

## KEKERASAN, STRUKTUR MIKRO, DAN CACAT POROSITAS PADA PELEBURAN ALUMINIUM DENGAN VARIASI SUHU 680°C DAN 715°C

Lutiyatmi<sup>1\*</sup>, Medi Sonianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur

\*Corresponding author : yatmiluti@gmail.com

Diterima: 19 Agustus 2020

Direvisi: 18 Oktober 2020

Disetujui: 16 Februari 2022

Terbit online: 18 Februari 2022

### ABSTRAK

Produk *water cooling magnetron* yang berfungsi sebagai pendingin pada elemen panas mengalami kebocoran saat diaplikasikan dengan cara dialirkan cairan pendingin bertekanan tinggi. Masalah tersebut disebabkan karena terdapat cacat porositas pada produk, cacat porositas dapat disebabkan karena tingginya temperatur tuang pada cairan logam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh temperatur tuang pada peleburan aluminium terhadap cacat porositas, kekerasan dan metalografi. Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda cor pada peleburan aluminium dengan variasi temperatur tuang 680°C dan 715°C. Proses pengujian yang dilakukan adalah presentase cacat porositas dengan menghitung presentase porositas, perhitungan densitas teoritis dan densitas actual. Pengujian lain yang dilakukan adalah uji kekerasan dan uji metalografi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur tuang berpengaruh terhadap presentase porositas, kekerasan dan metalografi. Temperatur tuang 680°C menghasilkan presentase porositas 1,18%, kekerasan 44,98 HRB dan struktur mikro dengan fase Al, fase Si dan fase AlSiCu sedangkan untuk temperature tuang 715°C menghasilkan presentase porositas 1,84%, kekerasan 46,93 HRB dan struktur mikro dengan penyebaran butir yang cukup seragam dibandingkan pada temperatur 680°C.

Kata kunci: temperatur tuang, porositas, kekerasan, metalografi

### ABSTRACT

*The water cooling magnetron product that functions as a coolant on the hot element leaks when applied by flowing high-pressure coolant. This problem is caused by a porosity defect in the product. Porosity defects can be caused by the high pouring temperature of the molten metal. This research was conducted to determine how the effect of casting temperature on aluminum smelting on porosity, hardness and metallographic defects. This research was carried out by making cast objects in aluminum smelting with variations in the casting temperature of 680°C and 715°C. The testing process carried out is the percentage of porosity defects by calculating the percentage of porosity, calculating the theoretical density and actual density. Other tests carried out are hardness tests and metallographic tests. The results of this study indicate that the pouring temperature affects the percentage of porosity, hardness and metallography. The pouring temperature of 680°C resulted in a porosity percentage of 1.18%, a hardness of 44.98 HRB and a microstructure with Al phase, Si phase and AlSiCu phase while the casting temperature at 715°C produced a porosity percentage of 1.84%, hardness 46.93 HRB and a microstructure with grain distribution is quite uniform compared to the temperature of 680°C.*

Keywords : pouring temperature, porosity, hardness, metallography

## 1. PENDAHULUAN

Industri pengecoran logam mengalami perkembangan yang pesat, persaingan di dunia industri juga semakin tinggi sehingga mereka berusaha menciptakan produk yang unggul dari sisi teknologi dan sisi kualitas. Produk pengecoran logam berperan penting di hampir semua sektor kehidupan manusia. Produk tersebut diproduksi seperti untuk pembuatan alat transportasi, alat rumah tangga, alat kesehatan, bangunan, konstruksi, hingga pada pembuatan komponen mesin-mesin industri manufaktur.

*Produk water cooling magnetron* adalah produk yang berfungsi sebagai pendingin pada elemen panas. Masalah yang terjadi pada produk tersebut adalah produk mengalami kebocoran atau tidak kedap air ketika diaplikasikan dengan dialirkan air pendingin bertekanan tinggi, kemungkinan yang terjadi adalah terdapat cacat porositas yang menyebabkan material berpori dan tidak kedap air. Cacat porositas biasanya disebabkan oleh gas yang terjebak di dalam benda cor selama proses pembekuan pada benda cor, penyebab porositas dijelaskan pada tahun 1994 [1]. Penyebab lain dari cacat porositas yaitu seperti daya alir gas pada cetakan yang kurang baik, lubang ventilasi gas pada cetakan yang kurang memadai, penuangan cairan dengan tekanan yang tinggi dan temperatur tuang yang terlalu tinggi.

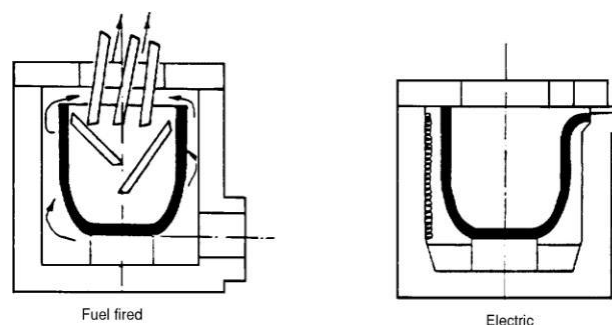
Pada peleburan aluminium, cairan akan terkontaminasi dengan gas hidrogen yang berasal dari udara bebas, sehingga ketika cairan membeku dapat menyebabkan terjadinya porositas pada benda. Penelitian ini akan membahas tentang pengaruh temperatur tuang terhadap cacat porositas, uji kekerasan dan uji metalografi pada produk cor aluminium.

Metode ini diterbitkan pada tahun 2001 [2] Peleburan merupakan transformasi logam padat menjadi cair, namun juga dipengaruhi oleh kekuatan dan sifat semua produk cor. Aluminium murni memiliki titik lebur  $660^{\circ}\text{C}$  ( $1221^{\circ}\text{F}$ ). Aluminium paduan titik leburnya  $650 - 760^{\circ}\text{C}$  ( $1200-1400^{\circ}\text{F}$ ). Tungku peleburan yang digunakan adalah tungku krusibel. Skema tungku krusibel ditunjukkan pada Gambar 1.

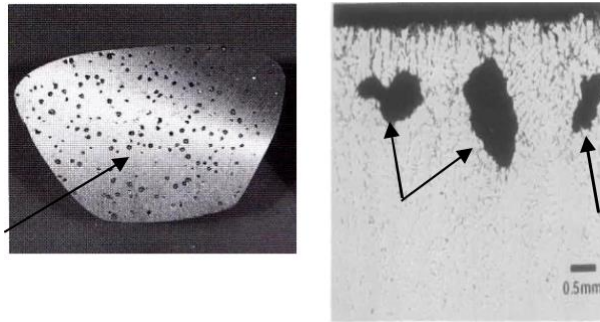
Temperatur terlalu tinggi dan waktu penahanan yang berlebihan perlu diperhatikan dalam proses peleburan. Temperatur yang tinggi dapat meningkatkan penyerapan gas dan pembentukan kotoran. Titik lebur tidak boleh melebihi  $760^{\circ}\text{C}$ , jika temperature terlalu panas berpengaruh pada kualitas cairan. Temperatur aluminium cenderung meningkat dengan cepat setelah logam benar-benar mencair. Aluminium bereaksi dengan cepat dengan oksigen dan selama peleburan jumlah oksida terus meningkat. Aluminium akan menyerap gas-gas tertentu salah satunya adalah hydrogen.

Cacat porositas dijelaskan pada tahun 1992 [3]. Porositas ini akan menjadikan produk terjadi cacat porositas, yaitu cacat yang pada umumnya berbentuk titik bulat berlubang yang dihasilkan dari pengendapan hidrogen selama proses pembekuan pada cairan aluminium. Gas hidrogen akan larut jauh lebih tinggi pada logam dalam keadaan cair dibandingkan dalam keadaan padat. Cacat porositas dapat dilihat pada Gambar 2 yang ditunjukkan pada tahun 2003 [4].

Pengujian kekerasan dijelaskan pada tahun 1940 [5] berpengaruh pada produk yang dibuat dan merupakan ketahanan suatu material. Penekanan dengan mekanisme indentasi dari material terhadap suatu permukaan benda uji. Kekerasan adalah suatu sifat mekanis dari bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya. Semakin lunak material, semakin besar bekas indenter dan semakin rendah angka kekerasannya. Alat uji kekerasan ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 1. Skema tungku krusibel [1]

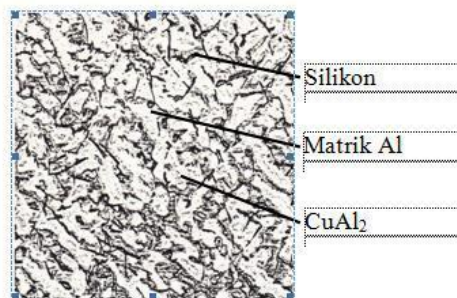


Gambar 2. Cacat porositas



Gambar 3. Alat Uji Kekerasan

Metode pengujian metalografi diterbitkan pada tahun 2001 [6]. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara struktur dengan sifat logam atau paduannya. Preparasi dengan kertas silikon karbida tahan air dengan 240, 320 atau 400 grit diikuti oleh 600 grit kemudian yang lebih halus lagi. Gambar 1.4 menunjukkan struktur mikro aluminium paduan Al-Si-Cu. Silikon pada struktur mikro berwarna abu gelap,  $\text{CuAl}_2$  berwarna abu terang dan matrik Al yang berwarna terang. Strukturmikro Al-Si-Cu dijelaskan pada tahun 1972 [7].



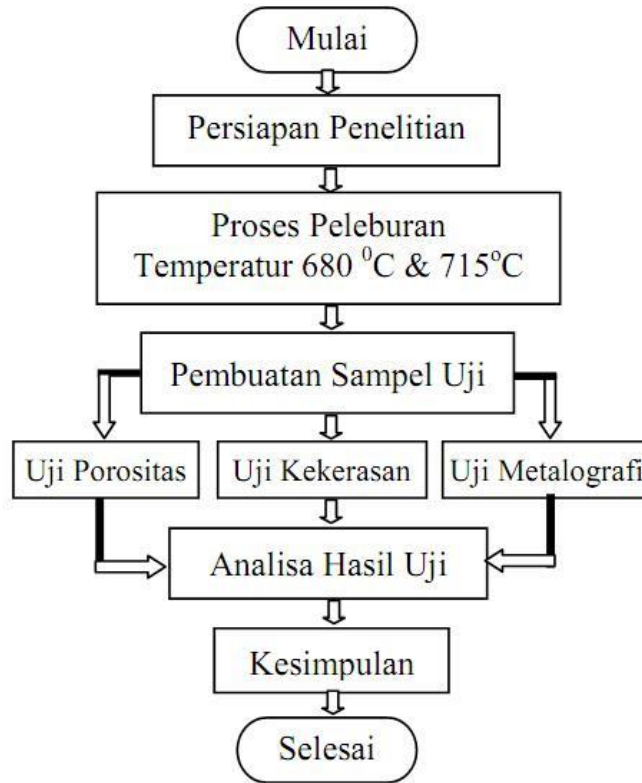
Gambar 4. Struktur mikro Al-Si-Cu [7]

## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan proses penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- Alat ukur : penggaris, jangka sorong
- Mesin pemotong plat hidrolik
- Tungku peleburan krusibel elektrik
- Infrared thermocouple*
- Mesin gerinda, gergaji, timbangan
- Miskroskop metalografi

- g. Alat uji kekerasan Rockwell
- h. Bahan Aluminium
- i. Kertas Amplas
- j. Bahan uji metalografi



Gambar 5. Diagram alir penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian komposisi kimia sampel uji ditunjukkan pada Tabel 1 Analisa hasil uji menunjukkan kaategori material paduan AlSiCu.

Tabel 1 Komposisi sampel uji

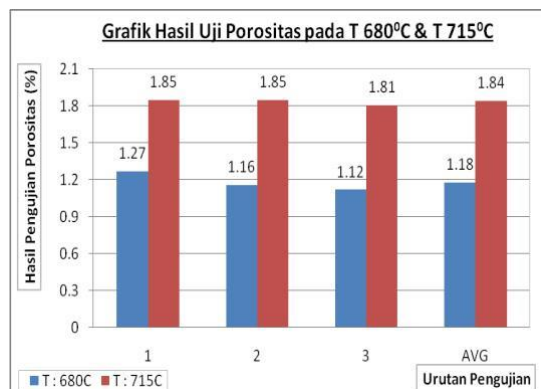
Unsur	Komposisi (%)
Al	89,62
Si	6,46
Fe	0,58
Cu	2,42
Mn	0,05
Mg	0,15
Cr	0,02
Ni	0,08
Zn	0,38
Ti	0,04
Sr	0,001

Perhitungan porositas dapat dihitung apabila densitas teoritis dan densitas aktual spesimen sudah diketahui. Perhitungan densitas tersebut dijelaskan pada tahun 1999 [8]. Hasil Uji porositas pada suhu 680<sup>0</sup>C dan 715<sup>0</sup>C adalah sebagai berikut :

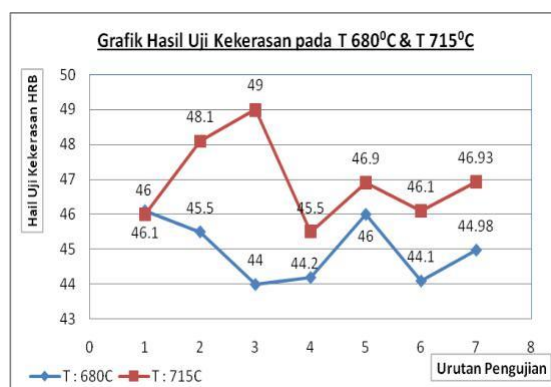
- Densitas Teoritis :  
 $\rho_0 = \text{densitas teoritis (g/cm}^3) = [100 / \text{total (c)}] = [100 / 36,39] = 2,750 \text{ g/cm}^2$
- Densitas Aktual  
 $\rho_0 = \rho_s, \rho_s = 1 \text{ g/cm}^3 \times [(78,81 \text{ g} / 29,02 \text{ g}) = 2,715 \text{ gram/cm}^3$

- Pengujian Porositas (P)  
 Pengujian dilakukan pada 3 sampel uji, contoh perhitungan porositas adalah sebagai berikut :  
 $\rho_0 = 2,759 \text{ gram/cm}^3$  (densitas teoritis)  
 $\rho_s = 2,715 \text{ gram/cm}^3$  (densitas aktual) sehingga nilai porositas :  
 $P = [(\rho_0 - \rho_s) / \rho_0] \times 100\%$   
 $= [(2,750 - 2,725) / 2,750] \cdot 100\%$   
 $= 1,27 \%$

Hasil pengujian porositas dijelaskan pada tahun 1992 [9], didapatkan hasil uji porositas rata-rata dari 3 uji pada suhu 680<sup>0</sup>C 1,18% dan pada suhu 715<sup>0</sup>C adalah 1,84%. Porositas bertambah besar dengan meningkatnya suhu peleburan. Grafik hasil uji porositas ditunjukkan pada Gambar 6. Pengujian kekerasan menggunakan metode Rockwell type B (HRB) sebanyak 6 data uji. Rata-rata nilai kekerasan pada suhu 680<sup>0</sup>C adalah 44,98 HRB, sedangkan pada suhu 715<sup>0</sup>C adalah 46,93 HRB. Nilai uji kekerasan meningkat dengan bertambahnya suhu peleburan aluminum. Nilai hasil uji kekerasan ditunjukkan pada Gambar 7.



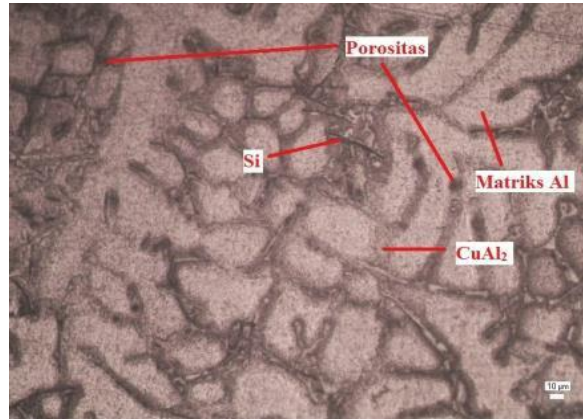
Gambar 6. Grafik hasil uji porositas



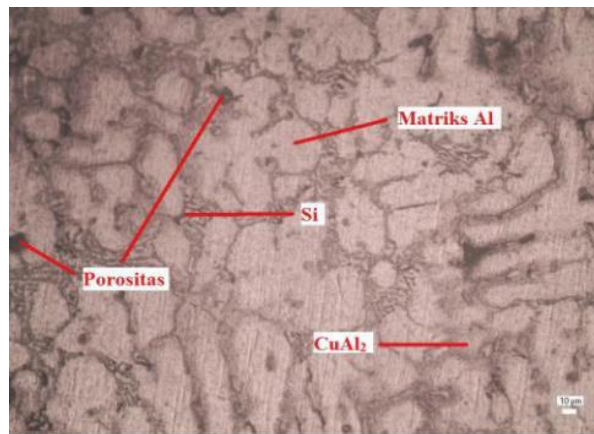
Gambar 7 Hasil uji kekerasan

Hasil pengujian metalografi menunjukkan fase yang terlihat adalah dominan Al, Si dan CuAl<sub>2</sub>. Hasil pengujian metalografi untuk suhu 680<sup>0</sup>C dijelaskan pada Gambar 8 dan untuk suhu 715<sup>0</sup>C

ditunjukkan pada Gambar 9. Suhu tuang berpengaruh pada hasil struktur mikro, pada suhu  $680^{\circ}\text{C}$  ukuran dan pembentukan batas butir terlihat jelas. Struktur mikro ini dipengaruhi proses pemanasan yang diberikan memberi peluang butir untuk bergerak dan menata letaknya, sehingga bentuk matrik Si menjadi tertata dan kelihatan lebih jelas. Struktur mikro pada suhu  $715^{\circ}\text{C}$  membentuk batas butir yang lebih kecil dan pembentukan batas butir lebih sempurna, dijelaskan pada tahun 2011 [10].



Gambar 8 Hasil uji Metalografi



Gambar 9 Hasil uji Metalografi

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dari peleburan aluminium dengan temperatur tuang sebesar  $680^{\circ}\text{C}$  dan suhu  $715^{\circ}\text{C}$  terhadap porositas, kekerasan dan metalografi adalah sebagai berikut :

- Porositas ditentukan dari hasil uji komposisi, densitas teoritis dan densitas actual, nilai porositas untuk suhu  $680^{\circ}\text{C}$  adalah 1,18% dan pada suhu  $715^{\circ}\text{C}$  adalah 1,84%
- Hasil uji kekerasan pada suhu  $680^{\circ}\text{C}$  adalah 44,98 HRB dan suhu  $715^{\circ}\text{C}$  sebesar 46,93 HRB
- Hasil uji metalografi pada kedua suhu menunjukkan ada 3 fase dominan yaitu fase Al, fase Si dan fase AlSiCu.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat berlangsung dengan baik dan lancar berkat bantuan dan dukungan dari Politeknik Manufaktur Ceper sebagai Institusi peneliti dan juga tempat pelaksanaan pengujian.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brown, J. R. (1994). *Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook*. London: Butterworth Heinemann.
- [2] American Foundrymen's Society. (2001). *Aluminium Casting Technology (2nd edition)*. The United States of America: The American Foundrymen's Society, Inc.
- [3] ASM Handbook Committee. (1992). *ASM Handbook vol. 2: Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*. The United States of America: ASM International.
- [4] Campbell, J. (2003). *Castings (2nd edition)*. United Kingdom: Butterworth Heinemann.
- [5] Callister, W. D. (1940). *Materials Science and Engineering*. The United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- [6] American Foundrymen's Society. (2001). *Aluminium Casting Technology (2nd edition)*. The United States of America: The American Foundrymen's Society, Inc.
- [7] ASM Handbook Committee. (1972). *Metals Handbook vol. 7: Atlas of Microstructures of Industrial Alloys*. The United States of America: American Society for Metals.
- [8] ASTM Committee. (1999). *ASTM E 252-84: Standard Test Method for Thickness of Thin Foil and Film by Weighing*. The United States of America: American Society for Testing and Materials.
- [9] ASM Handbook Committee. (1992). *ASM Handbook vol. 15: Casting*. The United States of America: ASM International.
- [10] Bayuseno, A., P., & Chamdani, N., A. (2011). ADC 12 sebagai Material Sepatu Rem menggunakan Pengecoran High Pressure Die Casting dengan Variasi Temperatur Penuangan. *ROTASI Jurnal Teknik Mesin*, 13(1), 17-23.