

# Peningkatan Yield Casting Melalui Penerapan Metode *Plasma Treatment Casting (PTC)*

Ludvi Arif Wibowo

Program Studi Teknik Mesin Politeknik Sukabumi  
Jl. Babakan Sirna 25, Kota Sukabumi, Indonesia  
ludviarifwibowo@polteksmi.ac.id

## Abstrak

*Riser* dalam suatu pengecoran logam dibuat untuk mensuplai logam cair serta untuk mengimbangi penyusutan selama proses pembekuan produk cor. Berat *riser* yang tidak seimbang dengan berat produk cor akan menyebabkan cacat pada produk cor. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berat *riser* dan penerapan metode *Plasma Treatment Casting (PTC)* terhadap cacat cor seperti *shrinkage* dan porositas. Pada penelitian ini, berat *riser* akan dikurangi dan dilakukan penerapan metode *PTC*. Variabel *PTC* pada penelitian ini terdiri dari 2 yaitu tegangan listrik (V) dan waktu *treatment* (t) dengan masing-masing variabel terdiri dari 3 level, sehingga jumlah level pengujian sebanyak 9 level. Pengujian porositas dilakukan dengan metode *X-Ray* dan *color check*. Pengujian *shrinkage* dilakukan dengan mengukur dimensi benda cor. Hasil penelitian menunjukkan, produk dengan dimensi sesuai standard dan dengan tidak adanya porositas mulai dicapai pada level 8, dimana tegangan listrik menggunakan 12 V dan waktu *treatment* selama 10 detik.

**Kata kunci:** *plasma treatment casting*, *shrinkage*, porositas.

## I. PENDAHULUAN

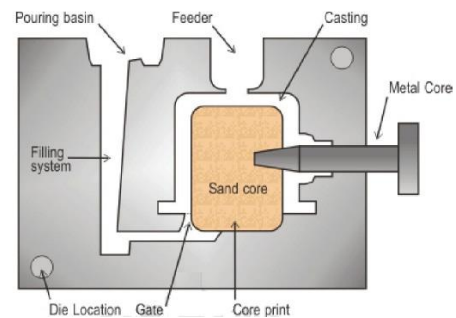
Berbagai cara dapat dilakukan untuk meningkatkan *yield casting* pada proses *gravity casting* antara lain dengan menerapkan metode *Plasma Treatment Casting (PTC)*. Metode ini merupakan salah satu teknologi *casting* modern, prinsip kerjanya yaitu menerapkan busur plasma untuk meningkatkan *yield casting* dan meningkatkan kualitas hasil coran dengan mengontrol proses solidifikasi logam cair. Metode ini sudah berhasil dikembangkan pada penelitian sebelumnya pada tahun 2006 di Amerika pada proses aluminium *casting* dengan item part *cylinder head* [1][2].

## II. TEORIDASAR

### A. Gravity Casting

*Gravity casting* merupakan proses pengecoran menggunakan cetakan logam dimana logam cair masuk ke cetakan dengan gaya gravitasi. Umumnya dikenal dengan nama *permanent mold casting*. Cetakan *gravity casting* adalah cetakan logam yang umumnya terdiri atas beberapa bagian yang dapat dibuka dan ditutup secara mekanik. Adapun bagian-

bagian dari cetakan *gravity casting* seperti pada Gambar 1. [3]

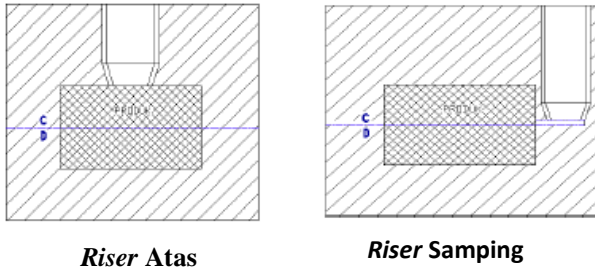


Gambar. 1 Skema Gravity Casting

### B. Riser

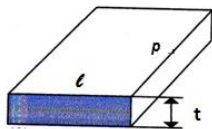
*Riser* atau penambah adalah suatu wadah yang berbentuk seperti silinder ataupun kerucut terpancung yang mana fungsinya adalah memberikan atau mensuplai logam cair untuk mengimbangi penyusutan dalam pembekuan coran, sehingga *riser* harus membeku lebih lambat dari coran. Menurut letaknya terhadap benda tuang, dapat dibedakan antara *riser* atas dan *riser* samping. *Riser* atas biasanya diletakkan diatas

benda, sedangkan riser samping biasanya diletakkan pada permukaan pisah. [4]



Gambar 2. Posisi Riser

a. Menentukan Berat Casting ( $W_c$ )  
Berat casting adalah berat produk cor yang dapat ditentukan dengan menghitung volume produk cor dikalikan dengan berat jenis material yang digunakan.



Gambar 3. Benda Cor

$$W_c = (t) \times (l) \times (p) \times (\rho) \quad (2.1)$$

b. Berat Riser ( $W_r$ )  

$$W_r = 0,57 W_c \quad (2.2)$$

### C. Yield Casting

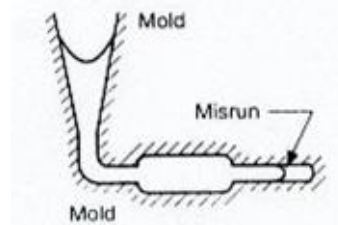
Yield casting adalah efisiensi penggunaan cairan logam, sehingga cairan yang menjadi gating system dan riser menjadi lebih sedikit dibandingkan benda produk. Perhitungannya yaitu perbandingan benda produk dengan keseluruhan tuangan (benda + gating system dan Riser).[4]

$$Yield = \frac{\text{Masa Benda Cor}}{\text{Berat Tuangan}} \times 100\% \quad (2.3)$$

### D. Jenis Cacat Pada Proses Casting

Beberapa jenis cacat yang sering terjadi pada proses pengecoran logam adalah sebagai berikut: [5][6]

a. **Misrun** (Pembekuan dini), yaitu pembekuan yang terjadi sebelum seluruh pengisian rongga cetak selesai.

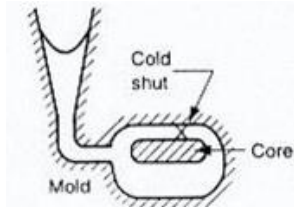


Gambar 4 Cacat Misrun

Penyebab terjadinya misrun :

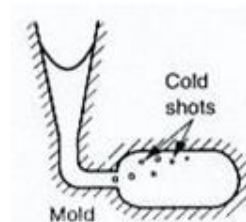
1. Fluiditas logam cair kurang
2. Temperatur penuangan terlalu rendah
3. Penuangan terlalu lambat
4. Beberapa bagian rongga cetak terlalu sempit

b. **Penyumbatan (cold shut)**, terjadi bila dua bagian logam mengalir bersama, tetapi terdapat perbedaan suhu pembekuan antara keduanya. Penyebabnya sama dengan pembekuan dini.



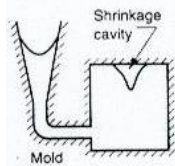
Gambar 5 Cacat Cold Shut

c. **Butiran dingin (cold shot)**, percikan yang terjadi pada saat penuangan menyebabkan terbentuknya gelembung padat dan terperangkap dalam cetakan. Untuk menghindari hal tersebut harus dirancang prosedur penuangan dan sistem saluran masuk yang lebih baik.



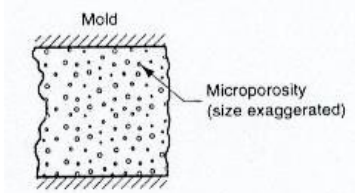
Gambar 6 Cacat Cold Shots

d. **Rongga penyusutan (shrinkage cavity)**, cacat yang terjadi akibat pembekuan yang tidak bersamaan sehingga sebagian logam cair masih tertinggal dan membeku belakangan. Ini sering terjadi dekat bagian atas cetakan. kualitas hasil coran dengan mengontrol proses solidifikasi logam cair.



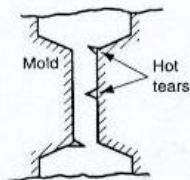
Gambar 7 Cacat *Shrinkage*

e. **Mikroporisitas**, kekosongan kecil yang menyebar dalam coran akibat penyusutan pembekuan logam cair yang terakhir pada struktur dendritik.



Gambar 8 Cacat *Microporosity*

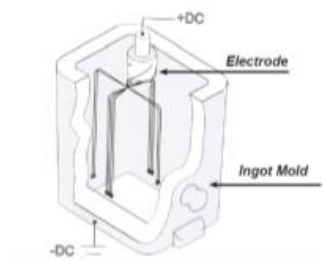
f. **Keretakan (*hot tearing/hot cracking*)**, terjadi pada tahap akhir dari cetakan, tetapi ada bagian yang masih melekat sehingga terpisah dari coran.



Gambar 9 Cacat *Hot Tears*

### E. *Plasma Treatment Casting (PTC)*

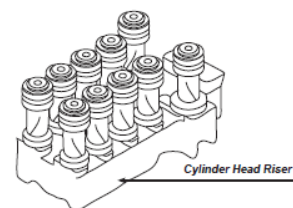
*Plasma Treatment Casting* adalah salah satu teknologi casting modern dimana logam cair dan paduannya diaduk selama proses pembekuan baik dalam cetakan konduktif maupun non konduktif. Proses pengadukan yang intensif memiliki beberapa manfaat utama yaitu: struktur mikro lebih halus dan homogenitas unsur paduan yang lebih baik. Saat ini industri pengecoran logam terus mengejar metode untuk meningkatkan kualitas casting dan untuk menghemat waktu, energi, serta material yang bersama-sama menghasilkan penurunan harga dan manfaat lingkungan.



Gambar 10 Prinsip Kerja *PTC*

Teknologi *Plasma Treatment Casting* prinsip kerjanya yaitu menerapkan busur plasma untuk meningkatkan *casting yield* dan meningkatkan kualitas hasil coran dengan mengontrol proses solidifikasi logam cair. Dengan adanya teknologi proses *PTC*, menawarkan kepada industri *casting* suatu teknologi unik yang mampu mengurangi beberapa masalah mendasar pada industri *casting* meliputi : penurunan *yield casting*, *shrinkage*, porositas, inklusi, segregasi, pembentukan struktur dendrit kasar dan semua cacat yang tidak diinginkan terbentuk selama proses solidifikasi. Sebuah generator plasma khusus menghasilkan plasma yang berputar yang dikendalikan oleh elektroda yang dipatenkan. Busur plasma mengaduk logam cair selama tahap kation solidifikasi, sehingga meningkatkan hasil casting dan produktifitas, memperbaiki struktur makro dan mikro dan sifat mekanik.

Proses *PTC* menerapkan busur plasma selama logam dan paduan mengalami solidifikasi. Sementara cairan logam mulai memadat, busur plasma berputar bergerak sesuai dengan arus yang dihasilkan dari elektroda khusus dalam cetakan ingot seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Dalam *PTC* sistem busur multi plasma dua atau lebih juga dapat dioperasikan secara bersamaan secara parallel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.

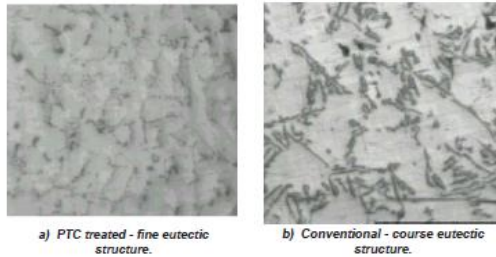


Gambar 11 *PTC* Multi Plasma Arc Sistem

Dari hasil uji pendahuluan menunjukkan beberapa perbaikan baik dalam coran aluminium dan baja ingot sebagai hasil dari proses *PTC*. Metode ini juga menjanjikan untuk diaplikasikan pada logam lainnya, termasuk sebagian metode pengecoran seperti pengecoran kontinyu dan semi kontinyu casting. Hal ini diantisipasi bahwa proses *PTC* akan mencapai beberapa keuntungan bisnis atas metode konvensional dengan : [2]

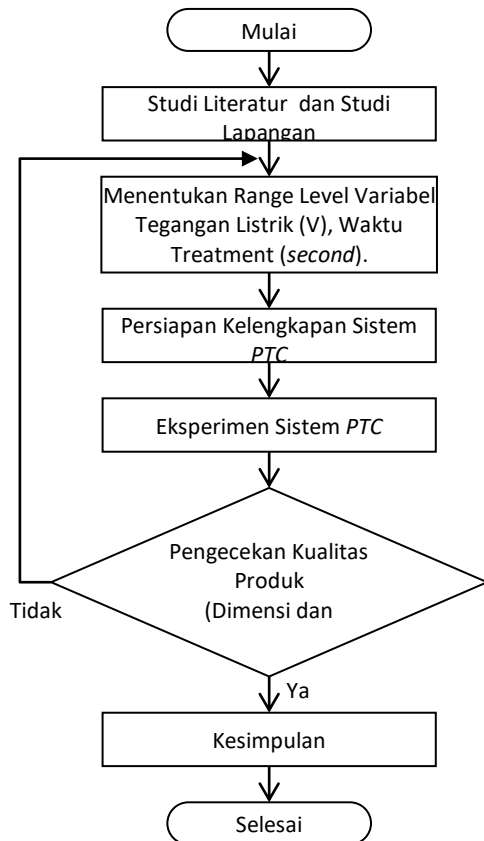
- Mengurangi konsumsi energi
- Menghilangkan penyusutan lubang sembur
- Menghilangkan retak internal dan eksternal
- Menghilangkan porositas
- Mengurangi segregasi dan ukuran butir lebih tinggi dengan peningkatan sifat mekanik.
- Mengurangi massa Riser hingga 80%

- Meningkatkan hasil *yield* pengecoran dari 50% menjadi 80%
- Mengurangi reklamasi pasir pengecoran hingga 40%
- Meningkatkan produktivitas pengecoran hingga 20%
- Meningkatkan mampu mesin
- Struktur mikro lebih halus dan jarak antar-dendrit lebih seragam



Gambar 12 Mikrostruktur Hasil Proses *PTC* dan Konvensional

### III. METODE PENELITIAN



Gambar 13 Diagram Alir Penelitian

#### A. Metoda Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang penulis lakukan pada penelitian ini yang pertama adalah dengan melakukan study literatur, kemudian membandingkan hasil perhitungan berat riser secara teoritis dengan aplikasi yang sudah diterapkan dilapangan.

Tahapan selanjutnya yaitu dengan melakukan eksperimen secara langsung dengan metode *PTC* dengan mengambil 2 variabel/faktor yang berpengaruh dan 3 level untuk setiap faktor, maka dilakukan eksperimen sebanyak 9 kali.

Tabel 1 Eksperimen Metode *PTC* dengan 2 Variabel dan 3 Level

Eksperimen	Variabel	
	Tegangan Listrik (V)	Waktu Treatment (second)
1	6	5
2	6	10
3	6	20
4	9	5
5	9	10
6	9	20
7	12	5
8	12	10
9	12	20

Setelah didapatkan hasil eksperimen paling optimum dengan penambahan metode *PTC*, kemudian dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan sifat fisis dan mekanis hasil coran sebelum dan setelah menggunakan metode *PTC*, diantaranya :

1. Pengamatan porositas dengan metode *X-Ray* dan *Color Check*
2. Pengecekan *shrinkage* dengan melihat visual *body*

#### B. Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Peralatan Pengecoran (Mesin *Gravity Casting*, Mesin *Cutting*, Cawan, *Holding*, *Melting*, dll).
2. Peralatan sistem *PTC* (*Glow Plug*, Baterai 12 Volt, Kabel, *Voltage Regulator*).

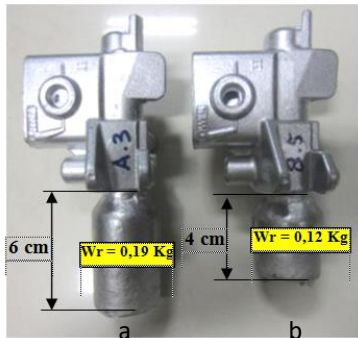
3. Peralatan Pendukung (Mistar, *Stop Watch*, *Volt Meter*).

Material yang digunakan pada Master Cylinder Body Tipe KVBS adalah aluminium tipe AC2B atau tipe 319,0 dalam standar *Aluminium Association* (AA).

C. Penerapan Konsep PTC

Untuk dapat meningkatkan kembali nilai *yield casting* lebih dari 65% dengan tujuan dapat dihasilkan peningkatan efisiensi penggunaan material pada proses *gravity casting*, merujuk pada penelitian sebelumnya bahwa *yield casting* dapat ditingkatkan hingga 80% dengan metode PTC (*Johnson, dkk 2006*) [2].

Dari nilai level variabel PTC (Tegangan dan Waktu Treatment) dilakukan eksperimen sebanyak 9 level setting parameter dengan berat riser diturunkan seberat 0,12 Kg atau diturunkan setinggi 2cm dari ketinggian normal dan juga dilakukan pengujian perbandingan sebanyak 2 level (A & B) tanpa menggunakan metode PTC.



- a. Riser Proses Normal (YC = 60,40 %)
- b. Riser *Trial PTC* (YC = 70,73%)

Gambar 14 Perbandingan *Riser* Produk

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilihat dari Tabel 2 dan Grafik 1, untuk eksperimen level A menggunakan tinggi riser pada kondisi normal yaitu 6cm dengan tidak menggunakan sistem PTC, dari jumlah sample 5 pcs tidak ditemukan adanya body part tidak penuh maupun part keropos. Namun pada eksperimen level B dengan tinggi riser diturunkan 2cm sehingga menjadi 4cm tanpa penambahan sistem PTC ditemukan adanya body part tidak penuh tetapi tidak ditemukan part keropos.

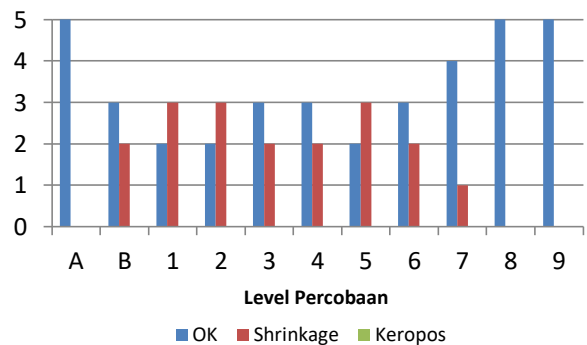
Tabel 2. Data Hasil Eksperimen

LEVEL	Parameter PTC		Tinggi Riser (cm)	QTY OK	QTY NG A	QTY NG B	KET
	V	T					
A	-	-	6	5	0	0	OK
B	-	-	4	3	2	0	NG
1	6	5	4	2	3	0	NG
2	6	10	4	2	3	0	NG
3	6	20	4	3	2	0	NG
4	9	5	4	3	2	0	NG
5	9	10	4	2	3	0	NG
6	9	20	4	3	2	0	NG
7	12	5	4	4	1	0	NG
8	12	10	4	5	0	0	OK
9	12	20	4	5	0	0	OK

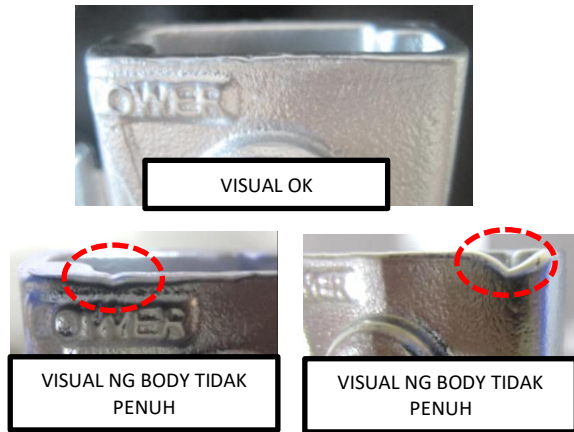
NG A : *Shrinkage* (Bodi Tidak Penuh)

NG B : Mikroporositas

Grafik 1 Kondisi Produk Hasil Eksperimen

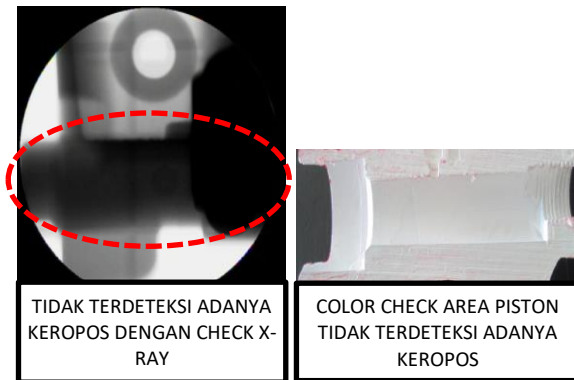


Untuk eksperimen level 1 hingga level 9, tinggi riser diturunkan 2cm sehingga menjadi 4cm dengan penambahan sistem PTC, didapatkan pola yang serupa dari perbandingan jumlah body part tidak penuh yaitu dari level 1 sampai level 6 namun juga tidak ditemukan keropos. Memasuki eksperimen level 7 hingga 9 diperoleh pola kenaikan jumlah kondisi body part sesuai standard dan juga tidak ditemukan keropos.



Gambar 15 Body Part Tidak Penuh (*Shrinkage*)

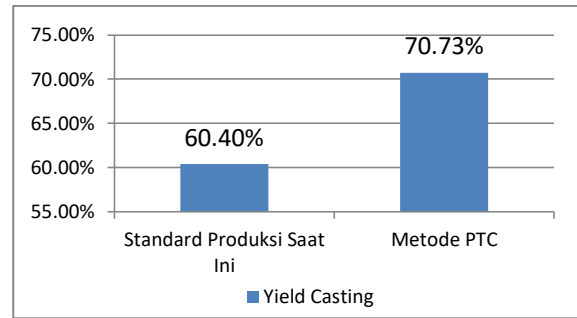
Gambar 15 memperlihatkan kondisi body produk cor yang bervariasi setelah berat riser diturunkan menjadi 0,12 Kg. Pada beberapa level percobaan ditemukan kondisi body produk cor tidak penuh (*shrinkage*) yang akan mengakibatkan penyimpangan dimensi dan berpotensi adanya *un-cutting* saat diproses *machining*.



Gambar 16 Hasil Pengecekan Keropos

Gambar 16 memperlihatkan hasil pengecekan porositas dengan menggunakan metode *X-Ray* dan *Color Check* dan dari hasil pengecekan porositas tersebut tidak ditemukan adanya porositas pada produk cor.

Berdasarkan dari hasil penelitian tersebut, level parameter ideal dari penggunaan sistem *PTC* mulai didapatkan dari level 8 dengan tegangan listrik 12 Volt dan waktu treatment 10 *second* pada kondisi *yield casting* meningkat seperti yang dapat dilihat pada Grafik 1 dan perbandingan *yield casting* antara kondisi produksi saat ini dan perhitungan teoritis serta hasil dari penerapan metode *PTC* seperti diperlihatkan pada Grafik 2.



Gambar 17 Perbandingan *Yield Casting*

Dari Gambar 17 membuktikan bahwa dengan penerapan metode *PTC* berhasil meningkatkan *yield casting* dengan kualitas produk cor yang masih sesuai standard.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Dengan meningkatkan *yield casting* dari 60,4 % menjadi 70,73% tanpa penambahan metode *PTC* didapatkan penurunan kualitas produk dengan munculnya *shrinkage*.
- Dengan penerapan metode *PTC*, *yield casting* dapat ditingkatkan dari 60,4 % menjadi 70,73% dengan kualitas produk masih sesuai standard.

## REFERENSI

- [1] Bamberger, Menachem and Karbian, K.E. (2013). *Plasma Treatment Casting of Cast Aluminum 6XXX Wrought Alloys*. Israel : Ashdod.
- [2] Johnson, Miles. (2006). *Plasma Treatment Casting Study*. US:McClellan.
- [3] Kotschi Ronald M, *Casting Design*, ASM, Ohio, hal.598-599, 1988.
- [4] Tinto, Rio. (2000). *Ductile Iron, The Essentials of Gating and Riser Design*. Canada
- [5] Kaufman, J Gilbert and Elwin L Rooy. *Aluminium Alloy Casting: Properties, Processes and application*. ASM International 2004.
- [6] Anson J.P., J.E. Gruzleski, (2000). *Effect of Hydrogen Content on Relative Shrinkage and Gas Micro-porosity in Al-7% Si Casting*, McGill University, Canada.