

# PENGARUH PENAMBAHAN KANDUNGAN SILIKON PADA BESI COR KELABU DENGAN METODE FLUIDITAS STRIP MOULD TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO

Yusuf Umardani, Tomy Rizal Nurferdian

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

Phone: +62-24-7460059, FAX: +62-24-7460058, E-mail: umardhani@yahoo.com

## Abstrak

Dari berbagai jenis besi cor yang ada, besi cor kelabu (*grey cast iron*), yaitu besi tuang dengan bentuk grafit flake, merupakan besi cor yang paling banyak digunakan. Besi cor ini kekuatan tariknya tidak begitu tinggi dan keuletannya rendah sekali (*Nil Ductility*) sehingga tidak dapat dibentuk dengan cara selain pengecoran dan proses permesinan. Ketangguhan besi cor ini juga rendah, hal ini disebabkan karena bentuk grafitnya yang berupa flake dimana ujung-ujung flake ini merupakan takikan yang sangat menurunkan ketangguhan.

Pada penelitian in "Pengaruh Penambahan Kandungan Silikon Pada Besi Cor Kelabu Dengan Metode Fluiditas Strip mould Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro" adalah untuk mengetahui Struktur komposisi besi cor kelabu dengan variasi campuran Silikon & mengetahui seberapa panjang lintasan yang terbentuk, sifat Kekerasan, dan struktur mikrografi material sehingga dari hasil analisa ini material logam tersebut dapat digunakan dalam konstruksi mesin.

Untuk melihat pengaruh Silikon terhadap hasil coran, digunakan pengujian panjang lintasan yang terbentuk, kekerasan dan struktur mikro sesuai variasi Si yang sebagai campurannya. Dari pengujian ini, diketahui semakin banyak Si semakin alirannya berkurang dibanding yang sedikit Si, untuk pengujian kekerasan dengan Si lebih banyak angka kekerasannya akan menurun dan untuk hasil pengujian mikrografi semakin banyak mengandung Si hasil struktur mikronya akan membentuk grafit serpih.

*Kata kunci: grafit flake, Silikon, fluiditas strip mould, Pengujian panjang lintasan, Pengujian kekerasan, Pengujian Mikrografi*

## 1. PENDAHULUAN

Besi cor (*Cast Iron*) adalah paduan besi yang mengandung karbon, silisium, mangan, fosfor dan belerang. Besi cor ini digolongkan menjadi : besi cor kelabu, besi cor kelas tinggi, besi cor kelabu paduan, besi cor bergrafit bulat, besi cor mampu tempa dan besi cor cil. Besi cor merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan dalam industri logam baik sebagai bahan dasar rangka industri hingga produk-produk lain seperti komponen-komponen kendaraan bermotor, *pump casing*, sistem perpipaan maupun dalam komponen generator.

Dari berbagai jenis besi cor yang ada, besi cor kelabu (*grey cast iron*), yaitu besi tuang dengan bentuk grafit flake, merupakan besi cor yang paling banyak digunakan. Besi cor ini kekuatan tariknya tidak begitu tinggi dan keuletannya rendah sekali (*Nil Ductility*) sehingga tidak dapat dibentuk dengan cara selain pengecoran dan proses permesinan. Ketangguhan besi cor ini juga rendah, hal ini disebabkan karena bentuk grafitnya yang berupa flake dimana ujung-ujung flake ini merupakan takikan yang sangat menurunkan ketangguhan. Walaupun demikian besi cor kelabu paling banyak digunakan, karena terdapat banyak sifat yang menguntungkan, antara lain:

- Mudah dituang atau dicor menjadi bentuk yang rumit,
- Mudah dilakukan proses permesinan,
- Tahan aus/gejakan, karena grafit dapat berfungsi sebagai pelumas,
- Mempunyai kemampuan meredam getaran (*Damping Capacity*) yang tinggi,
- Mempunyai kekuatan tekan (*Compressive Strength*) yang tinggi,
- Sifat ketahanan korosinya lebih baik dibandingkan dengan baja konstruksi biasa,
- Harganya relatif lebih murah dibandingkan paduan besi-karbon yang lainnya.

Besi cor kelabu dapat meningkatkan sifat-sifat mekanisnya dengan melakukan penambahan paduan dan perlakuan panas yang sesuai. Penelitian untuk meningkatkan sifat mekanis besi cor kelabu diperlukan untuk mendapatkan hasil komponen yang lebih baik dimasa depan. Dalam besi cor kelabu, terbentuknya grafit atau sementit tergantung pada laju pendinginan dan komposisi kimia. Berbagai unsur terkadang sengaja ditambahkan untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis yang diinginkan.

Dalam penelitian ini besi cor kelabu ditambah unsur Silikon (Si). Adanya penambahan unsur Si (Silikon) bertujuan untuk mengurai Sementid menjadi

Fe (ferit atau perlit) dan C (grafit). Bentuk grafitnya berupa serpih sehingga secara sederhana dapat dikatakan bahwa fasa besi cor kelabu berupa ferit/perlit + grafit serpih dengan sifat : agak getas yang dikarenakan ujung-ujung grafit berbentuk serpih tajam, akibatnya konsentrasi tegangan tinggi sehingga mudah patah.

Silicon juga merupakan unsur yang dapat menaikkan pembentukan grafik bulat, sehingga inokulasi dengan ferrosilikon (75%Si) dapat dihasilkan grafit bulat yang lebih banyak, bulat dan seragam.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Pengecoran Logam

#### 2.1.1 Pengertian Umum

Logam berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan manusia sehari-hari, hal ini karena keberadaan sumber bahan baku logam yang melimpah serta sifat karakteristiknya yang mudah diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan. Proses pengecoran logam pada dasarnya melibatkan penuangan logam cair ke dalam cetakan dengan pola sesuai produk yang diinginkan, mendinginkannya, dan mengeluarkan logam dari cetakan. [Ref. 1 hal. 3]

#### 2.1.2 Keuntungan Menggunakan Proses Pengecoran Logam.

Adapun beberapa keuntungan menggunakan proses pengecoran logam adalah sebagai berikut : [Ref.3 hal 60]

1. Dapat diterapkan pada berbagai jenis logam dan paduannya.
2. Dapat digunakan untuk membuat komponen yang bentuknya kompleks dengan dimensi yang akurat.
3. Dapat digunakan untuk produksi yang banyak dalam waktu yang relatif singkat.
4. Merupakan proses yang cepat dan mendekati produk jadi.

#### 2.1.3 Proses Pengecoran Logam

Untuk proses pengecoran logam secara menyeluruh dapat dilihat pada diagram 2.1.

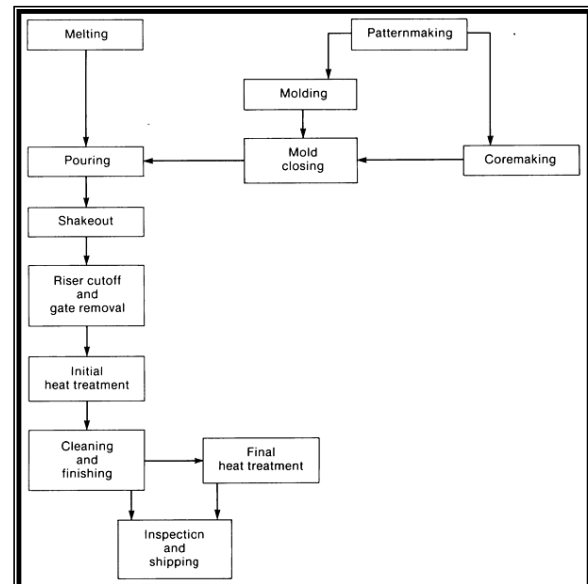
#### 2.1.4 Peralatan Pengecoran Logam

Peralatan yang digunakan dalam proses pengecoran logam dengan menggunakan pasir cetak dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Peralatan untuk membuat cetakan
2. Pola cetakan.
3. Tungku untuk melebur logam, baik yang sederhana seperti dapur kupola atau yang modern seperti tanur induksi.
4. Alat untuk menuangkan logam cair ke dalam cetakan.
5. Alat untuk membongkar cetakan.

6. Mesin-mesin perkakas untuk melakukan proses finishing terhadap coran.

[Diolah dari Ref. 25]



Gambar 2.1. Diagram Proses Pengecoran. [Ref. 3 hal. 441]

#### 2.1.4 Peralatan Pengecoran Logam

Peralatan yang digunakan dalam proses pengecoran logam dengan menggunakan pasir cetak dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Peralatan untuk membuat cetakan
2. Pola cetakan.
3. Tungku untuk melebur logam, baik yang sederhana seperti dapur kupola atau yang modern seperti tanur induksi.
4. Alat untuk menuangkan logam cair ke dalam cetakan.
5. Alat untuk membongkar cetakan.
6. Mesin-mesin perkakas untuk melakukan proses finishing terhadap coran.

[Diolah dari Ref. 25]

## 2.2 Cetakan Pasir

Sebagian besar pengecoran di dunia dan di Indonesia sebagai bahan cetakan yang digunakan adalah pasir cetak. Adapun macam-macam cetakan pasir diantaranya adalah :

### 1. Cetakan Tangan

Adalah suatu cetakan yang dibuat secara manual/menggunakan ketrampilan tangan tanpa menggunakan bantuan mesin cetak tekan. Adapun ciri-cirinya adalah :

- Untuk tuangan dengan produksi kecil atau satuan.
- Produksinya lambat.
- Memerlukan tenaga yang banyak.

- Cocok untuk tuangan besar dan sulit.
- Investasi peralatan murah.

## 2. Cetakan Mesin

Pada prinsipnya pembuatan cetakan mesin hampir sama dengan cetakan tangan, hanya saja yang membedakan adalah cara pematatannya yaitu menggunakan mesin pembuat cetakan. Cetakan mesin mempunyai produktifitas tinggi, oleh karenanya hasil tuangannya menjadi murah. Akan tetapi memerlukan investasi peralatan yang mahal. Keterbatasan dari cetakan jenis ini adalah :

- Perencanaan sistem saluran lebih rumit.
- Membutuhkan perawatan yang teliti.

[Diolah dari Ref. 3 hal.486 dan Ref. 25 hal. 123]

## 3. PROSEDUR PENELITIAN

### 3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian dalam tugas akhir ini dilakukan dalam beberapa tahapan penting, meliputi : menentukan tujuan penelitian, mengumpulkan landasan teori untuk penelitian, menentukan prosedur penelitian, melakukan pengujian dan analisa hasil pengujian. Tahap-tahap penelitian tersebut disusun agar penelitian dapat berjalan secara sistematis.

Tahapan-tahapan penelitian diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Studi Literatur

Literatur yang dipakai dalam penelitian ini berupa *textbook*, *handbook*, artikel dan jurnal yang diperoleh dari internet, skripsi dan thesis yang dapat mendukung penelitian ini. Informasi yang diperoleh dijadikan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Sarjana ini.

#### 2. Pengecoran

Proses pengecoran dilakukan untuk membuat spesimen pengujian kekerasan dan pengujian struktur mikro. Ada lima macam hasil pengecoran berdasarkan perbedaan persentase Silikon yaitu tanpa penambahan, dengan penambahan 0,5 % , 1 % , 2 % , dan 2,5 % Si.

#### 3. Pembuatan Tes Bar

Pembuatan tes bar dilakukan dengan proses pengecoran dengan menggunakan besi cor dengan variasi Si yang telah ditentukan. Dan bentuk yang dibuat sederhana yaitu bentuk strip mould untuk pengujian mikrografi dan untuk pengujian kekerasan.

#### 4. Pembuatan specimen uji komposisi

Pembuatan specimen uji komposisi ini dengan proses pengecoran tetapi dengan metode pengechiilan yang tujuannya untuk mengetahui berapa kandungan masing – masing unsur yang terbentuk.

#### 5. Pembuatan specimen uji (mikrografi dan kekerasan )

Spesimen ini di buat dengan proses preparasi untuk mikrografi dengan memotong bagian pangkal, tengah , dan ujung yang panjang nya 0,5 cm untuk masing – masing variasi Si. Untuk specimen uji kekerasan dengan proses preparasi yaitu pemotongan yang panjangnya 5 cm untuk masing – masing variasi Si.

#### 6. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan dari spesimen hasil pengecoran dengan beberapa komposisi yang Si-nya bervariasi. Metode yang dipakai adalah metode *Rockwell*.

#### 7. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengamati struktur mikro material (fasa matrik dan bentuk, ukuran, dan distribusi grafit).

#### 8. Pengujian Komposisi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar prosentase unsur yang terbentuk untuk masing – masing spesimen yang bervariasi Si-nya.

#### 9. Data dan analisa Uji Komposisi, Mikrografi, dan Kekerasan

Data hasil dari pengujian komposisi, mikrografi, dan kekerasan dikumpulkan, diolah dan dianalisa. Proses pengolahan data menggunakan metode-metode statistik yang sesuai kemudian mempresentasikannya dalam bentuk tabel, grafik dan foto. Selanjutnya menganalisa data yang telah diolah berdasarkan teori yang diperoleh dari referensi dan literatur.

#### 10. Kesimpulan

Menyimpulkan seberapa jauh pengaruh kandungan Si menurut hasil analisa pengujian komposisi, mikrografi , dan kekerasan.

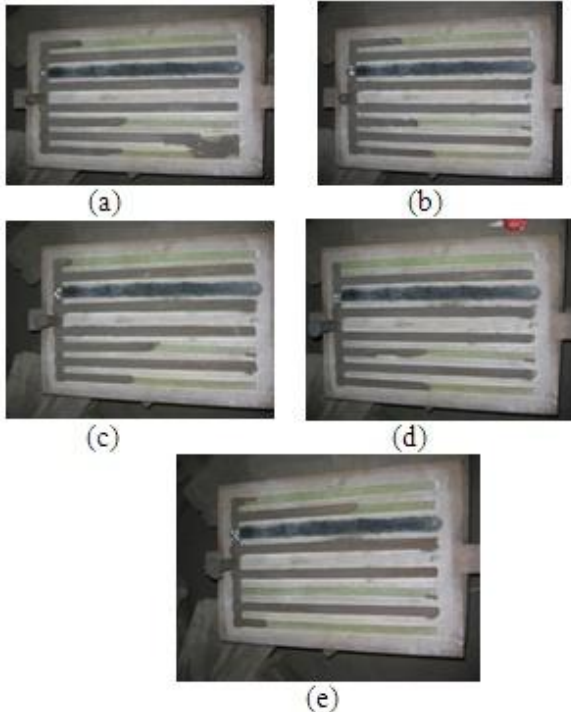
### 3.2. Proses Pengecoran

Proses pengecoran dilakukan untuk membuat spesimen pengujian kekerasan dan pengujian struktur mikro. Ada lima macam hasil pengecoran berdasarkan perbedaan persentase Silikon diantaranya nampak pada gambar dihalaman berikut.

Proses pengecoran dilakukan di industri pengecoran logam PT Suyuti Sido Maju , Cepur, Klaten. Adapun langkah-langkah dalam proses pengecoran untuk membuat spesimen ini adalah :

1. Mempersiapkan alat dan bahan untuk membuat cetakan.
2. Meleburkan logam ke dalam tanur induksi
3. Menuangkan logam cair dari tanur induksi kedalam ladle.
4. Melakukan pencampuran logam cair dengan silikon yang telah ditentukan.

5. Menuangkan campuran logam cair dan silikon ke dalam cetakan yang berbentuk strip mould di sertai pengukuran suhu dengan menggunakan pyrometer optik.
6. Membongkar cetakan setelah dingin.
7. Membersihkan hasil coran.



Gambar 3.1 a. Spesimen hasil pengecoran bentuk strip mould tanpa penambahan Si.  
 b. Spesimen hasil pengecoran bentuk strip mould penambahan Si 0,5%.  
 c. Spesimen hasil pengecoran bentuk strip mould penambahan Si 1%.  
 d. Spesimen hasil pengecoran bentuk strip mould penambahan Si 2%.  
 e. Spesimen hasil pengecoran bentuk strip mould penambahan Si 2,5%.

### 3.3. Peralatan yang Digunakan Dalam Pengecoran

#### 1. Tanur Induksi.

Tanur induksi yang digunakan adalah tanur induksi yang dipakai di industri pengecoran logam PT. Suyuti Sido Maju Klaten. Tanur induksi ini digunakan untuk melebur logam yang digunakan untuk pengecoran.



(a)



(b)

Gambar 3.2

(a) Instalasi tanur induksi (b) Dapur induksi.

#### 2. Ladel

Ladel digunakan untuk menuangkan logam cair ke dalam cetakan dengan kapasitas beratnya sebesar 15 Kg.



Gambar 3.3 Ladel

#### 3. Perlengkapan Membuat Cetakan.

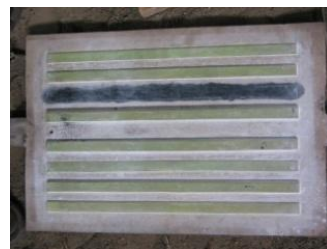
Untuk membuat cetakan, diperlukan beberapa alat atau perlengkapan diantaranya yaitu :

##### a. Rangka cetakan.



Gambar 3.4 Rangka cetakan

##### b. Pola cetakan.



Gambar 3.5 Pola cetakan bentuk strip mould.

c. Peralatan pemadat cetakan.



Gambar 3.6 Peralatan pemadat cetakan

4. Pyrometer optik



Gambar 3.7 Pyrometer optik

Alat yang digunakan untuk mengukur suhu pada saat penuangan logam cair kedalam cetakan yang berbentuk strip mould.

5. Alat pembongkar cetakan

Untuk membongkar cetakan, digunakan cangkul atau sekop. Setelah dibongkar kemudian coran dibersihkan dari bahan cetakan yang menempel.

#### 4. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengujian Mikrografi

###### Struktur Mikro Spesimen Strip mould.

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui matrik dan bentuk grafit penyusun dari besi cor kelabu. Pada pengujian ini digunakan spesimen berbentuk strip mould dengan panjang bervariasi. Kemudian dilihat struktur mikro pada bagian ujung. Untuk memudahkan pembedaan antar spesimen maka pada spesimen diberikan kode. Kode yang digunakan selama pengujian diperlihatkan pada Tabel 4.1.

##### 4.2 Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan dari material yang diuji, dalam hal ini adalah *sample dari potongan masing – masing strip mould*. Dimana spesimennya memiliki masing – masing

panjang 5 cm, dan masing-masing *specimen strip mould* di lakukan 5 titik pengujian untuk pengambilan data kekerasan.

Tabel 4.1 Sistem pengkodean

Kode Spesimen	Keterangan
J <sub>1</sub>	Potongan spesimen strip J bagian tebal 2mm.
J <sub>2</sub>	Potongan spesimen strip J bagian tebal 4mm.
J <sub>3</sub>	Potongan spesimen strip J bagian tebal 0,5mm.
J <sub>4</sub>	Potongan spesimen strip J bagian tebal 8mm.
J <sub>5</sub>	Potongan spesimen strip J bagian tebal 6mm.
J <sub>6</sub>	Potongan spesimen strip J bagian tebal 1mm.
J <sub>7</sub>	Potongan spesimen strip J bagian tebal 5mm.
J <sub>8</sub>	Potongan spesimen strip J bagian tebal 3mm.
U <sub>1</sub>	Potongan spesimen strip U bagian tebal 2mm.
U <sub>2</sub>	Potongan spesimen strip U bagian tebal 4mm.
U <sub>3</sub>	Potongan spesimen strip U bagian tebal 0,5mm.
U <sub>4</sub>	Potongan spesimen strip U bagian tebal 8mm.
U <sub>5</sub>	Potongan spesimen strip U bagian tebal 6mm.
U <sub>6</sub>	Potongan spesimen strip U bagian tebal 1mm.
U <sub>7</sub>	Potongan spesimen strip U bagian tebal 5mm..
U <sub>8</sub>	Potongan spesimen strip U bagian tebal 3mm.
L <sub>1</sub>	Potongan spesimen strip L bagian tebal 2mm.
L <sub>2</sub>	Potongan spesimen strip L bagian tebal 4mm.
L <sub>3</sub>	Potongan spesimen strip L bagian tebal 0,5mm.
L <sub>4</sub>	Potongan spesimen strip L bagian tebal 8mm.
L <sub>5</sub>	Potongan spesimen strip L bagian tebal 6mm.
L <sub>6</sub>	Potongan spesimen strip L bagian tebal 1mm.
L <sub>7</sub>	Potongan spesimen strip L bagian tebal 5mm.
L <sub>8</sub>	Potongan spesimen strip L bagian tebal 3mm.
I <sub>1</sub>	Potongan spesimen strip I bagian tebal 2mm.
I <sub>2</sub>	Potongan spesimen strip I bagian tebal 4mm.
I <sub>3</sub>	Potongan spesimen strip I bagian tebal 0,5mm.
I <sub>4</sub>	Potongan spesimen strip I bagian tebal 8mm.
I <sub>5</sub>	Potongan spesimen strip I bagian tebal 6mm.
I <sub>6</sub>	Potongan spesimen strip I bagian tebal 1mm.
I <sub>7</sub>	Potongan spesimen strip I bagian tebal 5mm.
I <sub>8</sub>	Potongan spesimen strip I bagian tebal 3mm.
A <sub>1</sub>	Potongan spesimen strip A bagian tebal 2mm.
A <sub>2</sub>	Potongan spesimen strip A bagian tebal 4mm.
A <sub>3</sub>	Potongan spesimen strip A bagian tebal 0,5mm.
A <sub>4</sub>	Potongan spesimen strip A bagian tebal 8mm.
A <sub>5</sub>	Potongan spesimen strip A bagian tebal 6mm.
A <sub>6</sub>	Potongan spesimen strip A bagian tebal 1mm.
A <sub>7</sub>	Potongan spesimen strip A bagian tebal 5mm.
A <sub>8</sub>	Potongan spesimen strip A bagian tebal 3mm.

Keterangan :

J : Besi cor kelabu tanpa penambahan Si.

U : Besi cor kelabu dengan penambahan 0,5 % Si.

L : Besi cor kelabu dengan penambahan 1,0 % Si.

I : Besi cor kelabu dengan penambahan 2,0 % Si.

A : Besi cor kelabu dengan penambahan 2,5 % Si.

Dari kelima tabel hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *Rockwel* di atas, dapat direpresentasikan dalam bentuk tabel.

Dan tabel ini digunakan untuk membandingkan nilai kekerasan besi cor kelabu dengan berbagai variasi diantaranya campuran Si dari tanpa penambahan, 0,5 % Si, 1 % Si, 2 % Si dan 2,5 % Si.

Tabel Data rata rata hasil pengujian kekerasan besi cor kelabu dalam BHN.

besi cor kelabu	Rata-rata nilai Kekerasan						
	2mm	4mm	8mm	6mm	1mm	5mm	3mm
tanpa	266.8	261.88	257.92	259.22	270	259.52	265
0.50%	261.88	259.22	237.34	241.7	266.8	257.92	259.52
1%		257.92	234.06	237.34	261.88	241.7	259.22
2%		241.7	229.1	234.06	259.22	237.34	257.92
2.50%		237.34	203.12	222.28		234.06	241.7

Dari Tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai kekerasan rata – rata besi cor kelabu yang paling tinggi dihasilkan oleh spesimen tanpa penambahan Si yang besar untuk ketebalan 1mm rata – rata kekerasannya : **270 BHN** dan nilai kekerasan rata – rata terendah dihasilkan oleh spesimen besi cor kelabu dengan penambahan 2,5 % Si yang nilai nya : **203.12 BHN**. Hal ini mengindikasikan bahwa besi cor yang di buat pada PT. Suyuti Sido Maju termasuk besi cor kelabu karena nilai kekerasan besi cor kelabu berdasarkan referensi adalah 130 – 270 BHN. Dari Tabel juga dapat disimpulkan bahwa spesimen hasil pengecoran tanpa penambahan Si pada ladel akan menghasilkan kekerasan besi cor kelabu relatif lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen hasil pengecoran dengan penambahan Si yang bervariasi dengan standart yang telah di tentukan nilai kekerasannya akan menurun.

### 4.3 Hasil Analisa Mampu Alir dan Komposisi Pengecoran :

Hasil analisa mampu alir (*fluidity*) yang terbentuk setelah proses pengecoran selesai di lakukan :

Tabel 4.8 Panjang lintasan hasil pengecoran bentuk strip mould

variasi strip (mm)	Penambahan Si				
	tanpa	0,5 %	1%	2%	2,5%
2	120	185	30	0	20
4	500	500	500	500	350
0.5	0	0	0	0	0
8	500	500	500	500	500
6	500	500	500	500	500
1	235	205	280	250	0
5	350	500	500	500	500
3	230	275	240	260	80

Jika sesuai urutan nilai panjang strip mould dari yang pendek ke yang paling panjang untuk ketebalan 1 mm yaitu penambahan 0,5 % Si ,tanpa penambahan, penambahan 2 % , penambahan 1 % Si, penambahan 2,5 % Si. Untuk ketebalan 2 mm adalah penambahan 2,5 % Si , penambahan 1 % Si , tanpa

penambahan, penambahan 0,5 % Si . Untuk ketebalan 3 mm adalah penambahan 2,5 % Si , tanpa penambahan , penambahan 1 % Si , penambahan 2 % , penambahan 0,5 % Si . Untuk ketebalan 4 mm adalah penambahan 2,5 % Si , ,tanpa penambahan , penambahan 0,5 % Si , penambahan 1 % Si, penambahan 2 % . Untuk ketebalan 5 mm adalah tanpa penambahan , penambahan 0,5 % Si , penambahan 1 % Si, penambahan 2 % ,penambahan 2,5 % Si. Untuk ketebalan 6 mm panjang lintasan sama semua yaitu 50cm. Untuk ketebalan 8 mm panjang lintasan sama semua yaitu 50cm. Panjang pendeknya strip mould yang terbentuk dipengaruhi oleh terdistribusi / tidak nya inokulan *Fe Si 75%* pada saat proses pengecoran berlangsung , untuk mengetahui prosentase unsur yang terbentuk kita dapat melihat hasil pengujian komposisi yang telah kita lakukan di Universitas Gajah mada.

Jika sesuai urutan nilai panjang strip mould dari yang pendek ke yang paling panjang yaitu tanpa penambahan, penambahan 1 % Si, penambahan 2,5 % Si, penambahan 2 % Si dan penambahan 0,5 % Si. Panjang pendeknya strip mould yang terbentuk dipengaruhi oleh terdistribusi / tidak nya inokulan *Fe Si 75%* pada saat proses pengecoran berlangsung , untuk mengetahui prosentase unsure yang terbentuk kita dapat melihat hasil pengujian komposisi yang telah kita lakukan di Universitas Gajah mada.

Unsur yang paling berpengaruh pada panjang / pendeknya strip mould yaitu Si dan P, oleh karena itu pada hasil pengecoran tanpa penambahan Si terbentuk yang terpanjang karena prosentase unsure Si sebesar 2,28 % dan unsure Fosfor sebesar 0.1894 % dan di pengaruhi oleh suhu penuangan besi cor kelabu ke cetakan pasir yang besarnya :1291 °C. Harga Si dan Fosfornya masih dalam batas standart besi cor kelabu , menurut referensi standart kandungan Si : 1.00 – 3.00 % dan Fosfor : 0.002 – 1.00 %.

Untuk hasil pengecoran strip mould yang terpendek yaitu pada penambahan 2,5 % Si, dikarenakan prosentase unsure Si sebesar 4.07 % dan unsure Fosfornya 0.1393 % dan di pengaruhi oleh suhu penuangan besi cor kelabu yaitu yang besarnya : 1349 °C. Harga Si dan Fosfornya juga masih dalam batas standart besi cor kelabu. Untuk specimen yang lain kandungan unsur – unsurnya melebihi batas standart yang telah di tentukan, misal nya pada hasil pengecoran penambahan 2 % Si & 2,5 % Si hasil pengujian komposisi mengandung unsure Si sebesar : 3.54 % & 4.07 % sehingga hasil pembentukan panjang strip mould kurang sempurna / lebih pendek.

Unsur fosfor dalam besi cor kelabu dapat membentuk matrik steadit. Penambahan fosfor pada besi cair berfungsi untuk meningkatkan mampu alir (*fluidity*) dari logam cair tersebut sehingga mempermudah saat penuangan pada benda coran yang berukuran kecil. Namun penambahan fosfor melebihi 0,3% akan mengakibatkan besi cor menjadi keras dan rapuh. [Ref.27 hal.584]



Faktor – faktor yang mempengaruhi hasil pengecoran antara lain sebagai berikut

1. Kecepatan penuangan yang terlalu tinggi.
2. Ketahanan panas rendah dari pasir.
3. Perbaikan cetakan yang belum selesai.
4. Penumbukan cetakan pasir yang masih kurang.
5. Lubang angin yang tidak ada.
6. Permeabilitas yang kurang.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari Penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Pada pengujian mikrografi, besi cor hasil tanpa penambahan Si mempunyai grafit yang tipis dengan komponen penyusun terdiri dari ferit, perlit dan sementit. Pada besi cor hasil penambahan Si 2,5 % , grafit yang terbentuk lebih tebal dengan komponen penyusun paling dominan adalah perlit dan ferit. Ketebalan grafit pada besi cor hasil pengecoran dipengaruhi oleh unsur silikon. Unsur silikon tersebut akan menyebabkan sementit menjadi kurang stabil sehingga cenderung membentuk grafit.
2. Pada pengujian kekerasan, besi cor kelabu mempunyai nilai kekerasan rata – rata tertinggi : **270 BHN** pada proses pengecoran besi cor kelabu tanpa penambahan Si dan nilai rata – rata terendah : **203.12 BHN** pada proses pengecoran besi cor kelabu dengan penambahan Si 2,5 %.
3. Pada hasil pengecoran penambahan Si 2,5% lintasan yang terbentuk pendek karena dipengaruhi unsur Si 4,07 % dan unsur Fosfor 0.1393 % serta suhu penuangan besi cor kelabu ke cetakan pasir sebesar 1326 °C. Untuk hasil pengecoran strip mould yang terpanjang yaitu pada tanpa penambahan Si, dikarenakan unsur Si 2.28 % dan unsur Fosfornya 0.1894 % serta suhu penuangan besi cor kelabu sebesar 1283 °C.

### 5.2 Saran

Pada proses penelitian ini masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Oleh sebab itu, penulis menyarankan beberapa hal yang perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Untuk lebih mengetahui pengaruh penambahan Si terhadap struktur mikro besi cor kelabu secara detail, maka sebaiknya digunakan pengujian SEM.
2. Pada pengujian mikrografi, titik pengambilan gambar dari ujung sebaiknya diperbanyak sehingga perubahan struktur mikro dapat terlihat dengan jelas.
3. Untuk mengetahui perubahan suhu pada saat pengecoran berlangsung dalam cetakan sebaiknya digunakan termocouple benam sebagai alat ukur suhu.

## REFERENSI

1. A. Flinn Richard. 1963.” *Fundamental of Metal Casting* “. USA : Addison – Wesley Publishing Company, Inc.
2. Balinski, Andrzej; Pawel Darlak and Maciec Szolc. 2002. “ *The Use Of Fly Ash As An Aggregate For Foundry Sand Mold And Core Production* ”
3. “*Casting*” 1988 ,ASM Handbook Volume 15
4. CBRC. 2005. “*Forging Ahead with CCB Research: Can Fly Ash Replace Sand in Foundry Operations?*” .West Virginia University.
5. D. Callister, William. 1994. *Materials Science and Engineering 4th ed.* Canada: John Wiley and Sons, Inc.
6. E. Dieter, George. 1996. “*Metalurgi Mekanik edis 3*” . Diterjemahkan oleh Sriati Djaprie. Jakarta: Erlangga
7. *Fly Ash Characteristic*
8. F. Smith, William. 1996. *Principles of Materials Science and Engineering 3rd ed.* New York: McGraw-Hill, Inc.
9. Gikunoo, Emmanuel. 2004. “*Effect of Fly Ash Particles on the Mechanical Properties and Microstructure of Aluminium Casting Alloy A535*”. Canada: University of Saskatchewan.
10. H. Van Vlack, Lawrence. 1989. *Ilmu dan Teknologi Bahan edisi 5.* Diterjemahkan oleh Sriati Djaprie. Jakarta: Erlangga.
11. Henkel, Daniel; Alan w Pense. 2002. “*Structure and Properties of Engineering Materials 5<sup>th</sup> ed*”. New York: McGraw Hill.
12. Indian Energy Sector. 2000. “*Managing Fly Ash*”. India
13. Manz, Oscar. 1998. “ *Coal Fly Ash: A Restropective and Future Look*”. North Dakota: Energia
14. Miguel Angel, Yescas; Gonzales. 2001. “*Modeling The Microstructure And Mechanical Properties Of Austempered Ductile Iron*”. University of Cambridge.
15. “*Metallography and Microstructure*”. 2004. ASM Metals Handbook, Vol 9
16. Okoh, Josep; Josep Dodoo; Adria Diaz. “*Kinetics of Benificated Fly Ash by Carbon Burnout*”. University of Maryland Eastern Shore.
17. Paneltech International LLC. “*Fly Ash in Concrete*”. Paneltalk
18. “*Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys*”. ASM Hand Book Vol. 1
19. Purgert, Robert and Jerzy Sobczaj. 2005. ” *Commercialization Demonstration For Production Foundry Molds Made From CCB’s For High Volume Automotive Applications*”. Canada : Energy Industry of Ohio.
20. Sanders, Clyde. 1970. “*Foundry Sand Practice 6<sup>th</sup> Edition*” . U.S : American Colloid Company

21. "Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens". ASTM Designation: E3-01
22. "Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens". ASTM Designation: E3-95
23. "Standard Test Methods for Vickers Hardness of Metallic Materials". ASTM Designation: E92-82
24. Surdia, T dan Saito, S. 1996. *Pengetahuan Bahan*. Jakarta: Pradnya Paramita
25. Surdia, T dan Saito, S. 1996. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
26. Sukandarrumido, Prof. 2006. "Batubara dan Pemanfaatannya". Yogyakarta: Gajah Mada Univ Press.
27. W. Heine, Richard; Carl R Loper and Philip Rosenthal.1995. "Principle Of Metal Casting 2<sup>nd</sup> ed". New Delhi: McGraw-Hill, Inc.