

MELT LOSS DAN POROSITAS PADA ALUMINIUM HASIL DAUR ULANG

*Fahmi Fasya¹, Norman Iskandar²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: Fahmi_fasya@yahoo.com

Abstrak

Aluminium merupakan logam ringan yang tahan terhadap korosi, kuat, dan mudah didapat sehingga penggunaannya sebagai bahan dasar terus meningkat. Namun adanya penumpukan aluminium bekas yang tidak diolah dengan baik dapat mengotori lingkungan sehingga diperlukan upaya untuk mendaur ulang sampah aluminium bekas supaya dapat dimanfaatkan kembali seperti sebelumnya maupun menjadi produk baru. Daur ulang aluminium sangatlah menguntungkan dari segi ekonomis, daur ulang aluminium lebih murah karena jika mengekstrak logam ini dari bijih aluminium sangatlah mahal, mencemari lingkungan, mengkonsumsi sejumlah besar energi, dan aluminium daur ulang menjadi bagian dari siklus yang dapat terjadi berulang-ulang tanpa kehilangan sifat-sifatnya. Pemanfaatan daur ulang aluminium dilakukan melalui proses pengecoran. Proses pengecoran aluminium harus dilaksanakan dengan hati-hati untuk menghindari cacat produk, salah satu cacat yang sering terjadi adalah porositas. Oleh karena itu perlu dilakukannya pengujian untuk menganalisa besarnya porositas yang terjadi agar dapat meningkatkan kualitas produk hasil pengecoran. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan bahan dasar berupa limbah kaleng minuman, rumah tangga, velg, dan blok mesin yang dicor dengan metode *sand casting*. Perbandingan untuk setiap pengecoran masing-masing 1kg. Pengujian yang dilakukan dengan uji densitas kemudian melakukan perhitungan untuk menentukan porositas dan *melt loss*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa untuk nilai dari porositas tertinggi terdapat pada spesimen kaleng dengan densitas 2,58 gr/cm³ yaitu sebesar 11,94%, kemudian disusul limbah velg dengan densitas 2,61 g/cm³ yang porositasnya 10,92%. Untuk limbah blok mesin dan rumah tangga nilai porositasnya sebesar 7,16% dan 5,64%. Sedangkan untuk persentase *melt loss* terendah pada saat pengecoran adalah limbah aluminium velg yaitu sebesar 14%. Dan *melt loss* tertinggi adalah untuk bahan limbah kaleng yaitu sebesar 18%.

Kata Kunci: Limbah aluminium, *melt loss*, porositas

Abstract

Aluminum is a lightweight metal, resistant to corrosion, strong, and easy to get, so its use increasing as a basic material. The accumulation of aluminum scrap that not treated properly can pollute the environment, so need effort to recycle aluminum scrap that can be recovered into new products. Recycling aluminum is profitable in terms of economical, because if these metals are extracted from ore of aluminum is very expensive, pollute the environment, consume large amounts of energy and recycled aluminum becomes the cycle that can occur repeatedly without loss of its properties. Utilization recycling is done through the casting process. Aluminum casting process must be carried out carefully to avoid defective products, one of the most common effect is porosity. Therefore, it needs to do testing to calculate the porosity in order to improve the quality of casting products. The analysis is using materials from recycled aluminum from beverage cans, household appliances, wheels, and the engine block that cast using sand casting method. Comparisons is 1 kg for each casting. Tests were carried out with density test and then perform calculations to determine the porosity and melt loss. The results of the study showed the highest porosity is specimen from beverage cans with 11,94 % of porosity and density value at 2.58 g/cm³, followed scrap from wheels with 2.61 g/cm³ density which 10.92% porosity. For porosity scrap from household appliances and engine block, is 7.16% and 5.64%. As for the lowest percentage melt loss is scrap from wheel with percentage 14%. And the highest melt loss is scrap from beverage cans with percentage 18%.

Keywords: Aluminum scrap, melt loss, porosity

1. Pendahuluan

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya yang sangat

meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni secara satu persatu atau bersama-sama. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut dan konstruksi [1]. Selain sifat-sifat tersebut aluminium juga murah dan mudah didapat, sehingga penggunaan aluminium sebagai bahan dasar dari masa ke masa semakin meningkat. Akibat dari peningkatan penggunaan aluminium sebagai bahan dasar tersebut sehingga meningkat pula jumlah kaleng minuman ringan, peralatan rumah tangga, *velg* dan blok mesin yang tidak terpakai lagi sehingga muncul masalah baru yaitu penumpukan sampah aluminium bekas. Akibat dari penumpukan aluminium bekas yang tidak diolah dengan baik maka dapat mengotori lingkungan sebab logam aluminium membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat larut dalam air maupun untuk dapat terurai dalam tanah. Daur ulang aluminium sangatlah menguntungkan karena jika mengekstrak logam ini dari bijih aluminium sangatlah mahal, mencemari lingkungan, dan mengkonsumsi sejumlah besar energi. Ketika kita daur ulang aluminium kaleng minuman, kita menghilangkan langkah-langkah awal, dan aluminium daur ulang menjadi bagian dari siklus yang dapat terjadi berulang-ulang tanpa kehilangan sifat-sifat pada aluminium[2]. Manfaat dari daur ulang aluminium sangat jelas. Saat ini 40% dari semua aluminium yang digunakan dalam konstruksi didapat dari daur ulang, namun angka ini terus meningkat sebab konsep penggunaan ulang dalam suatu komponen bangunan sudah diterima secara luas [3].

Pemanfaatan daur ulang aluminium dilakukan melalui proses pengecoran. Dimana pengertian pengecoran sendiri adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Logam cair akan dituangkan atau ditekan ke dalam cetakan yang memiliki rongga sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Setelah logam cair memenuhi rongga dan kembali ke bentuk padat, selanjutnya cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan untuk proses selanjutnya [4]. Namun pada pengecoran berbahan aluminium yang menggunakan cetakan pasir sering terjadinya cacat produk, Salah satu cacat yang sering terjadi adalah porositas. Dimana porositas menurunkan kualitas suatu produk. Oleh karena itu Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa besarnya porositas dan *melt loss* yang terjadi pada limbah aluminium agar dapat meningkatkan kualitas produk hasil pengecoran.

2. Bahan dan metode penelitian

Alumunium yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium dari limbah atau aluminium bekas. Adapun limbah-limbah yang digunakan untuk penelitian ini meliputi:



Gambar 1. Limbah kaleng.



Gambar 2. Limbah rumah tangga.

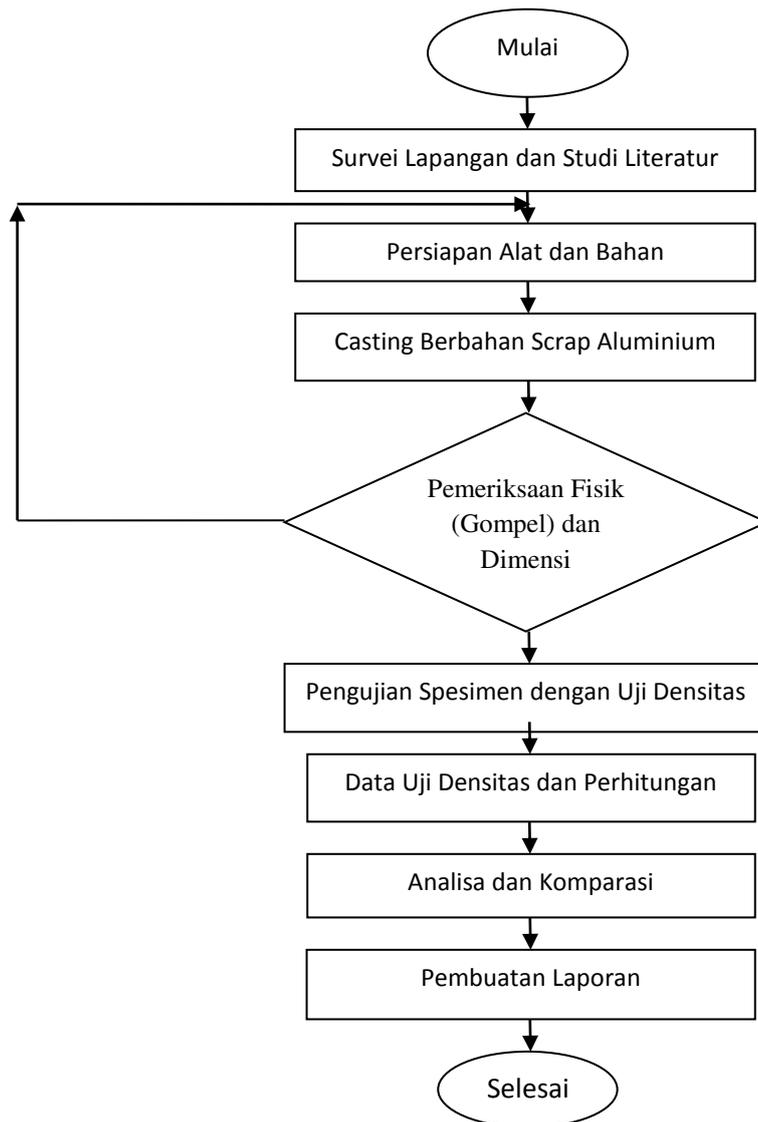


Gambar 3. Velg mobil.



Gambar 4. Blok mesin.

Metode yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan berupa pembuatan spesimen dari bahan-bahan limbah aluminium dengan metode *sand casting*. Kemudian limbah aluminium yang sudah dicor diuji yang berupa pengujian densitas dan perhitungan porositas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Metode penelitian.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 5, penelitian ini meliputi:

- a. **Survei Lapangan dan Studi Literatur**
 Survei lapangan dan studi literatur dilakukan untuk melihat bagaimana industri pengecoran yang ada dan untuk mencari materi dan teori yang berhubungan dengan penelitian ini agar memudahkan dalam menentukan proses yang akan dilakukan selama penelitian. uji densitas, perhitungan porositas.
- b. **Persiapan Alat dan Bahan**
 Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengecoran berupa pola, limbah kaleng, limbah rumah tangga, limbah velg kendaraan, limbah dari blok mesin. Proses pengecoran dilakukan di salah satu tempat pengecoran di Klaten dengan menggunakan cetakan pasir. Pada proses pengecoran limbah aluminium untuk masing-masing coran berat 1kg dengan jumlah coran sebanyak 3 buah spesimen.
- c. **Pemeriksaan Hasil Cor**
 Spesimen hasil pengecoran diteliti apakah layak untuk diuji atau tidak. Apabila terjadi kecacatan dalam bentuk fisik maka dilakukan kembali ke proses persiapan bahan untuk dilakukan pengecoran ulang.
- d. **Pengujian Spesimen**
 Pengujian Spesimen dilakukan di laboratorium material teknik Jurusan Teknik Mesin UNDIP. Uji densitas dilakukan dengan menggunakan *density meter* dan perhitungan porositas.
- e. **Pengolahan Data, Analisa, dan Komparasi**
 Melakukan pengumpulan dan mengolah data yang sudah didapatkan dengan mengacu pada materi referensi, dan menampilkan data tersebut dalam bentuk grafik dan tabel untuk dikomparasi.

f. Pembuatan Laporan

Membuat laporan dari hasil pengolahan data dan analisa kemudian menarik kesimpulan dan memberi saran untuk lanjutan dari penelitian ini.

2.1 Pengujian Densitas

Densitas merupakan besaran fisis yaitu perbandingan massa (m) dengan volume benda (V). Pengukuran densitas yang materialnya berbentuk padatan atau *bulk* digunakan metode Archimedes. Untuk menghitung nilai densitas aktual dan teoritis digunakan Persamaan :

Densitas aktual/ sampel :

$$\rho_m = \frac{m_s}{(m_s - m_g)} \times \rho_{H_2O} \quad (1)$$

Densitas teoritis :

$$\rho_{th} = \rho_{Al} \cdot V_{Al} + \rho_{FA} \cdot V_{FA} \quad (2)$$

dimana :

- ρ_m : densitas aktual (gram/cm³)
- m_s : massa sampel kering (gram)
- m_g : massa sampel yang digantung di dalam air (gr)
- ρ_{H_2O} : massa jenis air = 1 gram/cm³
- ρ_{th} : densitas teoritis (gram/cm³)
- ρ_{Al} : densitas Al (gram/cm³)
- ρ_{Si} : densitas Si (gram/cm³)
- V_{Al} : fraksi massa Al (gram)
- V_{geo} : fraksi massa SiC (gram)

Adapun tahapan dari pengujian densitas dan porositas sebagai berikut :

- a. Menyiapkan sampel hasil dari proses pengecoran.
- b. Menyiapkan alat yaitu density meter, mengisi air kedalam alat *density meter* dan tekan tombol *power*.
- c. Mengukur berat kering dari spesimen sebelumnya setting nol dengan klik tare dan klik *measure*.
- d. Setelah itu angkat spesimen dan celupkan kedalam wadah berisi air lalu setting nol dengan klik tare, lalu klik *measure* maka akan didapat data densitas, dan volume basah dengan mengganti mode pada alat.
- e. Catat hasil yang didapat lalu bandingkan dengan perhitungan manual.
- f. Menghitung densitas sampel dengan menggunakan Persamaan diatas.

2.2 Perhitungan Porositas

Porositas dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah volume ruang kosong (rongga pori) yang dimiliki oleh zat padat terhadap jumlah dari volume zat padat itu sendiri. Porositas suatu bahan pada umumnya dinyatakan sebagai porositas terbuka atau *apparent porosity*, dan dapat dinyatakan dengan Persamaan:

Porositas :

$$P = \frac{D_{teoritis} - D_{aktual}}{D_{teoritis}} \times 100\% \quad (3)$$

dimana :

- P: porositas (%)
- D teoritis: Densitas teoritis (gr/cm³)
- D actual: Densitas actual (gr/cm³)

Dengan diketahuinya densitas aktual dan densitas teoritis menggunakan Persamaan (1) dan Persamaan (2), maka porositas material dapat ditentukan dengan Persamaan (3).

2.3 Perhitungan Melt Loss

Perhitungan *melt loss* dilakukan untuk mengetahui besarnya kerugian yang hilang akibat aluminium yang teroksidasi karena pembakaran dari pengecoran limbah yang dilakukan. Untuk perhitungan persentase *melt loss* ditunjukkan pada Persamaan (4). Perhitungan nilai ekonomis digunakan untuk mengetahui besarnya biaya pengeluaran sebenarnya setelah terpengaruh kerugian akibat *melt loss* yang ditunjukkan pada Persamaan (5).

Persentase *Melt Loss*:

$$\%Melt Loss = \left(1 - \frac{m_i}{m_o}\right) \times 100\% \quad (4)$$

Nilai Ekonomis:

$$\text{Biaya Pengeluaran} = (1 + \%Melt Loss) \times \$_{scrap/kg} \quad (5)$$

dimana :

$\% Melt Loss$ = Persentase aluminium teroksidasi

m_i =Berat akhir (gram)

m_o =Berat awal (gram)

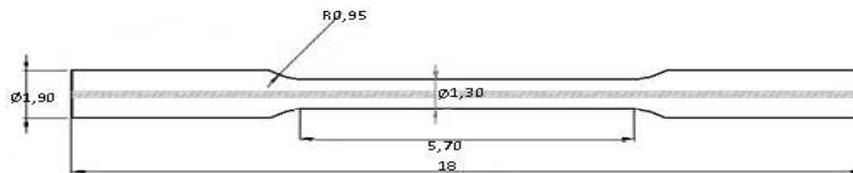
$S_{scrap/kg}$ = Harga limbah dipasaran per kg

3. Hasil dan Pembahasan

Data-data dalam penelitian ini adalah hasil pengujian limbah coran aluminium bekas yang didapat dengan melakukan pengujian densitas, perhitungan porositas dan *melt loss*. Setelah melakukan proses pembuatan material cor aluminium didapatlah bentuk spesimen dan dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 6 untuk spesimen dan Gambar 7 untuk dimensi.



Gambar 6. Spesimen.



Gambar 7. Dimensi spesimen.

3.1 Data Hasil Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan berdasarkan hukum Archimedes. Pengujian densitas dilakukan untuk mencari nilai porositas pada spesimen. Peralatan yang digunakan adalah timbangan merk Satorius dengan ketelitian 0.001 gram dan fluida air. Untuk hasil pengujian densitas dapat dilihat dari Tabel 1.

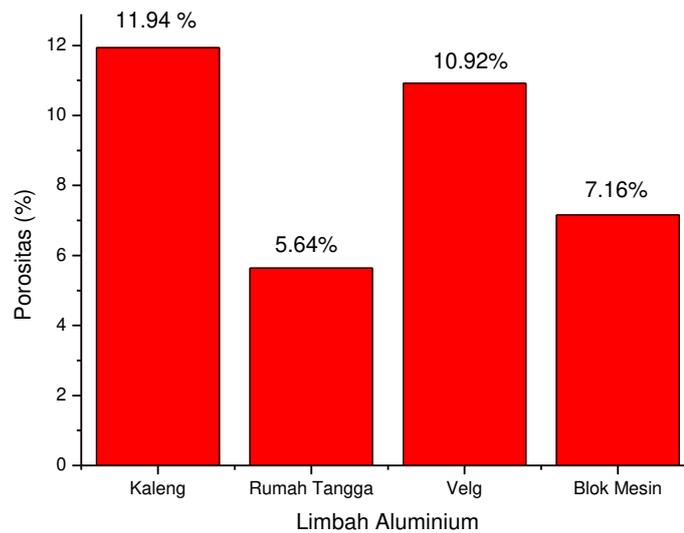
Tabel 1. Nilai Hasil Pengujian Densitas

No.	Spesimen	Massa sampel kering (gram)	Massa sampel digantung dalam air (gr)	Densitas aktual (gram/cm ³)	Densitas rata-rata (gram/cm ³)
1.	Kaleng	7,62	2,99	2,54	2,58
		8,26	3,15	2,62	
		6,54	2,51	2,60	
2.	Rumah Tangga	6,50	2,51	2,58	2,56
		6,61	2,58	2,56	
		7,45	2,94	2,53	
3.	Velg	7,14	2,72	2,62	2,61
		7,22	2,77	2,60	
		7,25	2,75	2,63	
4.	Blok Mesin	6,60	2,41	2,74	2,72
		6,95	2,58	2,69	
		7,46	2,73	2,73	

Densitas nilai terbesar adalah limbah blok mesin yaitu sebesar 2.72 g/cm³ dan densitas terkecil terdapat pada limbah rumah tangga yaitu sebesar 2.55 g/cm³. Sedangkan untuk kaleng dan velg sebesar 2,56 dan 2,61. Perbedaan Ketidakhomogenan ini disebabkan oleh faktor pengecoran yang kurang baik dan banyaknya jumlah porositas pada setiap daerah paduan cor yang berbeda-beda.

3.2 Data Hasil Penghitungan Porositas

Perhitungan porositas dilakukan untuk melihat seberapa besar porositas yang dihasilkan pada pengecoran spesimen. Semakin banyak persen porositas yang dihasilkan semakin buruk material pengecoran yang dibuat karena dapat menurunkan sifat mekanik pada spesimen. Bagian spesimen yang diambil untuk perhitungan porositas sama dengan pengujian densitas yaitu bagian tengah dan bawah spesimen. Perhitungan porositas dapat dilihat dari Gambar 8.



Gambar 8. Grafik porositas material limbah aluminium.

Nilai dari Porositas tertinggi terdapat pada spesimen kaleng dengan densitas 2,58 gr/cm³ yaitu sebesar 11,94%, kemudian disusul Limbah velg dengan densitas 2,61 yang porositasnya 10,92%. Untuk limbah blok mesin dan rumah tangga nilai porositasnya sebesar 7,16% dan 5,64%. Nilai porositas yang bervariasi dan cukup tinggi tersebut dapat dikatakan dikarenakan pori-pori yang terbentuk membesar, faktor waktu penuangan yang berbeda-beda sehingga adanya udara yang terperangkap, dan perbedaan kandungan kotoran yang berbeda-beda juga pada pasir cetak karena cetakan yang digunakan juga berbeda-beda untuk tiap pengecoran. Setelah didapat nilai porositas, selanjutnya melakukan perhitungan *melt loss*.

3.3 Data Hasil Perhitungan Melt Loss

Perhitungan *melt loss* dilakukan untuk mengetahui besarnya kerugian yang hilang dari pengecoran limbah yang dilakukan. Pada penelitian ini persentase sebesar 1kg untuk masing-masing limbah. Setelah didapat besarnya *melt loss* maka bisa dihitung nilai ekonomisnya. Dimana untuk harga limbah aluminium dipasaran untuk limbah kaleng sebesar 12ribu/kg, rumah tangga sebesar 16ribu/kg, velg sebesar 25ribu/kg, dan blok mesin sebesar 20ribu/kg. Sehingga untuk hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan (4) untuk mencari *melt loss* dan Persamaan (5) untuk mencari nilai ekonomis per kg yang didapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan *Melt Loss*

No.	Spesimen	Harga awal (Rp)	mo (kg)	mt (kg)	% Melt Loss	Harga akhir (Rp)	Tanggal Pembelian
1	Limbah Kaleng	12.000	1	0,82	18%	14.160	11/04/2014
2	Limbah Rumah Tangga	16.000	1	0,84	16%	18.560	03/05/2014
3	Velg	25.000	1	0,86	14%	28.500	12/04/2014
4	Blok Mesin	20.000	1	0,85	15%	23.000	03/05/2014

Pada penelitian besarnya persentase kerugian *melt loss* terendah pada saat pengecoran adalah limbah aluminium velg yaitu sebesar 14%. Dan kerugian *melt loss* tertinggi adalah untuk bahan limbah kaleng yaitu sebesar

18%, hal ini dapat dikarenakan akibat banyaknya aluminium yang teroksidasi. Akibat adanya *melt loss* dari segi nilai ekonomisnya didapatlah kenaikan harga untuk masing-masing limbah aluminium. Pada limbah kaleng untuk tiap 1kg didapatlah harga yaitu sebesar Rp. 14.160,-/kg, untuk peralatan rumah tangga yaitu sebesar Rp. 18.560,-/kg, untuk limbah velg yaitu sebesar Rp. 28.500,-/kg dan untuk blok mesin yaitu sebesar Rp. 23.000,-/kg. Sehingga dapat dikatakan *melt loss* mempengaruhi besarnya harga biaya produksi.

3. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan dalam pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Nilai dari Porositas tertinggi terdapat pada spesimen kaleng dengan densitas 2,58 gr/cm³ yaitu sebesar 11,94%, kemudian disusul Limbah velg dengan densitas 2,61 yang porositasnya 10,92%. Untuk limbah blok mesin dan rumah tangga nilai porositasnya sebesar 7,16% dan 5,64%. Nilai porositas yang bervariasi dan cukup tinggi tersebut dapat dikatakan dikarenakan pori-pori yang terbentuk membesar, faktor waktu penuangan yang berbeda-beda sehingga adanya udara yang terperangkap, dan perbedaan kandungan kotoran yang berbeda-beda juga pada pasir cetak karena cetakan yang digunakan juga berbeda-beda untuk tiap pengecoran.
- 2) Pada Perhitungan untuk masing-masing limbah dengan persentase sebesar 1kg, didapat besarnya *melt loss* aluminium terendah yaitu velg yaitu sebesar 14%. Dan kerugian *melt loss* tertinggi adalah untuk bahan limbah kaleng yaitu sebesar 18%, hal ini dapat dikarenakan akibat banyaknya aluminium yang teroksidasi.
- 3) *melt loss* mempengaruhi besarnya harga biaya produksi dari limbah kaleng, peralatan rumah tangga, velg dan blok mesin.

4. Daftar pustaka

- [1] Surdia T., Shinroku S., (1995), "*Pengetahuan Bahan Teknik*," Jakarta: Pradnya Paramita.
- [2] Husband T., (2012), "*ChemMatters: Recycling Aluminium A Way of Life or A Lifestyle?*" United Kingdom.
- [3] Simpson J., (1999), "*Aluminium In the Construction Industry*," London: Kawneer.
- [4] Groover M.P., (2007), "*Fundamentals of Modern Manufacturing*," Wiley India: Pvt. Limited.