

**PENGARUH PENAMBAHAN Cu PADA PADUAN Al-7Si TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO HASIL CORAN KEPALA SILINDER MOTOR 2 TAK DENGAN METODE PENGECORAN *LOST FOAM CASTING***

**Suherman**

Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Tanjungbalai  
Kampus Jl. Sei Raja, Kel Sei Raja Kota Tanjungbalai - SUMUT  
Email: herman\_me\_itm@yahoo.com

**Abstrak**

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan Cu sebesar 3% pada paduan Al-7Si terhadap sifat fisis dan mekanis pada hasil coran kepala silinder (head cylinder) sepeda motor 2 Tak yang dicor dengan metode lost foam casting (LFC). Aluminium paduan Al-7Si sebelum dan sesudah penambahan Cu dilebur menggunakan dapur krusibel pada temperatur 750 °C dan selanjutnya dituangkan kedalam pola styrofoam yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Untuk mengamati sifat fisis dan mekanis hasil penambahan Cu pada aluminium Al-7Si, hasil coran dipotong pada beberapa bagian seperti pada bagian sirip dan alas/bawah kepala silinder. Benda cor sebelum dan sesudah penambahan Cu diuji nilai kekerasannya menggunakan mesin uji kekerasan metode Rockwell, sedangkan struktur mikro diamati menggunakan mikroskop optik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan Cu sebesar 3% pada paduan Al-7Si menurunkan nilai kekerasan benda cor baik pada bagian sirip maupun pada bagian alas dari hasil coran head cylinder.*

**Kata kunci :** aluminium Al-Si, head cylinder, lost foam casting

## PENDAHUALUAN

Pengecoran *lost foam* merupakan langkah baru dalam memproduksi benda-benda dengan metode pengecoran. Pada saat ini belum banyak industri pengecoran logam yang menggunakan metode ini dalam memproduksi benda cor. Sedikitnya industri yang menerapkan metode pengecoran ini mungkin dikarenakan mereka belum banyak mengetahui seluk beluk metode pengecoran *lost foam*.

Metode *lost foam casting (LFC)* menggunakan pola dari *styrofoam* atau busa *polystyrene* yang dimasukkan dalam pasir cetak. Salah satu kelebihanannya adalah keleluasaan dalam desain pola coran. Coran dengan bentuk relatif rumit yang sulit dibuat dengan metode lain dapat dibuat dengan metode ini (Davis, 1993).

Logam cair dimasukkan melalui saluran tuang dan pola akan terurai karena panas logam cair saat masuk ke pola. Hasil uraian pola akan melewati lapisan dan keluar melalui pasir. Setelah cukup dingin, benda cor diambil dan dilakukan perlakuan panas jika diperlukan (Matson dkk, 2007).

Dalam beberapa aplikasi, bagian-bagian pola dilem untuk mendapatkan bentuk keseluruhan dari benda yang kompleks. Sistem saluran

dirangkai dengan cara dilem menyatu dengan rangkaian pola. Beberapa pola dapat dilakukan pengecoran dengan dirangkai dalam satu sistem saluran.

Akhir-akhir ini paduan Al-Si banyak dipakai terutama pada komponen otomotif karena mempunyai beberapa kelebihan bila dibanding dengan aluminium paduan lainnya. Kelebihan paduan ini antara lain lebih ringan dibanding dengan besi dan baja, ketahanan korosi yang baik, tahan terhadap retak panas (*hot tearing*), mampu mesin dan las yang baik (Smith, 1993).

Komposisi paduan dan pemilihan proses pengecoran sangat mempengaruhi struktur mikro dari aluminium paduan. Ada beberapa metode yang digunakan dalam proses pembuatan komponen otomotif seperti dengan cetakan pasir, cetakan permanen, high pressure die casting dan dengan metode *lost foam casting*. Metode *evaporative (lost foam casting)* merupakan salah satu metode pengecoran yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk dari bahan aluminium paduan.

Penambahan Cu pada aluminium paduan sebesar 4-10% Cu sangat luas penggunaannya terutama sekali untuk komponen otomotif seperti blok dan kepala silinder. Penambahan Cu pada paduan aluminium memperbaiki

kekuatan dan kekerasan hasil coran tanpa dan dengan perlakuan panas. Penambahan 4 -6% Cu sangat kuat terhadap respon untuk dilakukan heat treatment. Penambahan Cu umumnya mengurangi ketahanan terhadap serangan korosi, pada kondisi tertentu dan material tertentu sangat peka terhadap serangan korosi tegangan. Penambahan Cu juga mengurangi ketahanan terhadap retak panas (*hot tearing*) dan mengurangi mampu cor (*castability*). (Davis, 1993).

Pengecoran *lost foam* juga memiliki beberapa kekurangan seperti banyaknya cacat pada benda cor seperti porositas, cacat lipatan (*lipatan*), *blister* (melepuh), adanya gap antara bagian yang satu dengan bagian yang lain pada pola yang dirangkai. Selain itu pada porositas pada benda cor yang dihasilkan dari pengecoran aluminium dengan pola *polystyrene foam* lebih tinggi dibandingkan dengan cetakan pasir. Hal ini menunjukkan bahwa sulit untuk mendapatkan kekuatan mekanik yang lebih baik pada pengecoran aluminium tanpa perlakuan (*treatment*) tertentu (Kim dan Lee, 2007).

Proses pembersihan dan pemesinan dapat dikurangi secara dramatis (Kumar dkk, 2007). Pencemaran lingkungan karena emisi bahan-bahan pengikat dan pembuangan pasir dapat dikurangi karena tidak menggunakan bahan pengikat dan pasir dapat langsung digunakan kembali (Kumar dkk, 2007).

Oleh karena itu penambahan Cu diharapkan mampu meningkatkan sifat mekanis (*mechanical properties*) seperti kekerasan pada paduan aluminium Al-Si yang digunakan untuk membuat komponen automotif seperti kepala silinder.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *styrofoam polystyrene* sebagai pola cetakan dan saluran turun untuk membuat kepala silinder sepeda motor 2 tak. *Styrofoam* diperoleh dari bekas packing alat-alat elektronik yang sudah tidak digunakan lagi dan *Styrofoam* lembaran. Bahan dari *styrofoam* dipotong menjadi bentuk sirip dan dasar kepala silinder dengan menggunakan pemotong listrik sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.

Potongan-potongan pola sirip dan dasar kepala silinder dirangkai dengan menggunakan lem *styrofoam*. selanjutnya masukkan pola cetakan kedalam kotak, kemudian timbun dengan pasir silika hingga seluruh permukaan

pola cetakan tertutup oleh pasir silika hingga seluruh permukaan pola *styrofoam* tertutup oleh pasir silika.

Balik rangka cetak dan buka penutup rangka cetak bagian atas, seka pasir hingga tampak permukaan saluran masuk pola. Bersihkan pasir dipermukaan saluran masuk pola dan pola cetak siap untuk dituangi. Langkah selanjutnya adalah dengan mengguncang kotak tempat pola dan pasir silika diletak agar pasir silika benar-benar mengisi keseluruhan rongga-rongga sehingga benar-benar padat.

Paduan aluminium Al-7Si sebelum dan sesudah penambahan Cu dilebur didalam dapur krusibel pada temperatur tuang 750 °C. Untuk mengangkat kotoran-kotoran yang ada didalam aluminium cair digunakan flux dengan jenis coveral. Setelah paduan aluminium sudah mencair masukkan kawat tembaga kedalam cairan logam. Untuk menambahkan Cu sebesar 3% kedalam aluminium cair digunakan kawat tembaga murni yang dimasukkan kedalam aluminium cair dengan berat tertentu sehingga didapatkan persentase Cu sebesar 3%.

Setelah temperatur tuang telah tercapai, tuangkan aluminium cair kedalam pola *styrofoam* dengan tenang dan perlahan sampai keseluruhan logam cair mengisi dari pola. Tunggu hasil benda cor benar-benar dingin, lalu keluarkan hasil coran dari pasir silika dan bersihkan hasil coran dari pasir yang menempel. Spesimen uji didapatkan dari hasil coran prototype kepala silinder dengan cara memotong pada bagian sirip dan alas dari benda cor kepala silinder. Benda cor sebelum dan sesudah penambahan Cu diuji komposisi kimia, kekerasan dan diamati struktur mikronya menggunakan mikroskop optik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Komposisi Kimia

Untuk mengetahui komposisi paduan Aluminium yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan spectrometer analisis. Hasil uji komposisi kimia bahan yang digunakan sebelum dan sesudah penambahan Cu sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1.

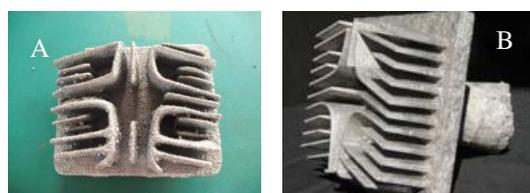
Dari hasil pengujian komposisi kimia bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah termasuk golongan aluminium paduan Al-Si *hypoeutectic* dengan jumlah persentase Si sebesar 7%.

Tabel 1. Hasil pengujian komposisi kimia

Kode Bahan	Al	Si	Fe	Cu	Mg	Zn	Ti	Pb	Sn	Sr	Sb
Al-Si	90,9	7,70	0,36	0,01	0,37	0,13	0,29	0,02	0,01	0,05	0,01
Al-Si +Cu	87,9	7,80	0,44	3,13	0,24	0,09	0,22	0,01	0,01	0,02	0,01

**Hasil Coran**

Hasil pengecoran *prototype* kepala silinder (*head cylinder*) menggunakan metode pengecoran LFC sebagaimana ditunjukkan pada gambar (1). Penambahan Cu kedalam paduan Al-7Si tidak mempengaruhi hasil akhir dari coran kepala silinder dengan metode LFC.



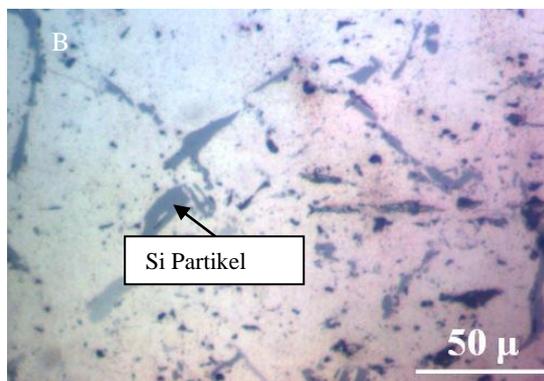
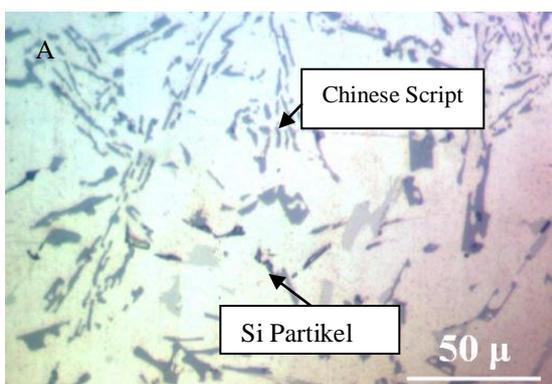
Gambar 1. Hasil benda cor dengan dan tanpa penambahan Cu

Beberapa paramater yang mempengaruhi hasil akhir coran dengan metode LFC adalah ukuran pasir, pelapisan pola, cacat yang terbentuk karena runtuhnya pasir silika sehingga masuk kedalam cairan aluminium.

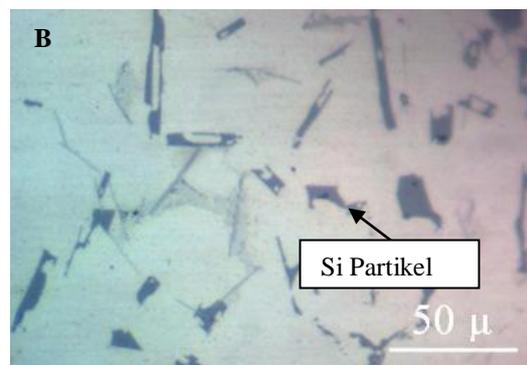
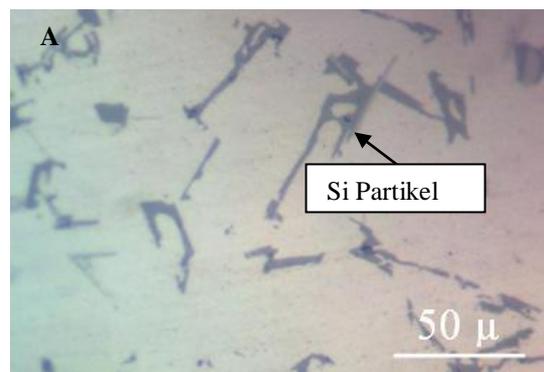
Selain itu cacat coran yang sering terjadinya adalah terjadinya *gap* antara beberapa pola yang dirangkai dengan menggunakan lem dan dekomposisi dari *polystyrene foam*.

**Pengamatan Struktur Mikro**

Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik pada bagian alas dan sirip hasil coran untuk material sebelum dan setelah penambahan Cu sebesar 3% dengan pembesaran 400x.



Gambar 2. Photo pengamatan struktur mikro raw material (a) bagian sirip (b) bagian alas



Gambar 3. photo pengamatan struktur mikro dengan penambahan Cu (a) bagian sirip (b) bagian alas

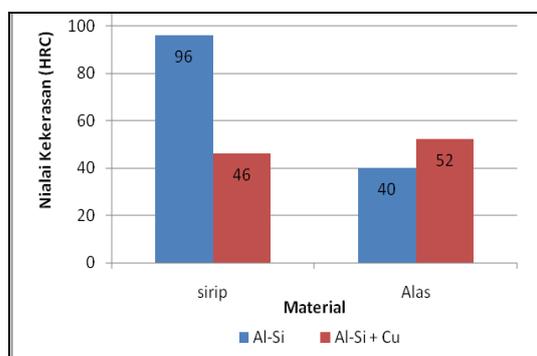
Pada Gambar (2.a dan 2.b) menunjukkan aluminium Al-7Si sebelum penambahan Cu.

Eutektik partikel silikon tersebar merata diantara dendrite  $\alpha$  Al. Struktur dendrite  $\alpha$  phase (terlihat terang) dan partikel eutektik silikon (berwarna gelap).

Dari gambar (3.a dan 3.b) terlihat bahwa secara umum penambahan Cu tidak terlalu signifikan mempengaruhi mikrostruktur dari morfologi partikel autektik silikon dari paduan Al-7Si.

### Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan hasil coran dilakukan pada bagian sirip dan alas hasil coran dari prototype *head cylinder* sebelum dan sesudah penambahan Cu pada paduan Al-7Si sebagaimana ditunjukkan pada gambar (4). Pengujian kekerasan pada hasil coran dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan Rockwell.



**Gambar 4. Grafik nilai kekerasan paduan Al-Si sebelum dan sesudah penambahan Cu**

Nilai kekerasan pada bagian sirip dan bagian alas hasil coran prototipe dari kepala silinder sangat berbeda, nilai kekerasan yang paling tinggi adalah pada bagian sirip paduan Al-7Si sebelum penambahan Cu yaitu sebesar 96 HRC sedangkan pada bagian alas yaitu sebesar 40 HRC, hal ini sangat berbeda apa yang telah dilaporkan oleh Aji (2006).

Penambahan Cu pada Aluminium paduan sebesar 3% terlihat sedikit menurunkan nilai kekerasan dari benda cor yang dibuat dengan pola *styrofoam* baik pada bagian sirip maupun pada bagian alas. Hal ini bertolak belakang dengan apa yang dikemukakan oleh Zeren dan Karakulak (2009);

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Penambahan Cu tidak mempengaruhi hasil akhir dari coran prototipe *head cylinder* sepeda motor 2 tak.
2. Penambahan Cu pada paduan aluminium Al-7Si merubah bentuk dari partikel silikon, dimana sebelum penambahan Cu partikel silikon mempunyai ujung yang runcing dan setelah penambahan Cu bentuk partikel silikon menjadi lebih tumpul.
3. Nilai kekerasan hasil coran setelah penambahan Cu pada paduan aluminium Al-7Si sedikit menurun.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dikti) yang telah memberikan dana untuk penelitian ini pada skema penelitian Dosen Pemula.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aji, E.S., 2006, *Pengaruh suhu tuang terhadap struktur mikro dan kekerasan coran kepala silinder sepeda Motor dari bahan Al-6,5% Si yang dicor dengan Metode evaporative*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin UGM. Yogyakarta.
- Davis, J.R., 1993. *ASM Specialty Handbook : Aluminum and Aluminum Alloys*,
- Kim, K., and Lee, K. 2005. *Effect of Process Parameters on Porosity in Aluminum Lost Foam Process*, *Journal Material Scripta Technology*. Vol. 21 No.5, pp. 681-685.
- Kumar, S., Kumar, P., Shan, H.S., 2007, *Effect of evaporative pattern casting process parameters on the surface roughness of Al-7% Si alloy castings*, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 182, pp. 615-623.
- Matson, D.M., Venkatesh, R., And Biederman, S., 2007, *Expanded Polystyrene Lost Foam Casting Modelling Bead Steaming Operation*, *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, Vol. 129, pp. 429-434.
- Smith, W.F., 1993, *Structure and Properties of Engineering Alloy*, McGraw-Hill inc, Second Edition.
- Zeren, M., and Karakulak, E., 2009. *Studi on hardness and microstructure characteristic of sand cast Al-Si-Cu alloys*, *bull mater science*, Indian Academic of Sciences. Vol 32, Pp 617-620.