JURNAL REKAYASA SRIWIJAYA

Nomor: 1 Vol. 9, Maret 2004 ISSN 0852 – 5366

KRITERIA PENENTU PENILAIAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI PROYEK
Ika Juliantina 1

SISTEM MODUL RANGKA DINDING BAMBU PLESTER PADA RUMAH SEDERHANA TIDAK BERTINGKAT; SEBUAH TINJAUAN STRUKTUR DAN EKONOMIS
Widya Fransiska FA dan Rosidawani 5

ANALISIS KEKUATAN ISOLASI SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI AKIBAT KEGAGALAN PERISAIAN KAWAT TANAH YANG TERKENA SAMBARAN PETIR DENGAN METODA GELOMBANG BERJALAN
Ansyori 11

PROFIL KUAT MEDAN DAN PULSA KORONA PADA CELAH ELEKTRODA JARUM-BIDANG DENGAN TINGKAT KELEMBABAN YANG BERBEDA
Rudyanto Thayeb, Dwirina Yuniarti, Sariman dan Zainuddin Nawawi 18

KAJI EKSPERIMENTAL PEMBUATAN BESI COR KELABU FC 250 DENGAN TANUR INDUKSI FREKUENSI TINGGI
Hendri Chandra 24

KARAKTERISTIK TEGANGAN AWAL PELUAHAN PADA SELAH DIANTARA ISOLATOR DENGAN KELEMBABAN YANG DIKONDISIKAN
Dwirina Yuniarti, Rudyanto Thayeb, Sariman, Zainuddin Nawawi dan Masayuki Nagao 32

PENGGUNAAN PROSES UPGRADED BROWN COAL UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS BATUBARA PERINGKAT RENDAH
Rr. Harminuke Eko Handayani 38

Diterbitkan oleh:

Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jalan Raya Palembang – Prabumulih, Inderalaya – 30662 Telp. (0711) 580062

KAJI EKSPERIMENTAL PEMBUATAN BESI COR KELABU FC 250 DENGAN TANUR INDUKSI FREKUENSI TINGGI

Hendri Chandra
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unsri
Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km-32, Inderalaya, OKI, 30662
E-mail : hendri_ch@plaza.com

ABSTRAK

Makalah ini mengambil salah satu bagian dari pengecoran yaitu masalah peleburan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari peleburan besi cor kelabu FC 250 dengan tanur induksi frekuensi tinggi terhadap nilai kekerasan dan struktur mikronya.
Proses pembuatan besi cor kelabu FC 250 dimulai dari perencanaan bahan muatan utama yang terdiri dari skrap balik FC 250 dan skrap baja, kemudian dipadukan dengan bahan tambahan seperti carburiser, FeSi, FeMn hingga menacapai target komposisi yang direncanakan. Peleburan dilakukan dalam tanur induksi frekuensi tinggi dengan kapasitas 200 kg, dimana peleburan berjalan cepat serta menghasilkan suhu yang tinggi. Pada saat peleburan, suhu diukur dengan termokopel dengan cara memasukkannya ke dalam tanur. Selama peleburan pula komposisi karbon dan silikon dipantau dengan alat CE meter.

Kata-kata kunci: bushing, jack lever, permanent mold, converter, grade

I. PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan ilmu dan teknologi terutama di bidang industri, kebutuhan bahan-bahan logam akan selalu bertambah karena sebagian besar komponen-komponennya terbuat dari logam. Banyaknya penggunaan logam untuk berbagai keperluan membuat timbulnya pengetahuan tentang logam yang semakin mendalam. Sehingga saat ini banyak ilmu tentang logam yang dapat menghasilkan suatu logam yang sifat-sifatnya sesuai dengan yang dibutuhkan.

Besi cor merupakan bahan yang sangat penting dan dipergunakan sebagai bahan coran lebih dari 80%. Daerah komposisi kimia ditetapkan dalam diagram Fe-C pada batas kelarutan karbon pada besi γ (gamma), yaitu mengandung 1,7% karbon atau lebih dan masih ada tambahan unsur seperti Si, Mn, P, S, dan unsur-unsur lainnya yang dapat berpengaruh pada perbedaan sifat fisik dan mekanik dari besi cor. Suhu cair besi cor relatif rendah (1200^0C) dan sifat mampu cornya sangat baik.

Besi cor kelabu disebut begitu oleh karena patahannya berwarna keabu-abuan, hal ini dikarenakan lamel-lamel grafit memberikan warna abu-abu pada permukaan patahannya.. Besi cor jenis ini banyak digunakan sebagai tumpuan, blok silinder, rangka motor, dan sebagainya. Besi cor kelabu FC 250 merupakan salah satu jenis bahan yang sering digunakan dalam pembuatan berbagai komponen coran seperti bushing, jack lever (komponen tekstil), permanen mold, dan lain-lain.

Dalam teknologi pembentukan logam, bidang pengecoran yang merupakan salah satu teknik untuk pembentukan benda-benda dari logam memegang peranan yang penting, karena dapat membuat bentuk komponen yang rumit dan dalam jumlah banyak sehingga mempermudah pembuatan dan menghemat dalam hal biaya produksi dibandingkan dengan proses yang lain. Pengecoran dilakukan dengan mencairkan logam kemudian memasukkannya kedalam cetakan. Logam dicairkan kedalam tungku sampai mencapai titik cair dari logam tersebut.

Proses peleburan besi cor dilakukan dengan penambahan unsur-unsur kimia hingga mencapai target komposisi yang direncanakan. Sebelum proses pengecoran dilakukan, kita terlebih dahulu merencanakan bahan muatan apa saja yang akan dicairkan. Adapun perencanaan peleburan ini dilakukan nantinya dalam penambahan bahan muatan tidak terjadi kelebihan atau kekurangan.
Bahan utama yang akan dilebur antara lain skrap baja dan skrap balik yang memiliki komposisi masing-masing, sehingga dapat ditentukan pemaduan bahan tambahan untuk mencapai target komposisi kimia yang direncanakan. Komposisi

[illegible] yang nantinya akan menentukan kualitas dari [illegible]coran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Paduan Besi Cor

1. Unsur karbon (C)
Kandungan karbon berpengaruh besar pada struktur besi cor. Untuk mendapatkan struktur yang baik kandungan karbon harus berada pada daerah yang [illegible] yang berubah menurut kandungan silikon. [illegible]atan dan kekerasan besi meningkat seiring dengan bertambahnya kadar karbon.

2. Unsur Silikon (Si)
Kadar silikon yang tinggi cenderung untuk memperbesar kemungkinan pembentukan grafit dimana grafit mampu untuk meningkatkan kemampuan permesinan. Kelebihan silikon akan membentuk ikatan yang keras dengan besi, sehingga dapat dikatakan bahwa silikon dengan kadar 3.25 % ke atas akan meningkatkan kekerasan besi dan sebaliknya bila kadar silikon kurang dari 3,25% cenderung untuk menurunkan kekerasan besi.

3. Unsur Mangan (Mn)
Mangan tidak memberikan pengaruh yang nyata pada struktur, kecuali untuk struktur dengan kandungan silikon rendah. Mangan mencegah penggrafitan dan menggalakkan kestabilan sementit dan larut di dalamnya. Mangan membuat butir-butir halus yang perlitis dan mencegah pengendapan ferit, sehingga dikehendaki penambahan mangan untuk mendapatkan struktur yang hanya perlit dan grafit. Mangan juga dapat meningkatkan fluiditas, kekuatan dan kekerasan besi.

4. Unsur Fosfor (P)
Fosfor dapat meningkatkan fluiditas logam cair dan menurunkan titik cairnya. Fospor dalam besi cor umumnya berbentuk steadit yaitu campuran antara besi dan fosfida. Fospor dapat mencegah pengendapan grafit dan jika kandungannya lebih dari 1% sementit kasar akan timbul pada ledeburit. Penambahan kandungan fospor akan mengurangi kelarutan karbon dan memperbanyak sementit pada kandungan karbon yang tetap, sehingga struktur menjadi keras karena sementit sukar terurai.

5. Unsur Belerang atau Sulfur (S)
Belerang sangat merugikan karena dapat mengurangi kelarutan karbon dalam besi cair, yang dalam hal ini dapat menggalakkan penggrafitan. Oleh karena itu pada saat peleburan selalu diusahakan untuk mengikat belerang dengan menambahkan ferro-mangan. Tetapi pada kenyataannya, penambahan belerang akan menyebabkan pengurangan grafit yang akan mengarah pada pembentukan besi cor putih. Belerang juga dapat menurunkan fluiditas sehingga menurunkan kemampuan tuang besi cor serta dapat membentuk lubang-lubang *(blow holes)* dengan membentuk ikatan dengan karbon.

6. Unsur-unsur Lain
Selain dipengaruhi oleh unsur-unsur di atas, terdapat unsur-unsur yang menggalakkan penggrafitan yaitu tembaga (Cu), nikel (Ni), aluminium (Al). Sedangkan unsur-unsur pencegahnya adalah khrom (Cr), molibdenum (Mo) dan lain-lain.

II.2 Sifat-sifat Mekanik Besi Cor Kelabu

Sifat mekanik dan sifat teknologi logam sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia dan struktur mikro dari logam itu sendiri. Struktur mikro dapat diubah dengan jalan melakukan proses perlakuan panas pada logam. Selain proses perlakuan panas, proses deformasi juga dapat mengubah struktur mikro logam.

Sifat-sifat mekanik besi cor kelabu menunjukkan kecocokan sebagai bahan untuk bagian-bagian mesin. Beberapa sifat mekanik yang umum dari besi cor kelabu yaitu :

1. Kekuatan Tarik
Karbon memberikan pengaruh yang besar terhadap kekuatan tarik besi cor. Kandungan karbon yang rendah akan meningkatkan kekuatan dan keuletannya. Silikon memberikan kecenderungan yang serupa, tapi lebih lemah dari karbon. Kekuatan tarik besi cor kelabu berkisar antara 10-30 kgf/mm^2.

2. Kekerasan
Kekerasan besi cor kelabu berkisar antara 130-270 BHN. Grafit kasar dalam matriks menyebabkan tingkat kekerasannya rendah dan grafit halus akan menyebabkan kekerasan yang tinggi.

3. Kekuatan Tekan
Kekuatan tekan dari besi cor kelabu adalah tiga sampai lima kali lebih besar dari kekuatan tariknya, dan kebanyakan biasanya lebih besar dari kekuatan tekan baja.

4. Kekuatan Bentur
Besi cor kelabu bersifat getas dan lemah terhadap benturan. Kandungan karbon, silikon, dan fospor yang lebih tinggi menyebabkan kekuatan bentur yang lebih rendah. Pengendapan sementit dan steadit dapat mengurangi kekuatan bentur.

5. Mampu Mesin dan Tahan Aus
Mampu mesin besi cor kelabu sangat baik, karena memiliki grafit yang bekerja sebagai pelumas. Umumnya kekerasan yang lebih tinggi menyebabkan tahan aus yang lebih baik, misalkan besi cor dengan struktur perlit.

6. Kapasitas Peredam Getaran
Besi cor kelabu memiliki kemampuan untuk meredam getaran secara baik. Hal ini disebabkan karena serpih-serpih grafitnya yang terbagi rata dengan orientasi yang sembarang. Potongan-potongan grafit yang bengkok memberikan kemampuan yang baik untuk dapat meredam getaran.

7. Mampu Cor
Material ini memiliki sifat mampu cor yang baik sekali, karena besi cor kelabu memiliki sifat mampu alir (fluiditas) yang memadai dengan titik cair berkisar 1200^0 C.

II.3 Sifat-sifat Fisik dan Kimia Besi Cor Kelabu
Struktur besi cor adalah campuran dari berbagai fasa seperti grafit, ferit, perlit, sementit, dan selanjutnya stedit atau sulfida mangan, yang masing-masing mempunyai sifat-sifat sendiri. Oleh karena itu jelasnya sifat besi cor berubah menurut perbandingan campuran dari fasa-fasa tersebut.

1. Berat Jenis
Berat jenis besi cor kelabu adalah 7,1-7,3 pada temperatur kamar, dan sangat dipengaruhi oleh kandungan grafit, sedangkan dalam keadaan cair berat jenisnya 6,75-6,95. dalam keaadaan padat, penurunan berat jenis berbanding lurus dengan tingginya temperatur.

2. Pemuaian Panas
Koefisien pemuaian panas dari besi cor kelabu kira-kira 10 x $10^{-6}/^0$C, yang sedikit rendah dari pada baja dan lebih tinggi dibandingkan dengan koefisien pemuaian besi cor putih. Pemuaian berubah menurut komposisi, struktur dan temperatur. Walaupun ia tidak begitu banyak dipengaruhi oleh komposisi seperti sifat-sifat lainnya, ada kecendrungan untuk dikurangi oleh kandungan karbon yang lebih tinggi. Pemuaian sukar dipengaruhi oleh kandungan biasa dari unsur-unsur lain.

3. Konduktivitas Listrik
Dari semua fasa pada struktur, grafit mempunyai tahanan listrik terbesar, sehingga konduktivitas dipengaruhi jelas oleh kandungan grafit, distribusi dan bentuk-bentuk dari potongan grafit. Penambahan karbon dan silisium menggalakkan penggrafitan, yang mengurangi kondutivitas listrik.

4. Ketahanan Korosi
Besi cor lebih buruk dalam ketahanan korosinya terhadap asam dibanding dengan baja, hal itu disebabkan pengaruh sel kimia antara besi dan grafit. Tetapi ketahanan korosi dari besi cor terhadap air murni dan air laut lebih baik dari pada baja. Struktur yang halus dengan potongan-potongan yang halus sangat baik dalam ketahanan korosi. Ketahanan korosi sukar dipengaruhi oleh unsur-unsur lain selain karbon dan silisium, akan tetapi untuk memperbaiki ketahanan korosi sangat efektif bila ditambahkan khrom, nikel atau tembaga. Feritlah yang paling banyak menderita dari banyaknya korosi kimia dalam struktur, dan perlit lebih stabil dari pada ferit sedangkan sementit baik sekali dalam ketahanan korosi.

III. PERENCANAAN BAHAN MUATAN DAN TARGET KOMPOSISI KIMIA

Dasar pertimbangan perencanaan komposisi kimia adalah spesifikasi sifat material yang diharapkan. Komposisi inilah yang nantinya akan menentukan kualitas dari pengecoran. Komposisi kimia besi cor kelabu FC 250 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi kimia besi cor kelabu FC 250

Nama Unsur	Simbol	Kandungan (%)
Karbon	C	3,2 – 3,5
Silikon	Si	1,6 – 2,2
Mangan	Mn	0,5 – 0,7
Posfor	P	< 0,15
Sulfur	S	< 0,10
Besi	Fe	sisa

Sebelum proses peleburan dilakukan, kita terlebih dahulu merencanakan bahan muatan yang akan dilebur. Perencanaan ini dilakukan agar target komposisi kimia besi cor kelabu FC 250 tidak terjadi kekurangan atau kelebihan komposisinya.
Pada saat peleburan besi cor kelabu FC 250 harus mempunyai target komposisi kimia. Dengan adanya target komposisi kimia ini mempermudah kita dalam pemaduan bahan tambahan apabila

terjadi kekurangan pada saat peleburan. Target komposisi kimia dari besi cor kelabu Fc 250 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Target komposisi kimia besi cor kelabu FC 250

Unsur	Target Komposisi Kimia (%)
C	3,2
Si	2,2
Mn	0,7
P	0,1
S	0,1
Fe	sisa

Pertama sekali dalam perencanaan peleburan ini kita akan melihat bahan-bahan apa saja yang akan dilebur. Bahan yang akan dilebur terdiri atas bahan utama dan bahan tambahan.

III.1 Bahan Utama

Bahan utama yang digunakan sebagai bahan peleburan adalah skrap balik FC 250 sebanyak 50 % dan skrap baja sebanyak 50 %, tetapi apabila persediaan salah satu bahan tersebut ada yang sedikit maka komposisi masing-masing dapat diubah, misalnya 75 % dan 25 %. Komposisi bahan utama ditunjukkan tabel dibawah ini :

Tabel 3. Komposisi kimia bahan utama

Bahan	Komposisi kimia (%)				
	C	Si	Mn	P	S
Scrap balik FC250	3,35	1,9	0,6	0,07	0,07
Skrap baja	0,05	0,019	0,18	0,014	0,009

III.2 Bahan Tambahan

Material tambahan diperlukan untuk melakukan paduan-paduan dan memenuhi target komposisi kimia. Material yang dimaksud adalah antara lain Carburiser, Fe-Si, dan Fe-Mn. Komposisi kimia bahan tambahan ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Komposisi kimia berbagai bahan tambahan

Bahan	Komposisi Kimia (%)				Efisiensi Proses (%)
	C	Si	Mn	Fe	
Carburiser	85	-	15	-	90
Fe-Si	-	75	-	25	80
Fe-Mn	-	-	75	35	80

Untuk satu kali peleburan diperlukan 200 kg logam cair sesuai dengan kapasitas tanur peleburan, dengan demikian diperlukan skrap balik FC 250 sebanyak 100 kg dan skrap baja ebanyak 100 kg. Perhitungan bahan muatan adalah sebagai berikut :

- Skrap balik FC 250 = 100 kg
  kg C = 3,35 % x 100 kg = 3,35 kg
  kg Si = 1,9 % x 100 kg = 1,9 kg
  kg Mn = 0,6 % x 100 kg = 0,6 kg
  kg P = 0,07 % x 100 kg = 0,07 kg
  kg S = 0,07 % x 100 kg = 0,07 kg

- Skrap baja = 100 kg
  kg C = 0,05 % x 100 kg = 0,05 kg
  kg Si = 0,019 % x 100 kg = 0,019 kg
  kg Mn = 0,18 % x 100 kg = 0,18 kg
  kg P = 0,014 % x 100 kg = 0,014 kg
  kg S = 0,009 % x 100 kg = 0,009 kg

Jumlah masing-masing unsur dari material tersebut :
% C = 3,4 kg %Si = 1,919 kg % Mn = 0,78 kg
% P = 0,084 kg % S = 0,079 kg
Target komposisi kimia di tanur sebagai berikut :
% C = 3,2 % Si = 2,2 %Mn = 0,7
% P = 0,1 % S = 0,1
Berat masing-masing unsur yang kurang tiap 200 kg logam cair :

- C = 6,4 kg; kekurangannya = (6,4 – 3,4) kg = 3 kg
- Si = 4,4 kg; kekurangannya = (4,4 – 1,919) kg = 2,481 kg
- Mn = 1,4 kg; kekurangannya = (1,4 – 0,78) kg = 0,62 kg
- P = 0,2 kg; kekurangannya = (0,2 – 0,084) kg = 0,116 kg
- S = 0,2 kg; kekurangannya = (0,2 – 0,079) kg = 0,121 kg

Banyaknya bahan tambahan yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus :
kg bahan tambahan = Berat unsur yang kurang / (Kadar unsur dalam bahan tambahan (%) x Effisiensi proses (%))

Jadi jumlah masing-masing bahan penambah yang disiapkan untuk memenuhi kekurangan komposisi kimia :

- Penambahan Carburiser sebanyak :
  85 % x kg (C) x 90 % = 3 kg
  $$\text{kg (C)} = \frac{3}{0{,}85 \times 0{,}9} = 3{,}92 \text{ kg}$$
- Penambahan Ferrosilikon (Fe-Si) sebanyak :
  75 % x kg (Si) x 80 % = 2,481 kg
  $$\text{kg (Si)} = \frac{2{,}481}{0{,}75 \times 0{,}8} = 4{,}135 \text{ kg}$$

2. BH. Amstead, Philip F. Ostwald, (1997), Myron L. Begeman, Sriati Djaprie, *"Teknologi Mekanik"*, Edisi ke-7, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. Tata Surdia, Ir, M.S, Met. E. Prof, Shinroku Saito, Dr, Prof, *"Pengetahuan Bahan Teknik"*, Cetakan Kedua, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1992.
4. Dieter, G.E, *"Metalurgi Mekanik"*, ahli bahasa Jafrie, S., Edisi Ketiga, Jilid I, Penerbit Erlangga, 1993.
5. Callister Jr, *"Materials Science and Engineering"*, John Wiley & Sons Inc, New York, 1984.
6. Heine, Loper Jr, Rosenthal, *"Principles of Metal Casting"*, Second Edition, Mc Graw-Hill Book Company, 1972.
7. Diktat *"Praktikum Teknologi Mekanik dan Metallografi"*, Universitas Sriwijaya, 1999.
8. Beumer, B.J.M., *"Ilmu Bahan Logam"*, Jilid 1, Penerbit Bhratara Karya Aksara, Jakarta, 1985.
9. Hari Amanto, Drs, Daryanto, Drs, *"Ilmu Bahan"*, Penerbit Bumi Aksara, 1999.