

Analisis Kecepatan *Bottom Block* Terhadap Struktur Mikro Produk *Direct Chill Casting*

Dhendi Darmawan Sutedjo

Alumni Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra

Soejono Tjitro

Dosen Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Email : stjitro@peter.petra.ac.id

Abstrak

Proses *Direct Chill Casting* digunakan untuk menghasilkan ingot. Proses pembuatan ingot ini dipengaruhi antara lain kecepatan bottom block. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh kecepatan bottom block terhadap struktur mikro ingot.

Kecepatan *bottom block* yang digunakan 57 mm/menit dan 67 mm/menit. Temperatur tuang paduan aluminium 750°C. Debit air konstan. Spesimen uji berbentuk round dengan diameter 70 mm dan panjang 400 mm. Struktur mikro yang diamati pada ke arah longitudinal dan transversal round.

Struktur mikro yang dihasilkan proses *direct chill casting* secara umum adalah dendritik yang tidak seragam. Bentuk butir kecepatan bottom block 67 mm/menit lebih besar daripada kecepatan bottom block 57 mm/menit.

Kata kunci: direct chill casting, struktur mikro, kecepatan bottom block.

Abstract

Direct chill casting process is used to produce to ingot. To produce to ingot is influenced such as bottom block speed. The objective of this research is to examine to ingot's microstructures.

To use to bottom block speed is 57 mm/min and 67 mm/min. The pouring temperature of melt aluminum alloys is 750°C. Water flow rate is constant. Testing specimen is round shape which diameter and length each 70 mm and 400 mm. Microstructures on longitudinal and transversal round is investigated.

Generally, microstructures of product of Direct Casting Process is non-uniform dendritic. Grain shape of 67 mm/minute bottom block rate is larger than 57 mm/minute bottom block rate.

Keywords: direct chill casting, micro structures, bottom block speed.

1. Pendahuluan

Direct Chill (DC) Casting adalah satu dari sekian banyak teknologi pengecoran yang banyak diaplikasikan untuk pembuatan *ingot*. Jenis pengecoran ini termasuk pengecoran dengan pendinginan cepat. Keuntungan proses *direct chill casting* antara lain dapat membuat *ingot* yang panjang dengan cepat dan efisien. Penampang potong produk proses pengecoran ini antara lain *round*, *bloom*, *billet*, *beam blank*.

Satu dari sekian banyak faktor yang mempengaruhi kualitas produk adalah struktur mikro. Proses pembekuan yang berbeda akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan butir. Proses pembekuan *direct chill casting* divariasikan dengan kecepatan *bottom block*.

Penelitian ini akan mengamati perubahan struktur mikro dalam arah transversal dan longitudinal produk *direct chill casting*.

2. Tinjauan Pustaka

Direct Chill Casting (semi continuous casting) biasanya diterapkan untuk pembuatan *ingot non-ferrous*. Lebih dari 90% paduan aluminium dicor dengan proses ini [12].

Proses *Direct Chill Casting* diawali dengan menuangkan cairan logam ke dalam cetakan yang didinginkan dengan air. Posisi *bottom block* menempel di bagian bawah cetakan. Pada kondisi tersebut, logam cair berada di fasa *start up* yaitu logam mengalami proses pendinginan (*primary cooling*). *Primary cooling* bertujuan agar logam cair membentuk lapisan (*shell*). Waktu *primary cooling* sekitar 180 detik [9].

Setelah proses *primary cooling* berakhir maka *bottom block* mulai bergerak turun. Sesaat logam

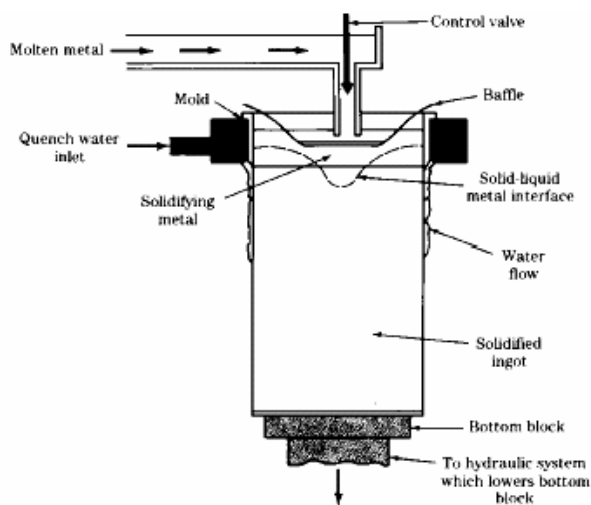
Catatan : Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Februari 2005. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 7 Nomor 1 April 2005.

cair (*shell*) keluar dari cetakan, langsung didinginkan dengan semprotan air. Fasa ini dinamakan *secondary cooling*.

Hiromi melakukan penelitian untuk menghasilkan produk billet Al-Mg-Si Ø 320 mm dengan variasi kecepatan bottom block, suplai air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa crack (retak) terjadi pada kecepatan 55 mm/menit dan 70 mm/menit dengan suplai air 100, 150 dan 200 l/menit [9].

Suyitno [11] mengamati fasa *start up* dari ingot aluminium diameter 318 mm. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa 6 detik mulai terbentuk *shell* (*mushy*) sebelum bottom block turun. Pembentukan *shell* terjadi jika temperatur di bawah 650°C. Pada detik ke-12, *shell* bertambah tebal dan meluas sepanjang dinding cetakan. Kemudian detik ke-18, *shell* sudah mencapai *hot top* sehingga akan terjadi *tearing* (robek)/*cold shut*. Untuk menghasilkan produk DC yang baik, waktu tunggu sebelum *bottom block* turun sekitar 10-15 detik [11].

Proses DC casting ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini. Air disemprotkan dari arah samping ke seluruh dinding cetakan. *Valve control* untuk mengatur debit masuk cairan logam ke arah cetakan. Debit cairan logam perlu dikontrol untuk menjamin agar cairan logam yang berada di cetakan tetap dalam kondisi fase liquid.



Gambar 1. Proses DC Casting [11]

3. Prosedur Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini seperti ditampilkan pada gambar 2. Mekanisme alat ini terdiri dari motor, puli, *belt*, *sprocket*, rantai, batang ulir dan *bottom block*. *Bottom block* digunakan untuk menarik ingot saat dalam kondisi *mushy* (lumpur). Variasi kecepatan dapat diatur melalui rasio puli atau inverter.

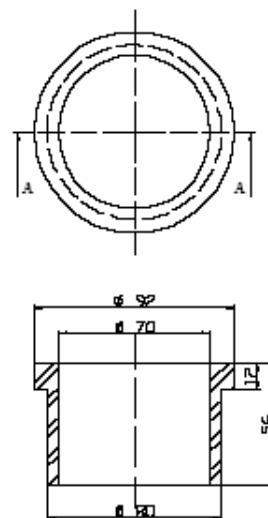


Gambar 2. Alat DC Casting

Variasi kecepatan yang digunakan 57 mm/menit dan 67 mm/menit. Variasi kecepatan ini diperoleh melalui *trial error*. Jika kecepatan di bawah 57 mm/menit, ingot tidak dapat tertarik keluar dari cetakan. Kecepatan di atas 67 mm/menit *shell* yang terbentuk tidak dapat menahan logam cair akibatnya logam cair keluar dari *shell* (bocor).

Air disemprotkan melalui 16 nosel dengan total debit 4,32 l/menit. Temperatur tuang cair logam 750°C. Ingot yang dibuat Ø 70 mm dan panjang 400 mm. Bahan cor yang digunakan paduan Al-Si 6%. Bentuk cetakan seperti pada gambar 3.

Setelah temperatur logam cair mencapai 750°C, logam cair dituangkan kedalam cetakan, seperti ditunjukkan pada gambar 4. Setelah logam cair mengisi $\frac{3}{4}$ tinggi cetakan, melalui nosel air disemprotkan ke dinding cetakan. Lima detik kemudian *bottom block* mulai diturunkan dengan kecepatan 57 mm/menit. *Bottom block* akan berhenti pada saat menyentuh *switch*.



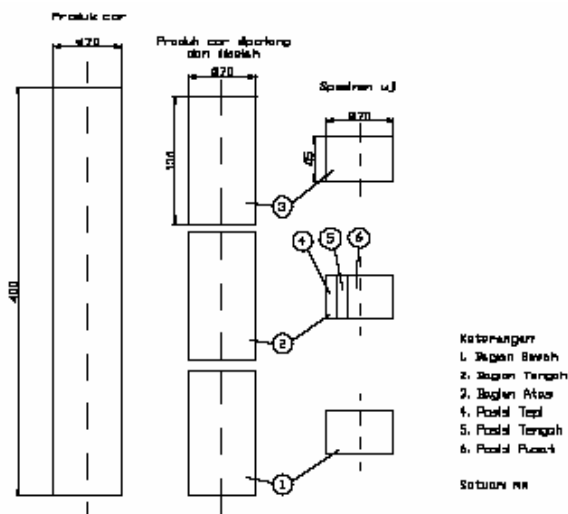
Gambar 3. Cetakan



Gambar 4. Penuangan Logam Cair

Masing-masing variasi kecepatan dibuat 5 spesimen ingot. Produk ingot kemudian dibelah ke arah memanjang sumbu ingot (longitudinal). Untuk mengamati pertumbuhan butir ke longitudinal, belahan ingot dibagi menjadi 3 bagian seperti gambar 5.

Sebelum dilakukan uji struktur mikro, specimen digosok dengan grade kertas gosok berturut-turut 120, 240, 360, 400, 600, 800, 1000, 1200. Kemudian specimen dipoles agar permukaannya benar-benar rata dan halus sebelum dilakukan etsa. Larutan etsa yang dipakai *modified keller's reagent*.



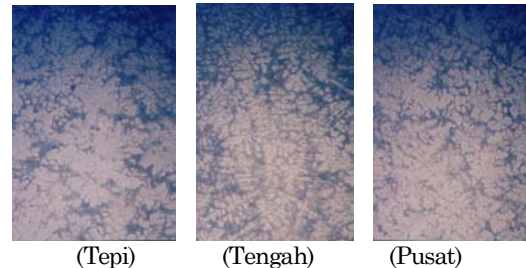
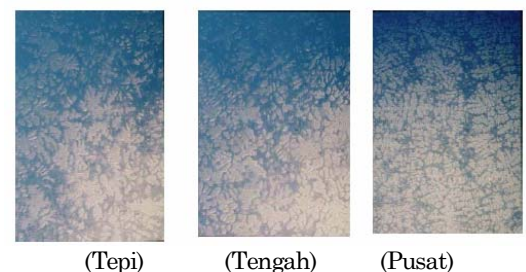
Gambar 5. Spesimen Uji Struktur Mikro

4. Hasil dan Pembahasan

Bentuk butir yang dihasilkan oleh kecepatan *bottom block* 57 mm/menit cenderung sama dengan kecepatan *bottom block* 67 mm/menit. Bentuk butirnya mayoritas dendritik yang *equiaxed*.

Semakin tinggi kecepatan *bottom block* berarti semakin lambat kecepatan pendinginan. Kecepatan pendinginan mempengaruhi perkembangan butir. Apabila kecepatan pendinginan lambat maka dihasilkan struktur dendrit yang kasar dengan

jarak antar lengan dendrit panjang. Sebaliknya pendinginan cepat maka strukturnya lebih halus dengan jarak antar lengan dendrit pendek [6]. Hal ini ditunjukkan pada gambar 6 dan gambar 7 dimana kecepatan turun 57 mm/menit lebih halus dibanding kecepatan turun 67 mm/menit.

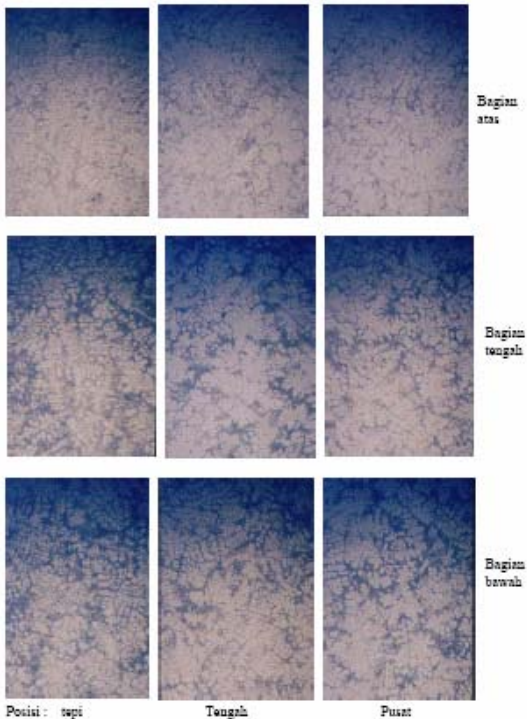
Gambar 6. Struktur Mikro Spesimen Tengah untuk Kecepatan *Bottom Block* 57 mm/menit (Pembesaran 50x)Gambar 7. Struktur Mikro Spesimen Tengah untuk Kecepatan *Bottom Block* 67 mm/menit (Pembesaran 50x)

Orientasi butir dendritik pada bagian pusat cenderung ke arah memanjang penarikan (*longitudinal*) baik pada kecepatan 57 maupun 67 mm/menit. Hal ini dapat terjadi karena logam cair di daerah pusat pada saat penarikan (*bottom block* turun) masih dalam kondisi *liquid*. Sehingga pada saat terjadi perubahan fase, arah pertumbuhan butir mengikuti arah penarikan. Fenomena ini mirip terjadi pada proses *semi forging*. Gambar 8 memperlihatkan struktur mikro spesimen tengah dengan kecepatan 67 mm/menit.

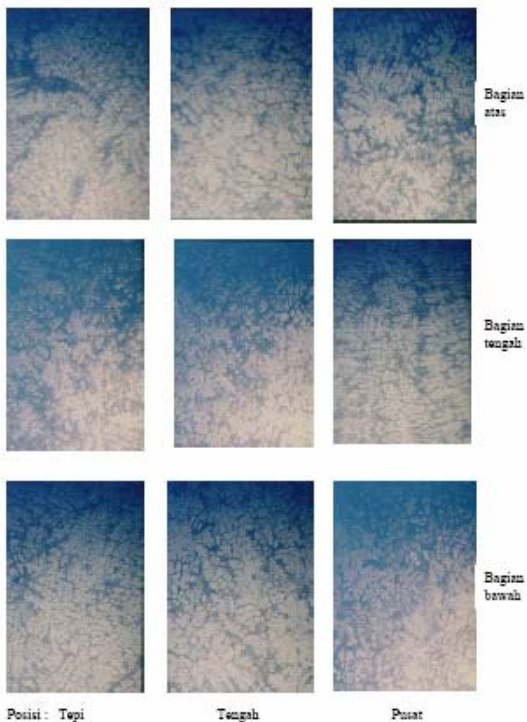


Gambar 8. Struktur Mikro Spesimen Tengah di Posisi Pusat (Pembesaran 50x)

Bentuk butir pada setiap posisi longitudinal cenderung dendritik yang equaxed, baik pada kecepatan 57 mm/menit maupun 67 mm/menit. Hal seperti diperlihatkan pada gambar 9 dan gambar 10.



Gambar 9. Struktur Mikro untuk Kecepatan *Bottom Block* 57 mm/menit (Pembesaran 50x)



Gambar 10. Struktur Mikro untuk Kecepatan *Bottom Block* 67 mm/menit (Pembesaran 50x)

Ukuran butir dari atas ke bawah cenderung membesar. Hal ini disebabkan bagian paling bawah yang berkontak dengan *bottom block* membeku lebih dulu sehingga *skin solidified* terbentuk dan berkembang ke arah atas. Selama perkembangan *skin solidified* ke arah atas, butir mulai tumbuh pada bagian bawah akan terus berkembang.

Arah pertumbuhan butir terutama berdekatan dengan dinding *bottom block* acak dan orientasinya tidak jelas. Namun, menjelang 10 cm dari *bottom block*, arah pertumbuhan butir searah dengan arah penarikan.

5. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Struktur mikro produk *direct chill casting* adalah dendritik yang tidak uniform
- Kecepatan *bottom block* mempengaruhi ukuran butir. Semakin tinggi kecepatan *bottom block* maka butir semakin besar.

Daftar Pustaka

1. _____, *Aluminum and Aluminum Alloys*, ASM Specialty Annual Book of ASTM Standards 3, 1994
2. _____, *Properties and Selection Nonferrous Alloys and Special Purpose Material, Vol.2*, ASM Hand Book, USA: ASM International, 1990
3. _____, *Metallography and Microstructures, Vol. 9*, ASM Hand Book, USA: ASM International, 1975
4. _____, *Metal Casting, Vol. 15*, ASM Hand Book, USA: ASM International, 1998