

PENGARUH DEOKSIDASI ALUMINIUM TERHADAP POROSITAS GAS PADA BAJA SCH 22

Agung Dwi Mulya Aprilianto, S.Tr.

Achmad Sambas, S.T.,M.T

PoliteknikManufakturNegeriBandung

JalanKanyakanNo21-Dago,Bandung-40135

Phone/Fax:022.2500241/2502649

Email : Agungdwi_26@yahoo.com

ABSTRAK

Metode pengecoran logam adalah proses pembuatan suatu benda dengan cara mencairkan material logam yang akan dibuat dalam sebuah tungku, kemudian cairan logam tersebut dituang ke dalam sebuah cetakan. Metode ini cukup sulit karena terdiri dari beberapa tahapan – tahapan yang harus dibuat. Dalam prosesnya, perlu ketelitian dan keuletan agar tidak terjadi cacat cor. Cacat cor dapat menyebabkan kerugian – kerugian pada geometri benda, fungsi benda, dan yang paling utama adalah menyangkut biaya proses benda. Seperti halnya yang terjadi pada benda cor *Replacable Lip*. Cacat cor yang terjadi adalah porositas gas. Porositas gas terjadi dari berbagai sumber, misalnya : pola, cetakan, inti, dan peleburan. Dalam penelitian ini, dibahas mengenai penurunan porositas dengan metode deoksidasi menggunakan material aluminium. Aluminium yang divariasikan yaitu 0.1 % - 0.4 %. Proses percobaan dengan membuat benda cor *Replacable Lip* dan *Y – Block*. Untuk mengamati porositas yang terjadi, pada benda dilakukan pemesinan dan pada *Y – Block* dilakukan pengamatan visual penampang potong secara melintang serta mengamati secara struktur makro. Hasil dari penelitian yaitu porositas gas menurun . Sedangkan, titik puncak optimal variasi aluminium 0.1 % - 0.4 % tidak berpengaruh karena komposisi deoksidan tersebut memberikan efek yang sama dalam menurunkan porositas.

Kata Kunci : Peleburan Baja, Deoksidasi , Aluminium.

1. PENDAHULUAN

Proses manufaktur merupakan proses meningkatkan nilai tambah dari material yang mempunyai nilai yang rendah menjadi sebuah benda yang mempunyai nilai yang lebih tinggi. Proses manufaktur sering juga diartikan sebagai proses benda. Banyak sekali metode – metode yang digunakan untuk membuat sebuah benda , salah satunya adalah metode pengecoran logam.

Metode pengecoran logam adalah proses pembuatan suatu benda dengan cara mencairkan material logam yang akan dibuat dalam sebuah tungku, kemudian cairan logam tersebut dituang ke dalam sebuah cetakan. Cetakan merupakan bentuk negatif benda yang dibuat sesuai dengan keinginan pembuatnya. Metode ini cukup sulit karena terdiri dari beberapa tahapan – tahapan yang harus dibuat, sehingga dalam prosesnya perlu ketelitian dan keuletan agar tidak terjadi cacat cor. Cacat cor dapat menyebabkan kerugian – kerugian pada geometri benda, fungsi benda, dan yang paling utama adalah menyangkut biaya proses benda. Seperti halnya yang terjadi pada benda cor *Replacable Lip*.

Replacable Lip merupakan sebuah part pada salah satu mesin pabrik semen PT Indocement. Benda ini dibuat dengan metode pengecoran logam menggunakan material SCH 22. Masalah yang terjadi pada benda ini yaitu cacat cor dengan identifikasi bentuk rongga – rongga kecil yang menyebar dan terlihat setelah proses pemesinan dilakukan. Untuk menutupi rongga – rongga tersebut, dilakukan proses pengelasan. Hal tersebut merugikan karena menambah pekerjaan sehingga waktu benda dan biaya bertambah. Visual benda *Replacable Lip* setelah proses pemesinan dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 0.1 Cacat cor pada benda *Replacable Lip*

2. DASAR TEORI

2.1 Material SCH 22

SCH 22 merupakan salah satu jenis material baja tahan panas yang dibuat menggunakan metode pengecoran logam. SCH 22 merupakan penamaan standar dari *Japan Industrial Standar (JIS)*¹. Material ini memiliki padanan material yaitu ASTM A297, A351, A567, A608 untuk standar ASTM dan untuk standar ACI mempunyai nama HK 40. Pada penamaan standar ACI yaitu HK 40, huruf “H” berasal dari kata “*Heat*” yang berarti panas dalam Bahasa Indonesia. Hal tersebut menandakan material ini termasuk kedalam jenis material yang memiliki ketahanan panas. Tabel 2.1 menunjukkan komposisi kimia material SCH 22 memiliki komposisi kimia.

Tabel 0.1 Komposisi Kimia SCH 22

Standar	Komposisi Kimia (%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N
JIS	0.35-0.45	≤1.75	≤1.5	≤0.04	≤0.04	19-22	23-27	-	-
ACI	0.20-0.60	≤2.00	≤2.00	≤0.04	≤0.04	18-22	24-28	0.50	0.20

2.2 Porositas

Porositas adalah ukuran dari ruang kosong di antara material, dan merupakan fraksi dari volume ruang kosong terhadap total volume, yang bernilai antara 0 dan 1, atau sebagai persentase antara 0 – 100%. Istilah ini digunakan di berbagai kajian ilmu seperti farmasi, teknik manufaktur, ilmu tanah, metalurgi, dan sebagainya (Wikipedia, 2013).

2.3 Pengamatan Porositas

2.3.1. SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Scanning Electron Microscopy merupakan metode yang paling efektif untuk mengamati porositas. Metode ini mengkombinasikan dengan analisis secara digital dari gambar dan teknik *computer-aided* untuk menggambarkan porositas secara tiga dimensi. SEM sangat memungkinkan untuk menggambarkan ruang – ruang kosong dari porositas dan memperoleh informasi langsung mengenai bentuk porositas, ukuran, dan distribusi penyebaran porositas secara tiga dimensi. Pada umumnya, porositas sering diasumsikan sebagai bentuk silinder. Tetapi dengan keuntungan dari metode ini,

¹ *JIS Hand Book* Vol 1, Halaman 1750

porositas dapat dideskripsikan secara pasti dengan jelas baik struktur, bentuk maupun penampakan porositas yang terjadi, tanpa mengasumsikan atau menebak – nebak gambaran dari tiga dimensi porositas (International Centre For Study Of The Preservation And Restoration of Cultural, 1989).

2.3.2. Macroetching

Macroetching² digunakan untuk menampakan keheterogenan dari logam dan paduan. Spesimen metalografi dan analisi kimia dapat memberikan informasi jelas mengenai suatu tempat khusus tetapi tidak dapat memberikan data mengenai variasi dari satu tempat tanpa membuat spesimen yang banyak. Standar yang digunakan yaitu ASTM E 340 – 00. Macroetching juga memberikan variasi informasi tentang struktur, seperti : besar butiran, dendrit, struktur kolumnar. Tidak hanya itu, metode ini menampakan segregasi yang terjadi, karbida, pengintian, dan kotoran/ inklusi. Selain itu, metode ini juga dapat menunjukkan diskontinuitas dan kekosongan, seperti porositas. Berdasarkan ASTM E 3 – 01, spesimen standar yang digunakan yaitu diameter ataupun persegi dengan ukuran 12 - 25 mm

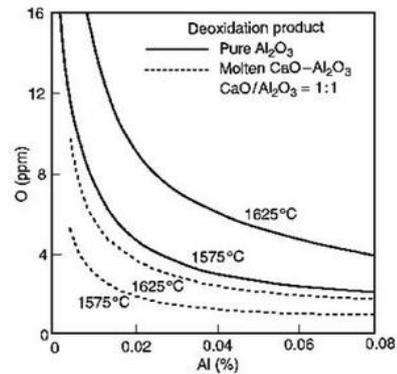
2.4 Deoksidasi

2.4.1 Pengertian Deoksidasi

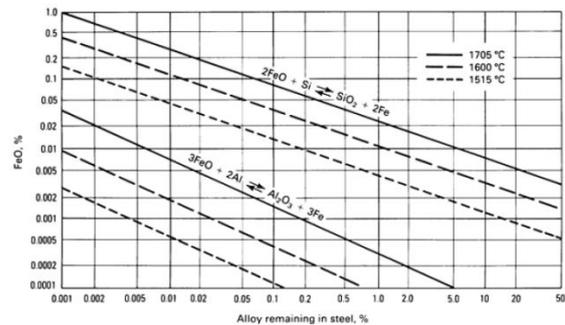
Deoksidasi adalah proses membuang kelebihan oksigen dari cairan logam. Proses ini melibatkan penambahan material yang mempunyai afinitas yang tinggi terhadap oksigen sehingga oksigen dapat diikat. Dari hasil pengikatan gas tersebut akan menghasilkan kotoran. Pada umumnya deoksidasi pada baja dilakukan dengan menambahkan unsur Mn, Si, dan Al. Unsur Cr, V, Ti, Zr, dan B. Pada proses pembuatan baja, cairan logam harus dilakukan deoksidasi setelah kandungan karbon tercapai untuk mencegah ikatan antara oksigen dan karbon lebih lanjut. Ada beberapa element yang digunakan untuk deoksidasi pada baja, diantaranya : Mn, Si, dan Al dengan kemurnian 98%³.

² ASTM E 340 – 00, *Standar Test Method For Macroetching Metals and Alloys*

³ Steel Deoksidation : Part Two, <http://keytometals.com/>



Gambar 0.2 Diagram Kesetimbangan Deoksidasi Menggunakan Aluminium⁷



Gambar 0.3 Kesetimbangan antara FeO, SiO₂ dan Al₂O₃

2.4.2 Aluminium

Aluminium merupakan material logam yang sering ditemukan dan dimanfaatkan sehari-hari. Material aluminium dimanfaatkan dalam bidang yang luas, seperti : alat – alat rumah tangga, alat – alat listrik, konstruksi mobil, konstruksi pesawat terbang dan berbagai bagian dari sepeda motor dapat ditemukan menggunakan material aluminium. Aluminium memiliki sifat – sifat sebagai berikut⁴ :

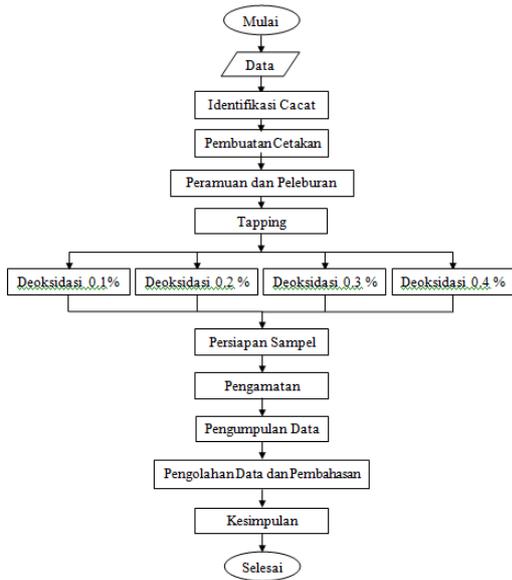
- Memiliki berat jenis 2,702 kg/ dm³
- Mempunyai titik lebur 660°C
- Memiliki warna putih mengkilap
- Memiliki daya hantar listrik yang baik

Dalam industri pengecoran logam aluminium sangat sering digunakan sebagai material untuk benda benda yang dibuat menggunakan proses *die casting*. Selain banyak kegunaannya, aluminium juga dimanfaatkan sebagai material deoksidasi pada proses peleburan baja.

⁴ (Darsono, 2010)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



Gambar 0.4 Diagram Alir Metode Penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

1. Identifikasi Masalah
2. Menentukan perlakuan untuk mengatasi masalah yang terjadi.
3. Menentukan faktor respon dan metode pengukurannya
4. Menentukan faktor tetap, faktor kendali, dan faktor tidak terkendali.
5. Menentukan level atau variasi dari faktor kendali. Variasi yang dilakukan yaitu dengan menambahkan Aluminium dari 0.1% – 0.4 %.
6. Melakukan percobaan
7. Analisis data hasil percobaan
8. Menyimpulkan penelitian yang telah dilakukan.

3.3 Data Awal

Data awal yang diperoleh yaitu benda *Replacable Lip*. Material yang digunakan pada benda ini yaitu SCH 22. Benda tersebut telah terjadi cacat cor. Cacat cor lalu diidentifikasi dan dibandingkan dengan literatur yang ada. Tabel menunjukkan data benda *Replacable Lip*.

Tabel 0.2 Data Benda Replacable Lip

Nama Benda	<i>Replacable Lip</i>
Material	SCH 22
Berat Benda	15 kg
Metode Cetakan	Cetakan Tangan
Jenis Pasir Cetak	Pasir Pepsset

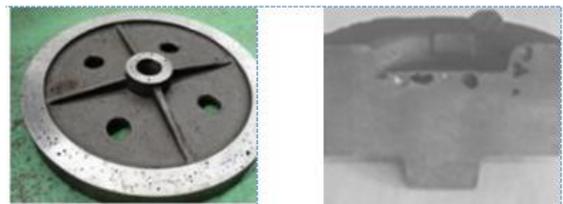
3.4 Identifikasi Cacat Cor

Identifikasi cacat cor dilakukan dengan cara mengamati visual benda, setelah didapat ciri – ciri cacat cor yang terjadi kemudian dibandingkan dengan literatur dari sumber *IPIS of Casting Defect* dan Diktat Analisa Cacat Cor Teknik Pengecoran Logam III. Dari hasil pengamatan, didapat ciri – ciri cacat cor pada benda yaitu:

1. cacat cor berada pada bagian atas benda.
2. cacat terlihat setelah dilakukan pemesinan.
3. tidak terlokalisir, tersebar diseluruh permukaan benda.
4. rongga cenderung bulat, dan permukaannya halus.

Setelah didapatkan ciri – ciri cacat cor pada benda, kemudian dibandingkan dengan hasil studi literatur yang dilakukan dan didapat data sebagai berikut :

1. *IPIS of Casting Defect*



Gambar 0.5 Porositas Gas Pada Benda Berdasarkan *IPIS of Casting Defect*

- Ciri – ciri cacat cor :
1. Berbentuk relatif bulat.
 2. Ukuran kecil – kecil.
 3. Tersebar dipermukaan dan dalam benda.
 4. Terlihat setelah pemesinan.

2. Analisa Cacat Cor Teknik Pengecoran Logam 3 Halaman 57.

- Ciri – ciri rongga gas :
1. Berbentuk bulat.
 2. Permukannya halus.
 3. Umumnya berada di permukaan sebelah atas.

Dari hasil perbandingan antara pengamatan benda cor *Replacable Lip* dan studi literatur, maka dapat diketahui bahwa cacat cor yang terjadi adalah porositas gas.

Porositas gas dapat terjadi oleh beberapa sumber misalnya : dari pola, cetakan, peleburan dan penuangan. Dalam penelitian ini, hal yang dilakukan untuk mengurangi porositas gas yang terjadi adalah mengurangi kadar oksigen yang terdapat pada cairan logam . Proses deoksidasi dilakukan dengan cara menambahkan unsur Aluminium pada saat tapping. Prosentase Aluminium yang diberikan yaitu 0.1 % - 0.4% (Kassie, 2000).

3.5 Pembuatan Cetakan

Metode cetakan yang dilakukan adalah metode cetakan tangan. Pembuatan cetakan dilakukan manual dengan menggunakan jenis pasir cetak kering, yaitu Pasir Pepset. Jumlah cetakan yang dibuat yaitu empat buah cetakan benda *Replacable Lip* dan empat buah cetakan Y – Block. Proses Pembuatan cetakan dapat dilihat pada lampiran 3.



Gambar 3.5 Cetakan *Replacable Lip*



Gambar 3.6 Cetakan Y-Block

3.6 Peramuhan dan Peleburan

Peleburan dilakukan menggunakan tanur induksi frekuensi menengah yang ada di bengkel Pengecoran Logam Polman Bandung. Kapasitas tanur yang digunakan adalah 250 kg. Material yang menjadi

target yaitu SCH 22 Standar JIS G 5122 . Tabel 3. 3 menunjukkan komposisi kimia SCH 22.

Tabel 0.3 Tabel Komposisi Kimia SCH 22 JIS G 5122

Standar	Komposisi Kimia (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
JIS	0.35-0.45	≤1.75	≤1.5	≤0.04	≤0.04	19-22	23-27

3.7 Tapping

Perencanaan tapping dilakukan pada temperatur 1625°C - 1650°C. Temperatur tersebut ditentukan agar temperatur cor dapat terjaga pada temperatur 1550°C - 1600°C. Aktualnya tapping dilakukan pada temperatur 1630°C.



Gambar 0.6 Proses tapping

3.8 Deoksidasi

Berat aluminium yang diberikan untuk proses deoksidasi dihitung berdasarkan berat cairan yang dicorkan kemudian dikalikan dengan prosentase aluminium yang divariasikan yaitu dari 0.1 % - 0.4 % (Kassie, 2000). Tabel 3.5 menunjukkan perhitungan berat aluminium yang diberikan untuk deoksidasi.

Tabel 0.4 Tabel Perhitungan Berat Aluminium untuk Deoksidasi

No	Prosentase Al (%)	Berat Cairan Logam dalam Ladle (kg)	Hasil Perhitungan (kg)	Hasil Perhitungan (gram)
1	0.1	40	0.04	40
2	0.2	40	0.08	80
3	0.3	40	0.12	120
4	0.4	40	0.16	160

3.9 Persiapan Sampel

Persiapan sampel dilakukan untuk mengamati porositas yang terjadi setelah perlakuan deoksidasi. Sampel disiapkan dari Coran Y- Block dan benda *Replacable Lip*. Ada tiga jenis sampel yang di persiapkan. Sampel yang dipersiapkan tersebut yaitu :

1. Sampel pengamatan porositas pada Y – Block.

Sampel dipersiapkan dengan cara memotong bagian Y- Block secara melintang kemudian hasil potongan tersebut diamati dan dianalisis mengenai porositas yang terjadi. Pemotongan sampel dilakukan menggunakan mesin gergaji jet yang ada di Bagian Logistik Polman Negeri Bandung.



Gambar 3.11 Pemotongan Y-Block Melintang

Gambar 3.12 Mesin Gergaji Jet

2. Sampel pengamatan struktur makro

Pengamatan ini dilakukan berdasarkan standar ASTM E 340 – 00 . Sampel untuk pengamatan struktur makro diambil dari spesimen uji tarik dengan dimensi Ø18 mm x 10 mm. Bahan etsa yang digunakan yaitu campuran H₂O, HCl dan H₂O₂. Setelah di etsa kemudian diamati dengan mikroskop Olympus pada perbesaran 10 x , 40 x, dan 45 x. Proses dilakukan di Lab Metalografi Jurusan Teknik Pengecoran Logam Polman Negeri Bandung.



Gambar 0.7 Sampel Struktur Makro

3. Sampel benda untuk proses pemesinan.

Benda yang sudah di cor kemudian dibersihkan dengan metode *shoot blasting* kemudian sistem saluran dipotong menggunakan gerinda tangan. Setelah dipotong, bagian sirip – sirip benda diratakan menggunakan gerinda perata, kemudian siap untuk di lakukan pemesinan.



Gambar 0.8 Benda Replacable Lip Setelah *Finishing*

3.10 Pengamatan Porositas

Pengamatan porositas yang dilakukan pada penelitian ini ada tiga, yaitu :

1. Pengamatan visual penampang melintang pada Y - Block

Pengamatan porositas dilakukan dengan cara melihat visual penampang potong Y – Block secara melintang. Setiap variasi aluminium di ambil gambar hasil pemotongannya kemudian dijelaskan dan dibandingkan dengan visual penampang potong yang lain.



Gambar 0.9 Visual penampang melintang pada Y - Block

2. Pengamatan struktur makro pada sampel.

Setelah sampel siap kemudian sampel diamati menggunakan mikroskop optik tipe Olympus DP 12. Visual sampel dilihat dibawah mikroskop menggunakan perbesaran 10x, 40x dan 45x. Pengamatan stuktur makro dilakukan berdasarkan standar ASTM E 340 – 00. Pada standar tersebut, bahas etsa yang digunakan yaitu HCl 50 ml , H₂O 50 ml dan H₂O₂ 20 ml. Dimensi sampel yang digunakan yaitu Ø18 mm x 10 mm.



Gambar 0.10 Mikroskop Optik Tipe Olympus DP 12

3. Pengamatan visual permukaan pada benda setelah pemesinan

Benda yang telah di *finishing* kemudian di lakukan pemesinan kemudian diamati perubahan yang terjadi. Pengamatan tersebut dilakukan untuk menganalisis pengaruh deoksidasi yang telah dilakukan. Setelah diamati, kemudian dibandingkan dengan data awal benda yang terjadi cacat cor.



Gambar 0.11 Bagian benda yang dilakukan pemesinan dengan komposisi deoksidasi 0.2

4. DATA DAN ANALISA

4.1. Pengamatan benda setelah pemesinan.



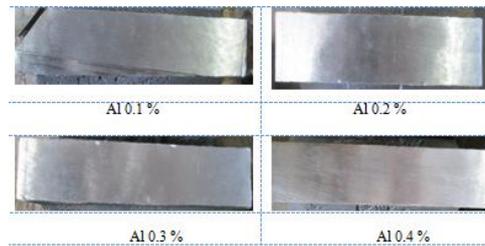
Gambar 0.12 Benda Setelah Pemesinan

Gambar diatas merupakan permukaan benda setelah dilakukan pemesinan. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa tidak ada porositas gas yang terlihat pada permukaan benda. Bila dibandingkan dengan kondisi awal, permukaan benda setelah deoksidasi jauh lebih baik, Dapat dilihat permukaan benda sebelum dilakukan proses deoksidasi.



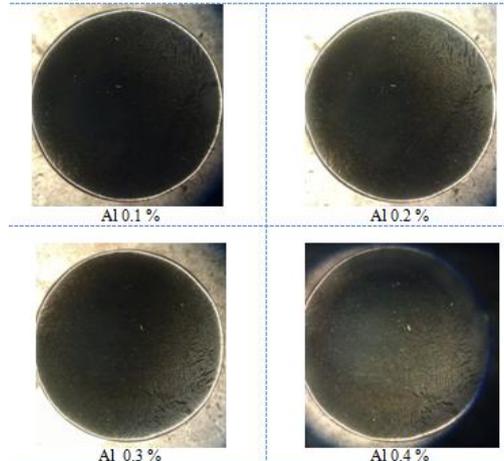
Gambar 0.13 Benda Sebelum Degassing

4.2. Pengamatan Pengamatan visual penampang melintang pada Y - Block



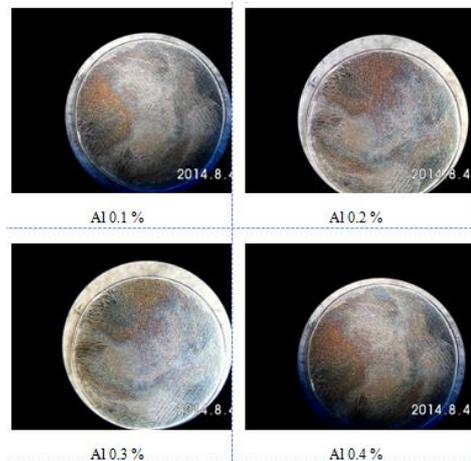
Gambar diatas merupakan gambar penampang potong dari benda uji yang menggunakan deoksidasi Aluminium dengan jumlah 0.1- 0.4 % . Hasil visual menunjukkan tidak ada porositas gas yang terlihat pada permukaan penampang potong. Penampang potong terlihat bersih, tidak ada rongga – rongga porositas yang terjadi. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan Mesin Gergaji Jet yang ada di Bagian Logistik Polman Negeri Bandung.

4.3. Pengamatan Struktur Makro



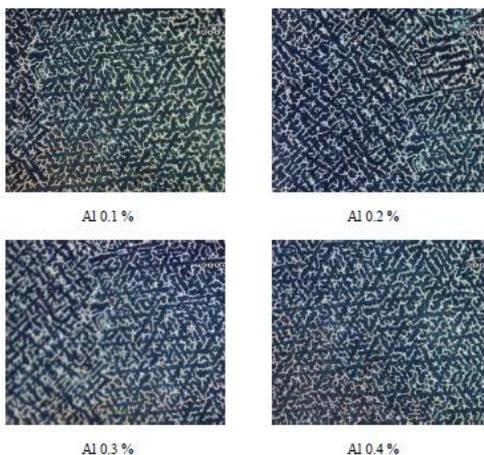
Gambar 4.4 Struktur Makro Sebelum Etsa Perbesaran 10x

Gambar diatas merupakan gambar struktur makro sebelum dilakukan etsa. Pengamatan dilakukan pada perbesaran 10x. Dari hasil pengamatan tidak ada porositas gas yang terlihat. Penampakan struktur material masih gelap. Struktur material tidak terlihat.



Gambar 4.5 Struktur Makro Setelah Etsa Perbesaran 10x

Gambar diatas merupakan gambar struktur makro setelah dilakukan etsa. Nampak struktur dari material terlihat. Pada perbesaran 10x struktur terlihat seperti garis – garis dengan orientasi berbeda-beda. Garis tersebut menyebar di seluruh permukaan sampel. Terlihat sangat beraturan. Pada perbesaran ini tidak ditemukan gas yang berada pada sampel. Bahan etsa yang digunakan yaitu HCl , H₂O dan H₂O₂.



Gambar 4.6 Struktur Makro Perbesaran 45x

Gambar diatas merupakan gambar struktur makro setelah dilakukan etsa. Pengamatan yang dilakukan yaitu pada perbesaran 45x. Pada perbesaran ini porositas gas tidak ditemukan juga. Namun, struktur dari material semakin terlihat jelas. Garis – garis yang terlihat pada perbesaran 10 x dapat dilihat semakin jelas bentuknya. Bentuknya terlihat seperti pulau – pulau dengan penyebaran rata dan teratur. Struktur mempunyai orientasi berbeda-beda.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Cacat cor *Replacable Lip* mempunyai ciri – ciri bentuk rongga – rongga kecil yang menyebar dan terlihat setelah proses pemesinan. Hasil identifikasi kemudian dibandingkan dengan literatur yang didapat, maka diketahui bahwa cacat cor benda *Replacable Lip* adalah porositas gas. Pengaruh aluminium terlihat dengan tidak adanya porositas gas yang terjadi pada pada benda. Pada penelitian ini, prosentase aluminium dari 0.1% - 0.4% tidak ditemukan titik puncak optimalnya karena semua variasi aluminium memberikan efek yang sama dalam proses deoksidasi. Oleh sebab itu, 0.1 % aluminium saja sudah cukup untuk deoksidasi.

5.2 Saran

Pada penelitian ini, terdapat dua benda *Replacable Lip* yang tidak dianalisa. Benda pertama tidak dapat dicor karena kekurangan cairan, yaitu pada komposisi deoksidasi aluminium 0.4 %. Benda yang kedua tidak dapat dilakukan proses pemesinan karena terjadi cacat cross join yaitu pada komposisi aluminium 0.1 %. Saran yang dibuat yaitu untuk dilakukan lagi proses penelitian selanjutnya dengan membuat benda yang belum diamati dalam proses ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. JIS. (1992). *Ferrous Material and Metalurgi*. Tokyo: JIS International.
2. Lab Metalografi Pengecoran Logam Polman Bandung
3. ASM Vol 1 halaman 1446
4. International Centre For Study Of The Preservation And Restoration of Cultural. (1989). Porosity. *Conservation of Arcithectural Heritage Historic Structures And Material* , 1-99.
5. Campbell, J. (1991). Solidification Defects in Castings. In I. i. John Campbell and Richard A. Harding, *TALAT* (p. 29). Birmingham: Training in ALuminium and Aplication Technologies.
6. ASTM E 340 - 00 (1997). *Standars Test Method For Macroetching Metals and Alloys*. Amerika: ASTM International.
7. Materia, T. (2008, februari 1). *Steel Deoxidation : Part 2*. Retrieved Agustus 5, 2014, from keytometals: <http://www.keytometals.com/page.aspx?ID=CheckArticle&site=kts&NM=218>
8. ASM Vol 15, Casting Halaman 200
9. Darsono, S. S. (2010). Pengaruh Penambahan Serbuk Dry Cell Bekas Terhadap Porositas dan Kekerasan Hasil Remelting Al-9%Si Berbasis Limbah Piston Bekas. *Porositas* , 1-16.
10. Widodo, R. (1992). *Teknik Pengecoran Logam III*. Bandung: Polman Bandung.