

**PENGARUH VARIASI SUHU TUANG TERHADAP TEKSTUR
DAN KEKERASAN PRODUK COR ALUMINIUM BEKAS
DENGAN METODE *SAND* DAN *LOST FOAM CASTING***



**Disusun Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Oleh :

GILANG FAJAR RAMADHAN

NIM : D.200.150.248

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI SUHU TUANG TERHADAP TEKSTUR
DAN KEKERASAN PRODUK COR ALUMINIUM BEKAS
DENGAN METODE *SAND* DAN *LOST FOAM CASTING***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

GILANG FAJAR RAMADHAN

D 200 150 248

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen

Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Syukron', is written over a horizontal line.

M. Syukron, ST, M.Eng, Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI SUHU TUANG TERHADAP TEKSTUR DAN KEKERASAN PRODUK COR ALUMINIUM BEKAS DENGAN METODE *SAND* DAN *LOST FOAM CASTING*

Oleh :

GILANG FAJAR RAMADHAN

D200150248

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 19 November 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. M. Syukron, ST, M.Eng, Ph.D.
(Ketua Dewan Penguji)

()

2. Bambang Waluyo F, S.T., M.T.
(Anggota 1 Dewan Penguji)

()

3. Patna Partono, S.T, M.T.
(Anggota 2 Dewan Penguji)

()



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat kerja atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 28 November 2020

Penulis



GILANG FAJAR RAMADHAN

D 200 150 248

PENGARUH VARIASI SUHU TUANG TERHADAP TEKSTUR DAN KEKERASAN PRODUK COR ALUMINIUM BEKAS DENGAN METODE SAND DAN LOST FOAM CASTING

Abstrak

Pengecoran adalah suatu proses peleburan logam dengan cara dicairkan lalu dituangkan kedalam cetakan dan dibiarkan membeku didalam cetakan. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap hasil coran logam adalah metode yang digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan pengaruh metode pengecoran dan variasi suhu terhadap nilai kekerasan, komposisi kimia dan tekstur permukaan (foto makro) produk coran. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan dari aluminium bekas yang dilebur dalam dapur peleburan, dengan metode sand casting dan lost foam casting variasi suhu 700 °C dan 750 °C. Hasil penelitian menunjukkan dari pengujian kimia terdapat beberapa unsur yang paling berpengaruh pada aluminium cor, yaitu Al 87,34 % dan Si 9,120 %, (Cu) 1,794 % dan (Mg) 0,672 %. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini, dapat digolongkan logam aluminium paduan silikon, tembaga dan magnesium (Al-Si-Cu-Mg). Dari hasil pengamatan tekstur permukaan menggunakan foto makro, produk cor dengan metode sand casting memiliki permukaan yang lebih halus dibandingkan metode lost foam casting pada kedua variasi suhu. Nilai kekerasan vickers tertinggi terdapat pada metode sand casting dengan variasi suhu 700°C yaitu mencapai 119 VHN, dan pada variasi suhu 750°C nilai kekerasan mengalami penurunan menjadi 100 VHN. Sedangkan hasil kekerasan pada metode lost foam casting dengan variasi suhu 700°C mencapai 97 VHN dan mengalami kenaikan pada variasi suhu 750°C menjadi 99 VHN.

Kata Kunci : Sand casting, Lost foam casting, Suhu, Aluminium, Vickers.

Abstract

Casting is a process of melting metal by melt it down, then poured into a mold dan let it freeze in the mold. One of the factors that affected the result of castings is the method that we used. The purpose of the study is to know the comparison the effect of casting methods and temperature variations on the value of hardness, chemical composition, and surface texture (macro photo) of cast product. This research was conducted using scrap aluminum material that is melted in the smelting kitchen, with the method of sand casting and lost foam casting temperature variations of 700°C and 750°C. That result showed that from the chemical composition testing there are several elements that become most influential on cast aluminum, it was Al 87,34 %, Si 9,120 %, Cu 1,794% and Mg 0,672%. Seen from the elements present in this material, it can be classified as aluminum alloy with silicon, copper and magnesium (Al-Si-Cu-Mg). From the result of surface texture observations using macro photos, cast product with the sand casting method have a smoother surface than the lost foam casting method at both temperature variations. The highest vickers hardness value was found in the

sand casting method with a temperature variation of 700°C which reached 119 VHN, and at a temperature variation of 750°C the hardness value decreased to 100 VHN. While the hardness value in the lost foam casting method with a temperature variation of 700°C reaches 97 VHN and increases at a temperature variation of 750°C to 99 VHN.

Keywords : Sand casting, Lost foam casting, Temperature, Aluminum, Vickers.

1. PENDAHULUAN

Aluminium merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Produk-produk dari bahan logam aluminium sering dihasilkan melalui proses pengecoran (casting). Aluminium hasil dari proses pengecoran banyak digunakan di dunia industri terutama industri otomotif contohnya komponen-komponen otomotif seperti *piston*, *connecting rod*, blok mesin dan lain sebagainya. Di sisi lain, hal tersebut menimbulkan semakin meningkatnya limbah komponen otomotif yang berbahan dasar Aluminium. Salah satu upaya untuk mengurangi limbah tersebut adalah dengan cara daur ulang.

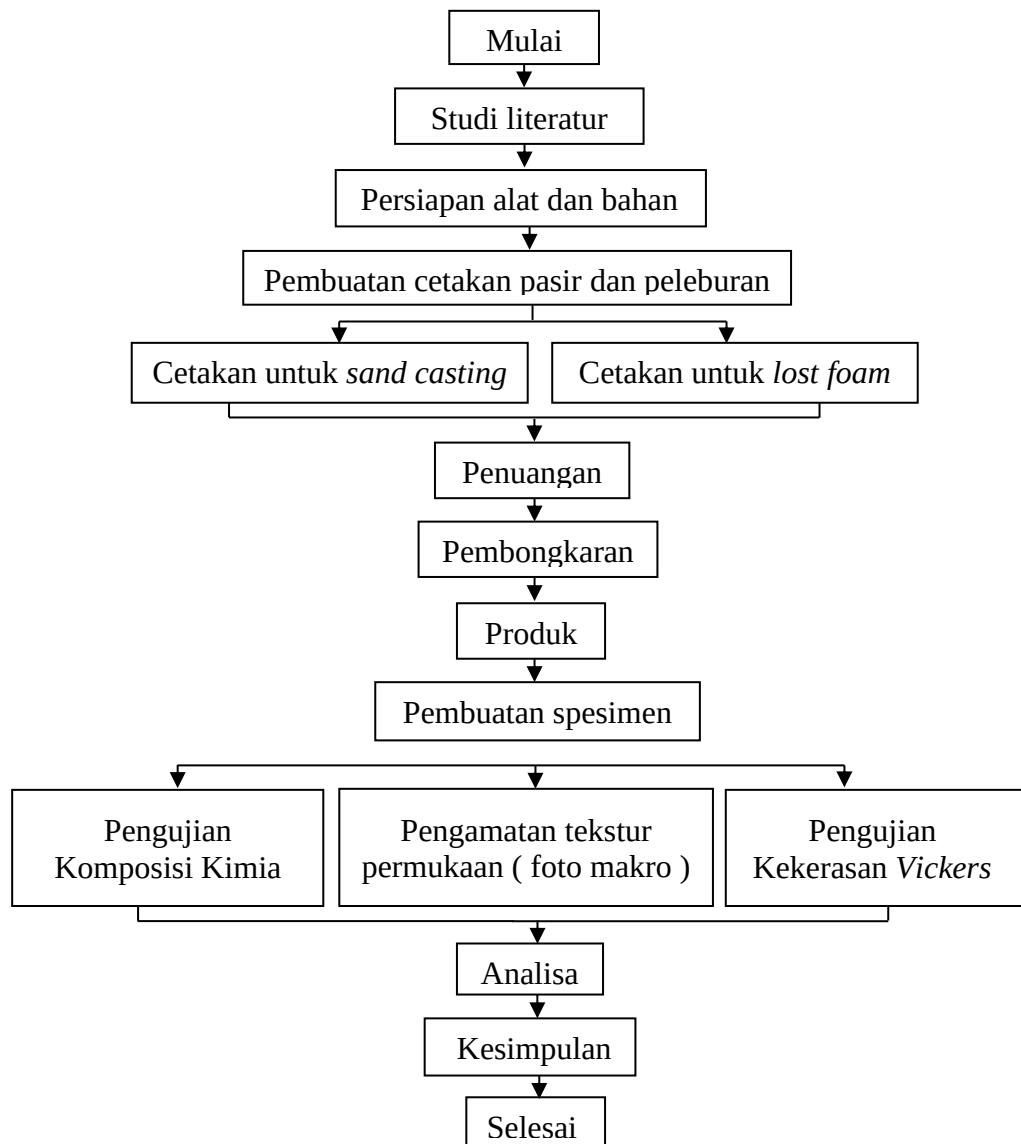
Pengecoran atau casting merupakan proses pembentukan bahan baku atau bahan benda kerja yang relatif mahal dimana pengendalian kualitas benda kerja dimulai sejak bahan masih dalam keadaan mentah (Hardi, 2008). Proses pengecoran ada banyak metode yang digunakan untuk membuat komponen mesin dengan bentuk yang kompleks, salah satu metode yang sering digunakan adalah pengecoran logam menggunakan cetakan pasir (konvensional), dimana pada pengecoran ini dapat mencetak logam dengan titik lebur yang tinggi, seperti baja, nikel dan titanium dengan berbagai macam ukuran. Sedangkan *Lost Foam Casting* adalah metode pengecoran logam dengan cara menanamkan pola *polystyrene foam* pada pasir cetak lalu logam cair dituangkan kedalam pola sehingga *polystyrene foam* akan meleleh dan menguap. Dan rongga yang ditinggalkan *polystyrene foam* akan diisi oleh cairan logam.

Pengecoran metode *lost foam* memiliki banyak keuntungan. Penggunaan *polystyrene foam* meningkatkan keakuratan dimensi dan memberikan peningkatan kualitas hasil coran dibandingkan dengan cetakan konvensional. Pengecoran *lost foam* dapat memproduksi benda yang memiliki bentuk

kompleks/rumit ,tidak memerlukan pembagian cetakan atas bawah, tidak memerlukan inti untuk dalam pembuatan rongga dalam benda cor, dan memerlukan sedikit tenaga kerja dalam proses pengecorannya, sehingga cepat dalam membuat benda-benda prototipe. Disamping itu metode ini memiliki kekurangan dimana tingkat porositasnya lebih tinggi karena pengaruh *polystyrene foam* yang terbakar. Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui perbandingan antara metode *sand casting* dan *lost foam* pada temperature tuang 700 °C dan 750 °C.

2. METODE

2.1 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Kowi
2. Dapur pelebur
3. *Hot wire*
4. Mesin cnc
5. Kerangka cetak
6. Alas cetakan
7. Saringan (pengayak)
8. Penumbuk
9. Tang
10. Ember
11. Amplas
12. *infrared thermometer*
13. Alat uji spektrometer emisi
14. Alat uji kekerasan *vickers*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Aluminium (piston bekas motor Honda GL)
2. Pasir silica
3. Air
4. Pola kayu
5. Pola *styrofoam*
6. *Calcium carbonate*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Komposisi Kimia

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia

No	Unsur	Kandungan (%)
1	Al	87,34
2	Si	9,120
3	Fe	0,296
4	Cu	1,794
5	Mn	0,027
6	Mg	0,672
7	Cr	<0,0010
8	Ni	0,705
9	Zn	<0,0040

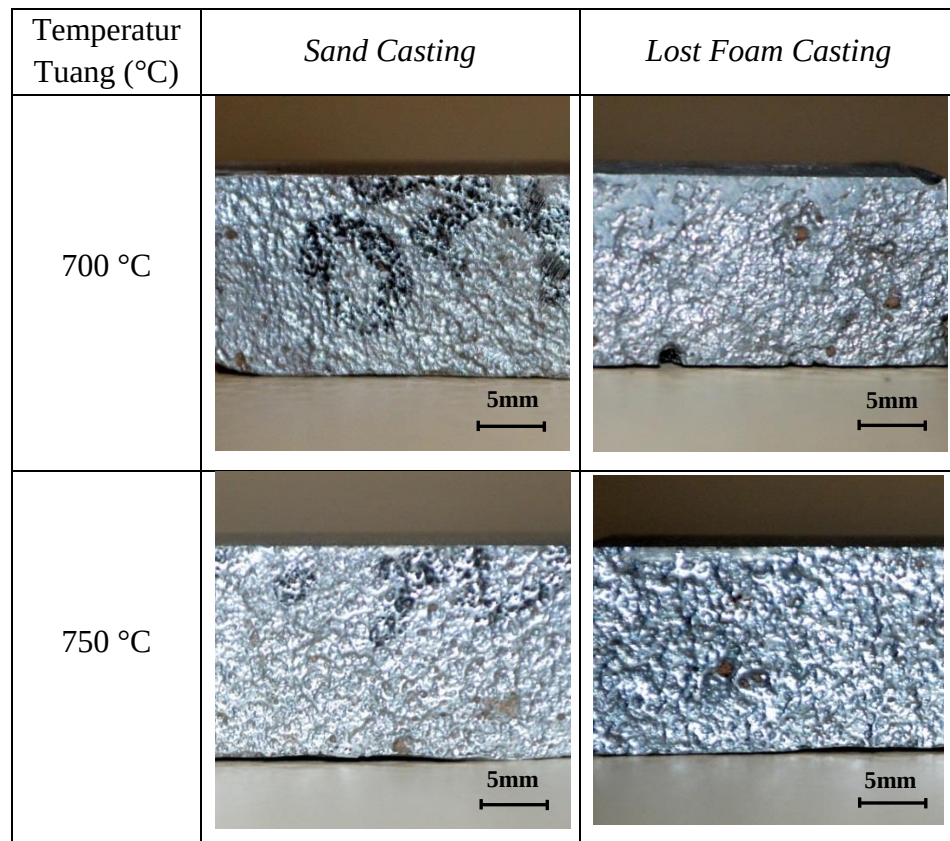
10	Ti	0,0073
11	Pb	<0,0040
12	Sn	<0,0100
13	V	0,012
14	Sr	0,0032
15	Zr	0,0083
16	Co	0,0086
17	Ca	<0,0010

Dari tabel 1 hasil pengujian komposisi kimia terdapat 17 unsur yang terkandung di dalam produk cor. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini menurut standart AA (*Aluminium Association*) paduan ini digolongkan kedalam *casting alloy* (Al-Si-Cu-Mg) dengan komposisi unsur- unsur paduan yang dapat diklasifikasikan kedalam seri 354.0. Dengan prosentase unsur paduan yaitu Al 87,34 %, Si 9,120 %, Cu 1,794 % dan Mg 0,672 %. Kandungan *Silicon* (Si) mempunyai pengaruh baik yaitu akan memperbaiki karakteristik atau sifat – sifat produk coran, mengurangi penyusutan produk cor, meningkatkan ketahanan korosi, serta meningkatkan kekerasan dengan cara perlakuan panas. Pengaruh Tembaga (Cu) akan menghasilkan efek yang baik pada peningkatan kekerasan produk cor, mempermudah proses pemesinan, dan kekurangannya yaitu mengurangi ketahanan korosi. Kandungan Besi (Fe) pada aluminium mempunyai pengaruh baik terhadap paduan aluminium Besi (Fe) yaitu mempunyai pengaruh baik yaitu mencegah terjadinya penempelan logam cair pada cetakan selama proses penuangan. Selain itu Fe juga mempunyai pengaruh buruk yaitu penurunan sifat mekanis, timbulnya bintik keras pada hasil coran, dan peningkatan cacat porositas. Pengaruh kandungan Nikel (Ni) sebesar, meningkatkan kekerasan pada saat panas. Kandungan Magnesium (Mg) meningkatkan kekuatan dengan penguatan larutan padat (Davis, 2001).

3.2 Pengamatan Tekstur Permukaan

Pengamatan tekstur permukaan dilakukan dengan cara melihat spesimen secara langsung, kemudian mengambil foto makro spesimen menggunakan kamera dan membandingkan pada setiap variasi metode yaitu

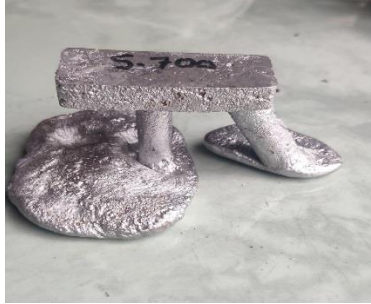
antara *Sand Casting* dan *Lost Foam Casting* dengan suhu penuangan 700 °C dan 750 °C, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2 Perbandingan Foto Makro Tekstur Permukaan.

Dari hasil foto makro gambar 2 dapat dilihat secara teliti dengan pengamatan secara langsung pada hasil foto makro diatas, dapat dikatakan bahwa produk cor dengan metode *Sand Casting* memiliki struktur permukaan berbentuk seperti kristal yang cenderung lebih rata, sedangkan metode *Lost Foam Casting* memiliki struktur permukaan yang cenderung bergelombang dan tidak rata. Hal tersebut bisa terjadi karena pola *styrofoam* yang mudah rusak atau terganggu karena kekuatannya rendah. Penggunaan pola *styrofoam* secara langsung setelah proses pemesinan tanpa dilakukan *coating* (pelapisan) pada permukaan pola terebih dahulu juga mengakibatkan pola *styrofoam* berserabut kasar, sedangkan pola kayu yang digunakan pada metode *Sand Casting* lebih rata dan halus karena

kepadatannya kuat. Sehingga permukaan cetakan pasir juga mengikuti tekstur dari pola yang digunakan.

Temperatur Tuang (C)	Sand Casting	Lost Foam Casting
700 C		
750 C		

Gambar 3 Produk Cor Metode *Sand Casting* dan Metode *Lost Foam Casting* sebelum dipotong.

Pada gambar 3 menunjukkan hasil produk cor sebelum dilakukan pemotongan. Pada produk cor dengan metode Lost Foam Casting terdapat rongga-rongga kecil di bagian samping produk cor. Hal itu dikarenakan pasir cetakan yang tidak diikat atau dilapisi akan memicu terjadinya cacat pada benda cor karena pasir yang jatuh pada logam cair. Dan variasi temperatur tuang juga berpengaruh terhadap banyaknya cacat porositas, semakin tinggi temperatur tuang semakin banyak cacat porositasnya (Salam, 2015).

3.3 Kekerasan Vickers

Pengujian kekerasan menghasilkan data nilai kekerasan rata-rata (VHN) dari spesimen coran dengan metode *Sand Casting* dan *Lost Foam Casting* serta variasi suhu tuang 700°C dan 750°C. Hasil pengujian tersebut kemudian di hitung untuk mengetahui tingkat kekerasan pada permukaan aluminium hasil coran. Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai kekerasan rata-rata (VHN) :

$$\text{Kekerasan rata-rata} = \frac{1,854 \times P}{d^2} \quad (1)$$

Dimana :

VHN : Vickers Hardness Number (kg/mm^2)

P : Beban yang diperlukan (kgf)

d^2 : Panjang diagonal rata-rata (μm), dengan d rata-rata = $\frac{d1+d2}{2}$

Contoh perhitungan nilai kekerasan rata-rata (VHN)

Diketahui :

$$P = 100 \text{ gf} \rightarrow 0,1 \text{ kgf}$$

$$d^2 = \frac{d1+d2}{2} = \frac{0,038 + 0,038}{2} = 0,038 \mu m$$

$$\text{kekerasan} = \frac{1,854 \times 0,1}{(d^2)} = \frac{1,854 \times 0,1}{(0,038^2)} = \frac{0,1854}{0,001444} = 128,39 \text{ HV}$$

Nilai kekerasan dari setiap spesimen dimasukkan kedalam tabel seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Hasil pengujian kekerasan *Vickers* dengan metode *Sand Casting*

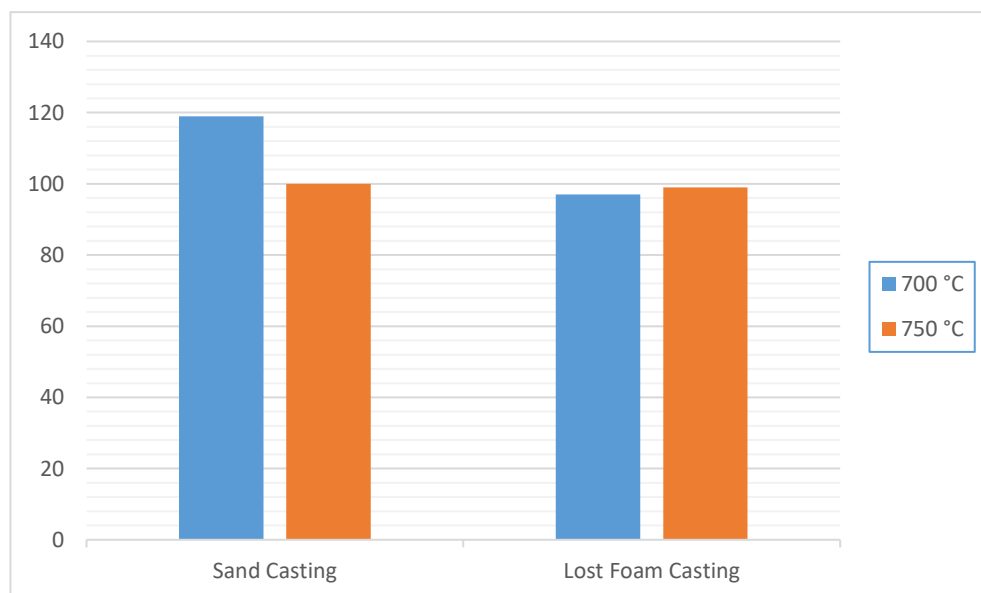
No	Variasi Suhu	Distribusi Kekerasan	Kekerasan Vickers (HV)			Rata-rata HV
			D1 (μm)	D2 (μm)	HV	
1	700°C	Distribusi 1	38,20	37,66	129	119
		Distribusi 2	38,99	38,35	124	
		Distribusi 3	42,18	43,48	101	

2	750°C	Distribusi 1	42,48	43,70	100	100
		Distribusi 2	43,68	42,42	100	
		Distribusi 3	42,70	42,67	102	

Tabel 3 Hasil uji kekerasan *Vickers* dengan metode *Lost Foam Casting*.

No	Variasi Suhu	Distribusi Kekerasan	Kekerasan Vickers (HV)			Rata-rata HV
			D1 (μm)	D2 (μm)	HV	
1	700°C	Distribusi 1	44,77	43,22	96	97
		Distribusi 2	45,10	42,45	97	
		Distribusi 3	44,95	42,67	97	
2	750°C	Distribusi 1	42,44	44,47	98	99
		Distribusi 2	43,19	43,81	98	
		Distribusi 3	44,02	43,11	98	

Dari tabel 2 dan 3 mengenai perhitungan kekerasan *Vickers* kemudian dibuat menjadi histogram seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Grafik Kekerasan *Vickers* metode *Sand Casting* dan *Lost Foam Casting*.

Data dari gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi terletak pada pengujian kekerasan dengan variasi suhu 700°C menggunakan metode *Sand Casting* diperoleh kekerasan yaitu 119 VHN. Dan spesimen dengan variasi suhu 750°C menggunakan metode *Sand Casting* memiliki nilai kekerasan yaitu 100 VHN, sedangkan untuk spesimen dengan variasi suhu 700°C menggunakan metode *Lost Foam Casting* memiliki nilai kekerasan yaitu 97 VHN. Dan spesimen dengan variasi suhu 750°C menggunakan metode *Lost Foam Casting* memiliki nilai kekerasan yaitu 99 VHN. Dapat dikatakan bahwa metode yang digunakan berpengaruh terhadap nilai kekerasannya, pengecoran menggunakan metode *Sand Casting* memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi daripada metode *Lost Foam Casting* pada masing-masing variasi suhu tuang. Dan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada temperatur tuang 700°C metode *Sand Casting*.

Besarnya harga kekerasan juga dipengaruhi oleh variasi suhu tuang yang lebih rendah, sehingga mengalami proses pendinginan yang lebih cepat. Serta butiran fasa *eutektik silicon* (Si) yang terbentuk menjadi rapat dan mengecil, maka nilai kekerasannya juga semakin tinggi (Drihandono, 2016).

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan analisa data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia ini mengandung komposisi (Al) 87,34 %, (Si) 9,120 %, (Cu) 1,794 % dan (Mg) 0,672 %. Menurut standar AA (*Aluminium Association*) paduan ini dikategorikan kedalam *casting*

alloy (Al-Si-Cu-Mg) yang presentase unsur-unsur paduannya dapat diklasifikasikan kedalam seri 354.0.

2. Tekstur permukaan produk cor dengan metode *lost foam casting* cenderung tidak rata pada kedua variasi suhu tuang, sedangkan pada metode *sand casting* memiliki permukaan yang lebih rata. Hal itu dikarenakan penggunaan pola *styrofoam* tanpa dilakukan proses coating (pelapisan) akan mudah rusak sehingga memicu cacat coran, berbeda dengan pola kayu yang memiliki kepadatan yang solid dan rata.
3. Nilai kekerasan produk cor menggunakan metode *Sand Casting* dengan variasi suhu 700°C dan 750°C memiliki nilai kekerasan rata-rata (VHN) yang lebih tinggi dibandingkan metode *Lost Foam Casting*. Pada metode *Sand Casting* dengan variasi suhu 700°C memiliki nilai kekerasan 119 VHN dan pada suhu 750°C memiliki nilai kekerasan 100 VHN, sedangkan metode *Lost Foam Casting* memiliki nilai kekerasan yang lebih kecil pada kedua variasi temperatur tuang, yaitu suhu 700°C memiliki nilai kekerasan 97 VHN dan suhu 750°C memiliki nilai kekerasan 99 VHN.

4.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain :

1. Memahami terlebih dahulu mengenai dasar-dasar teknik pengecoran logam dan perlakuan panas sebagai referensi pendukung.
2. Melakukan kerjasama antar rekan pada saat penelitian ,terutama dalam hal dokumentasi, pembuatan spesimen, pengujian ataupun yang lainnya supaya mendapatkan hasil yang maksimal.
3. Dalam melakukan pengujian produk hasil coran, sebaiknya mencari referensi tempat pengujian yang terpercaya dan berpengalaman agar kualitas pengujian baik.
4. Selalu mengawali dengan doa setiap melakukan sesuatu dan mengutamakan keselamatan dalam proses pengecoran.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM International. 1992. *Metals Handbook Volume 15 : Casting*. American Society for Metals.
- Anver, Sidney H. 1974. *Introduction To Physical Metallurgy*. McGraw-Hill Book Company. Singapore.
- Austin Group, LLC. 2002. *Aluminium Casting Process Comparison Chart*.
- Davis, J.R.. 2001. *Alloying: Understanding The Basic*. USA: ASM International.
- Drihandono, Sulis dan Eko Budiyo. 2016. *Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High Pressure Die Casting / HDPC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,79%)*. Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung.
- Hermawan, Parwening Sabdo, Purwanto H., Respati SMB. 2013. *Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Produk Sepatu Kampas Rem Dengan Bahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Daur Ulang*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim. Semarang.
- Purkuncoro, Aladin Eko, dan Achmad Taufik. 2016. *Analisis Perbandingan Model Cacat Coran Pada Bahan Besi Cor dan Aluminium Dengan Variasi Temperatur Tuang Sistem Cetakan Pasir*. Prodi Teknik Mesin. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Jiwo Rogo, GKC. 2013. *Pengaruh Variasi Suhu Tuang Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Hasil Remelting Aluminium Tromol Supra X Dengan Cetakan Logam*, Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Mesin, 2(2), 8-16.
- Salam, Restu Yanuar, dan Abdullah Shahab. 2015. *Studi Eksperimental Pengaruh Model Sistem Saluran dan Variasi Temperatur Tuang Terhadap Prosentase Porositas, Kekerasan dan Harga Impact pada Pengecoran Adc 12 dengan Metode Lost Foam Casting*, Jurnal Teknik ITS (Vol 4 : 1).
- Surdia, Tata, dan Shinroku Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sutiyoko. 2013. *Metode Pengecoran Lost Foam Menjawab Tantangan Dunia Industri Pengecoran Logam*. Jurusan Teknik Pengecoran Logam. Politeknik Manufaktur Ceper Klaten.
- Thiyagajaran, Kandasamy. 2018. *Study of Aluminum Alloy 7075 : Sand Casting and Lost Foam Casting Methods*. Mechanical Engineering. CSI Polytechnic College. India.