

PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR SI TERHADAP SIFAT MAMPU ALIR, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BESI COR KELABU

Sulardjaka¹⁾, Y. Umardani, A. Suprihanto, A. Budiman²⁾
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro^{1,2)}
Jl. Prof. Sudarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang
Telepon (024) 7460059
E-mail : s_djaka@yahoo.com¹⁾

Abstrak

The effect of silicon on fluidity of grey cast iron has been investigated. Weight silicon added on ladle of molten metal are : 0.5%, 1%, 2%, and 2.5 % weighth of molten metal. Composition test for all compounds were tested by emission spectrometry. This research resulted that increasing silicon up to 2,72 % fluidity grey cast iron is increase. Grey cast iron with silicon about 2,72 % wt has highest fluidity. Increasing silicon caused decreasing hardness of grey cast iron, because silicon causes the carbon to rapidly come out of solution as graphite.

Key word : grey cast iron, silicon, fluidity

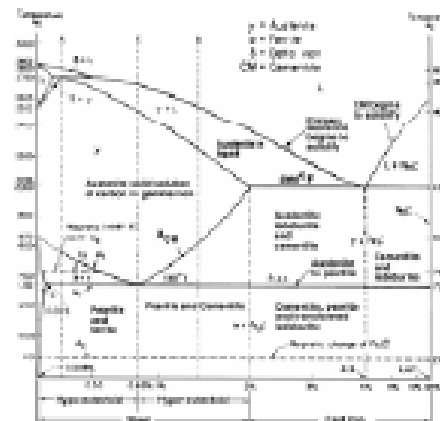
PENDAHULUAN

Pengacoran logam adalah proses pemanangan logam yang dicairkan ke dalam cetakan kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Untuk itu harus dilakukakan beberapa proses, yaitu: pembuatan pola, pembuatan inti, pembuatan cetakan, peleburan, pemanangan, pembongkaran dan pemberihan [1]. Proses pengacoran merupakan proses produksi yang ekonomis, karena dengan proses ini dapat dibuat komponen dengan bentuk yang kompleks dengan satu proses. Salah satu produk besi cor adalah besi cor kelabu. Besi cor kelabu (*grey cast iron*) adalah besi cor yang memiliki grafit dengan tipe serpih (*flake*). Besi cor jenis ini banyak digunakan sebagai bodi pada mesin perkakas, blok mesin, *pump casing* dll.

Dalam besi cair karbon dapat larut, tetapi dalam keadaan padat kelarutan karbon dalam besi akan terbatas. Selain sebagai larutan padat, besi dan karbon juga dapat membentuk senyawa interstisial (*interstitial compound*), eutektik juga eutektoid, atau mungkin juga karbon akan terpisah sebagai grafit. Diagram keseimbangan sistem paduan besi-karbon cukup kompleks, tetapi hanya sebagian saja yang terpenting di dalam dunia teknik, yaitu antara besi murni sampai senyawa interstisialnya, karbida besi Fe_3C yang mengandung 6,67 % C. Diagram fasa yang banyak digunakan adalah diagram fasa besi - karbida besi atau yang lebih sering dikenal diagram fasa $Fe-Fe_3C$ (ditunjukkan pada gambar 1).

Untuk meningkatkan efisiensi proses, saat ini dikembangkan teknologi pengacoran dinding tipis (*thin wall cast*). Beberapa produk pengacoran sebenarnya tidak menuntut dimensi yang tebal, tetapi karena keterbatasan dalam teknologi proses pengacoran, maka

ketebalan komponen tersebut ditambah. Hal ini merupakan pemborosan material dan membuat produk menjadi berat.

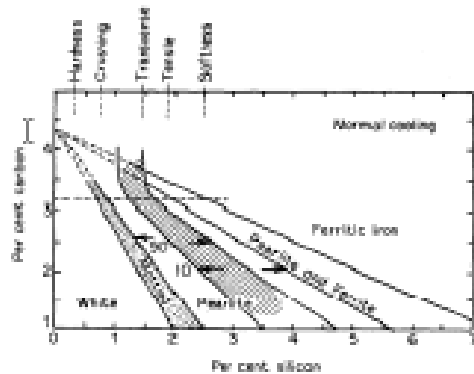


Gambar 1. Diagram keseimbangan $Fe - Fe_3C$ [1].

Permasalahan dalam pengacoran dinding tipis adalah mempertahankan logam tetap dalam kondisi cair selama mungkin hingga logam cair mengisi cetakan secara penuh. Pada pengacoran dinding tipis, luasan pambuangan panas menjadi besar, sehingga laju pembekuan menjadi semakin cepat.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengacoran dinding tipis, bahan cetakan yang memiliki kemampuan menahan pambuangan panas logam cair (konduktivitas bahan cetakan rendah) atau sifat mampu alir logam cair. Sifat mampu alir besi cor dapat ditingkatkan dengan menambahkan unsur Si dengan komposisi berkisar antara 1 % s/d 3 %. Penambahan unsur Si dapat meningkatkan mampu alir besi cor, namun unsur Si yang terlalu banyak menurunkan sifat

mekanis besi cor [2]. Kadar silikon berpengaruh pada pembentukan jenis dari besi cor, hubungan antara kandungan silikon dan karbon terhadap pembentukan jenis besi cor dapat ditunjukkan pada gambar 2 (pengaruh kandungan karbon dan silikon terhadap struktur besi).



Gambar 2. Pengaruh kandungan karbon dan silikon terhadap struktur besi [3].

Penambahan unsur Si pada logam aluminium juga dapat meningkatkan sifat mampu alir logam aluminium, namun jumlah Si yang terlalu besar mengakibatkan aluminium jadi getas [4]. Permasalahan dalam penambahan unsur Si dalam besi cor adalah unsur Si yang terlalu banyak justru akan mengakibatkan penggumpalan logam cair, sehingga sifat mampu alirnya jadi turun. Unsur Si dan C yang semakin meningkat, mengakibatkan kelenturan besi cor menjadi turun. Penelitian ini bertujuan meneliti pengaruh penambahan unsur Si terhadap sifat mampu alir besi cor, sehingga akan didapat prosentase penambahan unsur Si yang optimum.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dasar besi cor kelabu yang digunakan adalah : baja scrap 50 % dan garam besi cor 50 %, untuk meningkatkan kadar karbon ditambahkan bahan karbon. Peleburan logam dilakukan dengan dapur induksi dengan kapasitas 1 ton per jam. Penambahan silikon dilakukan pada *ladle* sesaat sebelum pemanangan logam cair ke cetakan. Penambahan silikon sebanyak : 0,5 %, 1 %, 2 % dan 2,5 % dari berat logam cair dalam *ladle*. Sebagai penambah unsur Si digunakan *ferrosilicon* dengan komposisi Si 75 %. Pada bahan baku besi cor sudah mengandung unsur Si, maka pada tiap - tiap spesimen uji mampu alir dilakukan pengujian komposisi untuk mengecek komposisi bahan. Pengujian komposisi besi cor dilakukan dengan spektrometer. Temperatur pemanangan logam diukur dengan *pyrometer* optik. Temperatur tuang pada pengujian sifat mampu alir ini dijaga berkisar 1300 °C. Proses pengecoran yang dilakukan menggunakan cetakan pasir. Hal ini disebabkan karena pasir cetak memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan

bahan cetakan yang lain. Disamping itu bahan pasir cetak harganya murah, mudah didapat di Indonesia, tahan terhadap suhu tinggi dan kemampuannya untuk didaur ulang. Pada penelitian ini bahan pasir cetak terdiri dari pasir silika dengan pengikat bentonit 20 %. Metode pengujian sifat mampu alir menggunakan metode spiral. Fluiditas logam cair diukur dengan mengukur panjang lintasan yang bisa dilalui logam cair sampai terjadi pembekuan. Pola untuk cetakan ditunjukkan pada gambar 3 dan foto cetakan untuk pengujian ditunjukkan pada gambar 4. Gambar 5 menunjukkan pemanangan logam cair ke dalam cetakan. Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode Brinell dengan beban 60 kg.



Gambar 3. Pola untuk pengujian sifat mampu alir logam cair.



Gambar 4. Cetakan untuk pengujian sifat mampu alir logam cair.



Gambar 5. Pemanguan logam cair ke dalam cetakan pasir.



(b). Kandungan Si 2,55 %.

Gambar 6. Spesimen pengujian sifat mampu alir logam cair.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan bahan Si sebanyak : 0,5 %, 1, %, 2 % dan 2,5 % pada *ladle* logam cair, menghasilkan komposisi besi cor seperti ditunjukkan pada tabel 1.

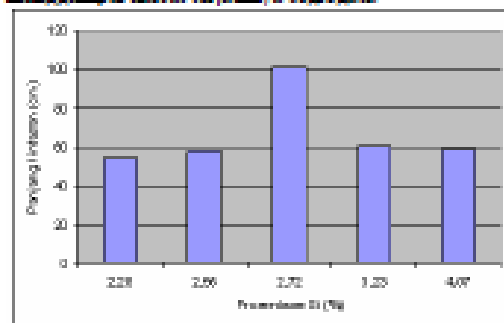
Tabel 1. Komposisi besi cor

unsur	Penambahan Si (%)				
	0	0,5	1	2	2,5
C	3,25	3,18	3,32	3,23	3,29
Si	2,28	2,72	2,53	3,34	4,07
S	0,06	0,06	0,08	0,10	0,06
P	0,20	0,18	0,18	0,15	0,14
Mn	0,41	0,40	0,41	0,41	0,41
Ni	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03
Cr	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cu	0,11	0,11	0,11	0,09	0,09
Fe	Sisa	Sisa	Sisa	Sisa	Sisa



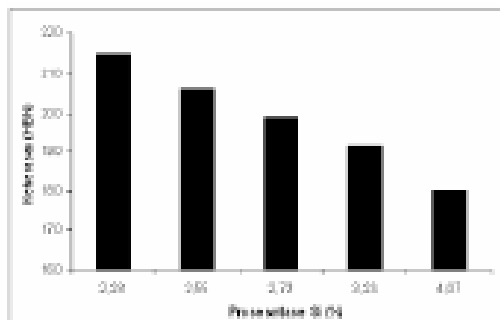
(a). kandungan Si 2,72 %

Hasil pengecoran spesimen uji fluiditas ditunjukkan pada gambar 6 berikut. Pengaruh unsur Si terhadap panjang lintasan (fluiditas logam cair) ditunjukkan pada gambar 7. Dari hasil pengujian ini didapat kesimpulan bahwa sifat mampu alir tertinggi didapat pada besi cor dengan kandungan unsur Si 2,72 % (seperti ditunjukkan pada gambar 7). Unsur Si sebesar 2,72 % masih dibawah kandungan Si pada besi cor kelabu yang berkisar antara 1 % - 3 %. Unsur Si yang semakin meningkat nilai mampu alirnya turun, hal ini dikarenakan unsur Si yang terlalu tinggi (diatas 3 %) mengakibatkan logam cair besi cor cair menjadi mengumpul akibat terjadinya segregasi.



Gambar 7. Grafik pengaruh unsur Si terhadap sifat mampu alir logam cair.

Pengaruh kandungan silikon terhadap kekerasan besi cor ditunjukkan pada gambar 8. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa kandungan silikon yang semakin meningkat mengakibatkan penurunan kekerasan besi cor kelabu. Hal tersebut dikarenakan silikon pada besi cor kelabu menyebabkan karbon berubah menjadi grafit yang berbentuk serpih. Pada besi cor dengan kandungan silikon yang lebih rendah karbon akan berubah menjadi *cementite* atau karbida besi (Fe_3C). Pada gambar 9 ditunjukkan struktur mikro besi cor kelabu dengan kadar Si yang lebih tinggi, memiliki lebih banyak grafit serpih. Grafit serpih mengakibatkan kekerasan besi cor kelabu menjadi turun.



Gambar 8. Pengaruh silikon terhadap kekerasan besi cor kelabu



(a). 2,28 % Si



(b). 4,07 % Si

Gambar 9. Struktur mikro besi cor kelabu (rata nital 5 % perbesaran 500)

KESIMPULAN

1. Sifat mampu alir besi cor kelabu meningkat dengan meningkatnya kandungan Si sampai dengan 2,72 %. Pada unsur Si diatas 2,72 % sifat mampu alir besi cor kelabu menurun.
2. Unsur silikon semakin meningkat kekerasan besi cor kelabu menjadi semakin turun.
3. Struktur mikro besi cor kelabu dengan kandungan silikon lebih tinggi, grafif serpihnya juga semakin meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, tim penulis menyampaikan terima kasih kepada : Kementerian Negara Riset dan Teknologi yang telah memberikan dana bagi penelitian ini. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada PT. Sryati Sido Maja atas kerja sama dan dukungannya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chijiwa, Kenji, *Selected Papers on Metal Casting*, Committed for Publication of Selected Papers, Japan, 1981.
- [2] Ramadhan, N dan Nonura, M, 2005, *Flow Analysis of Semi Solid Forming of Grey Cast Iron*, *Int. Journal of Cast Metals Research* 18 (5), pp : 266 - 272.
- [3] ASM Handbooks Comitta, *ASM Specialty Handbooks Cast Iron*, ASM International, 1996.
- [4] Umarhani, Y dan Sulisty, 2004, *Pengaruh Penambahan Unsur Si terhadap Sifat Mampu Alir Logam Aluminium*, Teknik Mesin UNDIP 2004.

