

**PENGARUH PENAMBAHAN Pb SEBESAR 20 % PADA
PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN UKURAN SCRAP
5x5x1 CM, 7,5x7,5x1 CM, 10x10x1 CM MENGGUNAKAN
CETAKAN PERMANEN SILINDER TIRUS DAN CETAKAN
PERMANEN SILINDER TERHADAP NILAI KEKERASAN,
KOMPOSISI KIMIA, STRUKTUR MIKRO**



**Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata 1
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :
BAYU MUHYIY
D200140153

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PENAMBAHAN Pb SEBESAR 20 % PADA
PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN UKURAN *SCRAP* 5x5x1
CM, 7,5x7,5x1 CM, 10x10x1 CM MENGGUNAKAN CETAKAN
PERMANEN SILINDER TIRUS DAN CETAKAN PERMANEN
SILINDER TERHADAP NILAI KEKERASAN, KOMPOSISI KIMIA,
STRUKTUR MIKRO**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

BAYU MUHYIY

D200140153

Telah diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing



Agus Yulianto, S.T, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN Pb SEBESAR 20 % PADA
PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN UKURAN *SCRAP* 5x5x1 CM,
7,5x7,5x1 CM, 10x10x1 CM MENGGUNAKAN CETAKAN
PERMANEN SILINDER TIRUS DAN CETAKAN PERMANEN
SILINDER TERHADAP NILAI KEKERASAN, KOMPOSISI KIMIA,
STRUKTUR MIKRO

Oleh:

BAYU MUHYIY

D200140153

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Rabu, 30 September 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. **Agus Yulianto, S.T, M.T**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Masyrukan, M.T**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Dr. Tri Widodo Besar R**
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()

Dekan Fakultas Teknik,




Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelas keserjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak 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 ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 04 November 2019

Penulis



Bayu Muhyiv

D200140153

PENGARUH PENAMBAHAN Pb SEBESAR 20 % PADA PENGECORAN ALUMINIUM DENGAN UKURAN SCRAP 5x5x1 CM, 7,5x7,5x1 CM, 10x10x1 CM MENGGUNAKAN CETAKAN PERMANEN SILINDER TIRUS DAN CETAKAN PERMANEN SILINDER TERHADAP NILAI KEKERASAN, KOMPOSISI KIMIA, STRUKTUR MIKRO

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan aluminium dan aluminium paduan timah hitam terhadap kekerasan, komposisi kimia, dan struktur mikro dengan ukuran dimensi scrap 5 x 5 x 1 cm, 7,5 x 7,5 x 1 cm, dan 10 x 10 x 1 cm dari bahan aluminium. Proses pengecoran dimulai dengan persiapan cetakan permanen dengan bentuk silinder tirus dan bentuk silinder. Sebelum melakukan penuangan aluminium cair kedalam cetakan, yang pertama dilakukan adalah pembersihan dinding cetakan, selanjutnya pemanasan awal cetakan agar coran tidak lengket pada cetakan. Kemudian tahap selanjutnya permukaan dasar cetakan permanen dilapisi pasir merah. Kemudian aluminium cair dengan dimensi scrap 5 x 5 x 1 cm, 7,5 x 7,5 x 1 cm, dan 10 x 10 x 1 cm dituang kedalam cetakan permanen bentuk tirus. Kemudian proses peleburan ulang dengan cetakan permanen bentuk silinder dengan penambahan timah hitam sebesar 20%. Ketika aluminium sudah dingin dan mengeras cetakan dibongkar untuk pengambilan hasil coran. Pada pengujian kekerasan aluminium (Al) dengan alat uji kekerasan Brineel didapat nilai 77,733 BHN sedangkan pada aluminium paduan timah hitam (Pb) sebesar 20% untuk ukuran bahan 5 x 5 x 1 cm adalah 98,559 BHN, untuk 7,5 x 7,5 x 1 cm adalah 88,832 BHN, dan 10 x 10 x 1 cm adalah 83,63 BHN. Jika dilihat dari tabel komposisi kimia kandungan unsur terbesar dalam penelitian ini adalah aluminium paduan silikon (Al-Si). Pada pengujian struktur mikro dengan adanya tambahan timah hitam, ukuran butir struktur mikro 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.

Kata kunci : Pengecoran, Aluminium Paduan Timah Hitam (Al-Pb), Cetakan Permanen

Abstract

This study aims to determine the effect of differences in aluminum and aluminum alloy lead on hardness, chemical composition, and microstructure with dimensions of scrap dimensions 5 x 5 x 1 cm, 7.5 x 7.5 x 1 cm, and 10 x 10 x 1 cm of aluminum. The casting process begins with the preparation of permanent molds with a cylindrical shape and cylindrical shape. Before doing molten aluminum pouring into the mold, the first thing to do is to clean the mold wall, then preheat the mold so that the castings are not sticky to the mold. Then the next stage is the base of the permanent mold coated with red sand. Then liquid aluminum with scrap dimensions 5 x 5 x 1 cm, 7.5 x 7.5 x 1 cm, and 10 x 10 x 1 cm poured into the mold permanen taper shape. Then the remelting process with a permanent mold of a cylindrical

shape with the addition of lead by 20%. When aluminum has cooled and hardened the mold is disassembled to get the results of the castings. The hardness test of aluminum (Al) with the Brineel hardness test obtained a value of 77.733 BHN while in aluminum alloy tin (Pb) of 20% for the material size of 5 x 5 x 1 cm was 98.559 BHN, for 7.5 x 7.5 x 1 cm is 88,832 BHN, and 10 x 10 x 1 cm is 83,63 BHN. When viewed from the table the chemical composition of the largest element content in this study is aluminum alloy silicon (Al-Si). In testing the microstructure with the addition of lead, the grain size of the microstructure is larger and smaller in number, compared to the aluminum castings without mixture having a small grain size and a large number. This is caused by the nature of lead which can protect other metals from porosity.

Keywords: Casting, Aluminum Alloy of Black Tin (Al-Pb), Permanent Mold

1. PENDAHULUAN

Aluminium adalah salah satu logam non ferro yang memiliki keunggulan yaitu ringan dan memiliki sifat tahan korosi namun aluminium juga mempunyai sifat mampu cor dan sifat mekanis yang kurang baik oleh karena itu digunakan paduan-paduan yang lain untuk memperbaiki sifat mekanisnya contoh timah hitam, tembaga, magnesium, mangan dan nikel. (Surdia dan Chijiwa,2006:6)

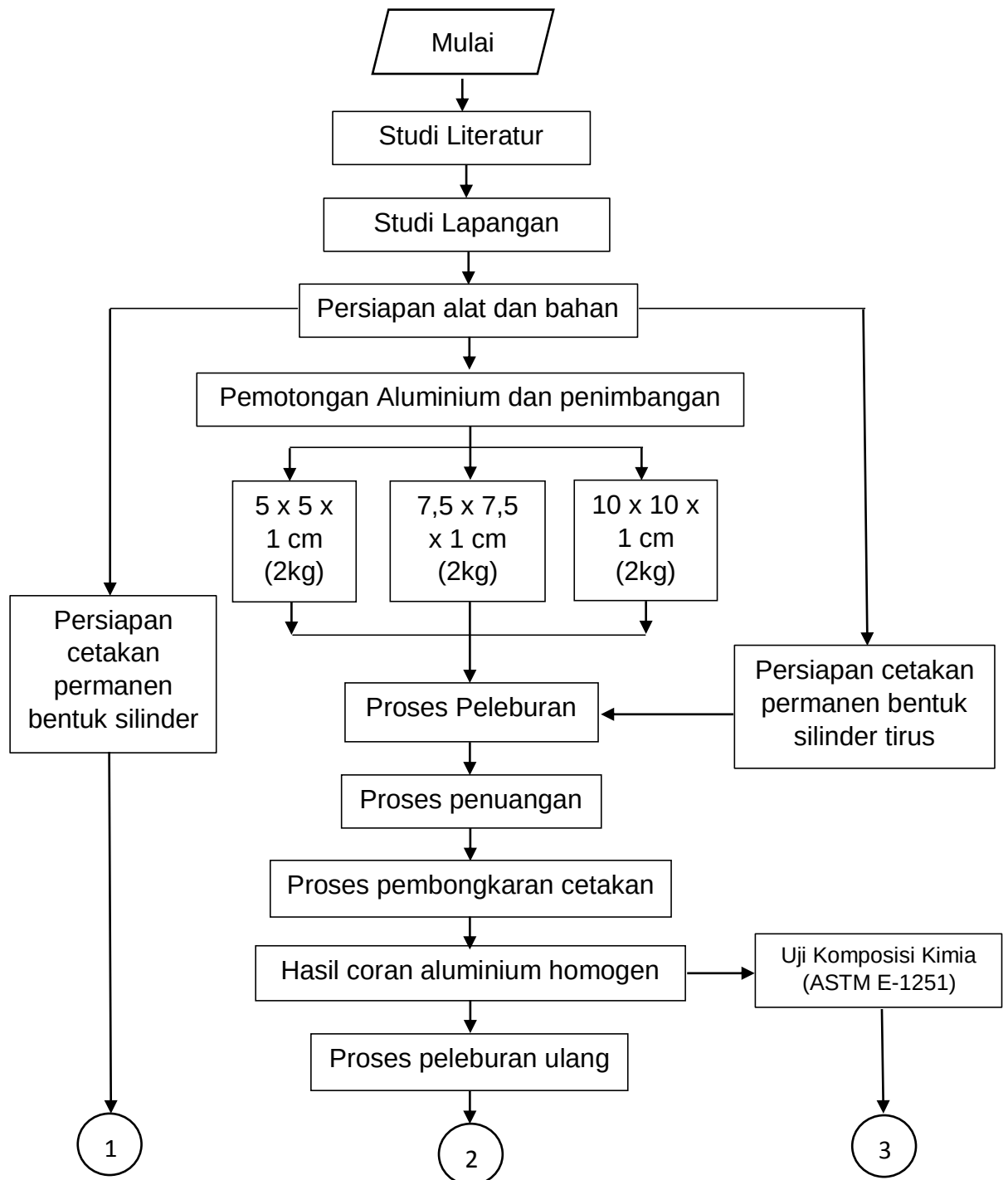
Timah hitam merupakan logam yang bersifat lunak. Timah hitam tahan korosi berkat lapisan kuat oksida-timbel. Timah hitam sebagai unsur paduan akhirnya digunakan dalam banyak paduan non ferro, karena timbel tidak larut dalam logam lain. (Beumer,1994:117).

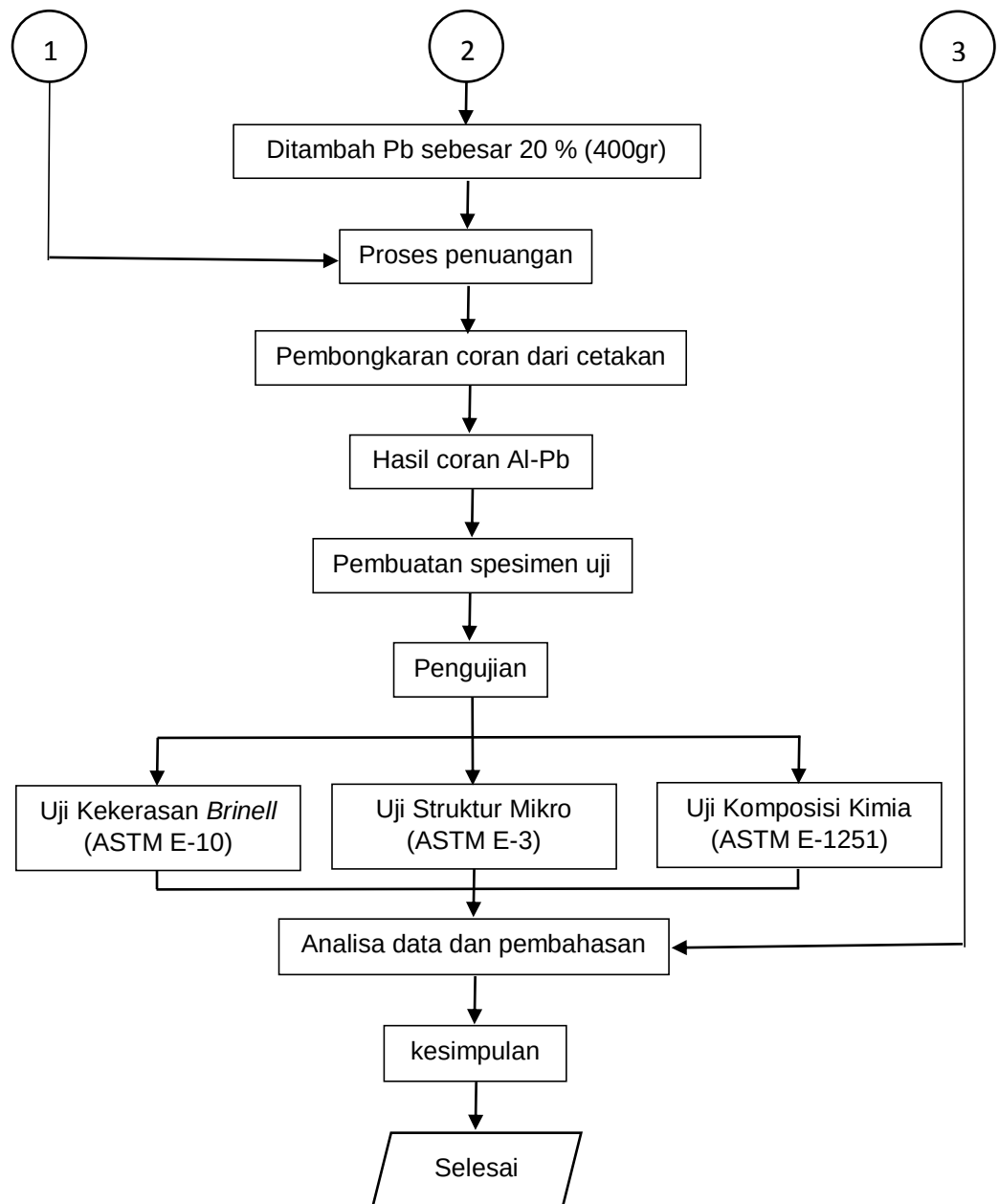
Pengecoran logam adalah proses pembentukan logam yang dicairkan dan dituang kedalam cetakan kemudian dibiarkan hingga dingin dan mengeras, oleh karena itu pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan membuat cetakan, awal penggunaan logam ialah ketika orang membuat perhiasan dari emas atau perak tempaan dan senjata. Saat ini pengecoran masih banyak digunakan dan menjadi pilihan utama dalam pembentukan bahan karena dapat membuat bentuk-bentuk rumit dengan presisi produksi yang baik.

Untuk mengetahui sifat – sifat logam tersebut kita harus melakukan beberapa pengujian, seperti uji kekerasan, uji struktur mikro, dan komposisi kimia.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1). Tungku Krusibel | 10). Stopwatch |
| 2). Timbangan | 11). Regulator |
| 3). Ladel | 12). Kain Bludru |
| 4). Selang Gas | 13). Meter Ukur |

- | | |
|--------------------------|--|
| 5). Infrared Thermometer | 14). Cetakan Logam Bentuk Silinder Tirus |
| 6). Gerinda | 15). Cetakan Logam Bentuk Silinder |
| 7). Amplas | 16). Alat Uji Kekerasan <i>Brinell</i> |
| 8). Blower | 17). Alat Uji Struktur Mikro |
| 9). Autosol | 18). Alat Uji Spectrometer |

2. Bahan penelitian, yaitu :

- 1). Aluminium (Al)
- 2). Timah Hitam (Pb)

3. Bahan bakar peelitan, yaitu :

- 1). Kayu Bakar
- 2). Gas 3 Kg

2.3 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan bertujuan untuk mendapatkan ukuran ketahanan bahan terhadap deformasi (tekanan), dimana deformasi yang terjadi merupakan kombinasi perilaku plastis dan elastis. (Vliet. V.,W.both., 1984). Rumus yang digunakan pada pengujian kekerasan Brinell :

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

Dimana :

- | | | |
|---|-----------------------------------|--------------|
| P | = Beban yang menekan | (N atau kgf) |
| D | = Diameter idendor | (mm) |
| d | = Diameter bekas injak penetrator | (mm) |

Prosedur pengujian kekerasan spesimen dengan menggunakan metode kekerasan *brinell*.

1. Beban yang digunakan pada metode pengujian brinell adalah P : 613 N (62,5 Kgf)
2. Pemberian beban pada saat pengujian hendaknya secara perlahan dan menghindari guncangan dan getaran. Waktu yang dibutuhkan antara 10 detik sampai dengan 15 detik.
3. Jarak penetrasi pada pengujian ini tidak harus pada tengah-tengah.

2.4 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui unsur-unsur kimia yang terkandung didalam sebuah material. Pengujian ini sangat penting dilakukan. Alat yang digunakan untuk pengujian komposisi kimia adalah *Optical Emission Spectrometer*, pengujian ini mengacu pada standar ASTM E1251.

2.5 Pengujian Struktur Mikro

Metallography adalah proses pengamatan struktur logam baik secara makro maupun mikro. Metallography secara makro yaitu pengamatan struktur logam yang mampu dilakukan tanpa menggunakan alat bantu. Sedangkan secara mikro harus menggunakan alat bantu dengan perbesaran di atas 50 kali. Pengujian ini menggunakan standar ASTM E3. Langkah persiapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Pemotongan spesimen
- b. *polishing*

Setelah proses etsa pada permukaan selesai dapat dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100x untuk pemotretan perlu dengan tambahan alat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Kekerasan *Brinell*

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Program Sarjana Teknik Universitas Gajah Mada dengan mengacu 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 dengan posisi titik secara acak.



Gambar 2 Posisi titik untuk pengujian kekerasan *Brinell*

3.1.1 Harga Kekerasan *Brinell*

Harga kekerasan *Brinell* terhadap aluminium dengan campuran timah hitam (Pb). Untuk mencari harga kekerasan *Brinell* menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

- | | | |
|---|-----------------------------------|--------------|
| P | = Beban yang menekan | (N atau kgf) |
| D | = Diameter identor | (mm) |
| d | = Diameter bekas injak penetrator | (mm) |

Tabel 1 Nilai kekerasan pada Aluminium tanpa campuran

Aluminium (Al)						
Titik	Jumlah Titik	D (mm) Identor 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	76,309	
3	38	2,5	62,509	1	76,309	

Tabel 2 Nilai kekerasan pada Aluminium paduan (Al-Pb) 5 x 5 x 1 cm

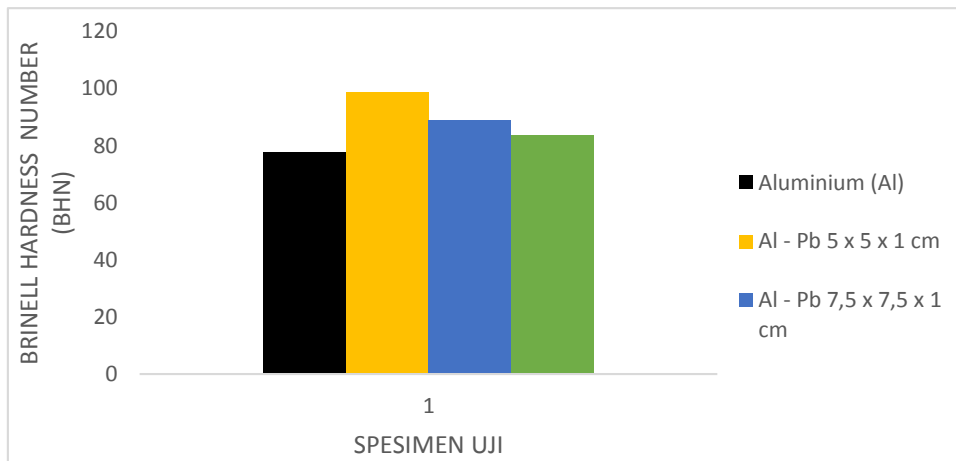
Aluminium Pabuan (Al-Pb) 5 x 5 x 1 cm						
Titik	Jumlah Titik	D (mm) Identor Bola Baja	P= 613 Newton (1 Newton = 0,101972 kgf)	d (mm) 1mm=38 strip	BHN	Rata-rata BHN
1	32	2,5	62,509	0,842	108,981	98,559
2	34	2,5	62,509	0,894	96,288	
3	35	2,5	62,509	0,921	90,528	

Tabel 3 Nilai kekerasan pada Aluminium paduan (Al-Pb) 7,5 x 7,5 x 1 cm

Aluminium Pabuan (Al-Pb) 7,5 x 7,5 x 1 cm						
Titik	Jumlah Titik	D (mm) Identor Bola Baja	P= 613 Newton (1 Newton = 0,101972 kgf)	d (mm) 1mm=38 strip	BHN	Rata-rata BHN
1	35	2,5	62,509	0,921	90,528	88,832
2	35	2,5	62,509	0,921	90,528	
3	36	2,5	62,509	0,947	85,220	

Tabel 4 Nilai kekerasan pada Aluminium paduan (Al-Pb) 10 x 10 x 1 cm

Aluminium Pabuan (Al-Pb) 10 x 10 x 1 cm						
Titik	Jumlah Titik	D (mm) Identor 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	0,9736	80,580	



Gambar 3 Histogram perbandingan kekerasan *Brinell*

3.1.2 Pembahasan Kekerasan *Brinell*

Dari histogram diatas dapat diketahui nilai kekerasan produk cor aluminium tanpa campuran mencapai 77,773 BHN. Sedangkan nilai kekerasan yang didapat pada hasil coran aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) sebesar 20 % dengan dimensi *scrap* 5 x 5 x 1 cm mencapai 98,559 BHN, dimensi *scrap* 7,5 x 7,5 x 1 cm mencapai 88,832 BHN, dan dimensi *scrap* 10 x 10 x 1 cm BHN. Faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan pada coran aluminium paduan timah hitam adalah besarnya butiran pada coran, semakin besar butiran maka semakin rendah nilai kekerasannya, sebaliknya apabila semakin kecil butiran maka semakin tinggi nilai kekerasannya bisa dilihat pada uji struktur mikro.

3.2 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan dilaboratorium Polman Ceper Klatem dan laboratorium Universitas Gajah Mada Yogyakarta, dengan menggunakan alat uji *spectrometer*. Berikut data hasil dari pengujian komposisi kimia.

Tabel 5 Data hasil uji komposisi kimia rata-rata aluminium (Al)

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

Tabel 6 Data hasil uji komposisi kimia rata-rata aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) 5 x 5 x 1 cm

No	Kandungan Unsur	Spesimen Uji (%)
1	Al	83,29
2	Si	8,3160
3	Zn	3,1663
4	Cu	2,0646
5	Pb	1,6287
6	Fe	0,7980
7	Mg	0,2562
8	Ni	0,1938
9	Mn	0,1545
10	Ti	0,0427
11	Sn	0,0410
12	Sb	0,0224
13	Cr	0,0212
14	P	0,0004
15	Ca	0,0000

3.2.1 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.

3.2.2 Pembahasan komposisi kimia aluminium paduan timah hitam (Al- Pb) 5 x 5 x 1 cm

Dari hasil pengujian komposisi kimia diatas menunjukan bahwa diketahui 5 unsur dengan presentase terbesar yang terkandung pada hasil coran aluminium adalah (Al) 83,29%, (Si) 8,3160%, (Zn) 3,1663%, (Cu) 2,0646%, dan (Pb) 1,6287%.

Tabel 7 Data hasil uji komposisi kimia rata-rata aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) 7,5 x 7,5 x 1 cm

No	Kandungan Unsur	Spesimen Uji (%)
1	Al	83,74
2	Si	7,7848
3	Cu	2,2122
4	Zn	2,9240
5	Pb	1,8746
6	Fe	0,7567
7	Mg	0,2710
8	Ni	0,1688
9	Mn	0,1467
10	Cr	0,0190
11	Ti	0,0383
12	Sn	0,0364
13	Sb	0,0260
14	Ca	0,0000
15	P	0,0000

Tabel 8 Data hasil uji komposisi kimia rata-rata aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) 10 x 10 x 1 cm

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

3.2.3 Pembahasan komposisi kimia aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) 7,5 x 7,5 x 1 cm

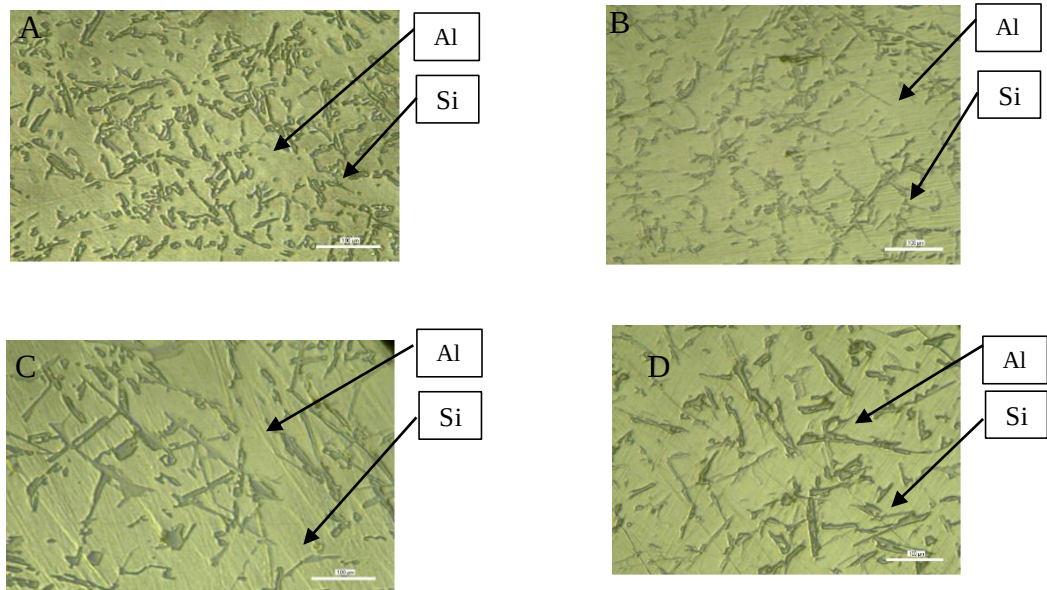
Dari hasil pengujian komposisi kimia diatas menunjukan bahwa diketahui 5 unsur dengan presentase terbesar yang terkandung pada hasil coran aluminium adalah (Al) 83,74%, (Si) 7,7848%, (Zn) 2,9240%, (Cu) 2,2122%, dan (Pb) 1,8746%.

3.2.4 Pembahasan komposisi kimia aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) 10 x 10 x 1 cm

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

3.3 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro yang terdapat pada aluminium (Al) dan aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) dengan dimensi *scrap* 5 x 5 x 1 cm, 7,5 x 7,5 x 1 cm, dan 10 x 10 x 1 cm. Berikut adalah hasil foto mikro dengan pembesaran 100X.



Gambar 4 Struktur mikro aluminium (Al) (a), Struktur mikro aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) dimensi *scrap* 5 x 5 x 1 cm (b), Struktur mikro aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) dimensi *scrap* 7,5 x 7,5 x 1 cm (c), Struktur mikro aluminium paduan timah hitam (Al-Pb) dimensi *scrap* 10 x 10 x 1 cm (d)

3.3.1 Pembahasan struktur mikro

Unsur Al berupa butiran yang tampak lebih besar berwarna terang, terlihat padat dan untuk unsur Si memiliki bentuk butiran yang memanjang dan berwarna gelap. Unsur Si akan meningkatkan nilai kekerasan dan memperlambat laju korosi pada coran.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

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

- Dari hasil pengujian kekerasan *Brinell* pada produk coran tanpa campuran timah hitam (Pb) sebesar 77,733 BHN, sedangkan nilai kekerasan coran paduan timah hitam (Al-Pb) dimensi *scrap* 5 x 5 x 1 cm sebesar 98,559 %, untuk dimensi *scrap* 7,5 x 7,5 x 1 cm sebesar 88,832 %, dan dimensi *scrap* 10 x 10 x 1 cm sebesar 83,63 %.
- Dari hasil komposisi kimia produk coran aluminium terdapat 17 unsur yang terkandung, namun hanya 4 unsur yang paling dominan adalah (Al) 83,90%, (Si) 10,5%, (Zn) 4,20%, (Fe) 0,718 %. Dari hasil komposisi kimia produk coran aluminium 5 x 5 x 1 cm paduan timah hitam (Pb) sebesar 20% terdapat 15 unsur, namun hanya ada 5 unsur yang dominan (Al) 83,29%, (Si) 8,3160%, (Zn) 3,1663%, (Cu) 2,0646%, dan (Pb) 1,6287%. Dari hasil

komposisi kimia produk coran aluminium 7,5 x 7,5 x 1 cm paduan timah hitam (Pb) sebesar 20% terdapat 15 unsur, namun hanya ada 5 unsur yang dominan (Al) 83,74%, (Si) 7,7848%, (Zn) 2,9240%, (Cu) 2,2122%, dan (Pb) 1,8746%. Dari hasil komposisi kimia produk coran aluminium 10 x 10 x 1 cm paduan timah hitam (Pb) sebesar 20% terdapat 15 unsur, namun hanya ada 5 unsur yang dominan (Al) 84,15%, (Si) 7,0889%, (Zn) 3,1369%, (Cu) 1,7498%, dan (Pb) 2,1885%. Pengaruh silikon yang ada pada coran dalam proses pengecoran lebih mudah dan memperbaiki karakteristik coran, menurunkan penyusutan dalam coran.

- 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 antara lain :

- a. Dalam melakukan penelitian secara kelompok diperlukan kerja sama dan koordinasi pada saat proses dokumentasi proses pengecoran, pembuatan spesimen dan pada saat pengujian spesimen agar data yang didapatkan lebih akurat.
- b. Sebelum melakukan penelitian disarankan untuk mencari referensi dari peneliti sebelumnya dan buku tentang pengecoran.
- c. Pada saat melaksanakan penelitian diharapkan untuk melakukan studi lapangan.
- d. Pada saat melakukan penelitian, disarankan untuk melakukan uji bahan terlebih dahulu seperti pengujian komposisi kimia, agar mengetahui unsur yang terkandung didalamnya.
- e. Melakukan proses pengamplasan dari *great* 120 sampai dengan 5000 agar benda lebih halus dan rata pada saat pengujian struktur mikro sehingga menghasilkan foto mikro yang lebih baik.
- f. Pada saat pengujian struktur mikro disarankan agar menggunakan pembesaran 500x sampai 1000x agar ukuran butir timah hitam (Pb) pada spesimen terlihat dengan jelas.
- g. Pengujian kekerasan *Brinnel* alangkah baiknya jumlah titik penekan lebih dari 3 titik supaya data yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

Annual Book of ASTM Standart, ASTM E10-01, *Standart Test Method for Brinell Hardness of Meetallic Materials*. ASTM International, Unites States.

Beumer, B.J.H., 1994. *Ilmu Bahan Logam*. Jakarta : Bharata Karya Aksara.

- Diah Kusuma P., 2012, "*Hubungan Jenis Cetakan Terhadap Kualitas Produk Cor Aluminium*", Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Masyrukan. 2010,. *Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Aluminium Paduan Daur Ulang Dengan Menggunakan Cetakan Logam*, Jurnal ilmiah Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Primayoga, dkk (2016). *Penambahan Unsur Timah (Sn) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Material Bearing Berbahan Dasar Aluminium (Al)*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro.
- Sumanto.M.A., 1994. *Pengatahuan Bahan. Edisi Pertama. Cetakan Pertama*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Sunarya, Y. 2007. *Kimia Umum*. PT. Grafindo. Bandung.
- Surdia, T. Kenji, C., 2000, *Teknik Pengecoran Logam*, , PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia, T, Kenji, C., 1996. *Teknik Pengecoran Logam*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.