank GMBH Type 38505 Buehler. Dengan adanya 3 titik disetiap variasi suhu spesimen, maka dilakukan 6 kali penekanan indentor. Jumlah spesimen specimen yang digunakan yaitu 3 (tiga) buah. Spesimen yang diuji dipersiapkan terlebih dahulu, spesimen uji diampelas terlebih dahulu dengan ampelas nomor kekasaran 100 sampai 2000, kondisikan rata dan tegak lurus terhadap bidang uji. Kondisi pengujian yang rata sangat menentukan ketelitian hasil uji Vickers.



GAMBAR 2. Unsur titanium boron (TiB)

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode pengecoran *gravity casting* yang artinya tidak ada penambahan mesin penekan dalam proses penuangan, hanya memanfaatkan gaya gravitasi atau gaya tarik bumi. Setelah kedua material mencair, lalu ambil dan tuangkan cairan tersebut menggunakan *ladle*, tuangkan kedalam saluran cetakan. Setelah cairan didalam kowi habis lalu lakukan proses pembersihan sehingga tidak ada cairan sisa peleburan pertama tadi.



GAMBAR 3. Penuangan cairan aluminium

Bahan piston bekas yang digunakan sebagai bahan utama paduan cor merupakan paduan Al-Si (Aluminium-silikon). Uji komposisi bahan piston dilakukan di Lab. Bahan Teknik UGM dan didapat hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1. Komposisi bahan piston

No.	Unsur	Prosentase (%)
1	Si	10,8306
2	Fe	0,9515
3	Cu	1,8057
4	Mn	0,2562
5	Mg	0,4169
6	Cr	0,0113
7	Ni	0,4250
8	Zn	0,9643
9	Ti	0,0421
10	Ca	0,0000
11	P	0,0018
12	Pb	0,0478
13	Sb	0,0035
14	Sn	0,0474
15	Al	84,19

Variasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu 2 variabel uji. Variasi pertama yaitu penambahan persentase Ti-B sebesar 0,1%

pada paduan Al-Si. Variasi yang kedua yaitu penambahan persentase TiB sebesar 0,5%.

TABEL 2. Nilai Uji kekerasan *microvickers*

No.	Prosentase Ti-B	Distribusi Kekerasan	d1 (mm)	d2 (mm)	d rata-rata (mm)	Kekerasan (VHN)	Kekerasan Rata-rata (VHN)
1	0,1 %	Distribusi 1	0,064	0,065	0,00416	44,56	52,62
		Distribusi 2	0,060	0,050	0,0030	61,8	
		Distribusi 3	0,060	0,060	0,0036	51,5	
2	0,5%	Distribusi 1	0,050	0,052	0,0026	71,30	71,76
		Distribusi 2	0,050	0,052	0,0026	71,30	
		Distribusi 3	0,050	0,051	0,00255	72,70	

#### Pengujian Komposisi Bahan

Hasil dari pengujian komposisi yang terkandung didalam material piston bekas ditunjukkan pada tabel 1. Unsur lain yang dominan selain aluminium dan silicon yaitu Cu (tembaga) dan Mn (mangan) yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan mekanis material dan ketahanan korosi. Unsur Mg (magnesium) berfungsi untuk meningkatkan kekuatan ulet bahan.

#### Pengujian Kekerasan *Microvickers*

Pengujian kekerasan *microvickers* pada spesimen dilakukan pada permukaan spesimen uji sebanyak 3 kali penekanan dengan nama distribusi 1, 2 dan 3. Beban penekanan yang dilakukan sebesar 100 gf atau 0,1 kgf. Hasil uji tekan *microvickers* berbentuk persegi atau jajaran genjang dilihat menggunakan mikroskop optik. Jarak diagonal diberi nama d1 dan d2. Hasil uji kekerasan *microvickers* pada 2 variasi ditunjukkan pada Tabel 2. Distribusi injakan dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

GAMBAR 4. Hasil injakan *microvickers*

Kenaikan nilai angka kekerasan pada material paduan Al-Si ini cukup signifikan. Hasil pengujian kekerasan untuk spesimen Al-Si dengan penambahan Ti-B sebesar 0,1% menggunakan cetakan *sand casting* memiliki angka kekerasan rata-rata sebesar 52,62 VHN, sedangkan untuk spesimen dengan prosentase Ti-B 0,5% menunjukkan nilai kekerasan rata-rata sebesar 71,76 VHN. Dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan spesimen meningkat dengan meningkatnya nilai persentase penambahan 0,5% Ti-B. Penambahan unsur Titanium-Boron (Ti-B) pada aluminium bertujuan memperhalus butir dan mengurangi adanya porositas pada paduan aluminium-silikon (Al-Si).

#### KESIMPULAN

Pada temperatur 150 °C semakin kecil surface tension juga memperbesar spreading ratio dan semakin tinggi surface tension maka mempercepat munculnya secondary droplet. Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan pada keseluruhan temperatur permukaan memiliki fenomena pengaruh *surface tension* terhadap *spreading ratio* yang sama, yaitu semakin kecil *surface tension* maka akan semakin besar *spreading ratio*.

#### DAFTAR PUSTAKA

Andika Wisnujati, Lalu Alpan Hafiz, 2016, *Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Poros Berulir (Screw) Untuk Pengupas Kulit Ari Kedelai Berbahan Dasar Aluminium Bekas Dan Piston Bekas*. Yogyakarta : Jurnal Ilmiah, D3 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

- ASM Handbook, 1992, Casting, Volume 15, ASM International.
- Brown, J.R., 1999, Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook, Butterworth Heinemann, Eleventh Edition, Oxford.
- Chandra Addy Nursahid, 2017, *Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Piston Daur Ulang Dengan Variasi Suhu Cetakan 250C, 350C, 450C Berbahan Dasar Piston Bekas Dengan Penambahan 0,05% Ti-B*. Yogyakarta: Tugas Akhir, D3 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Gazanion, F.H., Chen, X.G and Dupis,C., 2002, *Studies on The Sedimentation and Agglomeration Behaviour of Al-Ti-B and Al-Ti-C Refiners*, Material Science Forum, Switzerland, Vol 396-402.
- Darmawan Harley, 2016, *Perbandingan Ketahanan Aus Piston GENUINE PART Dan Piston Imitasi Terhadap Piston Daur Ulang*. Yogyakarta : Skripsi, D3 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Suherman, 2009, *Pengaruh Penambahan Sr atau TiB Terhadap Struktur Mikro dan Fluiditas Pada Paduan Al-6% Si-0,7% Fe*, Jurnal Dinamis Vol. II, No.4, ISSN 0216-7492.
- Solechan, 2010, *Studi Pembuatan Prototipe Material Menggunakan Limbah Piston Bekas dan ADC 12 yang diperkuat dengan insert ST 60 Besi Cor*, Universitas Diponegoro Semarang.
- Supriyadi, A., Surdia, T dan Saito, S., 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT Pradnya Paramitha, jakarta.