

PENAMBAHAN AlTiB SEBAGAI PENGHALUS BUTIR PADA PROSES RAPID SOLIDIFICATION ALUMINIUM

Galih Senopati* dan Saefudin

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material LIPI
Kawasan Puspiptek Serpong Gd.470, Tangerang Selatan
E-mail : *galih.senopati@lipi.go.id

Masuk tanggal : 12-09-2014, revisi tanggal : 25-11-2014, diterima untuk diterbitkan tanggal : 28-11-2014

Intisari

PENAMBAHAN AlTiB SEBAGAI PENGHALUS BUTIR PADA PROSES RAPID SOLIDIFICATION ALUMINIUM. Telah dilakukan percobaan penambahan penghalus butir AlTiB pada proses rapid solidification aluminium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penghalus butir terhadap sifat mekanik dan struktur mikro pada proses *rapid solidification aluminium*. Pelat aluminium hasil proses *rapid solidification* diuji keras menggunakan alat uji keras vicker's dan diamati struktur mikronya menggunakan mikroskop optik. Harga kekerasan tertinggi dari pelat aluminium dengan tebal 2 mm diperoleh pada penambahan 0,03% berat AlTiB yaitu harga rata-rata kekerasan adalah 29,39 VHN dengan besar butir rata-rata adalah 70 μm .

Kata kunci : AlTiB, Penghalus butir, Rapid solidification

Abstract

ADDITION OF AlTiB AS GRAIN REFINER ON RAPID SOLIDIFICATION PROCESS OF ALUMINIUM. In this study AlTiB was added as grain refiner on rapid solidification aluminium. The purpose of this study is to determine the influent of AlTiB as grain refiner on microstructures and mechanical properties of aluminum rapid solidification process. Aluminium plate that was produced by rapid solidification process examined by using vicker's hardness tester and optical microscope. The highest average hardness value of aluminum plate with 2 mm of thickness is 29.39 VHN and average grain size is 70 μm by additional of 0.03wt% AlTiB as grain refiner.

Keywords: AlTiB, Grain refiner, Rapid solidification

PENDAHULUAN

Twin-roll caster merupakan salah satu teknologi pengecoran pelat aluminium dimana logam cair dilewatkan diantara dua buah rol yang bergerak. Logam cair akan didinginkan oleh kedua rol yang terdapat air sebagai pendingin di dalam kedua rol tersebut^[1]. Ilustrasi proses *twin roll casting* ditunjukkan pada Gambar 1.

Proses pengecoran aluminium menggunakan konvensional *twin roll casting* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan proses *direct-chill casting* seperti biaya proses yang murah dan biaya perawatan yang murah. Namun proses ini memiliki kelemahan yaitu kecepatan pengecoran yang rendah (1m/min) dan terbatasnya paduan yang dapat dicor (Aluminium murni, seri 3xxx dan seri

5xxx)^[1]. Maka dalam penelitian ini digunakan *unequal diameter twin roll casting* yang ditemukan oleh T.Haga^[2-3] yang dapat meningkatkan kecepatan pengecoran dan dapat mengecor aluminium paduan.

Penghalus butir memiliki peranan penting untuk meningkatkan sifat mekanik, mengurangi besar cacat, dan meningkatkan ketahanan terhadap retak panas saat proses pengecoran^[4-6]. Ada dua penghalus butir yang umum digunakan dalam proses pengecoran aluminium yaitu AlTiB dan AlTiC. Dalam penelitian ini digunakan *grain refiner*/penghalus butir AlTiB. AlTiB merupakan penghalus butir yang baik untuk paduan aluminium^[7]. Selain itu untuk proses pengecoran aluminium tempa

(*wrought alloy*) AlTiB lebih baik dan efisien dibandingkan dengan AlTiC. Saat digunakan pada paduan aluminium dengan kandungan Si dan Fe yang rendah, AlTiC tidak stabil dan sensitif terhadap unsur Si dan Fe pada proses penghalusan butir^[8].

AlTiB akan ditambahkan proses *rapid solidification* aluminium dalam beberapa variasi yaitu tanpa menggunakan AlTiB dan dengan penambahan 0,03 dan 0,08 %berat AlTiB. Ada beberapa penelitian yang menyatakan penambahan AlTiB optimum dicapai pada penambahan 0,05% AlTiB. Namun penelitian tersebut dilakukan dengan cara pengecoran langsung^[8].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan penghalus butir AlTiB terhadap struktur mikro dan sifat mekanik yang dihasilkan dari proses pengecoran menggunakan *unequal diameter twin roll casting*.

PROSEDUR PERCOBAAN

Bahan Percobaan

Dalam penelitian ini digunakan aluminium ingot yang diperoleh dari PT Baralogam Multijaya. Komposisi kimia dari aluminium ingot yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1. Kemudian dilakukan penambahan AlTiB sebagai penghalus butir pada saat aluminium dalam kondisi cair dengan variasi 0,03 dan 0,08%. AlTiB yang digunakan dalam bentuk AlTiB batangan. Komposisi AlTiB yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi kimia *raw material ingot* aluminium

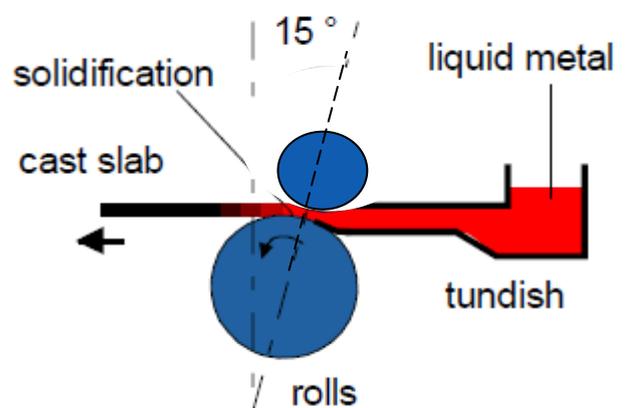
Unsur	Komposisi (% berat)
Si	0,04
Fe	0,17
Al	99,78

Tabel 2. Komposisi kimia *refiner* AlTiB

Unsur	Komposisi (%berat)
Ti	4,9
B	0,95
Fe	0,17
Si	0,06
V	0,09
Al	Bal.

Proses Percobaan

Proses percobaan dilakukan dengan melebur aluminium paduan menggunakan *muffle furnace* di Puslit Metalurgi dan Material LIPI kapasitas 1-2 Kg. Setelah aluminium mencair kemudian ditambahkan penghalus butir AlTiB sebelum aluminium dituang ke dalam mesin *unequal diameter twin roll casting* (UDTRC). Aluminium cair yang telah ditambahkan penghalus butir AlTiB kemudian dituang di atas *tundish* untuk dilakukan proses pengecoran dengan menggunakan UDTRC. Prinsip dari proses pengecoran ini adalah aluminium cair dilewatkan pada dua buah rol yang berputar, kedua rol tersebut berfungsi sebagai media pendingin dan sebagai cetakan. Aluminium yang telah berubah dari fasa cair menjadi fasa padat keluar dari kedua rol tersebut dalam bentuk pelat tipis. Ilustrasi dari proses ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi proses menggunakan *unequal diameter twin roll casting*

Pengujian Pelat Hasil Pengecoran

Uji Keras

Uji keras dilakukan dengan metode *vicker's* menggunakan alat uji *vicker's* merk *Shimazu*. Pengujian dilakukan pada 5 titik dengan pembebanan 100gf dan waktu pembebanan 3 detik. Pelat hasil proses *rapid solidification twin roll* dipotong pada posisi tengah searah rol (*rolling direction*). Sampel yang telah dipotong dimounting lalu diampelas dengan kertas ampelas 400 hingga 1000 mesh. Kemudian sampel dipoles dengan alumina dan di etsa dengan larutan *Keller's*.

Metalografi

Persiapan sampel metalografi adalah sama dengan persiapan untuk uji keras dengan micro *Vicker's*. Struktur mikro yang diamati adalah pada bagian tengah pelat searah dengan arah pengerolan menggunakan mikroskop optik merek OLYMPUS DP12.

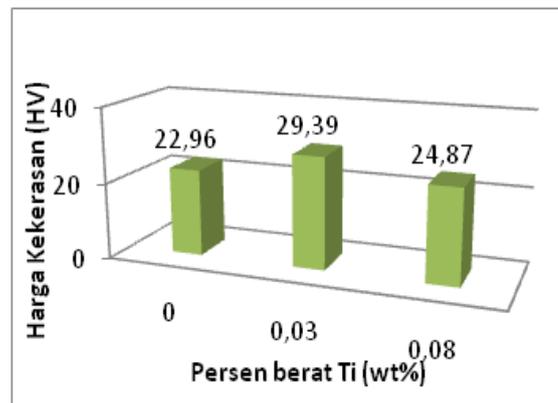
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 menunjukkan pelat aluminium hasil proses *rapid solidification*. Pelat yang dihasilkan memiliki ketebalan 2 mm dan lebar 50 mm. Pada Gambar 2 terlihat bagian tepi material sudah tampak baik, tidak ditemukan retak tepi (*edge crack*) pada pelat. Pada percobaan yang dilakukan oleh Ika Kartika material hasil proses *rapid solidification* mengalami retak pada tepi. Retak tepi dimungkinkan karena temperatur logam cair yang rendah dan kecepatan rol yang tinggi^[10]. Dengan ditambahkan penghalus butir akan mengurangi kemungkinan terjadinya retak panas pada proses pengecoran^[4-6]. Grafik harga kekerasan pelat aluminium hasil proses *rapid solidification* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Pelat aluminium hasil proses *rapid solidification*

Pada Gambar 3 terlihat peningkatan harga kekerasan ketika ditambahkan penghalus butir pada pelat aluminium hasil proses *rapid solidification*. Pada penambahan 0,03% penghalus butir kekerasan meningkat dari 22,96 HV menjadi 29,39 HV. Untuk penambahan 0,08 % harga kekerasannya lebih rendah dari penambahan 0,03% penghalus butir AlTiB namun masih lebih tinggi dari harga kekerasan pelat tanpa penghalus butir. Harga kekerasan pada percobaan sebelumnya adalah berkisar 21-22 HV^[11]. Hal ini dimungkinkan karena perbedaan waktu ketika ditambahkan penghalus butir sampai dengan aluminium cair dituang ke dalam tundish. Penghalus butir hanya dapat bekerja sampai 40 menit ketika ditambahkan ke dalam aluminium cair^[10].

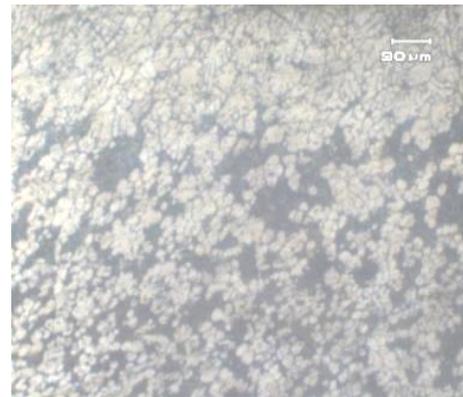


Gambar 3. Harga kekerasan pelat aluminium hasil proses *rapid solidification*

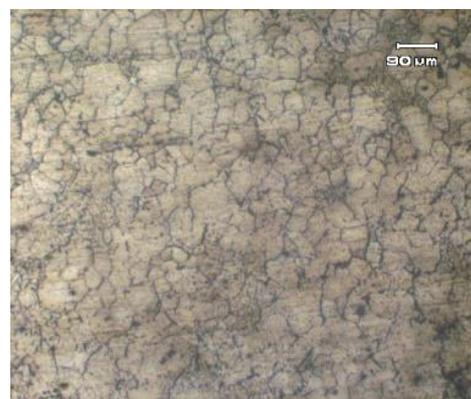
Struktur mikro pelat tipis hasil proses *rapid solidification* ditunjukkan pada Gambar 4. Struktur yang terbentuk adalah matriks α -Al dengan butiran berbentuk *equiaxed*. Pada Gambar 4(a) ukuran butir rata-rata adalah berkisar 90 μm . Dengan penambahan 0,03% AlTiB penghalus butir, besar butir pelat aluminium menjadi lebih kecil yaitu 70 μm , dan pada penambahan AlTiB 0,08% ukuran butir menjadi 80 μm . Seperti hasil uji keras hal ini dimungkinkan karena perbedaan waktu ketika ditambahkan penghalus butir sampai dengan aluminium cair dituang ke dalam *tundish* (*holding time*). Fenomena ini sesuai dengan penelitian MA XU Liang^[12] dimana penahanan waktu (*holding time*) berpengaruh terhadap besar butir. Besar butir akan semakin halus ketika ditambahkan penghalus butir AlTiB dan ditahan dalam waktu 5, 10, 20, sampai 30 menit. Tetapi ketika ditambahkan waktunya sampai 50 menit maka butiran akan menjadi kasar. Ketika waktu tahan diperpanjang maka kinerja dari AlTiB sebagai penghalus butir akan menurun. Hal ini disebabkan karena partikel AlTiB mengalami disolusi dan agregasi^[12].



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Struktur mikro pelat hasil proses *rapid solidification* dengan penambahan penghalus butir. (a) Tanpa penghalus butir, (b) 0,03% penghalus butir, (c) 0,08 % penghalus butir. Etsa Keller's.

KESIMPULAN

Dari penelitian penambahan penghalus butir AlTiB pada proses *rapid solidification aluminium* dapat disimpulkan penghalus butir berpengaruh terhadap besar butir aluminium. Ini dapat dilihat dari besar butir pelat aluminium yang telah ditambahkan penghalus butir 0,03 dan 0,08 %berat memiliki besar butir lebih halus yaitu 70 dan 80 μm dibandingkan dengan pelat aluminium yang tidak ditambahkan penghalus butir yang memiliki besar butir 90 μm . Harga kekerasan pelat aluminium juga sebanding dengan besar butirnya. Dengan penambahan 0,03 dan 0,08 %berat harga kekerasannya adalah 29,39 HV dan 24,87

HV lebih tinggi dibandingkan tanpa penghalus butir yaitu sebesar 22,96 HV. Dalam penambahan penghalus butir ada hal yang harus diperhatikan yaitu jarak waktu ketika ditambahkan penghalus butir dan ketika aluminium cair akan dicetak atau dituang dalam *tundish*. Karena ketika rentang waktu penambahan penghalus butir dan penuangan terlalu lama, pengaruh penghalus butir akan hilang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Tematik 2014. Terimakasih pula kami ucapkan kepada teknisi Lab. Metalurgi Fisik dan Manufaktur P2MM-LIPI yang telah membantu terlaksananya studi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Altenpohl G Dietrich. 1999., Aluminium Technology, Applications, and Environment". Pennsylvania. TMS.
- [2] T Haga, dkk. 2007., Casting of Al-Si hypereutectic aluminum alloy strip using an unequal diameter twin roll caster". *Journal of Materials Processing Technology*. : 191, 238-241.
- [3] T Haga, dkk. 2006., Aluminium alloy semisolid strip casting using an unequal diameter twin roll caster". *Journal of Achievements in material and manufacturing engineering*. : Volume 14 issue 1-2, 157-162.
- [4] Y.Zuo, dkk. 2011., Refining grain structure and porosity of an aluminium alloy wit intensive melt shearing". *Scripta Materialia*. : 64, 209-212.
- [5] Y. Zuo, dkk. 2005., Effect of low frequency electromagnetic field on the as-cast microstructures and mechanical properties of superhigh strength aluminium alloy". *Material Science and Engineering:A*. : 408, 176-181.
- [6] Y. Zuo, dkk. 2005., Effect of low frequency electromagnetic field on casting crack during DC casting superhigh strength aluminium alloy ingots". *Material Science and Engineering:A*. : 406 (2005), 286-292.
- [7] Z Fan, dkk. 2009., Enhanced heterogeneous nucleation in AZ91D alloy by intensive melt shearing". *Acta Materialia*. Vol.57 Issue 16, 4891-4901
- [8] Li Jian-Guo ,dkk.2006., Performance Comparison of AlTiC and AlTiB master alloys in grain refinement of commercial and high purity aluminium". *Trans.Nonferrous Met. Soc.China* 16, 242-253.
- [9] Iwan Setyadi. 2008., Analisis Penambahan Grain Refiner Terhadap Kualitas Produk Cor Aluminium". *Jurnal MPI*. : Vol. 2 No. 3, 284-290.
- [10] Ika Kartika dan Saefudin. 2010., Analisa Retak Pada Pelat Tipis Paduan Al-17Mg-1Si Hasil Pembekuan Cepat Dengan Twin Roll Pengecor". *Majalah Metalurgi*. : Volume 25 No 3, 155-162.
- [11] Saefudin dan Galih Senopati. 2014., Karakteristik Struktur Mikro Paduan Al-Fe-Si Pada Proses Rapid Solidification Twin Roll Menggunakan Tundish". *Prosiding Seminar Material Metalurgi 2014* : 279-283.
- [12] MA Xu-Liang, dkk. 2010., Effect of Al5Ti1B Master Alloy and Properties of AZ61 Alloy". *Trans.Nonferrous Met. Soc.China*. : 20, 397-401.

