

# PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MEKANIS DAN KOMPOSISI KIMIA ALUMINIUM HASIL PEMANFAATAN RETURN SCRAP

Koos Sardjono, Eri Diniardi, Piki Noviadi  
Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta

**Abstrak.** Dalam pembuatan produk komponen yang terbuat dari paduan Aluminium terdapat sisa-sisa logam (scrap) dari proses yang dilalui sampai proses akhir. Scrap tersebut diperoleh dari proses pengecoran (gating system dan rejected part). Scrap ini jumlahnya relatif banyak, sehingga perlu dimanfaatkan kembali untuk di ubah kedalam bentuk ingot dan menjadi produk akhir dan diharapkan dapat mengurangi pemakaian ingot standar dengan tidak mengurugi kualitas yang dipersyaratkan.

Pada penelitaian yang saya lakukan ini, saya melakukan analisa terhadap perbandingan antara Ingot Aluminium standar dengan Ingot Return Scrap, perbandingan yang saya analisa adalah :

1. 100 % Ingot Aluminium Standar
2. 60 % Ingot Standar + 40 % Ingot return scrap Aluminium
3. 30 % Ingot Standar + 70 % Ingot return scrap Aluminium
4. 100 % Ingot return scrap Aluminium

setelah keempat perbandingan yang berbeda tadi dilakukan proses peleburan, kemudian di ambil sampel dari masing-masing perbandingan yang kemudian dilakukan pengujian komposisi kimia dan pengujian mekanis ( uji kekerasan dan uji tarik ). Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh hasil sebagai berikut :

- Uji Komposisi, sampel 1 dan 2 masuk dalam standar yang ditentukan, sedangkan sampel 3 dan 4 unsur Zn melebihi standar yang ditentukan.
- Uji tarik diperoleh hasil rata-rata dari keempat sampel sekitar 190 N/mm<sup>2</sup>.
- Uji kekerasan diperoleh hasil rata-rata dari keempat sampel sekitar 43 HRB.

Kata kunci: aluminium, scrap(sisa-sisa logam)

## PENDAHULUAN

### LATAR BELAKANG

Dalam dunia otomotif atau permesinan memproduksi komponen-komponen tomotif atau permesinan dibutuhkan alat cetakan (Dies). Dies adalah alat yang digunakan untuk mencetak komponen-komponen permesinan dengan berbagai cara, diantaranya sistim injeksi pada tekanan tinggi (High Pressure Injection Process), injeksi pada tekanan rendah (low presurre injection process) ke dalam cetakan logam (Dies), dan ada pula dengan menggunakan pasir sebagai media cetakan (sand casting).

Komponen-komponen otomotif atau permesinan yang mempunyai kualitas yang bagus dipengaruhi beberapa faktor, selain faktor manusia dan cetakan, yaitu pada saat peleburan (Melting).

Untuk mendapatkan hasil yang mempunyai kualitas yang baik,pada waktu peleburan (Melting) dibutuhkan beberapa campuran, diantaranya pemanfaatan Scrap hasil pada saat proses poroduksi berlangsung.

Sebagian besar dari komponen otomotif terbuat dari paduan Aluminium, dan kekuatan serta kualitas yang baik tergantung dari jenis aluminium yang dipakai, hal yang akan mempengaruhi kualitas aluminium yang baik yaitu diantaranya adalah perbandingan antara ingot Aluminium dan Return Scrap yang tepat pada waktu proses peleburan (Melting). Aluminium mempunyai sifat mampu cor dan sifat mekanis yang jelek. Oleh karena itu dipergunakan paduan aluminium karena sifat-sifat mekanisnya akan diperbaiki dengan menambahkan paduan logam yang lain. contoh dari hasil cetakan itu adalah komponen cylinder head. Crank case dll.

Dalam proses pembuatan produk komponen tersebut, terdapat sisa logam (Scrap) dari proses yang dilalui sampai proses akhir. Scrap tersebut diperoleh dari proses pengecoran (gating system dan rejected part). Scrap ini jumlahnya relatif banyak, sehingga perlu dimanfaatkan untuk diubah kedalam bentuk ingot dan menjadi produk akhir, dan diharapkan dapat memenuhi kualitas yang dipersyaratkan.

## LANDASAN TEORI

### PROSES PENGECORAN SECARA UMUM

Pengecoran yaitu suatu proses mencairkan atau pembentukan logam yang dituang ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Proses pengecoran meliputi : pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetakan. Produk pengecoran disebut coran atau benda cor.

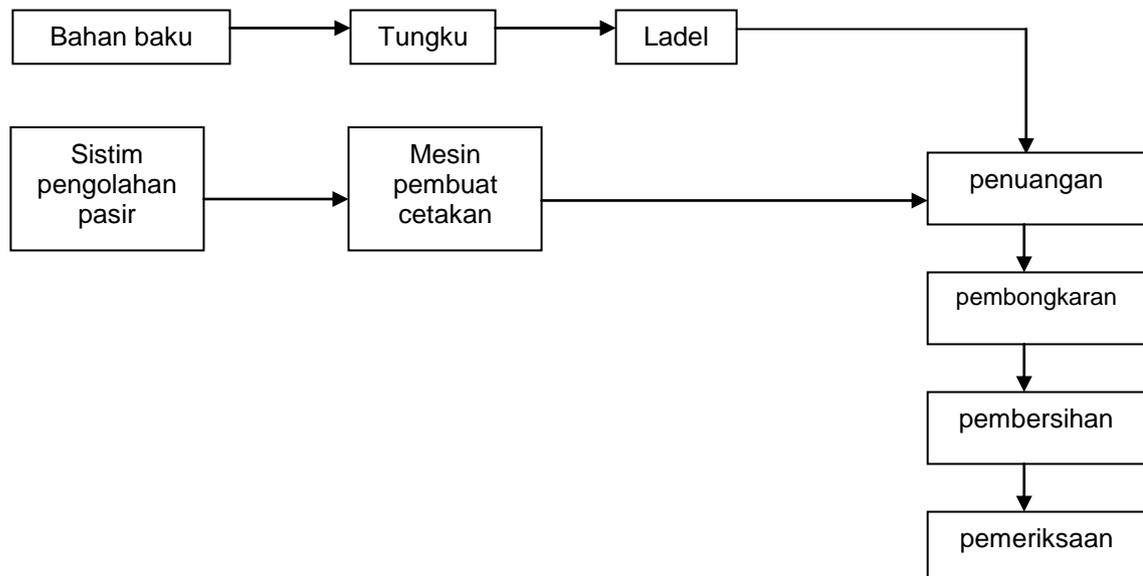
Untuk membuat suatu benda coran, harus dilakukan proses-proses seperti : pencairan logam, pembuatan cetakan, penuangan, pembongkaran dan pembersihan coran. Untuk mencairkan logam biasanya digunakan dapur yang sesuai untuk produksi dengan kapasitas tertentu. Cetakan biasanya dibuat dengan menggunakan cetakan logam dan cetakan pasir. Pada cetakan pasir, pasir yang dipakai kadang-kadang pasir alam atau pasir buatan yang mengandung tanah lempung. Cetakan pasir mudah dibuat dan tidak mahal asal dipakai pasir yang cocok. Kadang-kadang dicampurkan pengikat khusus, umpamanya air kaca, semen, resin furan, resin fenol atau minyak pengering, karena penggunaan zat-zat tersebut.

memperkuat cetakan atau mempermudah operasi pembuatan cetakan. Tentu saja penggunaan itu mahal, sehingga perlu memilih dengan mempertimbangkan bentuk, bahan dan jumlah produk.

Pasir cetak perlu dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui sifat-sifatnya. Sifat pasir cetak berubah akibat tercampur kotoran-kotoran atau karena pengaruh suhu yang tinggi. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian mekanik untuk menentukan sifat-sifat pasir sebagai berikut:

1. Porositas pasir memungkinkan pelepasan gas dan uap yang terbentuk dalam cetakan.
2. Kekuatan. Pasir harus memiliki gaya kohesi; kadar air dan lempung mempengaruhi sifat-sifat kohesi.
3. Ketahanan terhadap suhu tinggi. Pasir harus tahan terhadap suhu tinggi tanpa melebur.
4. Ukuran dan bentuk butiran. Ukuran butiran pasir harus sesuai dengan sifat permukaan yang dihasilkan. Butiran harus berbentuk tidak teratur sehingga memiliki kekuatan ikatan yang memadai.

Selain dari cetakan pasir, dipergunakan juga cetakan logam. Pada penuangan, logam cair mengalir melalui pintu cetakan, maka bentuk pintu harus dibuat sedemikian sehingga tidak menunggu aliran logam cair. Diagram alir proses pembuatan coran dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Aliran proses pada pembuatan coran

### JENIS-JENIS SCRAP

Scrap merupakan material sisa proses pembuatan komponen (produk). Ada dua jenis scrap yang umum, yaitu Returned Scrap dan Ex-Machining Scrap. Returned scrap adalah

logam yang berasal dari sisa hasil proses produksi yang berupa sisa-sisa potongan material atau produk yang tidak jadi karena cacat dan dimanfaatkan lagi dalam proses melting. Ex-machining scrap (geram) adalah logam yang berupa serabut-serabut halus dan berasal dari proses permesinan suatu produk.

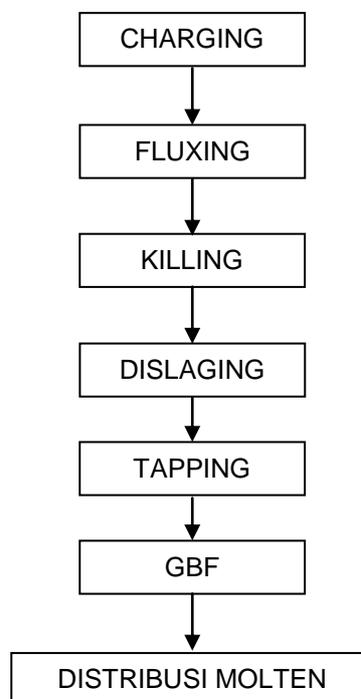
Secara keseluruhan scrap dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu:

- a. Rejected Part, yaitu produk hasil casting yang tidak dapat dipakai karena cacat, misalnya karena keropos atau berlubang.
- b. Gating system, yaitu tempat saluran logam cair yang menuju cetakan produk. Bagian ini merupakan bagian yang berlebih dari suatu produk casting sehingga setelah proses casting maka bagian ini harus dipotong untuk dipisahkan dari produk dengan cara dipukul atau dipotong dengan menggunakan mesin potong.
- c. Geram, yaitu hasil proses permesinan dari suatu produk yang berupa serabut-serabut halus.

Penggunaan scrap dibatasi karena didalam scrap tersebut, terutama hasil proses machining dikarenakan sudah tercampur dengan bahan-bahan kimia pada waktu proses permesinan. Ada berbagai macam aluminium yang tercampur dari suatu jenis produk dengan produk lainnya yang komposisi unsur paduannya berbeda. Akibat tercampur berbagai jenis paduan aluminium tersebut maka komposisinya menjadi tidak seragam dan sulit untuk dikontrol, sehingga akan menurunkan kualitas produk yang dihasilkan apabila jumlah scrap terlalu banyak. Pelumas yang digunakan pada waktu proses permesinan seperti yang tadi telah dijelaskan sangat berpengaruh terhadap komposisi ingot dan akan berpengaruh pada kualitas ingot yang dihasilkan. Impuritis yang mungkin terdapat dalam proses recycling ini berasal dari peralatan furnace, refraktori, dan hidrogen dari atmosfer furnace.

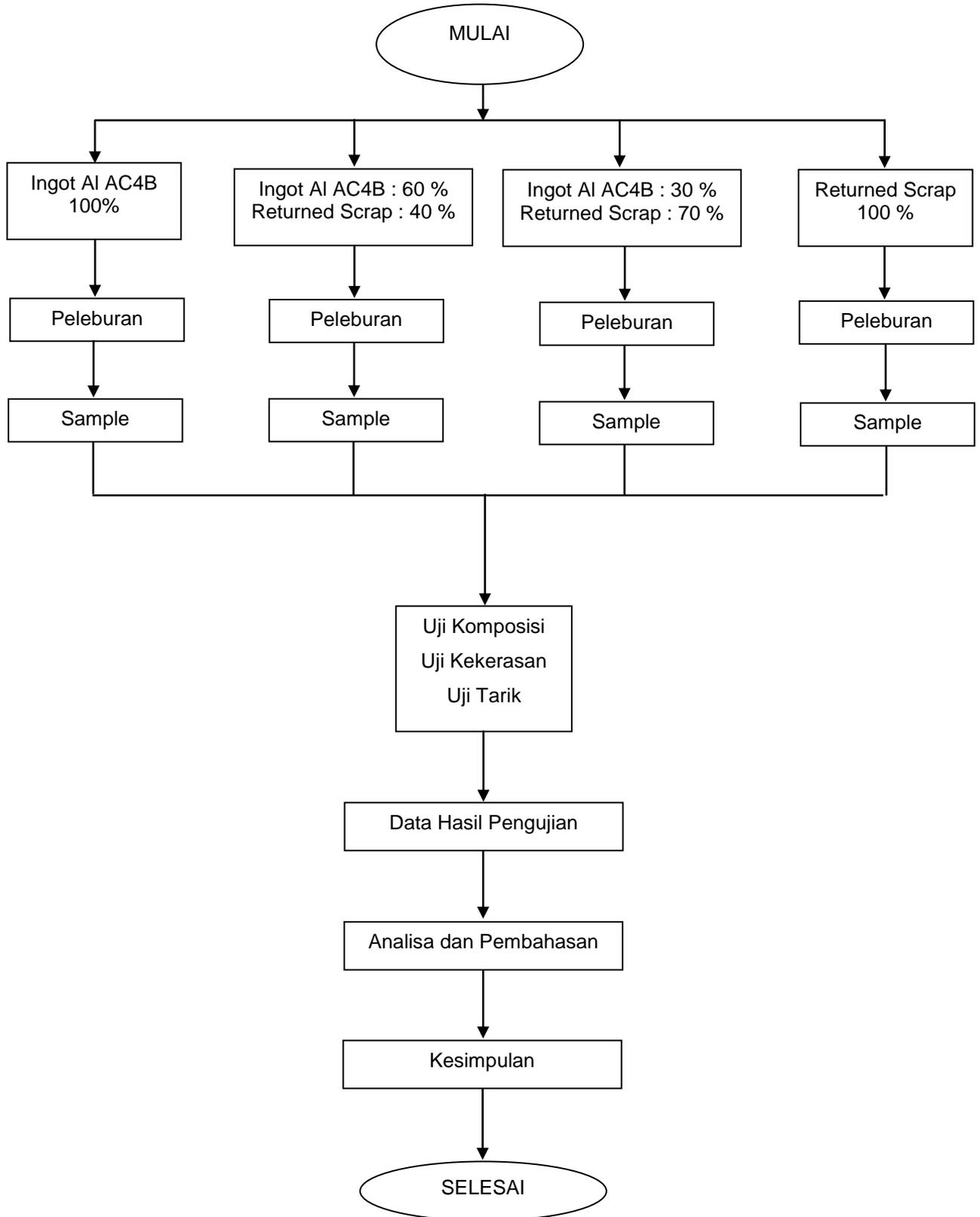
### PROSES MELTING

Dalam pembuatan komponen mesin sepeda motor, sebagian besar terbuat dari bahan ingot aluminium. Sebelum dicor, ingot tersebut terlebih dahulu harus dilebur dalam dapur. Dapur yang digunakan di divisi Die Casting berkapasitas 15.000 kg, sedangkan pada divisi Gravity Casting kapasitasnya lebih kecil. Tersedia juga Holding Furnace yang berfungsi sebagai tempat untuk menjaga temperatur aluminium cair tetap konstan sebelum pengecoran. Berikut ini diagram alir proses peleburan :



**Diagram alir proses peleburan aluminium paduan**

## METODOLOGI PENELITIAN



## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Pengujian Mekanis

#### Perhitungan Hasil Uji Tarik pada beberapa sampel dan rumus-rumus yang dipakai

- a. Yield strength, didapat berdasarkan perhitungan berikut ini, untuk sampel pertama diperoleh :

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A_o} = \frac{1060.57 N}{153,86 \times 10^{-6} m^2} = \sigma_y = 6.893 \times 10^6 Pa$$

$$\sigma_y = 6.893 \times 10^6 \times 10^{-6} MPa = \sigma_y = 6.893 MPa$$

- b. Tensile strength, didapat berdasarkan perhitungan berikut ini, untuk sampel pertama diperoleh :

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o} = \frac{28411 N}{153,86 \times 10^{-6} m^2} = \sigma_u = 184.655 \times 10^6 Pa$$

$$\sigma_u = 184.655 \times 10^6 \times 10^{-6} MPa = \sigma_u = 184.655 MPa$$

- c. Elongasi adalah rasio antara pertambahan panjang setelah benda uji mengalami perpatahan dengan panjang awal. Untuk sampel pertama diperoleh :

$$\varepsilon_f = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100\% \quad \varepsilon_f = \frac{208 mm - 200 mm}{200 mm} \times 100\% = \varepsilon_f = 4\%$$

Tabel di bawah ini memperlihatkan data lengkap hasil pengujian Tarik yang dilakukan pada beberapa sampel uji (test piece) yang berbeda

**Tabel 1 Hasil Pengujian Tarik sampel yang berbeda**

Name	Yp_load	Max_load	Yp_stress	Max_stress	Elongation
Parameter					
Unit	N	N	MPa	MPa	%
1	1060.570	28411.000	6.893	184.655	4.00000
2	981.780	29869.586	6.381	194.135	6.00000
3	1026.820	30393.342	6.674	197.539	6.50000
4	1055.756	30529.700	6.862	198.425	7.50000

### Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Tabel di bawah ini memperlihatkan data hasil pengujian komposisi kimia yang telah dilakukan pada beberapa sampel uji (test piece)

**Tabel 2 Hasil Analisa Komposisi Kimia dari Sampel yang berbeda**

Unsur	Jenis Sampel			
	Sampel I 100 % Ingot Aluminium AC4B	Sampel II AC4B (60 : 40) %	Sampel III AC4B (30 : 70) %	Sampel IV 100 % Al Scrap AC4B
Si	8,599	7,768	8,431	8,190
Cu	2,828	2,626	2,389	2,412
Mg	0,141	0,160	0,160	0,174
Zn	0,608	0,828	1,025	1,028
Fe	0,830	0,740	0,962	0,945
Mn	0,332	0,242	0,298	0,294
Ni	0,042	0,044	0,078	0,073
Ti	0,042	0,035	0,034	0,034
Pb	0,060	0,086	0,092	0,102
Sr	0,026	0,037	0,027	0,032
Cr	0,022	0,026	0,026	0,025

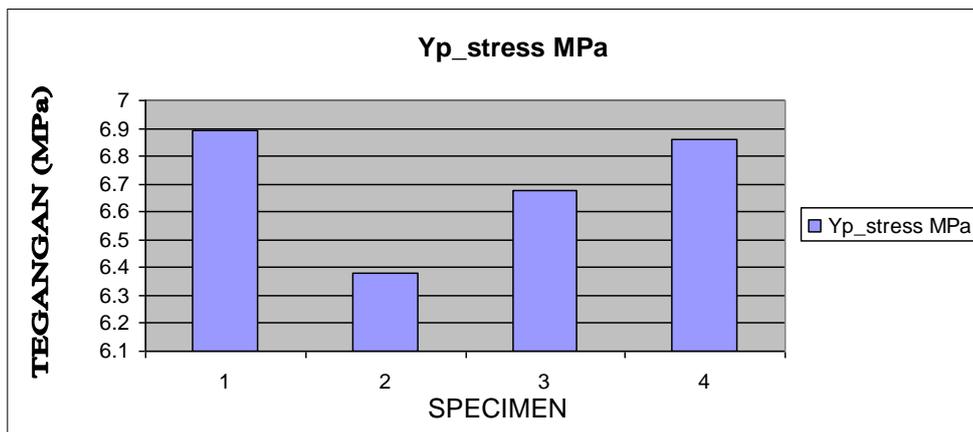
- Keterangan :
- Sampel I : Adalah sampel 100 % Ingot Aluminium Standar AC4B
  - Sampel II : Adalah sampel dengan variasi 60 % Ingot standar + 40 % Ingot Return Scrap
  - Sampel III : Adalah sampel dengan variasi 30 % Ingot standar + 70 % Ingot Return Scrap
  - Sampel IV : Adalah sampel 100 % Returned Scrap dengan penambahan fluks cukup

**Data hasil Pengujian Kekerasan**

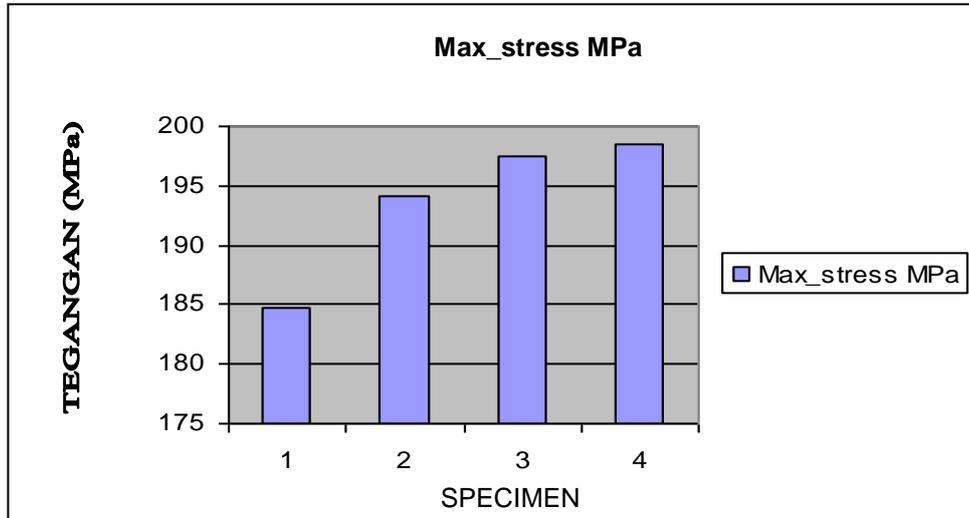
Tabel di bawah ini memperlihatkan data hasil uji kekerasan (hardness) yang telah dilakukan pada beberapa sampel uji (test piece)

**Tabel 3 Hasil Uji kekerasan pada sampel yang berbeda**

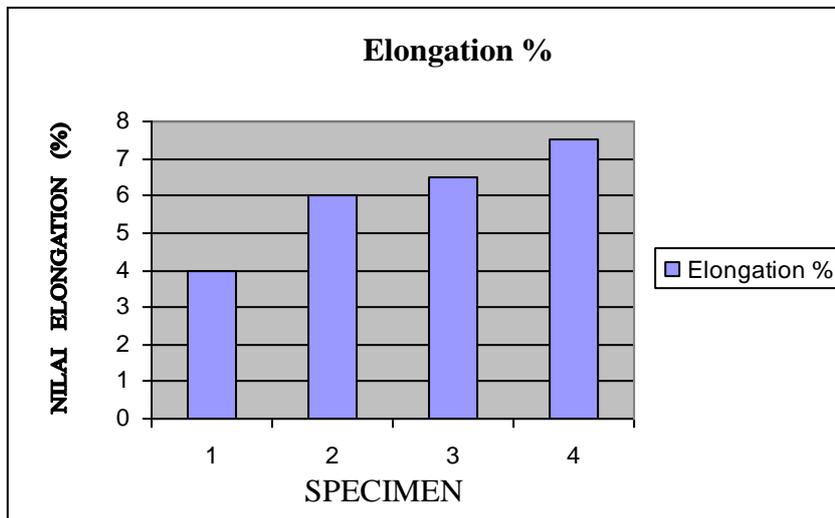
No.	Jenis Sampel	Nilai Kekerasan (HRB)	Nilai Rata-Rata (HRB)
1.	<b>Sampel I 100 % Ingot Aluminium AC4B</b>	42	42.3
		41.8	
		42.5	
		42.9	
2.	<b>Sampel II AC4B (60 : 40) %</b>	42.5	43.1
		43	
		43.2	
		43.7	
3.	<b>Sampel III AC4B (30 : 70) %</b>	43.5	43.55
		43.9	
		43.2	
		43.6	
4.	<b>Sampel IV 100 % Al Scrap AC4B</b>	44.2	44.725
		44.8	
		45	
		44.9	



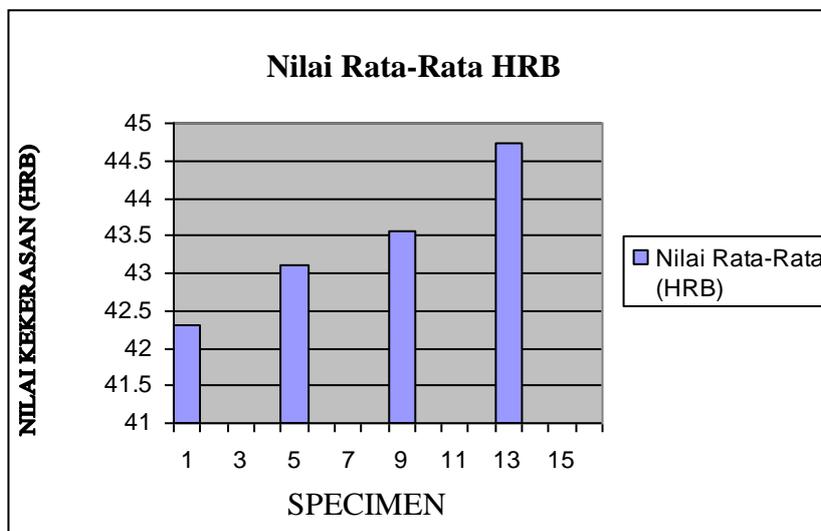
**Gambar 2 Diagram perbandingan tegangan tarik**



Gambar 3 Diagram perbandingan tegangan luluh



Gambar 4 Diagram Elongasi Uji Tarik



Gambar 5 Diagram Hasil Uji Kekerasan

## KESIMPULAN

Scrap dapat dimanfaatkan kembali dengan melebur menjadi ingot. Ingot scrap memiliki kualitas yang tidak kalah baiknya dengan Ingot standar.

Setelah dilakukan pengujian komposisi dan pengujian mekanis, maka didapat hasil dari keempat sampel sebagai berikut :

1. Pengujian Komposisi
  - Pada sampel pertama 100 % Ingot Standar semua unsur kimia masih masuk kedalam standar perusahaan..
  - Pada sampel kedua 60 % Ingot Standar + 40 % Scrap semua unsur kimia masih masuk kedalam standar perusahaan..
  - Pada sampel ketiga 30 % Ingot Standar + 70 % Scrap unsur Zn melebihi standar perusahaan sekitar 2,5 %
  - Pada sampel keempat 100% Ingot Scrap unsur Zn melebihi standar perusahaan sekitar 2,8 %
2. Pengujian Kekerasan  
Sampel 1, 2, 3 dan 4, nilai kekerasannya masih didalam standar yang sudah ditentukan perusahaan yaitu berkisar antara 40 sampai 45 HRB.
3. Pengujian Tarik  
Sampel 1, 2, 3 dan 4, nilai tegangan putusnya diatas nilai minimal yang ditentukan perusahaan yaitu 16 Kgf/mm<sup>2</sup> ( 156.7 N/mm<sup>2</sup> ).

## DAFTAR PUSTAKA

1. B.H Amstead, Philip. F. Ostwald, Myron L. Begeman, Sriati Djafrie. Teknologi Mekanik, Jilid I, Edisi Ketujuh
2. Hatch, JE. Aluminium of Metal Properties and Physical Metallurgy
3. Ir. Sri Hardjoko Wirjomartono M S M E. Diktat Teknologi Mekanik I, Laboratorium Teknik produksi dan Metalurgi Dept. Mesin ITB, 1975
4. Modul A, Technical Training Die Casting, PT. HONDA FEDERAL Inc.-
5. Prof. Ir. Tata Surdia MS. Met. E, Prof. DR Shinroku Saito. Pengetahuan Bahan Teknik
6. Tata Surdia dan Kenji Chijiwa. 1975, Teknik Pengecoran Logam, Jakarta, PT. Pradnya Paramita
7. Webster, P.D. 1980, Fundamental of Foundry Technology