

**PENGARUH PENAMBAHAN TIMAH HITAM (Pb) SEBESAR
20% PADA PENGECORAN MENGGUNAKAN BAHAN
ALUMINIUM UKURAN 10 x 10 x 1 CM TERHADAP NILAI
KEKERASAN DENGAN MEDIA CETAKAN PERMANEN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

ENDY SIDIK WACONO
D200140148

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PENAMBAHAN TIMAH HITAM (Pb) SEBESAR 20% PADA PENGECORAN MENGGUNAKAN BAHAN ALUMINIUM UKURAN 10 x 10 x 1 CM TERHADAP NILAI KEKERASAN DENGAN MEDIA CETAKAN PERMANEN

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

ENDY SIDIK WACONO

D200140148

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agus Yulianto', with a long horizontal stroke extending to the right.

(Agus Yulianto, S.T, M.T)

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN TIMAH HITAM (Pb) SEBESAR 20% PADA PENGECORAN MENGGUNAKAN BAHAN ALUMINIUM UKURAN 10 x 10 x 1 CM TERHADAP NILAI KEKERASAN DENGAN MEDIA CETAKAN PERMANEN

Oleh

ENDY SIDIK WACONO

D200140148

Telah diterima dan disahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, tanggal
19 Februari 2019

Dewan penguji :

- 1. Agus Yulianto, S.T, M.T**
(Ketua Dewan Penguji)
- 2. Amin Sulistyanto, S.T, M.T**
(Anggota 1 Dewan Penguji)
- 3. Wijianto, S.T., M.Eng.Sc**
(Anggota 2 Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik :



Ir. Sri Sunarjono, M.T.,PhD.

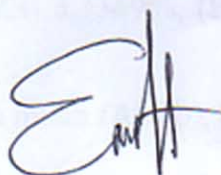
NIK. 682

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam nasakah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak pernah terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Januari 2019

Penulis



ENDY SIDIK WACONO

D200140148

**PENGARUH PENAMBAHAN TIMAH HITAM (Pb) SEBESAR 20%
PADA PENGECORAN MENGGUNAKAN BAHAN ALUMINIUM
UKURAN 10 X 10 X 1 CM TERHADAP NILAI KEKERASAN DENGAN
MEDIA CETAKAN PERMANEN**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan aluminium dengan aluminium paduan timah hitam terhadap nilai kekerasan, struktur mikro, dan komposisi kimia, dengan ukuran dimensi scrap 10 x 10 x 1 cm dari bahan aluminium. Proses pengecoran dimulai dengan menggunakan Persiapan cetakan permanen dengan bentuk homogen dan bentuk silinder. Sebelum melakukan penuangan aluminium cair ke dalam cetakan, yang pertama dilakukan adalah pembersihan dinding cetakan agar bersih dari kotoran-kotoran, selanjutnya pemanasan awal cetakan agar coran tidak lengket dicetakan. Kemudian tahap selanjutnya permukaan dasar cetakan permanen dilapisi pasir merah. Kemudian aluminium cair dengan dimensi scrap 10 x 10 x 1 cm dituang kedalam cetakan permanen bentuk homogen, Kemudian proses peleburan ulang dengan cetakan permanen bentuk silinder, dengan penambahan timah hitam sebesar 20%. ketika aluminium sudah mengeras dan mendingin cetakan dibongkar untuk pengambilan hasil pengecorannya. Pada pengujian kekerasan aluminium (Al) dengan alat uji kekerasan brinell didapat nilai kekerasan dengan dimensi scrap 10 x 10 x 1 cm dengan nilai 77,733 BHN. Pada pengujian komposisi kimia menggunakan alat spectrometer diketahui empat unsur kimia yang dominan pada hasil coran aluminium adalah (Al) 83,90%, (Si) 10,5%, (Zn) 4,20%, (Fe) 0,718 %. Pada pengujian kekerasan aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) didapat nilai kekerasan 83,63 BHN. Pada pengujian komposisi kimia menggunakan alat spectrometer diketahui lima unsur kimia yang dominan pada hasil coran aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) adalah (Al) 84,15%, (Si) 7,0889%, (Zn) 3,1369%, (Pb) 2,1885%, (Cu) 1,7498%.

Kata Kunci : pengecoran, aluminium paduan timah hitam (al-pb), cetakan permanen

Abstract

This study aims to determine the effect of differences in aluminum with lead aluminum alloy on the value of hardness, microstructure, and chemical composition, with dimensions of scrap dimensions of 10 x 10 x 1 cm of aluminum. The casting process begins by using permanent mold preparation with a homogeneous shape and cylindrical shape. Before doing molten aluminum pouring into the mold, the first thing to do is to clean the mold wall so that it is clean of dirt, then preheat the mold so that the non-sticky castings are printed. Then the next stage is the base of the permanent mold coated with red sand. Then molten aluminum with scrap dimensions of 10 x 10 x 1 cm is poured into a permanent form of homogeneous form, then the process of re-melting with a permanent mold form a cylinder, with the addition of lead by 20%. when aluminum has hardened and cooled the mold is dismantled to retrieve the results

of casting. The hardness test of aluminum (Al) with the brinell hardness test obtained the value of hardness with scrap dimensions of 10 x 10 x 1 cm with a value of 77,733 BHN. In testing the chemical composition using a spectrometer it is known that the four dominant chemical elements in the aluminum castings are (Al) 83.90%, (Si) 10.5%, (Zn) 4.20%, (Fe) 0.718%. The hardness test of lead aluminum alloy (Al-Pb) obtained a hardness value of 83,63 BHN. In testing the chemical composition using a spectrometer device it is known that five chemical elements that are dominant in the results of lead aluminum alloy castings (Al-Pb) are (Al) 84.15%, (Si) 7.0889%, (Zn) 3.1369%, (Pb) 2.1885%, (Cu) 1.7498%.

Keywords: casting, aluminum alloy black tin (al-pb), permanent mold

1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam adalah proses pembentukan dari logam yang dicairkan, dituang ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Oleh karena itu sejarah pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Hal itu terjadi kira-kira 4.000 sebelum Masehi, awal penggunaan logam oleh orang ialah ketika orang membuat perhiasan dari emas atau perak tempaan, dan kemudian membuat senjata atau mata bajak dengan menempa tembaga. (Surdia dan Chijiiwa, 2000 :1). Saat ini pengecoran masih banyak digunakan dan menjadi pilihan utama dalam proses pembentukan bahan, karena dapat membuat bentuk-bentuk rumit dengan konsistensi produk yang baik.

Aluminium (Al) adalah salah satu logam non ferro yang memiliki beberapa keunggulan, ringan dan mempunyai sifat tahan terhadap korosi. Aluminium murni mempunyai sifat mampu cor dan sifat mekanis yang jelek. Oleh karena itu dipergunakan paduan aluminium karena sifat-sifat mekanisnya akan diperbaiki dengan menambahkan tembaga, silisium, magnesium, mangan, nikel dan sebagainya. Coran paduan aluminium adalah ringan dan merupakan penghantar panas yang baik, Al-Si, Al-Cu-Si dan Al-Si-Mg adalah deretan dari paduan aluminium yang banyak dipergunakan untuk bagian-bagian mesin, Al-Cu-Ni-Mg dan Al-Si-Cu-Ni-Mg adalah deretan untuk bagian-bagian mesin yang tahan panas, dan Al-Mg adalah untuk bagian-bagian tahan korosi. (Surdia dan Chijiiwa, 2000 : 6).

Pembuatan aluminium biasa dilakukan dengan berbagai cara, dengan menggunakan metode pengecoran atau membuat pola cetakan. Pola yang

dipergunakan untuk pembuatan cetakan benda coran dapat digolongkan menjadi pola logam dan pola kayu. Pola logam dipergunakan agar dapat menjaga ketelitian ukuran benda coran, terutama dalam masa produksi, sehingga unsur pola bias lebih lama dan produktivitas lebih tinggi. Bahan dari pola logam biasa bermacam-macam sesuai dengan penggunaannya. Sebagai contoh, logam tahan panas seperti : besi cor, baja cor dan paduan tembaga. Pola kayu dibuat dari kayu, murah, cepat dibuatnya dan mudah diolahnya dibanding dengan pola logam. Oleh karena itu pola kayu umumnya dipakai untuk cetakan pasir. (Surdia dan Chijiiwa, 2000 : 51).

Dalam hal ini peneliti akan memadukan aluminium dengan dimensi *scrap* 10 x 10 x 1 cm dan penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% hasil pengecoran dengan cetakan permanen terhadap nilai kekerasan sehingga akan menghasilkan sifat fisis dan sifat mekanis suatu logam yang berbeda.

Sangat penting untuk mengetahui sifat fisis dan sifat mekanis suatu logam khususnya aluminium. Dengan mengetahui sifat fisis dan sifat mekanik suatu logam diharapkan dengan penelitian ini dapat menghasilkan hasil paduan yang berkualitas baik. Untuk mengetahui sifat-sifat logam tersebut dapat dilakukan beberapa pengujian, yaitu : uji kekerasan, uji komposisi kimia, uji struktur mikro.

1.1 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah “Bagaimana pengaruh penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% pada pengecoran menggunakan bahan aluminium ukuran 10 x 10 x 1 cm terhadap nilai kekerasan, kesetimbangan unsur paduan dan perubahan struktur mikro hasil pengecoran aluminium?”

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui pengaruh penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% terhadap komposisi kimia produk cor aluminium. Mengacu pada standar ASTM E1251.
- b. Mengetahui pengaruh penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% terhadap kekerasan produk cor aluminium. Mengacu pada standar ASTM E10.
- c. Mengetahui pengaruh penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% terhadap struktur mikro produk cor aluminium. Mengacu pada standar ASTM E3.

1.3 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini maka akan didapatkan berbagai macam manfaat yang dapat dipetik baik secara teoritis maupun praktis :

Secara Teoritis

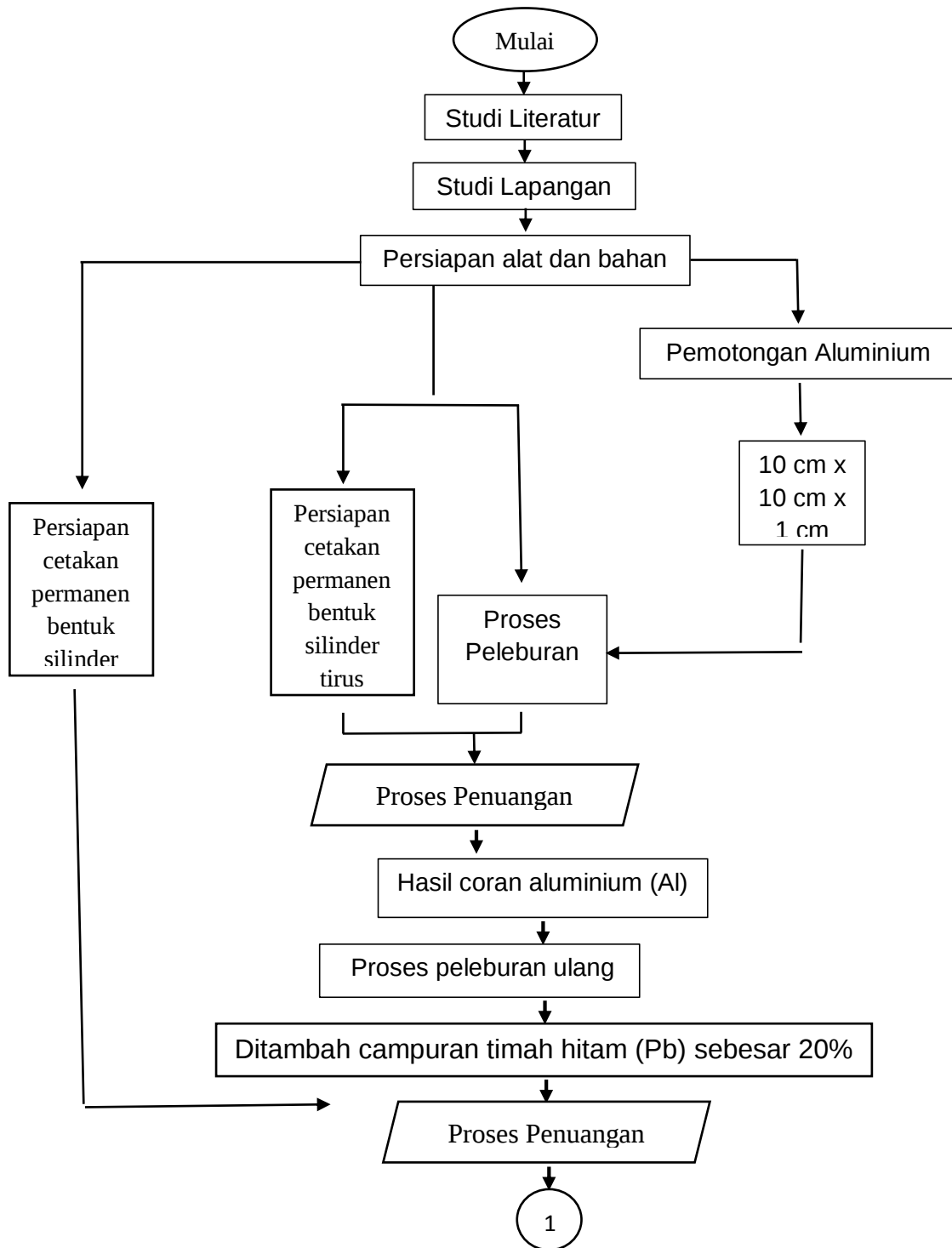
Penelitian diharapkan dapat menambah wawasan dan referensi dalam pengecoran logam khususnya pada pengaruh penambahan timah hitam (Pb) sebesar 20% pada pengecoran menggunakan bahan aluminium terhadap kekerasan hasil pengecoran dengan menggunakan cetakan permanen.

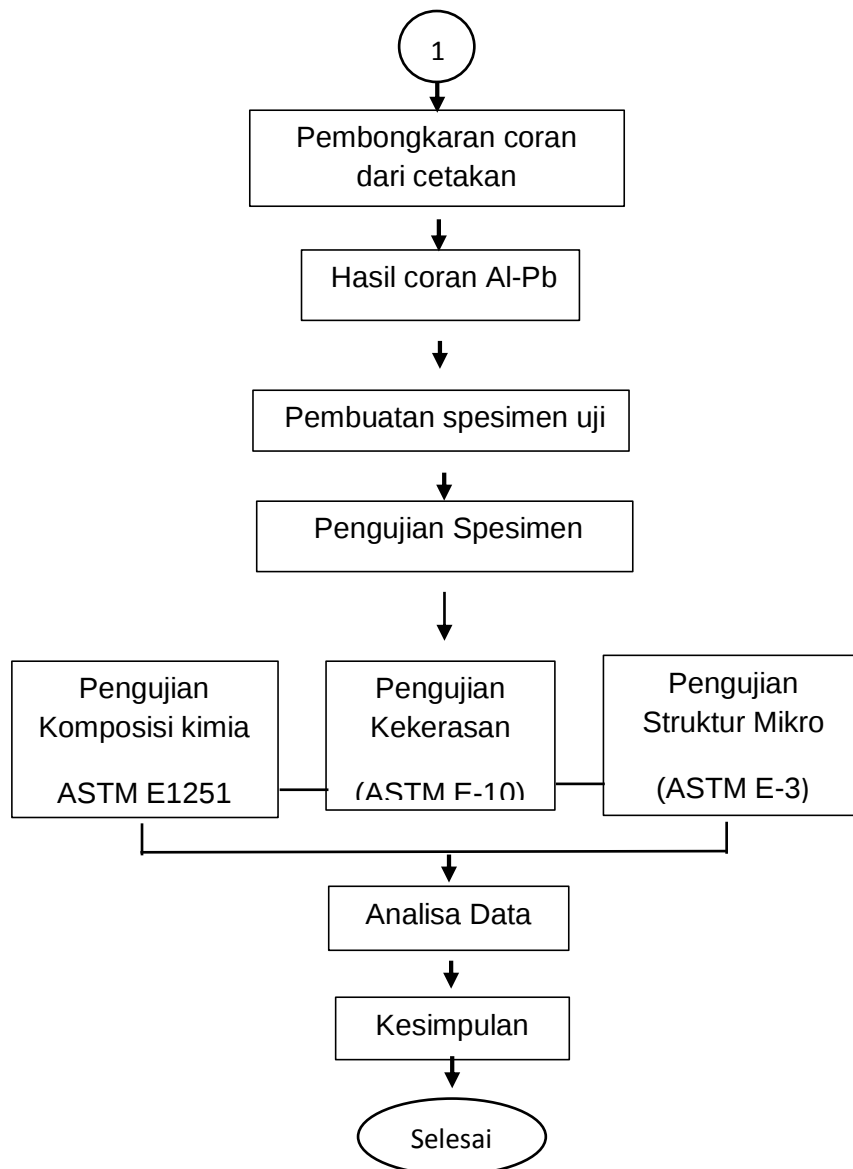
Secara Praktis

- a. Bagi penelitian dapat menerapkan teori yang telah didapatkan selama perkuliahan terutama dalam ilmu teknologi pengecoran logam.
- b. Mengetahui pengaruh penambahan timah hitam pada pengecoran menggunakan bahan aluminium terhadap kekerasan.
- c. Dapat memberikan masukan bagi industri yang memiliki masalah sama dengan penelitian selanjutnya mengenai teknologi pengecoran.

2. METODE

2.1 Diagram alir





Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

- a. Tungku Peleburan Pada proses peleburan, tungku yang digunakan adalah tungku krusibel.
- b. Alat Penuang

Pada penelitian ini proses penuangan dilakukan melalui cara konvensional dengan tenaga manusia. Dalam proses ini alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

c. Blower

Alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan untuk membantu dalam proses peleburan berlangsung.

d. Timbangan

Untuk menimbang bahan logam yang digunakan untuk proses peleburan.

e. *Infrared thermometer*

Infrared thermometer adalah alat ukur untuk mengukur suhu temperatur tanpa harus bersentuhan langsung dengan obyek yang akan diukur.

f. Mesin gerinda duduk

Untuk memotong material logam sesuai dengan ukuran sebelum melakukan peleburan.

g. Amplas

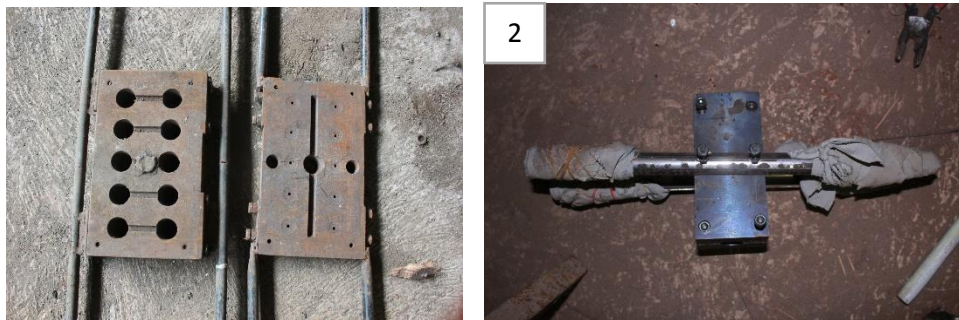
Amplas berfungsi sebagai alat tambahan pada proses *polishing*, amplas yang digunakan dimulai dari ukuran 120,320,400,600,1000.

h. Autosol

Autosol dioleskan pada permukaan spesimen dengan menggunakan kain halus agar permukaan mengkilap.

i. Cetakan Permanen

Cetakan yang digunakan pada penelitian ini adalah, cetakan permanen homogen dan cetakan permanen silinder yang terbuat dari baja atau logam tahan panas dan bisa dipakai berulang kali.



Gambar 2. Cetakan permanen

Keterangan gambar :

a. Cetakan permanen homogen

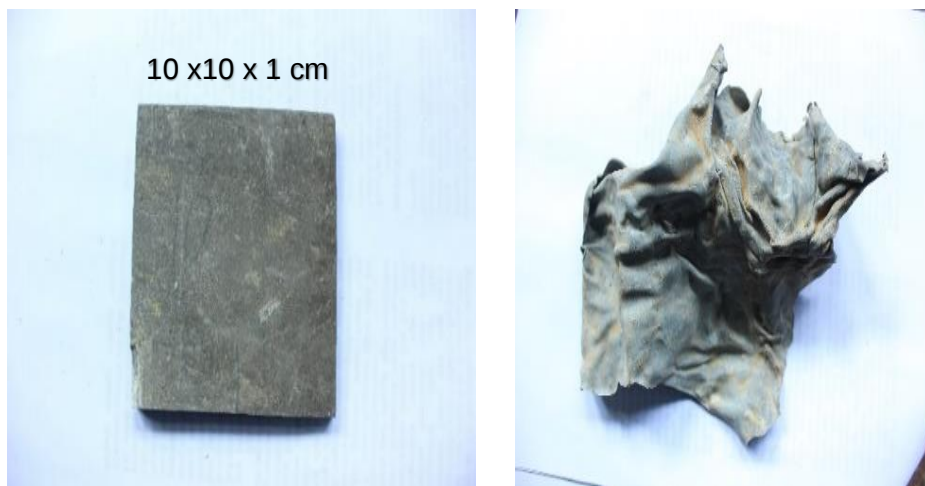
b. Cetakan permanen silinder

j. Alat Pengujian

Pada pengujian ini jenis pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan dan pengujian tarik. Adapun gambar alat uji digunakan sebagai berikut :

2.2.2 Bahan

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah alumunium (Al) dan timah hitam (Pb) bekas.



Gambar 3. Alumunium (Al) dan Timah hitam (Pb)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan di laboratorium POLMAN Ceper, Klaten dan laboratorium UGM (Universitas Gadjah Mada) Yogyakarta, dengan menggunakan alat uji *Spectrometer*. Pada pengujian ini alat dapat melakukan pembacaan secara otomatis sehingga ditekisi beberapa jenis-jenis unsur kimia, berikut adalah data hasil komposisi kimia

Tabel 1. Data hasil uji komposisi kimia rata-rata (Al)

No	Kandungan Unsur	Sampel Uji	
		Spesimen Uji (%)	Deviasi
1	Al	83,90	0,6045
2	Si	10,5	0,776
3	Zn	4,20	0,220
4	Fe	0,718	0,0950
5	Zr	0,158	0,0068
6	Mn	0,138	0,0049
7	Cu	0,121	0,0010
8	Pb	0,0890	0,0540
9	Sn	0,0791	0,0049
10	Ti	0,0131	0,0026
11	Ca	0,0032	0,0011
12	Be	0,0001	0,0000
13	Mg	<0,0500	<0,0000
14	Ni	<0,0200	<0,0000
15	Cr	<0,0150	<0,0000
16	v	<0,0100	<0,0000
17	Sr	<0,0005	<0,0000

Pembahasan Komposisi kimia Aluminium (Al) :

Dari hasil pengujian komposisi kimia diatas menunjukan bahwa diketahui 4 unsur dengan presentase terbesar yang terkandung pada hasil coran aluminium adalah (Al) 83,90%, (Si) 10,5%, (Zn) 4,20%, (Fe) 0,718 %. Sehingga unsur yang ada pada material ini termasuk logam aluminium paduan silikon (Al-Si). Pengaruh silikon (Si) mempunyai pengaruh yang baik dan mempermudah proses pengecoran, memperbaiki sifat atau karakteristik coran dan menurunkan penyusutan dalam coran.

Tabel 2. Data hasil uji komposisi kimia rata-rata (Al-Pb)

No	Kandungan Unsur	Sampel Uji
		Spesimen Uji (%)
1	Al	84,15
2	Si	7,0889
3	Zn	3,1369
4	Pb	2,1885
5	Cu	1,7498
6	Fe	0,8133
7	Ni	0,2305
8	Mg	0,1810
9	Sn	0,1586
10	Mn	0,1534
11	Sb	0,0682
12	Ti	0,0499
13	Cr	0,0218
14	P	0,0009
15	Ca	0,0000

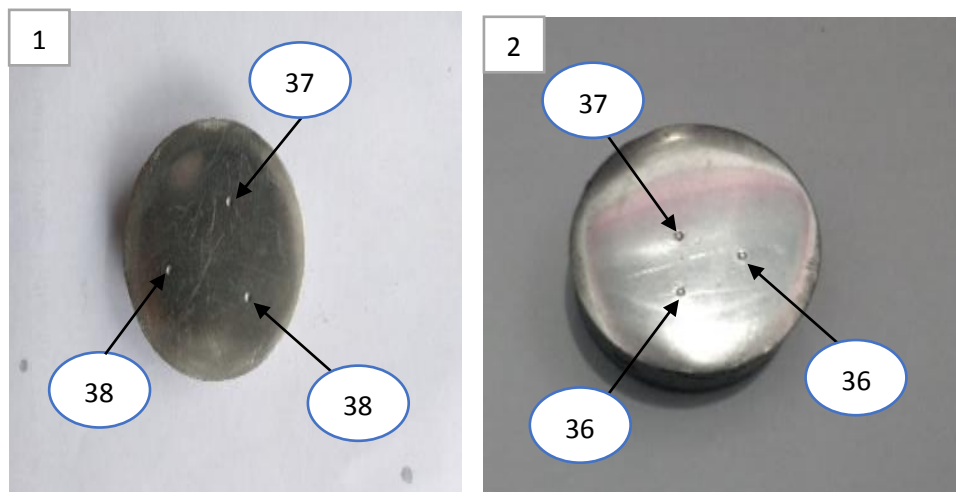
Pembahasan Komposisi kimia Aluminium paduan Timah hitam (Al-Pb) :

Dari hasil pengujian komposisi kimia diatas menunjukan bahwa diketahui 5 unsur dengan presentase terbesar yang terkandung pada hasil coran aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) adalah (Al) 84,15%, (Si) 7,0889%, (Zn) 3,1369%, (Pb) 2,1885%, (Cu) 1,7498%.

3.2 Pembahasan Pengujian Kekerasan *Brinell*

a. Pengujian Kekerasan *Brinell*

Pengujian kekerasan dilakukan di laboratorium Bahan Teknik Program Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada dengan standar ASTM E-10 menggunakan metode Brinell, sehingga menghasilkan nilai (BHN) pembebanan 613 N dengan diameter bola baja (identor) 2,5 mm dan dilakukan pada 3 titik.



Gambar 4. Titik yang diuji

Keterangan gambar :

a. Pengujian kekerasan aluminium (Al)

b. Pengujian kekerasan aluminium paduan timah hitam (Al-Pb)

Untuk mencari harga kekerasan *brinell* digunakan rumus sebagai berikut :

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

$$P = 613 \text{ N} \times 0,101972 \text{ kgf}$$

$$= 62,509 \text{ N}$$

$$d = \frac{37}{38}$$

$$= 0,9736$$

$$= \frac{2.62,509}{\pi \cdot 2,5 (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 0,9736^2})}$$

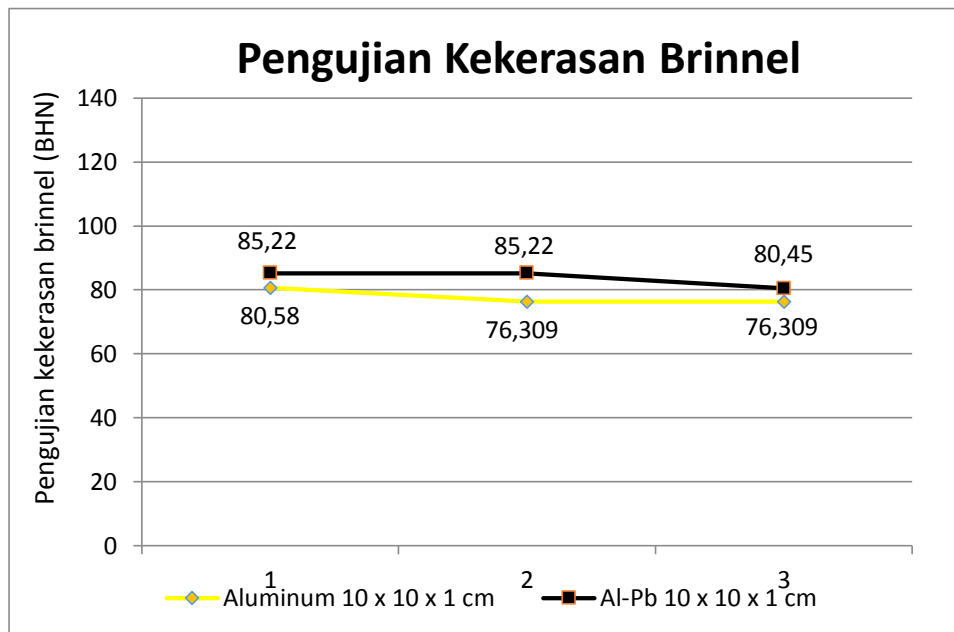
$$= 80,580 \text{ kgf/mm}^2$$

Tabel 3. Hasil Uji kekerasan Brinell Spesimen Aluminium 10 x 10 x 1 cm

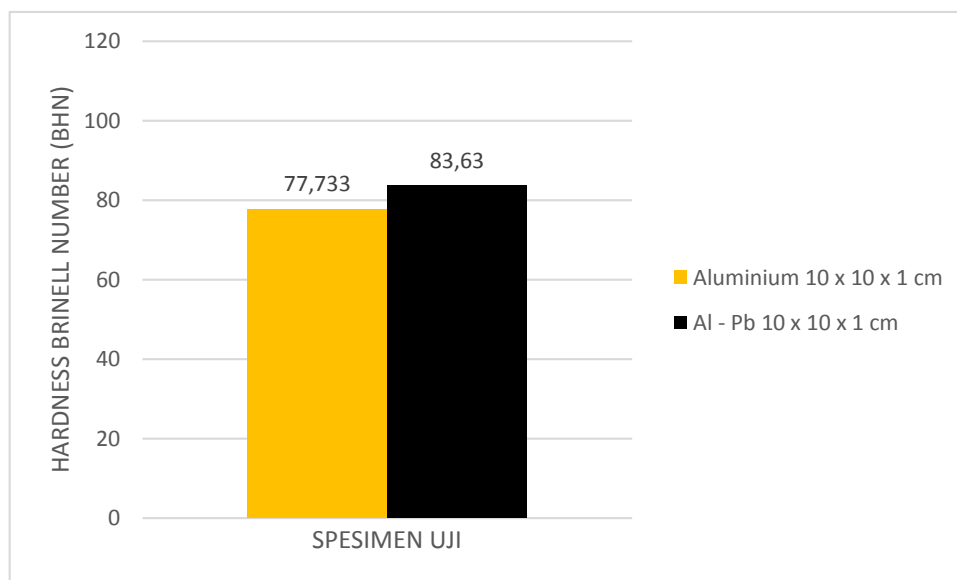
No	Jumlah Titik Uji	D (mm) Indentor Bola baja	P= 613 Newton (1 Newton = 0,101972 kgf)	d (mm) 1mm=38 strip	BHN	Rata-rata BHN
1	37	2,5	62,509	0,9736	80,580	77,733
2	38	2,5	62,509	1,0000	76,309	
3	38	2,5	62,509	1,0000	76,309	

Tabel 4. Hasil Uji kekerasan Brinell Spesimen Aluminium paduan Timah hitam (Al-Pb) 10 x 10 x 1 cm

No	Jumlah Titik Uji	D (mm) Indentor Bola baja	P= 613 Newton (1 Newton = 0,101972 kgf)	d (mm) 1mm=38 strip	BHN	Rata-rata BHN
1	36	2,5	62,509	0,947	85,220	83,63
2	36	2,5	62,509	0,947	85,220	
3	37	2,5	62,509	0,973	80, 450	



Gambar 5. Grafik perbandingan kekerasan *brinell*



Gambar 6. Histogram Perbandingan kekerasan *Brinell*

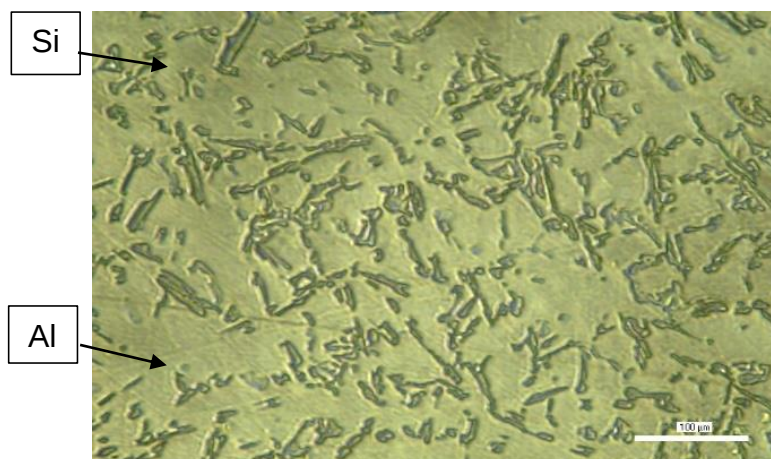
Pembahasan pengujian kekerasan *Brinell* :

Dari histogram diatas dapat diketahui nilai kekerasan produk coran aluminum (Al) tanpa campuran dengan dimensi *scrap* 10 x 10 x 1 cm mencapai 77,773 BHN. Sedangkan nilai kekerasan yang didapat pada hasil coran aluminium paduan timah hitam sebesar 20% dengan dimensi *scrap* 10 x 10 x 1 cm mencapai 83,63 BHN. Dari hasil nilai kekerasan tersebut dapat dilihat kekerasan tertinggi, pada aluminium

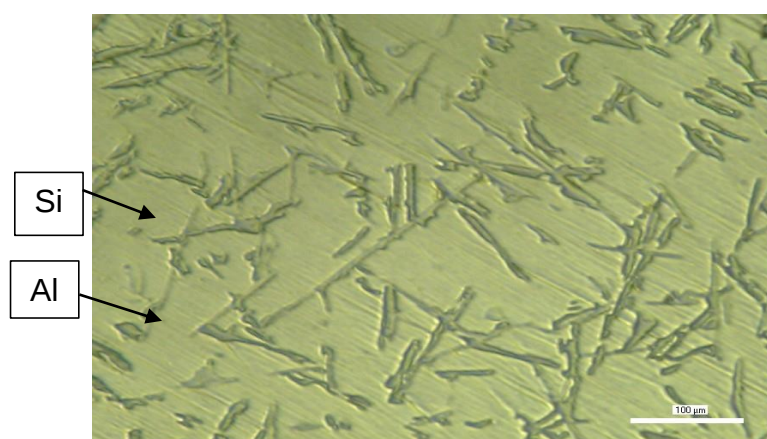
paduan timah hitam (Al-Pb) dibandingkan dengan hasil kekerasan aluminium (Al) tanpa campuran. Hal ini mempengaruhi hasil pengujian struktur mikro pada coran aluminium paduan timah hitam mempunyai butiran silikon (Si) lebih besar, dibandingkan aluminium tanpa paduan. Dapat dilihat pada hasil uji struktur mikro (gambar 5 dan gambar 6)

3.3 Pembahasan Pengujian Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut standar pengujian metalurgrafi untuk bahan aluminium dan aluminium paduan timah hitam dengan pembesaran 100x diperoleh gambar yang terlihat pada gambar 7 sampai gambar 8



Gambar 7. Struktur Mikro Aluminium 10 x 10 x 1 cm



Gambar 8. Struktur Mikro Aluminium Paduan Timah Hitam (Al-Pb)

Pembahasan Pengujian Struktur mikro :

Unsur Al berupa butiran yang tampak lebih besar dengan warna terang dan untuk unsur Si memiliki bentuk butiran yang memanjang berwarna gelap. Dilihat pada hasil struktur mikro aluminium tanpa campuran 10 x 10 x 1 diameter butiran silikon (Si) lebih kecil dan berjumlah banyak, sedangkan untuk struktur mikro aluminium paduan timah hitam mempunyai diameter butiran Si lebih besar tetapi jumlahnya sedikit. Maka kekerasan pada material aluminium tanpa campuran bersifat lunak, sedangkan aluminium paduan timah hitam bersifat getas, karena sifat timah hitam melindungi logam lainnya dan mengurangi porositas. Hal ini terbukti pada pengujian kekerasan dilihat pada tabel 6 aluminium paduan timah hitam memiliki nilai kekerasan yang tinggi.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil komposisi kimia produk coran aluminium terdapat 17 unsur yang terkandung didalamnya, tetapi unsur yang dominan pada aluminium cor ada 4 yaitu (Al) 83,90%, (Si) 10,5%, (Zn) 4,20%, (Fe) 0,718%. Sedangkan dari hasil komposisi kimia produk coran aluminium paduan timah hitam (Pb) sebesar 20% terdapat 15 unsur yang terkandung didalamnya, tetapi unsur yang dominan pada aluminium cor ada 5 yaitu (Al) 84,15%, (Si) 7,0889%, (Zn) 3,1369%, (Pb) 2,1885%, (Cu) 1,7498%. Coran ini dapat digolongkan logam paduan aluminium paduan silikon (Al-Si). Pengaruh adanya silikon akan mempermudah pengecoran, memperbaiki karakteristik coran dan menurunkan penyusutan dalam coran.
- b. Dari hasil pengujian kekerasan brinell pada produk coran tanpa campuran timah hitam (Pb) sebesar 77,733 BHN, nilai kekerasan coran tanpa campuran lebih rendah dibandingkan dengan nilai kekerasan produk coran dengan campuran timah hitam (Pb) sebesar 20% dengan nilai kekerasan pada ukuran 10 x 10 x 1 cm adalah 83,63 BHN.
- c. Dari hasil pengujian struktur mikro dengan adanya tambahan timah hitam meningkatkan harga kekerasan. Ukuran butir struktur mikro aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) lebih besar dan berjumlah sedikit, dibandingkan pada coran

aluminium tanpa campuran mempunyai ukuran butir yang kecil dan berjumlah banyak. Hal ini disebabkan oleh sifat timah hitam yang mampu melindungi logam lainnya dari porositas.

4.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain :

- a. Dalam melakukan penelitian secara kelompok, diperlukan kerjasama secara team dan saling berkoordinasi pada saat proses dokumentasi hasil pengecoran, pembuatan spesimen dan pada saat pengujian spesimen supaya data yang didapatkan lebih akurat.
- b. Sebelum melakukan penelitian, disarankan untuk melakukan pengujian komposisi kimia pada bahan yang digunakan agar mengetahui unsur yang terkandung didalamnya.
- c. Melakukan Proses pengamplasan dari amplas nomor 120 sampai dengan 5000 agar benda lebih halus dan rata pada saat melakukan uji struktur mikro sehingga menghasilkan foto mikro yang lebih baik.
- d. Pada saat pengujian struktur mikro penulis menyarankan agar menggunakan pembesaran 500x dan 1000x agar ukuran butir timah hitam (Pb) pada spesimen dapat terlihat dengan jelas.
- e. Pada saat pengujian kekerasan brinell alangkah baiknya jumlah titik penekan lebih dari 3 titik agar data yang didapatkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Surdia, T. Kenji, C., 2000, Teknik Pengecoran Logam, , PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia, T. Kenji, C., 1998, Teknik Pengecoran Logam, , PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia, T. Kenji, C., 1986, Teknik Pengecoran Logam, , Edisi Kedua, PT. Pradnya Paramita, Bandung.
- Surdia, T. Kenji C., 1976. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: Pradnya Paramita, Jakarta.

Surdia, T. Saito S.,1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita, Jakarta.