

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan Cacat yang Terjadi

Setelah dilakukan pengamatan pada spesimen, maka ditemukan cacat yang terjadi sebagai berikut yang dibedakan menjadi dua, yaitu cacat makro dan cacat mikro.

4.1.1 Cacat Makro

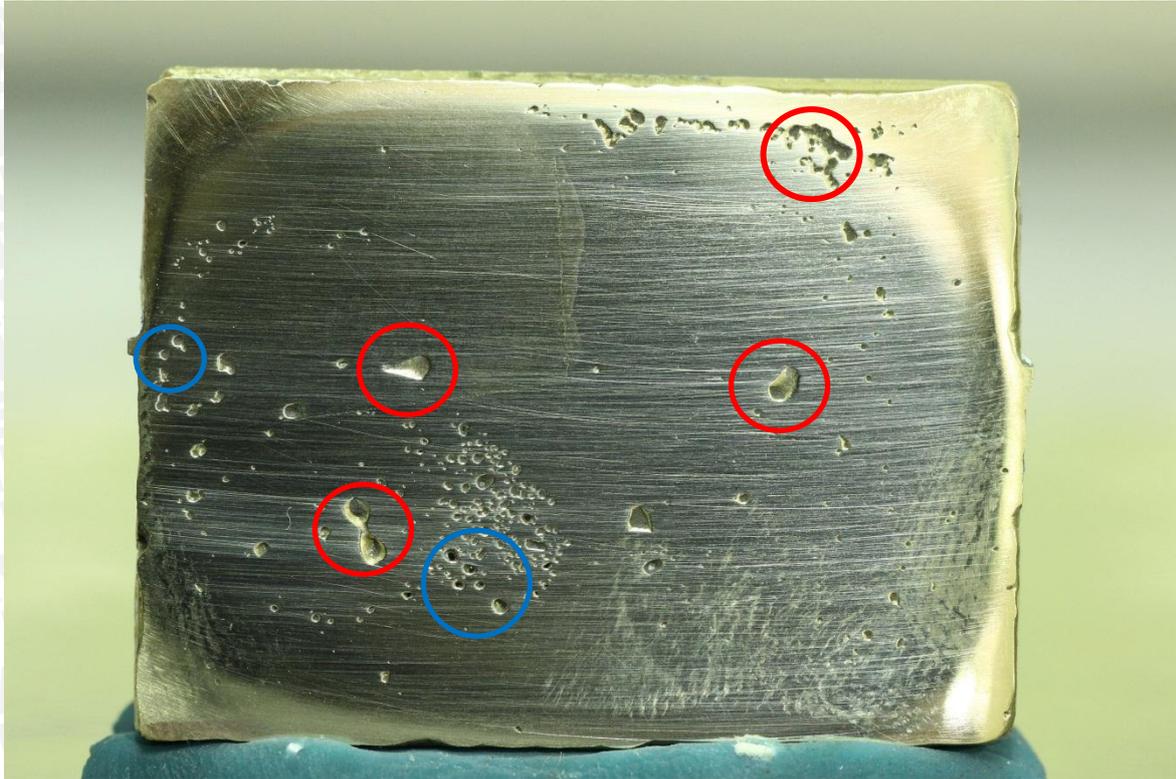
Cacat makro adalah cacat yang terjadi pada benda hasil coran yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Cacat ini terjadi pada struktur makro logam yang memiliki struktur kristal yang tergolong besar dan kasar.

Tabel 4.1
Jenis cacat makro yang terjadi

Spesimen no-	Volume coran (mm ³)	Luas permukaan (mm ²)	<i>Casting</i> modulus (mm)	Jenis cacat yang terjadi
1	4800	2960	1.62	1,3,6
2	4800	2320	2.06	1,3,6
3	4800	2000	2.4	1,3,6
4	4800	1840	2.6	1,3,6

Jenis-jenis cacat yang terjadi dapat dilihat menurut nomor di bawah ini:

1.Penyusutan, 2.Salah alir, 3.Lubang jarum, 4.Sirip, 5.Retakan, 6.Porositas

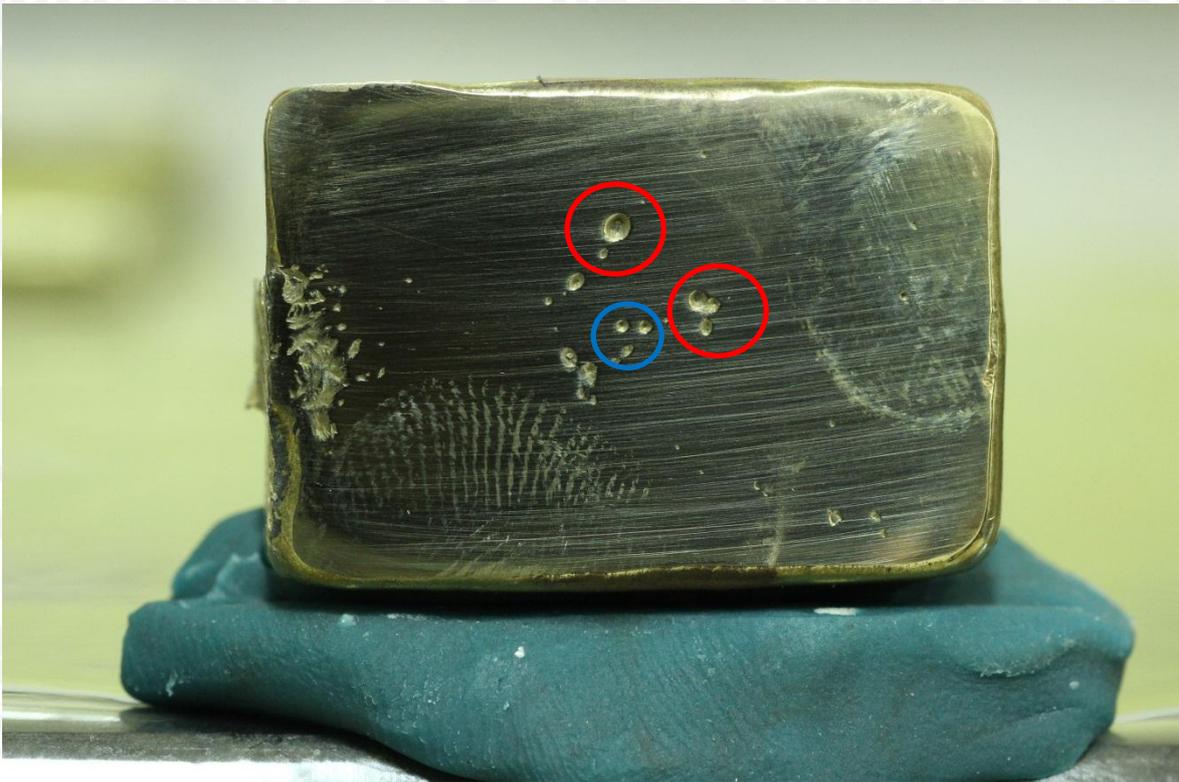


Gambar 4.1 Cacat pada produk cor dengan *casting modulus* 1,62 mm

Keterangan gambar: Lingkaran merah = penyusutan

Lingkaran biru = lubang jarum

Pada Gambar 4.1 ditunjukkan adanya cacat penyusutan dan cacat lubang jarum yang terjadi pada produk dengan *casting modulus* 1,62 mm. Cacat penyusutan terjadi karena perbedaan densitas logam yang telah berwujud padat dan yang masih berwujud cair. Logam yang berwujud padat memiliki densitas lebih tinggi daripada logam yang masih berwujud cair sehingga logam yang masih berwujud cair tertarik oleh logam yang berwujud padat lalu terbentuklah cacat akibat penyusutan. Cacat lubang jarum pada produk ini terjadi karena udara yang tidak keluar saat logam cair dituangkan dan udara yang ikut masuk ke dalam cetakan saat logam dituangkan. Cacat penyusutan pada coran ini permukaan dalamnya halus dan bagian dalam dari cacat tersebut dapat terlihat. Sedangkan untuk cacat lubang jarum juga berbentuk bulat hanya saja bagian dalamnya tidak terlihat karena cacat lubang jarum biasanya hanya berdiameter kurang dari 2 mm.

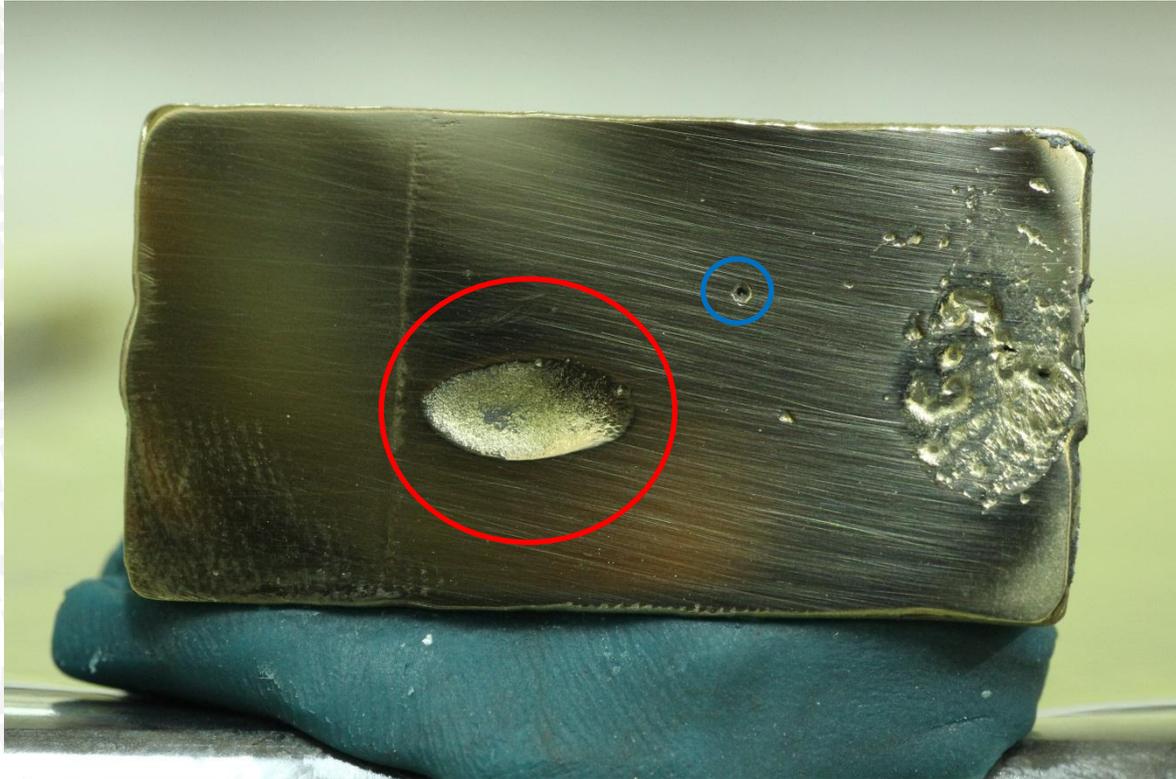


Gambar 4.2 Cacat pada produk cor dengan *casting modulus* 2,06 mm

Keterangan gambar: Lingkaran merah = penyusutan

Lingkaran biru = lubang jarum

Untuk *casting modulus* 2,06 mm cacat penyusutan dan cacat lubang jarum pada dapat dilihat pada gambar 4.2. Cacat penyusutan terjadi karena perbedaan densitas logam yang telah berwujud padat dan yang masih berwujud cair. Logam yang berwujud padat memiliki densitas lebih tinggi daripada logam yang masih berwujud cair sehingga logam yang masih berwujud cair tertarik oleh logam yang berwujud padat lalu terbentuklah cacat akibat penyusutan. Cacat lubang jarum pada produk ini terjadi karena udara yang ikut masuk ke dalam cetakan saat logam dituangkan sehingga pada permukaan hanya sedikit cacat yang terlihat. Cacat penyusutan pada coran ini berbentuk bundar, permukaannya halus dan bagian dalam dari cacat tersebut dapat terlihat. Sedangkan untuk cacat lubang jarum juga berbentuk bulat hanya saja bagian dalamnya tidak terlihat karena cacat lubang jarum biasanya hanya berdiameter kurang dari 2 mm.



Gambar 4.3 Cacat pada produk cor dengan *casting modulus* 2,4 mm

Keterangan gambar: Lingkaran merah = penyusutan

Lingkaran biru = lubang jarum

Pada Gambar 4.3 ditunjukkan adanya cacat penyusutan dan cacat lubang jarum terjadi pada produk cor dengan *casting modulus* 2,4 mm. Cacat penyusutan terjadi karena perbedaan densitas logam yang telah berwujud padat dan yang masih berwujud cair. Logam yang berwujud padat memiliki densitas lebih tinggi daripada logam yang masih berwujud cair sehingga logam yang masih berwujud cair tertarik oleh logam yang berwujud padat lalu terbentuklah cacat akibat penyusutan. Cacat lubang jarum pada produk ini terjadi karena udara yang ikut masuk ke dalam cetakan saat logam dituangkan tetapi udara terjebak antara logam cair dan cetakan. Cacat penyusutan pada coran ini berbentuk oval dan berukuran besar yang kemungkinan logam pada bagian tersebut membeku paling lama sehingga cacat penyusutan yang terjadi cukup besar, permukaannya halus dan bagian dalam dari cacat tersebut dapat terlihat. Sedangkan untuk cacat lubang jarum berbentuk bulat dengan diameter kurang dari 2 mm sehingga bagian dalamnya tidak terlihat.

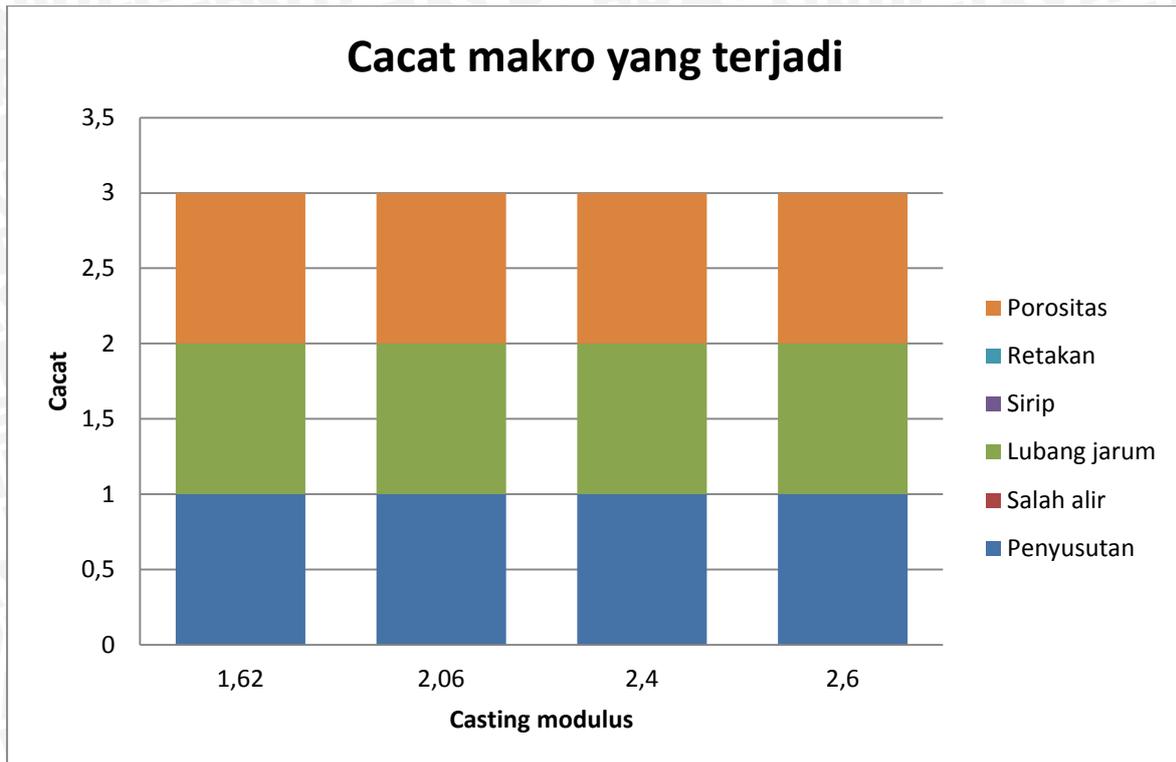


Gambar 4.4 Cacat pada produk cor dengan *casting modulus* 2,6 mm

Keterangan gambar: Lingkaran merah = penyusutan

Lingkaran biru = lubang jarum

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat cacat penyusutan dan cacat lubang jarum terjadi pada produk cor dengan *casting modulus* 2,6 mm. Cacat penyusutan terjadi karena perbedaan densitas logam yang telah berwujud padat dan yang masih berwujud cair. Logam yang berwujud padat memiliki densitas lebih tinggi daripada logam yang masih berwujud cair sehingga logam yang masih berwujud cair tertarik oleh logam yang berwujud padat lalu terbentuklah cacat akibat penyusutan. Cacat lubang jarum pada produk ini terjadi karena udara yang ikut masuk ke dalam cetakan saat logam dituangkan tetapi berbeda dengan produk cor dengan *casting modulus* 2,4 mm yang udaranya terjebak antara logam cair dan cetakan, pada coran ini rongga udara terjebak di dalam produk cor. Cacat lebih sedikit terlihat pada permukaan coran dikarenakan udara yang terjebak dan penyusutan karena perbedaan densitas lebih banyak terjadi pada bagian dalam dari coran. Cacat penyusutan pada coran ini berbentuk bulat, memiliki permukaan yang halus dan bagian dalam dari cacat tersebut dapat terlihat. Sedangkan untuk cacat lubang jarum juga berbentuk tidak teratur dan bagian dalamnya tidak terlihat karena cacat lubang jarum yang muncul sangat kecil.



Gambar 4.5 Grafik jenis cacat makro yang terjadi

Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pada semua produk cor terjadi cacat yang sama, yaitu penyusutan, lubang jarum dan porositas. Hal ini berarti *casting modulus* tidak mempengaruhi cacat penyusutan yang terjadi. Pada setiap produk cor tidak terjadi cacat sirip yang ditandai dengan dimensi dari produk cor yang tidak lebih besar dari perencanaan. Cacat sirip biasanya terjadi karena adanya rongga pada kup atau drag pada cetakan sehingga logam cair mengisi ruang tersebut dan dimensi dari produk cor menjadi tidak sesuai. Cacat retakan juga tidak terjadi pada produk cor karena tidak adanya bentuk rongga yang tidak teratur pada bagian permukaan coran. Cacat ini biasanya terjadi saat proses pembekuan karena kontraksi akibat panas. Cacat salah alir biasanya karena logam cair yang tidak mengisi ruang pada pola sehingga tidak didapatkan produk yang diinginkan. Cacat ini dapat terjadi karena fluiditas logam cair yang rendah sehingga pola tidak terisi penuh setelah logam cair dituangkan.

4.1.2 Cacat Mikro

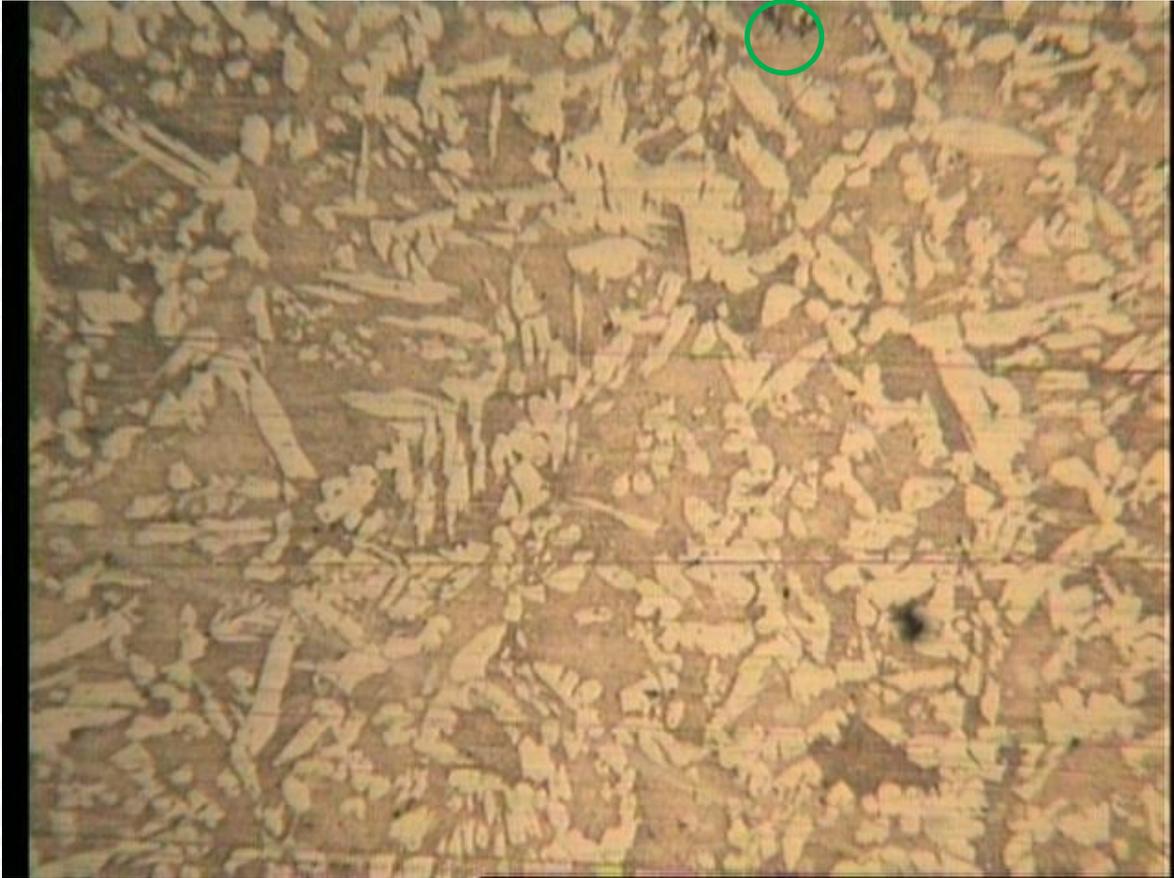
Cacat mikro adalah cacat yang terjadi pada benda hasil coran yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop optik atau mikroskop elektron. Cacat ini terjadi pada struktur mikro logam yang memiliki struktur kristal yang tergolong halus.

Berikut ini adalah foto mikro dari masing-masing *casting modulus*:



Gambar 4.6 Foto mikro produk cor dengan *casting modulus* 1,62 mm

Dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwa adanya rongga udara atau pori pada produk cor dengan *casting modulus* 1,62 mm. Pada bagian dalam oval tersebut terdapat rongga udara karena terdapat titik-titik hitam dengan letak tidak teratur. Sedangkan pada bagian luar dari lingkaran itu terdapat juga tempat tanpa titik-titik hitam tersebut. Titik-titik tersebut tidak memantulkan cahaya sehingga berwarna gelap.



Gambar 4.7 Foto mikro produk cor dengan *casting modulus* 2,06 mm

Adanya retakan pada produk cor dengan *casting modulus* 2,06 mm yang dapat dilihat pada gambar 4.7. Pada coran ini retakan dapat dilihat pada lingkaran hijau. Retakan tersebut berbentuk tidak teratur akibat tarikan dari butir-butir disekitarnya saat proses solidifikasi. Tarikan tersebut terjadi akibat perbedaan densitas logam wujud cair dan wujud padat.



Gambar 4.8 Foto mikro produk cor dengan *casting modulus* 2,4 mm

Pada gambar 4.8 dapat dilihat bahwa produk cor dengan *casting modulus* 2,4 mm memiliki permukaan berpori atau berrongga berupa titik-titik hitam yang tersebar pada seluruh permukaan benda. Rongga yang terjadi dapat disebabkan oleh udara yang terjebak. Rongga tersebar mungkin terjadi saat logam cair mengisi cetakan dengan aliran yang acak, sehingga udara yang ikut masuk bersama logam cair tidak berkumpul di satu tempat tetapi tersebar.



Gambar 4.9 Foto mikro produk cor dengan *casting modulus* 2,6 mm

Pada gambar 4.9 dapat dilihat retakan yang muncul pada produk cor dengan *casting modulus* 2,6 mm. Cacat retakan terjadi karena perbedaan densitas antara logam yang telah berwujud padat dengan logam yang masih berwujud cair sehingga terjadi tarikan karena logam yang telah berwujud padat menarik logam yang masih berwujud cair. Cacat retakan pada coran ini berbentuk memanjang karena biasanya retakan yang terjadi membentuk jaringan atau koneksi sehingga cacat retakan terlihat berhubungan satu dengan yang lainnya. Hal tersebut dapat juga dikarenakan sifat dari area retakan tersebut yang relatif sama sehingga retakan tersebut memanjang atau terkoneksi dengan lainnya.

4.1.3 Perhitungan Porositas Coran

1) Perhitungan *true density* (ρ_{th})

Untuk perhitungan *true density* dapat menggunakan rumus (2.2)

Tabel 4.2
Kandungan Unsur Benda Coran

No.	Unsur	Kadar (%)	Massa Jenis (gr/cm ³)	Metode
1	Ag	0,01	10,49	XRF
2	Al	1,55	2,7	
3	Bi	0,006	9,8	
4	Cd	0,01	8,64	
5	Co	0,01	8,89	
6	Cr	0,006	7,14	
7	Cu	57,01	8,92	
8	Fe	0,56	7,87	
9	Mg	0,03	1,74	
10	Mn	0,08	7,44	
11	Mo	0,01	10,28	
12	Ni	0,35	8,91	
13	Pb	2,22	11,34	
14	Sb	0,04	6,69	
15	Sn	0,98	7,29	
16	V	0,01	6,09	
17	Zn	36,51	7,14	

$$\rho_{th} = \frac{100}{\left[\begin{aligned} & \left(\frac{\%Ag}{\rho_{Ag}} \right) + \left(\frac{\%Al}{\rho_{Al}} \right) + \left(\frac{\%Bi}{\rho_{Bi}} \right) + \left(\frac{\%Cd}{\rho_{Cd}} \right) + \left(\frac{\%Co}{\rho_{Co}} \right) \\ & + \left(\frac{\%Cr}{\rho_{Cr}} \right) + \left(\frac{\%Cu}{\rho_{Cu}} \right) + \left(\frac{\%Fe}{\rho_{Fe}} \right) + \left(\frac{\%Mg}{\rho_{Mg}} \right) + \left(\frac{\%Mn}{\rho_{Mn}} \right) + \left(\frac{\%Mo}{\rho_{Mo}} \right) + \left(\frac{\%Ni}{\rho_{Ni}} \right) \\ & + \left(\frac{\%Pb}{\rho_{Pb}} \right) + \left(\frac{\%Sb}{\rho_{Sb}} \right) + \left(\frac{\%Sn}{\rho_{Sn}} \right) + \left(\frac{\%V}{\rho_{V}} \right) + \left(\frac{\%Zn}{\rho_{Zn}} \right) \end{aligned} \right]}$$

$$\rho_{th} = \frac{100}{\left[\begin{aligned} & \left(\frac{0,01}{10,49} \right) + \left(\frac{1,55}{2,7} \right) + \left(\frac{0,006}{9,8} \right) + \left(\frac{0,01}{8,64} \right) + \left(\frac{0,01}{8,89} \right) \\ & + \left(\frac{0,006}{7,14} \right) + \left(\frac{57,01}{8,92} \right) + \left(\frac{0,56}{7,87} \right) + \left(\frac{0,03}{1,74} \right) + \left(\frac{0,08}{7,44} \right) + \left(\frac{0,01}{10,28} \right) + \left(\frac{0,35}{8,91} \right) \\ & + \left(\frac{2,22}{11,34} \right) + \left(\frac{0,04}{6,69} \right) + \left(\frac{0,98}{7,29} \right) + \left(\frac{0,01}{6,09} \right) + \left(\frac{36,51}{7,14} \right) \end{aligned} \right]}$$

$$\rho_{th} = \frac{100}{12,56069} = 7,961348 \text{ g/cm}^3$$

2) Perhitungan *Apparent Density* (ρ_s)

Untuk perhitungan *apparent density* dapat menggunakan rumus (2.3)

Diketahui:

- Massa benda di udara (w_s) = 37,49 g
- Massa benda dan keranjang dalam air (w_{sb}) = 76,8 g
- Massa keranjang dalam air (w_b) = 44,09 g

$$\rho_s = \rho_w \frac{w_s}{w_s - (w_{sb} - w_b)}$$

$$\rho_s = 1 \left[\frac{37,49}{37,49 - (76,8 - 44,09)} \right]$$

$$\rho_s = 7,843096 \text{ g/cm}^3$$

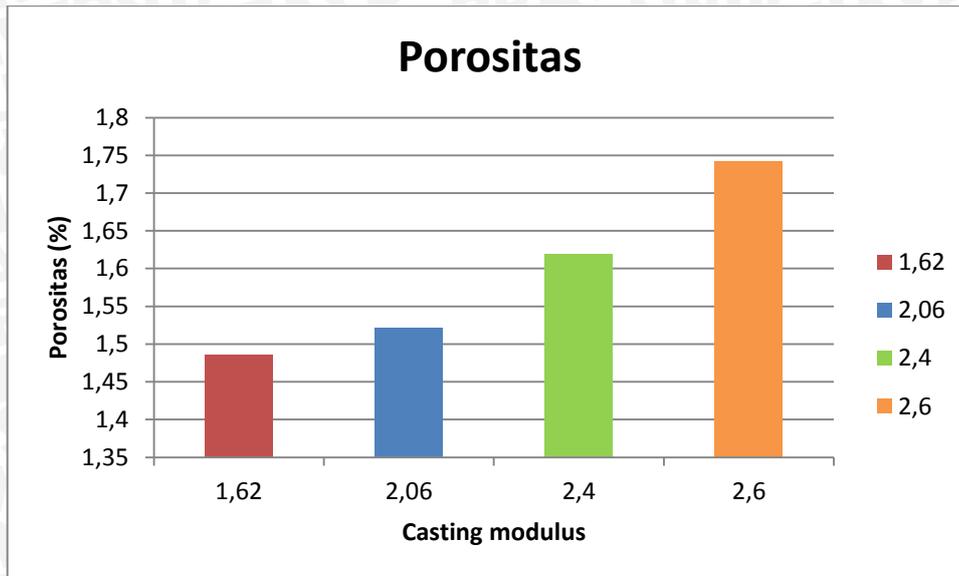
3) Porositas

Untuk perhitungan nilai persentase porositas dapat menggunakan rumus (2.4)

$$\begin{aligned} \%P &= \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_{th}}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{7,843096}{7,961348}\right) \times 100\% \\ &= 1,485323\% \end{aligned}$$

Tabel 4.3
Perhitungan Persentase Porositas tiap *Casting modulus*

<i>Casting modulus</i>	Massa benda di udara (W_s)	Massa benda dan keranjang di air (W_{sb})	Massa keranjang di air (W_b)	Apparent Density (P_s)	Porositas (%)
1,62	37,49	76,8	44,09	7,843096	1,485323
2,06	41,71	80,48	44,09	7,840226	1,52138
2,4	44,41	82,83	44,09	7,832451	1,619028
2,6	39,27	78,34	44,09	7,822709	1,741398



Gambar 4.10 Grafik Persentase Porositas tiap *Casting modulus*

Pada gambar 4.10 dapat dilihat bahwa *casting modulus* yang semakin besar mengakibatkan nilai persentase porositas juga semakin besar. Hal ini sesuai dengan hipotesis karena cacat yang terjadi pada produk cor dengan *casting modulus* tinggi juga mengalami cacat yang lebih banyak.

Nilai *casting modulus* dipengaruhi oleh volume dan luas permukaan. Volume pada penelitian ini dibuat sama tetapi luas permukaan divariasikan. Nilai dari luas permukaan dipengaruhi oleh panjang, lebar dan tinggi dari spesimen coran. Pada *casting modulus* 1,62 mm memiliki ketebalan terkecil dan pada *casting modulus* 2,6 mm memiliki ketebalan terbesar. Nilai porositas juga kemungkinan dipengaruhi oleh ketebalan dari spesimen yang berarti semakin tebal spesimen semakin tinggi kemungkinan untuk udara terjebak di dalam coran sehingga jika diurutkan menurut *casting modulus*nya yaitu 1,62 mm, 2,06 mm, 2,4 mm, dan 2,6 mm, masing-masing memiliki ketebalan yaitu 4 mm, 6 mm, 8 mm, dan 10 mm yang mempengaruhi nilai porositasnya masing-masing yaitu 1,48%; 1,52%; 1,62%; dan 1,74%. Berdasarkan nilai porositas tersebut tentu yang diharapkan adalah hasil coran dengan porositas terendah dengan nilai 1,48% yang dimiliki *casting modulus* 1,62 mm.

