

Analisis Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Daur Ulang Aluminium Velg Mobil

Khoirul Annam¹, Anita Susiana^{2,*}, Dandung Rudy Hartana³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jl. Babarsari Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, 5528

*Corresponding author: anita.susiana@gmail.com

Abstract

The use of special aluminium in the automotive industry has continued to increase since 1980. Many automotive components are made of aluminium alloy, one of which is car alloy wheels. As a result of the increased use of aluminium as a basic material resulted in an increase in the number of unused alloy wheels again so that a new problem arises, namely the buildup of used aluminium alloy wheels waste. One of the efforts to overcome this by recycling. This research was conducted to determine the effect of recycling on the tensile strength and hardness of Aluminium alloy Al-Si. The material used in the research is used car wheels which are melted using the sand molding method with a temperature of 701°C which are then formed into specimens. The results of the hardness test using the vickers method and the tensile strength test on the ingot specimens from car wheels re-casting have decreased hardness from 75.746 kg/mm² to 62.594 kg/mm². For the results of the tensile strength test from 195.35 MPa to 118.2 MPa.

Keywords: Aluminium, alloy wheels, recycling, Al- Si.

Abstrak

Pemakaian aluminium khusus pada industri otomotif terus meningkat sejak tahun 1980. Banyak komponen otomotif yang terbuat dari paduan aluminium, salah satunya adalah velg mobil. Akibat dari peningkatan penggunaan aluminium sebagai bahan dasar tersebut mengakibatkan meningkatnya jumlah velg yang tidak terpakai lagi sehingga muncul masalah baru yaitu penumpukan limbah aluminium velg bekas. Salah satu usaha untuk mengatasi hal ini dengan cara melakukan daur ulang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh daur ulang terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada aluminium paduan Al-Si. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah velg mobil bekas yang di lebur menggunakan metode cetakan pasir dengan temperatur 701°C yang kemudian dibentuk menjadi spesimen. Hasil penelitian uji kekerasan dengan metode vickers dan uji kekuatan tarik pada spesimen ingot hasil pengecoran ulang velg mobil mengalami penurunan kekerasan dari 75,746 kg/mm² menjadi 62,594 kg/mm². Untuk hasil pengujian kekuatan tarik dari 195,35 MPa menjadi 118,2 MPa.

Kata kunci: Aluminium, velg, daur ulang, Al- Si.

PENDAHULUAN

Kebutuhan material semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat pada saat ini. Material dengan kombinasi sifat-sifat mekanis yang tidak ditemukan pada material konvensional seperti logam, keramik, polimer sangat diperlukan. Material terapan membutuhkan banyak alternatif sifat-sifat yang dapat disediakan pada material paduan. Material paduan adalah memadukan dua unsur material atau lebih untuk mendapatkan sifat yang lebih baik dari unsur penyusunnya (Rusnoto, 2014).

Pemakaian aluminium khusus pada industri otomotif juga terus meningkat sejak tahun 1980 (Budinski, 2001), dan terus meningkat seiring meningkatnya jumlah kendaraan roda 4 di Indonesia. Paduan aluminium silikon banyak sekali terdapat pada komponen otomotif (Rusnoto, 2014), salah satunya adalah velg mobil. Penggunaan paduan aluminium untuk komponen otomotif dituntut memiliki kekuatan yang baik. Agar aluminium mempunyai kekuatan yang baik biasanya logam aluminium dipadukan dengan dengan unsur-unsur seperti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, dan sebagainya. Akibat dari peningkatan penggunaan aluminium sebagai bahan dasar tersebut mengakibatkan meningkatnya jumlah velg yang tidak terpakai lagi sehingga muncul masalah baru yaitu penumpukan limbah aluminium velg bekas.

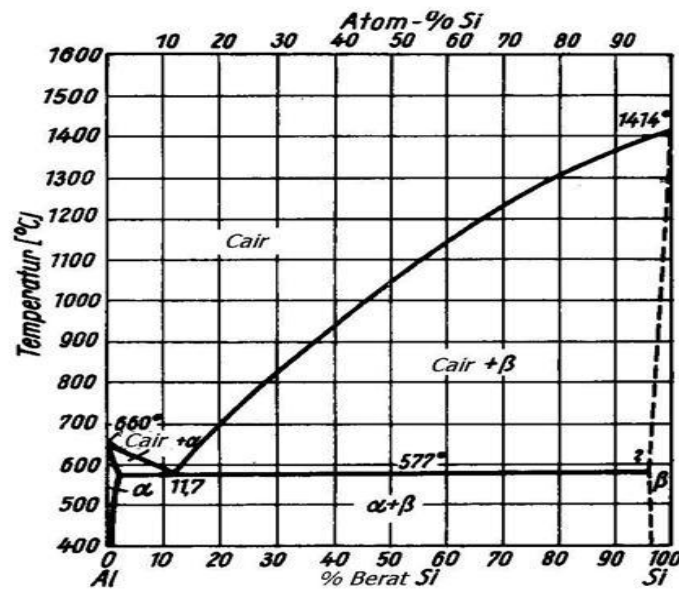
Mengolah bijih aluminium menjadi logam aluminium (Al) memerlukan energi yang besar dan biaya yang mahal untuk mendapatkan logam aluminium. Masalah yang utama sebetulnya pada keterbatasan bijih aluminium di alam, karena bijih aluminium merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu usaha untuk mengatasi hal ini dengan cara melakukan daur ulang. Karena keterbatasan yang ada seperti pada industri kecil, tidak semua menggunakan bahan baku murni, tetapi memanfaatkan aluminium sekrap atau reject material dari peleburan sebelumnya untuk dituang ulang (remelting).

Purwanto dkk (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh pengecoran ulang terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada aluminium cor cetakan pasir. Hasil penelitian menyatakan berdasarkan proses pengecoran ulang aluminium murni dengan menggunakan cetakan pasir dan temperatur tuang 750°C mendapatkan hasil : tegangan tarik maksimum pada pengecoran ulang I terhadap raw material turun dari 19.98 kg/mm^2 menjadi 11.69 kg/mm^2 atau turun sekitar 41 %. Setelah dilakukan pengecoran ulang II tegangan tarik maksimum turun lagi menjadi 11.23 kg/mm^2 atau turun 3.9 % demikian juga setelah dilakukan pengecoran ulang III tegangan tarik maksimumnya juga turun menjadi 10.23 kg/mm^2 atau turun 8.9 %. Hasil pengujian kekerasan terhadap pengecoran ulang I terlihat penurunan yang cukup jauh yaitu dari 91.17 BHN menjadi 19.3 BHN, penurunan terjadi sekitar 79%. Pengujian kekerasan pada pengecoran ulang II penurunannya tidak terlalu jauh dari pengecoran ulang I yaitu dari 19.3 BHN menjadi 18.03 BHN, atau sekitar 5.1% demikian pula pada pengecoran ulang III yaitu mengalami penurunan kekerasan terhadap pengecoran ulang II yaitu dari 18.03 BHN menjadi 13.1 BHN atau sekitar 27 %.

Budiyanto (2008) melakukan penelitian dengan judul hasil uji struktur mikro pada proses pengecoran Al-Si seri 4032 bahwa temperatur penuangan dapat mempengaruhi pembentukan batas butir kristal yang lebih jelas. Pada temperatur penuangan 650°C ukuran butir cukup besar yang diikuti pembentukan batas butir yang kurang sempurna. Pada temperatur penuangan 700°C , 750°C , 800°C terlihat semakin kecilnya ukuran butir, dan pembentukan batas butir yang lebih sempurna dibandingkan dengan temperatur penuangan sebelumnya. Semakin tinggi temperatur penuangan pada Al-Si akan berpengaruh juga pada saat terjadinya kristalisasi. Pengintian yang terjadi pada Al-Si, viskositas logam cair akan berkurang dan berpengaruh pada butir kristal, yaitu lebih banyak dan padat.

Suheni dkk (2021) melakukan penelitian dengan judul analisis pengaruh temperatur dan waktu tuang terhadap kekerasan dan struktur mikro pada pengecoran paduan Al-Si. Temperatur tuang terdiri dari 650°C , 700°C , 750°C dengan waktu tuang 5, 7, 10 detik. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kekerasan dan struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada temperatur 650°C dengan waktu tuang 5 detik memiliki kekerasan tertinggi dan pada temperatur 750°C dengan waktu tuang 10 detik memiliki kekerasan terendah. Struktur mikro yang dihasilkan, waktu penuangan yang lebih rendah menyebabkan kecepatan pendinginan menjadi lebih cepat, sehingga atom-atom Al dan Si tersolidifikasi lebih cepat serta Si yang cenderung bergerombol. Apabila dikorelasikan dengan nilai kekerasan, maka nilai kekerasan dengan kecepatan pendinginan lebih cepat akan memiliki kekerasan lebih tinggi. Sementara

itu, ketika waktu tuang lebih besar atau lebih lambat, mengakibatkan struktur mikro paduan Al-Si memiliki susunan fasa Si yang lebih tersebar.



Gambar 1. Diagram Biner AlSi

Sumber: Schumann. Metallographie

Struktur mikro paduan Al-Si sangat tergantung pada jumlah kandungan Si dalam aluminium. Untuk paduan *hypoeutectic* Al-Si terdiri dari fasa utama Al dengan fiber Si terdistribusi pada matriks Al, untuk paduan *hypereutectic* fasa Si terbentuk sebagai fasa utama partikel *equiaxed* dan fiber Si. Fasa silikon primer dari paduan *hypereutectic* menyebabkan paduan bersifat tahan aus, koefisien termal rendah dan fluiditas meningkat tetapi dapat mengurangi mampu permesinan dan meningkatkan porositasnya (Davis, 1994).

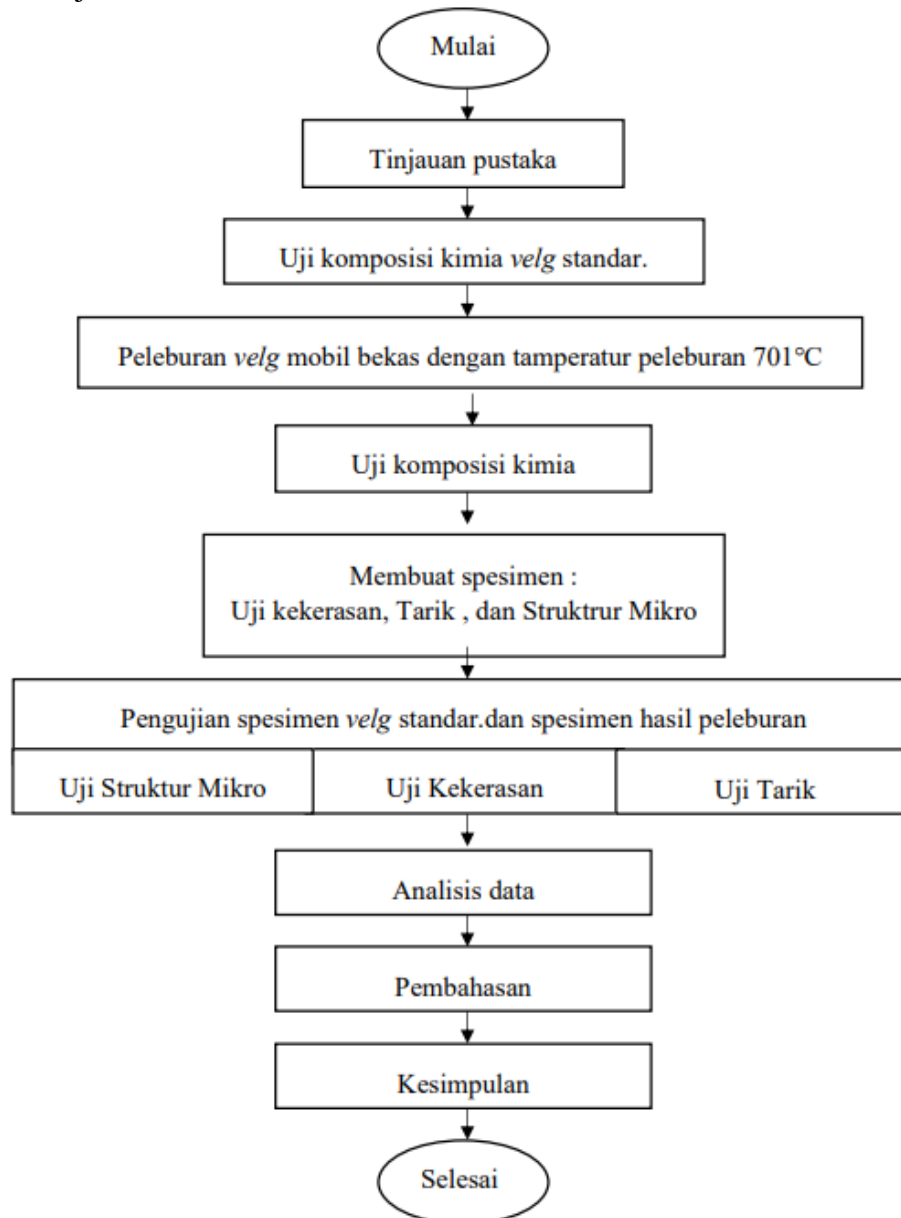
Menurut (Danhardjo, 2013) kandungan silikon pada diagram fase Al-Si ini terdiri dari 3 macam yaitu :

1. *Hypoeutectic* yaitu apabila terdapat kandungan silikon < 11.7 % dimana struktur akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah struktur *ferrite* (alpha) kaya aluminium, dengan struktur eutektik sebagai tambahan.
2. *Eutectic* yaitu apabila kandungan silikon yang terkandung didalamnya sekitar 11.7% sampai 12.2%. Pada komposisi ini paduan Al-Si dapat membeku secara langsung (dari fasa cair ke padat).
3. *Hypereutectic* yaitu apabila komposisi silikon diatas 12.2 % sehingga kaya akan silikon dengan fasa eutektik sebagai fasa tambahan. Keberadaan struktur kristal silikon primer pada daerah ini mengakibatkan karakteristik yaitu:
 - a) Ketahanan aus paduan meningkat.
 - b) Ekspansi termal yang rendah.
 - c) Memiliki ketahanan retak panas (*hot trearing*) yang baik.

Fungsi lain dari unsur silikon dapat mereduksi koefisien ekspansi termal dari paduan aluminium. Selama pemanasan terjadi, pemuai volume paduan tidak terlalu besar. Hal ini akan menjadi sangat penting saat proses pendinginan dimana akan terjadi penyusutan volume paduan Aluminium (ASM International, 1993).

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian adalah aluminium *velg* mobil bekas, prosedur penelitian disajikan pada Gambar 2. Metode pengecoran menggunakan cetakan pasir dengan temperatur peleburan 701°C. Pengujian yang dilakukan meliputi uji komposisi kimia, uji struktur mikro, uji kekerasan, dan uji tarik.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan pada *velg* mobil x dan coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x menggunakan *spectrometer* untuk mengetahui unsur yang terdapat pada material yang akan di ujikan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia Menggunakan *Spectrometer*

SAMPEL UJI	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Zn	Ti
<i>Velg</i> Mobil	85,20	13,11	0,860	0,0050	0,422	0,240	0,020	0,011	0,096
<i>Ingot</i> Daur Ulang <i>Velg</i> Mobil	85,80	11,67	0,837	0,087	0,272	0,369	0,0085	0,659	0,107

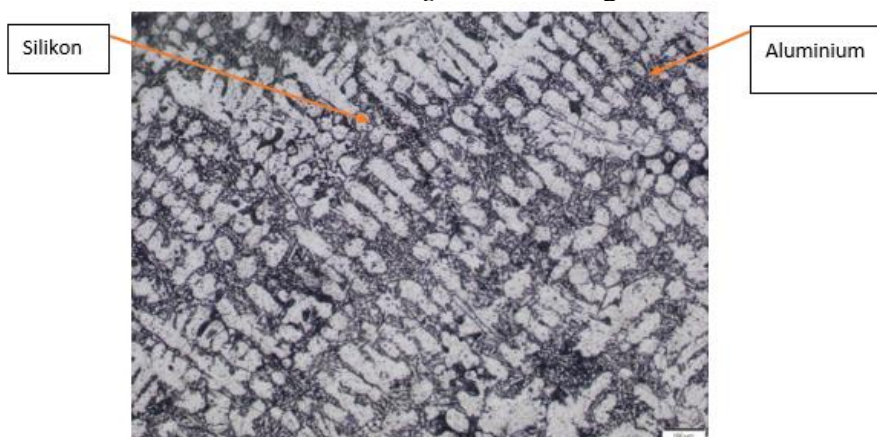
Berdasarkan diagram fasa Al-Si (Danhardjo, 2013), hasil pengujian diketahui bahwa kandungan silikon (Si) pada *velg* mobil x sebesar 13.11%, karena mengandung kadar yang cukup tinggi di atas 12.2% maka fasa yang terbentuk yaitu *hypereutectic*. Unsur Si pada spesimen coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x sebesar 11.67%, karena kadungan silikon (Si) pada spesimen ini di bawah 11.7% maka fasa yang terbentuk yaitu fasa *hypoeutectic*.

Hasil Pengujian Struktur Mikro

Hasil pengujian struktur mikro dapat di lihat pada Gambar 3. Pengujian struktur mikro dilakukan pada spesimen yang berjumlah 2 buah yaitu 1 *velg* mobil x dan 1 coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x. Skala yang dipakai pada foto mikro diperbesar 100X tiap 1 strip 100 mikron.



Gambar 3. Struktur Mikro *Velg* Mobil x dengan Perbesaran 100X



Gambar 4. Struktur Mikro Coran *Ingot* Daur Ulang *Velg* Mobil x 100X

Fasa Al (berwarna terang) adalah larutan padat primer dan fasa Si (berwarna gelap) pada umumnya akan dapat meningkatkan tingkat kekerasan dan memperlambat laju korosi (Ratih Ponce dkk, 2016). Berdasarkan hasil dari pengujian struktur mikro *velg* mobil x dan coran

ingot daur ulang *velg* mobil x terlihat fasa Al-Si dimana karakteristik dari fasa – fasa tersebut adalah fasa aluminium (Al) berwarna terang dan fasa silikon (Si) kelabu kehitam – hitaman.

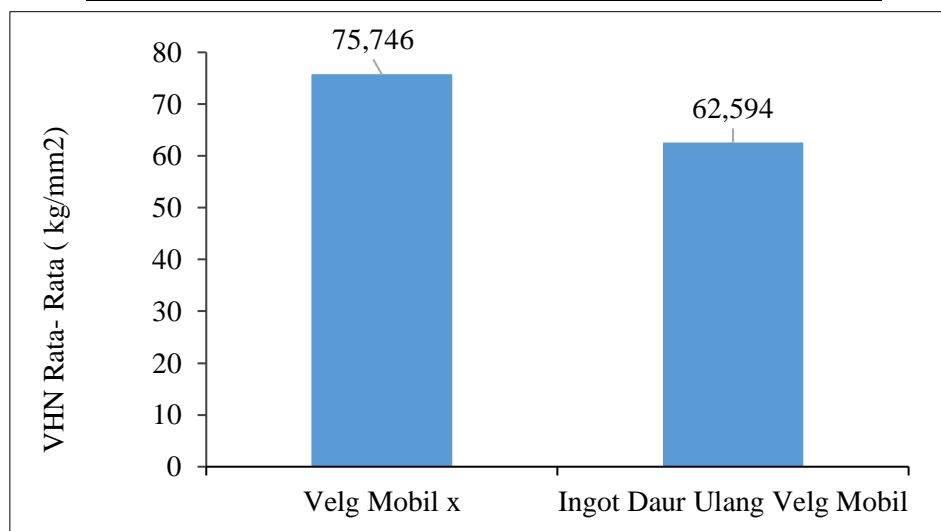
Hasil pengamatan struktur mikro dapat disimpulkan bahwa, struktur mikro *velg* mobil x, hasil pengamatan struktur mikro fasa Al-Si, butirannya tersebar merata dan berbentuk dendritik. Hasil struktur coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x memperlihatkan struktur aluminium yang terlihat lebih dominan dibandingkan dengan silikon. Ukuran butir aluminium yang terbentuk cukup besar. Hal ini bisa terlihat dari semakin berkurangnya luasan fasa Si dan bertambahnya luasan unsur Al pada spesimen coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan menggunakan pengujian kekerasan makro *Vickers*, beban yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 kg dengan waktu beban 15 detik dan jarak antar titik 500 μm , ditekan kepermukaan bagian yang di ukur dengan beban (F). Pengujian kekerasan dilakukan dilakukan sebanyak 5 titik pada setiap benda uji, kemudian di analisis nilai kekerasannya.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*

No	<i>Ingot Daur Ulang Velg Mobil</i>	<i>Velg Mobil x</i>
	VHN (kg/mm^2)	VHN (kg/mm^2)
1.	53,88	73,47
2.	65	78,9
3.	66,29	76,98
4.	64,72	75,9
5.	63,08	73,48
Rata ²	62,594	75,746

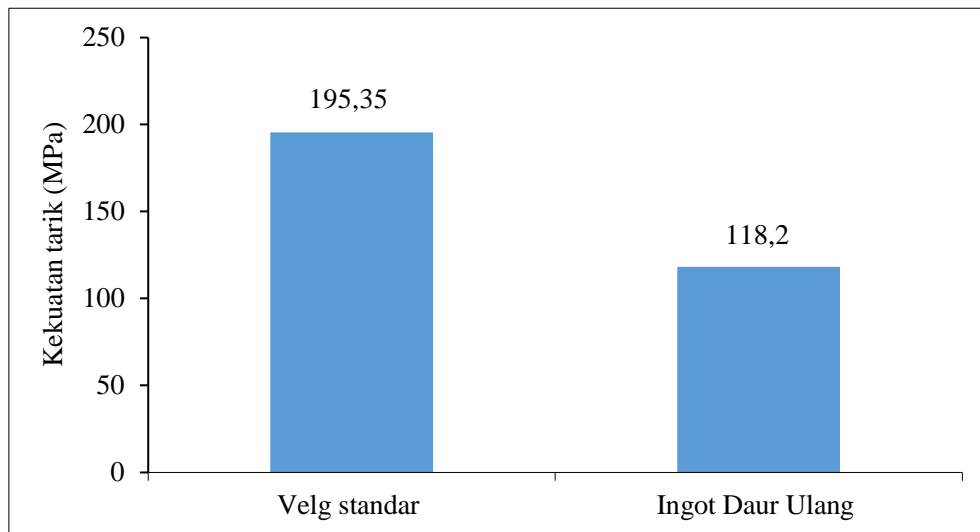


Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*

Hasil dari pengujian kekerasan menggunakan metode *Vickers* pada spesimen coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x diperoleh nilai sebesar 62,594 kg/mm^2 dikarenakan struktur yang paling dominan adalah aluminium dan ukuran butirannya cukup besar serta butiran silikonnya

yang tersebar tidak merata. Hasil dari pengujian kekerasan pada spesimen *velg* mobil x diperoleh nilai sebesar 75,746 kg/mm² dikarenakan struktur yang paling dominan adalah silikon dan butirannya tersebar merata.

Pengujian Tarik



Gambar 6. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Nilai kekuatan tarik yang di peroleh pada *velg* mobil x lebih tinggi dibandingkan dengan coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x dimana nilai kekuatan tariknya 195,35 MPa. Nilai kekuatan tarik pada coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x sebesar 118,2 MPa. Penurunan kekuatan tarik pada coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x dikarenakan proses pengecoran yang kurang sempurna dan dikarenakan banyaknya porositas yang terbentuk didalam materialnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik akan turun setelah dilakukan pengecoran ulang (Purnomo, 2004).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kandungan silikon (Si) pada *velg* mobil x sebesar 13.11%, karena mengandung kadar silikon yang cukup tinggi di atas 12.2% maka fasa yang terbentuk yaitu *hypereutectic*. Unsur Si pada spesimen coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x sebesar 11.67%, dikarena kadungan silikon (Si) pada spesimen ini di bawah 11.7% maka fasa yang terbentuk yaitu fasa *hypoeutectic*.
2. Struktur mikro *velg* mobil x butirannya tersebar merata dan berbentuk dendritik. Hasil struktur coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x memperlihatkan jika ukuran butir yang terbentuk cukup besar.
3. Hasil dari pengujian kekerasan pada spesimen *velg* mobil x diperoleh nilai sebesar 75,746 kg/mm² dikarenakan struktur yang paling dominan adalah silikon. Hasil dari pengujian kekerasan pada spesimen coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x diperoleh nilai sebesar 62,594 kg/mm² dikarenakan struktur yang paling dominan adalah aluminium dan ukuran butirannya cukup besar serta butiran silikonnya yang tersebar tidak merata.
4. Nilai kekuatan tarik pada *velg* mobil x yang di dapat sebesar 195,35 MPa. Nilai kekuatan tarik pada coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x sebesar 118,2 MPa. Penurunan kekuatan tarik pada coran *ingot* daur ulang *velg* mobil x dikarenakan proses pengecoran yang

kurang sempurna dan dikarenakan banyaknya porositas yang terbentuk didalam materialnya.

REFERENSI

- ASM International. All Rights Reserved Aluminum-Silicon Casting Alloys: Atlas Microfractographs, (2004)
- Budinski., (2001),” *Engineering Materials Properties and Selection,*” PHI New Delhi, pp. 517–536.
- Budiyanto., (2008) Pengaruh Temperatur Penuangan Paduan Al-Si (seri 4032) Terhadap Hasil Pengecoran. Jurnal Flywheel, Volume 1, Nomor 2, Desember (2008).
- Danhardjo, D, (2013), “ Analisis Sifat Mekanik Paduan Al-Si Pada *Cast piston* dan *Forged piston*” Saintech: jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi, 23(2).
- Purnomo, (2004), “Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Kekuatan tarik dan Ketangguhan Impak pada Paduan Aluminium 320”, Jurnal Proceedings, Komputer dan Sistem Intelijen Auditorium Universitas Gunadarma, Jakarta hal 905-911
- Purwanto, Helmy, Mulyonorejo, (2010), “Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan pada alumunium Cor Dengan Cetakan Pasir”. Prosiding Seminar Nasional Unimus (2010).
- J.R Davis and Associates, Aluminium and Aluminium Alloys, *ASM Specialty Hand Book*, Ohio: Metal Park, (1994)
- Rusnoto, (2014), “Studi Sifat Mekanik Paduan Al-Si Pada Piston Bekas Dengan Penambahan Magnesium (Mg) ”.Laporan Penelitian Teknik Mesin Universitas Pancasakti Tegal.
- Schumann; Metallographie. VEB Deutsche Verlag fur Grundstoffindustrie. Leipzig.(1983)*
- Suheni, Afira Ainur Rosidah, Hasanuddin, dan Danail Firmansyah, “Analisis Pengaruh Temperatur dan Waktu Tuang terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Pengecoran Paduan Al – Si”, Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan I.