

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Hasil Pengujian

#### 4.1.1 Hasil Pengujian Densitas

Densitas nyata (*apparent density*) dari hasil coran dapat diketahui dengan pengujian *picnometry* berdasarkan standar ASTM B 311-93. Spesimen dari tingkat *recycling* I sampai dengan tingkat *recycling* ke IV diuji *picnometry* sebanyak 5 kali pengulangan dan kemudian diambil rata-ratanya. Hasil dari *apparent density* dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan *Apparent Density*

Tingkat <i>Recycling</i>	Berat (gr)					Densitas Berat (gr/cm <sup>3</sup> )		
	Ws	Wsb	Wb	Wsb-Wb	Ws-(Wsb-Wb)	pw	ps	ps rata-rata
1	257.51	202.15	44.46	157.69	99.82	0.9974	2.57	2.571
	257.51	202.15	44.48	157.67	99.84		2.57	
	257.51	202.15	44.74	157.41	100.1		2.57	
	257.51	202.13	44.6	157.53	99.98		2.57	
	257.52	202.13	44.46	157.67	99.85		2.57	
2	190.85	160.96	44.46	116.5	74.35	0.9974	2.56	2.556
	190.83	160.99	44.46	116.53	74.3		2.56	
	190.83	160.99	44.63	116.36	74.47		2.56	
	190.83	160.98	43.95	117.03	73.8		2.58	
	190.83	160.96	45.6	115.36	75.47		2.52	
3	293.53	223.21	44.69	178.52	115.01	0.9974	2.55	2.551
	293.54	223.23	44.69	178.54	115		2.55	
	293.53	223.21	44.81	178.4	115.13		2.54	
	293.53	223.25	44.37	178.88	114.65		2.55	
	293.53	223.21	43.72	179.49	114.04		2.57	
4	267.81	207.33	44.45	162.88	104.93	0.9974	2.55	2.542
	267.81	207.41	44.68	162.73	105.08		2.54	
	267.81	207.31	44.65	162.66	105.15		2.54	
	267.8	207.3	44.07	163.23	104.57		2.55	
	267.8	207.19	45.14	162.05	105.75		2.53	

Dengan :

Ws : Berat spesimen di udara (gram)

Wsb : Berat spesimen dan keranjang di dalam air (gram)

Wb : Berat keranjang di dalam air (gram)

ps : *Apparent density* (gram/cm<sup>3</sup>)

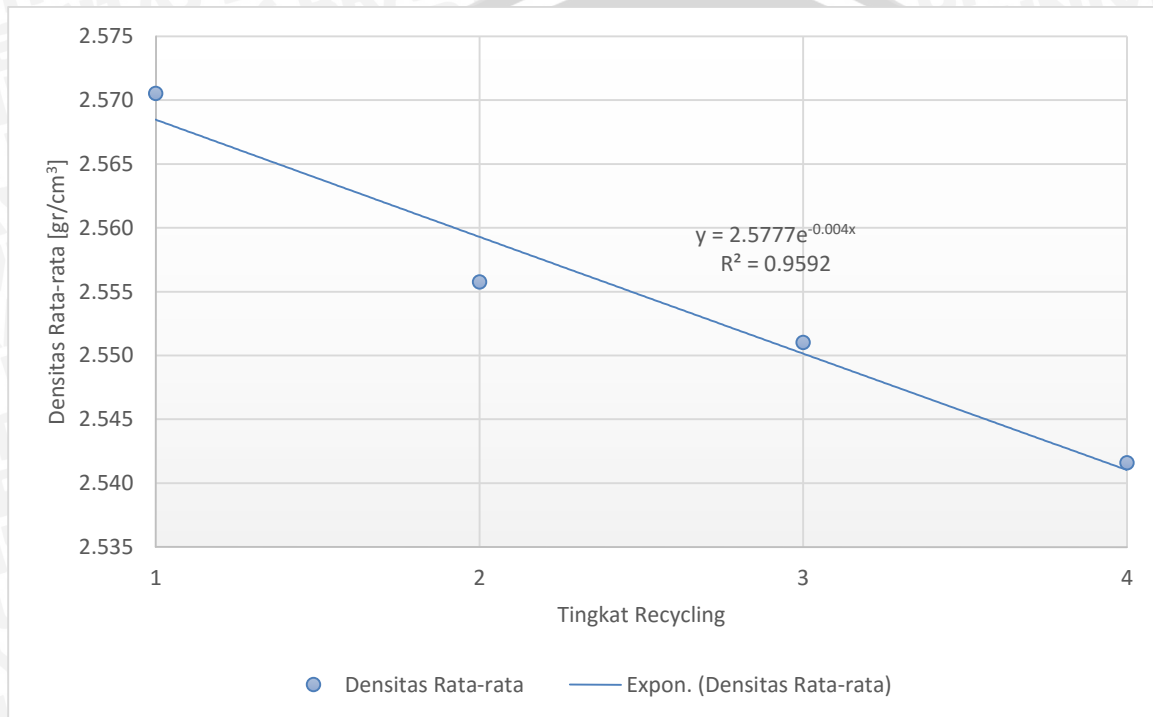
pw : Densitas air (gram/cm<sup>3</sup>)

Berikut ini contoh perhitungan *apparent density* :

$$\rho_s = \rho_w \frac{W_s}{W_s - (W_{sb} - W_b)}$$

$$\rho_s = 0,9974 \frac{257,51}{257,51 - (202,15 - 44,46)}$$

$$\rho_s = 2,571 \text{ gram/cm}^3$$



Gambar 4.1 Hubungan antara Tingkat *Recycling* dengan Densitas Rata-rata

Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara tingkat *recycling* aluminium struktur dengan densitas rata-rata yang diperoleh dari perhitungan *apparent density*. Dari gambar tersebut diketahui bahwa dengan bertambahnya tingkat *recycling*, densitas rata-rata dari aluminium struktur semakin rendah. Hal ini diakibatkan oleh dengan adanya *recycling* yang berulang-ulang, kesempatan gas yang terjebak dalam logam cair semakin tinggi, sehingga menimbulkan porositas pada produk coran. Dengan semakin banyak porositas, maka berat produk coran di dalam air lebih rendah.

#### 4.1.2 Hasil Pengujian Komposisi

Nilai *true density* ( $\rho_{th}$ ) dapat diketahui dengan menguji komposisi kimia yang ada dalam produk coran, salah satunya dengan menggunakan *Optical Emission Spectrometry*. Pada penelitian ini, sampel yang diuji adalah sampel dari *recycling* pertama sampai dengan *recycling* ke-4. Hasil dari pengujian komposisi dapat dilihat pada tabel 4.3.

Pada tabel terlihat adanya peningkatan kadar Fe dari tingkatan *recycling* pertama hingga ketiga dan pada tingkat *recycling* keempat kadar Fe berkurang. Namun kecenderungan dari data menunjukkan bahwa kadar Fe semakin meningkat dari *recycling* pertama sampai dengan *recycling* keempat. Hal ini disebabkan saat semakin banyak tingkatan *recycling* yang diberikan, akan memperbesar kemungkinan adanya inklusi dan fasa intermetalik yang terbentuk dalam produk coran, sehingga inklusi dan porositas meningkat.

Nilai *true density* / massa jenis teoritis diperoleh dengan membandingkan massa terhadap volume sebenarnya. Berikut contoh perhitungan *true density* :

$$\rho_{th} = \frac{100}{\left\{ \left( \frac{\%Al}{\rho_{Al}} \right) + \left( \frac{\%Cu}{\rho_{Cu}} \right) + \left( \frac{\%Fe}{\rho_{Fe}} \right) + etc. \right\}}$$

$$\rho_{th} = \frac{100}{33,1111}$$

$$\rho_{th} = 2,573 \text{ gram/cm}^3$$

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan *True Density*

Tingkat <i>Recycling</i>	$\rho_{th}$
I	2.573
II	2.571
III	2.585
IV	2.569



Tabel 4.3 Hasil Pengujian

Unsur	$\rho$ unsur (gr/cm <sup>3</sup> )	Remelting I		Remelting II		Remelting III		Remelting IV	
		Kadar rata-rata	Kadar rata-rata / $\rho$	Kadar rata-rata	Kadar rata-rata / $\rho$	Kadar rata-rata	Kadar rata-rata / $\rho$	Kadar rata-rata	Kadar rata-rata / $\rho$
Silicon (Si)	2.33	0.45	0.19313	0.539	0.23133	0.558	0.23948	0.473	0.20300
Iron (Fe)	7.86	0.365	0.04644	0.406	0.05165	0.43	0.05471	0.395	0.05025
Copper (Cu)	8.92	0.0868	0.00973	0.114	0.01278	0.106	0.01188	0.0893	0.01001
Manganese (Mn)	7.44	0.0532	0.00715	0.0568	0.00763	0.0544	0.00731	0.0548	0.00737
Magnesium (Mg)	1.74	9.55	5.48851	9.8	5.63218	8.75	5.02874	9.91	5.69540
Chromium (Cr)	7.14	0.0112	0.00157	0.0118	0.00165	0.0121	0.00169	0.011	0.00154
Zinc (Zn)	7.14	0.0649	0.00909	0.0795	0.01113	0.0694	0.00972	0.0684	0.00958
Titanium (Ti)	4.51	0.0116	0.00257	0.0124	0.00275	0.0128	0.00284	0.0097	0.00215
Sodium (Na)	0.97	0.0005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005
Calcium (Ca)	1.54	0.0011	0.00071	0.0017	0.00110	0.0015	0.00097	0.00078	0.00051
Nickel (Ni)	8.91	0.0064	0.00072	0.007	0.00079	0.0081	0.00091	0.0068	0.00076
Timbal (Pb)	11.34	0.0081	0.00071	0.0094	0.00083	0.0083	0.00073	0.0087	0.00077
Phospor (P)	1.82	0.0005	0.00027	0.005	0.00275	0.0005	0.00027	0.0005	0.00027
Tin (Sn)	7.29	0.0031	0.00043	0.0039	0.00053	0.0035	0.00048	0.0036	0.00049
Antimony (Sb)	6.69	0.0004	0.00006	0.0004	0.00006	0.0004	0.00006	0.0004	0.00006
Strontium (Sr)	2.63	0.0001	0.00004	0.0001	0.00004	0.0001	0.00004	0.0001	0.00004
Beryllium (Be)	1.85	0.0006	0.00003	0.0006	0.00003	0.0006	0.00003	0.0006	0.00003
Zirconium (Zr)	6.51	0.0011	0.00017	0.0012	0.00018	0.0011	0.00017	0.0011	0.00017
Bismuth (Bi)	9.8	0.00037	0.00004	0.00034	0.00003	0.0003	0.00003	0.00044	0.00004
Cadmium (Cd)	8.64	0.00066	0.00008	0.00066	0.00008	0.00059	0.00007	0.00061	0.00007
Aluminium (Al)	2.7	89.4	33.11111	89	32.96296	90	33.33333	89	32.96296
JUMLAH		100.01464	38.87261	100.04951	38.92056	100.0172	38.69353	100.03434	38.94554

### 4.1.3 Hasil Perhitungan Porositas

Persen porositas dari produk coran dihitung dengan perbandingan antara *true density* dengan *apparent density* sesuai dengan persamaan berikut :

$$P = \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_{th}}\right) 100\%$$

Dengan :

P : Porositas (%)

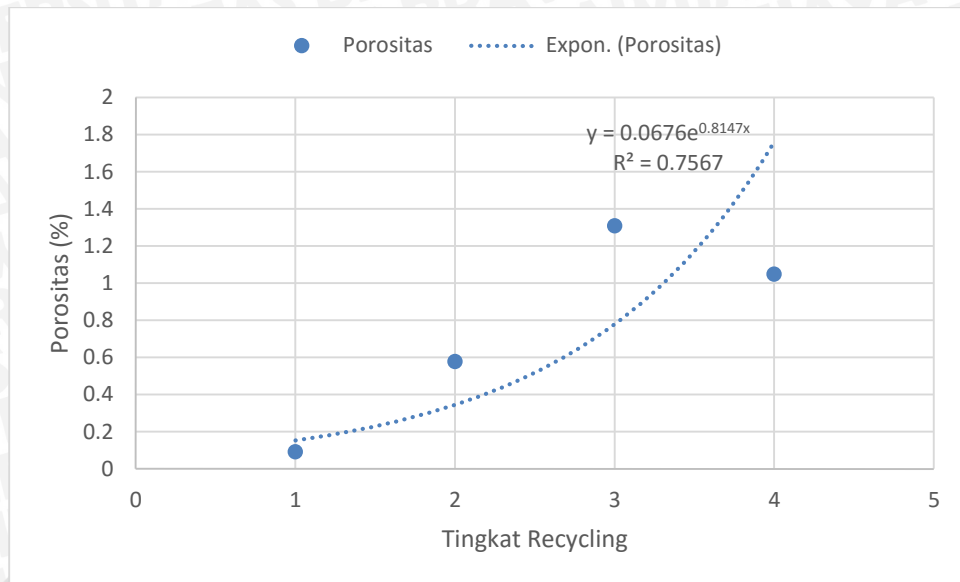
$\rho_s$  : *Apparent density* (gram/cm<sup>3</sup>)

$\rho_{th}$  : *True Density* (gram/cm<sup>3</sup>)

Dari rumus di atas dapat disimpulkan apabila perbandingan  $\left(\frac{\rho_s}{\rho_{th}}\right)$  mendekati 1, maka nilai porositas semakin rendah, dan sebaliknya. Hasil dari perhitungan porositas dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini :

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Porositas

Tingkat Recycling	$\rho_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\rho_{th}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Porositas (%)
I	2.57	2.573	0.091
II	2.56	2.571	0.578
III	2.55	2.585	1.308
IV	2.54	2.569	1.049



Gambar 4.2 Hubungan antara Tingkat *Recycling* dan Porositas

Proses *recycling* mengakibatkan akumulasi difusi gas hidrogen ke dalam logam cair. Kecenderungan porositas akan meningkat seiring dengan bertambahnya tingkat *recycling*. Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa persen porositas meningkat dari tingkat *recycling* yang pertama hingga tingkat *recycling* yang ke-3. Namun pada tingkat *recycling* ke-4 angka porositas mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan pada spesimen hasil *recycling* ke-4, kadar Fe mengalami penurunan dari 0,43% menjadi 0,395% sehingga nilai porositas juga akan menurun.

#### 4.1.4 Hasil Analisa Pengujian *K-Mold*

Spesimen dari cetakan *K-Mold* yang berupa batang dipatahkan pada tiap-tiap takikannya, dan kemudian pada masing-masing patahan diamati dengan perbesaran penampang patahan. Inklusi makro akan terlihat dan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$K = S/n$$

Dengan :




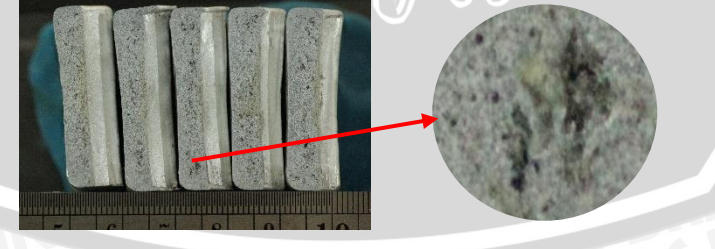
K = Nilai inklusi yang ditemukan pada satu sampel

S = Jumlah total dari inklusi yang ditemukan pada n-spesimen

n = Jumlah sampel yang diamati



Tabel 4.5. Hasil Pengujian *K-Mold*

<i>Recycling</i>	Foto Makrostruktur Patahan	Nilai Faktor K
I		0.2
II		3.0
III		0.8
IV		1.0

Pada praktisnya, logam cair dengan angka faktor K dibawah 0,5 dapat dikategorikan bersih dan dapat diaplikasikan secara langsung, sedangkan logam dengan angka faktor K lebih dari 0,5 perlakuan pembersihan leleh dibutuhkan sebelum peleburan (Wannasin, 2007).

Inklusi ini dapat terjadi diakibatkan oleh kadar Mg yang tinggi. Kadar Mg dari masing-masing tingkatan *recycling* yakni 9,55; 9,80; 8,75; dan 9,91 persen berat. Kandungan Mg yang cukup tinggi ini mengakibatkan meningkatnya laju oksidasi sehingga memungkinkan terbentuknya endapan MgO dan MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Endapan MgO dan MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ini dapat mengakibatkan *dross* berubah warna menjadi gelap.

Kadar Fe dalam spesimen dengan tingkat *recycling* 1-IV juga cenderung meningkat dari 0,365; 0,406; 0,430; dan 0,395 persen berat. Unsur Fe dalam aluminium dapat membentuk fasa intermetalik FeAl<sub>3</sub> sehingga pada penelitian ini dikategorikan sebagai pengotor dan juga karena paduan utama dari aluminium struktur yang diteliti adalah Mg.

Nilai faktor K dari tingkatan *recycling* I-IV dapat dilihat pada tabel 4.5. Inklusi paling banyak dapat dilihat pada sampel *recycling* ke-2 dan sampel yang lain relatif lebih bersih. Jika dilihat dari angka faktor K dari tiap-tiap sampel, sampel *recycling* 1 yang dapat dikategorikan bersih. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak tingkatan *recycling*, kecenderungan adanya inklusi juga semakin meningkat.