

**ANALISA HASIL PENGECORAN PENAMBAHAN BAHAN  
MATERIAL PISTON DAN KALENG BEKAS PADA ALAT  
RUMAH TANGGA TERHADAP PERUBAHAN NILAI  
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO AlMg-Si**

**SKRIPSI**

**BIDANG TEKNOLOGI BAHAN**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ARIS SUGIANTO**  
NIM. 151210092

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA HASIL PENGECORAN PENAMBAHAN BAHAN  
MATERIAL PISTON DAN KALENG BEKAS PADA ALAT  
RUMAH TANGGA TERHADAP PERUBAHAN NILAI  
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO AIMg-Si**

**SKRIPSI**

**BIDANG TEKNOLOGI BAHAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ARIS SUGIANTO**  
NIM. 151210092

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh para dosen  
pada tanggal 19 Juli 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**(Eko Sarwono, ST.,MT.)**  
NIDN. 0018106901

**(Fuazen, ST., MT)**  
NIDN. 1122087301

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

**(Masrum H, ST.,MT)**  
NIDN. 11.2808.5802

**(Waspodo, ST., MT)**  
NIDN. 1114067602

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik

**(Waspodo, ST., MT)**  
NIDN. 1114067602

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur - unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, 19 Juli 2018

Mahasiswa,

**Aris Sugianto**  
NIM. 151210092

## LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

ANALISA HASIL PENGECORAN PENAMBAHAN BAHAN MATERIAL PISTON DAN KALENG BEKAS PADA ALAT RUMAH TANGGA TERHADAP PERUBAHAN NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO AIMg-Si

Nama Mahasiswa : Aris Sugianto  
NIM : 151210092  
Program Studi : Teknik Mesin

DOSEN PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Eko Sarwono, ST., MT.  
Dosen Pembimbing II : Fuazen, ST., MT.

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji I : Masrum H,ST.,MT.  
Dosen Penguji II : Waspodo, ST., MT.  
Tanggal Ujian : 19 Juli 2018

Pontianak, 19 Juli 2018

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik

Waspodo, ST., MT.  
NIDN. 1114067602

## RINGKASAN

**Aris Sugianto**, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, 19 Juli 2018, Analisa Hasil Pengecoran Penambahan Bahan Material Piston Dan Kaleng Bekas Pada Alat Rumah Tangga Terhadap Perubahan Nilai Kekerasan Dan Struktur Mikro AlMg-Si Dosen Pembimbing Eko Sarwono dan Fauzen.

Dengan adanya perbedaan campuran dan proses pendinginan yang berbeda maka akan menghasilkan sifat mekanis dalam hal ini sifat kekerasannya dan struktur mikro yang berbeda. Pengujian yang dilakukan dibatasi hanya terhadap peningkatan nilai kekerasan dan perubahan struktur mikro akibat variasi Penambahan Material Piston Bekas dan kaleng bekas dengan menggunakan 30: 70 , 50 : 50 dan 40 , 60 % , masing-masing di cor, proses pendinginan menggunakan media pendinginan udara bebas. Untuk mengetahui nilai kekerasan maka dilakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *Rockwell F*, dan Pengujian Impak, untuk perubahan struktur mikro maka dilakukan pengamatan *metalografi* dan uji komposisi. Dari hasil pengujian kekerasan pada masing-masing spesimen, diketahui adanya perubahan nilai kekerasan yaitu: Kaleng bekas 17.4HRB, Piston bekas 39HRB, Campuran 30:70% 39,58HRB, Campuran 40:60% 42.1HRB, dan Campuran 50:50% 28.9HRB. Dari data uji kekerasan menyatakan bahwa spesimen campuran 40:60 mempunyai nilai kekerasan paling tinggi dibanding spesimen campuran lainnya, dan dari hasil uji *Impact* juga menunjukkan perubahan nilai kemampuan dalam menyerap energi dan menerima beban kejut dari setiap spesimen, Piston bekas 17070 J/ mm<sup>2</sup>, Kaleng bekas 26687.2 J/ mm<sup>2</sup>, Campuran 30:70% 18864.6 J/ mm<sup>2</sup>, Campuran 40:60% 18083.6 J/ mm<sup>2</sup>, dan Campuran 50:50% 22923.8 J/ mm<sup>2</sup>. Dari data uji *impact* menunjukkan bahwa spesimen campuran 50:50 memiliki nilai uji *impact* yang paling tinggi dibandingkan dengan semua spesimen campuran lainnya. Dari data pengujian (uji kekerasan dan uji *impact*), menunjukkan bahwa telah terjadi perbaikan sifat mekanis pada spesimen campuran antara piston dan kaleng bekas.

Kata kunci : Pengecoran, alat rumah tangga, Piston bekas dan kaleng bekas

## SUMMARY

**Aris Sugianto**, *Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University Pontianak, July 19, 2018, Analysis of Casting Results Adding Used Piston and Tin Materials to Household Appliances Against Changes in Hardness and Microstructure Value of AlMg-Si* Advisor Lecturers Eko Sarwono and Fauzen.

With the different mixes and different cooling processes it will produce mechanical properties in this case the nature of the hardness and different microstructure. The tests carried out were limited only to the increase in the value of hardness and changes in microstructure due to variations in the addition of used piston materials and used cans using 30: 70, 50: 50 and 40, 60%, each of which was cast, the cooling process using free air cooling media . To determine the value of hardness, the hardness test was carried out using Rockwell F method, and impact testing, to change the microstructure, metallography and composition tests were carried out. From the results of hardness testing on each specimen, it was found that there was a change in the hardness value, namely: Used cans 17.4HRB, used piston 39HRB, mixture 30: 70% 39.58HRB, mixture 40: 60% 42.1HRB, and mixture 50: 50% 28.9 HRB. From the hardness test data stated that the 40:60 mixture specimen had the highest hardness value compared to other mixed specimens, and from the Impact test results also showed a change in the value of the ability to absorb energy and receive shock loads from each specimen, used Piston 17070 J / mm<sup>2</sup>, Cans second hand 26687.2 J / mm<sup>2</sup>, Mixture 30: 70% 18864.6 J / mm<sup>2</sup>, Mixture 40: 60% 18083.6 J / mm<sup>2</sup>, and Mixture 50: 50% 22923.8 J / mm<sup>2</sup>. From the impact test data shows that 50:50 mixed specimens have the highest impact test value compared to all other mixed specimens. From the test data (hardness test and impact test), it shows that mechanical properties have been improved in the mixed specimens between pistons and used cans.

Keywords: Casting, household appliances, used pistons and used cans

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmannirahim,*

*Assalamualiakum Warrahmatullahi Wabarakatu,*

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA HASIL PENGECORAN PENAMBAHAN BAHAN MATERIAL PISTON DAN KALENG BEKAS PADA ALAT RUMAH TANGGA TERHADAP PERUBAHAN NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO AIMg-Si “**.

Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk menempuh ujian Sarjana Strata ( S – 1 ) pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Helman Fachri, SE, MM selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Bapak Fuazen, S.T .,M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak dan selaku Dosen Pemimbing II Skripsi
3. Bapak Eko Sarwono, S.T., M.T selaku Wakil Rektor II Universitas Muhammadiyah Pontianak dan selaku Dosen Pemimbing 1 Skripsi
4. Bapak Waspodo.S.T., M.T selaku Dosen Penguji II Skripsi.
5. Bapak Masrum. H.S.T., M.T selaku Dosen Penguji I Skripsi.
6. Bapak – bapak dan Ibu – ibu selaku Dosen dan staf di Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
7. Ayahanda Alm. Dulrahman dan Ibunda Sutarni selaku orang tua yang telah banyak berjasa dalam kehidupan ini.

8. Istriku tercinta Rosalina dan anak-anakku tercinta Georino Sugianto dan Hanayyu Izzati yang telah banyak memberikan perubahan dalam hidup ini.
9. Ke tiga Adik-adik ku Suryanto, Trihandayani Rahayu dan Suroto yang telah banyak memberikan dukungan baik moril serta materil agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Keluarga besar ku yang telah banyak memberikan dukungan baik moril serta materil agar dapat menyelesaikan Skripsi ini.
11. Teman – teman Angkatan 2015 serta kakak tingkat dan adik tingkat ku yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini, masih banyak kekurangan dan kelemahan, baik dalam penyajian, sistematika penulisan maupun materi – materi yang terkandung di dalamnya. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar penulisan selanjutnya dapat lebih baik. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita dan bagi masyarakat semua, akhir kata penulis mengucapkan:

*Wabillahitaufik Walhidayah wassalammualaikum Warrahmatullahi Wabarakatu.*

Pontianak, 19 Juli 2018

Penulis

**ARIS SUGIANTO**  
**NIM : 151210092**



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR ORISINILITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPS .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR RINGKASA .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR SUMMARY .. ..</b>	<b>v</b>
<b>PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Pembatasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Metode Penelitan .....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6

2.2.	Sifat- Sifat Aluminium .....	7
2.3.	Karakteristik Aluminium .....	7
2.4.	Klasifikasi Paduan Aluminium .....	8
2.5.	Heat Treadment .....	12
2.6.	Kajian Teoritis .....	13
2.6.1.	Aluminium .....	13
2.6.2.	Logam Paduan Aluminium .....	14
2.7.	Standarisasi Dan Kodifikasi .....	15
2.8.	Pengujian sifat Mekanis .....	18
2.9.	Kekerasan ( Hardness) .....	18
2.9.1.	<i>Brinnel</i> (HB/BHN) .....	21
2.9.2.	<i>Rockwell</i> (HR/RHN) .....	22
2.9.3.	<i>Vickers</i> (HV/VHN) .....	23
2.10.	Pengujian Impak (Uji Dampak) .....	24
2.11.	Jenis- Jenis uji Impak .....	26
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>		<b>28</b>
3.1.	Bahan Penelitian .....	28
3.2.	Tempat Penelitian dan pengujian .....	29
3.3.	Persiapan Spesimen Pengujian .....	29
3.4.	Proses Pengujian kekerasan .....	30
3.5.	Proses Pengujian Impak .....	31
3.6.	Proses pengujian Struktur Mikro .....	32

3.7. Proses Pengujian Komposisi .....	34
3.8. Diagram Alir Penelitian .....	35
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	36
4.1.2. Analisa Pengujian Kekerasan .....	38
4.2.1. Data Hasil Pengujian Impak .....	38
4.2.2. Analisa Pengujian Impak .....	40
4.3.1. Data Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	41
4.3.2. Analisa Pengujian Struktur Mikro .....	43
4.4.1. Data Pengujian Komposisi .....	44
4.4.2. Analisa Pengujian komposisi .....	46
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>47</b>
5.1. Kesimpulan .....	47
5.2. Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>51</b>

## **DAFTAR TABEL**

<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	36
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Impak .....	39
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Komposisi .....	44

## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Alat penguji kekerasan .....	20
Gambar 2.2	Pengujian <i>Brinell</i> .....	21
Gambar 2.3	Perumusan untuk pengujian <i>Brinell</i> .....	21
Gambar 2.4	Pengujian <i>Rockwell</i> .....	22
Gambar 2.5	Prinsip kerja metode pengukuran kekerasan <i>Rockwell</i> .....	22
Gambar 2.6	Pengujian <i>Vickers</i> .....	23
Gambar 2.7	Bentuk Indentor <i>Vickers</i> .....	23
Gambar 2.8	Alat uji impact .....	26
Gambar 3.1	Hasil pengecoran kaleng bekas, piston bekas, campuran 30/70, campuran 40/60, dan campuran 50/50 .....	28
Gambar 3.2	ASTM E23 .....	29
Gambar 3.3	Spesimen Uji .....	30
Gambar 3.4	Pengujian kekerasan dengan <i>Rockwell F</i> .....	31
Gambar 3.5	Pengujian impact dengan metode <i>Charpy</i> .....	32
Gambar 3.6	Pengujian struktur mikro .....	33
Gambar 3.7	Pengujian komposisi .....	34
Gambar 3.8	Diagram alir penelitian .....	35
Gambar 4.1	Daftar grafik hasil nilai rata-rata pengujian kekerasan untuk kaleng, Pisto, 50:50, 30:70, dan 40:60 .....	38
Gambar 4.2	Grafik nilai rata-rata pengujian impact ( <i>impact test</i> ) .....	40

Gambar 4.3 Struktur mikro pada pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan kaleng bekas .....	41
Gambar 4.4 Struktur mikro pada pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan piston bekas .....	41
Gambar 4.5 Struktur mikro pada pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan campuran perbandingan 30:70% .....	42
Gambar 4.6 Struktur mikro pada pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan campuran perbandingan 40:60% .....	42
Gambar 4.7 Struktur mikro pada pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan campuran perbandingan 50:50% .....	43
Gambar 4.8 Grafik uji komposisi .....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Bahan baku kaleng bekas .....	51
Lampiran 2	Tungku peleburan logam .....	51
Lampiran 3	Logam cair dan cetakan .....	51
Lampiran 4	Logam hasil coran .....	51
Lampiran 5	Pembentukan spesimen .....	52
Lampiran 6	Penghalusan spesimen .....	52
Lampiran 7	Pengukuran spesimen .....	52
Lampiran 8	Finishing spesimen .....	52
Lampiran 9	Uji impak .....	53
Lampiran 10	Uji kekerasan .....	53
Lampiran 11	Uji komposisi .....	53
Lampiran 12	Uji struktur mikro .....	53

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki sifat mekanik, ketahanan korosi dan hantaran listrik yang baik. Logam ini dipergunakan secara luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, kapal laut, konstruksi dan industri otomotif, diantaranya adalah piston, fungsi piston adalah sebagai alat untuk menghisap bahan bakar, memampatkan bahan bakar (kompresi), menampung tenaga dan ekspansi gas yang bertekanan tinggi dengan temperatur tinggi pula.

Piston bekerja di dalam lubang silinder dengan gerakan linear dan dihubungkan dengan poros engkol melalui batang piston (connecting rod). Piston bila kena panas akan mengembang, pengembangan piston ini condong untuk berbentuk oval ke arah dimana pena piston dimasukkan. Selain itu piston dapat mengalami keausan akibat bergesekan dengan dinding lubang silinder.

Piston dibuat dari bahan aluminium karena piston harus ringan, kuat dan tahan temperatur tinggi. Oleh karena itu aluminium sebagai bahan baku komponen sering didapatkan dalam bentuk paduan dengan unsur seperti ; Cu, Zn, Si, Mg, Sn, dan sebagainya sehingga dapat meningkatkan kekuatannya. Salah satu cara agar mendapatkan peningkatan kekuatan mekanik, biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur Mg (magnesium), dan salah satu sifat baik dari aluminium adalah dapat didaur ulang.

Daur ulang adalah proses untuk menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah yang sebenarnya dapat menjadi sesuatu yang berguna, mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan, dan emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan proses pembuatan barang baru.

Proses pembentukan aluminium dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan metode pengecoran atau cetakan. Membuat coran harus dilakukan proses-proses seperti: pencairan logam, membuat cetakan,



menuang dan membersihkan coran. Cetakan biasanya dibuat dengan memadatkan pasir. Pasir yang dipakai kadang-kadang pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung, cetakan pasir mudah dibuat dan tidak mahal asal menggunakan pasir yang cocok. Selain menggunakan cetakan pasir juga dapat menggunakan cetakan logam, logam yang dipakai titik didihnya harus lebih tinggi dari logam yang dicairkan (Jiwo Rogo, dkk., 2013).

Pemakaian aluminium khusus pada industri otomotif juga terus meningkat Sejak tahun 1980 (Budinski, 2001), dan terus meningkat seiring meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia. Banyak komponen otomotif yang terbuat dari paduan aluminium, diantaranya adalah piston, blok mesin, cylinder head, valve dan lain sebagainya. Penggunaan paduan aluminium untuk komponen otomotif dituntut memiliki kekuatan yang baik. Agar aluminium mempunyai kekuatan yang baik biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur-unsur seperti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, dan sebagainya. Mengolah bijih aluminium menjadi logam aluminium (Al) memerlukan energi yang besar dan biaya yang mahal untuk mendapatkan logam aluminium masalah yang utama sebetulnya pada keterbatasan (Drihandono, S dan Eko B, 2016).

Dalam penggunaannya perlu diketahui kelebihan dan ketangguhan yang dimiliki dari unsur paduan aluminium dengan magnesium agar sesuai fungsi dan kegunaannya. Untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan dari aluminium paduan tersebut, maka diperlukan struktur mikro yang cocok dengan komposisi kimia dan perlakuan panas yang tepat. Secara umum paduan aluminium dan magnesium dengan komposisi tertentu bertujuan untuk meningkatkan kekerasan, keuletan, ketahanan aus, ketangguhan, ketahanan korosi dan mampu machining yang baik. Dari uraian diatas maka sangatlah relevan dengan yang dilakukan oleh usaha kecil pengecoran alat rumah tangga yang ada di Pontianak, yaitu CV.ASIA JAYA dimana usaha pengecoran tersebut menggunakan bahan utama adalah material kaleng bekas, sedangkan di kota Pontianak usaha perbengkelan servis sepeda motor sangat banyak di tambah dengan populasi kendaraan roda dua juga semakin meningkat, maka bagai yang sering mengalami kerusakan dan penggantian adalah piston dimana akan menjadi barang bekas yang tidak bisa di manfaatkan sehingga penulis berinisiatif untuk meneliti pemanfaatan meteril piston

bekas kendaraan roda dua sebagai bahan campuran pengecoran pembuatan alat rumah tangga yang ada di CV.ASIA JAYA Pontianak, guna meningkatkan mutu dari produk yang dimaksud. Untuk memastikan dan mengetahui terjadinya perubahan sifat mekanik kearah yang lebih baik, maka dilakukan serangkaian penelitian dan pengujian terhadap bahan aluminium paduan piston bekas dan kaleng bekas.

## **1.2.Rumusan Masalah**

Pada penulisan ini masalah yang akan dibahas adalah perubahan nilai kekerasan dan struktur mikro akibat penambahan material piston dan kaleng bekas pada bahan pembuatan alat rumah tangga.

## **1.3. Masalah dan Batasan**

Pengujian yang dilakukan dibatasi hanya terhadap peningkatan nilai kekerasan dan perubahan struktur mikro akibat variasi Penambahan Material Piston Bekas pada aluminium dengan menggunakan campuran 30: 70 , 50 : 50 dan 40 , 60 %, masing-masing di cor, dan didinginkan dengan menggunakan media pendinginan udara bebas. Untuk mengetahui nilai perubahan sifat mekanik dari logam aluminium paduan piston dan kaleng bekas, maka akan dilakukan serangkaian pengujian kekerasan dengan menggunakan metode Rock well dan Pengujian Impak sedangkan untuk perubahan struktur mikro maka akan dilakukan pengamatan metallografi dan uji komposisi.

## **1.4.Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaleng bekas dan piston bekas
2. Pengecoran/penuangan pembuatan spesimen dilakukan pada temperatur 800°C , pendinginan dengan udara normal dan menggunakan cetakan pasir kuarsa (mold)

3. Masing masing pengujian disiapkan 3 spesimen dengan persentase paduan 50:50 %, 30: 70 %, Dan 40:60%, dan 2 spesimen dari kaleng dan piston bekas
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan dan impact
5. Analisa struktur mikro dari masing-masing spesimen pengecoran

### **1.5. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk menganalisa pengaruh penambahan persentase kekuatan kekerasan Struktur Mikro pada aluminium campuran piston dan kaleng bekas untuk proses pembuatan bahan pengecoran alat rumah tangga
2. Mengetahui struktur mikro dan kekerasan dari aluminium pada pengecoran alat rumah tangga'

### **1.6. Manfaat Penelitian**

1. Bagi mahasiswa

Secara khusus memberikan gambaran kepada mahasiswa sejauh mana pengaruh kekuatan material bahan paduan pada keleng bekas khususnya dengan paduan campuran piston dan kaleng bekas
2. Bagi akademik
  - a. Sebagai referensi untuk perkembangan dan penelitian selanjutnya dilingkup jurusan teknik mesin.
  - b. Merupakan pustaka tambahan untuk menunjang proses perkuliahan.
3. Bagi industri
  - a. Menjadi bahan pertimbangan, untuk diperhatikan dalam proses produksi, sehingga bisa memperoleh hasil coran aluminium yang jauh lebih baik.
  - b. Sebagai bahan informasi untuk mengetahui pengaruh meningkatnya sifat mekanik pada aluminium.

### **1.7. Metode Penelitian**

Metode penelitian terdiri atas metode literature dan metode observasi

1. Metode literatur

Dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis akan menggunakan berbagai sumber pendukung antara lain buku-buku, LKI, dan seminar, symposium serta jurnal-jurnal dan artikel terkait

## 2. Metode observasi

Pada proses penelitian ini penulis akan melakukan peninjauan langsung dilapangan yaitu mulai dari pembuatan bahan uji sampai dengan pengujian bahan uji.

### 1.8. Sistematika Penulisan

Untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini, maka disusunlah sistematika skripsi sebagai berikut :

#### **BAB I : Pendahuluan**

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, metode penulisan, sistematika penulisan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : Landasan Teori**

Berisi tentang, tinjauan pustaka (jurnal ilmiah), landasan teori sebagai telaah kepustakaan.

#### **BAB III : Metodologi Penelitian**

Berisi tentang desain eksperimen, bahan dan alat, waktu dan tempat penelitian, variabel penelitian, metode dan alur penelitian.

#### **BAB IV : Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Berisi tentang hasil penelitian, laporan hasil analisis penelitian.

#### **BAB V : Penutup**

Berisi tentang simpulan dan saran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Hasil penelitian *Ahmad Fahrur Rozaq dan Soeharto (2013)*, umur leleh tertinggi dihasilkan oleh material awal dengan semakin lama waktu temper maka martensit temper yang terbentuk akan semakin banyak, dan kekerasan material semakin menurun. Turunnya kekerasan diikuti naiknya keuletan material akan menyebabkan umur leleh material yang makin rendah, hal ini terjadi karena fenomena tersebut masih berada pada daerah dimana dengan kekerasan yang dimiliki material belum melampaui batas maksimum sehingga kekerasan berbanding lurus dengan umur leleh material.

Hasil penelitian *Bagus Surono dan Media Nofri*, nilai kekerasan pada sampel yang tidak mengalami proses pemanasan dengan menggunakan metode *brinell* didapat rata-rata sebesar 71 HB. Setelah mengalami proses pemanasan dengan temperatur  $500^{\circ}\text{C}$  nilai kekerasannya sebesar 56HB,  $550^{\circ}\text{C}$  nilai kekerasannya sebesar 71 HB,  $600^{\circ}\text{C}$  nilai kekerasannya sebesar 38HB dan pada  $650^{\circ}\text{C}$  nilai kekerasannya sebesar 26HB. Nilai kekerasan yang didapat pada point ini adalah nilai kekerasan setelah perlakuan panas dengan menggunakan media pendingin air, namun pada temperatur 550 terjadi kenaikan, walaupun lebih banyak nilai kekerasan turun.

Semakin tinggi temperature yang diterima pada sample pada proses pemanasan dan hampir menyentuh titik lebur akan semakin rendah nilai kekerasan yang didapat. Pada proses pemanasan dan media pendinginan terlihat adanya struktur butirannya yang semakin besar dan kasar terdapat pula batas butir yang kian membesar jika dibandingkan dengan proses pendinginan dengan menggunakan media air. Dari data yang diperoleh penurunan nilai kekerasan setelah sample mendapat perlakuan panas, hal tersebut dapat saja terjadi karena di sebabkan oleh beberapa factor yakni: factor *Human Error* pada saat proses pemindahan dari dapur pemanas atau kesalahan pada saat membaca alat ukur, *Over Heating* pada saat pemanasan dan sensitifitas alat uji.

Paduan aluminium banyak sekali digunakan dalam aplikasi sehari-hari jika dibandingkan dengan paduan non ferrous lainnya karena sifat-sifatnya yang menguntungkan, antara lain : 1). Titik lebur rendah ( $\pm 660^{\circ}\text{C}$ ), 2). Mampu alir yang baik untuk casting, 3). Kristalisasi singkat, cukup membantu untuk proses produksi, 4). Permukaan hasil casting yang baik dengan permukaan yang mengkilap. Dengan kemajuan Teknologi sekarang ini maka sifat mekanis Aluminium dapat ditingkatkan dengan penambahan unsur padu. Unsur padu antara lain dengan, mangan, silikon, magnesium, dll. Unsur padu tersebut bila diukur relatif sedikit. Secara umum Aluminium diproduksi dalam bentuk Aluminium Tempa dan Aluminium Tuang. Untuk Aluminium Tuang dibagi menjadi tiga, Tuang Pasir, Tuang Gravity, Tuang Dies.

## **2.2. Sifat – Sifat Aluminium**

Aluminium mempunyai banyak sifat baik yang menguntungkan untuk dikembangkan dalam industri antara lain : Ringan, Kuat, Mudah Bentuk, Tahan Kara, Memiliki Daya Hantar Listrik yang Baik, Mempunyai Daya Hantar Panas yang Baik dan Dapat Didaur Ulang.

## **2.3. Karakteristik Aluminium**

Logam Aluminium sangat sensitif terhadap pengaruh luar, hal ini berkaitan dengan sifat fisik dan sifat kimia dari logam cairnya. Secara karakteristik dari Aluminium adalah sebagai berikut :

- 1) Sangat mudah bereaksi dengan udara, yang menimbulkan oksidasi, dan benda asing yang dapat membentuk dross (kotoran yang merupakan bagian dari leburan Aluminium),
- 2) selama proses pembekuan sangat mudah menyerap Hidrogen, yang sering kali setelah pembekuan mengakibatkan gas porosity,
- 3) selama proses pembekuan seakan mengalami penyusutan volume antara (3.5-8.5) %,
- 4) aluminium cair mempunyai massa jenis dan tekanan hidrostatik yang rendah setelah pembekuan sering dijumpai adanya shrinkage porosity (kekurangan logam cair dalam cetakan),

- 5) mempunyai kecenderungan terjadinya hot shortness (retak pada permukaan coran).

#### **2.4. Klasifikasi Paduan Aluminium**

Paduan Aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai Negara di Dunia. Saat ini klasifikasi yang sangat terkenal dan sempurna adalah standar Aluminium Association di Amerika (AA) yang didasarkan atas standar terdahulu dari ALCOA (Aluminium Company of Amerika). Paduan tempaan dinyatakan dengan satu atau dua angka "S", sedangkan paduan coran dinyatakan dengan tiga angka. Standar AA menggunakan penandaan dengan empat angka sebagai berikut : Angka pertama menyatakan sistem paduan dengan unsur-unsur yang ditambahkan, yaitu : Al Murni, Al-Cu, Al-Mn, Al-Si, Al-Mg, AlMg-Si, dan Al-Zn.

Paduan Aluminium Utama Ada beberapa jenis paduan utama yaitu: Paduan Al-Mg-Si, Paduan Al-Cu, Paduan AlCu-Mg, Paduan Al-Mn, Paduan Al-Si, Paduan Al-Mg, Paduan Al-Mg-Zn. Paduan Al-Mg-Si. Kalau sedikit Mg ditambahkan kepada Al, penguatan penguatan sangat jarang terjadi, tetapi apabila secara simultan mengandung Si, maka dapat dikeraskan dengan penguatan panas setelah perlakuan pelarutan. Hal ini disebabkan karena senyawa  $Mg_2Si$  berkelakuan sebagai komponen murni dan membuat keseimbangan dari sistem biner semu dengan Al. Sebagai paduan praktis dapat diperoleh paduan 5053, 6063, dan 6061. paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan-paduan lainnya, tetapi sangat liat, mampu bentuk untuk penempaan, ekstrusi dan sebagainya, sangat baik juga untuk mampu bentuk yang tinggi pada temperatur biasa. Paduan 6063 digunakan untuk rangka-rangka konstruksi. Karena paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik, maka digunakan untuk kabel tenaga. Dalam hal ini pencampuran dengan Cu, Fe dan Mn perlu dihindari karena dapat menyebabkan tahanan listrik menjadi tinggi. Penguatan maksimum dapat dicapai dengan jalan perlakuan pelarutan pada  $500^\circ C$ , pencelupan dingin dan ditemper pada  $160^\circ C$  selama 18 jam.

Indhia (2010) melakukan penelitian tentang strukturmikro silicon dalam paduan aluminium - silikon pada piston berbagai merek sepeda motor. Sampel penelitian diambil dari berbagai merek sepeda motor seperti Suzuki, Honda, Yamaha, Kawasaki, dan Vespa. Pengamatan strukturmikro dilakukan menurut standar pengujian metalografi untuk bahan aluminium. Struktur mikro hasil pengamatan menunjukkan struktur spesimen piston Vespa, Suzuki, Kawasaki, Honda, dan Yamaha. Struktur mikro dari piston Vespa terdiri dari paduan biner Al-Si dari jenis hipereutektik yang dihaluskan, memiliki ketahanan aus yang baik tapi ketangguhan retak menurun. Struktur mikro piston Suzuki tersusun karena adanya tambahan unsur besi (Fe) ke dalam paduan hingga membentuk fase Al-Si-Fe dari jenis  $\beta$  dan tambahan unsur Mn untuk meningkatkan paduan terhadap suhu tinggi agar piston dapat berfungsi saat kendaraan panas. Struktur mikro piston Kawasaki ini merupakan paduan Al-Si hipereutektik untuk keperluan terhadap ketahanan aus mengandung partikel silikon primer berukuran besar dan bersudut juga mengandung silikon eutektik. Struktur mikro diperoleh melalui proses modifikasi dari morfologi dan jarak spasi silikon eutektik dengan penambahan sodium (Na) atau stronsium (Sr). Struktur mikro piston Yamaha terdapat penambahan unsur Fe untuk meningkatkan ketahanan aus. Penelitian yang sama dilakukan juga oleh Effendi (2010) yang meneliti tentang struktur mikro dari hasil pengecoran menggunakan metode squeeze casting lebih padat dan homogen dibandingkan menggunakan metode cor tuang.

Reddy dan Essa (2010) melakukan penelitian tentang perilaku tarik matrik komposit alumina. Pada pengamatan EDS menegaskan adanya senyawa  $Al_5Cu_2Mg_8Si_6$ ,  $Al_4CuMg_5Si_4$ , dan  $Mg_2Si$  di komposit alumina mengakibatkan kekuatan tarik meningkat sedangkan keuletan menurun.

Verman (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi penambahan silikon dan tembaga pada paduan Al-Si-Cu. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan tembaga terhadap sifat fisik seperti kekuatan tarik, kekerasan dan korosivitas yang terjadi pada paduan Al-Si-Cu. Hasil dari penelitian ini menunjukkan semakin meningkatnya penambahan Cu terhadap paduan maka nilai kekerasannya akan semakin meningkat. Atmaja (2011) meneliti tentang sifat mekanis penambahan unsur Cu pada aluminium



paduan. Penelitian ini dilakukan dengan cara menambahkan variasi Cu sebesar 2%, 4%, 6%, dan 8% pada paduan kemudian dilakukan pengujian tarik, kekerasan, kelelahan dan pengamatan struktur mikro. Hubungan antara kekuatan tarik, kekerasan, dan kelelahan pada aluminium paduan tembaga adalah sama-sama memiliki sifat kekuatan yang meningkat setiap penambahan unsur tembaga hingga 4% berat paduan.

Radimin dan Abdillah (2014) melakukan penelitian tentang pembuatan prototype piston komposit dari limbah piston dengan penambahan silikon karbida (SiC) dan magnesium. Penelitian ini menggunakan tiga metode yaitu pengujian karakteristik dan sifat mekanik piston komposit dari komposisi kimia, metalurgrafi, dan kekerasan. Hasilnya semakin meningkatnya kandungan magnesium dan penguat SiC dapat meningkatkan kekerasan spesimen piston komposit dan ikatan antar muka yang optimal.

Suhariyanto (2010) meneliti tentang velg mobil, material yang digunakan adalah aluminium paduan A356 dengan penambahan unsur inoculan Ti-C. Kandungan Ti-C yang terbaik pada 0,19% yang memiliki kekuatan tarik 22,51 kg/mm<sup>2</sup>, elongasisebesar 8,92%, nilai kekerasan 63,65 HVN dan kekuatan impak 5,21 J/cm<sup>2</sup>. Selain Suhariyanto, Anzip (2010) juga meneliti tentang velg mobil, dengan bahan matrial yang digunakan adalah aluminium paduan A356.2 dengan variasi penambahan unsur inoculan Mn. Kandungan Mn yang terbaik pada 1,2% wt yang memiliki kekuatan tarik 31,58kg/mm<sup>2</sup>, elongasi sebesar 7,54%, nilai kekerasan 90,74 HVN dan kekuatan impak 5,88 J/cm<sup>2</sup>.

Mudjijana dan Hadrizal (1997) meneliti tentang analisis produk coran pelek gokart dari paduan aluminium. Bahan yang digunakan adalah sekrap pelek mobil berkomposisi paduan Al-Si dengan 4,5%-5% Si dan mengandung unsur Cu,Mg,Zn dan lain-lain. Bahan sekrap pelek dilebur menggunakan cetakan permanen dan diberikan variasi pada tekanan tuang 75 kg/cm<sup>2</sup>, 100 kg/cm<sup>2</sup>, 125 kg/cm<sup>2</sup>, dan 150 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil dari peleburan tersebut diuji menggunakan pengujian kekerasan brinell dan pengujian tarik. Hasil dari pengujian kekerasan yang didapat yaitu semakin tinggi tekanan tuang maka semakin tinggi nilai kekerasan yang didapat. Hasil pengujian tarik diperoleh kesimpulan bahwa

semakin tinggi tekanan tuang maka coran tersebut akan menjadi padat dan menyebabkan coran menjadi kuat dan ulet. Kekuatan tarik juga dipengaruhi oleh unsur silikon dan magnesium, semakin banyak kandungan silikon dan magnesium dalam suatu paduan akan semakin tinggi kekuatan tarik tersebut akan tetapi jika kandungan silikon terlalu tinggi akan menyebabkan paduan tersebut menjadi rapuh. Hasil dari pengujian metalografi dapat disimpulkan bahwa semakin kecil, rapat, dan halus struktur butiran suatu coran maka akan memiliki kekuatan tarik, ketahanan impak, kekerasan, keuletan, dan berat jenis yang tinggi akan tetapi porositasnya rendah.

Penelitian yang dilakukan oleh Surojo, dkk (2009) mengenai pengaruh remelting terhadap strukturmikro dan kekerasan paduan coran Al-Si. Pada penelitian ini piston bekas dilakukan remelting kemudian dilakukan pengamatan strukturmikro dan kekerasan. Hasil remelting pertama kembali diremelting kemudian dilakukan pengujian yang sama. Hasil dari penelitian ini adalah kekerasan paduan akan meningkat dan strukturmikro paduan Al-Si dapat berubah seiring perlakuan tiga kali remelting. Jaber, dkk (2010) meneliti tentang kepadatan dan sifat mekanik dari paduan Al-Si hasil coran. Penelitian ini menggunakan paduan Al-Si hasil coran dengan penambahan kadar 3%, 6%, 8%, 12% dan 15% silikon, kemudian dilakukan pengujian menggunakan uji tarik dan kekerasan. Hasil pengujian menunjukkan dengan peningkatan kadar silikon kekuatan tarik dan kekerasan meningkat, koefisien gesek yang baik dan memiliki ketahanan aus yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Saputro (2014) menjelaskan tentang pengaruh penambahan silikon 1%, 3%, dan 5% pada paduan Al-Si-Mg terhadap sifat fisis dan mekanisnya dengan perlakuan heat treatment. Penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan, pengujian impak, pengujian tarik, dan pengamatan struktur mikro. Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai kekuatan impak mengalami peningkatan setelah dilakukan heat treatment dan pada paduan dengan penambahan unsur Si terbanyak mengalami penurunan keuletan. Pada pengujian tarik dengan penambahan unsur Si tertinggi mengalami penurunan kekuatan tarik. Hasil dari pengujian kekerasan diketahui bahwa penambahan Si akan mengakibatkan kerapuhan pada material.

## **2.5.Heat Treatment.**

Prinsip Dari Heat Treatment. Heat treatment adalah proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubah sifat fisik dari material tersebut. Proses Heat Treatment akan menyebabkan perubahan struktur-struktur suatu material yang mulanya masih mengumpul menjadi terurai sehingga menjadi lebih keras, ulet dan tangguh. Secara umum proses Heat Treatment adalah sebagai berikut:

1. Pemanasan material sampai suhu tertentu,
2. Mempertahankan suhu untuk waktu tertentu (holding time) sehingga temperaturnya merata,
3. Pendinginan dengan metode media pendingin (air, oli atau udara).

Tujuan Heat Treatment Proses pengerjaan panas yang dilakukan bertujuan untuk merubah sifat dan struktur logam menjadi sifat yang diinginkan seperti :

1. Menambah sifat mekanis seperti ductility, toughness, strength, hardness dan sebagainya,
2. Menambah machinability,
3. Menambah tahan terhadap korosi,
4. Menghilangkan tegangan dalam,
5. Memodifikasi sifat magnet dan listrik,
6. Meningkatkan tahan panas dan tahan gesek

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Heat Treatment, didalam proses heat treatment ada beberapa faktor yang menentukan berhasil atau tidaknya hasil yang diharapkan dalam pelaksanaan proses tersebut antara lain adalah :

1. Laju pemanasan,
2. Laju pendinginan,
3. Waktu penahanan ,
4. Media pendinginan yang digunakan. Faktor-faktor tersebut diatas telah diterapkan dalam spesifikasi sehingga untuk material yang

berbeda jenis maupun karakteristik yang diharapkan terhadap perbedaan melalui masing-masing tahap tersebut.

## **2.6. KAJIAN TEORITIS**

### **2.6.1. Aluminium**

Aluminium merupakan unsur yang cukup banyak melimpah di bumi dan selalu berupa kombinasi bersama dengan unsur lainnya. Aluminium merupakan logam yang banyak digunakan selain baja. Aluminium ditemukan pada tahun 1872 oleh Friedrich Wohler seorang ahli kimia dari Jerman. Di bidang industri aluminium dikembangkan oleh Paul Heroult di Prancis dan C.M. Hall di Amerika pada tahun 1886. Mereka berhasil memperoleh logam aluminium dengan cara elektrolisa. Aluminium merupakan logam nonferro yang memiliki sifat ringan dan ketahanan karat yang baik. Aluminium dipakai sebagai paduan berbagai logam murni, sebab aluminium tidak akan kehilangan sifat ringan dan sifat-sifat mekanisnya dan mampu coranya dapat diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah tembaga, silikon, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya yang dapat mengubah sifat paduan aluminium (Surdia, 1991).

Untuk bahan-bahan pokok dalam menghasilkan aluminium antara lain bauksit dan kreolit. Bauksit mengandung 55-65% tanah tawas, 2-28% besi, 12-30% air, dan 1-8% asam silikat. Aluminium murni diperoleh melalui cara Bayer dimana bauksit dijernihkan menjadi tanah tawas murni, lalu tanah tawas direduksi hingga menjadi aluminium mentah, melalui elektrolisa lebur dengan kreolit sebagai bahan pelarut natrium aluminium fluorida ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) baru peleburan alih wujud menjadi aluminium murni. Umumnya aluminium mencapai kemurnian 99,85% berat. Aluminium dengan kemurnian 99,85% jika dielektrolisa kembali maka di dapatkan aluminium dengan kemurnian 99,99% atau hampir mendekati 100%. Surdia dan Saito (1999).

Sifat mekanik aluminium dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan tahan korosi, hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium setelah

logam terpapar oleh udara. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi namun pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat katodik karena dapat mencegah oksidasi aluminium.

Aluminium merupakan logam yang dapat dikerjakan dalam berbagai bentuk baik dengan cara ditempa, dituang, dikerjakan dengan mesin, dikeraskan, dilas, ditarik, dll. Beberapa sifat aluminium adalah : (1) Berat jenisnya 2,72 kg/dm<sup>3</sup>, (2) Titik cairnya 660°C, (3) Warnanya mengkilap, (4) Konduktor panas dan listrik yang baik, (5) Ketahanan korosi yang baik, (6) non magnetic. (Schonmetz dan Gruber, 1985).

### **2.6.2. Logam Paduan Aluminium**

Pemakaian aluminium dan paduannya sangat diminati, hal ini karena sifat-sifat aluminium yaitu antara lain :

1. Mampu bentuk yang baik karena keuletannya cukup tinggi.
2. Kekuatannya cukup tinggi, baik untuk konstruksi pesawat terbang.
3. Tahan terhadap korosi karena membentuk lapisan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
4. Mempunyai massa jenis yang ringan sebesar 2,72 gr/cm<sup>3</sup>.

Lebih lanjut Schonmetz dan Gruber (1985) mengatakan bahwa aluminium akan mengalami perbaikan bila dipadu dengan logam lain, seperti tembaga meningkatkan kekerasan, magnesium meningkatkan kekuatan, silikon mempermudah mampu alir dan logam pemuat lain adalah mangan, seng, nikel yang dapat mengakibatkan sifat yang dikehendaki dalam prosentase yang kecil.

Berdasarkan proses pembuatannya aluminium paduan dibagi menjadi : Paduan Cor (Cast Alloys), dan Paduan Tempa (Wrought Alloys).

Aluminium sebagai logam murni dipakai sebagai paduan, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan mekanisnya, untuk mampu cornya dapat diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah Cu, Si, Mg, Mn, Ni dan sebagainya, yang dapat mengubah sifat - sifat paduan aluminium. (Surdia dan Chijjiwa, 1985).

Paduan aluminium silikon (Al-Si) merupakan paduan yang disebut silumin yaitu paduan yang Si-nya 8% hingga 14%. Paduan Al-Si merupakan

paduan dengan silikon sebagai paduan utamanya, pada titik eutektik 5770 C, 11,7%Si sangat baik untuk paduan tuang karena titik cairnya rendah. Paduan ini mempunyai mampu tuang yang baik sehingga dibuat produk coran dengan berbagai bentuk dengan sedikit perlakuan mesin. Paduan Al-Si yang dipadu dengan unsur-unsur lain sangat banyak digunakan pada benda-benda tuang untuk industri otomotif seperti piston, sylinder head, dan velg.

## 2.7. Standarisasi dan Kodefikasi

Pengkodean aluminium tempa berdasarkan International Alloy Designation System adalah sebagai berikut :

- 1) Seri 1xxx merupakan aluminium murni dengan kandungan minimum 99% aluminium berdasarkan beratnya.
- 2) Seri 2xxx merupakan aluminium paduan dengan tembaga. Terdiri dari paduan bernomor seri 2010 hingga 2029.
- 3) Seri 3xxx merupakan aluminium paduan dengan mangan. Terdiri dari paduan bernomor seri 3003 hingga 3009.
- 4) Seri 4xxx merupakan aluminium paduan dengan silikon. Terdiri dari paduan bernomor seri 4030 hingga 4039.
- 5) Seri 5xxx merupakan aluminium paduan dengan magnesium. Terdiri dari paduan bernomor seri 5050 hingga 5086.
- 6) Seri 6xxx merupakan aluminium paduan dengan silikon dan magnesium. Terdiri dari paduan bernomor seri 6061 hingga 6069.
- 7) Seri 7xxx merupakan aluminium paduan dengan seng. Terdiri dari paduan bernomor seri 7070 hingga 7079.
- 8) Seri 8xxx merupakan aluminium paduan dengan lithium

Perlu diperhatikan bahwa pengkodean aluminium untuk keperluan penempatan seperti di atas tidak berdasarkan pada komposisi paduannya, tetapi berdasarkan pada sistem pengkodean terdahulu, yaitu sistem Alcoa yang menggunakan urutan 1 sampai 79 dengan akhiran S, sehingga dua digit di

belakang setiap kode pada pengkodean di atas diberi angka sesuai urutan Alcoa terdahulu. Pengecualian ada pada paduan magnesium dan lithium.

Pada aluminium cor pengkodean berdasar Aluminium Assosiation adalah :

1. Seri 1xx.x adalah aluminium dengan kandungan 99% aluminium.
2. Seri 2xx.x adalah aluminium paduan dengan tembaga.
3. Seri 3xx.x adalah aluminium paduan dengan silikon, tembaga, dan magnesium.
4. Seri 4xx.x adalah aluminium paduan dengan silikon.
5. Seri 5xx.x adalah aluminium paduan dengan magnesium.
6. Seri 7xx.x adalah aluminium paduan dengan seng.
7. Seri 8xx.x adalah aluminium paduan dengan lithium.

Digit kedua dan ketiga kode tersebut menunjukkan persentase aluminiumnya, sedangkan pada digit terakhir menunjukkan apakah aluminium dicor setelah pelelehan pada produk aslinya, atau dicor segera setelah aluminium cair dengan paduan tertentu dan dinyatakan dalam angka 1 atau 0.

Di Indonesia, pengkodean aluminium tidak berdasar pada konsentrasi paduan maupun perlakuannya melainkan pada aplikasi penggunaan aluminium tersebut. Berikut ini adalah contoh pengkodean aluminium berdasarkan Standar Nasional Indonesia :

- 1) 03-2583-1989 aluminium lembaran bergelombang untop atap dan dinding.
- 2) 07-0417-1989 ekstrusi aluminium paduan.
- 3) 03-0573-1989 jendela aluminium paduan.
- 4) 07-0603-1989 aluminium ekstrusi untuk arsitektur.
- 5) 07-0733-1989 ingot aluminium primer.
- 6) 07-0734-1989 aluminium ekstrusi untuk arsitektur, terlapis bahan anodisasi.
- 7) 07-0828-1989 ingot aluminium sekunder.
- 8) 07-0829-1989 ingot aluminium paduan untuk cor.
- 9) 07-0851-1989 plat dan lembaran aluminium.

10) 07-0957-1989 aluminium foil dan paduannya.

11) 04-1061-1989 kawat aluminium untuk penghantar listrik.

Dalam Sistem informasi Standar Nasional Indonesia terdapat 84 produk aluminium yang terdaftar, berupa aluminium murni dan paduannya, senyawa aluminium, bahkan petunjuk teknis pembuatan aluminium dan aplikasinya juga merupakan produk yang terdaftar dalam SNI.

## **2.8 Pengecoran Logam**

Pengecoran logam adalah menuangkan secara langsung logam cair yang didapat dari biji besi kedalam cetakan. Sedangkan coran itu sendiri adalah logam yang dicairkan, dituang kedalam cetakan, kemudian didinginkan dan membeku (Surdia dan Chijiiwa, 1985) . Untuk membuat coran, harus dilakukan proses-proses seperti : pencairan logam, pembuatan cetakan, persiapan, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembongkaran dan pembersihan coran. (Surdia dan Chijiiwa, 1976) Proses pengecoran (pembuatan coran) meliputi beberapa tahap yaitu :

### **1. Pembuatan cetakan**

Pembuatan cetakan terbagi menjadi beberapa cara yaitu cetakan pasir basah (green sand molds), cetakan kulit kering (skin dried mold), cetakan pasir kering (dry sand mold), cetakan lempung (loam molds), cetakan furan (furan molds), cetakan CO<sub>2</sub>, cetakan logam, cetakan khusus.

### **2. Persiapan pengecoran**

Persiapan pengecoran meliputi beberapa tahap diantaranya:

#### **a. Pembuatan pola**

Pola dapat digolongkan menjadi dua yaitu pola logam dan pola kayu, pola logam digunakan untuk menjaga ketelitian ukuran benda cor, terutama dalam masa produksi sehingga umur pola bisa lebih lama dan produktivitasnya tinggi. Pola dari kayu digunakan untuk cetakan pasir. Faktor terpenting untuk menetapkan macam pola adalah proses pembuatan cetakan dimana pola tersebut



dipakai dan pertimbangan ekonomi yang sesuai dengan jumlah dari pembuatan cetakan dan pembuatan pola.

#### b. Pembuatan Inti

Inti adalah suatu bentuk dari pasir yang dipasang pada rongga cetakan untuk mencegah pengisian logam pada bagian yang seharusnya berbentuk lubang atau berbentuk rongga dalam suatu coran. Contohnya lubang baut. Inti ini biasanya dibuat dari pasir kali yang bersih yang dicampur dengan bahan pengikat dan dipanaskan sehingga memperoleh kekuatan tertentu.

#### c. Pembuatan Sistem Saluran

Sistem saluran adalah jalan masuk bagi cairan logam yang dituangkan ke dalam rongga cetakan sistem saluran terbagi menjadi beberapa bagian antara lain:

1. Cawan tuang yaitu merupakan penerima yang menerima cairan logam langsung dari ladle. Biasanya berbentuk corong atau cawan dengan saluran turun di bawahnya.
2. Saluran turun yaitu saluran pertama yang membawa cairan logam dari cawan tuang ke dalam pengalir dan saluran masuk, dibuat tegak lurus dengan irisan berupa lingkaran.
3. Pengalir yaitu saluran yang membawa logam cair dari saluran turun ke bagian-bagian yang cocok pada cetakan. Pengalir biasanya mempunyai irisan seperti trapesium atau setengah lingkaran sebab irisan yang demikian mudah dibuat dalam permukaan pisah.
4. Saluran masuk yaitu saluran yang mengisi logam cair dari pengalir ke dalam rongga cetakan. Saluran masuk dibuat dengan irisan yang lebih kecil dari irisan pengalir supaya mencegah kotoran masuk ke dalam rongga cetakan.

### **3. Peleburan (pencairan logam).**

Peleburan merupakan suatu proses mencairkan beberapa bahan baku logam untuk menghasilkan logam baru yang memiliki komposisi unsur-unsur tertentu. Untuk mencairkan logam dipakai bermacam-macam tanur tetapi yang

sering dipakai dalam industri pengecoran logam adalah jenis tanur listrik dan kupola. Pada tanur listrik panas yang dihasilkan untuk melelehkan logam dihasilkan dari busur listrik yang terjadi antara elektroda-elektroda, tanur listrik dulu digunakan khusus untuk membuat baja-baja campuran dan baja-baja karbon yang berkualitas tinggi tetapi sekarang digunakan untuk membuat baja karbon yang biasa. Panas yang dihasilkan pada tanur listrik dihasilkan dari busur listrik yang terjadi antara beberapa elektroda yang dialiri arus listrik, bila arus listrik dijalankan busur api akan terjadi pada elektroda dan memanaskan ruang lebur sehingga mampu untuk meleburkan logam cor.

Proses peleburan difokuskan pada eliminasi berbagai macam kotoran inklusi yang merupakan problem serius dalam memproduksi berbagai macam produk berkualitas. Inklusi yang dimaksud adalah gas hidrogen yang dapat larut pada aluminium cair yang menyebabkan porositas pada pengecoran. Daya larut hidrogen meningkat bila temperatur naik. Tingkat kelarutan hidrogen pada paduan aluminium tidak sama. Pada saat pembekuan, gas hidrogen masih tersisa sehingga pada hasil pengecoran terdapat cacat. Dijelaskan pula bahwa tidak semua porositas diakibatkan oleh gas hidrogen tetapi disebabkan pula oleh penyusutan. Penyusutan yang terjadi pada saat aluminium membeku sebesar 6% dari volume ketika aluminium bertransformasi dari cair ke padat ( Jiang dkk, 2011 )

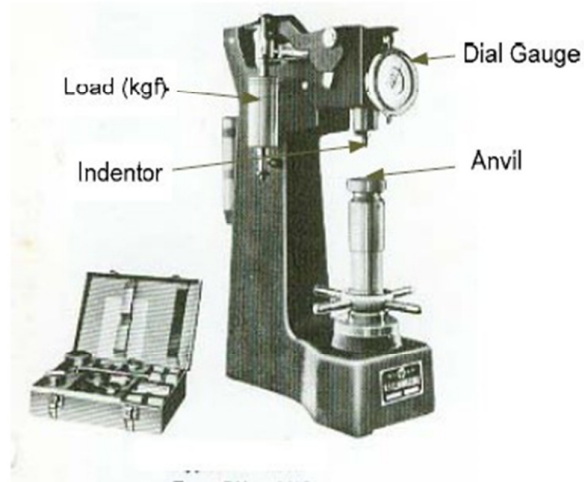
## **2.8.Pengujian Sifat Mekanis**

Adalah pengujian kekerasan atau daya tahan suatu material untuk melawan benda lain yang ditusukan kepadanya atau ketahanan suatu material terhadap deformasi plastis.

## **2.9.Kekerasan (*Hardness*)**

Adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis.

Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan).



Gambar 2.1. Alat Penguji Kekerasan

Untuk mengetahui seberapa besar suatu bahan memiliki kemampuan untuk menahan beban identansi atau penetrasi, biasanya dilakukan pengujian, di dunia teknik umumnya pengujian kekerasan menggunakan 3 macam metode, yaitu:

### 2.9.1. *Brinell* (HB/BHN)

Pengujian kekerasan dengan metode *brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (identor) yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Idealnya, pengujian Brinell diperuntukan untuk material yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisar 500-3000 kgf. Identor (Bola baja) biasanya telah dikeraskan dan diplating ataupun terbuat dari bahan karbida tungsten.

Uji kekerasan *brinell* dirumuskan dengan

$$:HB = \frac{2F}{\pi \cdot D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

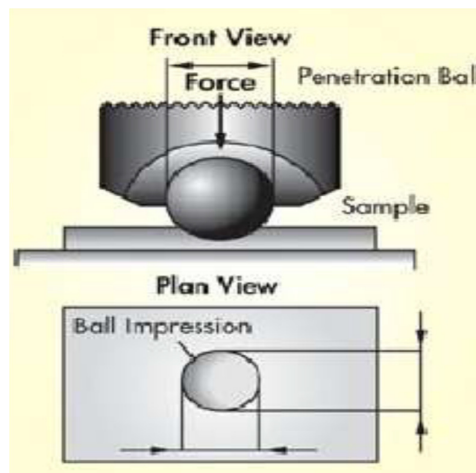
Keterangan :

D = Diameter bola (mm)

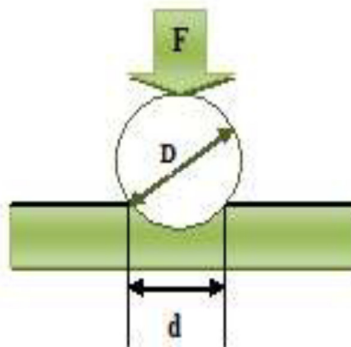
d = impression diameter (mm)

F = Load (beban) (kgf)

HB = Brinell result (HB)



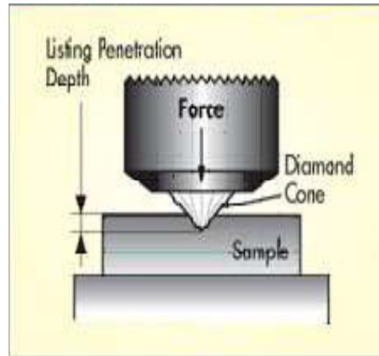
Gambar 2.2. Pengujian *Brinell*



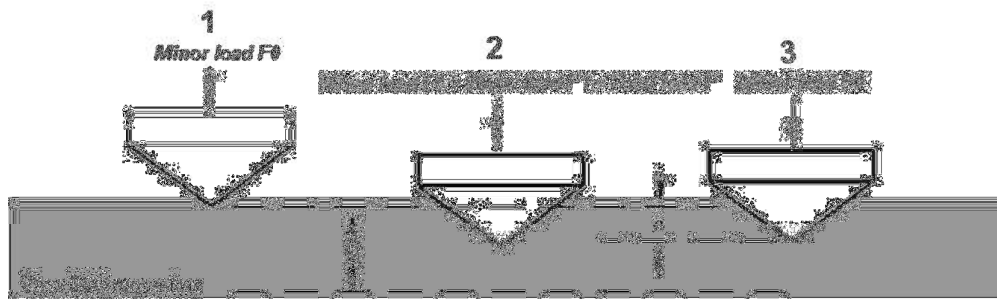
Gambar 2.3. Perumusan untuk pengujian *Brinell*

### 2.9.2. Rockwell (HR/RHN)

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indenter berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut.



Gambar 2.4. Pengujian Rockwell

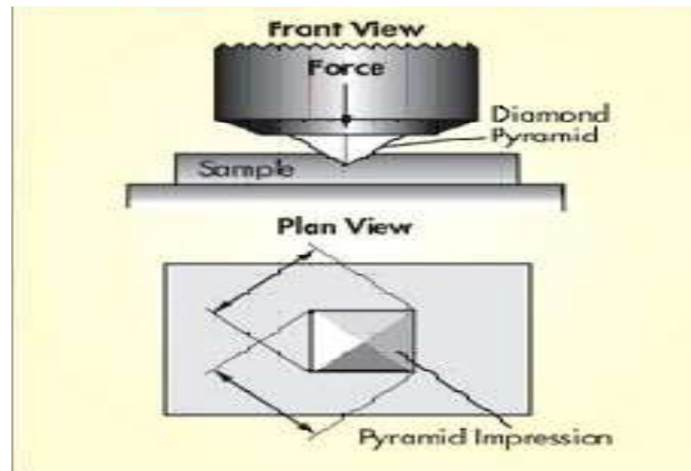


Gambar 2.5. Prinsip kerja metode pengukuran kekerasan Rockwell

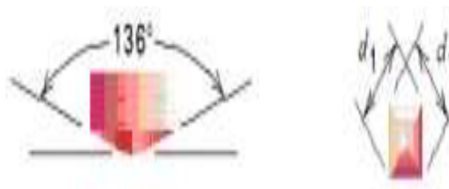
Untuk mencari besarnya nilai kekerasan dengan menggunakan metode Rockwell dijelaskan padagambar, yaitu pada langkah 1 benda uji ditekan oleh indenter dengan beban minor (*Minor Load F0*) setelah itu ditekan dengan beban mayor (*major Load F1*) pada langkah 2, dan pada langkah 3 beban mayor diambil sehingga yang tersisa adalah minor load dimana pada kondisi 3 ini indenter ditahan seperti kondisi pada saat total load F yang terlihat pada gambar 2.5 besarnya *minor load* maupun *major load* tergantung dari jenis material yang akan di uji.

### 2.9.3. *Vickers* (HV/VHN)

Pengujian kekerasan dengan metode Vickers bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam yaitu daya tahan material terhadap indentor intanyang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid seperti ditunjukkan pada gambar 3. Beban yang dikenakan juga jauh lebih kecil dibanding dengan pengujian rockwell dan brinel yaitu antara 1 sampai 1000 gram. Angka kekerasan Vickers (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dengan luas permukaan bekas luka tekan (injakan) dari indentor(diagonalnya) (A) yang dikalikan dengan  $\sin(136^\circ/2)$ .



Gambar 2.6. Pengujian *Vickers*



Gambar 2.7. Bentuk indentor *Vickers*

Rumus untuk menentukan besarnya nilai kekerasan dengan metode vickers yaitu :

$$HV = \frac{F}{A} \times \sin \frac{136^\circ}{2} \text{ atau}$$

$$HV = \frac{F \cdot \sin \frac{136^{\circ}}{2}}{\frac{d^2}{2}} \text{ atau}$$

$$HV = 1,854 \cdot \frac{F}{d^2}$$

keterangan :

HV= Angka kekerasan Vickers

F= Beban (kgf)

d= diagonal (mm)

## 2.10. Pengujian Impact (Uji Dampak)

Sekarang ini kebutuhan akan material terutama logam sangatlah penting. Besi dan baja merupakan salah satu kebutuhan yang mendasar untuk suatu konstruksi. Dengan berbagai macam kebutuhan sifat mekanik yang dibutuhkan oleh suatu material ialah berbeda-beda. Sifat mekanik tersebut terutama meliputi kekerasan, keuletan, kekuatan, ketangguhan, serta sifat mampu mesin yang baik. Dengan sifat pada masing-masing material berbeda, maka banyak metode untuk menguji sifat apa sajakah yang dimiliki oleh suatu material tersebut. Uji Dampak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Oleh karena itu uji dampak banyak dipakai dalam bidang menguji sifat mekanik yang dimiliki oleh suatu material tersebut.

Uji dampak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Agar dapat memahami uji dampak terlebih dahulu mengamati fenomena yang terjadi terhadap suatu kapal yang berada pada suhu rendah ditengah laut, sehingga menyebabkan materialnya menjadi getas dan mudah patah. Disebabkan laut memiliki banyak beban (tekanan) dari arah manapun. Kemudian kapal tersebut menabrak gunung es, sehingga tegangan yang telah terkonsentrasi disebabkan pembebanan sebelum sehingga menyebabkan kapal tersebut terbelah dua.

Dalam Pengujian Mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, dan uji punter adalah pengujian yang

menggunakan beban statik. Sedangkan uji dampak (fatigue) menggunakan jenis beban dinamik. Pada uji dampak, digunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Perbedaan dari pembebanan jenis ini dapat dilihat pada strain rate. Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban dampak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini, akan diubah dalam berbagai respon material seperti deformasi plastis, efek histerisis, gesekan, dan efek inersia.

Uji impak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Agar dapat memahami uji impak terlebih dahulu mengamati fenomena yang terjadi terhadap suatu kapal yang berada pada suhu rendah ditengah laut, sehingga menyebabkan materialnya menjadi getas dan mudah patah. Disebabkan laut memiliki banyak beban (tekanan) dari arah manapun. Kemudian kapal tersebut menabrak gunung es, sehingga tegangan yang telah terkonsentrasi disebabkan pembebanan sebelum sehingga menyebabkan kapal tersebut terbelah dua.

Dalam Pengujian Mekanik, terdapat perbedaan dalam pemberian jenis beban kepada material. Uji tarik, uji tekan, dan uji punter adalah pengujian yang menggunakan beban statik. Sedangkan uji impak (fatigue) menggunakan jenis beban dinamik. Pada uji impak, digunakan pembebanan yang cepat (rapid loading). Perbedaan dari pembebanan jenis ini dapat dilihat pada strain rate. Pada pembebanan cepat atau disebut dengan beban impak, terjadi proses penyerapan energi yang besar dari energi kinetik suatu beban yang menumbuk ke spesimen. Proses penyerapan energi ini, akan diubah dalam berbagai respon material seperti deformasi plastis, efek histerisis, gesekan, dan efek inersia.

Adapun tujuan dari pengujian impact test ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui pengaruh beban dampak terhadap sifat mekanik material.
- 2) Mengetahui standar prosedur pengujian dampak.
- 3) Mengetahui faktor yang memengaruhi kegagalan material dengan beban dampak.
- 4) Mengetahui kemampuan material terhadap beban dampak dari berbagai temperatur yang di ukur.



## 2.11. Jenis-jenis Metode Uji dampak :

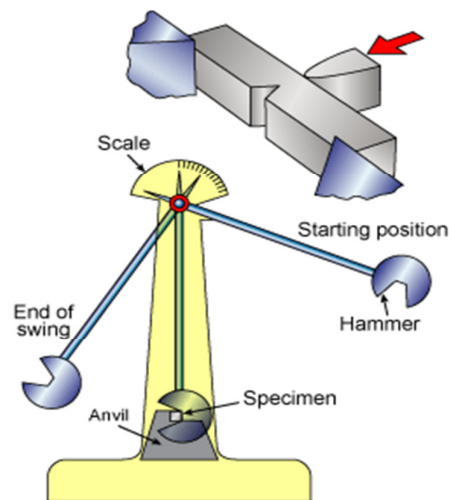
Secara umum metode pengujian dampak terdiri dari dua jenis yaitu:

### 1. Metode Charpy

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan.

### 2. Metode Izod

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi, dan arah pembebanan searah dengan arah takikan.



Gambar 2.8. Pengujian *impact*

Dan besarnya harga impact dapat diketahui dari rumus berikut ini :

$$K = \frac{W}{A_0}$$

dimana :

K = nilai impact (kg m/mm<sup>2</sup>)

W = usaha yang diperlukan untuk mematahkan benda uji (kg m)

A<sub>0</sub> = luas penampang di bawah takikan (mm<sup>2</sup>)

Dewasa ini dengan seiring perkembangan teknologi digital, maka pada peralatan alat uji juga mengalami perkembangan terutama dalam hal pembacaan pengukuran, yang dulunya masih menggunakan dial / indikator saat ini hasil pengukuran sudah di tampilkan dalam bentuk angka digital, sehingga sangat memudahkan kita pada saat melakukan pengujian dan pengambilan data.

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah logam aluminium hasil Pengecoran bahan material piston dan Kaleng bekas, dimana pengecoran dilakukan di CV.Asia Jaya. Adapun proses pengecoranya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan cetakan yang dibuat dari pasir kuarsa dengan sedikit dibasahi dengan air, agar pasir mudah dibentuk, ukuran pola panjang 20 cm, lebar 5 cm dan kedalaman 2 cm.
2. Persiapan dengan memanaskan tungku peleburan dan bahan material yang akan dicor
3. Setelah tungku mencapai temperatur  $600^{\circ}\text{C}$ , masukan bahan yang akan dicor kedalam tungku, dan aduk-aduk hingga bahan yang dicor mencair
4. Setelah temperatur mencapai  $800^{\circ}\text{C}$  gunakan ladel untuk melakukan penuangan logam cair kedalam cetakan, usahakan letak cetakan dekat dengan tungku untuk mengurangi pembekuan.
5. Setelah cairan logam membeku, bersihkanlah coran dari pasir cetak, kemudian dinginkan coran dengan udara bebas.
6. Daur ulang pasir cetak, dan persiapkan kembali untuk cetakan pengecoran berikutnya.



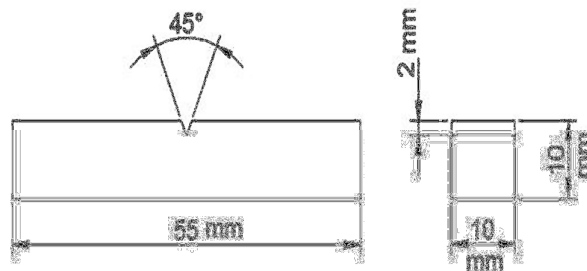
*Gambar 3.1.* hasil pengecoran kaleng bekas, piston bekas, campuran 30/70, campuran 40/60, dan campuran 50/50

### 3.2. Tempat Penelitian Dan Pengujian

Dalam penelitian ini, proses pengujian kekerasan bahan dan struktur mikro dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Pontianak. Sebelum dilakukan pengujian, bahan coran yang sudah disiapkan harus diproses lebih lanjut untuk dijadikan spesimen uji.

### 3.3. Persiapan Spesimen Pengujian

Sebelum melakukan pengujian, salah satu hal yang penting untuk dipastikan adalah spesimen uji harus sesuai dengan standar yang sudah ditentukan. Dalam hal ini pengujian yang akan dilakukan yaitu : uji impact, uji kekerasan, struktur mikro dan uji komposisi maka spesimen uji yang akan dibentuk cukup satu model saja, namun model spesimen ini dapat digunakan untuk semua pengujian yang dimaksud. Adapun model spesimen disesuaikan dengan standard ASTM E23 seperti gambar berikut:



Gambar 3.2. ASTM E23

Untuk membentuk coran menjadi spesimen agar sesuai dengan standard ASTM E23, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Bahan coran dilakukan pemotongan dengan ukuran panjang 55 mm
2. Bahan coran yang sudah dipotong, selanjutnya dimachining dengan mesin frais untuk meratakan permukaannya dengan ketebalan 10 mm
3. Potong bahan coran dengan luasan 10 mm x 10 mm, kemudian haluskan pada setiap sisi dari spesimen dengan menggunakan amplas

4. Buatlah takikan pada setiap spesimennya menggunakan mesin khusus .
5. Berikan kode atau label pada setiap spesimen untuk mempermudah dalam pengambilan data pengujian.



*Gambar 3.3* Spesimen uji

### **3.4. Proses pengujian kekerasan**

Proses uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode Rock well F, adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan pengujian kekerasan,tekanan harus disesuaikan dengan kekuatan benda yang akan di uji, pada pengujian ini menggunakan testpis dengan pembebanan 60 Kg
2. Selanjutnya letakan spesimen diatas meja penekan
3. Putar tuas yang dibawah, hingga indenter menyentuh permukaan spesimen uji
4. Lihat indikator yang terdapat pada mesin Rockwell F dan kemudian putar angkanya hingga jarum ukur pada posisi nol.
5. Putar tuas yang ada disamping disamping mesin Rockwell F untuk menekan spesimen uji,selama 10 detik.
6. Tarik tuas untuk melepaskan penekanan yang diberikan,kemudian catat hasil pengukuran pada indikator
7. Lakukan langkah-langkah dari 1 – 6 untuk melakukan pengujian pada spesimen berikutnya.



*Gambar 3.4* pengujian kekerasan dengan Rockwell F

### **3.5. Proses pengujian Impak**

Pada proses pengujian impak ini menggunakan metode charpy, dengan langkah pengujian sebagai berikut:

1. Tekan tombol “ON” pada panel monitor, pastikan pada monitor pembacaan berat pendulum pada angka 30,40 Kg
2. Letakan sepesimen uji pada dudukan unvil, dengan posisi takikan searah terhadap arah gerakan hammer
3. Pastikan pintu pengaman tertutup dengan aman
4. Tekan tombol “Start” pada panel monitor, setelah proses impact atau pemukulan sudah selesai, tekan tombol “Stop” catat hasil data pengujian yang ditampilkan pada panel monitor.
5. Buka pintu pelindung, ambil spesimen uji yang sudah selesai di uji
6. Ulangi prosedur 1 – 5 untuk melakukan pengujian spesimen selanjutnya.



Gambar 3.5. Pengujian Impact Dengan Metode Charpy

### 3.6. Proses pengujian Strukturmikro

Sebelum melakukan pengujian strukturmikro, pastikan permukaan spesimen uji yang akan di etsa harus benar – benar bersih dan mengkilap yaitu dengan menggunakan amplas yang halus, dan jika diperlukan gosoklah spesimen dengan menggunakan batu hijau. Jika permukaan spesimen sudah mengkilap maka spesimen siap untuk dilakukan pengujian, adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Masukkan 10 gram bubuk *feri clorida* ( $\text{FeCl}_3$ ) kedalam cawan landai, kemudian campurkan air 20 Cc dan aduk agar campuran etsa merata.
2. Celupkan permukaan spesimen yang akan difoto kedalam larutan etsa selama 5 – 10 detik.
3. Angkat spesimen setelah dietsa bersihkan dengan alkohol dan keringkan
4. Letakan spesimen dibawah lensa objectif, posisikan permukaan yang akan diamati menghadap lensa.
5. Pengamatan dimulai, fokuskan pengamatan dengan mengatur jarak lensa opjectif dengan spesimen
6. Setelah didapat gambar yang paling jernih tampilanya, foto strukturmikro siap disimpan dalam file komputer dengan memberikan label atau kode sesuai dengan label atau kode pada spesimen uji.
7. Lanjutkan pengujian strukturmikro pada spesimen berikutnya, dengan cara mengulangi prosedur pengujian 1 – 6.



Gambar 3.6. Pengujian Strukturmikro



### 3.7. Proses pengujian Komposisi

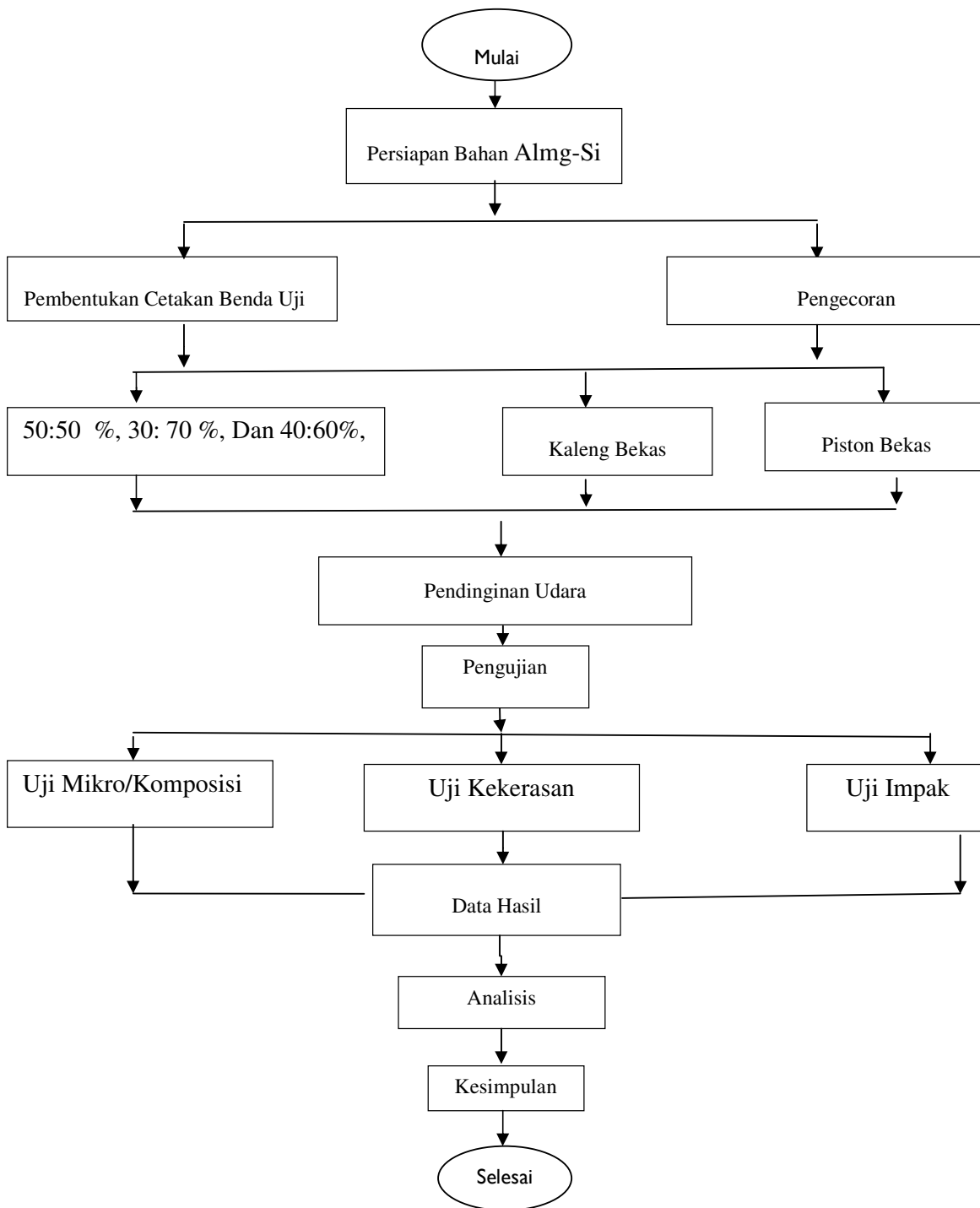
pada pengujian komposisi ini spesifikasi spesimen di syaratkan minimal diameter 10 mm, maksimal 50 mm dengan ketebalan minimal 1 mm dan maksimal 100 mm, dengan permukaan yang akan diuji harus rata. Pengujian komposisi dilakukan dengan mesin Spectrometer Metal Scan, adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Nyalakan mesin Spectrometer Metal Scan untuk melakukan pemanasan
2. Letakan spesimen pada meja uji hingga lubang pembakaran tertutup oleh spesimen uji, kemudian letakan penjepitnya untuk menekan benda uji
3. Setelah spesimen uji sudah benar-benar setel di meja uji, “click” lah tombol *burn* pada komputer.
4. Perhatikan pada layar komputer, jika semua data komposisi sudah muncul, maka proses pembakaran sudah selesai, selanjutnya “click” lah pada tombol *close* dan data bisa di print.
5. Lepaskan penjempit spesimen, ambil spesimen yang telah diuji dan gantilah dengan spesimen yang baru, ulangi proses pengujian dari awal.



Gambar 3.7. Pengujian Komposisi

### 3.8. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.8. Diagram alir penelitian

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan (*Hardness Test*)

Dalam pengujian ini specimen uji yang digunakan yaitu: material bahan kaleng bekas, Piston bekas, campuran 50:50%, 30:70%, dan 40:60%, dengan metode pengujian kekerasan Rockwell (F), beban yang digunakan 60 Kgf, penetrator yang dipakai adalah bola baja 1/16". Setiap spesimen uji dilakukan pengujian sebanyak 5 titik.

Tabel. 4.1

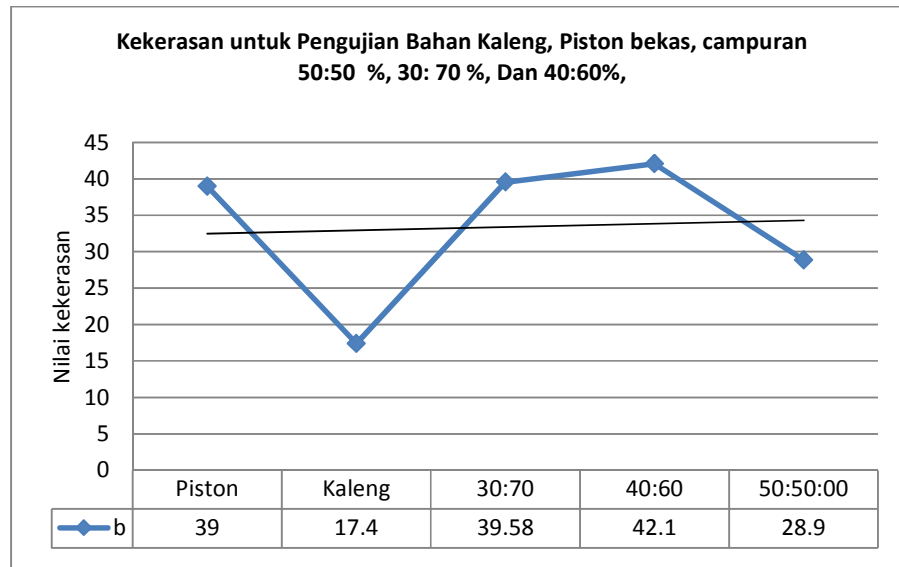
Data Hasil Pengujian Kekerasan untuk Pengujian Bahan Kaleng bekas, Piston bekas, campuran 50:50%, 30:70%, Dan 40:60%.

PERLAKUAN	SPECIMEN	KEKERASAN ROCKWELL (HRB)
Piston	BA <sub>1</sub>	32,7
	BA <sub>2</sub>	44,5
	BA <sub>3</sub>	39,5
	BA <sub>4</sub>	43,0
	BA <sub>5</sub>	40,0
<b>RATA-RATA</b>		<b>39</b>
Kaleng	BA <sub>1,1</sub>	19,0
	BA <sub>2,2</sub>	28,5
	BA <sub>3,3</sub>	18,0
	BA <sub>4,4</sub>	18,5
	BA <sub>5,5</sub>	21,5
<b>RATA-RATA</b>		<b>17.4</b>

30: 70 %,	BA <sub>2,1</sub>	40,0
	BA <sub>2,2</sub>	42,0
	BA <sub>2,3</sub>	40,0
	BA <sub>2,4</sub>	39,9
	BA <sub>2,5</sub>	36,0
<b>RATA-RATA</b>		<b>39.58</b>
40:60%	BA <sub>3,1</sub>	39,0
	BA <sub>3,2</sub>	45,0
	BA <sub>3,3</sub>	43,0
	BA <sub>3,4</sub>	44,0
	BA <sub>3,5</sub>	39,5
<b>RATA-RATA</b>		<b>42.1</b>
50:50%	BA <sub>3,1</sub>	25,0
	BA <sub>3,2</sub>	32,0
	BA <sub>3,3</sub>	22,0
	BA <sub>3,4</sub>	32,0
	BA <sub>3,5</sub>	33,0
<b>RATA-RATA</b>		<b>28.9</b>

Dari tabel 4.1 memperlihatkan data kekerasan pada specimen kaleng bekas, piston bekas, campuran 30:70%, 40:60%, dan 50:50% secara eksperimen dan pengujian dengan metode Rockwell F.

Grafik nilai rata-rata kekerasan dari masing-masing spesimen berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat pada gambar 4.1.



*Gambar. 4.1.* Data grafik Hasil Nilai Rata-rata Pengujian Kekerasan untuk Kaleng , Piston, 50:50 %, 30: 70 %, Dan 40:60%,

#### 4.1.2 Analisa Pegujian kekerasan

Dari data di atas menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi adalah specimen campuran 40:60% yakni sebesar 42,1HRB,. Namun pada spesimen campuran 50:50% dengan nilai kekerasan 28,9HRB kekerasannya mengalami penurunan jika dibandingkan dengan spesimen 50:50% ,tetapi nilai ini masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan specimen kaleng bekas dengan nilai kekerasan hanya sebesar 17,4HRB. jadi berdasarkan data ini menunjukkan bahwa dengan menambahkan material piston bekas kedalam bahan baku material kaleng bekas, terbukti mampu meningkatkan nilai kekerasannya

#### 4.2.1 Data Hasil Pengujian Impak (*Impact Test*)

Tujuan dilakukannya pengujian Benturan (*Impact Test*) yaitu untuk mengetahui seberapa besar nilai Benturan (*Impact Test*) dari bahan uji. Dalam pengujian ini specimen bahan uji yang digunakan adalah: Spesimen bahan kaleng

bekas , Piston bekas, perbandingan campuran perlakuan 50:50 %, 30: 70 %, Dan 40:60%, adapun hasil pengujian Benturan (Impact Test) adalah sebagai berikut :

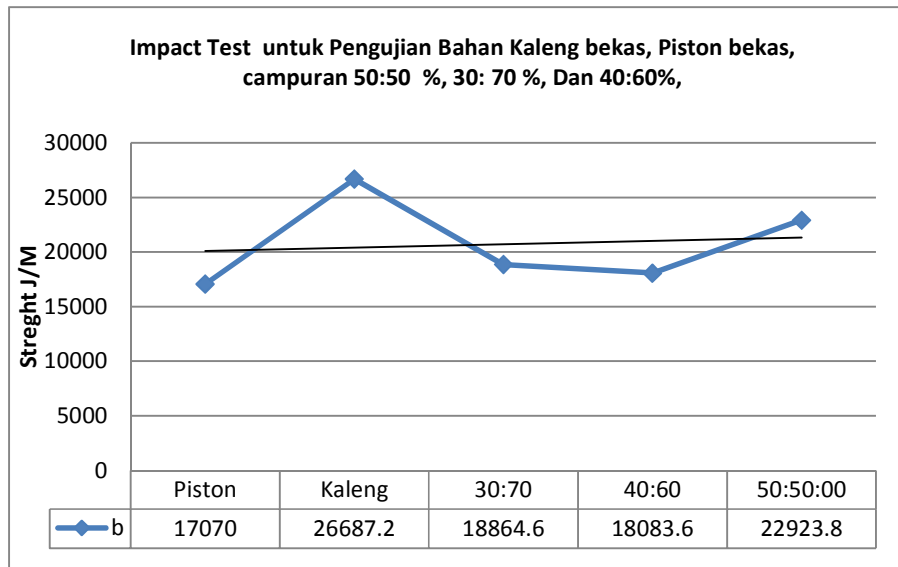
Tabel. 4.2

Data Hasil Pengujian Impak (*Impact Test*) untuk Pengujian Bahan Kaleng bekas, Piston bekas, bahan campuran 50:50 %, 30: 70 %, Dan 40:60%,

<b>Nama Benda</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Luasan (A)</b>	<b>Berat</b>	<b>Energy</b>	<b>Strength</b>
<b>Piston</b>	BA <sub>1</sub>	100.00	30.40	177.38	17738.00
	BA <sub>2</sub>	100.00	30.40	138.92	13892.00
	BA <sub>3</sub>	100.00	30.40	187.21	18721.00
	BA <sub>4</sub>	100.00	30.40	177.38	17738.00
	BA <sub>5</sub>	100.00	30.40	172.61	17261.00
<b>RATA-RATA</b>		<b>100.00</b>	<b>30.40</b>	<b>170.70</b>	<b>17070.00</b>
<b>Kaleng</b>	BA <sub>1.1</sub>	100.00	30.40	279.03	27903.00
	BA <sub>2.2</sub>	100.00	30.40	345.52	34552.00
	BA <sub>3.3</sub>	100.00	30.40	270.99	27099.00
	BA <sub>4.4</sub>	100.00	30.40	211.96	21196.00
	BA <sub>5.5</sub>	100.00	30.40	226.86	22686.00
<b>RATA-RATA</b>		<b>100.00</b>	<b>30.40</b>	<b>2266.87</b>	<b>26687.20</b>
30: 70 %,	BA <sub>2.1</sub>	100.00	30.40	212.85	21285.00
	BA <sub>2.2</sub>	100.00	30.40	162.77	16277.00
	BA <sub>2.3</sub>	100.00	30.40	172.61	17261.00
	BA <sub>2.4</sub>	100.00	30.40	246.54	24654.00
	BA <sub>2.5</sub>	100.00	30.40	148.46	14846.00
<b>RATA-RATA</b>		<b>100.00</b>	<b>30.40</b>	<b>188.65</b>	<b>18864.00</b>
40:60%	BA <sub>3.1</sub>	100.00	30.40	138.92	13892.00
	BA <sub>3.2</sub>	100.00	30.40	186.02	18602.00
	BA <sub>3.3</sub>	100.00	30.40	202.12	20212.00
	BA <sub>3.4</sub>	100.00	30.40	204.51	20451.00
	BA <sub>3.5</sub>	100.00	30.40	172.61	17261.00
<b>RATA-RATA</b>		<b>100.00</b>	<b>30.40</b>	<b>180.84</b>	<b>18083.60</b>
50:50%	BA <sub>3.1</sub>	100.00	30.40	206.89	20689.00
	BA <sub>3.2</sub>	100.00	30.40	236.70	23670.00
	BA <sub>3.3</sub>	100.00	30.40	251.31	25131.00
	BA <sub>3.4</sub>	100.00	30.40	204.51	20451.00
	BA <sub>3.5</sub>	100.00	30.40	246.78	24678.00
<b>RATA-RATA</b>		<b>100.00</b>	<b>30.40</b>	<b>229.24</b>	<b>22923.80</b>

Pada Tabel 4.2 menunjukkan data hasil pengujian Impak dari masing- masing spesimen uji yaitu: Piston bekas, kaleng bekas, campuran 30:70%, 40:60% dan 50:50%, adapun pengujianya menggunakan metode Charpy.

Grafik nilai rata-rata pengujian Impak (Impact Test) dari masing-masing spesimen berdasarkan data tabel 4.2 dapat di lihat pada grafik 4.2 di bawah ini :



Gambar grafik 4.2. Grafik Nilai Rata-rata Pengujian Impak (Impact Test)

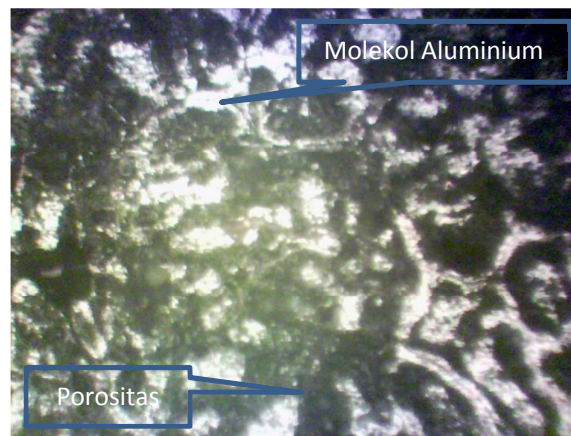
#### 4.2.1 Analisa Pengujian Impak

Pada Grafik 4.1. Pengujian Impak (*Impact Test*) pada spesimen piston bekas merupakan spesimen yang memiliki angka uji impak atau Streght paling rendah yaitu  $17070 \text{ J/mm}^2$ , sedangkan nilai streght tertinggi adalah pada spesimen kaleng bekas adalah  $22686 \text{ J/mm}^2$ , ini menunjukkan bahwa kemampuan spesimen kaleng bekas lebih baik dari spesimen uji piston bekas dalam hal menyerap energi dan menerima beban kejut. Sedangkan pada spesimen campuran antara kaleng bekas dan piston bekas cenderung menunjukkan nilai streght yang meningkat, dan pada spesimen campuran 50:50% menunjukkan kemampuan menyerap energi dan beban kejut paling

bagus dibandingkan dengan semua spesimen campuran yang diujikan,hal itu ditunjukkan dengan nilai streght tertinggi yaitu  $22923 \text{ J/mm}^2$

#### 4.3.1 Data Hasil Pengujian Struktur Mikro (*Metallugraphy Test*)

Pengujian metalografi dilakukan untuk mengetahui mikrostruktur pada permukaan spesimen uji, pengujian ini menggunakan *Reflected Metallurgical Microscope* , berikut ini adalah foto-foto hasil pengujian metalografi pada spesimen uji kaleng bekas, piston bekas, campuran 30:70%, 40:60%, 50:50%.

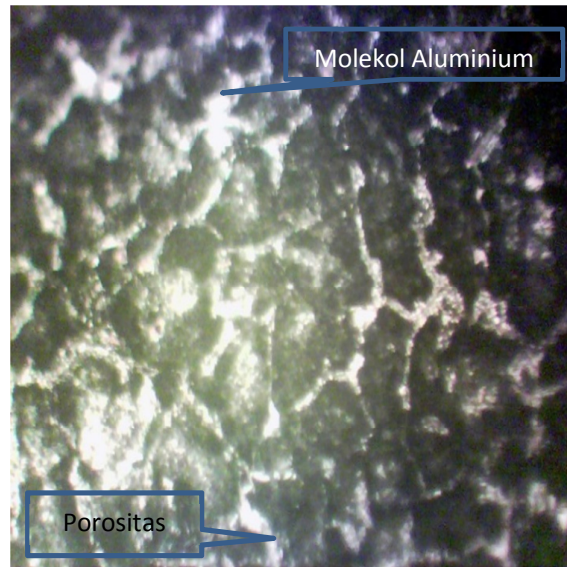


*Gambar 4.3.* Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan kaleng bekas

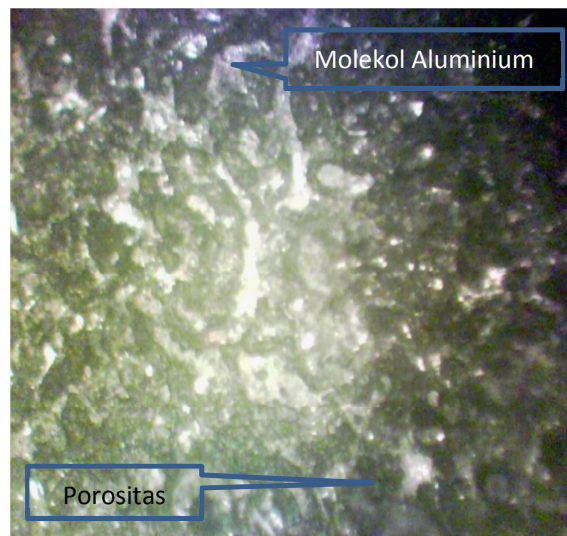


*Gambar 4.4.* Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada pengecoran bahan Piston bekas

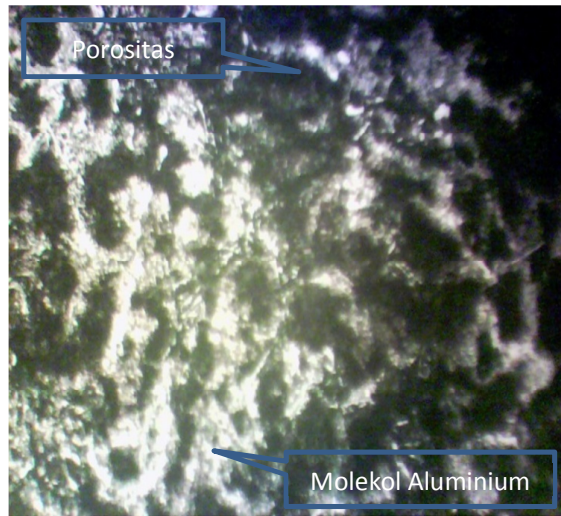




*Gambar 4.5.* Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada pengecoran campuran perbandingan 30: 70 %,



*Gambar 4.6.* Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada pengecoran campuran perbandingan 40: 60 %,



*Gambar 4.7.* Struktur Micro Pada Pembesaran 200 kali pada pengecoran campuran perbandingan 50: 50 %,

#### **4.3.2 Analisa Pengujian Struktur mikro**

Data pengamatan metalografi struktur mikro dengan pembesaran 200x pada permukaan spesimen uji AlMg-Si yang berupa foto menunjukan bahwa terdapat bagian yang terang atau mengkilat adalah molekul aluminium dan pada bagian yang gelap atau seperti berongga adalah porositas, dimungkinkan terbentuknya kekosongan porositas adalah dikarenakan 1) unsur silikon yang ada jumlahnya sedikit sehingga tidak mampu mengalir semua rongga yang ada, 2) proses pembekuan AlMg-Si cair yang terjadi dalam waktu yang bersamaan, sehingga proses feeding saat pembekuan tidak terjadi dengan baik, opsi lainnya dimungkinkan karena pada saat pengecoran temperatur tuang yang tinggi dan tebal cetakan yang menyebabkan proses pembekuan jadi lambat. Secara teori kerapatan antar molekul dan bentuk molekul dapat menentukan nilai kekerasan suatu bahan coran. Pada data foto metalografi spesimen diatas menunjukan bahwa hasil foto pada spesimen uji campuran 40:60% memiliki kerapatan yang lebih baik dan molekul cenderung berbentuk pipih, gambar 4.6.

#### 4.4.1 Data Pengujian Komposisi

Tujuan dilakukannya pengujian komposisi yaitu untuk mengetahui perbandingan jumlah kandungan unsur paduan yang ada didalam spesimen uji kaleng bekas, piston bekas, campuran 30:70%, 40:60%, dan 50:50%. Dengan mengetahui kandungan unsur paduan pada setiap spesimen, maka kita dapat memahami adanya perbedaan sifat mekanik pada masing-masing spesimen uji. Adapun data dari hasil pengujian komposisi spesimen uji kaleng bekas, piston bekas, campuran 30:70%, 40:60%, dan 50:50% adalah sebagai berikut:

Tabel.4.3.

Data hasil uji komposisi pada spesimen uji kaleng beka , piston bekas, campuran 30:70%, 40:60%, dan 50:50%.

No	Unsur Kimia	Kaleng Bekas	Piston Bekas	50: 50	40:60	30:70
1.	Al	87.8	86.6	84.5	87.2	87.8
2.	Si	0.811	0.621	0.636	0.310	0.411
3.	Fe	0.912	1.28	1.42	1.58	1.24
4.	Cu	0.302	0.337	0.353	0.375	0.358
5.	Mn	0.436	0.136	0.179	0.231	0.208
6.	Mg	0.597	0.461	0.463	0.473	0.487
7.	Zn	1.76	1.53	1.66	1.56	1.66
8.	Cr	0.212	0.0382	0.244	0.0447	0.189
9.	Ni	0.248	0.262	0.315	0.320	0.251
10.	Ti	0.107	0.197	0.153	0.165	0.152
11.	Be	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003
12.	Ca	0.0162	0.0161	0.0150	0.0119	0.0378
13.	Li	0.00030	0.0037	0.00031	0.0037	0.0031
14.	Pb	0.305	0.363	0.305	0.334	0.330
15.	Sn	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
16.	Sr	0.0037	0.0128	0.0041	0.0053	0.0043
17.	V	0.0548	0.0615	0.0041	0.0635	0.0419
18.	Na	0.0312	0.0311	0.0352	0.0315	0.0302
19.	Bi	0.0452	0.0927	0.0297	0.110	0.0378
20.	Zr	0.100	0.134	0.0694	0.136	0.108
21.	B	0.0250	0.0250	0.118	0.0250	0.0250
22.	Ga	0.600	0.0600	0.0250	0.0600	0.0600
23.	Cd	0.0033	0.0074	0.0600	0.0076	0.0070
24.	Co	0.0010	0.0020	0.0238	0.0372	0.0010
25.	Ag	0.0010	0.0203	0.0010	0.0010	0.0312
26.	Hg	0.0010	0.0010	0.0290	0.150	0.0010
27.	In	0.150	0.150	0.0010	0.600	0.150
28.	Sb	0.600	0.600	0.150	0.0030	0.600
29.	P	0.0030	0.0138	0.600	0.0030	0.0075
30.	As	0.0030	0.0030	0.0194	0.0030	0.0265
31.	Ce	0.0500	0.0500	0.0030	0.0500	0.0500
32.	La	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350

Pada Tabel 4.3. Menunjukkan data hasil pengujian komposisi, dimana dari data tersebut menunjukkan kandungan Al pada setiap spesimen adalah sebagai berikut,

Kaleng bekas : AL = 87,8%

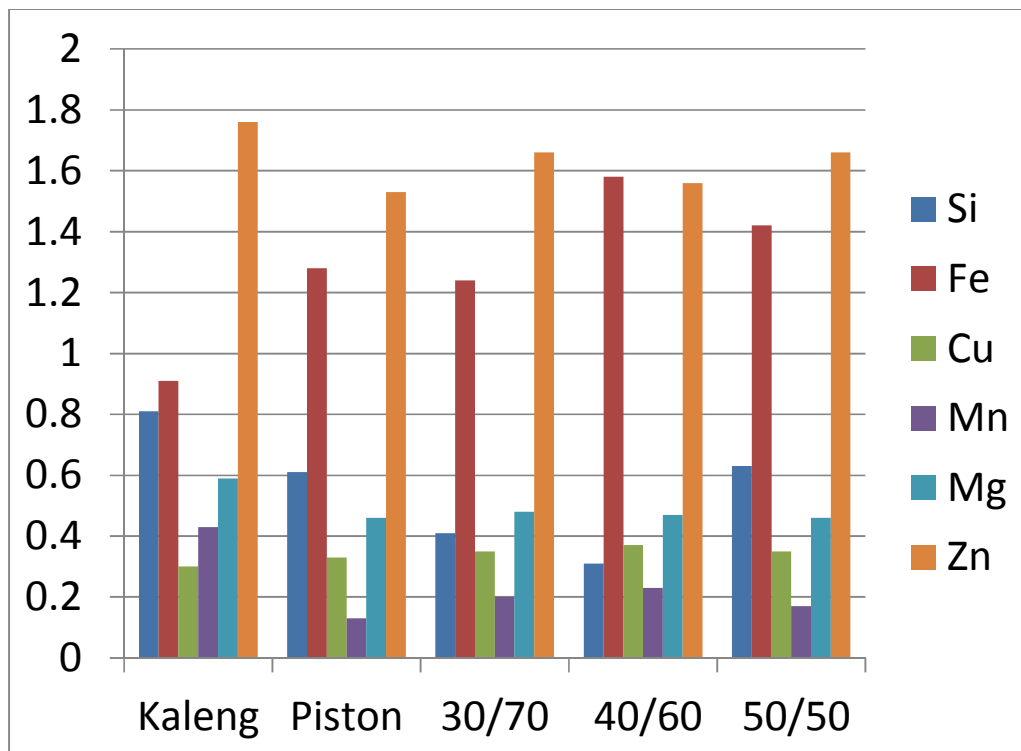
Piston bekas : AL = 86,6%

Campuran 50:50% : AL = 84,5%

Campuran 40:60% : AL = 87,2%

Campuran 50:50% : AL = 87,8%

Grafik berikut ini menunjukkan perbedaan kandungan unsur paduan pada spesimen uji kaleng bekas, piston bekas, campuran 30:70%, 40:60%, dan 50:50% yang diambil dari data Tabel 4.3. Namun pada grafik berikut hanya menampilkan unsur paduan utama yang terkandung dalam setiap spesimen uji, yaitu : Si, Fe, Cu, Mn, Mg, dan Zn. Tetapi unsur Al sengaja tidak dimasukkan dalam grafik, hal ini dilakukan penulis untuk mempermudah dalam pembacaan grafik.



Gambar 4.8. Grafik uji komposisi

#### 4.4.2 Analisa Pengujian Komposisi

Dari data diatas dapat dianalisa bahwa:

1. Spesimen kaleng bekas memiliki nilai strength  $26687,2 \text{ J/mm}^2$  lebih tinggi dari spesimen piston kaleng bekas  $17070 \text{ J/mm}^2$ . Hal itu disebabkan karena kandungan unsur Zn, dan Si pada spesimen kaleng bekas nilainya lebih tinggi dari yang ada pada spesimen piston bekas. Namun spesimen piston bekas memiliki nilai kekerasan 39HRB lebih tinggi dari spesimen kaleng bekas 17.4HRB, hal ini dikarenakan kandungan Fe pada spesimen piston bekas lebih tinggi dari spesimen kaleng bekas.
2. Pada spesimen uji campuran 30:70% memiliki nilai kekerasan 39.58HRB hal ini menunjukkan spesimen uji campuran 30:70% lebih keras dari spesimen uji piston bekas, dimana kandungan Zn dan Mg pada spesimen campuran 30:70% lebih tinggi dari spesimen uji piston bekas. Akan tetapi pada spesimen campuran 30:70% memiliki strength  $18864,60 \text{ J/mm}^2$  yang lebih rendah bila dibandingkan dengan spesimen uji kaleng bekas, berdasarkan data uji komposisi kandungan Zn dan Si pada spesimen campuran 30:70% lebih rendah dari spesimen uji kaleng bekas.
3. Kombinasi unsur Fe dan Zn yang cukup tinggi dan seimbang yang terkandung dalam spesimen uji campuran 40:60% menjadikan spesimen ini memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi, yaitu 42.1HRB.
4. Kemampuan terhadap penyerapan energi dampak paling bagus diantar spesimen campuran, yaitu pada spesimen campuran 50:50% dengan nilai strength  $22923 \text{ J/mm}^2$ , karena didalamnya terdapat kombinasi unsur paduan Zn dan Fe yang cenderung lebih tinggi dibanding dengan spesimen uji campuran lainnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini specimen bahan uji kaleng bekas yang merupakan bahan baku utama dalam pembuatan alat rumah tangga, memiliki nilai kekerasan 17,4HRB dan nilai Streght  $26687,2 \text{ J/mm}^2$  . Sedangkan spesimen uji piston bekas adalah sebagai bahan campuran, yang memiliki nilai kekerasan lebih tinggi yaitu 39HRB, namun nilai streghtnya lebih rendah yaitu  $17070 \text{ J/mm}^2$ .
2. Pada spesimen campuran 30:70% nilai kekerasanya 39,58HRB dan nilai streght  $18864 \text{ J/mm}^2$  , spesimen uji campuran 40:60% nilai kekerasanya 42,1HRB dengan nilai streght  $18083,6 \text{ J/mm}^2$  , dan campuran spesimen uji 50/50% nilai kekerasanya 28,9HRB dengan nilai streght  $22923,8 \text{ J/mm}^2$  .
3. Dari data penelitian menunjukkan bahwa semua spesimen uji campuran mengalami peningkatan kekerasan bila dibandingkan dengan spesimen uji kaleng bekas, nilai kekerasan tertinggi adalah spesimen uji campuran 40:60%. Sedangkan nilai streght dari semua spesimen uji campuran mengalami penurunan bila dibandingkan dengan nilai streght spesimen uji kaleng bekas. Nilai streght tertinggi diantara spesimen uji campuran adalah dari spesimen uji campuran 50:50% .

#### **5.2 Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan,ada beberapa saran yang diharapkan berguna bagi penelitian selanjutnya dan bagi CV.Asia Jaya yang berkaitan dengan penggunaan bahan baku kaleng bekas dengan tambahan material piston bekas diantaranya:

- 1) Dilakukan percobaan pembuatan alat rumah tangga dengan pemanfaatan kaleng dan piston bekas sebagai bahan baku pada proses pengolahan produk pembuatan alat rumah tangga, sesuai dengan data hasil penelitian yang sudah dilakukan untuk bisa memperbaiki kualitas bahan yang diproduksi.

- 2) Perlu dilakukan percobaan memasak dengan peralatan rumah tangga yang menggunakan bahan kaleng dan piston bekas, untuk melihat sejauh mana kemampuan peralatan tersebut didalam penggunaanya.
- 3) Untuk dilakukan penelitian lanjutan tentang variasi temperature pengecoran bahan kaleng dan piston bekas terhadap hasil pengecoran dan kualitas hasil pengecoran.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Foundry's Society, 1992, *Proceedings of 3rd International Conference of Molten Aluminum*, Orlando, Florida.
- ASM International, 1993, *ASM Specialty Handbook: Aluminium and Aluminium Alloys*, Ohio.
- ASTM Standards, 2003, *Metal Test Methods and Analytical Procedures*, volume 03.01, West Conshohocken United States.
- Britnell, D.J. and Neailey, K., 2003, *Macrosegregation in Thin Walled Castings Produced Via the Direct Squeeze Process*, *Journal of Material Processing Technology* vol. 138, pp. 306-310.
- Budinski., 2001, *Engineering Materials Properties and Selection*, PHI New Casting Process based on the Taguchi Method", *Proc. I Mech E Vol. 216 Part B: J. Engineering Manufacture*
- Colangelo, V.J., 1995, *Analysis of Metallurgical Failures*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Singapore
- Choi, J.I., Park, H.J., Kim, J.H., Kim, S.K., 2005, *A Study on Manufacturing of Callister, W., 2001, Fundamental of Materials Science and Engineering*, John Wiley & Son Inc Campbell, J., 2000, "Casting", Birmingham
- Chen, Z. W., 2003, *Skin Solidification During High Pressure Die Casting of Al-11Si-2Cu-1Fe Alloy*, *Materials Science and Engineering A348*, pp.145-153.
- Doehler, H., *Die Casting*, McGraw Hill Book Company, New York.
- Duskiardi, Tjitro, S., 2002, *Pengaruh Tekanan dan Temperatur Die Proses Squeeze Casting terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Material Piston*
- Durrant, G., Gallerneault, M., Cantor, B., 1996, *Squeeze cast aluminum reinforced with mild steel inserts*, *J Mater Science*, 31 pp. 589-602.
- Jhon E Hatch, *Aluminium Properties and Physical Metallurgy*, American Society for Metal, 1984
- Kim, W. J., et al 2005, *Corrosion performance of plasma sprayed Cast Iron coatings on Aluminum alloy for automotive component*, *Surface coating and Technology*, 200 pp 1162-67



- Lawrence H. Van Vlack, Sriati Djaprie, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, edisi ke 4, Erlangga, Jakarta, 1986.
- McClein, S.T., 1997, *A Study of Porosity Quantification Techniques in Aluminium Alloy Casting*, Mississippi
- Smallman, RE. *Metalurgi Fisik Modern*, Gramedia, Jakarta 1991.
- SBP Board of Consultan & Engineers, *Teknologi of Aluminium Product*, Pvt,Ltd, Delhi 54-59
- Tata Surdia dan Shinroku Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Ke 3, PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1995.
- Surdia, T., dan Chijiwa K., 1975, *Teknik Pengecoran Logam*, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, pp. 13-16.
- Surdia, T. dan Saito, S., 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, pp. 129-142.

## LAMPIRAN

### FOTO SAAT MELAKUKAN PENGECORAN



Lampiran 1: Bahan baku kaleng bekas



Lampiran 2: Tungku peleburan logam



Lampiran 3: Logam cair dan cetakan



Lampiran 4: logam hasil coran

## LAMPIRAN

### FOTO SAAT PEMBUATAN SPESIMEN



**Lampiran 5: Pembentukan Spesimen**



**Lampiran 6: Penghalusan spesimen**



**Lampiran 7: Pengukuran Spesimen**



**Lampiran 8: Finising Spesimen**

## LAMPIRAN

### FOTO SAAT MELAKUKAN PENGUJIAN DI LAB



**Lampiran 9: Uji impac**



**Lampiran 10: Uji kekerasan**



**Lampiran 11: Uji komposisi**



**Lampiran 12: Uji Struktur mikro**