

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian dan Perhitungan

4.1.1 Hasil pengujian Fluiditas

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian fluiditas dengan metode spiral. Data diperoleh dari pengukuran panjang hasil pengecoran dalam cetakan uji. Dalam pelaksanaan penelitian digunakan cetakan pasir sebagai media cetakan uji.

Tabel 4.1 Nilai fluiditas paduan Al-Si dan *recycling* Al-Si

	Al-Si daur ulang		Keterangan
	Hasil Pengujian	Rata - rata	
Fluiditas (cm)	29	31.25	Peleburan pada suhu <i>superheat</i>
	33.5		

4.1.2 Hasil Pengujian *Apparent Density*

Berdasarkan metode pengujian piknometri menurut ASTM B311-93 dengan melakukan pengukuran berat spesimen diudara dan dalam air yang selanjutnya dilakukan perhitungan berdasarkan persamaan 2-7. Dari hasil pengukuran nilai berat tiap spesimen dengan timbangan dengan ketelitian 0.01 gr didapat data sebagai berikut:

Tabel 4.2 Berat spesimen dan nilai *apparent density*

lama penuangan (s)	Berat (gr)			Densitas (gr/cm ³)		
	Diudara (Ws)	Dalam Air (Wsb)	Keranjang (Wb)	Apparent (ps)	Air (pw)	Rata - rata
4	331.48	249.85	43.72	2.6376	0.9974	2.6554
	331.46	249.86	43.68	2.6389		
	331.45	249.86	43.72	2.6382		
	331.43	251.88	43.75	2.6810		
	331.43	251.88	43.73	2.6814		
6	379.24	280.23	43.72	2.6501		2.6671
	379.28	280.3	43.74	2.6506		
	379.26	280.35	43.74	2.6518		
	379.24	282.42	43.75	2.6909		
	379.23	282.48	43.75	2.6921		
8	335.05	253.7	43.76	2.6711		2.6715
	335.04	252.74	43.74	2.6513		
	335.04	252.68	43.73	2.6502		
	335.05	254.65	43.79	2.6909		
	335.04	254.75	43.74	2.6943		
11	403.99	296.92	43.76	2.6715		2.6766
	402.95	296.97	43.73	2.6845		
	404	295.05	43.72	2.6394		
	404	298.12	43.74	2.6932		
	404.03	298.19	43.72	2.6944		
19	323.65	246.61	43.72	2.6731	2.6806	
	323.66	246.72	43.74	2.6750		
	323.67	246.78	43.72	2.6766		
	323.66	246.82	43.76	2.6768		
	323.66	247.9	43.73	2.7016		

Contoh perhitungan *apparent density*:

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

$$\rho_s = 1 \frac{331.48}{331.48 - (251.85 - 43.72)}$$

$$\rho_s = 2.687312525 \text{ gr/cm}^3$$

4.1.3 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Untuk mendapatkan nilai *true density* dilakukan pengujian komposisi dari specimen. Pengujian komposisi dilakukan 3 kali pengujian dengan metode *spectro*, data hasil pengujian terlampir dan tabel 4.3 menunjukkan hasil rata-rata unsur paduan dengan data sebagai berikut:

Tabel 4.3 Komposisi unsur *recycling* Al-Si

Unsur	Kadar Unsur Rata-rata (%)	Massa Jenis (gr/cm ³)
Silicon (Si)	11.9767	2.34
Iron (Fe)	0.8147	7.86
Copper (Cu)	1.1233	8.92
Manganese (mn)	0.0524	7.2
Magnesium (Mg)	1.1000	1.74
Chromium (Cr)	0.0639	7.2
Zinc (Zn)	0.0432	7.14
Titanium (Ti)	0.0261	4.5
Sodium (Na)	0.0001	0.97
Calcium (Ca)	0.0009	1.54
Nickel (Ni)	1.0300	8.9
Timbal (Pb)	0.0042	11.34
Phospor (P)	0.0007	1.82
Tin (Sn)	0.0046	7.28
Antimony (Sb)	0.0004	6.684
Strontium (Sr)	0.0001	2.6
Beryllium (Be)	0.0001	1.848
Zirconium (Zr)	0.0015	6.49
Bismuth (Bi)	0.0003	9.8
Cadmium (Cd)	0.0007	8.642
Aluminium (Al)	83.7667	2.699

Dari hasil uji komposisi diatas dapat diketahui besar nilai *true density* dengan melakukan perhitungan sesuai dengan persamaan 2-6. Dalam perhitungan persentase porositas dilakukan perhitungan dengan membandingkan antara *true density* dengan *apparent density* dan didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 4.4 Besar porositas *recycling* Al-Si

Lama Penuangan (s)	ρ_s (gr/cm ³)	ρ_{th} (gr/cm ³)	Porositas (%)
4	2.6554		1.32
6	2.6671		0.88
8	2.6715	2.6909	0.72
11	2.6766		0.53
19	2.6806		0.38

Untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara *pouring time* terhadap besar nilai porositas perlu dilakukan perhitungan analisa varian. Perhitungan analisa varian dari data yang didapatkan sebagai berikut.

- H_0 = variasi *pouring time* tidak memberikan pengaruh terhadap nilai porositas

$$F_{hitung} = F_{tabel}$$

- $d.f.N = k - 1 = 2 - 1 = 1$

- $d.f.D = N - k = 10 - 2 = 8$

- $F_{tabel} = 5.32$

- $\bar{X}_{GM} = \frac{\sum X}{N} = \frac{17.8}{10} = 1.7$

- $S_B^2 = \frac{\sum n(\bar{X} - \bar{X}_{GM})^2}{k-1} = \frac{9.32}{1} = 9.32$

- $S_w^2 = \frac{\sum(n-1)s^2}{\sum(n-1)} = \frac{9.93}{8} = 1.24$

- $F_{hitung} = \frac{SB^2}{Sw^2} = \frac{9.32}{1.24} = 7.51$

- $F_{hitung} > F_{tabel}$

Tabel 4.5 Data Uji Signifikan

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	1,383	,192		7,208	,006
penuangan	-,060	,018	-,891	-3,402	,042

Berdasarkan hasil perhitungan analisa varian didapat nilai F_{hitung} 7.51 dan nilai F_{tabel} 5.32 dengan tingkat nilai signifikansi (α) = 0.05 dimana didapat hasil F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan terdapat pengaruh *pouring time* terhadap besar nilai poroitas pada hasil cor. Dari tabel 4.5 diketahui nilai signifikansi yaitu 0.042. dengan nilai signifikan < 0.05 dapat dinyatakan bahwa lama waktu penuangan berpengaruh signifikan terhadap cacat porositas.

4.2 Pembahasan

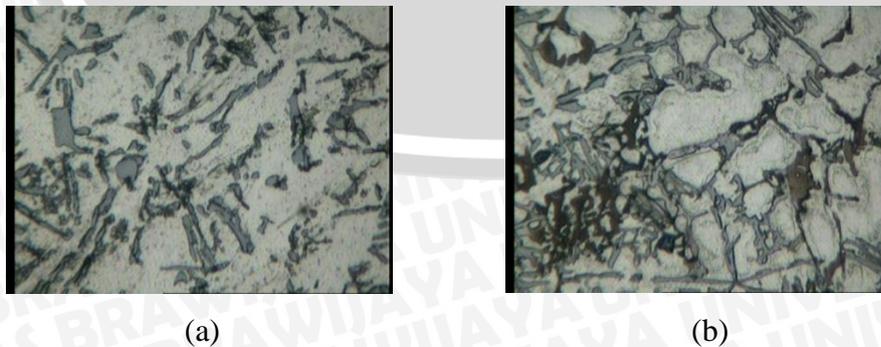
4.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Fluiditas

Nilai fluiditas logam dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu komposisi peyusun dari material tersebut, bahan cetakan, kekasaran permukaan cetakan dan kondisi saat dilakukan pengecoran. Dari hasil *recycling* didapat nilai fluiditas lebih rendah dibandingkan dengan sebelum *recycling*. Sesuai dengan tinjauan pustaka pada gambar 2.7 dan tabel 4.1 didapat bahwa nilai fluiditas pada Al-Si 12% pada suhu 800°C didapat nilai sebesar 40 cm. Sedangkan setelah proses *recycling* terjadi penurunan nilai fluiditas menjadi 31.25 cm seperti yang di tunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil pengujian fluiditas

Berdasarkan pengujian komposisi yang dilakukan didapat bahwa unsur *silicon* yang terkandung setelah proses pengecoran *recycling* mengalami penurunan kadar, sedangkan pada unsur besi dan *manganese* mengalami peningkatan, Peningkatan kadar unsur besi dan *manganese* menyebabkan terbentuknya fasa *intermetallic*. Kadar Fe dalam paduan Al-Si menyebabkan terjadinya penurunan fluiditas. Selain itu, sifat mekanis paduan akan menurun akibat terbentuknya fasa intermetalik Al-Fe-Si yang *brittle* dan juga, menurunnya nilai fluiditas akibat laju aliran yang terhalangi oleh serpihan-serpihan dendrit yang terdiri dari Al-Fe-Si.

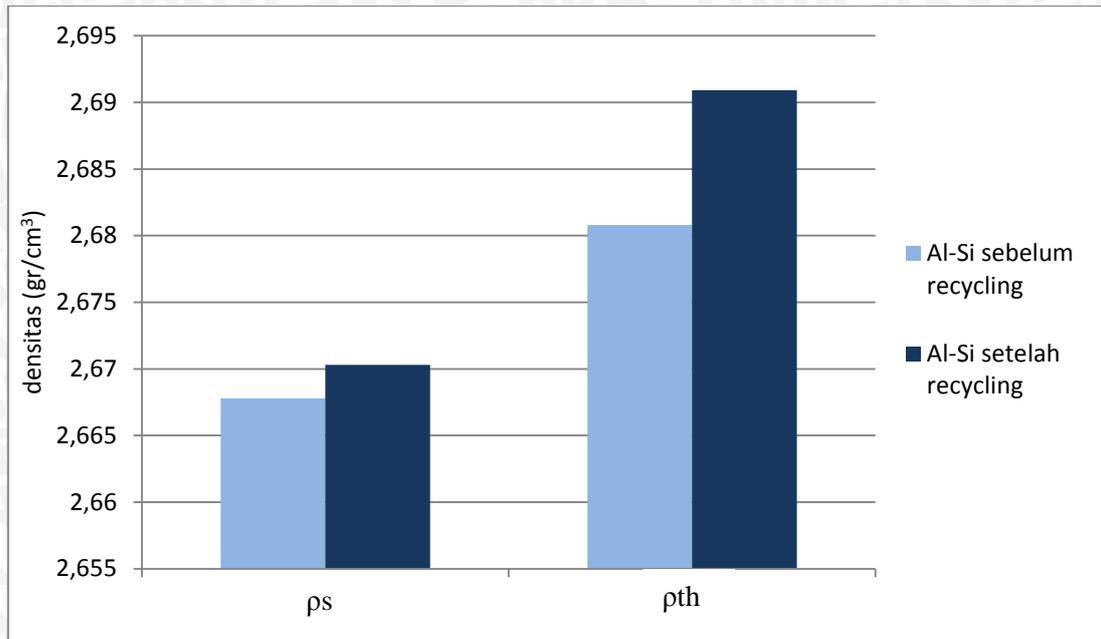


Gambar 4.2 foto mikrostruktur Paduan Al-Si dengan perbesaran 400x (a) Sebelum proses *recycling* (b) Setelah proses *recycling*

Dari foto mikrostruktur pada gambar 4.2 terlihat bahwa terdapat banyak inklusi yang dihasilkan setelah proses *recycling*. Dengan banyaknya inklusi yang timbul dikarenakan perubahan komposisi dengan menurunnya persentase kadar *silicon* diikuti dengan kenaikan persentase unsur besi dan *manganese* yang menyebabkan terbentuknya fase *intermetallic* sehingga pertumbuhan dendrit terhambat dan menurunkan nilai fluiditas logam. Naiknya jumlah pengotor atau fasa intermetalik pada lelehan akan menurunkan fraksi solid pada ujung aliran sehingga akan mengurangi *flow time* dan panjang fluiditas. Fluiditas dari cairan logam dipengaruhi baik oleh morfologi maupun jumlah fraksi intermetalik. Dalam paduan aluminium silikon besi merupakan sebagai unsur pengotor. Dengan terdapatnya unsur besi dapat terbentuknya fase intermetalik yang mengakibatkan paduan Al-Si yang brittle, meingkatnya cacat porositas dan menurunnya sifat mampu cor. Penurunan sifat mampu cor dikarenakan aliran logam yang terhambat oleh partikel dendrit Al-Fe-Si (Nanda 2010).

4.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Densitas

Densitas merupakan sebuah ukuran berat per volume. Unsur komposisi kimia setiap spesimen mempengaruhi sifat mekanik dan karakteristiknya, sifat mekanik suatu paduan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: komposisi kimia, perlakuan panas (*heat treatment*), proses pengecoran dan proses pengerjaan,. (Suhariyanto, 2002). Dari penelitian yang dilakukan didapat nilai dari *apparent density* dengan melakukan pengukuran berat spesimen uji dan *true density* berdasarkan perhitungan dari unsur kimia spesimen.

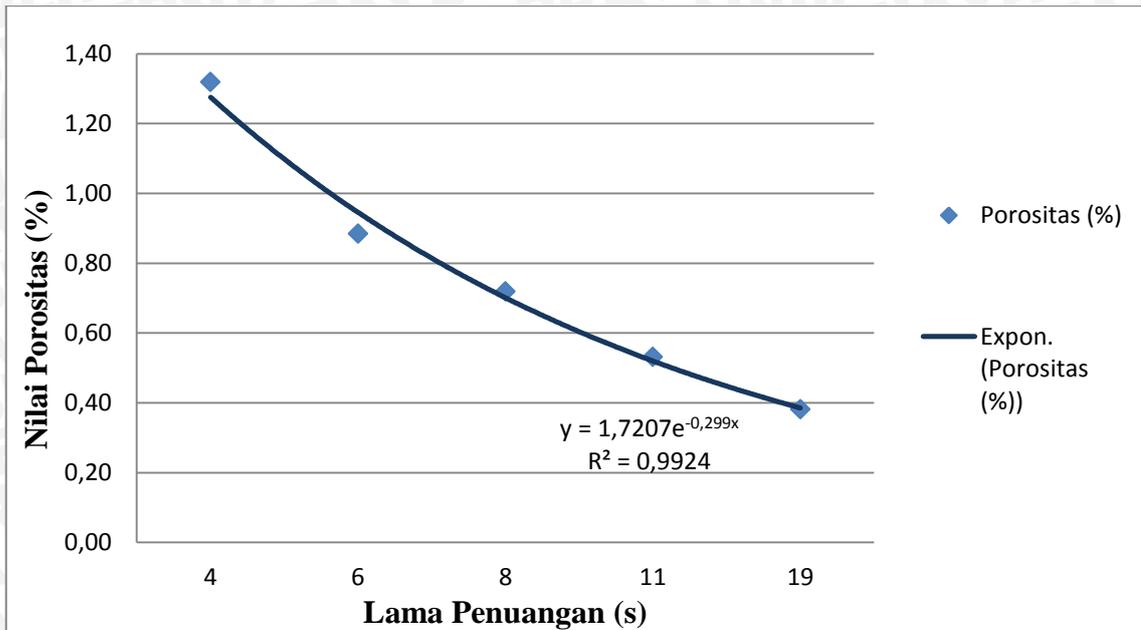


Gambar 4.3 Perbandingan densitas Al-Si sebelum dan sesudah *recycling*

Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai densitas antara sebelum dan sesudah proses *recycling*. Pada nilai *apparent density* terjadi kenaikan dengan nilai awal 2.6678 gr/cm³ menjadi 2.6703 gr/cm³ kenaikan juga terjadi pada *true density* dengan nilai densitas sebelum *recycling* sebesar 2.6808 gr/cm³ menjadi 2.6909 gr/cm³ Dengan terjadinya kenaikan nilai densitas diakibatkan karena adanya perubahan unsur paduan yang terdapat pada spesimen uji setelah proses *recycling*.

4.2.3 Pembahasan Hasil Pengujian Porositas

Dalam pengecoran logam cacat porositas merupakan cacat yang sering di jumpai dan sulit untuk dihindari, namun setiap produk cor harus memiliki nilai porositas sekecil mungkin. Porositas dapat menurunkan sifat mekanik dari material secara signifikan. kontrol material saat peleburan hingga penuangan dapat meningkatkan kualitas dari material. (Wahyono:2012). Berdasarkan tabel 4.4 diketahui bahwa porositas tertinggi terjadi disaat waktu penuangan 4 detik, dan porositas paling kecil terjadi saat waktu penuangan 19 detik.



Gambar 4.4 Hubungan antara laju penuangan dengan porositas *recycling* Al-Si

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa semakin lama waktu penuangan akan menurunkan nilai porositas dari produk. Hal ini diebabkan karena dengan waktu penuangan yang cepat akan terbentuk aliran dengan kecepatan yang tinggi yang dapat menyebabkan aliran logam cair cenderung turbulen dan menyebabkan udara yang berada dalam cetakan terjebak dalam aliran sampai logam solidifikasi. Dengan waktu penuangan yang lama akan terbentuk aliran dengan kecepatan rendah. Dengan aliran dengan kecepatan rendah logam cair akan dapat mengisi cetakan secara perlahan menyebabkan udara yang berada dalam cetakan mudah untuk keluar cetakan.

Kecepatan aliran yang terjadi pada penuangan logam cair dapat mempercepat laju penyerapan gas *hydrogen* dari atmosfer yang mengandung uap air. Faktor pertimbangan standar yang harus diperhitungkan untuk memprediksi cacat pengecoran (porositas) terdiri dari, sifat panas logam tuang dan cetakan (seperti: konduktivitas, panas jenis, panas laten, pemuai/penyusutan, difusi), sifat hidrodinamik logam cair (seperti: viskositas, jenis aliran, kemampuan alir, kekasaran permukaan), dan sifat mekanik logam (seperti: tegangan termal, tegangan permukaan) (Wahyono 2012).

Tabel 4.6 Kecepatan aliran tiap spesimen

Lama Penuangan	Kecepatan Aliran
4	1.44
6	1.17
8	0.90
11	0.63
19	0.37

Berdasarkan tabel perhitungan 4.5, Diketahui bahwa dengan lama penuangan 4 detik akan mengakibatkan aliran dengan kecepatan yang tinggi dan meningkatkan porositas yang terjadi lebih tinggi yaitu 1.32%. sedangkan proses penuangan dengan waktu yang lebih lama akan mengakibatkan kecepatan aliran semakin kecil, pada tabel diatas di ketahui bahwa dengan lama penuangan yang lebih panjang didapat nilai porositas yang kecil yaitu 0.38%.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa lama penuangan dapat mempengaruhi nilai porositas dikarenakan semakin singkat lama penuangan mengakibatkan kecepatan aliran yang semakin besar dan berdampak pada semakin besarnya udara yang terjebak pada hasil *recycling*.

