

# Peningkatan Mampu Alir (Fluidity) Dan Penurunan Nilai Susutan Paduan Al-Cu Dengan Semi-Solid Rheocasting

Muhammad Rezki F. Putra<sup>1</sup>, Reza Taufiqi Ivana<sup>2</sup>, Danang Yugo Pratomo<sup>3</sup>, Adhiela Noer Syaief<sup>4</sup>, Rusuminto Syahyuniar<sup>5</sup>  
<sup>1,2,4,5</sup>Politeknik Negeri Tanah Laut, <sup>3</sup>Politeknik Hasnur  
<sup>1,2,4,5</sup>Program Studi Teknologi Otomotif, Politeknik Negeri Tanah Laut  
<sup>3</sup>Program Studi Teknik Otomotif, Politeknik Hasnur  
e-mail; <sup>\*1</sup>rezki@politala.ac.id, <sup>\*2</sup>reza@politala.ac.id, <sup>\*3</sup>d.yugo.pr@gmail.com, <sup>\*4</sup>adhel\_syaief@politala.ac.id,  
<sup>\*5</sup>rusumintosyahyuniar@politala.ac.id

**Abstrak:** Industri otomotif sebagian besar pada penggunaan part dan komponen lainnya masih menggunakan paduan aluminium dengan proses pengecoran. Salah satu paduan dengan perlakuan panas yang baik dan karakteristik perbandingan kekuatan dengan berat jenis yang baik yaitu Al-Cu, namun dengan karakteristik demikian paduan ini juga memiliki kekurangan mampu alir dan susutan yang besar. Dalam percobaan ini melakukan proses pengecoran semi-solid rheocast dengan variasi lama pengadukan menggunakan paduan al-cu sebagai bahan untuk dilakukan peningkatan mampu alir dan penurunan nilai susutan dari paduan. Dari hasil percobaan didapatkan hasil cukup baik pada mampu alir dengan penambahan panjang aliran logam dengan perbedaan ketebalan cetakan didapatkan nilai paling tinggi dilamanya waktu pengadukan 540 dengan ketebalan 1 mm; 9,8mm, 1,5 mm; 15 mm, 1,8mm; 17 mm, 2 mm; 22 mm. Penurunan nilai susutan yang didapat juga cukup baik dari hasil proses semi-solid rheocast menghasilkan penurunan sebanyak 48,9% dari tanpa proses rheocasting dengan yang diberikan proses rheocasting menggunakan variasi lama waktu pengadukan.

**Kata kunci:** Al-Cu, Rheocasting, Penyusutan, Mampu Alir

**Abstract:** Most of the Automotive Industry use parts and other components still use aluminum alloys with the casting process. One of the alloys with good heat treatment and good characteristics of the ratio of strength to specific gravity is Al-Cu, but with such characteristics this alloy also has a lack of large flowability and shrinkage. In this experiment, a semi-solid rheocast casting process was carried out with various stirring times using al-cu alloy as a material to increase the flowability and reduce the shrinkage value of the alloy. From the experimental results, it was found that the flowability was quite good with the addition of metal flow length with a difference in mold thickness, the highest value was the mixing time of 540 with a thickness of 1 mm; 9.8 mm, 1.5 mm; 15mm, 1.8mm; 17mm, 2mm; 22mm. The decrease in shrinkage value obtained was also quite good from the results of the semi-solid rheocast process resulting in a reduction of 48.9% from that without the rheocasting process given the rheocasting process using variations in the length of stirring time.

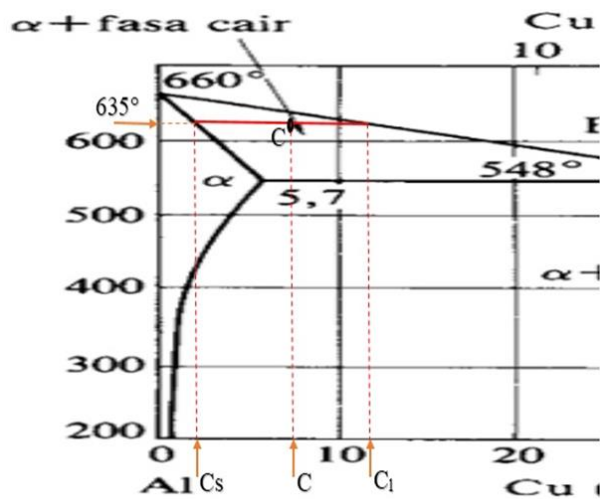
**Keywords—** Al-Cu, Rheocasting, Shrinkage, Fluidity

Aluminium merupakan paduan yang banyak digunakan dalam industri otomotif dengan karakteristik high strength-to-weight ratio, ketahanan fatigue, dan perlakuan panas yang baik [1]. Dalam industri otomotif lebih dari 80% produk aluminium yang dihasilkan menggunakan metode pengecoran dikarenakan sangat mudah untuk dikombinasikan dengan unsur paduan lain guna mencapai karakteristik dengan ketahanan yang lebih baik [2].

Salah satu kombinasi paduan aluminium yaitu dengan tembaga (Cu) dengan paduan unsur dominannya berkisar antara 3%-7%. Pengkombinasian aluminium-tembaga (Al-Cu) sendiri dapat meningkatkan ketahanan yang baik serta proses

permesinan yang mudah, namun hal ini berdampak juga pada penurunan ketahanan korosi dan kemampuan alir pada paduan [3].

Pada paduan Al-Cu kesetimbangan struktur bergantung pada komposisi dan temperature dalam diagram fasa diaman reaksi eutektik terjadi pada temperature 547°C dengan komposisi 33 % Cu dilihat pada Gambar 1. Dalam hal ini jika reaksi eutektik berambah hingga 100% paduan yang hanya berisi logam cair dapat memenuhi seluruh rongga cetak sehingga menghasilkan pengecoran yang baik. Menurut Suprpto diagram fasa memberikan informasi dari suatu paduan yang akan bertransformasi dari cair ke padat ataupun sebaliknya dengan melihat kombinasi komposisi dan temperature diprediksi dengan sistem lever rule [4].



Gambar 1 Skema lever rule

$$\text{banyaknya fasa liquid} = \frac{C_s - C}{C_s - C_1} \quad (1)$$

$$\text{banyaknya fasa solid} = \frac{C - C_1}{C_s - C_1} \quad (2)$$

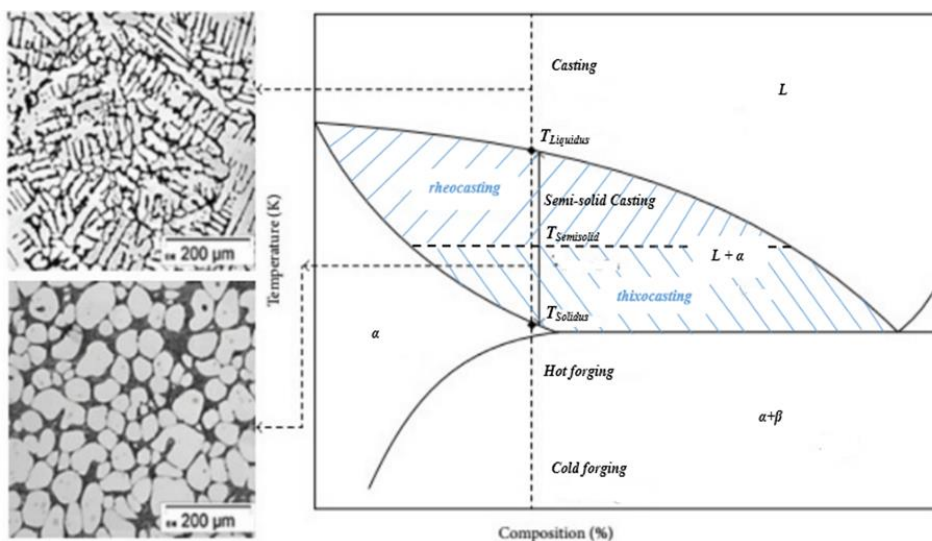
C : komposisi paduan yang digunakan,

C<sub>1</sub> : komposisi pada garis liquidus,

C<sub>s</sub> : komposisi pada garis solidus.

Penggunaan paduan Al-Cu dalam pejalanannya diindustri menengah kebawah sekarang mulai berkurang dikarenakan mampu alir yang buruk, dan nilai susutan yang besar. Maka dari itu diperlukan proses yang bisa mengurangi kelemahan tersebut. Dalam beberapa kajian terkait pengecoran semi-solid. Menurut Pola dan Tuci rheocasting melalui pengadukan memberikan struktur lebih halus dan butir yang padat dan merata menghasilkan kekuatan yang baik [5]. Struktur morfologi halus dan bulat juga menjadikan paduan lebih mudah mengalir mengisi rongga cetakan [6].

Rheocasting merupakan proses semisolid casting yang memanfaatkan agitasi mekanik pada logam setengah padat [7], dengan gaya yang terjadi menghasilkan perubahan bentuk struktur yang lebih halus menjadikan aliran logam lebih mudah mengalir sehingga meningkatkan mampu alir dan mereduksi susutan [8]. Pemrosesan semisolid rheocasting menjadikan sifat tikstropi dalam cairan logam seperti berbentuk bubuk atau sluri, pada fasa semi solid ketika gaya geser diberikan maka mekanisme pertumbuhan butir dendrit akan terpecah menjadi globular menjadikannya mudah bergerak mengisi rongga cetakan satu sama lain [9], selain itu dengan temperature dibawah titik lebur dapat meningkatkan umur pakai cetakan [10]. Maka dari itu diperlukan temperature yang tepat dalam prosesnya dengan memperhatikan area transisi dari fasa cair dan padat yang ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2 Temperatur Semi-solid Casting

### METODE

Bahan yang digunakan yaitu aluminium daur ulang kemudian dibentuk menjadi ingot dan dilakukan pengujian komposisi menggunakan spectrometry untuk mengetahui ketepatan komposisi dari paduan.



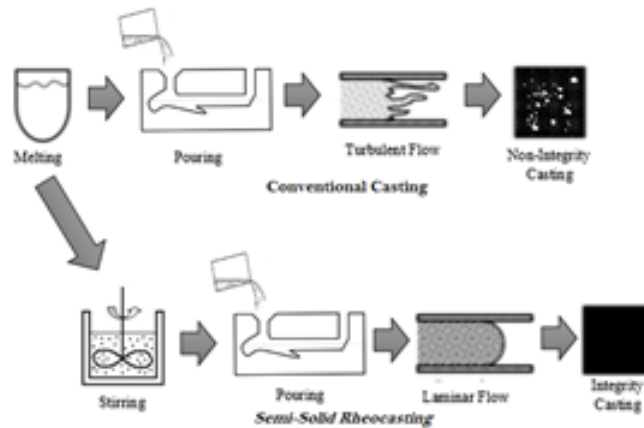
Gambar 3 Bahan Ingot

Tabel 1 Komposisi Bahan Paduan Al-Cu

Al	Cu	Fe	Si	Mn	Zn	Mg	Ni
90.2	8,61	0.18	0.083	0.053	0.011	0.010	0.005

#### 2.1 Proses Semi-solid Rheocasting

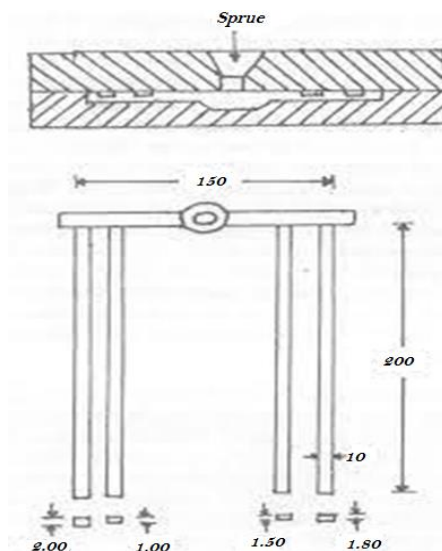
Proses peleburan dilakukan pada suhu 650 °C, kemudian dilakukan pengadukan pada rpm 1500, dan parameter waktu yang digunakan 0, 60, 180, 360, dan 540 detik (s). bahan yang digunakan yaitu aluminium daur ulang kemudian dibentuk menjadi ingot dan dilakukan pengujian komposisi menggunakan spectrometry untuk mengetahui ketepatan komposisi dari paduan.



Gambar 3 Skema proses semi-solid rheocasting

## 2.2 Pengujian Mampu Alir (Fluiditas)

Pengujian mampu alir dengan cetakan pengukur panjang mampu alir, dengan konsep menuangkan logam cair kedalam cetakan yang telah disiapkan dengan variasi ketebalan pada permukaan cetakan. Jika semakin tipis cetakan yang bisa dilalui logam cair maka semakin baik mampu alir dari paduan.



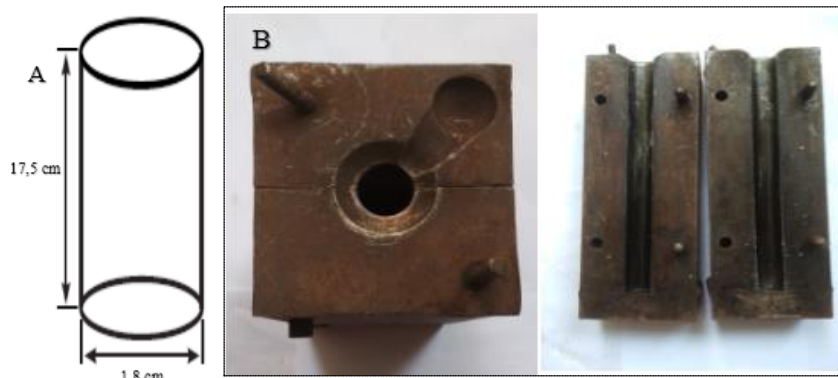
Gambar 4 Desain cetakan pengukur mampu alir

## 2.3 Pengujian Susutan

Susutan logam merupakan salah satu cacat logam coran dikarenakan pengecilan volume. Ketika logam mengalami pembekuan akibat laju pendinginan pada rongga cetak. Susutan dapat dilihat nilainya dengan menghitung perbandingan volume hasil cetakan dengan volume cetakan dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \frac{V_{\text{Cetakan}} - V_{\text{Coran}}}{V_{\text{Cetakan}}} \times 100\% \quad (3)$$

Pengujian susutan ini menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan desain dan ukuran seperti Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5 Desain cetakan Pengujian Susutan

## HASIL

### 3.1 Hasil Mampu Alir

Mampu alir berkaitan dengan kemampuan logam mengisi rongga cetakan hingga terjadinya pembekuan, mampu alir juga salah satu sifat pengecoran yang penting karena dimana mampu alir buruk akan mengakibatkan cacat pada pengecoran. Pada pengujian ini cairan logam dituang ke dalam cetakan yang telah disiapkan kemudian didinginkan setelah itu dilakukan proses pembongkaran kemudian diukur hasil panjang laju aliran. Berikut hasil pengecoran dan kemudian diukur panjang hasil dari laju aliran yang didapat.



Gambar 6 Hasil Pengecoran Mampu Alir

Hasil pengukuran panjang laju alir atau mampu alir dari paduan kemudian dituangkan ke dalam tabel berikut

Tabel 2 Hasil Pengukuran Panjang Mampu Alir

Waktu (s)	Fluiditas (mm)			
	Ketebalan 1,8 mm	Ketebalan 1 mm	Ketebalan 1,5 mm	Ketebalan 2 mm
0	3	1	1.4	9
60	7.6	1.3	4.6	14
180	8	3	8.6	14
360	15.8	8	10	20
540	17	9.8	15	22

Peningkatan Mampu Alir (Fluidity) Dan Penurunan Nilai Susutan Paduan Al-Cu .....

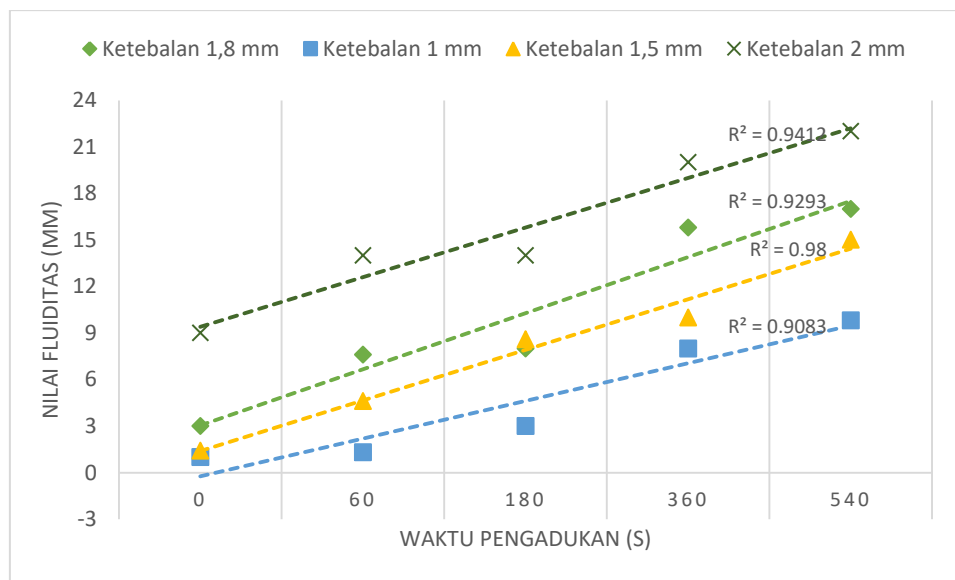
### 3.2 Hasil Uji Susutan

Pengujian susutan merupakan salah satu uji coba untuk mengetahui nilai susut dari paduan hasil pengecoran. Pada penelitian ini hasil dari pengujian susutan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali kemudian dilakukan perhitungan rata-rata untuk dikonversikan kedalam grafik untuk memudahkan analisis data.

Tabel 3 Hasil Pengujian Susutan

Waktu (s)	Average (%)
0	8,32
60	7,53
180	5,83
360	4,89
540	4,25

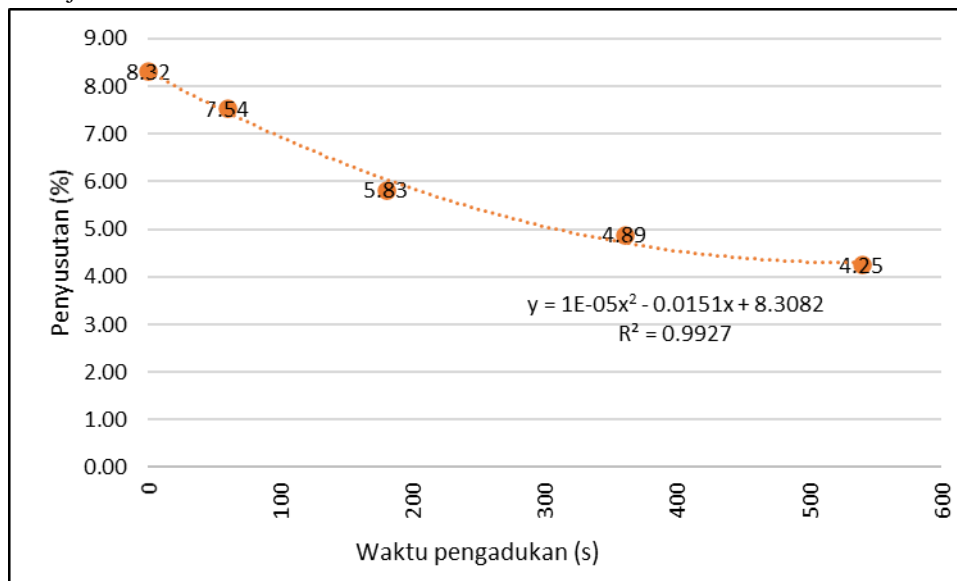
### 3.3 Pembahasan Hasil Uji Mampu Alir



Gambar 7 Grafik Hasil Uji Mampu Alir

Waktu pengadukan proses semi-solid rheocasting berpengaruh pada laju aliran untuk mengisi rongga cetak. Perlakuan tanpa waktu dan dengan waktu pengadukan 60,180,360, dan 540 detik, terjadi hasil yang berbeda-beda pada masing-masing ketebalan cetakan. Ketebalan cetakan 1 mm menghasilkan panjang aliran 1 s.d 9,8 mm, ketebalan 1,5 mm menghasilkan 1,4 s.d 15 mm, ketebalan 1,8 mm menghasilkan panjang 3 s.d 17 mm, ketebalan 2 mm menghasilkan 9 s.d 22 mm. Ketebalan cetakan berpengaruh pada proses pembekuan logam, cetakan yang tebal memiliki rentang waktu pembekuan yang cukup lama dibandingkan dengan yang lebih tipis dikarenakan pengaruh dari pembuangan panas melalui rongga cetak ke udara sekitar.

### 3.4 Pembahasan Hasil Uji Susutan



Gambar 8 Grafik Hasil Uji Susutan

Dari hasil uji susutan pada Gambar 8 dapat dilihat, dengan memberikan variasi lamanya waktu aduk memberikan perubahan pada nilai susutan paduan Al-Cu. Dari hasil tanpa proses pengadukan didapatkan nilai susutan 8,32%, dan dengan nilai susutan terendah di dapatkan pada waktu pengadukan 540 detik dengan nilai 4,25%. Dengan demikian dapat dikatakan proses semi-solid rheocasting berpengaruh pada proses susutan paduan dikarenakan pada prosesnya logam semi-solid secara bertahap menyusut masuk menjadi padatan dengan kemungkinan bahwa adanya pengaturan ulang butiran didalam pematangan jaringan padatan oleh paduan yang secara berkelanjutan dari penampang cetakan menuju bagian tengah paduan.

## PENUTUP

Proses semi-solid rheocasting berdampak cukup signifikan dari sifat pengecoran paduan Al-Cu, maka dari itu didapatkan kesimpulan yaitu: 1) Lama waktu pengadukan dari proses rheocasting mampu meningkatkan sifat mampu alir dari paduan Al-Cu, 2) Dengan proses rheocasting nilai susutan dapat diturunkan maka dari itu bisa mendapatkan hasil pengecoran yang lebih baik

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Callister and D. Rethwisch. , 2007, *Materials science and engineering: an introduction*, vol. 94.. doi: 10.1016/0025-5416(87)90343-0.
- [2] M. R. F. Putra, W. Suprpto, and A. A. Sonief., 2019, “Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Paduan Al-Cu Proses Semi-Solid Rheocasting,” *Pros. SENIATI*, pp. 241–245.
- [3] T. Surdia and K. Chijiwa, *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2004.
- [4] W. Suprpto, 2011, “Porositas Gas Pada Material Duralumin Dalam Pengecoran Sistem Vakum,”
- [5] A. Pola, M. Tocci, and P. Kapranos. , 2018, “Microstructure and Properties of Semi-Solid Aluminum Alloys: A Literature Review,” *Metals (Basel)*., vol. 8, no. 3, p. 181, doi: 10.3390/met8030181.
- [6] M. R. Fitri Putra, W. Suprpto, and A. A. Sonief., 2019, “Pengaruh Kecepatan Pengadukan Proses Rheocasting Terhadap Struktur Mikro Dan Fluiditas Paduan Al-Cu,” *REKAYASA MESIN*, vol. 10 N3, no. January, pp. 257–263.
- [7] L. Ivanchev, D. Wilkins, G. Govender, W. Du Preez, and R. Bean., 2008, “Rheo-processing of semi-solid metal alloys: A new technology for manufacturing automotive and aerospace components,” *S. Afr. J. Sci.*, vol. 104, no. 7–8, pp. 257–259.

- [8] N. G. Antara, S. Tabuchi, and K. Suzuki, 2005, “Refining Nuclei and Distributing Spherical Primary Crystals in Billets for Semi-Solid Casting,” pp. 1–20, [Online]. Available: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=3132>.
- [9] M. N. Mohammed, M. Z. Omar, M. S. Salleh, K. S. Alhawari, and P. Kapranos, 2013, “Semisolid Metal Processing Techniques for Nondendritic Feedstock Production,” vol. 2013.
- [10] M. T. Wijaya et al., 2017, “Pengaruh variasi temperatur tuang terhadap ketangguhan impak dan struktur mikro pada pengecoran aluminium,” vol. 8, no. 1, pp. 219–224,.