

PENGARUH *REMelTING* TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADUAN COR Al - Si

Eko Surojo¹, Teguh Triyono¹, Kasminto Wahyudi²

¹ Staf Pengajar - Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik UNS

² Alumni Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik UNS

Keywords :

Remelting

Recycle

Al - Si Cast Alloy

Abstract :

Remelting is a method to recycle the product made from Al-Si cast alloy. Basically, remelting is a casting process which done repeatedly. The material used in this research was from diesel engine pistons of a truck. The used pistons were treated by three times of remelting, i.e. 1st, 2nd, and 3rd remelting. The piston was melted at 875 °C in the furnace, then poured into a permanent mold has been preheated at 260 °C. Finally, the microstructure of the specimens were examined and the hardness were tested. The result of this research indicate that remelting process can change the microstructure of Al-Si cast alloy. With three time remelting respectively, the hardness increased.

PENDAHULUAN

Surdia (2000) menyatakan bahwa penggunaan aluminium sebagai logam menempati urutan yang kedua setelah besi dan baja, dan yang tertinggi diantara logam nonfero. Vigeland (2001) menyatakan bahwa konsumsi aluminium akan meningkat sekitar 3% pada sepuluh tahun kedepan dan peningkatan konsumsi ini seharusnya diiringi dengan peningkatan daur ulang aluminium sebesar 4% pada periode tahun yang sama.

Mengolah biji logam menjadi Al memerlukan energi yang besar, dan selain itu sumber biji aluminium juga semakin berkurang. Salah satu usaha untuk mengatasi hal ini adalah dengan melakukan daur ulang. *Remelting* pada paduan aluminium membutuhkan 5% dari energi yang dikonsumsi dalam produksi aluminium murni, termasuk pada penyimpanan dan transportasi. Proses *remelting* juga lebih sederhana dibandingkan dengan proses pembentukan aluminium murni. Terlebih lagi persediaan scrap aluminium terus meningkat. Walaupun hasil dari daur ulang aluminium sering kali dinamakan *secondary aluminium*, hal tersebut seharusnya tidak menganggapnya sebagai produk yang tidak baik (Farner, 2000).

Terkait dengan hal di atas maka penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh *remelting* terhadap karakteristik hasil coran paduan cor Al - Si. Karakteristik yang diamati adalah komposisi kimia, struktur mikro, dan kekerasan. Bahan yang diteliti berasal dari piston bekas mesin diesel pada truk. Selain itu, penggunaan aluminium sebagai bahan pembuatan piston sangat besar seiring dengan peningkatan jumlah produksi kendaraan. Dengan demikian jumlah piston bekas sangat dimungkinkan akan mengalami peningkatan, karena tingkat pemakaian yang semakin tinggi.

TINJAUAN PUSTAKA

Remelting merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperoleh suatu material dengan sifat fisik dan sifat mekanik yang diinginkan dengan merubah sifat yang dimiliki bahan dasarnya. Pada dasarnya proses *remelting* merupakan proses peleburan dan penuangan kembali material yang sebelumnya sudah mengalami peleburan. *Remelting* juga merupakan bagian dari siklus hidup aluminium (Farner, 2000).

Farner (2000) meneliti *remelting* aluminium dengan proses *continous submersion of rolled scrap*. Ketika proses *remelting* dilakukan terjadi penyusutan logam yang disebabkan karena terjadinya *dross*. Pengurangan besarnya penyusutan tersebut akan memberikan keuntungan yang lebih. *Dross* terjadi ketika logam aluminium teroksidasi dan lapisan oksida tersebut terjebak dalam logam cair. Ketika logam dingin dimasukkan kedalam logam cair, panas disekitar logam cair dipindahkan dengan cepat ke logam dingin yang dimasukkan tersebut dan sering kali logam cair yang bersentuhan dengan logam dingin tersebut membeku.

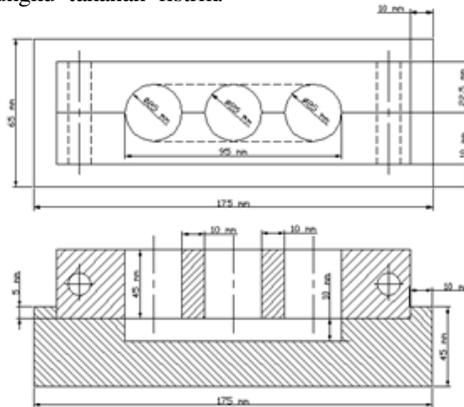
Binney, dkk. (2003) meneliti pengaruh penambahan *grain refinement* pada *remelting* paduan Al - Si. Secara umum pada pengecoran kembali aluminium bekas keuletannya rendah dibandingkan dengan pengecoran aluminium sebelumnya, karena memiliki kandungan fase intermetalik *brittle* yang lebih tinggi. Dalam pengecoran aluminium paduan seperti A319, biasanya digunakan pada pengecoran blok mesin dan *cylinder head*, secara signifikan memiliki jumlah *impurities* yang lebih tinggi dibandingkan dengan paduan aluminium asalnya yaitu A356. *Grain refiner* yang dipakai adalah Al - 5Ti-1B, dan Cu. Seringkali diasumsikan kandungan partikel Si pada seluruh coran paduan Al - Si akan menghasilkan ukuran butir yang sama untuk jenis penambahan yang sama dari *grain refiner* pada saat pengecoran. Walau demikian, diketahui bahwa

keberadaan beberapa *impurity elements* dapat menurunkan efisiensi dari *grain refiner* Al - 5Ti - 1B walaupun mekanisme terjadinya hal itu masih kurang jelas. Pada penelitian ini diketahui bahwa penambahan 3% Cu pada paduan aluminium A356 tidak mempengaruhi ukuran butir yang terbentuk.

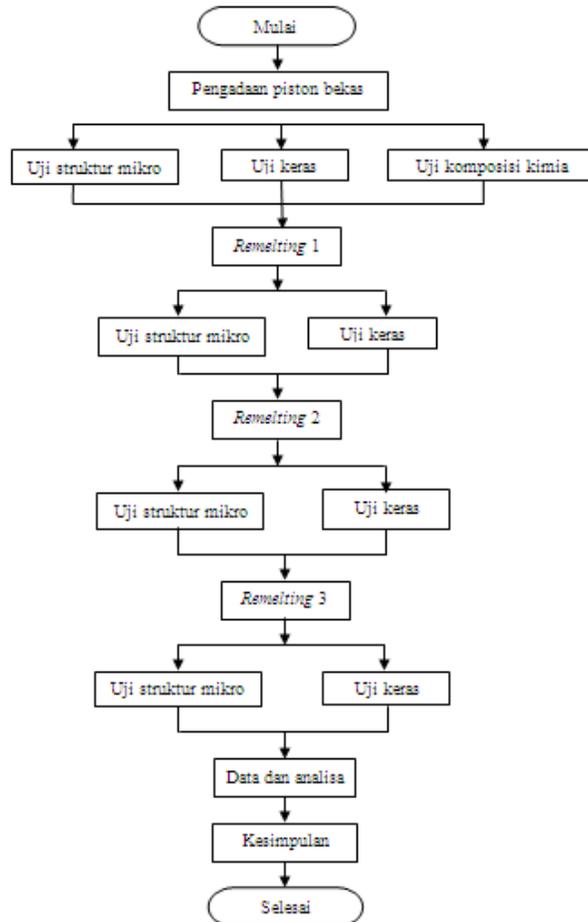
METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah piston bekas. Proses peleburan atau *remelting* piston bekas menggunakan tungku tahanan listrik.

Temperatur peleburannya 875 °C dan cetakan yang digunakan untuk membuat benda uji (spesimen) adalah cetakan permanen (Gambar 1). Tahapan penelitian dilaksanakan sesuai dengan diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sebelum dilakukan penuangan logam cair, cetakan permanen dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 260 °C. Variasi perlakuan *remelting* dilakukan sebanyak tiga kali yaitu *remelting 1*, *remelting 2*, dan *remelting 3*.



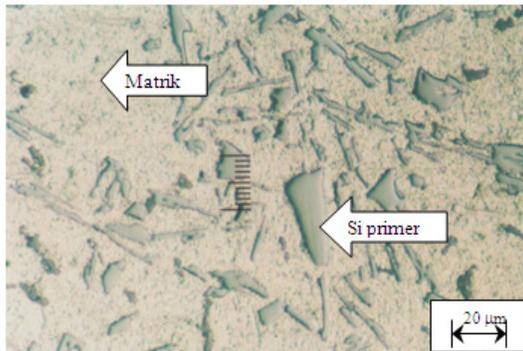
Gambar 1. Cetakan yang digunakan untuk pembuatan spesimen.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

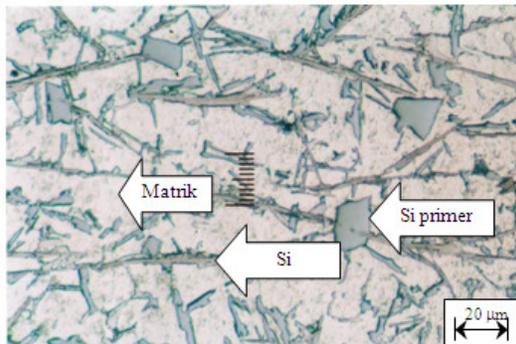
Struktur mikro piston, yang digunakan untuk bahan penelitian ini, diperlihatkan pada Gambar 3. Sedangkan komposisi kimianya ditunjukkan pada Tabel 1. Struktur mikro piston (Gambar 3) memperlihatkan fasa Si primer dan fasa eutektik (campuran fasa α dan Si). Selanjutnya setelah dilakukan *remelting* (*remelting 1*, *remelting 2* dan *remelting 3*) terjadi perubahan struktur mikro dan ini diperlihatkan pada Gambar 4, 5, dan 6.



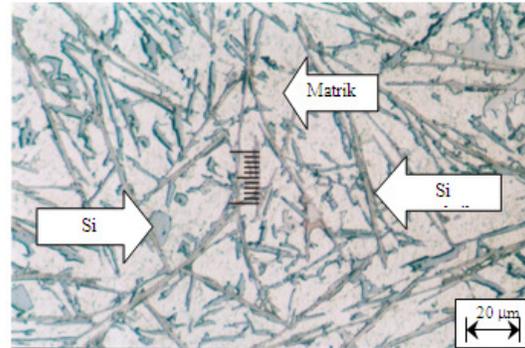
Gambar 3. Struktur mikro piston.

Tabel 1. Komposisi kimia spesimen.

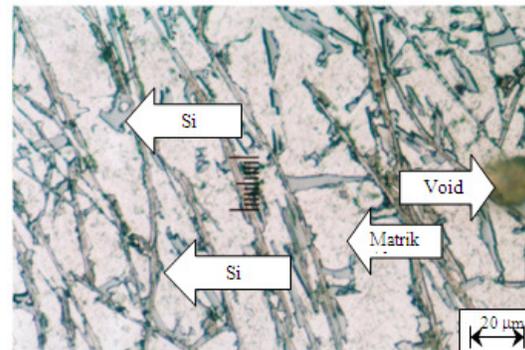
Unsur	Kadar (% wt)
Si	11.37
Fe	1.9759
Cu	1.141
Mn	0.0299
Mg	0.8082
Zn	0.0397
Ti	0.0107
Cr	0.0304
Ni	1.1651
Pb	0.0028
Sn	0.0076
Al	83.41



Gambar 4. Struktur mikro hasil *remelting 1*.



Gambar 5. Struktur mikro hasil *remelting 2*.



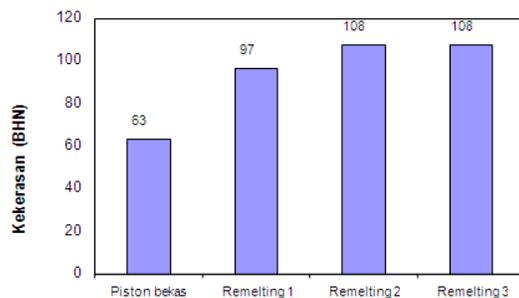
Gambar 6. Struktur mikro hasil *remelting 3*.

Perubahan struktur mikro terjadi setelah piston bekas mendapat perlakuan *remelting 1*, *remelting 2* dan *remelting 3*. Perubahan yang terjadi terlihat dalam hal ukuran, jumlah dan sebaran fasa Si. Dibandingkan dengan struktur mikro piston bekas, struktur mikro hasil *remelting 1* memperlihatkan fasa Si yang lebih besar. Selanjutnya perubahan struktur mikro dari *remelting 1* ke *remelting 2* memperlihatkan bahwa hasil *remelting 2* memiliki fasa Si eutektik yang lebih banyak dan sebarannya lebih merata bila dibandingkan paduan aluminium hasil *remelting 1*. Dengan perbesaran yang sama, pada struktur mikro hasil *remelting 1* masih terlihat adanya Si primer walaupun jumlahnya tidak sebanyak pada struktur mikro piston bekas. Sedangkan perubahan dari *remelting 2* ke *remelting 3* terlihat adanya perubahan bentuk Si eutektik (*flake/serpih*) yang lebih panjang dan lebih besar.

Pembesaran ukuran Si eutektik seperti diuraikan di atas disebabkan karena adanya unsur pembentuk butir (*grain refiner*) yang kemampuannya berkurang bahkan dimungkinkan hilang saat dilakukan *remelting*. Semakin banyak pengulangan peleburan (*remelting*) yang dilakukan maka kemampuan dan kadar unsur tersebut juga semakin berkurang. Pada saat pengecoran dan pendinginan terdapat *fading effect* pada *grain refiner* dan hal ini diketahui dari pengalaman bahwa efek dari *grain refining* pada *agent* mengalami penurunan akibat waktu tahan selama proses pengecoran (Elkem Aluminium ANS,

2002). Bunn, dkk (1999) menyatakan bahwa pada penelitian terdahulu diketahui adanya potensi *refiner* hilang selama waktu tahan, tetapi untuk mengurangi efek tersebut dapat dilakukan dengan pengadukan.

Selanjutnya pengujian kekerasan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan Brinell dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 7. Gambar 7 memperlihatkan bahwa harga kekerasan rata-rata mengalami peningkatan akibat perlakuan *remelting* yang dilakukan. Harga kekerasan rata-rata tertinggi terjadi pada *remelting* 2 dan 3 dengan harga kekerasan 108 BHN. Harga kekerasan rata-rata pada *remelting* 2 dan 3 sama dimungkinkan terjadi karena hasil pada *remelting* 2 dan 3 memiliki struktur mikro yang relatif sama. Peningkatan harga kekerasan hasil *remelting* tersebut disebabkan karena adanya peningkatan jumlah fasa Si eutektik. Fasa Si eutektik memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian matrik. Song, dkk. (2004) menyatakan bahwa paduan Al - Si diaplikasikan secara luas dibidang otomotif karena memiliki ketahanan aus yang baik, kekuatan yang tinggi dibandingkan dengan beratnya dan *thermal expansion coefficient* yang rendah dimana sifat tersebut disebabkan karena adanya fraksi volume yang tinggi dari partikel Si yang bersifat keras yang berada di antara matrik.



Gambar 7. Pengaruh *remelting* terhadap kekerasan bahan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. *Remelting* dapat mengubah struktur mikro paduan aluminium - silikon.
2. Harga kekerasan Brinell (BHN) rata - rata mengalami peningkatan dengan perlakuan tiga kali *remelting*. Peningkatan kekerasan ini disebabkan karena adanya peningkatan jumlah fasa Si eutektik.

DAFTAR PUSTAKA

Elkem Aluminium ANS, 2002, *Method For Grain Refining of Aluminium Grain Refining Alloy*.

Binney, M. N., dkk., 2003, *Grain Refinement of Secondary Aluminium - Silicon Casting Alloys*, Light Metals 2003.

Bunn, A. M., dkk., 1999, "Grain Refinement by Al - Ti - B Alloys in Aluminium Melts: A Study of The Mechanisms of Poisoning by Zirconium", *Material Science and Technology*, Vol. 15.

Farner, Snore, 2000, *Remelting of Aluminium by Continuous of Rolled Scrap*, Department of Materials Technology and Electrochemistry, Norwegian University of Science and Technology.

Song, Xigui, dkk., 2004, "Effect of AlP Master Alloy on Grain Refinement of Primery Silicon in Eutectic Al - Si Alloys", *Journal of University of Science and Technology Beijing*, Vol. 11, No. 1, pp. 81.

Surdia, Tata dan Kenji Chijiwa, 2000, *Teknik Pengecoran Logam*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Vigeland, Pal, 2001, "Aluminium Recycling: The Commercial Benefits, The Technical Issues and The Sustainability Imperative", *Metal Bulletin's 9th International Secondary Conference*, Prague.