

**BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Data Hasil Pengujian dan Perhitungan

4.1.1 Perhitungan Nilai Casting Modulus

Nilai *casting modulus* pada pengecoran *brass* bisa di dapat dari persamaan sebagai berikut:

$$Mc = \frac{V}{S} \dots\dots\dots (4-1)$$

Yang mana V=Volume [mm³], S=Luas selimut coran [mm²]

$$S = \{(p \times l) + (l \times t) + (p \times t)\} \times 2 \dots\dots\dots (4-2)$$

Yang mana p = panjang (mm), l = lebar (mm), t = tinggi (mm)

Contoh perhitungan *casting modulus* pada pengecoran *brass*:

V = 4800 mm³

p = 24 mm

l = 20 mm

t = 10 mm

S = {(p x l) + (l x t) + (p x t)} x 2

S = {(24 x 20) + (20 x 10) + (24 x 10)} x 2 = 1840 mm²

Mc = v / s

Mc = 4800 / 1840

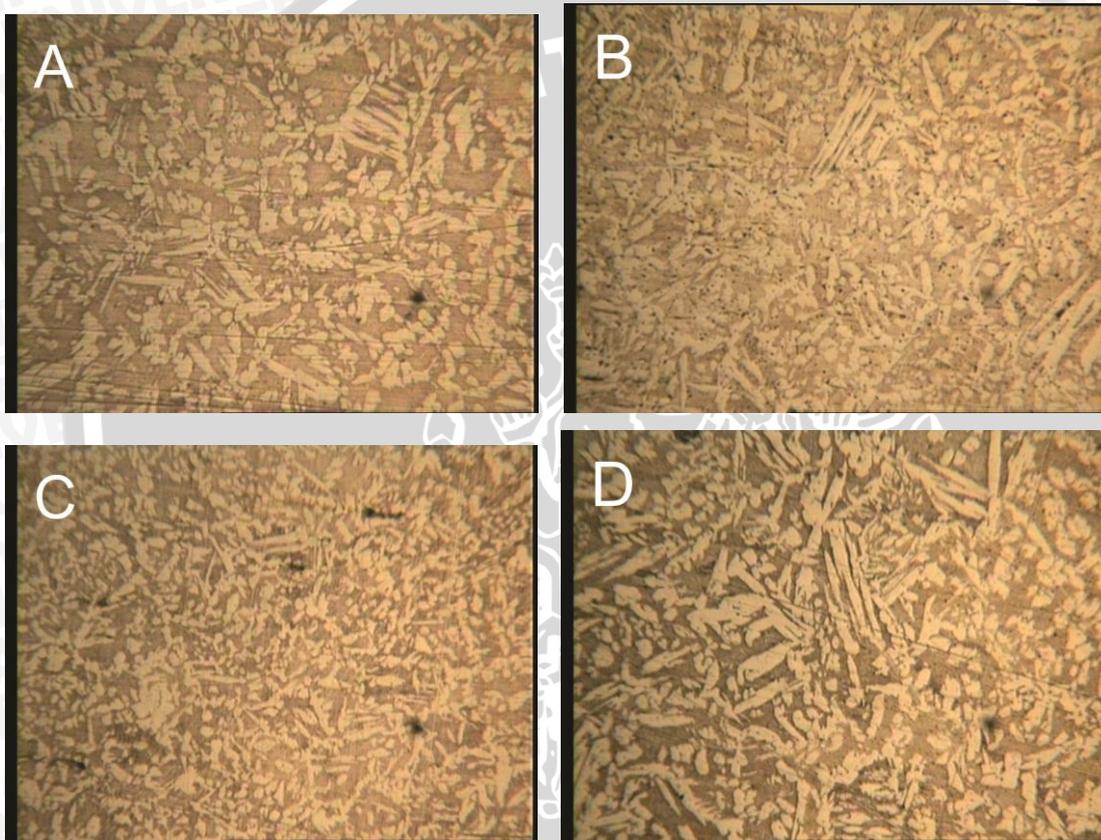
Mc = 2,6 mm

Tabel 4.1
Nilai *Casting Modulus* Setiap Spesimen

Spesimen (Luas Selimut [mm²])	Casting Modulus (mm)
A (2960)	1,62
B (2320)	2,06
C (2000)	2,4
D (1840)	2,6

4.1.2 Hasil Foto Mikrostruktur

Untuk melihat struktur mikro dari spesimen hasil pengecoran *brass* dalam penelitian ini digunakan alat mikroskop dengan pembesaran 200x. Sebelum difoto mikro spesimen terlebih dulu diratakan dan diampelas pernukaannya hingga halus dengan amplas berukuran 100, 220, 500, 800 dan 1000, kemudian dipoles dengan menggunakan autosol dan kain flannel sampai spesimen mengkilap dan di etsa. Gambar dari struktur mikro dari hasil pengecoran *brass* ini dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Hasil foto mikrostruktur pengecoran *brass* dengan pembesaran 200x dengan luas selimut (A) 2960 mm², (B) 2320 mm², (C) 2000 mm², dan (D) 1840 mm²

Untuk mengetahui ukuran butir dari setiap spesimen dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode planimetri. Perhitungan dengan metode ini memerlukan input foto mikro dan lingkaran dengan luas 5000 mm². Berdasarkan ASTM 112-96 2004 agar dapat menggunakan metode planimetri ini butir yang terdapat pada lingkaran harus lebih dari 50 buah. Rumus matematis dari perhitungan ukuran butir sebagai berikut:

$$NA = f \left(N_{inside} + \frac{1}{2} N_{intercept} \right) \quad (\text{ASTM E 112-96 2004}) \dots\dots (4-3)$$

Dengan:

NA : Jumlah butir dalam area (butir/mm^2)

Ninside : Jumlah butir bagian dalam lingkaran

Nintercept : Jumlah butir yang bersinggungan dengan lingkaran

f : Faktor pengali *Jeffries*

Kemudian untuk menentukan ukuran diameter butir digunakan persamaan ASTM E 112 – 96 2004

$$G = \{3,322 (\log NA) - 2,954 \quad (\text{ASTM E 112-96 2004}) \dots (4-4)$$

Dengan:

G : ASTM *grain size number*

Contoh perhitungan diameter butir pada hasil pengecoran *brass*:



Gambar 4.2 Contoh perhitungan butir hasil pengecoran *brass* dengan nilai *casting modulus* 2,6 mm

$$N_{intercept} = 23$$

$$N_{inside} = 54$$

$$NA = f \left(N_{inside} + \frac{1}{2} N_{intercept} \right)$$

$$NA = 8 (54 + (23/2))$$

$$NA = 524$$

$$G = (3,322 \log(NA) - 2,9254)$$

$$G = (3,322 \log(524) - 2,9254)$$

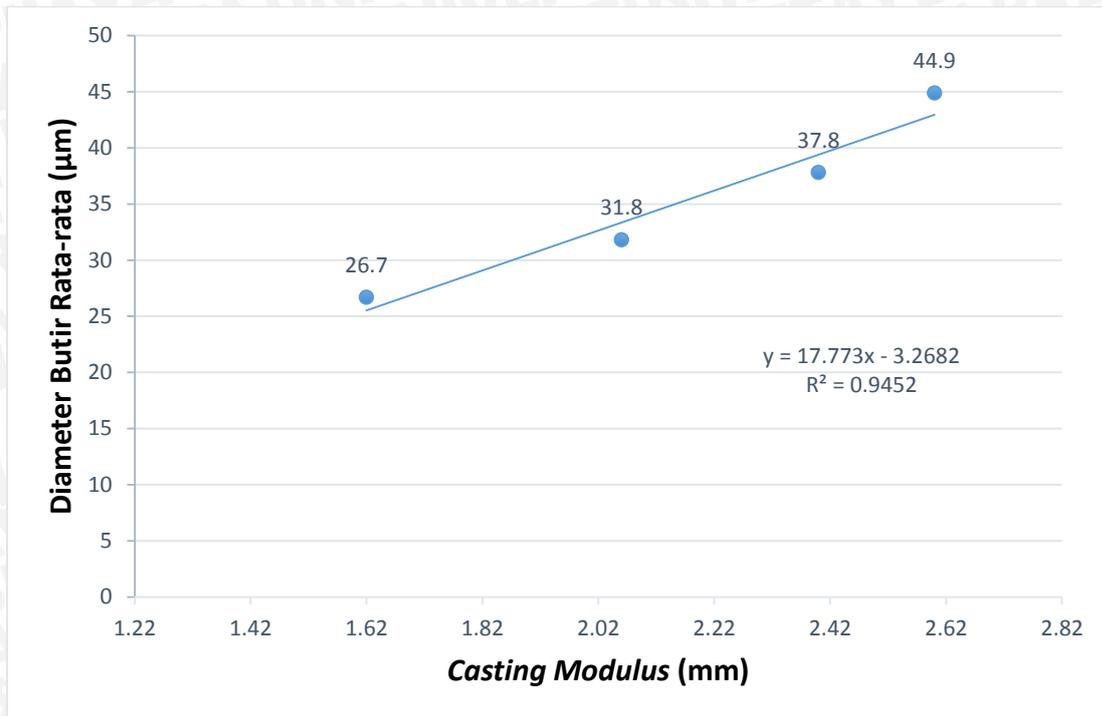
$$G = 6$$

Setelah dilakukan perhitungan seperti di atas didapatkan ukuran butir dari setiap spesimen yang tercantum dalam tabel ASTM E112-96 2004 (terlampir).

Tabel 4.2
Ukuran Butir Setiap Spesimen

Spesimen (Luas Selimut [mm²])	Casting Modulus (mm)	Grain Size No. (G)	Average Diameter (µm)
A (2960)	1,62	7,5	26,7
B (2320)	2,06	7	31,8
C (2000)	2,4	6,5	37,8
D (1840)	2,6	6	44,9

4.2 Pembahasan



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara *casting modulus* terhadap ukuran rata-rata besar butir

Pada gambar 4.3 dengan persamaan grafik $y = 17,773x - 3,2682$ dimana persamaan tersebut merupakan hubungan variabel sumbu x terhadap y dan memiliki nilai korelasi $R^2 = 0,9452$. Koefisien korelasi ialah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara +1 s/d -1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan (*strength*) hubungan linier dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai X tinggi, maka nilai Y akan tinggi juga. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variable X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah dan sebaliknya. Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel penulis memberikan kriteria sebagai berikut:

- 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- $>0 - 0,25$: Korelasi sangat lemah
- $>0,25 - 0,5$: korelasi cukup
- $>0,5 - 0,75$: Korelasi kuat

- $>0,75 - 0,99$: Korelasi sangat kuat
- 1 : Korelasi sempurna

Pada proses pembekuan logam terjadi melalui mekanisme pengintian dan pertumbuhan. Setelah proses penuangan, logam cair mengalami mekanisme *solidification* (pemadatan). Dalam proses *solidification* terdapat hal penting, yaitu mengenai lamanya waktu supaya logam membeku, arah pemadatan dan proses penyusutan. Selama proses *solidification*, struktur butir dan serat (*grain structure*) pada logam yang mulai padat terbentuk. Karakter dari *grain structure* tersebut dipengaruhi oleh komposisi logam itu sendiri.

Laju pembekuan dan pendinginan logam ini berawal dari luar logam menuju tengah logam. Oleh karena itu, semakin tebal suatu coran maka semakin lama coran tersebut menjadi padat dan dingin. Selain itu kecepatan pendinginan suatu coran juga dipengaruhi oleh sifat termal dari logam coran tersebut untuk memindahkan panas ke cetakan. Pada proses *solidification* juga terjadi pembentukan struktur butir maupun serat (*grain structure*). Bentuk butir dan ukurannya sangat bergantung pada pertumbuhan butir selama proses pembekuan. Meski besar butir dinyatakan dalam ukuran diameter, sangat sedikit sekali ukuran butir yang berbentuk bulat. Selain itu, kandungan unsur – unsur didalamnya juga mempengaruhi pembentukan mikrostrukturnya.

Pada grafik 4.3 dapat dilihat bahwa besar nilai *casting modulus* cenderung semakin naik yang menunjukkan bahwa semakin besar nilai *casting modulus* maka ukuran diameter butir yang terbentuk akan semakin besar. Hal ini terjadi karena semakin kecil nilai luas selimut coran akan mengakibatkan ketebalan coran yang semakin besar. Ketebalan coran yang semakin besar akan membuat kecepatan pendinginan yang terjadi semakin rendah yang akan mengakibatkan adanya perbedaan kesetimbangan panas yang terkandung. Sehingga laju perpindahan kalor yang dilepas nantinya menyebabkan laju pendinginan yang semakin lama dan menghasilkan *Grain Size Number* yang terbentuk pada struktur butir semakin rendah. Semakin rendah *Grain Size Number* yang terjadi, maka diameter butir yang terbentuk semakin besar. Hal tersebut sudah dibuktikan dengan perhitungan diameter butir yang telah dilakukan. Dari hasil perhitungan di dapatkan hasil diameter butir yang semakin meningkat dari 26,7 untuk *casting modulus* 1,62; 31,8 untuk *casting modulus* 2,06; 37,8 untuk *casting modulus* 2,4; dan 44,9 untuk *casting modulus* 2,6.