

## **PENGARUH TEMPERATUR TUANG TERHADAP POROSITAS, STUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN DARI ALUMINIUM WAJAN NAGARA DAN WAJAN JAWA MENGGUNAKAN PENGECORAN EVAPORATIF**

**Nanang Yuono<sup>1)</sup>, Rudi Siswanto<sup>2)</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Akhmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

Email: nanangyuono@gmail.com

### **Abstract**

Aluminum and its alloys are the second largest metal materials used after steel. Applications and aluminum alloys are very diverse ranging from building vehicle bodies engine components components to ships to applications on airplanes. The strength and hardness of high aluminum alloys, one of the applications of aluminum as a component in the motor is as an ingredient for making alloy wheels, more specifically aluminum alloys. Used aluminum can be obtained from the remnants of the industry making aluminum doors, windows and frames, making aluminum shelves and storefronts, and other products with aluminum profiles as the main material. many of them use aluminum scrap as their main casting material to reduce production costs. Evaporative or casting casting using Styrofoam or a lost foam casting pattern is a casting using a material pattern that can evaporate when exposed to molten metal heat. Casting uses a temperature of 650°C, 700°C, 750°C, 800°C. The results of casting temperatures can affect porosity, microstructure, and hardness.

**Keywords:** Pour Temperature, Wheels, Evaporative Metal Casting

### **Abstrak**

Aluminium dan paduannya adalah bahan logam terbesar kedua yang digunakan setelah baja. Aplikasi dan paduan aluminium sangat beragam mulai dari pembuatan komponen komponen mesin bodi kendaraan hingga kapal hingga aplikasi pada pesawat terbang. Kekuatan dan kekerasan paduan aluminium yang tinggi, salah satu aplikasi aluminium sebagai komponen pada motor adalah sebagai bahan pembuatan velg, lebih khusus paduan aluminium. Aluminium bekas dapat diperoleh dari sisa-sisa industri pembuatan pintu, jendela dan kusen aluminium, pembuatan rak dan etalase aluminium, dan produk lainnya dengan profil aluminium sebagai bahan utamanya. banyak dari mereka menggunakan scrap aluminium sebagai bahan pengecoran utama mereka untuk mengurangi biaya produksi. Evaporative atau pengecoran dengan menggunakan Styrofoam atau pola pengecoran busa hilang adalah pengecoran dengan menggunakan pola material yang dapat menguap jika terkena panas logam cair. Pengecoran menggunakan temperatur 650°C, 700°C, 750°C, 800°C. Temperatur hasil pengecoran dapat mempengaruhi porositas, struktur mikro, dan kekerasan.

**Kata kunci :** Temperatur Tuang, Roda, Pengecoran Logam Evaporasi

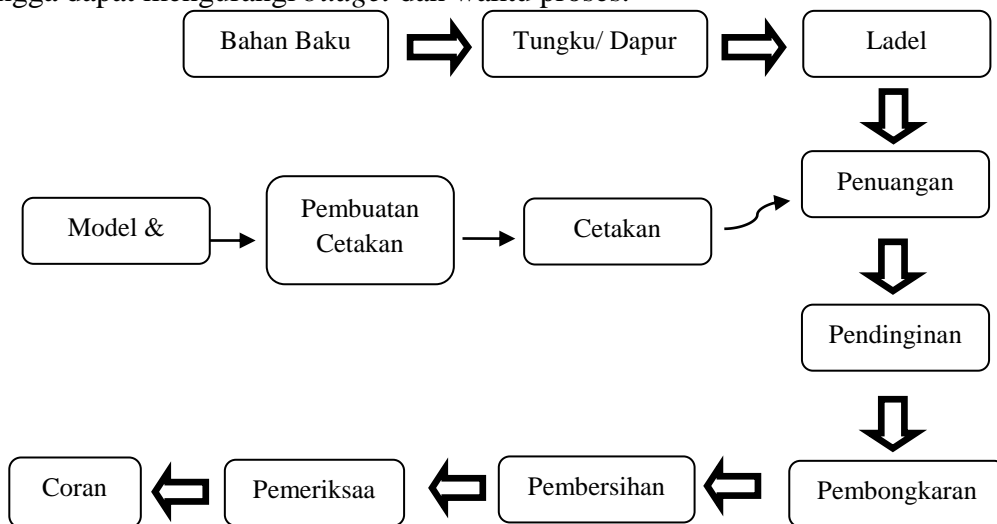
**PENDAHULUAN**

Pada skripsi ini, penulis mengangkat kasus pada material yang didaur ulang dengan metode pengecoran di mana material yang akan di daur ulang berupa limbah rumah tangga seperti Wajan Aluminium yang sudah tidak terpakai lagi.

Dari permasalahan diatas penulis hendak meneliti pengaruh temperatur tuang terhadap uji porositas, struktur mikro dan kekerasan dengan temperatur tuang 650°C, 700°C, 750°C, 800°C dan memanfaatkan limbah dari aluminium wajan nagara dan wajan jawa menjadi suatu produk yang bernilai ekonomis yang bisa digunakan kembali dalam bentuk dan fungsi yang berbeda.

**Pengecoran Logam**

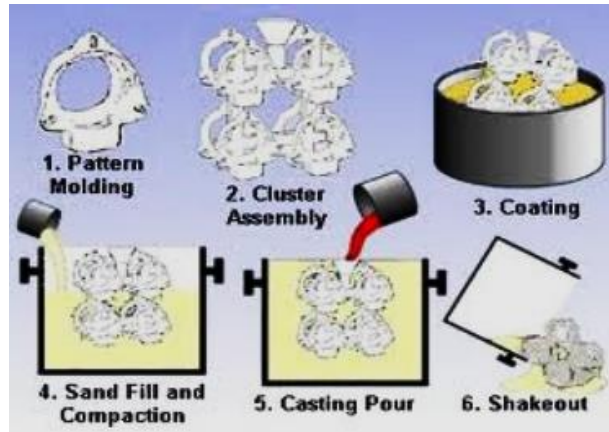
Pengecoran logam merupakan proses yang melibatkan pencairan logam, menuang, cetakan, membongkar, dan juga membersihkan logam (Murjoko, 2012). Pengecoran merupakan proses Manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan yang menghasilkan *parts* dengan bentuk mendekati bentuk geometri produk sudah jadi. Karena keunggulannya itu dapat menghasilkan produk dengan bentuk sederhana sampai dengan yang rumit dengan berat bervariasi, mulai dari satuan gram hingga mencapai satuan ton, dengan proses *finishing* yang minimum sehingga dapat mengurangi *budget* dan waktu proses.



Gambar 1. Diagram Pengecoran

**Pengecoran**

Pengecoran (*casting*) adalah suatu proses penuangan material cair seperti logam ataupun plastik yang dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan saja membeku dalam beberapa saat cetakan tersebut kemudian dikeluarkan atau dipecah-pecah untuk dijadikan komponen mesin yang berbentuk. Pengecoran digunakan untuk membuat bagian-bagian mesin dengan bentuk yang kompleks (surdia dan chijiwa, 2000).



Gambar 2. Pengecoran *Evaporative*

### Aluminium

Aluminium biasanya dipergunakan untuk peralatan rumah tangga, material pesawat terbang, otomotif, kapal laut, Bahkan konstruksi dll. Untuk mendapatkan peningkatan kekuatan mekanik biasanya logam aluminium itu sendiri di campurkan dengan unsur Mn, Ni, Cu, Si, Mg, Zn, dan unsur lain. Aluminium juga merupakan logam yang banyak digunakan dalam berbagai macam aplikasi produk-produk aluminium sering dihasilkan melalui proses pengecoran (*casting*) dan pembentukan (*forming*). Aluminium hasil pengecoran banyak kita jumpai pada peralatan rumah tangga dan komponen otomotif misalnya blok mesin, piston, *velg*, tabung suspense, puli dan lain sebagainya.

### Cetakan

Adapun bagian – bagian dalam cetakan yang perlu disiapkan sebelum penuangan cairan logam (coran), yaitu sbb:

1. Pola



Gambar 3. Pola *Styrofoam*

2. Pasir cetak



Gambar 4. Pasir Cetak

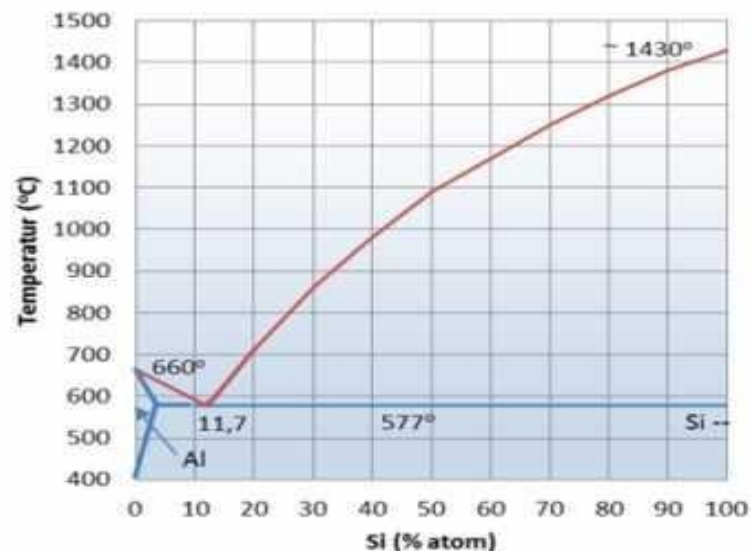
### 3. Rangka cetak



Gambar 5. Rangka Cetak Dari Kayu

### Temperatur Tuang

Temperatur tuang adalah satu unsur penting yang harus kita perhatikan dalam membuat produk pengecoran yang berkualitas apa lagi yang berkualitas tinggi, karena faktor ini sangat berpengaruh sekali terhadap kualitas coran yang meliputi mikro struktur dan sifat mekanis sehingga didapatkan hasil coran yang mempunyai sifat fisik cukup baik. Temperatur tuang yang digunakan pada pengecoran Al paduan (*scrap*) adalah temperatur 700 °C, temperatur Tuang 750 °C, Temperatur 700 °C dan 650 °C, 710 °C, 760 °C dan 810 °C, 800 °C, 750 °C, dan 700 °C (Harjanto dan Suyitno, 2008). Temperatur tuang merupakan salah satu bentuk variabel dari sekian banyaknya variabel yang terdapat pada proses pengecoran logam variabel ini sangat penting karena bila temperatur tuang terlalu rendah maka celah-celah sudut cetakan tidak akan terisi penuh dimana logam cair akan cepat membeku terlebih dahulu pada saluran masuk dan jika temperatur tuang terlalu tinggi maka hal ini akan mengakibatkan penyusutan dan akan kehilangan keakurasian dimensi dari coran, bentuk dari diagram fasa dari paduan Al.



Gambar 6. Diagram Fasa Al-Si

Kandungan yang ada pada silika pada diagram fasa diatas Al-Si ini terdiri dari 3 macam sebagai berikut:

- a. Hipoeutectic yaitu terdapat kandungan dari silika kurang dari 11,7% yang mana struktur akhir terbentuk pada fasa ini ialah struktur ferrite yang kaya aluminium, dengan struktur yaitu eutektik sebagai tambahannya saja .
- b. Eutektik yaitu kandungan dari silika yang terkandung didalam sekitar 11,7% sampai 12,6%, pada komposisi ini Al-Si dapat membeku secara cepat/langsung dari fasa cair ke fasa yang kepadat.
- c. Hypereutectic ialah komposisi kandungan dari silika diatas dari 12,6%, sehingga disebut melimpah akan silika dengan fasa eutektik sebagaimana fasa ini jadi penambahan saja.

### Pengujian

#### a. Porositas

Porositas adalah suatu bentuk cacat (*void*) pada produk coran yang dapat menurunkan kualitas benda yang dituang. Salah satu yang bisa mengakibatkan terjadinya porositas pada penuangan paduan AL adalah pada gas hidrogen. Penyebabnya antara lain kontrol yang kurang sempurna terhadap absorpsi gas oleh paduan, pelepasan gas dari dalam logam karena adanya interaksi antara gas dengan logam selama peleburan dan penuangan logam.

Untuk menghitung besarnya porositas suatu material, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$p_{ap} = p_{liquid} \times \frac{w_s}{w_s - w_{sb}} \quad (1)$$

dimana:

$p_{ap}$  = Massa Jenis Aktual (Gram/cm<sup>3</sup>).

$w_s$  = Berat Diudara (Gram).

$w_{sb}$  = Berat Didalam Air (Gram).

$p_{liquid}$  = Massa Jenis Cairan (Gram/cm<sup>3</sup>).

Mencari Porositas:

$$P\% = \left(1 - \frac{p_{ap}}{p_{th}}\right) \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

P% = Porositas.

$p_{ap}$  = Massa Jenis Aktual (Gram/cm<sup>3</sup>).

$p_{th}$  = Massa Jenis Teoritis (Gram/cm<sup>3</sup>).

#### b. Strukturmikro

Struktur mikro merupakan Gambaran fasa-fasa yang diamati dengan teknik metalografi, metalografi merupakan pengujian spesimen dengan menggunakan alat mikroskop dengan bertujuan untuk memperoleh Gambar yang memperlihatkan struktur mikronya. Pada hal ini struktur logam dan paduannya dengan melakukan pengujian metalografi kita dapat mengetahui struktur dari suatu logam dengan memperjelas batas-batas butir logam (Mu'afax dkk, 2012).

#### c. Kekerasan *Vickers*

Pengujian kekerasan *Vickers* menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Angka kekerasan piramida intan (DPH) atau angka kekerasan *Vickers* (VHN atau Hv), didefinisikan sebagai beban dibagi luas

permukaan lekukannya. Luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang dan diagonal jejak VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut :

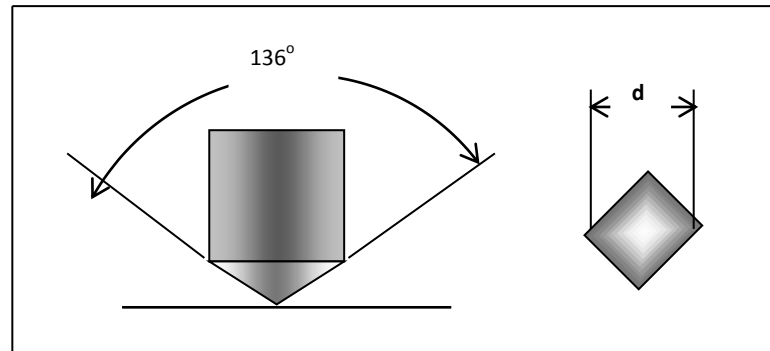
$$VHN = 1,8544 \cdot P/d^2 \quad (3)$$

dimana :

P = Beban Yang Bekerja Pada Penetrator Intan (kg)

d = Panjang Diagonal Rata-rata Bekas Penekanan (mm)

Pada hasil pengujian lekukan yang benar yang dibuat oleh penumbuk piramida



Gambar 7. Indentor Vickers

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode untuk eksperimen paduan Al (*scrap*) Wajan Nagara dan Wajan Jawa dilebur dalam tungku *krusibel*, kemudian dituangkan dengan temperatur (650, 700, 750 dan 800)°C dalam cetakan selanjutnya ditahan dalam pasir cetak kering dengan waktu 20 menit. Hasil dari pengecoran (*coran*) dibikin spesimen dan kemudian diuji dilaboraorium untuk mengetahui tingkat porositas, kekerasan maupun struktur mikro.

### Variabel Penelitian

Pengecoran ini dilakukan dengan memakai metode pengecoran penuangan (tanpa tekanan), dengan variasi temperatur tuang (650 °C, 700 °C, 750 °C, dan 800 °C) dan jenis material rumah tangga (Wajan Nagara dan Wajan Jawa) secara lebih jelas sebagaimana ditunjukkan dibawah ini. Rencana variabel penelitian: variabel bebas, terikat, dan kontrol.

### Variabel Bebas

1. Jenis material: paduan Al Wajan Nagara dan Wajan Jawa.
2. Temperatur tuang (650 °C, 700 °C, 750 °C, dan 800°C).

### Variabel Terikat

1. Porositas.
2. Kekerasan.
3. Strukturmikro.

### Variabel Kontrol

1. Pendinginan temperatur tuang.

2. Ukuran pasir dan volume pasir dalam cetakan.
3. Waktu tunggu dalam cetakan 20 menit.
4. Rangka cetakan.
5. Pola styrofoam.

### Persiapan

Jalannya penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap termasuk dengan persiapannya, persiapan ini yang dilakukan sebagaimana yang telah dijelaskan pada sebelum antara lain sbb:

- a. Peralatan



(a) Blower keong sedang

(b) Tungku kursibell

Gambar 8. (a) Blower Keong sedang (b) Tungku Kursibell

- b. Bahan-bahan yang digunakan



Gambar 9. Bahan Wajan Nagara dan Wajan Jawa

### Pemotongan Dan Pembersihan Material

Pemotongan bahan dilakukan agar material yang akan dilebur cukup dimasukkan kedalam cawan pelebur.

### Peleburan Dan Penuangan logam yang sudah mencair



(a)

(b)

Gambar 10. (a) Peleburan Material Wajan (b) Penuangan Material Yang Sudah Mencair Ke Cetakan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengecoran Wajan

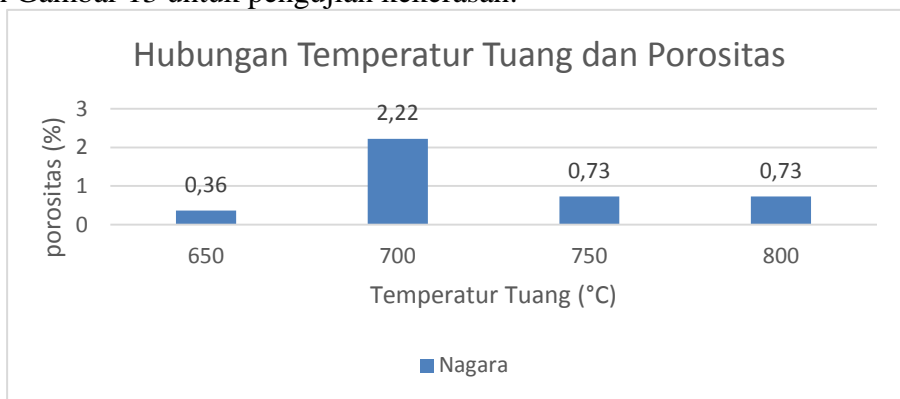
Hasil dari salah satu proses pengecoran yang telah dilakukan



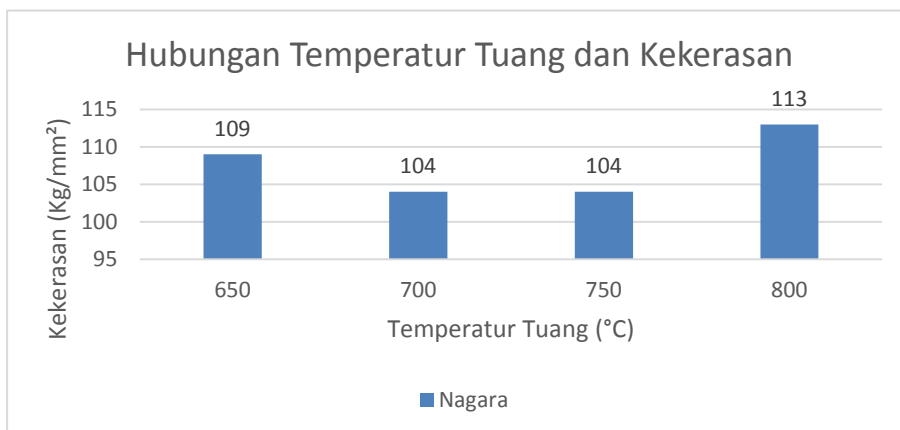
Gambar 11. Hasil Pengecoran Wajan Nagara dan Wajan Jawa

### Wajan Nagara (Porositas, Kekerasan, Struktur Mikro)

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui tingkat porositas yang dialami oleh material coran ulang dan data penelitian di sajikan dalam Gambar 12 dan Gambar 13 untuk pengujian kekerasan.



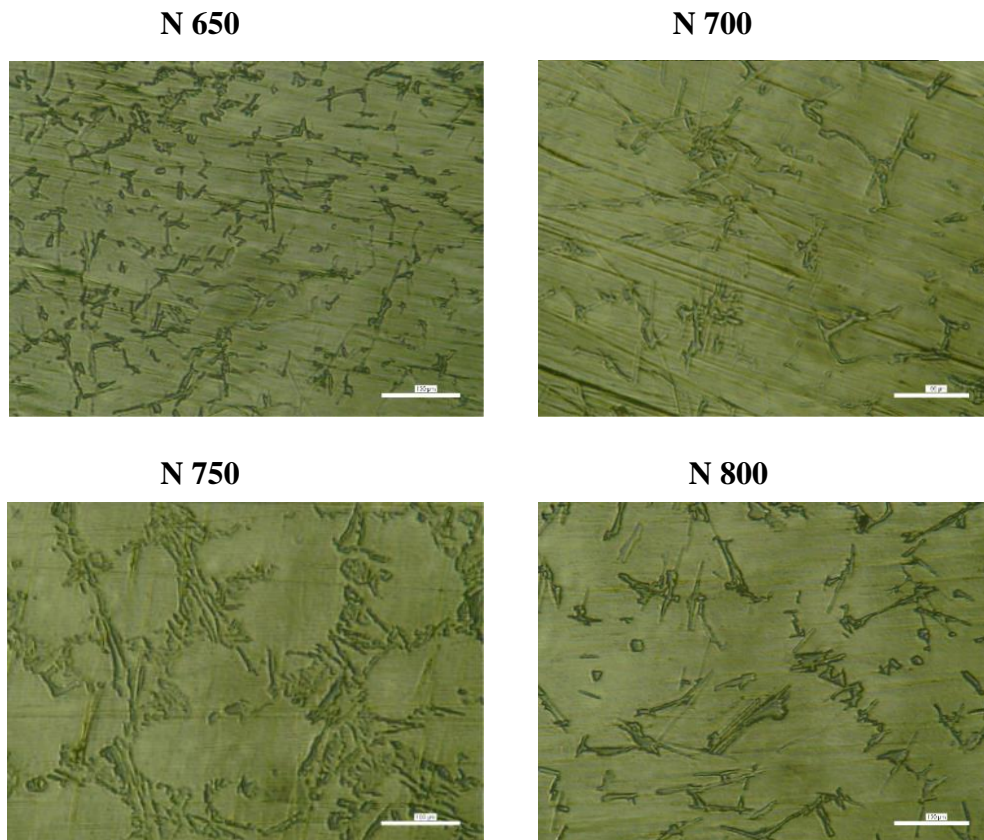
Gambar 12. Hasil Pengujian Porositas pada Wajan Nagara



Gambar 13. Hasil Pengujian Kekerasan pada Wajan Nagara



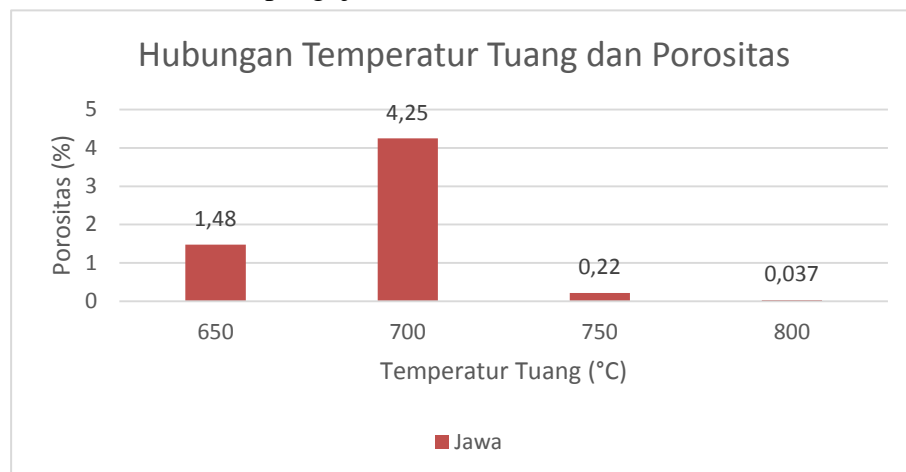
Pengujian strukturmikro dilakukan untuk mengetahui strukturmikro dari setiap temperatur tuang, adapun hasil pengujian sebagai berikut :



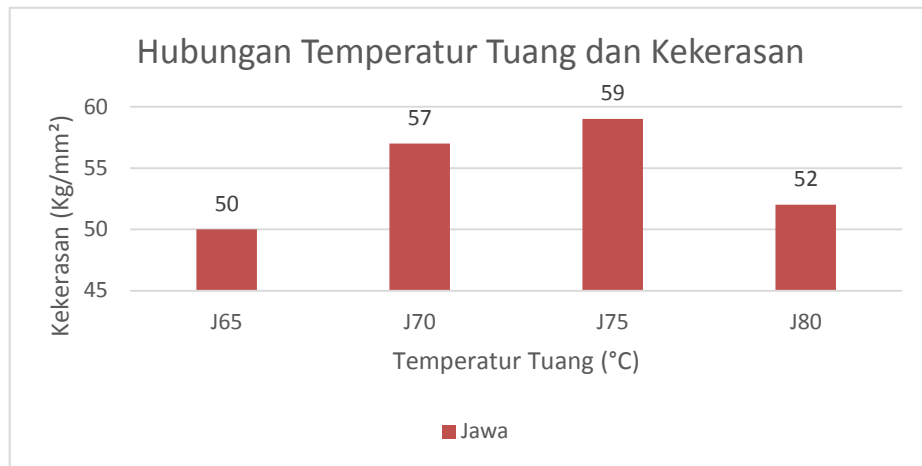
Gambar 14. Hasil Pengujian Struktur Mikro Wajan Nagara

### Wajan Jawa (Porositas, Kekerasan, Struktur Mikro)

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui tingkat porositas yang dialami oleh material coran ulang dan data penelitian di sajikan dalam Gambar 15 dan Gambar 16 untuk pengujian kekerasan.



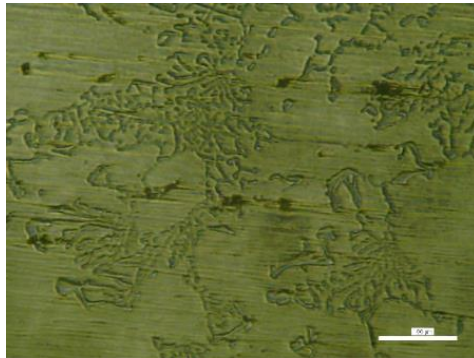
Gambar 15. Hasil Pengujian Porositas Wajan Jawa



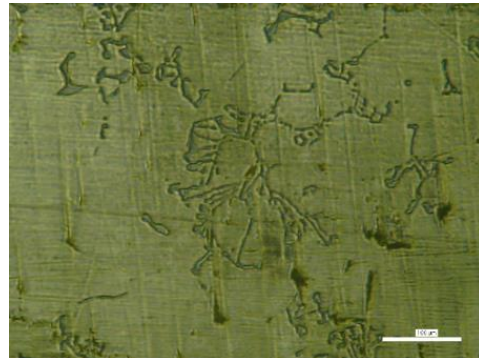
Gambar 16. Hasil Pengujian Kekerasan Wajan Jawa

Pengujian strukturmikro dilakukan untuk mengetahui tingkat struktur Mikro yang dialami oleh material coran ulang dan di dapatkan data sebagai berikut :

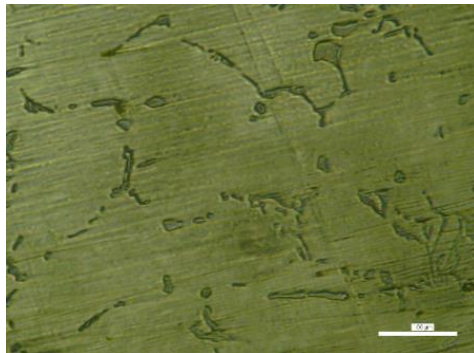
**J 650**



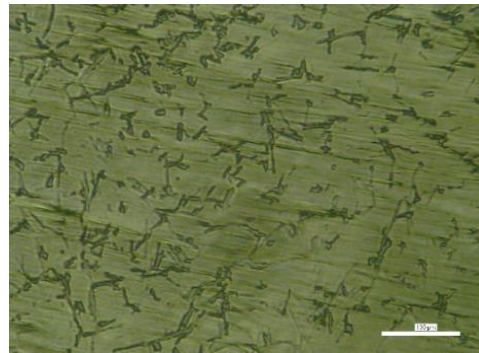
**J 700**



**J 750**



**J 8**



Gambar 17. Hasil Pengujian Struktur Mikro Wajan Jawa

### Pembahasan

Perbedaan susunan dari struktur mikro masing masing sampel pengujian dari hasil pengecoran ulang Al (paduan) dengan variasi temperatur tuang dari dua jenis material yang sama dengan waktu tunggu 20 menit dan pendinginan yang sama menggunakan metode pendinginan luar ruangan. Pada Gambar 14 juga dapat susunan struktur pada matrial wajan Nagara dan Jawa terdapat garis-garis kecil

memanjang yang disebut *Hypoeutectic*, yang berarti kaya akan aluminium dan Si lebih sedikit kurang dari 11.7%.

### **Wajan Nagara**

Dari Gambar 12 terlihat hasil penelitian porositas yakni dari spesimen wajan Nagara pada temperatur tuang 650°C di angka 0,36%, sedangkan pada Wajan Jawa pada temperatur tuang 650°C adalah 1,48% kemudian pada wajan Nagara mengalami kenaikan drastis mencapai angka 2,22% pada temperatur tuang 700°C ini menjadi titik tertinggi untuk spesimen wajan Nagara, pada wajan Jawa juga sama mengalami kenaikan secara drastis pada angka 4,25%. Pada temperatur tuang 750°C, wajan Nagara justru mengalami penurunan yang nilainya hampir sama dari yang sebelumnya yaitu mencapai 0,73%, dan pada temperatur tuang 750°C, pada wajan Jawa juga memiliki kesamaan mengalami penurunan pada angka 0,22%, pada temperature tuang 800°C, pada wajan Nagara angka malah menjadi stabil yaitu 0,73%, di wajan Jawa pada temperatur tuang 800°C, mengalami penurunan lagi yaitu angka 0,037.

### **Wajan Jawa**

Dari Gambar 15 dapat dilihat pada material wajan Nagara ketika temperatur tuang 650°C mempunyai tingkat kekerasan 109 kg/mm<sup>2</sup> dengan porositas 0,36% karena Al belum dalam temperatur menguap lihat Gambar 16 terlihat *dendrite* yang banyak, ketika temperatur tuang 700°C tingkat kekerasannya menurun menjadi 104 kg/mm<sup>2</sup> dengan porositas meningkat menjadi 2,22%

Pada Gambar 17 dapat di lihat hasil struktur Mikro pada Wajan Jawa dengan waktu tunggu 20 menit, (N650) pada temperatur tuang 650°C, (N700) pada temperatur tuang 700°C, (N750) pada temperatur tuang 750°C dan (N800) pada temperatur tuang 800°C.

Dari Gambar 14 dan 17 dapat dilihat bentuk dan perbedaan susunan dari struktur mikro masing masing sampel pengujian dari hasil pengecoran ulang Al (paduan) dengan variasi temperatur tuang dari dua jenis material yang sama dengan waktu tunggu +20 menit dan pendinginan yang sama menggunakan metode pendinginan luar ruangan. Pada Gambar 14 dan Gambar 17 juga dapat susunan struktur pada material wajan Nagara dan Jawa terdapat garis-garis kecil memanjang yang disebut *Hypoeutectic*, yang berarti kaya akan aluminium dan Si lebih sedikit kurang dari 11.7%.

### **KESIMPULAN**

Temperatur tuang berpengaruh terhadap porositas suatu coran Al ini terlihat dari hasil penelitian pada material wajan Nagara dan wajan Jawa semakin tinggi temperatur tuang maka semakin menurun juga porositas nya, pada hasil foto struktur mikro jenis material wajan Nagara dan wajan Jawa yang kaya akan aluminium dan Si kurang dari 11.7% lebih sedikit bila dibandingkan dengan aluminiumnya sehingga bisa di sebut dengan *Hypoeutectic*.

Temperatur tuang berpengaruh terhadap kekerasan terlihat dari hasil penelitian pada material wajan Nagara semakin tinggi temperatur tuang maka tingkat kekerasan juga semakin tinggi dan pada suhu 800°C mencapai tingkat kekerasan yang optimal, kemudian pada material wajan Jawa tingkat kekerasan naik ketika temperatur tuang di naikan dari 650°C ke 700°C, lalu pada temperatur

tuang 750°C kekerasan sudah mencapai tingkat yang optimal, kemudian turun lagi ditemperatur tuang 800°C.

## REFERENSI

- Ashar L.H., Purwanto H., & Respati S.M.B., 2012, “*Analisis Pengaruh Model Sistem Saluran Dengan Pola Styrofoam Terhadap Sifat Fisis Dan Kekerasan Produk Puli Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang*”, Universitas Wahid Hasyim.
- Atmadja Sugeng Tirta, 2006, “*Analisa Cacat Cor Pada Proses Pengecoran Burner Kompor*”, Teknik Mesin FT-UNDIP.
- Callister, W.D., Jr., 2001, “*Fundamentals of Materials Science and Engineering Department of Metallurgical Engineering*”, The University of Utah, John Wiley & Sons, Inc, pp 111-138.
- Harjanto Budi & Suyitno, 2008, “*Pengaruh Temperatur Tuang Dan Temperatur Cetakan Pada High Pressure Die Casting (Hpdc) Berbentuk Piston Paduan Aluminium silikon*”, Universitas Gadjah Mada.
- Hermawan dkk, 2013, “*Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Produk Sepatu Kampas Rem Dengan Bahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Daur Ulang*”, Momentum, Vol-9 No.2, Jurnal Teknik Mesin Ft Universitas Wahid Hasyim: Semarang. ISSN 0216-7395.
- Ivan Junaidy dan Abdul Karim, 2010, “*Pengaruh Kerapatan Polystyrene Foam Terhadap Mampu Alir Kualitas Coran Terhadap Paduan Aluminium 356.1 Yang Dicor Dengan Metode Evaporative*”, Universitas Khairun Ternate.
- Mu'afax Ferdiaz Dinov, Harjanto Budi, Suharno, 2012, “*Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Remelting Al-Si Berbasis Limbah Piston Bekas Dengan Perlakuan Degassing*”, Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP, UNS.
- Murjoko, 2012, “*Kajian Letak Saluran Masuk (Ingate) Terhadap Cacat Porositas, Kekerasan, dan Ukuran Butir Paduan Aluminium pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir*”, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Purwanto Helmy & Mulyonorejo, 2010, “*Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Aluminium Cor Dengan Cetakan Pasir*”, Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Sudarsono, 2008, “*Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan dan Tekanan Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Magnesium Paduan (Mg-44%Al)*”, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Sumpena, 2016, “*Pengaruh Variasi Dimensi Saluran Tuang Terhadap Fluiditas, Porositas Dan Kekerasan Pengecoran Dengan Bahan Baku Aluminium Bekas*”, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta.
- Supriyanto, 2009, “*Analisis Hasil Pengecoran Aluminium dengan Variasi Media Pendinginan*”, Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Siswanto Rudi, 2015, “*Analisis Struktur Mikro Paduan Al -19,6Si-2,5Cu,2,3Zn (Scrap) Hasil Pengecoran Evaporative*”, Akademi Teknik Pembangunan Nasional (ATPN) Banjarbaru.
- Surdia, Tata., 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradnya Paramita, Jakarta

- Surdia, T. dan Chijiwa, K..2000. Teknik Pengecoran Logam, Cetakan Ke-8, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wijoyo dan Fakhrudin, Ari.2016."Kajian Ketangguhan Impak Paduan Al-12,3 Si Hasil Pengecoran Lost Foam Dengan Variasi Lapisan Collodil Silika". Proseding SNATIF ke-3, Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Surakarta. ISBN 978-602-1180-33-4.