

**PENGARUH VARIASI JUMLAH SALURAN MASUK TERHADAP  
STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KETANGGUHAN  
PENGECORAN *PULLEY* PADUAN ALUMINIUM Al-Si  
MENGUNAKAN CETAKAN PASIR**

**Sinung Khoirrudin, Budi Harjanto, & Suharno**

Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan, Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419  
email : *sinungkhoirrudin@gmail.com*

**ABSTRACT**

*Result of cast pulley which better and high quality for mainly manufacture industry absolutely needed, so that the process of casting a nice, efficient, and economical to increase the yield and reduce the waste production. Casting is formed of a material by means of a metal melt and pour into the cavity desire with what we want. The purposes of the research were (1) to investigate the effect of the variation ingate the micro structure as the results of pulley aluminum casting bean using sand molds, (2) to investigate effect of the variation ingate toward the hardness of the results of pulley aluminum casting using sand molds, (3) to investigate the effect of the variation ingate toward the impact strength in the result of pulley aluminum casting using sand molds. This research used experimental method that contains one free variable (variable of the number of channel entering) and three factors of bond variables (micro structure, hardness and strength impact). The object of the research was the result of pulley casting from aluminum ingot Al-1,15%Si, and 2,01%Zn. The data analysis of this research is using descriptive data analysis, which is explaining the result of the research graphically on the table, histogram and micro structure. As the input parameter in data analysis, covers: variation ingate (1 ingate, 2 ingate, 3 ingate) micro structure, hardness, and the strength impact. Based on the research, it can be concluded that micro structure in the pulley aluminum casting with 1 ingate indicate metric Al-Si that has rare granular distance. Si that grouped form would be created large silicon granules phase. Micro structure in the pulley aluminum casting with 2 ingate indicates close Al-Si metric and the Si granule size is smooth. Micro structure in the pulley aluminum casting with 3 ingate shows close Al-Si metric and the size of the Si granules are smooth and spread evenly. The highest hardness result of pulley aluminum is on pulley with 3 ingate, it is 71, 6 VHN, then pulley aluminum with 2 ingate is 63,4 VHN, and the lowest result of the hardness is on the pulley aluminum with 1 ingate, it is 51,4 VHN. The highest result of the strength impact is on the pulley casting with 1 ingate, it is 0,077 J/mm<sup>2</sup>, then pulley with 2 ingate; it is 0,058 J/mm<sup>2</sup>, and the lowest result of the strength impact is on the pulley casting with 3 ingate, it is 0,054 J/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *ingate, Al-Si, micro structure, hardness, impact strength.*

## A. PENDAHULUAN

Aluminium adalah salah satu logam *non ferro* yang sangat luas penggunaannya dalam bidang industri. Sifat-sifat penting yang menyebabkan dipilihnya aluminium adalah ringan, tahan korosi, penghantar panas dan listrik yang baik. Oleh karena itu aluminium banyak digunakan pada peralatan rumah tangga dan komponen mesin yang memiliki sifat ringan seperti *pulley*, *impeller* turbin, *velg*, piston, dan lain sebagainya.

Aluminium lebih banyak dipakai sebagai paduan dari pada sebagai logam murni, dikarenakan aluminium tidak kehilangan sifat ringan dan sifat-sifat mekanisnya dan mampu cornya diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lainnya. Unsur paduan pada aluminium diantaranya: tembaga, mangan, silisium, magnesium, nikel, dan sebagainya (Surdia dan Kenji, 1986).

Tingginya penggunaan logam aluminium di industri *manufacture* tidak lepas dari teknologi pengecoran yaitu membentuk suatu material logam dengan cara mencairkan logam dan menuangkan ke rongga cetak yang berbentuk sesuai material logam yang diinginkan (Akuan A, 2010). Untuk membuat coran harus dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, pembuatan cetakan pasir, penuangan, dan pembongkaran (Wibowo, 2012).

Pengecoran yang paling banyak digunakan di *home industry* adalah pengecoran cetakan pasir (*sand casting*). (Suhardi, 1992). Pengecoran ini menggunakan cetakan yang terbuat dari pasir dan hanya dipakai sekali. Pasir yang dipakai dapat dibentuk lagi menjadi cetakan. Pengecoran dengan cetakan yang terbuat dari pasir memiliki keunggulan biayanya yang murah, mudah dalam

pengerjaannya, dapat membuat benda benda kerja yang bentuknya rumit dan berukuran besar.

Hasil coran aluminium yang digunakan pada komponen mesin, masih banyak yang mengalami kerusakan sehingga dilakukan pergantian komponen. Penggantian komponen ini, salah satunya disebabkan oleh beban yang diterima komponen mesin secara terus menerus dan cacat hasil coran. Komponen mesin ini salah satunya adalah *pulley*.

*Pulley* merupakan komponen penting yang sebagian besar jenis mesin menggunakannya yang berfungsi sebagai alat untuk mentransmisikan daya. Masalah umum dalam pengecoran *pulley* adalah cacat produk coran, sehingga kualitas *pulley* kurang baik dan mengurangi umur *pulley*. Cacat coran tersebut dipengaruhi oleh banyak hal salah satunya adalah desain sitem saluran yang kurang baik (Kusharjanto, Ariawan, & Murjoko, 2011).

Hasil coran *pulley* yang baik dan berkualitas untuk memenuhi kebutuhan konstruksi di industri *manufacture* mutlak diperlukan. Penggunaan jenis cetakan, sistem saluran, temperatur penuangan yang tepat berpengaruh terhadap kualitas hasil coran.

Salah satu solusi yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan kualitas hasil coran *pulley* yaitu analisis penelitian jumlah saluran masuk terhadap sifat fisis dan mekanis hasil coran *pulley*. Saluran masuk adalah saluran yang langsung terhubung dengan rongga cor yang berfungsi untuk mengalirkan logam cair kedalam rongga cetak.

Sifat fisis dan mekanis hasil coran *pulley* aluminium sangat diperhitungkan sekali untuk konstruksi

diantaranya struktur mikro, kekerasan dan ketangguhan *pulley*. Proses sistem pengecoran *pulley* yang baik akan membawa dampak kualitas pada produk coran.

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai ketahanan suatu bahan untuk menahan goresan, penetrasi, atau penekanan. Pada beberapa literatur kekerasan didefinisikan juga sebagai ukuran ketahanan bahan terhadap perubahan bentuk tetap (Suharno, 2007). Pengujian impak adalah suatu pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap pembebanan kejut (*shock resistance*), seperti kerapuhan yang disebabkan oleh perlakuan panas atau sifat kerapuhan dari produk tuangan (*casting*) serta pengaruh bentuk dari produk tersebut (Sudjana, 2008).

Pemeriksaan struktur mikro memberikan informasi tentang bentuk struktur, dan ukuran butir. Pengujian kekerasan dengan sistem *Vickers* merupakan salah satu metode pengujian kekerasan yang bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material terhadap kerucut intan  $136^{\circ}$  (indentor) yang ditekan pada permukaan material uji. Pengujian Ketangguhan impak adalah pengujian untuk mengetahui kemampuan bahan terhadap beban kejut (Sudjana, 2008).

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi jumlah saluran masuk terhadap struktur mikro *pulley* hasil coran Al-Si.
2. Mengetahui pengaruh variasi jumlah saluran masuk terhadap kekerasan *pulley* hasil coran Al-Si.
3. Mengetahi pengaruh variasi jumlah saluran masuk terhadap

ketangguhan impak *pulley* hasil coran Al-Si.

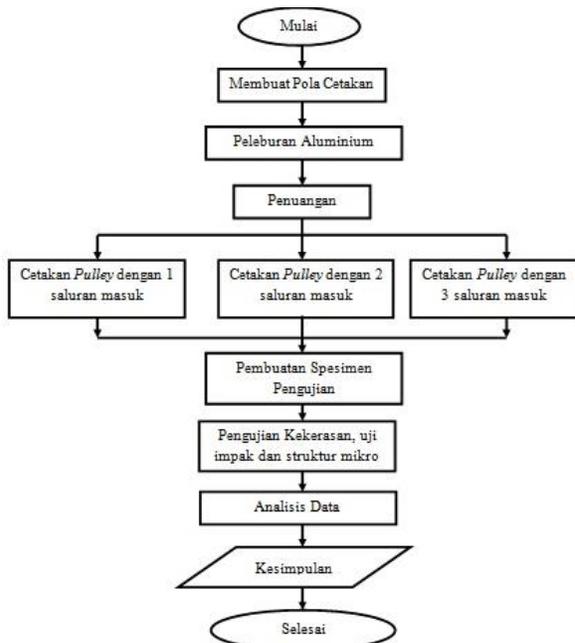
## B. METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan di dalam penelitian adalah aluminium *ingot* dan pasir yang digunakan adalah pasir juwana.

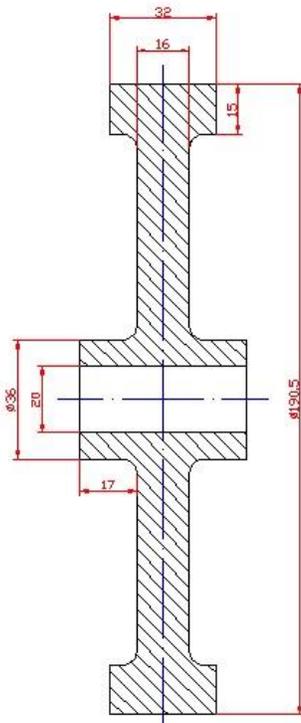
Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan merupakan penelitian deskriptif yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen di laboratorium terhadap sejumlah benda uji. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekerasan, struktur mikro, dan ketangguhan impak hasil coran *pulley* paduan aluminium setelah dilakukan variasi jumlah saluran masuk saat pengecoran yaitu 1 saluran masuk, 2 saluran masuk, dan 3 saluran masuk. Untuk mengetahui komposisi kimia hasil coran menggunakan *spectrometer*. Untuk mengetahui besar angka kekerasan digunakan alat uji kekerasan *Vickers*. Untuk mengetahui struktur mikro dari hasil coran aluminium ini digunakan *mikroskop optic*, sedangkan untuk mengetahui nilai ketangguhan impak *pulley* ini digunakan mesin uji *impak charpy*. Data yang diperoleh dari pengujian dimasukkan ke dalam tabel untuk dianalisis dan ditarik kesimpulannya.

## Bagan Alur Proses Eksperimen

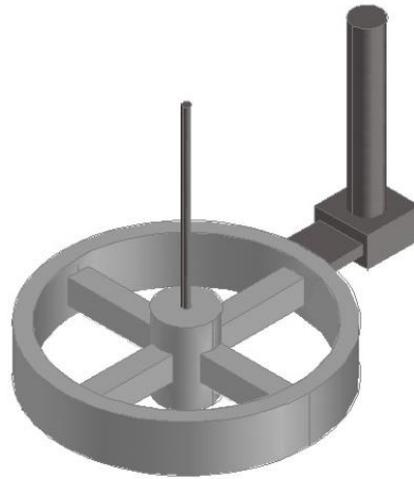


Gambar 1. Bagan Alur Eksperimen

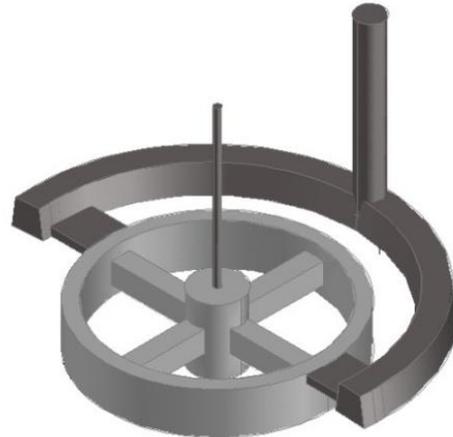
## Rencana Desain *Pulley*



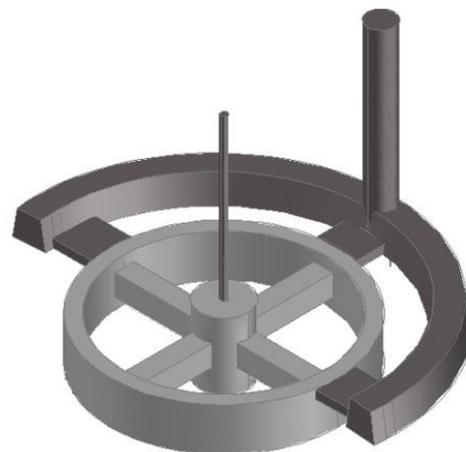
Gambar 2. Dimensi *pulley*  
Desain saluran masuk *pulley*



Gambar 3. *Pulley* 1 Saluran Masuk



Gambar 4. *Pulley* 2 Saluran Masuk



Gambar 5. *Pulley* 3 Saluran Masuk

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN Hasil Uji Komposisi Kimia

**Tabel 1.** Data Hasil Uji Komposisi Kimia.

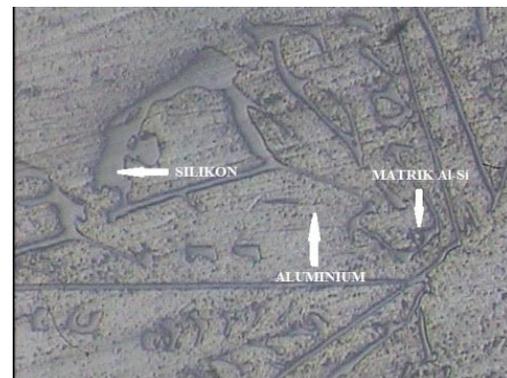
Unsur	Berat (%)
Al	94,45
Si	1,15
Fe	0,848
Cu	0,214
Mn	0,852
Mg	0,136
Cr	0,144
Ni	0,0239
Zn	2,01
Sn	<0,05
Ti	0,0143
Pb	<0,03
Be	<0,0001
Ca	0,0456
Sr	<0,0005
V	0,0405
Zr	<0,003

#### Pembahasan Pengujian Komposisi Kimia

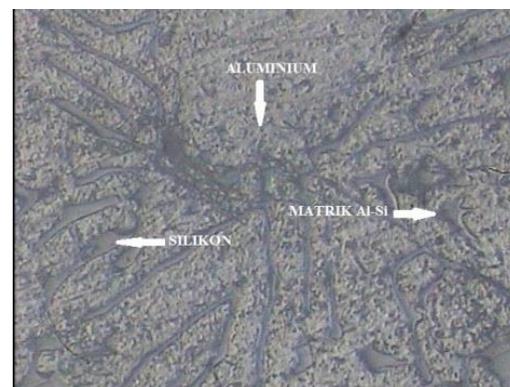
Dari hasil pengujian komposisi kimia pada hasil coran *pulley* aluminium diperoleh unsur yang terkandung dalam aluminium coran sebanyak 17 unsur. Dari 17 unsur kimia yang terdeteksi terlihat bahwa ada 3 unsur yang diperlukan dan yang lain merupakan unsur ikutan. Unsur yang diperlukan dari uji komposisi hasil coran *pulley* aluminium terdapat pada unsur aluminium (Al), silikon (Si), dan seng (Zn) yaitu 94,45% Al, 1,15% Si, dan 2,01% Zn. Kandungan unsur yang dominan dalam aluminium ini akan memberikan pengaruh terhadap hasil coran aluminium. Unsur Si berpengaruh dalam meningkatkan kekerasan dan mereduksi cacat retak (*cracking*). Unsur Zn berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan alir logam (Wibowo, 2012).

#### Hasil Pengamatan Struktur Mikro

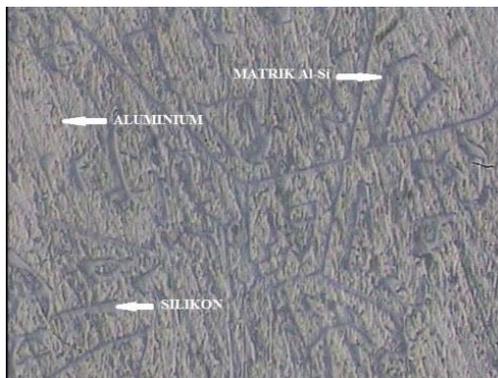
Struktur mikro yang terjadi pada aluminium coran, sangat ditentukan oleh temperatur pemanasan pada saat pengecoran, laju pendinginan setelah pengecoran, laju pembekuan dan tergantung pada komposisi kimia, logam induk, logam pengisi, dan perlakuan yang diterapkan pada aluminium tersebut (Geger kokok, 2013). Berikut hasil foto mikro pengaruh variasi jumlah saluran masuk pada hasil coran *pulley* aluminium:



**Gambar 6.** Struktur mikro pada *pulley* dengan 1 saluran masuk



**Gambar 7.** Struktur mikro pada *pulley* dengan 2 saluran masuk



**Gambar 8.** Struktur mikro pada *pulley* dengan 3 saluran masuk

### Pembahasan Hasil Pengamatan Struktur Mikro

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop optik menunjukkan adanya perubahan struktur dari perlakuan variasi jumlah saluran masuk. Struktur mikro hasil coran *pulley* aluminium dengan 1 saluran masuk dapat dilihat pada gambar 6, dimana terdapat kandungan matrik Al-Si yang jumlahnya terlihat lebih sedikit dan tidak mendominasi pada permukaan *pulley* aluminium. Matrik Al-Si yang terbentuk pada 1 saluran masuk ini cenderung menggumpal dengan ukuran butiran yang lebih besar dan jarak antar butirannya renggang.

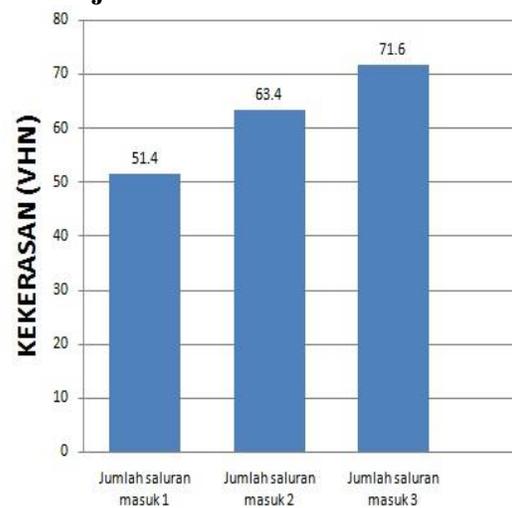
Struktur mikro hasil coran *pulley* aluminium dengan 2 saluran masuk dapat dilihat pada gambar 7, dimana terdapat kandungan matrik Al-Si yang terlihat lebih banyak jumlahnya dibandingkan dengan 1 saluran masuk. Matrik Al-Si yang terbentuk pada 2 saluran masuk agak menggumpal sehingga membentuk ukuran fasa butiran silikon yang lebih halus dibandingkan dengan 1 saluran masuk.

Struktur mikro pada *pulley* aluminium dengan 3 saluran masuk didominasi oleh butiran matrik Al-Si

yang berwarna gelap dengan ukuran kecil seperti jarum dengan jarak yang rapat dan mengelompok. Butiran silikon yang terdapat pada *pulley* aluminium dengan 3 saluran masuk ini sangat halus dan tidak begitu mendominasi pada hasil coran.

Bentuk serta ukuran partikel Si inilah yang berpengaruh terhadap kekuatan mekanik dari paduan Al-Si (Dobranzanski, 2006).

### Hasil Uji Kekerasan



**Gambar 9.** Histogram Hasil Uji Kekerasan

### Pembahasan Hasil Uji Kekerasan

Dari gambar 9 diketahui bahwa harga kekerasan rata-rata hasil coran *pulley* aluminium semakin meningkat dari hasil coran *pulley* aluminium dengan 1 saluran masuk menuju hasil coran *pulley* aluminium dengan 3 saluran masuk. Peningkatan nilai kekerasan pada hasil coran *pulley* aluminium ini dipengaruhi oleh laju pembekuan. Peningkatan kekerasan ini ditunjukkan pada formasi foto struktur mikro yang terbentuk dari variasi saluran masuk yang diberikan.

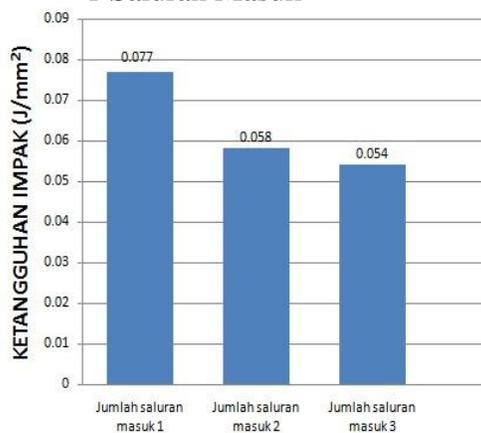
Dari gambar struktur mikro pada variasi saluran masuk yang

diberikan (gambar 6 – 8) terlihat bahwa matrik Al-Si yang terbentuk semakin banyak dan butiran Si yang terbentuk semakin halus seiring bertambahnya jumlah saluran masuk. Semakin banyaknya matrik Al-Si dan butiran partikel Si yang semakin halus inilah yang membuat hasil coran *pulley* aluminium 3 saluran masuk memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan 2 saluran masuk dan 1 saluran masuk.

Struktur butiran silikon yang besar berpengaruh terhadap sifat mekanis logam (Dwiyanto, 2010). Semakin halusnya Si yang terbentuk seiring meningkatnya jumlah saluran masuk karena dengan jumlah saluran masuk ke rongga cetakan yang lebih banyak maka logam cair yang mengisi rongga cetak semakin cepat sehingga laju pembekuan yang terjadi semakin cepat pula. Semakin cepatnya laju pembekuan aluminium, terbentuk struktur matrik Al-Si yang mendominasi dan silikon yang semakin halus sehingga meningkatkan nilai kekerasannya.

### Hasil Uji Ketangguhan

**Tabel 5.** Harga Impak Hasil Coran *Pulley* 1 Saluran Masuk



**Gambar 10.** Histogram Hasil Uji Ketangguhan Impak

### Pembahasan Hasil Uji Ketangguhan

Dari gambar 10 diketahui bahwa harga ketangguhan impak rata-rata hasil coran *pulley* aluminium semakin menurun dengan bertambahnya jumlah saluran masuk. Ketangguhan bahan merupakan kemampuan bahan terhadap beban kejut (Sudjana, 2008). Ketangguhan impak rata-rata dari setiap perlakuan variasi jumlah saluran masuk yaitu 1 saluran masuk 0,077 J/mm<sup>2</sup>, 2 saluran masuk 0,058 J/mm<sup>2</sup>, dan 3 saluran masuk 0,054 J/mm<sup>2</sup>. Penurunan nilai ketangguhan impak pada hasil coran *pulley* aluminium ini dikarenakan perubahan tingkat keuletan atau kegetasan hasil coran *pulley* aluminium. Bahan yang memiliki sifat ulet memiliki nilai ketangguhan impak yang tinggi sedangkan bahan yang memiliki sifat getas memiliki nilai ketangguhan impak yang rendah. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap ketangguhan impak pada hasil coran *pulley* aluminium, diperoleh hasil bahwa dengan bertambahnya jumlah saluran masuk, menyebabkan kekerasan meningkat dan menjadikan *pulley* bersifat semakin getas.

### D. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data dengan mengacu pada perumusan masalah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jumlah saluran masuk pada hasil coran *pulley* aluminium yang paling optimal untuk meningkatkan kualitas struktur mikro yaitu pada jumlah saluran masuk 3. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian bahwa struktur mikro yang terbentuk dari jumlah saluran masuk 3 memiliki butiran Al-Si yang berbentuk panjang seperti

jarum yang berwarna gelap tersebar merata di permukaan aluminium .

2. Jumlah saluran masuk pada hasil coran *pulley* aluminium yang paling optimal untuk meningkatkan kualitas kekerasan yaitu pada jumlah saluran masuk 3. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian nilai kekerasan rata-rata pada saluran masuk berjumlah 3 yaitu 71,6 VHN, sedangkan nilai kekerasan rata-rata pada saluran masuk berjumlah 2 dan 1 yaitu 63,4 VHN dan 51,4 VHN.
3. Jumlah saluran masuk pada hasil coran *pulley* aluminium yang paling optimal untuk meningkatkan kualitas ketangguhan impak yaitu pada jumlah saluran masuk 1. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian nilai ketangguhan impak rata-rata pada saluran masuk 1 yaitu 0,077 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai ketangguhan impak rata-rata pada saluran masuk berjumlah 2 dan 3 yaitu 0,058 J/mm<sup>2</sup> dan 0,054 J/mm<sup>2</sup>.

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Akuan, A (2010). *Teknik Pengecoran & Peleburan Logam (Modul Praktikum)*. Bandung.
- Dobrzanski, L. A., Borek, Maniara R., 2006, *influence of the crystallization condition on Al-Si-Cu casting alloys structure*, Division of Materials Processing Technology and Computer Technique in Materials Science, Institute of Engineering Materials and Biomaterials, Silesian University of Technology, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Poland.
- Dwiyanto, (2010). *Pengaruh Perbedaan Casting Modulus Coran Terhadap Kekerasan Serta Struktur Mikro Hasil Proses Pengecoran Cetakan Pasir Paduan Aluminium*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Kokok Geger C J R (2010). *Pengaruh Variasi Suhu Tuang Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Hasil Remelting Aluminium Tromol Supra X Dengan Cetakan Logam*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Kusharjanto B, Ariawan D, Murjoko. (2011). *Kajian Letak Saluran Masuk (Ingate) Terhadap Cacat Porositas, Kekerasan, Dan Ukuran Butir Paduan Aluminium Pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir*. Mekanika Vol 10 No 1, September 2011, Surakarta.
- Sudjana H. (2008). *Teknik Pengecoran Logam Jilid 3 (Buku Sekolah Elektronik)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Suharno. (2007). *Metalurgi Fisik dan Mekanik (Diktat Kuliah)*. Surakarta: UNS Pres.
- Suhardi. (1992). *Teknologi Mekanik III (Proses Pengecoran Logam)*. Surakarta: UNS Pres.
- Surdia, T. & Chijiwa, K. (1986). *Teknik Pengecoran Logam (Cetakan Kelima)*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wibowo A. D. (2012). *Pengaruh Variasi Jenis Cetakan Dan Penambahan Serbuk Dry Cell Bekas Terhadap Porositas Hasil Remelting Al-Si Berbasis Piston Bekas*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.