

## ANALISIS CACAT COR PADA PROSES PENGECORAN BURNER KOMPOR (STUDI KASUS DI PT. SUYUTI SIDO MAJU, CEPER)

Sulardjaka\*, A. Suprihanto, Y. Umardani dan P. Wahyudi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

\*E-mail: [s\\_djaka@yahoo.com](mailto:s_djaka@yahoo.com)

### ABSTRACT

*Objective of this research is to analysis casting defect in burner casting process. The research have been conducted in Small Medium Enterprise PT. Suyuti Sido Maju. Casting deffects were observeb by visual inspection. There are some casting deffect such as : cold shut, shearing and void. Composition of casting product, pouring temperature and characterization of sand casting have been done to investigate the casting process that caused casting deffect.*

**Keywords:** casting deffect, cast iron

### PENDAHULUAN

Pengecoran logam adalah proses penuangan logam yang dicairkan ke dalam cetakan kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Proses pengecoran ini banyak dilakukan karena proses ini mempunyai keunggulan diantaranya adalah mampu menghasilkan produk dengan geometri yang rumit dengan proses yang ekonomis.

Pada proses pengecoran logam tidak semua produk hasil pengecoran dapat digunakan karena ada yang rusak atau tidak memenuhi spesifikasi dari perusahaan pemesan. Untuk menghindar usaha untuk mengontrol kualitas dari produk-produk hasil pengecoran. Proses kontrol kualitas ini dapat dilakukan secara visual.

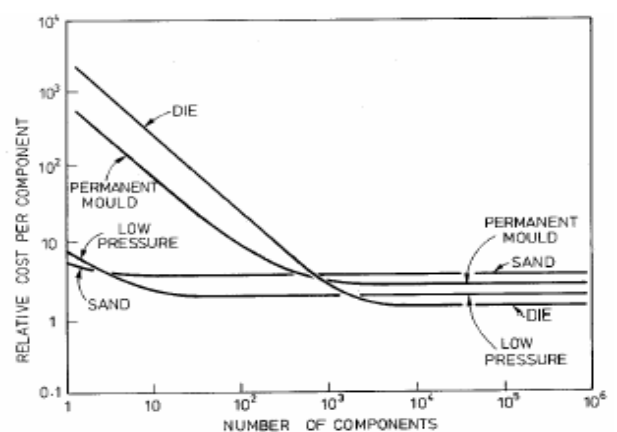
Industri kecil menengah pengecoran logam, banyak berdiri di Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten. Salah satu UKM pengecoran logam tersebut adalah PT. Suyuti Sido Maju. Pada penelitian ini dilakukan analisa kegagalan pada proses pengecoran produk buner kompor. Analisa cacat coran dilakukan dengan cara pengamatan secara visual, pengujian komposisi dan pengamatan pada proses produksinya.

### DASAR TEORI

Pengecoran logam adalah proses penuangan logam yang dicairkan ke dalam cetakan kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Untuk itu harus dilakukan beberapa proses yaitu sebagai berikut: pembuatan pola, pembuatan inti, pembuatan cetakan, peleburan, penuangan, pembongkaran dan pembersihan [1].

Ada beberapa macam contoh pengecoran, diantaranya adalah pengecoran cetak (*die casting*) yaitu pengecoran yang dilakukan dengan cara menekan logam cair ke dalam cetakan logam dengan tekanan

tinggi, logam tipis dapat dibuat dengan menggunakan cara ini. Pengecoran tekanan rendah adalah suatu cara pengecoran dimana diberikan tekanan sedikit lebih tinggi dari tekanan atmosfer pada permukaan logam dalam tanur, tekanan ini yang kemudian menyebabkan mengalirnya logam cair ke atas melalui pipa ke dalam cetakan. Pengecoran sentrifugal adalah cara pengecoran dengan cara memutar cetakan dan logam cair dituangkan ke dalamnya, sehingga logam cair tertekan oleh gaya sentrifugal dan kemudian membeku, pembuatan pipa dibuat dengan menggunakan cara ini [1]. Pada gambar 1 ditunjukkan perbandingan beberapa proses pengecora.



Gambar. 1 Grafik perbandingan beberapa proses pengecoran [2]

Untuk mendapatkan benda cor ada beberapa tahapan pokok yang harus dilakukan antara lain adalah [3]:

1. Pembuatan pola

2. Pembuatan inti
3. Pembuatan cetakan
4. Peleburan dan penuangan logam
5. Pembersihan coran.

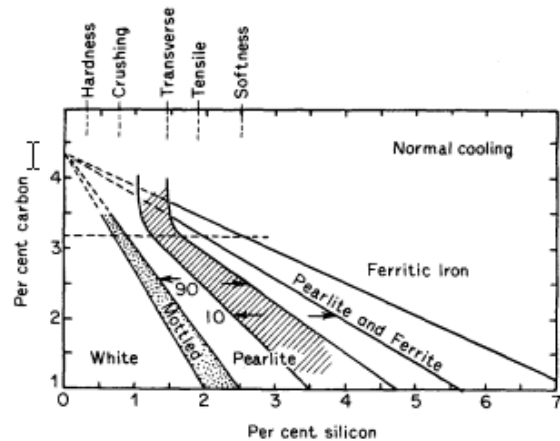
Proses pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir adalah proses yang akan banyak kita temui didaerah-daerah pengecoran logam, hal ini disebabkan karena pasir cetak memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan cara yang lain dan yang menjadi pertimbangan adalah karena harganya murah, mudah didapat di Indonesia, tahan terhadap suhu tinggi dan kemampuannya untuk didaur ulang. Pasir cetak yang digunakan dalam pengecoran harus memenuhi syarat-syarat berikut ini [1]:

1. Mempunyai sifat mampu bentuk, sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dengan kekuatan yang cocok
2. Permeabilitas yang cocok.
3. Tahan terhadap temperatur logam yang dituang.
4. Distribusi besar butir yang cocok, permukaan coran yang halus dapat diperoleh jika dibuat dalam cetakan yang berbutir halus.
5. Komposisi dari pasir harus cocok. Pada temperatur yang tinggi sangat memungkinkan terjadinya reaksi kimia, sehingga adanya bahan-bahan lain yang dapat menghasilkan gas atau larut dalam logam harus dihindari.
6. Mampu untuk dipakai lagi/didaur ulang supaya lebih ekonomis.
7. Harganya murah.

Pasir yang biasa digunakan adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, tanah lempung dan pasir silika. Pencampuran adalah langkah yang paling penting dalam pengolahan pasir. Tanah lempung, air dan bahan tambahan sebagai pengikat (*bentonit*) dibutuhkan untuk pasir cetak. Pengukuran yang tepat dari jumlah bahan-bahan tersebut dan pencampurannya sangat penting. Untuk pengolahan pasir dapat digunakan mesin penggiling pasir, pengaduk pasir, pengayak pasir dan sebagainya. Pengadukan pasir biasanya dilakukan selama  $\pm 5$  menit dengan *muller*.

Besi cor adalah salah satu paduan dari logam *ferro* dengan kandungan besi, karbon, silikon, fosfor, mangan dan belerang. Besi cor mempunyai titik lebur yang tidak terlalu tinggi yaitu sebesar  $1536^{\circ}\text{C}$  (besi murni) sampai suhu eutektik sebesar  $1150^{\circ}\text{C}$ , jadi pada suhu  $1200^{\circ}\text{C}$  besi cor sudah benar-benar cair. Sebagian besar besi cor mengandung karbon 3,0 % sampai 4,5 % dan terdiri dari paduan lainnya yang ditambahkan ke besi cor.

Karbon mempunyai efek yang sangat besar terhadap struktur dan propertis dari besi cor, hal ini dapat kita lihat pada diagram keseimbangan Fe-FeC, apabila kandungan karbon dari besi kurang dari 2 % maka yang terbentuk bukanlah besi cor melainkan baja. Selain kandungan karbon, kandungan silikon juga sangat berpengaruh pada pembentukan jenis dari besi cor, hubungan antara kandungan silikon dan karbon terhadap pembentukan jenis besi cor dapat ditunjukkan pada grafik hubungan karbon dan silikon gambar 2 (pengaruh kandungan karbon dan silikon terhadap struktur besi). Struktur dasar dari besi cor terdiri dari grafit, ferit, sementit dan perlit.



Gambar. 2 Pengaruh kandungan karbon dan silikon terhadap struktur besi [4].

Secara umum besi cor dapat dibagi menjadi beberapa macam, yaitu :

1. Besi cor kelabu
2. Besi cor nodular
3. Besi cor putih
4. Besi cor melelabel
5. Besi cor paduan

Dari kelima jenis besi cor tersebut besi cor kelabu merupakan besi cor yang sering digunakan, hal ini disebabkan karena ada sifat-sifat tertentu yang menguntungkan pada besi cor kelabu. Kekuatan tarik besi cor kelabu bervariasi antara 100 sampai 400 MPa dan memiliki kekuatan tekan (*compressive strength*) 3 sampai 4 kali kekuatan tariknya, serta modulus elastisitasnya 75 sampai 150 Gpa [5]. Paduan besinya yang mengandung unsur antara lain: karbon, silikon, mangan, fosfor, belerang dan unsur lainnya. Dinamakan besi cor kelabu karena permukaannya patahannya berwarna kelabu.

Besi cor kelabu memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan jenis besi cor yang lain, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Mempunyai titik lebur yang rendah.

2. Mempunyai sifat mampu alir yang baik.
3. Mempunyai sifat untuk meredam getaran.
4. *Machinability* yang baik.

Mutu merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan nilai dari suatu produk. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu pengendalian terhadap mutu suatu produk Setelah dilakukan pembersihan pada produk coran, dilakukan pemeriksaan coran dengan tujuan:

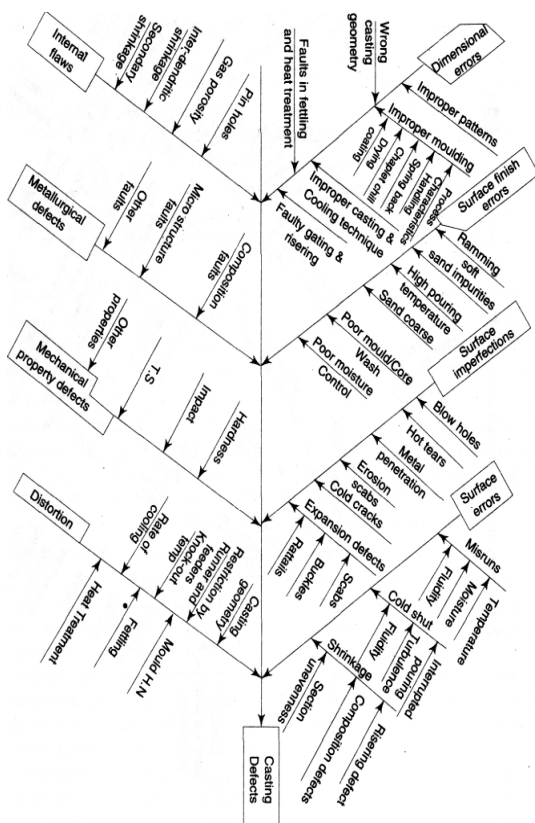
1. Memelihara kualitas; kualitas dan mutu produk coran harus dijamin, yaitu dengan jalan memisahkan produk jadi dengan produk gagal atau rusak.
2. Penekanan biaya dengan mengetahui lebih dulu produk yang cacat; dalam pemeriksaan penerimaan bahan baku dan bahan yang diproses sejak dari pembuatan cetakan sampai selesai, produk yang cacat harus diketahui seawal mungkin agar dapat menekan biaya pekerjaan.

Ada bermacam-macam metode statistik untuk mengetahui seberapa bagus kualitas suatu produk, antara lain:

- Analisa Pareto
- Scatter Diagram
- Histogram
- Diagram Sebab-Akibat (seperti ditunjukkan pada gambar3)
- Peta Kendali (control chart)

Sedangkan data-data yang diperlukan untuk membuat analisa statistik dapat diperoleh dari hasil pemeriksaan rupa, pemeriksaan cacat dalam, dan pengujian hasil coran.

Pada coran dapat terjadi berbagai macam cacat tergantung pada bagaimana keadannya, sedangkan cacat tersebut boleh dikatakan jarang berbeda menurut bahan dan macam coran. Banyak cacat ditemukan dalam coran secara biasa. Seandainya sebab-sebab dari cacat-cacat tersebut dapat diketahui secara pasti, maka pencegahan terjadinya cacat tersebut dapat dilakukan. Namun demikian sulit untuk menentukan secara pasti sebab-sebab terjadinya cacat, karena dalam memproduksi sebuah coran memerlukan banyak proses, dan dalam proses tersebut banyak faktor-faktor yang menyebabkan cacat.



Gambar. 3 Diagram sebab akibat kegagalan cor [6].

1. Penyempurnaan teknik; menurut data yang diperoleh dari pemeriksaan dan percobaan, menyisihkan produk yang cacat dapat dilakukan lebih awal dan selanjutnya tingkat kualitas dapat dipelihara dengan memeriksa data tersebut secara kolektif, sehingga cara dan teknik pembuatan dapat disempurnakan.

### METODOLOGI PENELITIAN

Analisa cacat coran pada pembuatan produk burner kompor, ditunjukkan pada gambar 4.

keterangan:

1. Mulai
2. Studi literatur
3. Pengamatan proses pengecoran
4. Pendataan pemakaian bahan baku
5. Pengamatan proses penuangan logam cair
6. Pengukuran suhu tuang
7. Pengukuran kecepatan penuangan
8. Pembuatan specimen uji komposisi
9. Uji komposisi
10. Melakukan pengujian pasir cetak
11. Melakukan inspeksi visual
12. Identifikasi jenis kegagalan cor
13. Pengolahan data dan analisa
14. Kesimpulan
15. Selesai

### Inspeksi Visual

Inspeksi yang dilakukan pada produk coran biasanya ada 3 kali, yang pertama adalah inspeksi yang dilakukan ketika coran baru dibongkar dari cetakan, yang kedua dilakukan setelah coran dibersihkan dengan mesin *shot blast*, dan yang ketiga adalah ketika hasil coran telah selesai *dimachining*. Inspeksi ini dilakukan untuk melihat banyaknya kegagalan cor yang terjadi, kemudian dari hasil inspeksi visual ini jenis-jenis kegagalan yang terjadi dikelompokkelompokkan untuk mengetahui jenis kegagalan apa yang sering ditemui untuk tiap-tiap benda coran.

### Pengujian Komposisi Kimia Coran

Pengujian komposisi kimia sangat diperlukan untuk mengetahui batasan dari komposisi kimia yang diperbolehkan. Dalam pengecoran besi, sangat penting mengetahui besarnya prosentase kandungan dari karbon, silikon, sulfur, mangan dan phosphor. Prosentase dari unsur-unsur penambah lain seperti Cr, Ni, Cu, Mg, W, V, Mo, dan Co yang mungkin terdapat dalam besi. Untuk mengetahui kandungan kimia ini digunakan spectrometer.

### Pengukuran Suhu Penuangan

Proses pembekuan besi cor kelabu dimulai dari bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan, ketika panas dari logam cair diambil oleh cetakan sehingga bagian logam yang bersentuhan dengan cetakan mengalami penurunan suhu sampai pada titik beku, selanjutnya inti-inti kristal akan tumbuh. Bagian dalam besi cor akan membeku lebih lambat dari pada bagian luar besi cor sehingga kristal-kristal akan tumbuh dari inti asal mengarah pada bagian dalam benda cor. Oleh karena itu, dalam proses penuangan diperlukan pengaturan temperatur penuangan, kecepatan penuangan dan cara-cara penuangan yang sesuai dengan jenis coran. Temperatur penuangan logam berubah menurut kadar karbon yang terkandung dalam cairan besi. Kecepatan penuangan umumnya diambil sedemikian sehingga terjadi penuangan yang tenang agar dapat mencegah terjadinya kegagalan cor. Kecepatan penuangan yang rendah dapat menyebabkan: fluiditas yang buruk, kandungan gas dalam cairan logam bertambah, oksidasi oleh udara luar dan ketelitian permukaan yang buruk. Untuk mengukur suhu penuangan dapat digunakan *pyrometer optic*. Dari hasil pengukuran ini kemudian dilakukan analisa berdasarkan kandungan karbon dari hasil pengujian komposisi kimia untuk mendapatkan suhu penuangan dari diagram fasa Fe-C.

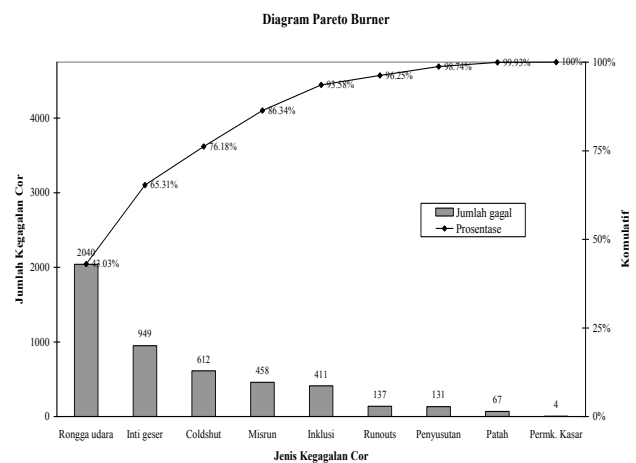
### Pengujian Pasir Cetak

Pasir cetak merupakan elemen yang sangat penting dalam proses pengecoran logam. Apabila kondisi dari

pasir cetak tidak sesuai dengan prosedur akan menyebabkan kegagalan dari benda yang dicetak, misalkan pasir terlalu lembab akan menyebabkan kerusakan pada permukaan yang disebabkan oleh udara yang terjebak diantara cairan dan pasir atau sering kita lihat sebagai lubang jarung (*pin hole*) atau yang lebih besar disebut *blow hole*, namun bila pasir cetak terlalu kering akan mudah bagi udara melakukan sirkulasi sehingga suhu logam cair cepat mengalami penurunan sehingga terjadi pendinginan cepat pada logam atau kita kenal dengan sumbat dingin (*cold shot*). Selain kelembaban dari pasir yang digunakan besar butir pasir, bentuk butir pasir, kekuatan tekan cetakan, dan titik sinter dari pasir yang digunakan juga harus diperhitungkan dengan tepat, sehingga kegagalan cor yang disebabkan oleh kesalahan penggunaan maupun komposisi pasir cetak dapat diminimalisir [6,7].

### DATA DAN ANALISA

Diagram pareto cacat coran pada pembuatan burner kompor, ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram pareto Burner

### Rongga Udara

Cacat jenis ini biasanya disebabkan oleh [8] : Logam cair yang teroksidasi, temperatur penuangan yang rendah, tidak cukup keringnya saluran cerat dan ladle, penuangan yang terlalu lambat, cawan tuang dan sistem saluran yang basah, permeabilitas dari pasir cetak yang kurang sempurna, lubang angin yang tidak memadai pada inti, sehingga udara tidak dapat keluar atau terjebak dalam logam, cetakan yang kurang kering, terlalu banyak gas yang timbul dari cetakan, tekanan di atas terlalu rendah, rongga udara oleh penyangga, cil atau cil dalam. Cacat coran akibat keropos ditunjukkan pada gambar 6.

Sedangkan cara pencegahan yang dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya rongga udara adalah dengan cara:

1. Temperatur saat penuangan tidak boleh rendah, untuk besi cor kelabu berkisar pada suhu 1250°–1450 °C.
2. Permeabilitas dari cetakan harus benar-benar diperhatikan, dengan permeabilitas yang baik udara dalam cetakan akan mudah untuk keluar sehingga terjadinya rongga udara karena udara terjebak dalam cetakan dapat dihindari.
3. Pada pengeluaran gas yang tidak sempurna, terutama untuk inti yang diselubungi logam cair, maka rongga udara akan membentuk cacat yang tidak dapat dihindarkan, dan untuk menghindarinya perlu dibuat lubang angin yang tepat atau mengeluarkannya melalui telapak inti.



Gambar 6. Rongga udara dalam yang menyebabkan keropos

Dari berbagai sebab-sebab kegagalan cor karena rongga udara tersebut, penyebab yang ditemui dilapangan adalah permeabilitas pasir cetak yang kurang sempurna, dan lubang angin yang tidak memadai pada inti. Ini dapat dilihat dari hasil pengujian pasir cetak yang telah dilakukan, pasir cetak yang digunakan mempunyai nilai permeabilitas sebesar 37.3, nilai ini sangat jauh dengan nilai permeabilitas pasir cetak yang seharusnya digunakan yaitu berkisar antara 70-90[9]. Selain itu inti yang digunakan tidak memiliki cukup lubang untuk mengeluarkan udara dari dalam coran, sehingga udara tidak dapat keluar dengan cepat dari dalam coran sehingga terjebak didalam coran dan terlihat seperti keropos pada permukaannya. Untuk menghindari hal tersebut maka inti harus diberikan lubang angin yang cukup dan untuk inti burner terutama pada bagian yang melingkar karena pada bagian inilah sebagian besar kegagalan rongga udara ini ditemui.

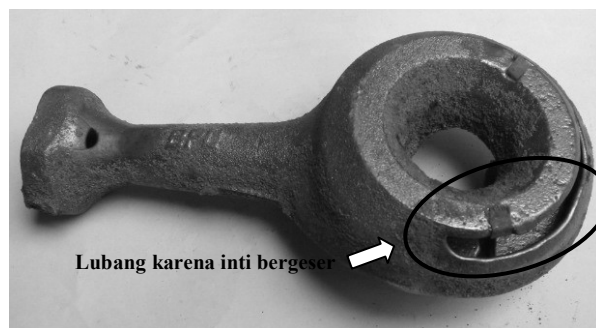
#### Kegagalan Karena Inti

Kegagalan ini disebabkan karena pemasangan inti yang kurang tepat sehingga inti bergeser, seperti

ditunjukkan pada gambar 7. Logam tidak dapat mengisi rongga antara cetakan dan inti yang terlalu sempit karena logam membeku terlebih dahulu sebelum sampai pada titik tujuan. Selain itu kegagalan ini juga disebabkan karena inti yang bergeser karena aliran dari logam cair karena telapak inti tidak mampu menahan berat dari inti coran.

Untuk mencegah terjadinya pergeseran pada inti ini sebaiknya dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Inti harus dipasang secara baik pada bagian telapak inti.
2. Bagian telapak inti dan bagian yang dipengaruhi oleh daya apung harus dihitung agar inti dapat menahan daya apung. Apabila perlu inti harus diperkuat dengan besi inti, dan bagian telapak inti dari cetakan harus juga diperkuat.



Gambar 7. Kegagalan cor karena inti yang geser.

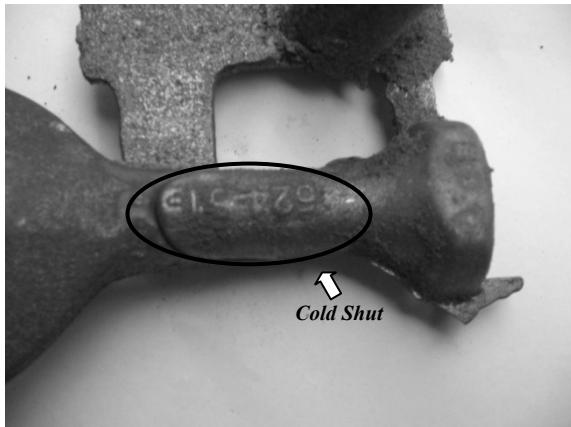
Dari hasil pengamatan yang dilakukan kebanyakan kegagalan ini disebabkan oleh pemasangan inti yang kurang tepat, kesulitan ini timbul karena pembuat cetakan harus menata secara hati-hati disebabkan tidak adanya dudukan yang mempermudah pemasangan inti pada cetakan. Dan untuk itu sebaiknya pada bagian belakang pada inti diberi dudukan sehingga dapat mengurangi jumlah kegagalan ini dan mempercepat pembuatan cetakan untuk burner.

#### Sumbat Dingin (*Cold Shut*)

Sumbat dingin adalah cacat yang menyebabkan ketidaktuntunan pada permukaan coran atau bagian atas dari permukaan coran disebabkan karena pencampuran yang tidak sempurna dari logam cair (gambar 8).

Penyebab dari kesalahan ini adalah; coran terlalu tipis, temperatur penuangan terlalu rendah, kecepatan penuangan terlalu lambat, Logam cair tidak mengalir secara sempurna karena sistem saluran yang tidak sempurna. Hal ini dapat disebabkan karena ukuran, lokasi yang kurang tepat dan tekanan yang terlalu rendah, lubang angin yang kurang pada cetakan atau dengan kata lain permeabilitas dari cetakan kurang bagus, cetakan terlalu lembab, penambah (riser) yang

tidak sempurna, fluiditas dari material terlalu rendah [10,11].



Gambar 8. Sumbat dingin (*cold shut*) pada *Burner*

Sedangkan cara pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan cara melakukan penuangan pada suhu penuangan yang tepat yaitu kira-kira 1250°–1450° C, kecepatan penuangan harus tinggi, dan lubang angin pada cetakan dan inti harus cukup sehingga udara dalam cetakan dapat dengan mudah keluar/tidak terjebak dalam cetakan maupun inti.

Untuk penyebab yang lain dapat dihindari dengan melakukan [8]:

1. Coran yang tipis sebaiknya dibuat dengan cara *injection molding*.
2. Penuangan logam cair sebaiknya dilakukan dengan cepat.
3. Saluran turun dan saluran alir dibuat berdasarkan standart dan bila mungkin dikombinasikan dengan pengalaman-pengalaman yang didapatkan dilapangan.
4. Kelembaban cetakan harus diperhatikan, cetakan tidak boleh terlalu lembab.
5. Untuk cetakan yang tebal atau dengan bentuk maupun dimensi yang besar sebaiknya diberi riser dan perhitungan untuk riser harus tepat.

Sedangkan dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, kegagalan cor jenis ini disebabkan karena kelembaban dari pasir cetak yang terlalu tinggi yaitu sebesar 8,44%, nilai ini sangat jauh dari kadar air yang seharusnya yaitu antara 4-4.5% [6] selain dapat menimbulkan kegagalan tersebut kadar air yang terlampaui tinggi akan mempengaruhi laju pendinginan pada logam cair, dan jika laju pendinginannya terlalu cepat maka besi cor yang terbentuk bukan lagi besi cor kelabu melainkan besi cor putih sehingga produk hasil pengecorannya tidak dapat *dimachining*. Seandainya besi cor yang terbentuk adalah besi cor kelabu, maka besi ini akan mempunyai nilai kekerasan yang lebih

tinggi yang akibatnya sulit untuk dilakukan proses *machining*.

## KESIMPULAN

Dari data-data yang diperoleh dan analisa kegagalan cor yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kegagalan cor terbesar yang terjadi pada burner adalah rongga udara, disusul kemudian pergeseran inti, sumbat dingin (*cold shut*), salah alir (*misrun*), inklusi, *runouts*, penyusutan, patah dan permukaan kasar.
2. Pada Burner rongga udara terjadi karena kurangnya saluran udara pada inti, pergeseran inti terjadi karena kekurangtepatan dalam pemasangan inti, dan terjadinya sumbat dingin (*cold shut*) dikarenakan kelembaban pasir cetak yang terlalu tinggi.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh Program Insentif Peningkatan Kapaistas IPTEK dan Sistem Produksi KNRT tahun 2008. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Negara Riset dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada PT. Suyuti Sido Maju atas kerjasama dan dukungannya selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Chijiwa, Kenji, *Selected Papers on Metal Casting*, Committed for Publication of Selected Papers, Japan, 1981.
2. Colton, J. S, *Casting Defects and Design Issues ver. 1*, Georgia Institute of Technology.
3. Sanders, Clyde A, *Foundry Sand Practice Sixth Edition*, American Colloid Company, United States of America, 1973.
4. <http://www.key-to-steel.com/artikel.htm>
5. Joseph E, Shigley, Charles R. Mischke, *Mechanical Engineering Design*, fifth edition, 1989.
6. Jain, P. L, *Principles of Foundry Technology fourth edition*, Tata Mc. Graw-Hill Publishing Company, New Delhi, 2003.
7. ASM Handbooks Comittee, *Metal Handbooks 9<sup>th</sup> Vol. 15 "Casting"*, ASM International, 1988.
8. American Foundrymen's Society, *Analysis of Casting Defects*, AFS Des-Plaines III, United States of America, 1974.

9. ASM Handbooks Comitte, *ASM Specialty Handbooks Cast Iron*, ASM International, 1996.
10. Chijiwa, Kenji, *Selected Papers on Metal Casting*, Committed for Publication of Selected Papers, Japan, 1981.
11. Brown, John R, *Foseco Ferrous Foundryman's Handbook*, Butterworth Heinemann, Oxford, 2000.