

**PENGARUH PERBEDAAN UKURAN DIAMETER 5mm,
7,5mm, 10mm SALURAN MASUK (*IN-GATE*) TERHADAP
HASIL CORAN ALUMINIUM (Al) PADA PRODUK PIPA
DENGAN CETAKAN PASIR MERAH**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh :
IRWAN MAWARDA
D200130130**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PERBEDAAN UKURAN DIAMETER 5mm, 7,5mm, 10mm SALURAN MASUK (IN-GATE) TERHADAP HASIL CORAN ALUMINIUM (Al) PADA PRODUK PIPA DENGAN CETAKAN PASIR MERAH

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

IRWAN MAWARDA

D200130130

1. Ir. Masyrukan, M.T.

(Ketua Dewan Pengaji)

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

2. Ir. Syarif Supriatna, M.T.

(Anggota I Dewan Pengaji)

3. Ir. Bili Sigitu, M.T.

(Anggota II Dewan Pengaji)

Dosen Pembimbing

(Ir. Masyrukan, M.T.)

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PERBEDAAN UKURAN DIAMETER 5mm, 7,5mm, 10mm SALURAN MASUK (*IN-GATE*) TERHADAP HASIL CORAN ALUMINIUM (Al) PADA PRODUK PIPA DENGAN CETAKAN PASIR MERAH

Oleh :

IRWAN MAWARDA

D200130130

Telah diterima dan disahkan oleh Dewan Penguji

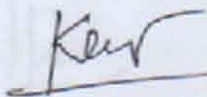
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada Tanggal, 12 Februari 2020

Dewan penguji :

1. Ir. Masyrukan, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Sunardi Wiyono, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Bibit Sugito, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T.,PhD.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak pernah terdapat karya 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 mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 21 November 2019

Penulis



Irwan Mawarda

D200130130

This study aims to determine the effect of different inlet size on chemical composition, porosity defects, micro-structure and hardness. The new material of 6061 aluminum is rubbing from various components which are repaired. The inlet size of the inlet 5 mm, 7.5 mm, 10 mm. Tests carried out on chemical composition tests, porosity observed on, micro-plate tests with Microscopes, and Brinell hardness test (ASTM E-10 standard). The results of the results of the chemical composition were found to be found in the chemical composition (Al) 91.50%, (Si) 9.50%. So that from the elements present the material is 6061 aluminum alloy silicon metal (Al-Si). The highest hardness price is in the inlet 10 mm size of 98.65 HBN, while inlet 7.5 mm is 84.46 HBN, and inlet 5 mm is 71.07 HBN, it occurs because the porosity defect causes volume reduction.

Keywords : In-gate, Porosity, Chemical Composition, Micro Structure, Hardness.

**PENGARUH PERBEDAAN UKURAN DIAMETER 5 mm, 7,5 mm, 10
mm SALURAN MASUK (IN-GATE) TERHADAP HASIL CORAN
ALUMUNIUM (Al) PADA PRODUK PIPA DENDAN CETAKAN PASIR
MERAH”**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang pengaruh perbedaan ukuran diameter saluran masuk terhadap komposisi kimia, cacat porositas, foto mikro dan kekerasan. Bahan baku penelitian ini adalah alumunium bekas atau rosok dari berbagai komponen yang dicor ulang. Pada penelitian ini akan dikaji ukuran saluran masuk 5 mm, 7,5 mm, 10 mm. Pengujian yang dilakukan antara lain uji komposisi kimia, pengamatan porositas, uji foto mikro dengan Mikroskop Metalografi, dan uji kekerasan brinell (standar ASTM E-10), Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil komposisi kimia ditemukan unsure kimia (Al) 81,86%, (Si) 9,84%. Sehingga dari unsur yang ada material ini termasuk logam alumunium paduan silikon (Al-Si). Harga kekerasan tertinggi terdapat pada ukuran in-gate 10 mm sebesar 98,68 BHN, sedangkan in-gate 7,5 mm sebesar 84,46 BHN, dan in-gate 5 mm sebesar 73,07 BHN, hal tersebut terjadi karena cacat porositas menyebabkan kekerasan logam berkurang.

Kata Kunci : Saluran Masuk, Porositas, Komposisi Kimia, Struktur Mikro, Kekerasan

Abstract

This study aims to determine the effect of different inlet size on chemical composition, porosity defects, micro-photos and hardness. The raw material of this research is used aluminum or rubbing from various components which are repainted. This study will examine the size of the inlet 5 mm, 7.5 mm, 10 mm. Tests carried out include chemical composition tests, porosity observations, micro-photo tests with Metallographic Microscopes, and brinell hardness tests (ASTM E-10 standard. The results showed that the results of the chemical composition were found to be found in the chemical elements (Al) 81,86%, (Si) 9,84%. So that from the elements present this material includes aluminum alloy silicon metal (Al-Si). The highest hardness price is in the in-gate 10 mm size of 98.68 BHN, while in-gate 7.5 mm is 84.46 BHN, and in-gate 5 mm is 73.07 BHN, it occurs because the porosity defect causes violence reduced metal.

Keywords : In-gate, Porosity, Chemical Composition, Micro Structure, Hardness.

1. PENDAHULUAN

Industri pengecoran logam tumbuh seiring dengan perkembangan teknik dan metode pengecoran serta berbagai model produk cor yang membanjiri pasar domestik produk cor banyak dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari mulai dari perabotan rumah tangga, komponen otomotif, pompa air sampai propeller kapal. Permintaan pasar akan produk logam cor yang prospektif dan luas ini, kurang diimbangi dengan peningkatan kualitas produk (Slamet & Hidayat. 2010).

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. sebagai tambahan terhadap, kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dsb, secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dsb. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi dsb (Surdia. 2013).

Pengecoran yang paling banyak digunakan di *home industry* adalah pengecoran cetakan pasir (*sand casting*). Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses penuangan material cair seperti logam atau plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut, dan kemudian dikeluarkan atau di pecah-pecah untuk dijadikan komponen. (Suhardi, 1992).

Saluran masuk adalah saluran yang menghubungkan saluran turun dengan rongga cetakan, saluran masuk dibuat berukuran kecil agar dapat mencegah kotoran masuk kedalam rongga cetakan. Bentuk irisan biasanya berbentuk bujur sangkar , trapezium , segitiga atau sengah lingkaran, yang membesar kearah rongga cetakan untuk mencegah terkikisnya cetakan. Kadang-kadang irisanya diperkecil di tengah dan diperbesar lagi kearah rongga. Pada pembongkaran saluran turun, irisan terkecil ini mudah diputuskan sehingga mencegah kerusakan pada coran. (Surdia. T. & Chijiwa. K.,1986).

Cacat coran tersebut dipengaruhi oleh banyak hal salah satunya adalah desain sistem saluran yang kurang baik. Sistem saluran pada cetakan pasir meliputi cawang tuan, saluran turun (*sprue*), dan atau waduk, saluran pengalir (*runner*), saluran penambah (*riser*), dan saluran masuk (*In-gate*), (Tjitro. 2003).

Berdasarkan penjelasan diatas penelitian ini akan mendalami tentang diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*). Dengan mempertimbangkan ukuran saluran masuk diharapkan akan mengurangi resiko terjadinya cacat yang sering timbul pada *sand casting*.

1.1. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diuji pada penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui pengaruh diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) terhadap campuran kimia produk cor aluminium.
- b. Mengetahui pengaruh diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) terhadap hasil pengamatan cacat porositas dan struktur mikro cor aluminium.
- c. Mengetahui pengaruh diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) terhadap hasil kekerasan produk cor aluminium.

1.2. Batasan Masalah

Untuk menentukan arah penelitian serta mengurangi banyaknya permasalahan maka batasan masalah sebagai berikut :

- a. Material yang digunakan adalah aluminium rosok.
- b. Cetakan yang digunakan yaitu cetakan pasir merah.
- c. Kecepatan penuangan logam cair dianggap seragam.
- d. Pengujian komposisi kimia hasil coran menggunakan uji *Emmision Spectrometer* (ASTM E-1251)
- e. Pengujian struktur mikro hasil coran dengan *Mikroskop Metalografi* (ASTM E-3).
- f. Pengujian kekerasan hasil coran menggunakan uji kekerasan *brinell* (ASTM E-10).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

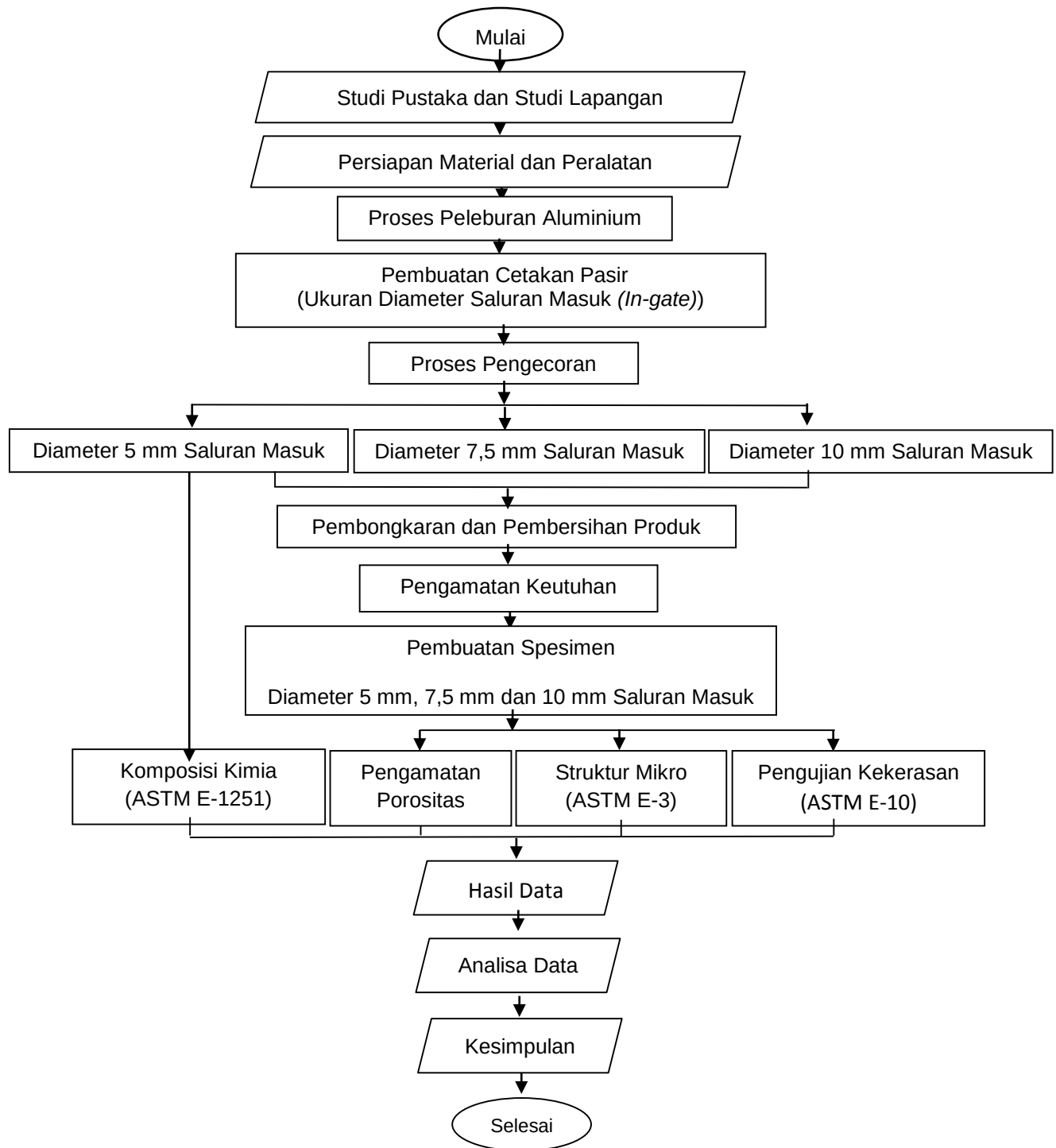
- a. Mengetahui pengaruh diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) terhadap komposisi kimia produk cor aluminium.
- b. Mengetahui pengaruh diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) terhadap hasil pengamatan cacat porositas dan struktur mikro produk cor aluminium.
- c. Mengetahui pengaruh diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) terhadap hasil kekerasan produk cor aluminium.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif kepada :

1. Bidang Akademik
 - a. Menambah pengetahuan tentang teknologi pengecoran logam khususnya logam aluminium.
 - b. Menambah pengetahuan tentang ukuran saluran masuk (*In-gate*) yang sesuai untuk menghasilkan produk cor yang baik pada pengecoran pasir basah.
2. Bidang Industri
 - a. Untuk meningkatkan kualitas produk pengecoran logam agar produk yang dicapai biar lebih bagus.
 - b. Semakin meningkat pesat pengguna paduan aluminium dalam bidang rumah tangga, otomotif dan kontribusi.

2. METODE



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan di Laboratorium POLMAN, Cepur, Klaten dengan menggunakan alat uji *Spectrometer*. Pada pengujian komposisi ini alat dapat melakukan pembacaan secara otomatis sehingga dideteksi beberapa jenis-jenis unsur kimia, dan berikut adalah data dari hasil komposisi kimia.

Tabel 1 Data hasil uji komposisi kimia rata-rata aluminium

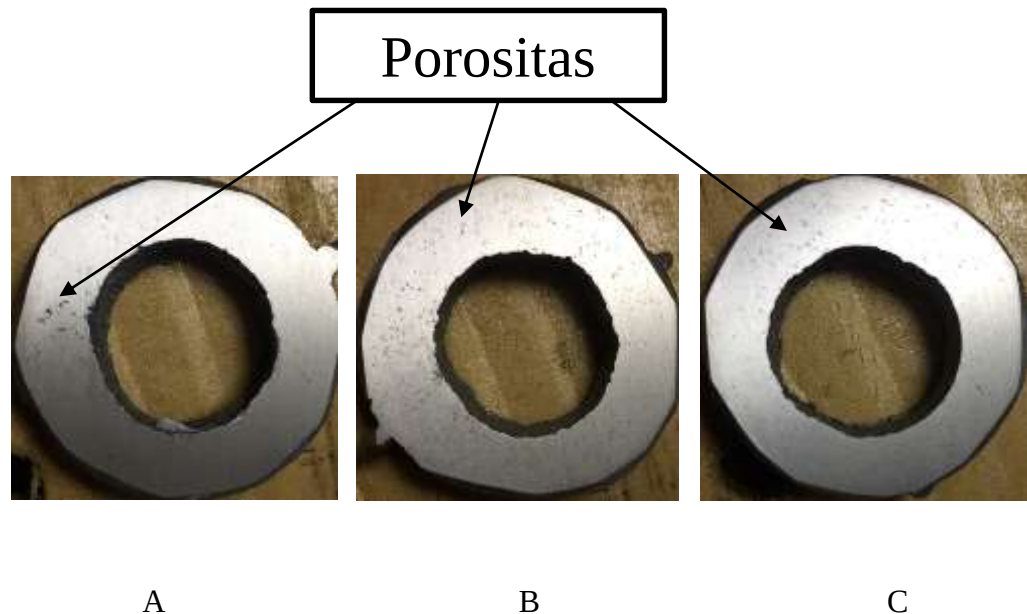
No	Kandungan Unsur	Sampel Uji	
		Spesimen Uji(%)	Standart Deviasi
1	Al	81,86	0,9393
2	Si	9,84	1,13
3	Fe	6,54	2,03
4	Cu	0,0856	0,0167
5	Mn	0,0923	0,198
6	Mg	0,0586	0,0732
7	Cr	0,0981	0,0842
8	Ni	0,0943	0,356
9	Zn	0,265	0,0997
10	Sn	0,109	0,0362
11	Ti	0,0543	0,0292
12	Pb	<0,0247	<0,0000
13	Be	<0,0001	<0,0000
14	Ca	0,0031	0,0009
15	Sr	<0,0003	<0,0000
16	V	0,259	0,194
17	Zr	0,127	0,0182

Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 17 unsur, ada 5 unsur yang paling berpengaruh pada coran aluminium yaitu Silikon (Si) 9,84%, Besi (Fe) 6,54%, Seng (Zn) 0,265% Tembaga (Cu) 0,0856%, Mangan (Mn) 0,0923% yang paling dominan. Sehingga dari unsur yang ada material ini

termasuk logam alumunium paduan Silikon (Al-Si), karena unsur Silikon (Si) merupakan paduan terbesar yaitu 9,84%.

Pengaruh silikon (Si) 9,84% mempunyai pengaruh baik dan mempermudah proses pengecoran, memperbaiki sifat-sifat atau karakteristik coran, menurunkan penyusutan dalam coran, meningkatkan ketahanan korosi. Sedangkan pengaruh buruk yang ditimbulkan adalah penurunan keuletan material terhadap bahan kejut dan coran akan rapuh jika kandungan terlalu tinggi. Pengaruh Besi (Fe) 6,54% mencegah terjadinya penempelan logam cair pada cetakan selama proses penuangan dan pengaruh buruk yaitu penurunan sifat mekanis, penurunan kekuatan tarik, timbulnya bintik keras pada hasil coran, peningkatan cacat porositas. Pengaruh Seng (Zn) 0,265% menghasilkan efek tidak berguna, konsentrasi paduan kurang dari 3% menaikkan kekuatan sangat tinggi sehingga cenderung memproduksi tegangan retak. Pengaruh Tembaga (Cu) 0,0856% menghasilkan efek yang baik peningkatan kekerasan bahan, perbaikan kekuatan tarik, dan mempermudah proses pengerjaan dengan mesin dan mengurangi ketahanan terhadap korosi secara umum. Dan kandungan mangan (Mn) 0,0923% akan menaikkan kekuatan dalam temperatur yang tinggi. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa material ini termasuk logam alumunium paduan silikon (Al-Si). Menurut klasifikasi paduan alumunium cor (Tabel 2.2) termasuk dalam seri 4000.

3.2 Hasil Pengamatan Cacat Porositas



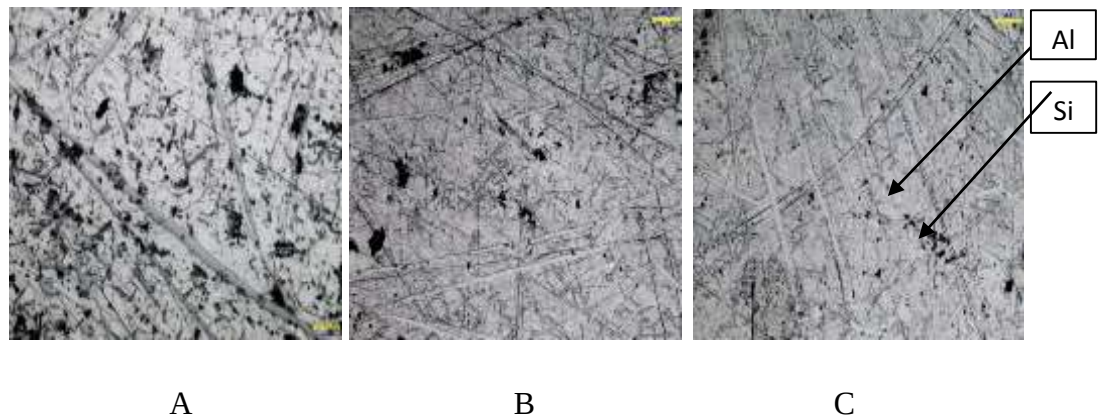
Gambar 2. Perbandingan porositas spesimen foto mikro (A) in-gate 5 mm (B) in-gate 7,5 mm (C) in-gate 10 mm

Dari gambar diatas dapat diketahui porositas tertinggi pada ukuran *in-gate* 5mm kemudian diikuti spesimen *in-gate* 7,5 mm. Kemudian cacat porositas terendah pada spesimen *in-gate* 10 mm.

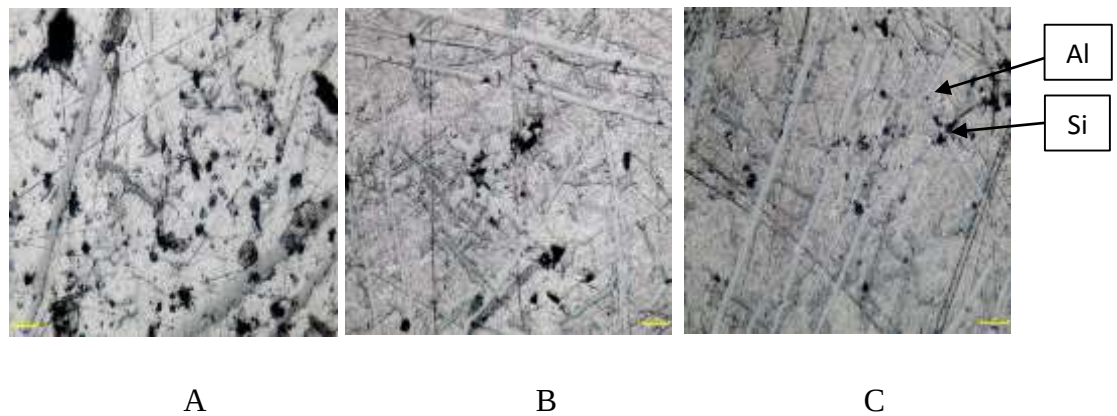
Ukuran saluran masuk (*in-gate*) sangat berpengaruh terhadap cacat porositas. Pada Ukuran saluran masuk (*in-gate*) 5 mm mengalami cacat porositas tertinggi karena penyebaran logam cair pada saat penuangan ke cetakan membutuhkan waktu yang lama karena saluran masuk yang lebih kecil dan logam cair sudah mengalami pemadatan terlebih dahulu sebelum cetakan terisi secara penuh. Pada spesimen ukuran saluran masuk (*in-gate*) 7,5 mm dan 10 mm mengalami cacat porositas sedikit karena masuknya logam cair ke cetakan lebih besar, sehingga cetakan akan terisi lebih cepat dan merata. Cacat porositas akan mempengaruhi tingkat kekerasan dari suatu produk cor, semakin banyak cacat porositas pada suatu benda/produk maka tingkat kekerasan akan menurun begitu juga dengan sebaliknya.

3.3 Hasil Uji Foto Mikro

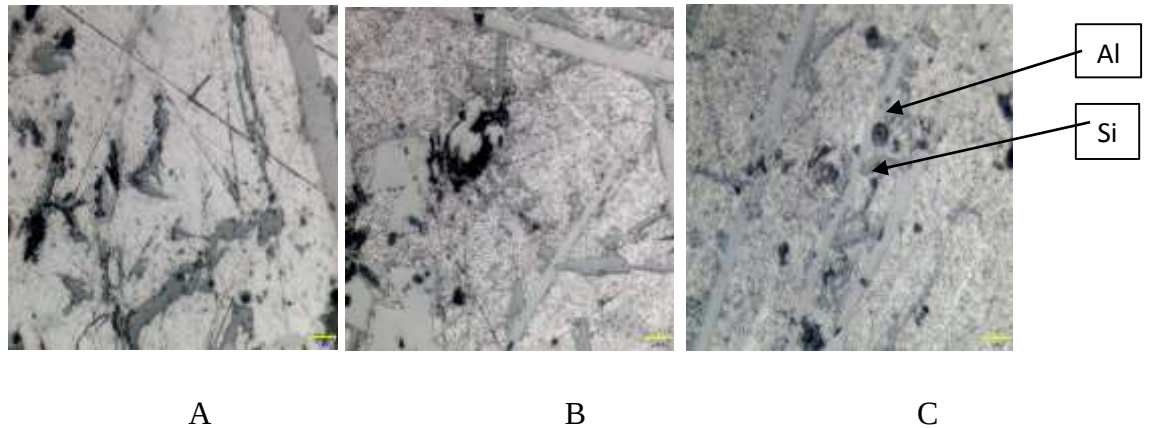
Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut standar pengujian metalografi untuk bahan aluminium dengan pembesaran 100x, 200x, dan 500x diperoleh gambar tampilan seperti yang terlihat pada gambar sampai gambar



Gambar 3 Perbandingan foto mikro pembesaran 100x. (A) Diameter saluran masuk (*in-gate*) 5 mm, (B) diameter saluran masuk (*in-gate*) 7,5 mm, (C) Diameter saluran masuk (*in-gate*) 10 mm.



Gambar 4. Perbandingan foto mikro pembesaran 200x. (A) Diameter saluran masuk (*in-gate*) 5 mm, (B) diameter saluran masuk (*in-gate*) 7,5 mm, (C) Diameter saluran masuk (*in-gate*) 10 mm.



Gambar 5. Perbandingan foto mikro pembesaran 500x. (A) Diameter saluran masuk (*in-gate*) 5 mm, (B) diameter saluran masuk (*in-gate*) 7,5 mm, (C) Diameter saluran masuk (*in-gate*) 10 mm.

Struktur mikro yang ada terdiri dari unsur Si (silicium/silikon) 9,84% dan Al (aluminium) 81,86%. Unsur Si (hitam) berbentuk kecil memanjang seperti jarum, sedangkan unsur Al berupa butiran besar berwarna putih. Pada foto mikro diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) 5 mm terlihat diameter butiran kristal cenderung lebih besar begitu juga dengan diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) 7,5 mm mempunyai bentuk butiran yang cenderung lebih besar, beda hal nya dengan diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) 10 mm struktur butiran lebih kecil dibandingkan dengan diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) 5 mm dan saluran masuk (*in-gate*) 7,5 mm. Dari sini kita simpulkan menurut dari hasil nilai kekerasannya bahwa semakin tinggi nilai kekerasan sebuah benda maka diameter bentuk butiran cenderung lebih kecil dan material semakin keras atau getas hal ini terbukti pada diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) 10 mm yang mempunyai nilai kekerasan paling tinggi, sedangkan bila nilai kekerasan lebih rendah maka diameter bentuk butiran akan semakin besar dan material akan semakin lunak, hal ini terbukti pada diameter ukuran saluran masuk (*in-gate*) 5 mm dan saluran masuk (*in-gate*) 7,5 mm.

3.4 Pengujian Kekerasan Brinell



Gambar 5. Titik keketasan spesimen

Pengujian kekerasan menggunakan *portable hardness (Brinnell)* dengan beban 500 kgf dan menggunakan penetrator bola 10 mm. Dilakukan pada 5 titik pada bagian spesimen.

Contoh perhitungan kekerasan Brinell (spesimen diameter saluran masuk (*in-gate*) 5mm)

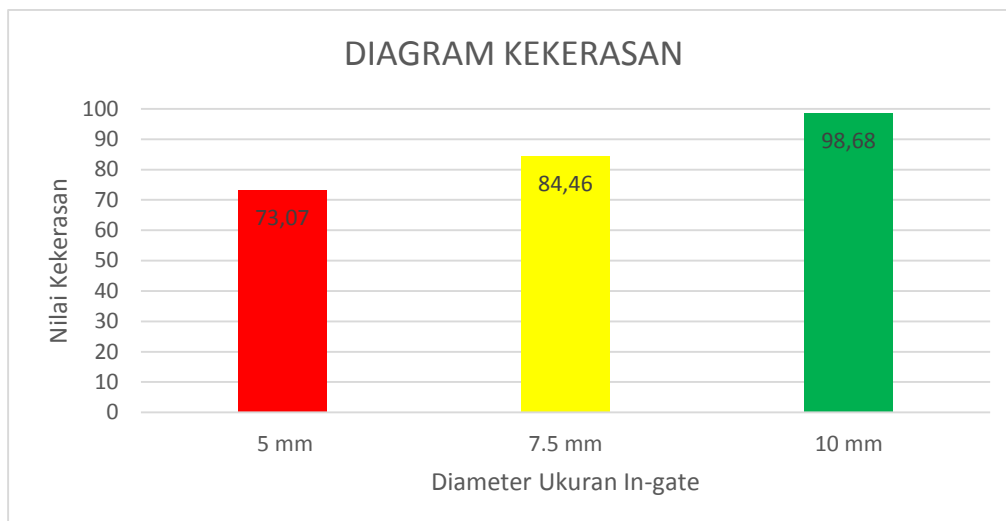
$$BHN = \frac{P}{\frac{\pi}{2}D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$BHN = \frac{500}{\frac{3,14}{2} \times 10 (10 - \sqrt{10^2 - 2,92^2})}$$

$$BHN = 73,07$$

Tabel 2 Hasil Uji kekerasan Brinell

No.	Diameter Ukuran In-gate	Kekerasan HB					Rata-rata HB
1.	5 mm	74,10	74,18	74,13	71,56	71,59	73,07
2.	7,5 mm	83,80	83,85	83,81	82,60	82,62	84,46
3.	10 mm	99,52	99,48	99,37	96,63	96,36	98,68



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Kekerasan

Dari grafik diatas dapat diketahui ukuran saluran masuk (*in-gate*) 10 mm mempunyai nilai kekerasan *Brinnell* tertinggi yaitu 98,68 BHN dan ukuran saluran masuk (*in-gate*) 7,5mm sebesar 84,46 BHN, dan nilai terendah pada ukuran saluran masuk (*in-gate*) 5mm yaitu sebesar 73,07 BHN. Hal tersebut terjadi karena cacat porositas menyebabkan kekerasan logam berkurang. Spesimen dengan bentuk ukuran saluran masuk (*in-gate*) 10 mm memiliki kekerasan tertinggi karena persentase porositasnya paling rendah dibanding dengan ukuran diameter saluran masuk (*in-gate*) lainnya

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini penulis dapat mengambil kesimpulan, yaitu :

- Dari hasil pengujian komposisi kimia ditemukan berupa alumunium (Al) 81,86%, (Si) 9,84% , (Fe) 6,54%, (Zn) 0,265, (Cu) 0,0856% dan unsur-unsur lainnya. Sehingga dari unsur yang ada pada material ini termasuk logam alumunium paduan silikon (Al-Si), karena unsur silikon (Si) merupakan paduan terbesar yaitu 9,84%.
- Dari hasil pengamatan bahwa cacat porositas terbesar pada spesimen diameter ukuran *in-gate* 5 mm dibandingkan dengan spesimen yang diameter ukuran *in-gate* 7,5 mm dan 10 mm. Pada pengujian struktur mikro

terdiri dari unsur Alumunium (Al) dan Silikon (Si). Unsur Alumunium (Al) berupa butiran besar berwarna putih, sedangkan Silikon (Si) berbentuk kecil memanjang seperti jarum.

- c. Dari hasil pengujian kekerasan bahwa rata-rata nilai tertinggi yaitu pada ukuran *in-gate* 10 mm yaitu 98,68 BHN, sedangkan untuk ukuran *in-gate* 7,5 mm sebesar 84,46 BHN dan yang terendah untuk ukuran *in-gate* 5 mm yaitu 73,07 BHN.

4.2 Saran

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

- a. Melakukan pembelajaran secara mendalam mengenai dasar-dasar teknik pengecoran logam sebagai referensi pendukung.
- b. Persiapan alat dan bahan supaya produk yang dihasilkan lebih bagus.
- c. Pada saat penelitian dilakukan kerja sama antar rekan sangat penting dalam dokumentasi, pembuatan spesimen, pengujian ataupun yang lainnya supaya mendapatkan data yang lebih akurat.
- d. Untuk mendapatkan hasil yang valid carilah tempat pengujian yang sudah terpercaya.
- e. Selalu awali dengan doa setiap melakukan sesuatu dan didasari niat yang ikhlas serta imbangi semangat yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Annual Book of ASTM Standart Section 3, 1994.

Adam. H. U. 2016., “*Pengaruh Variasi Media Cetakan Pasir, Cetakan Logam Dan Cetakan RCS (Resin Coated sand) Terhadap Produk Coran Alumunium*”, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Avner. Sidney. H.,1974, *Introduction to Physical Metalurgi*, edisi kedua, McGraw-Hill Book Company.

Budenski. K. Michael. 1999. *Journal of Materials*. The Institute of Materials.

- Murjoko. 2012. *“Kajian Letak Saluran Masuk (In-gate) Terhadap Cacat Porositas, Kekerasan dan Ukuran Butir Paduan Almunium Pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir”*, Tugas Akhir, Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Slamet. S. & Hidayat. T. 2010, *“Pengaruh Model Saluran Tuang Pada Cetakan Pasir Terhadap Hasil Coran Logam”*, Tugas Akhir, Teknik Mesin, Universitas Muria Kudus.
- Suhardi. 1992. *Teknologi Mekanik III (Proses Pengecoran Logam)*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Surdia. T. & Chijiwa, T., 1996. *Teknik Pengecoran Logam*, Edisi ke-2, Cetakan ke-7, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia. T. & Saito, S., 2013. *Bahan Teknik*, Edisi ke-2, Cetakan ke-7, PT. Pradnya Paramita, jakarta.
- Surdia. T., dan Chijiwa, K., 2000. *Teknik Pengecoran Logam*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tjitro. S., dan Gunawan, H. 2003. *Analisa Pengaruh Bentuk Penampang Riser Terhadap Cacat Porositas*, Volume 5, (Hal 1-4).
- Zuhry. N. 2017. *“Pengaruh Variasi ukuran saluran masuk (in-gate) terhadap hasil coran alumunium pada produk cover an valve dengan cetakan RCS (Resin Coated Sand)”*, Tugas Akhir, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.