

# Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Coran Alumunium Silikon (Al-7%Si) Menggunakan Metode *Evaporative Casting* dengan Variasi Densitas Styrofoam

I Wayan Sahnendra, I Ketut Gede Sugita, dan Dewa Ngakan Kt. Putra Negara  
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

*Pengecoran lostfoam (evaporative casting) adalah salah satu metode pengecoran logam dengan menggunakan pola polystyrene foam sebagai cetakan. Cetakan dari pola berbahan polystyrene foam mudah dibuat dan murah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kekerasandan struktur mikro hasil coran dengan menggunakan variasi densitas styrofoam. Penelitian ini dilakukan dengan membuat cetakan dari styrofoam dengan densitas 0,038 g/cm<sup>3</sup>, 0,016 g/cm<sup>3</sup>, dan 0,011 g/cm<sup>3</sup>. Proses pengecoran dimulai dari peleburan logam paduan aluminium silikon dengan suhu tuang 750°C kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruangan dilanjutkan dengan pemeriksaan hasil coran. Setelah lulus pemeriksaan hasil coran dilakukan pembuatan spesimen uji dan dilakukan pengujian kekerasandan pengamatan struktur mikro. Hasil penelitian inimenunjukkan bahwa cetakan dengan densitas berbeda menghasilkan kekerasandan struktur mikro yang berbeda pula. Berdasarkan hasil uji kekerasandan pengamatan struktur micro didapatkan hasil maksimal pada specimen dengan cetakan styrofoam dengan densitas 0,011 g/cm<sup>3</sup> dengan nilai kekerasan 44.44.*

*Kata kunci :Evaporative casting, uji kekerasan, strukturmikro, densitas styrofoam*

## Abstract

*Evaporative casting is one of the metal casting method using polystyrene foam as the mold. Moulds that made of polystyrene foam patterns are easy to make and cheap. The purpose of this research is to know the differences in hardness and microstructure of casting product by using variations Styrofoam density. This research was conducted by making a mold of styrofoam with density 0.038 g / cm<sup>3</sup>, 0.016 g / cm<sup>3</sup> and 0.011 g / cm<sup>3</sup>. Casting process starting from smelting aluminum silicon alloy with a temperature of 750 ° C and then cooled to room temperature, then examined the results castings. After that, the researcher make the specimen to do hardness and microstructure testing. These results show that the molds with different densities have the different hardness and microstructure. Based on the results of hardness test and the micro structure observation of styrofoam molds can obtained the maximum results is specimens with styrofoam molds density 0.011 g / cm<sup>3</sup>, the hardness value is 44.44.*

*Keywords : evaporative castings, the hardness, styrofoam density, microstructure.*

## 1. Pendahuluan

Alumunium merupakan logam yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Produk - produk alumunium sering dihasilkan melalui proses pengecoran (*casting*). Alumunium hasil pengecoran banyak dijumpai dalam rumah tangga dan komponen otomotif seperti misalnya *velg*, piston, *block* mesin, dan lain sebagainya. Di sisi lain keberadaan *lostfoam* yang mudah dibentuk, murah, dan berlimpah menjadi motivasi penulis untuk mengadakan penelitian dengan menggunakan metode “Pengecoran *Evaporative*” menggunakan bahan dasar campuran alumunium dan silikon dengan variasi densitas *styrofoam* untuk mendapatkan perbandingan kekerasan, kontur permukaan, dan stuktur micro hasil coran yang sesuai dengan yang diinginkan..

Pengecoran *lostfoam (evaporative casting)* adalah salah satu metode logam dengan menggunakan pola *polystyrene foam*. Metode ini ditemukan dan dipatenkan oleh Shroyer pada tahun 1958 [1]. Pada tahun 1964, konsep penggunaan cetakan pasir kering tanpa pengikat telah dikembangkan dan dipatenkan oleh

Smith. Pengecoran *lostfoam* merupakan langkah baru dalam memproduksi benda-benda dengan metode pengecoran. Sedikitnya industri yang menerapkan metode pengecoran ini mungkin dikarenakan mereka belum banyak mengetahui seluk beluk metode pengecoran *lostfoam*. Usaha penelitian dan perbaikan pada metode pengecoran *lostfoam* telah banyak dilakukan oleh para peneliti baik dengan melakukan eksperimen langsung atau dengan pendekatan metode numerik untuk mensimulasi proses pengecoran ini.

Pengecoran *lostfoam* memiliki banyak keuntungan. Cetakan dari pola berbahan *polystyrene foam* mudah dibuat dan murah. Pasir yang digunakan dapat dengan mudah digunakan lagi karena tidak menggunakan pengikat. Penggunaan cetakan *foam* meningkatkan keakuratan dimensi dan memberikan peningkatan kualitas coran dibandingkan dengan cetakan konvensional. Sudut-sudut kemiringan *draft* dapat dikurangi atau dieliminasi. Pengecoran *lostfoam* dapat memproduksi benda yang kompleks, tidak ada pembagian cetakan, tidak memakai inti, mengurangi tenaga kerja dalam

pengecorannya sehingga cepat untuk membuat benda-benda *prototype*.

Banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengecoran dengan metode pengecoran *lostfoam*. Ukuran benda cor, ukuran pasir silika, densitas jenis *styrofoam*, lama penggetaran cetakan, ukuran benda dan komposisi material yang dituang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lebih dalam mengenai perbedaan kekerasan, struktur mikro dan kontur permukaan hasil coran menggunakan teknik pengecoran *evaporative* dengan variasi densitas *sterofoam*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Pengecoran Lostfoam

Pengecoran *lostfoam* merupakan pengecoran dengan menggunakan pola dari bahan *polystyrene foam* dan dipatenkan oleh Shroyer pada tahun 1958 [2]. Pola ditanam dalam pasir silika menjadi cetakan. Cetakan dipadatkan dengan digetarkan dengan amplitudo dan frekuensi tertentu. *Polystyrene foam* akan mencair dan menguap ketika cairan dituangkan ke dalam cetakan sehingga tempat itu akan diisi oleh cairan logam [3].

### 2.2 Aluminium

Aluminium (Al) merupakan logam ringan yang mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan hantaran listrik yang baik. Aluminium biasa dipergunakan untuk peralatan rumah tangga, material pesawat terbang, otomotif, kapal laut, konstruksi dan lain-lain. Sifat fisik aluminium yaitu ringan, tidak beracun (sebagai logam), nonmagnetik dan tidak memercik sedangkan sifat mekanisnya tergantung dari seberapa besar kemurnian aluminium itu sendiri, karena untuk mendapatkan aluminium dengan kekuatan mekanik yang baik, dapat menambahkan unsur logam lain sebagai paduannya, antara lain: Cu, Mg, Zn, Si, Mn, Ni dan sebagainya baik secara satu persatu maupun bersama-sama.

### 2.3 Silikon

Silikon adalah suatu unsur kimia dalam table periodik yang memiliki lambang Si dan nomor atom 14. Senyawa yang di bentuk bersifat paramagnetic. Silikon berbentuk padat pada suhu ruang, dengan titik lebur dan titik didih masing-masing 1.400 dan 2.800 derajat celsius.

### 2.4 Uji Kekerasan ( Uji Kekerasan Vickers )

Kekerasan dapat diukur dengan cara pengujian menggunakan alat kekerasan Vickers (*Vickers Hardness Tester*). Uji kekerasan Vickers menggunakan indentor piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antar permukaan - permukaan piramida yang saling berhadapan adalah  $136^\circ$ . Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter

bola penumbuk pada uji kekerasan brinell. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$VHN = \frac{2}{d^2} \left( \frac{P}{\sin \theta} \right) = \frac{(1,854) P}{d^2} \quad (1)$$

Dimana :

VHN : Nilai kekerasan Vickers (N/mm<sup>2</sup>)

P : Beban yang digunakan (N)

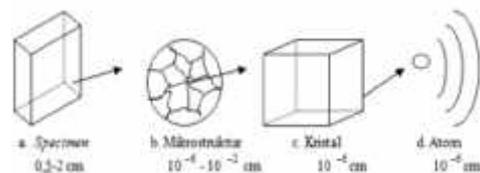
D : Diagonal rata-rata (mm)

θ : Sudut antara permukaan intan yang saling berhadapan ( $136^\circ$ )

$$\text{Dimana } d = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (2)$$

### 2.5 Pengujian Struktur Mikro

Dalam pengamatan struktur mikro, dapat terlihat fasa-fasa dalam suatu material. Fasa adalah suatu daerah dimana pada rentang dan komposisi tertentu mempunyai sifat yang sama. Antara fasa satu dengan fasa yang lain akan dibatasi oleh batas fasa. Di dalam struktur mikro terdapat istilah butir, butir adalah kumpulan sel satuan yang mempunyai arah dan orientasi gerak yang sama yang dilihat dari arah dua dimensi. Batas butir adalah daerah perbatasan antara butir yang satu dengan butir yang lainnya, dimana pada daerah batas butir ini adalah daerah yang tidak stabil. Struktur mikro diamati menggunakan mikroskop optik dan mikroskop elektron. Sedangkan struktur yang terlihat pada mikroskop tersebut tersebut disebut mikrostruktur. Pengamatan tersebut dilakukan terhadap specimen yang telah diproses sehingga bisa diamati dengan pembesaran tertentu seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Specimen, ukuran dan bentuk obyek pembesaran

### 2.6 Densitas

Massa jenis (densitas) adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Berapapun massa dan volume suatu zat akan memiliki massa jenis yang sama.

Rumus untuk menentukan massa jenis adalah

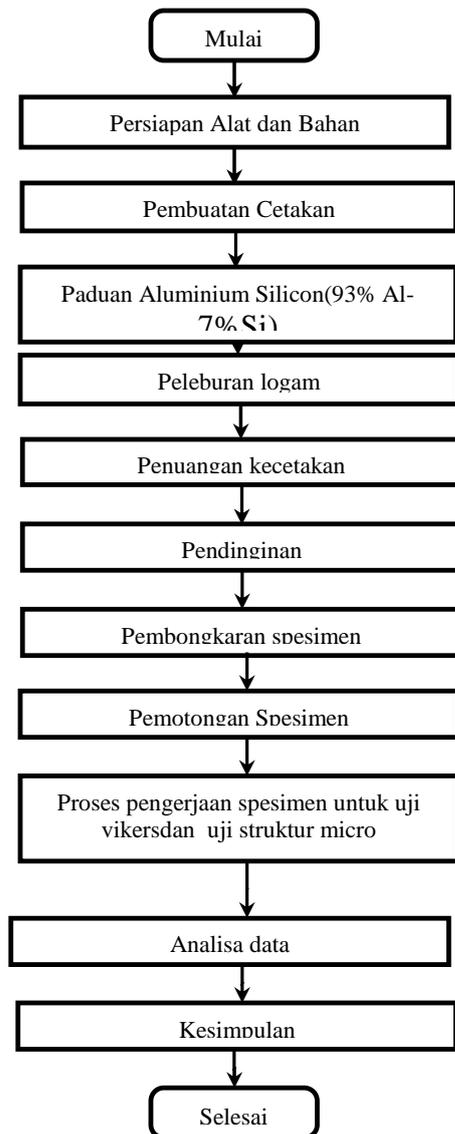
$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

dengan

adalah massa jenis ( $\frac{M}{m^3}$ )  
 $m$  adalah massa (kg)  
 $V$  adalah volume ( $m^3$ )

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 2. Langkah langkah Penelitian

#### 3.2 Alat dan Bahan

Bahan penelitian pada penelitian ini menggunakan aluminium, silikon, pasir cetak, dan arang kayu sedangkan pada peralatan pengecoran specimen menggunakan dapur peleburan, blower, kowi, tang panjang, timbangan digital, cetakan pasir, sterofoam, dan alat pemotong sterofoam sedangkan alat untuk uji specimen menggunakan alat uji

kekerasan (vickers) dan microscop optic seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Alat uji specimen (a) alat uji vickers, (b) mikroskop optik

#### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan specimen dimulai dari proses pembuatan cetakan sterofoam dan cetakan pasir sebagai pembanding, kemudian dilakukan proses peleburan aluminium dan silikon kemudian dilakukan penuangan ke dalam cetakan. Spesimen hasil pengecoran kemudian di dinginkan sampai mencair suhu ruangan kemudian diperiksa, setelah lulus pemeriksaan hasil coran maka akan dilakukan proses pengujian yaitu uji kekerasan dan uji Struktur Mikro.

#### 3.4 Pengujian

Pengujian pertama yang dilakukan adalah uji vickers dilakukan menggunakan alat uji vickers. Kekerasan material dapat diukur dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$VHN = \frac{2}{d^2} \left( \frac{P}{\sin 136^\circ} \right) = \frac{(1,854)^2 P}{d^2}$$

Pengamatan struktur micro dilakukan dengan menggunakan mikroskop metalurgi dan pencahayaan dari sistem optic. Sebelum melakukan proses pengamatan dengan mikroskop metalurgi, specimen / benda uji melewati proses sebagai berikut:

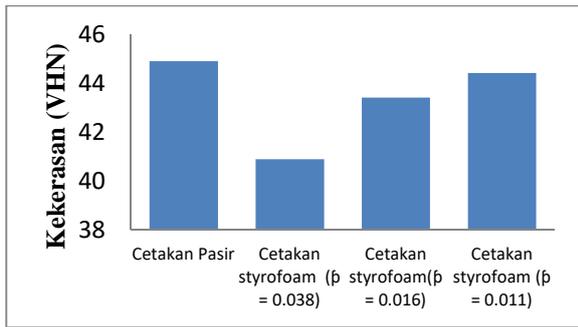
- ) Pemotongan benda dilakukan dengan gerinda secara hati-hati.
- ) Peresinan hasil potongan specimen sebagai holder pada saat proses pengamplasan.
- ) Proses pengamplasan sampai halus.
- ) Melakukan polishing untuk benda uji sampai didapatkan permukaan benda uji yang rata mengkilap, tidak ada bekas amplas.
- ) Pengetsaian Spesimen
- ) Pengamatan Stuktur Mikro

### 4 Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan (Vickers)

Pengambilan data uji vickers dilakukan dengan menghitung diagonal hasil penekanan menggunakan alat uji vickers. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada paduan aluminium silikon dengan variasi densitas sterofoam menunjukkan bahwa, perbedaan densitas sterofoam yang digunakan

sebagai cetakan pengecoran berpengaruh terhadap kekerasan hasil coran.

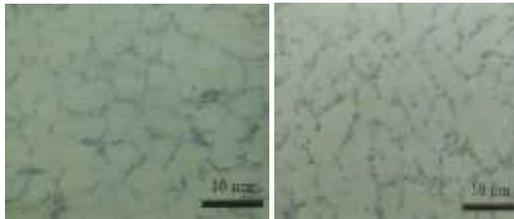


Gambar 4. Hasil Uji Vickers

Dari gambar 4 dapat dilihat data uji kekerasan *vickers* dengan menggunakan specimen dengan cetakan *polystyrene foam* densitas  $0,038 \text{ g/cm}^3$  memiliki nilai 40.93. Spesimen dengan cetakan *polystyrene foam* densitas  $0,016 \text{ g/cm}^3$  memiliki nilai 43.43. Spesimen dengan cetakan *polystyrene foam* densitas  $0,011 \text{ g/cm}^3$  memiliki nilai 44.44. Sedangkan data uji kekerasan *vickers* dengan menggunakan specimen cetakan pasir memiliki nilai 44.93. Nilai kekerasan cetakan pasir lebih tinggi dibandingkan dengan ketiga cetakan *polystyrene foam*. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan densitas *polystyrene foam* secara umum berbanding terbalik dengan kekerasan benda cor [3].

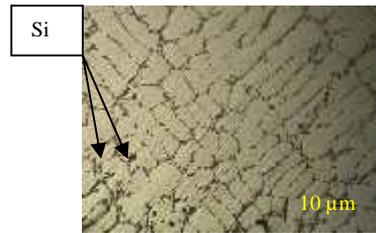
#### 4.2 Struktur mikro

Pengamatan Struktur Mikro paduan Aluminium silikon ( $93\% \text{ Al}-7\% \text{ Si}$ )

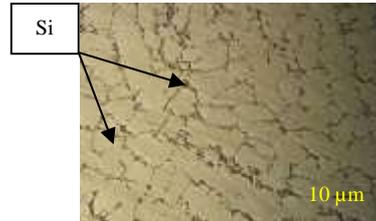


Gambar 5. Atlas struktur mikro aluminium silikon  $\text{Al}-7\% \text{ Si}$  [4]

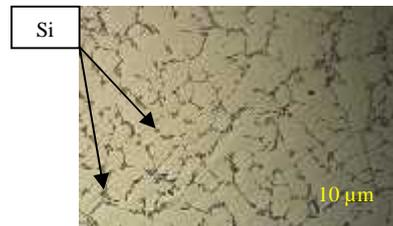
Dari pengamatan struktur mikro dapat dilihat perbedaan struktur mikro atlas aluminium silikon ( $\text{Al}-7\% \text{ Si}$ ) (pada gambar 5) dengan struktur mikro specimen lainnya diakibatkan karena adanya perbedaan variasi densitas *sterefoam* yang digunakan sebagai cetakan pengecoran, specimen dengan cetakan *polystyrene foam* densitas  $0,038 \text{ g/cm}^3$  memiliki butir-butir yang paling renggang, dan batas butir tampak kurang jelas ( Gambar 7).



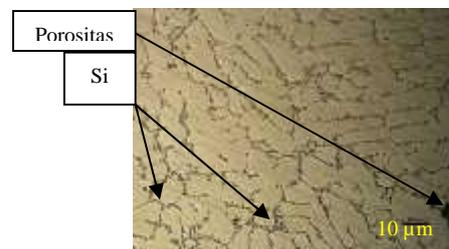
Gambar 6. Struktur mikro specimen dengan cetakan pasir



Gambar 7. Struktur mikro specimen dengan densitas Styrofoam  $0,038 \text{ g/cm}^3$



Gambar 8. Struktur mikro specimen dengan densitas Styrofoam  $0,016 \text{ g/cm}^3$



Gambar 9. Struktur mikro specimen dengan densitas Styrofoam  $0,011 \text{ g/cm}^3$

Spesimen dengan cetakan *polystyrene foam* densitas  $0,016 \text{ g/cm}^3$  (Gambar 8) memiliki butir-butir yang lebih rapat dibandingkan dengan specimen dengan cetakan *sterefoam* densitas  $0,038 \text{ g/cm}^3$ , dan batas butir tampak sedikit jelas. Spesimen dengan cetakan *polystyrene foam* densitas  $0,011 \text{ g/cm}^3$  (Gambar 9) memiliki butir-butir yang paling rapat diantara specimen-specimen lain dengan metode *evaporative casting*, dan batas butir tampak jelas. Sedangkan dari pengamatan struktur mikro dengan specimen cetakan pasir (Gambar 6) menunjukkan bahwa butir-butir sangat rapat dan terlihat jelas, hal ini menunjukkan bahwa benda-benda yang memiliki butir yang rapat memiliki densitas yang tinggi sehingga benda tersebut tergolong benda yang berstruktur padat.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan pada beberapa rangkaian pengujian pengujian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain :

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbedaan densitas sterofom yang digunakan sebagai cetakan pengecoran berpengaruh terhadap kekerasan hasil coran. Hal ini berarti jika pengecoran menggunakan cetakan dengan densitas *Styrofoam* yang rendah maka kekerasan benda cor akan tinggi.
2. Spesimen dengan cetakan *polystyrene foam* densitas  $0,011 \text{ g/cm}^3$  memiliki butir-butir yang paling rapat diantara spesimen-spesimen lain dan batas butir tampak jelas. Hal ini menunjukkan bahwa benda yang memiliki butir struktur mikro yang rapat memiliki kekerasan yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shroyer, H. F. 1958. *Cavityless casting mold and method of making same*, American Foundryman Society Transaction US Patent No. 2. 2830343. Smith, T. R., 1964, Method of casting, US Patent No. 3. 157924.
- [2] Sutiyoko. 2013. *Metode pengecoran lost foam menjawab tantangan dunia industri pengecoran logam*, Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Ceper Klaten.
- [3] Sutiyoko dan Lutiyaatmi. 2013. *Kekerasan dan struktur mikro besi cor kelabu pada pengecoran evaporative dengan variasi ukuran pasir cetak*, Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Ceper Klaten.
- [4] Maliwemu Erich Umbu Kondi. 2012. *Struktur Mikro dan Kekuatan Tarik Aluminium Scrapo Dengan Heat Treatment T6 pada Proses Sentrifugal Casting*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana.