

# Pengaruh model sistem saluran pada cetakan permanen terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran aluminium komponen motor listrik DC

Muhamad Suharno<sup>1</sup>, Rusiyanto<sup>2</sup>, Samsudin Anis<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

<sup>3</sup> Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

<sup>1</sup>suharnomuhammad93@gmail.com, <sup>2</sup>me\_rusiyanto@mail.unnes.ac.id,

<sup>3</sup>samsudin\_anis@mail.unnes.ac.id,

**ABSTRAK** : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem saluran pada cetakan permanen terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran aluminium. Penelitian dilakukan dengan membuat tiga sistem saluran. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Analisis data yang digunakan menggunakan analisis deskriptif. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa angka atau bilangan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, sedangkan data berupa gambar disajikan dalam bentuk tabel dan dideskripsikan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan model B memiliki struktur lebih halus dari model A, dan model C memiliki struktur paling halus diantara model A dan B. Hasil pengujian kekerasan *vickers* menunjukkan model saluran A memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu 100,4 VHN. Penuangan logam cair dalam waktu sesingkat mungkin akan mempengaruhi panjang alir dan proses pembekuan. Semakin cepat logam cair memenuhi rongga cetakan maka proses pembekuan akan semakin cepat, dan nilai kekerasan semakin tinggi.

**Kata Kunci**: Pengecoran, Aluminium, Sistem Saluran, Struktur Mikro, Kekerasan

## 1. Pendahuluan

Aluminium adalah logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik, densitas yang rendah, mudah dibentuk dan memiliki daya konduktivitas yang tinggi, baik sebagai penghantar panas maupun listrik. Aluminium dimanfaatkan dalam berbagai bidang, bukan hanya untuk peralatan rumah tangga tapi juga di pakai untuk keperluan industri. Aluminium banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, dapat dicor menjadi bermacam-macam bentuk dan mempunyai sifat dan tahan korosi. Produk-produk aluminium sering dihasilkan melalui proses pengecoran (*casting*) dan pembentukan (*forming*).

Pengecoran merupakan suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan *parts* dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri produk jadi (Hermawan, 2013). Untuk membuat coran yang baik harus dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, membuat cetakan, menuang dan membersihkan coran. Dalam persiapan

pengecoran perlu memperhatikan bahan cetakan yang berpengaruh signifikan terhadap panas tertinggi dari bahan dan fluks (Prabhu, 2004). Selain itu, kebersihan *furnace* juga perlu diperhatikan, Wang (2013) berpendapat bahwa *furnace* logam yang bersih dapat untuk melelehkan logam daur ulang dengan baik. Lebih lanjut Hines (2004) menambahkan bahwa kondisi dinding pembatas memainkan peran utama di dalam perlakuan termal selama pengecoran.

Akan tetapi dalam proses pengecoran logam masih banyak hasil coran yang tidak sesuai dan memiliki banyak cacat. Cacat dalam pengecoran logam dapat mempengaruhi struktur mikro dan kekerasan dari hasil coran. Dalam pengecoran logam terdapat beberapa hal yang mempengaruhi kualitas hasil coran dan mengurangi terjadi cacat coran, yaitu saluran turun, *riser*, temperatur tuang, proses penuangan, dan keadaan penuangan (Surdia, 2000).

Pengecoran aluminium dapat dilakukan dengan cetakan logam dan cetakan pasir. Metode pengecoran ditinjau dari jenis cetaknya dapat digolongkan menjadi metode pengecoran logam cetakan tetap dan tidak tetap. Proses pengecoran aluminium cetakan permanen yang baik menurut Manhardt (1991: 48) terjadi dalam empat langkah: persiapan permukaan cetakan dan cetakan ditutup, cetakan kemudian diisi dengan aluminium cair dengan tekanan yang dipertahankan untuk mengisi daerah susut, mengikuti aturan lama waktu yang telah ditentukan, dan pada langkah cetakan dibuka dan bagian padat diekstraksi.

Setiap jenis pengecoran memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga dalam pemilihan proses produksi dengan metode pengecoran harus mempertimbangkan dari berbagai sisi baik biaya, kualitas, fungsi dan lain-lain.

Roziqin (2012), melakukan penelitian tentang “pengaruh model sistem saluran pada proses pengecoran aluminium daur ulang terhadap struktur mikro dan kekerasan coran puli diameter 76 mm dengan cetakan pasir”. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa sistem saluran langsung di tengah paling tinggi nilai kekerasannya diantara sistem saluran yang lain yaitu sebesar 77,40 BHN. Kekerasan terendah terdapat pada sistem saluran pisah samping dengan lubang penambah yaitu sebesar 74,40 BHN. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk menghasilkan produk coran yang lebih baik pada proses pengecoran, salah satunya yaitu merencanakan sistem saluran, diantaranya saluran turun, *riser*, keadaan penuangan, dan lain-lain, dengan menggunakan cetakan logam, dengan tujuan masalah tersebut dapat teratasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh model sistem saluran terhadap porositas dan kekerasan hasil pengecoran aluminium komponen motor listrik DC.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah pendekatan atau penelitian eksperimen. Data hasil penelitian ini berupa

data hasil pengujian komposisi, cacat porositas, dan pengujian kekerasan dari pengecoran aluminium dengan model sistem saluran. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah statistik deskriptif.

### 2.1. Bahan Penelitian

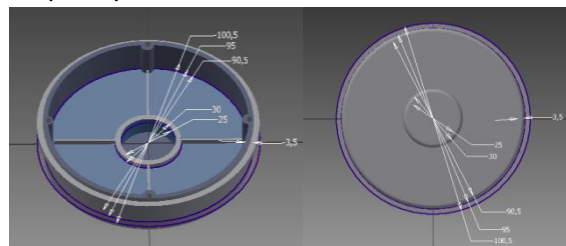
Bahan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu aluminium bekas dari sepatu rem dan piston sepeda motor, sedangkan bahan yang dipakai untuk membuat cetakan adalah besi ST 60.

### 2.2. Alat Penelitian

1. Dapur peleburan coran
2. Termokopel
3. Cetakan logam
4. Mesin bubut
5. Pahat bubut
6. Mata bor
7. Alat pengujian kekerasan (*vickers*)
8. Jangka sorong
9. Sarung tangan tahan api
10. Mesin frais
11. Alat uji struktur mikro

### 2.3. Desain komponen motor listrik DC

Komponen motor listrik yang akan dibuat berbentuk silinder memiliki diameter luar 100,5 mm, tinggi 20 mm, dan tebal 5 mm. seperti pada Gambar 1.



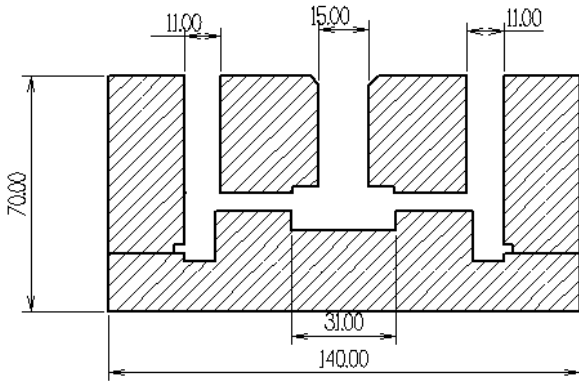
Gambar 1. Komponen Motor Listrik DC

### 2.4. Desain sistem saluran

Cetakan yang digunakan adalah cetakan logam, yang memiliki tiga macam model sistem saluran, seperti pada Gambar 1-3.

2.4.1. Model A

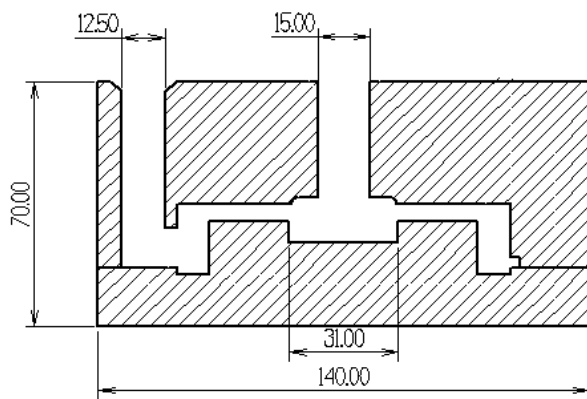
Merupakan saluran langsung dengan diameter 15 mm dan tiga riser berdiameter 11 mm. seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Model A

2.4.2. Model B

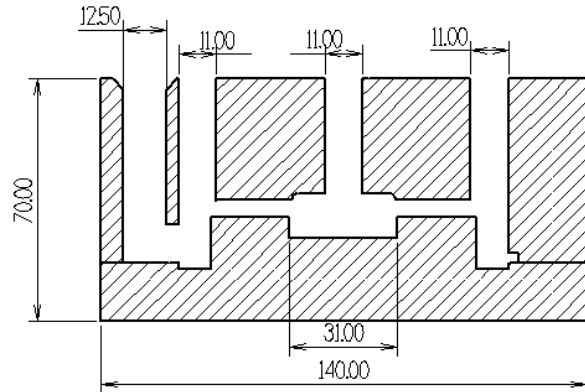
Merupakan saluran pisah dengan diameter 12,50 mm dan riser berdiameter 15 mm. seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Model B

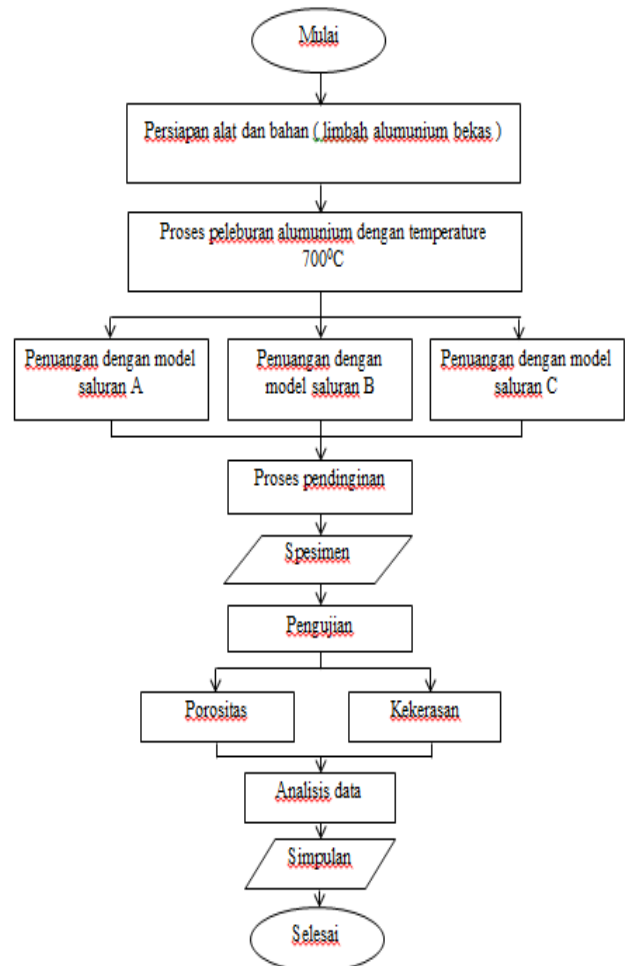
2.4.3. Model C

Merupakan saluran pisah dengan diameter 12,50 mm, dan tiga riser berdiameter 11 mm. seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Model C

2.5. Diagram alir penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Uji Komposisi Bahan

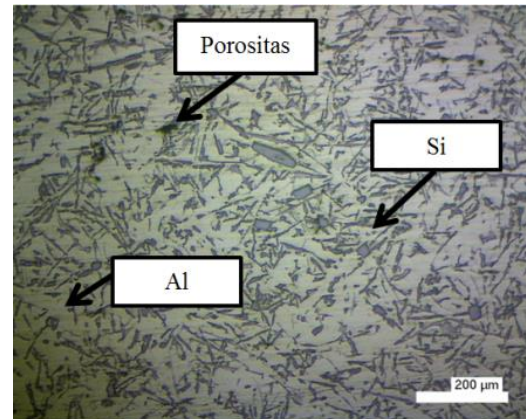
Hasil pengujian komposisi kimia di Laboratorium Logam Politeknik Manufaktur Ceper Klaten dengan menggunakan alat Spektrometer WAS (Portabel Spektrometer) dengan merk PMI Master Pro memberikan hasil pembacaan secara otomatis dari kandungan rata-rata komposisi kimia.

Tabel 1. Komposisi Kimia Hasil Pengecoran Aluminium Berbasis Sepatu Rem dan Piston Bekas

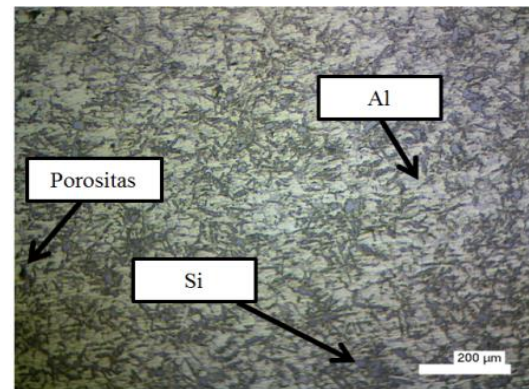
UNSUR	SAMPEL UJI	
	18/S4(%)	DEVIASI
Al	83,35	0,2515
Si	15,0	0,308
Fe	0,313	0,102
Cu	0,115	0,0047
Mn	0,0422	0,0040
Mg	<0,0500	<0,0000
Cr	0,0191	0,0064
Ni	<0,0200	<0,0000
Zn	0,0863	0,0613
Sn	0,0502	0,0004
Ti	0,0824	0,0142
Pb	<0,0300	<0,0000
Be	0,0002	0,0001
Ca	0,0090	0,0047
Sr	<0,0005	<0,0000
V	<0,0100	<0,0000
Zr	<0,817	<0,131

#### 3.2. Hasil Uji Struktur Mikro

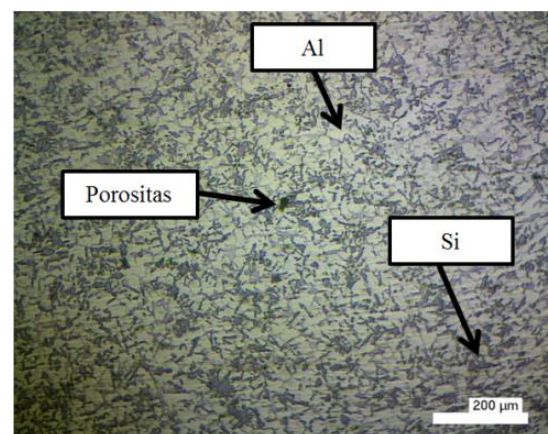
Pengujian struktur mikro dilakukan dengan mengamati menggunakan alat uji struktur mikro dengan perbesaran 100x. Spesimen yang diuji merupakan hasil pengecoran aluminium menggunakan cetakan permanen dengan 3 model saluran yaitu saluran A, B dan C dan sudah dipotong dan dibentuk sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 6. Struktur Mikro Model A



Gambar 7. Struktur Mikro Model B



Gambar 8. Struktur Mikro Model C

3.3. Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*

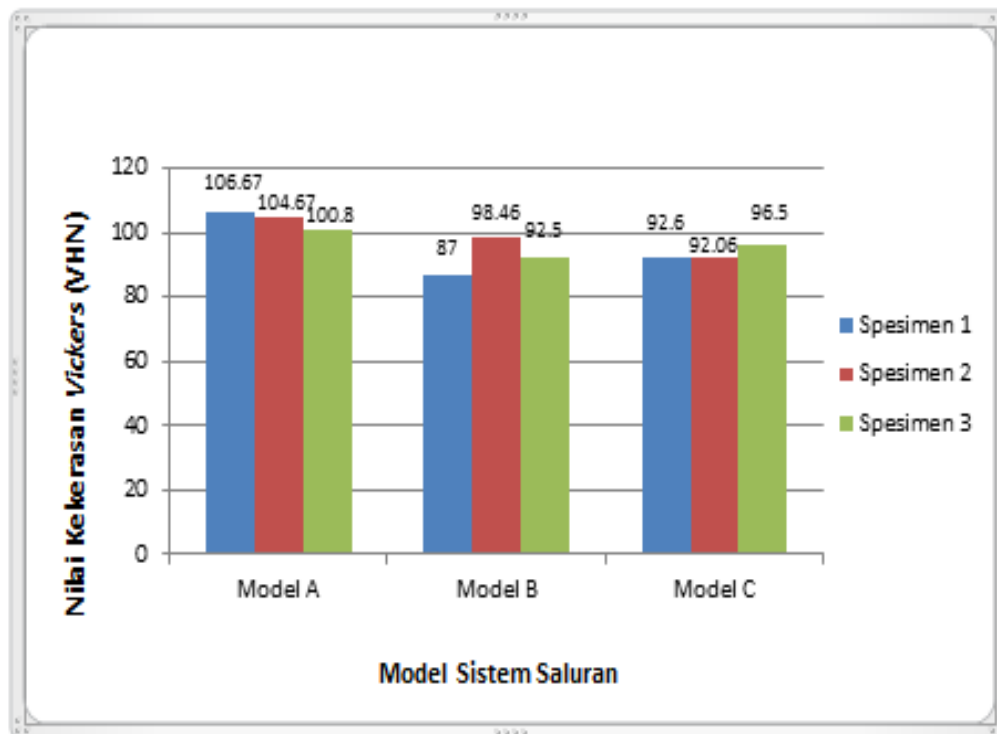
Pengujian kekerasan dilakukan dengan menguji spesimen dari ke tiga sistem saluran menggunakan indentor berbentuk piramida intan dengan pembebanan

sebesar 200 kgf selama 10 detik. Nilai kekerasan diperoleh dari nilai rata-rata tiga spesimen untuk masing-masing sistem saluran. Setiap spesimen akan diuji tiga titik penekanan, sehingga menghasilkan data kekerasan seperti pada Tabel 3.

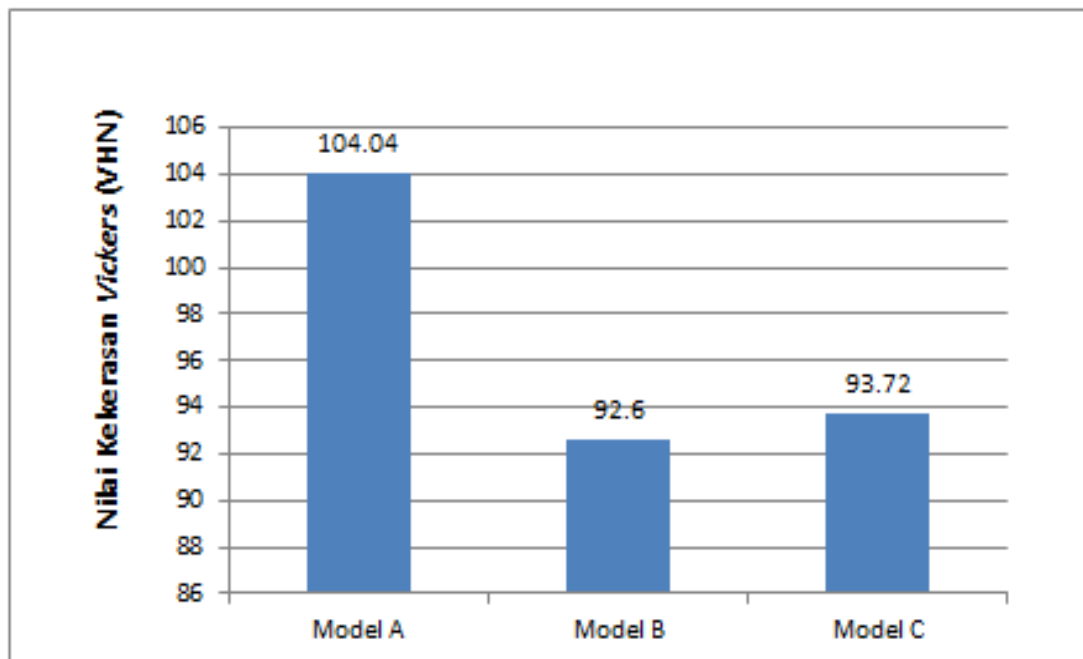
Tabel 3. Data Rata-rata Hasil Pengujian *Vickers*

No	Model sistem saluran	Spesimen	Angka Kekerasan <i>Vickers</i> (VHN) pada Titik ke-			Mean (VHN)	Rata-rata model sistem saluran (VHN)
			1	2	3		
1	Saluran A	1	104	109	107	106,67	104,04
		2	106	107	101	104,67	
		3	103	98,4	101	100,8	
2	Saluran B	1	85,1	88,6	87,3	87	92,6
		2	96,4	95	104	98,46	
		3	94,9	94,1	88,5	92,5	
3	Saluran C	1	93	91,3	93,6	92,6	93,72
		2	89,1	95,9	91,2	92,06	
		3	96,8	98,4	94,3	96,5	

Data hasil pengukuran pengujian kekerasan pada tabel di atas agar mudah dalam pembacaannya, maka dibuat dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers*



Gambar 10. Grafik Rata-rata Nilai Kekerasan *Vickers*

### 3.4. Pembahasan

#### 3.4.1. Komposisi Bahan

Hasil pengujian komposisi kimia berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa spesimen aluminium hasil coran memiliki 17 unsur penyusun. Berdasarkan presentase unsur penyusunnya, jenis aluminium paduan ini dikategorikan kedalam aluminium paduan silikon (Al-Si), karena unsur silikon (Si) memiliki presentase terbesar yaitu 15% sehingga aluminium paduan ini termasuk *Hypereutectic*, dengan nomor seri mendekati 4032.

#### 3.4.2. Analisis Struktur Mikro

Berdasarkan hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa ada perbedaan struktur yang terjadi pada setiap hasil cor masing-masing model saluran. Model A mempunyai struktur paling kasar diantara model B dan C, sedangkan model B mempunyai struktur halus yang hampir sama dengan model C, dan model C yang paling halus. Hasil struktur mikro juga menunjukkan ketiga model tersebut memiliki cacat porositas.

Model A memiliki porositas paling banyak dibandingkan dengan model B, dan yang paling sedikit porositasnya adalah model C. Cacat porositas terjadi akibat gas yang terbawa dalam logam cair selama proses pengecoran terjebak di dalam rongga cetakan. Banyaknya porositas pada model A disebabkan karena model ini merupakan saluran langsung yang memiliki diameter saluran masuk 15mm dan memiliki 3 riser dengan diameter 11mm, sehingga gas/udara lebih mudah terbawa dalam aliran logam. Sedangkan model B merupakan saluran pisah dengan diameter saluran masuk 12,5mm dengan riser berdiameter 15mm, dan model C merupakan saluran pisah dengan saluran masuk berdiameter 12,5mm dan 3 riser berdiameter 11mm, sehingga udara yang masuk pada aliran logam lebih sedikit dibandingkan dengan model A.

#### 3.4.3. Analisis Kekerasan *Vickers*

Hasil perhitungan nilai kekerasan *vickers* menunjukkan bahwa model sistem saluran

pada cetakan permanen berpengaruh terhadap nilai kekerasan hasil pengecoran aluminium. Berdasarkan Gambar 10 grafik rata-rata nilai kekerasan *vickers* yang telah diperoleh menunjukkan bahwa model A memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu 100,4 VHN, model C dengan nilai kekerasan sebesar 93,72 VHN, dan nilai kekerasan terendah terdapat pada model B yaitu sebesar 92,6 VHN.

Nilai kekerasan bisa berhubungan dengan kecepatan penuangan dengan waktu pembekuan. Penuangan logam cair dalam waktu sesingkat mungkin akan mempengaruhi panjang alir dan proses pembekuan. Semakin cepat logam cair memenuhi rongga cetakan maka proses pembekuan akan semakin cepat.

Hal inilah yang menyebabkan kekerasan pada model A mempunyai nilai kekerasan yang paling tinggi karena model ini merupakan saluran langsung dengan diameter saluran masuk 15 mm dan tinggi 33 mm, sedangkan model B dan C adalah saluran pisah dengan diameter saluran masuk 12,5 mm dan tinggi 53mm, sehingga volume coran dari model A lebih kecil daripada model B dan C yang menyebabkan laju pembekuan pada model A lebih cepat.

Saluran masuk yang lebih besar menyebabkan kecepatan aliran logam cair menjadi lebih cepat sehingga menyebabkan terjadi turbulen dan logam cair tidak dapat mengalir dengan sempurna, hal inilah yang menyebabkan nilai kekerasan lebih tinggi (Sumpena,2016).

Selain itu volume coran yang lebih kecil berpengaruh terhadap laju pembekuan. Semakin kecil volume coran maka semakin cepat laju pembekuannya sehingga nilai kekerasannya tinggi dan sebaliknya (Roziqin,2012).

#### 4. Simpulan dan Saran

##### 4.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh model sistem saluran pada cetakan permanen terhadap struktur mikro dan kekerasan hasil pengecoran komponen motor listrik DC dapat diambil simpulan sebagai berikut:

4.1.1. Model sistem saluran pada cetakan permanen mempunyai pengaruh terhadap struktur mikro hasil pengecoran komponen motor listrik DC. Dari hasil pengamatan struktur mikro pada ketiga model tersebut model A memiliki struktur mikro paling kasar dibandingkan model B, sedangkan model C paling halus. Selain itu berdasarkan tabel gambar struktur mikro dari ketiga model juga terdapat cacat porositas. Spesimen model A memiliki porositas yang paling tinggi dibandingkan dengan model B dan model C memiliki porositas paling rendah.

4.1.2. Model sistem saluran pada cetakan permanen mempunyai pengaruh terhadap nilai kekerasan hasil pengecoran komponen motor listrik DC. Hasil pengujian kekerasan *vickers* menunjukkan model sistem saluran A memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar 100,4 VHN, dan nilai rata-rata terendah ada pada model sistem saluran B sebesar 92,6 VHN.

##### 4.2. Saran

Setelah melakukan penelitian adapun saran yang diberikan sebagai berikut:

4.2.1. Apabila menginginkan hasil pengecoran yang memiliki kekerasan yang lebih tinggi, gunakanlah model A.

4.2.2. Apabila menginginkan hasil pengecoran yang lebih sedikit porositasnya gunakanlah model C.

4.2.3. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis disarankan menggunakan variasi temperatur cetakan logam dan temperatur tuang.

4.2.4. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut untuk desain model cetakan logam agar dapat melepas hasil coran dengan mudah.

4.2.5. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan serbuk *degasser* untuk mengurangi jumlah cacat porositas.

## 5. Daftar Pustaka

- Hermawan, P. Sabdo, P. Helmy, R. Sri. 2013. Analisa pengaruh variasi temperatur tuang pada pengecoran squeeze terhadap struktur mikro dan kekerasan produk sepatu kampas rem dengan bagan alumunium (Al) silicon (Si) daur ulang. *Jurnal teknik mesin*. 9(2): 10-15.
- Hines, Joy A. 2004. *Determination of Interfacial Heat-Transfer Boundary Conditions in an Aluminum Low-Pressure Permanent Mold Test Casting*. *Journal of Metallurgical and Materials Transactions B*. Vol 35B : 299-305.
- Manhardt, P.D., and A. J. Baker. 1991. *Permanent Mold Aluminium Wheel Casting Optimization Via a Finite Element Simulation*. Springer: Berlin.
- Prabhu, K. Narayan and K.M. Suresha. 2004. *Effect of Superheat, Mold, and Casting Materials on the Metal/Mold Interfacial Heat Transfer During Solidification in Graphite-Lined Permanent Mold*. *Journal of Materials Engineering and Performance*, vol 13 (5): 619-626.
- Roziqin, K, 2012. Pengaruh Model Sistem Saluran pada Proses Pengecoran Alumunium Daur Ulang terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Coran Puli Diameter 76 mm dengan Cetakan Pasir. *Jurnal Teknik Mesin* 8(1): 33-39.
- Sumpena. 2016. Pengaruh variasi dimensi saluran tuang terhadap fluiditas, porositas dan kekerasan pengecoran dengan bahan baku alumunium bekas. *Jurnal teknik mesin*. 15(1): 24-31.
- Surdia, T dan K. Chijiwa. 2000. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wang, Y., D. Neff., D. Schwam, X. Zhu, and C. Chen. 2013. *Optimization of permanent mold mechanical property test bars in A356 alloy using a new mold design International*. *Journal of Metalcasting*, Summer 2013: 25-40.