

## PENGARUH KOMPOSISI KIMIA DAN KECEPATAN KEMIRINGAN CETAKAN *TILT CASTING* TERHADAP STRUKTUR MIKRO PADUAN *Al-Si-Cu*

Bambang Tjiroso<sup>1\*</sup>, Suyitno<sup>1</sup>, Bahtiar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No.2, Yogyakarta 55281

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tadulako  
Jl. Soekarno Hatta km 9 Kelurahan tondo, Palu Sulawesi Tengah

\*Email: bambangtjiroso@yahoo.co.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi kimia dan kecepatan kemiringan cetakan *tilt casting* terhadap struktur mikro paduan *Al-Si-Cu*. Temperatur tuang yang digunakan 710 °C dan temperatur cetakan 220 °C. Paduan dilebur dalam dapur krusibel untuk memperoleh empat variasi komposisi paduan *Al-Si-Cu*. Logam cair dipindahkan dari furnace ke wadah tuang yang menempel pada cetakan dengan posisi horisontal. Cetakan dimiringkan sampai posisi vertikal untuk menuang logam cair masuk kedalam cetakan dengan variasi kecepatan kemiringan cetakan 9, 12, dan 15 °/detik. Logam cair didiamkan sampai membeku. Hasil pengujian komposisi kimia diperoleh empat variasi paduan yaitu 1,17% Cu, 1,65% Cu, 2,14% Cu, dan 2,76% Cu. Pengamatan struktur mikro dilakukan pada keseluruhan produk cor dengan kecepatan kemiringan cetakan 9, 12, dan 15°/ detik. Penumpukan segregasi paduan silikon terlihat dengan warna hitam-hitaman. Struktur terdiri dari matriks Al (putih), jaringan interdendritik silikon eutektik (abu-abu gelap, tajam), Cu;Mg-Si-Al (abu-abu terang), dan Fe;Si-Al (abu-abu sedang).

**Kata kunci:** komposisi kimia, struktur mikro, *tilt casting*

## 1. PENDAHULUAN

Aluminium paduan banyak digunakan dalam industri otomotif dan industri kerdangantaraan karena kepadatannya rendah, memiliki sifat mekanik yang baik dan ketahanan terhadap korosi. Aluminium paduan tidak terlepas dari berbagai cacat yang terjadi selama proses pengecoran seperti porositas, penyusutan, *hot tearing*, dan segregasi. *Tilt casting* adalah salah satu metode pengecoran dengan cara dimiringkan. Logam cair dimasukkan kedalam cetakan dan dimiringkan secara lambat dari posisi horisontal keposisi vertikal dengan kecepatan yang dikontrol. Mengurangi sudut kemiringan cetakan dari 3° sampai 1° dapat meningkatkan sifat mekanik bahan dan juga sifat mekanik menurun ketika kemiringan cetakan pada sudut 0° (Hamzah, dkk., 2002). Produksi coran melibatkan beberapa parameter penting. Kecepatan penuangan yang tepat dapat mereduksi kecepatan pendinginan dan menaikkan struktur ukuran butiran logam, sedangkan kecepatan penuangan yang terlalu cepat dapat menyebabkan turbulensi dan terjebaknya udara, akibatnya terjadi cacat gelembung pada coran (Mi, dkk., 2003). Yokoyama, dkk., (2010) membandingkan metode cor yang berbeda *tilt casting* dan *high pressure casting*. Hasil yang didapat bahwa *tilt casting* memiliki keuntungan yaitu membatasi cacat pada coran. *Tilt casting* memiliki keuntungan yaitu dapat mengontrol pengisian logam cair dengan turbulensi yang rendah, memberikan kondisi yang baik untuk pembekuan terarah sehingga mengurangi resiko cacat porositas, dan hasil pengecorannya lebih baik dari pengecoran konvensional. Cao dan Kou (2006) melakukan penelitian paduan terneri Mg-Al-Cu dengan cetakan CRC (*Constrained Rod Casting*), hasilnya yang didapat bahwa cetakan CRC lebih sensitif terhadap *hot tearing*. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh komposisi kimia paduan *Al-Si-Cu* dan kecepatan kemiringan cetakan terhadap struktur mikro.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu ingot aluminium murni komersial, aluminium 2024, dan aluminium ADC12. Paduan aluminium dilebur dengan dapur krusibel. Cetakan berbentuk CRCM vertikal dengan pemanas cetakan berbahan bakar LPG. Temperatur tuang yang digunakan adalah 710°C, dan temperatur cetakan 220° C. Logam cair dipindahkan dari

dapur krusibel ke wadah tuang yang menempel pada cetakan dengan posisi horisontal. Cetakan dimiringkan sampai posisi vertikal untuk menuang logam cair masuk kedalam cetakan dengan variasi kecepatan kemiringan cetakan adalah 9, 12, 15 °/detik. Logam cair didiamkan sampai membeku.

## 2.2 Perencanaan Komposisi

Aluminium paduan yang dilebur pada dapur krusibel terdiri dari tiga jenis paduan yaitu aluminium murni dengan kandungan aluminium *base* 98,93%, ADC12, dan Al 2024. Ketiga paduan ini dilebur dengan presentase berat berbeda sesuai dengan komposisi paduan target yang diinginkan dan mengacuh pada hasil perhitungan komposisi paduan sehingga didapatkan komposisi paduan dengan empat variasi. Formula yang dipakai untuk menentukan presentase berat komposisi dalam material adalah sebagai berikut:

$$\text{Target Al\%} = \left( \frac{\text{Berat total Al}}{\text{Berat total material 98,93\%+ADC 12+2024}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Target Cu\%} = \left( \frac{\text{Berat total Cu}}{\text{Berat total material 98,93\%+ADC 12+2024}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Target Si\%} = \left( \frac{\text{Berat total Si}}{\text{Berat total material 98,93\%+ADC 12+2024}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

## 2.3 Pengujian dan Pengamatan

Produk spesimen dari hasil pengecoran paduan Al-Si-Cu yang telah membeku dilakukan kembali pengujian komposisi paduan untuk mengetahui komposisi paduan yang terbentuk setelah pengecoran. Hasil pengujian komposisi ini yang dijadikan referensi variasi komposisi paduan dalam penelitian ini. Spesimen untuk pengamatan struktur mikro disiapkan dengan diameter 9,5 mm dan tinggi 10 mm. permukaan spesimen diratakan dengan mesin poles yang telah dilapisi oleh kertas amplas. Kertas amplas yang digunakan berukuran 800, 1000, dan 2000. Permukaan spesimen dihaluskan menggunakan mesin poles yang dilapisi oleh kain yang telah diberi Autosol. Spesimen kemudian dietsa menggunakan larutan kimia. Mikroskop optik digunakan untuk melihat struktur mikro yang terbentuk.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

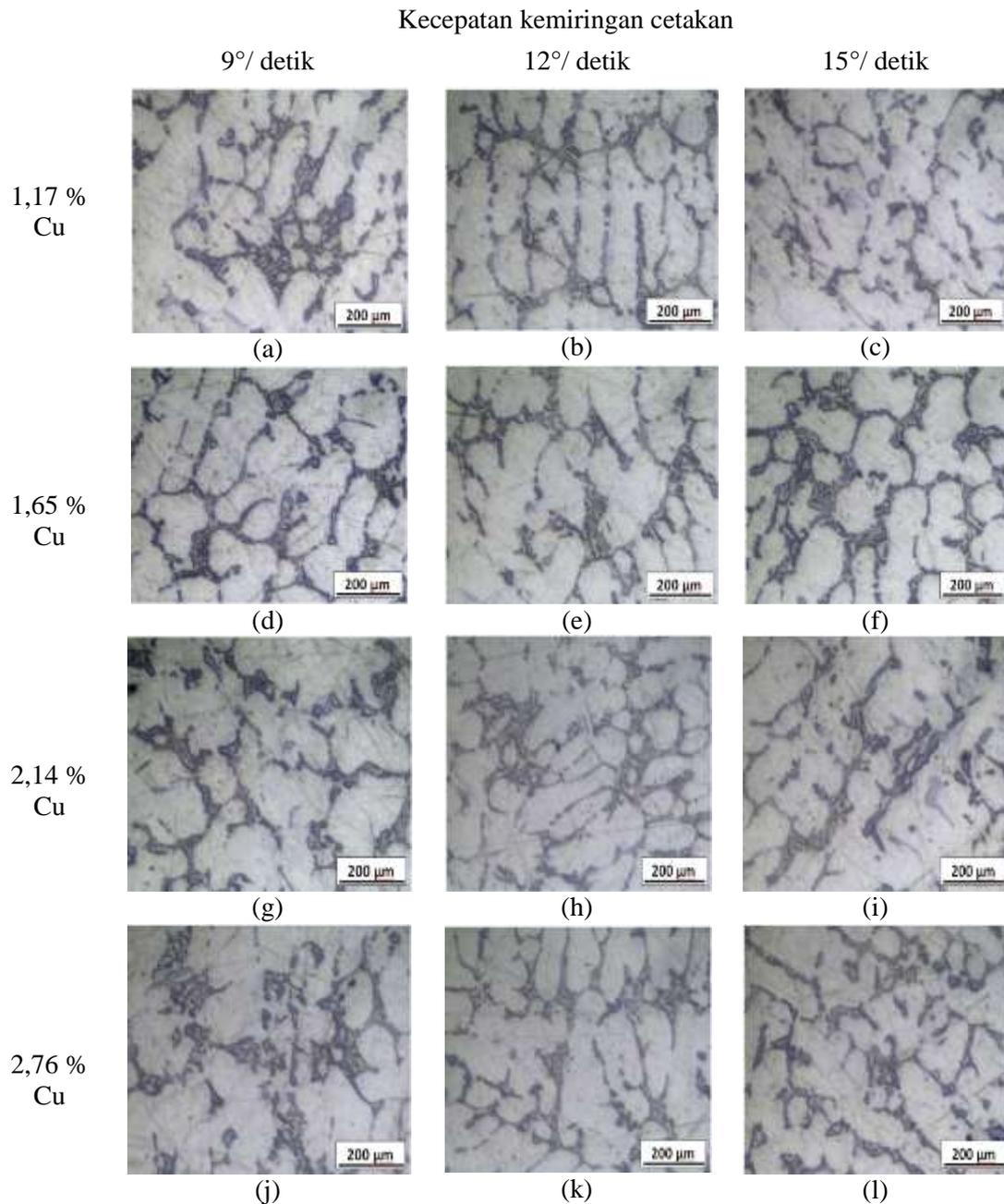
### 3.1 Hasil pengujian komposisi

**Tabel 1. Komposisi kimia paduan I, II, III, dan IV (CV. KHS Yogyakarta)**

No	Unsur	Paduan (%)			
1	Al	92,72	91,44	90,72	90,04
2	Cu	1,170	1,658	2,141	2,768
3	Si	4,78	5,38	5,38	5,29
4	Mn	0,1284	0,1686	0,2493	0,3278
5	Mg	0,1201	0,1718	0,2428	0,2961
6	Zn	0,4144	0,4769	0,4937	0,4960
7	Fe	0,5673	0,5921	0,6573	0,6654
8	Ti	0,0202	0,0202	0,0182	0,0184
9	Cr	0,0169	0,0180	0,0215	0,0217
10	Ni	0,0184	0,0206	0,0231	0,0244
11	Sn	0,0102	0,0114	0,0125	0,0126
12	Pb	0,0356	0,0397	0,0449	0,0414

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian komposisi kimia dari paduan material ingot *base*, aluminium ingot ADC12 dan aluminium ingot 2024. Empat paduan tersebut terdiri dari paduan I Al-1,17% Cu, paduan II Al-1,65% Cu, paduan III Al-2,14% Cu, serta paduan IV Al-2,76% Cu.

### 3.2 Pengamatan Struktur Mikro



Gambar 1. Menunjukkan struktur mikro dari paduan Al-Si-Cu

Hasil pengamatan struktur mikro paduan Al-Si-Cu penumpukan segregasi paduan silikon terlihat dengan warna ke hitam-hitaman. Struktur terdiri dari matriks Al (putih), jaringan interdendritik silikon eutektik (abu-abu gelap, tajam), Cu;Mg-Si-Al (abu-abu terang), dan Fe;Si-Al (abu-abu sedang). Produk cor 1, 2, dan 3 adalah paduan Al-Si-Cu dengan komposisi 1,17 % Cu. Gambar 1 (a) menunjukkan kecepatan kemiringan cetakan 9°/ detik, gambar 1 (b) dengan kecepatan kemiringan cetakan 12°/ detik, dan gambar 1 (c) kecepatan kemiringan cetakan 15°/ detik. Paduan Al-Si-Cu dengan komposisi 1,65 % Cu terlihat pada gambar 1 (d) dengan kecepatan kemiringan cetakan 9°/ detik, gambar 1 (e) dengan kecepatan kemiringan cetakan 12°/ detik, dan gambar 1 (f) kecepatan kemiringan cetakan 15°/ detik. Paduan Al-Si-Cu dengan komposisi 2,14 % Cu terlihat pada gambar 1 (g) dengan kecepatan kemiringan cetakan 9°/ detik, gambar 1 (h) dengan kecepatan kemiringan cetakan 12°/ detik, dan gambar 1 (i) kecepatan kemiringan cetakan 15°/ detik. Paduan Al-Si-Cu dengan komposisi 2,76 % Cu terlihat pada gambar 1 (j) dengan kecepatan kemiringan cetakan 9°/ detik, gambar 1 (k) dengan kecepatan kemiringan cetakan 12°/ detik, dan gambar 1 (l) kecepatan kemiringan cetakan 15°/ detik.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang pengaruh komposisi kimia dan kecepatan kemiringan cetakan *tilt casting* terhadap struktur mikro paduan Al-Si-Cu, maka dapat disimpulkan bahwa pengujian komposisi kimia didapatkan empat variasi paduan Al-Si-Cu. Penumpukan segregasi paduan silikon terlihat terjadi pada paduan 1,17% Cu dengan kecepatan kemiringan cetakan 9°/ detik. Struktur terdiri dari matriks Al (putih), jaringan interdendritik silikon eutektik (abu-abu gelap, tajam), Cu;Mg-Si-Al (abu-abu terang), dan Fe;Si-Al (abu-abu sedang).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cao, G. & Kou, S., 2006. Hot Tearing of Ternary Mg-Al-Ca Alloy Castings. , 37(December), pp.3647–3663.
- Hamzah E., Dody Prayitno., M.Z.M. Ghazali., 2001. “Effect of mould tilt angle on the mechanical properties of as-cast aluminium alloy”*Materials and Design 23 (2002) 189-194.*
- Mi, J., Harding, R.A. & Campbell, J., 2003. Effects of the Entrained Surface Film on the Reliability of Castings.
- Yokoyama, Y., Gary Harlow, D., Liaw, P.K.,Inoue, A., 2010, “Comparison of fatigue strengths of bulk metallic glasses produced by tilt casting and high-pressure casting”, *Journal Metallurgical and Materials Transactions A.*