

BOKSTRANSMISI MOBIL

H.Samsudi Raharjo¹⁾ Solichan²⁾

Abstrak

Pemakaian aluminium pada industri otomotif terus meningkat sejak tahun 1980 (Budinski, 2001). Komponen otomotif yang terbuat dari paduan aluminium, antara lain adalah piston, blok mesin, kepala silinder, katup, velg mobil dan sebagainya. Ini berkaitan dengan jumlah kendaraan di Indonesia tahun 2005 mencapai 38.156.278 buah terdiri dari roda dua 28.556.498 buah dan roda empat 9.559.780 buah (Kepolisian Republik Indonesia, 2005). Ditambah pada tahun 2010 ASTRA DAIHATSU merencanakan memproduksi 400.000 setiap tahunnya. Fokus penelitian limbah velg dan boks transmisi mobil yang terbuat dari paduan aluminium dan silikon. Paduan ini memiliki daya tahan terhadap korosi, abrasi dan koefisien pemuaian yang rendah, disamping itu mempunyai kekuatan yang tinggi, kesemua sifat tersebut merupakan sifat yang harus dimiliki oleh material velg dan boks transmisi mobil. Tujuan penelitian menganalisa Karakterisasi velg dan boks transmisi mobil berbasis material mobil bekas yaitu; karakterisasi meliputi; uji komposisi dan kekerasan bahan serta Struktur mikro, Permasalahan utama dari penelitian ini adalah bagaimana memanfaatkan velg dan boks transmisi mobil bekas setelah diketahui sifat dan karakteristiknya. **Metode Penelitian** yang digunakan dengan **metode eksperimen**, dan perbandingan, Hasil yang dicapai; Material velg dan boks transmisi mobil bekas banyak impuriti karena kurangnya kebersihan menyebabkan sifat mekaniknya menurun. Maka penelitian lanjutan perlu melakukan pembersihan yang baik atau dengan *degreasing*, serta perlu mempelajari *interface layer* yang muncul karakteristik senyawa dan karakteristik fasa dengan menggunakan SEM.

Kata Kunci : Velg, Transmisi, Uji Komposisi, Uji Kekerasan, Struktur Mikro

PENDAHULUAN

2.1. Paduan Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik. Material ini digunakan dalam bidang yang luas bukan hanya untuk peralatan rumah tangga saja tetapi juga dipakai untuk kepentingan industri, misalnya untuk industri pesawat terbang, komponen-komponen mobil, komponen regulator dan konstruksi-konstruksi yang lain.

Menurut *Aluminum Association* (AA) dapat diidentifikasi dengan sistem empat digit berdasarkan komposisi paduan seperti *xxx.1* dan *xxx.2* untuk ingot yang dilebur kembali. Sedangkan simbol *xxx.0* untuk menentukan batas komposisi pengecoran dan sim

*) Dosen Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang (UNIMUS)

bol A356, B356 dan C356 untuk paduan cor gravitasi. Masing-masing paduan ini identik dengan kandungan yang mendominasi tetapi berkurang batas penggunaan karena impuritanya, khususnya kandungan besi. Batas komposisi berdasarkan *Aluminum Association* (AA) telah terdaftar pada paduan cor aluminium yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 tidak meliputi paduan cor bentuk ingot.

Tabel 2.1 Komposisi paduan aluminium digunakan dalam bentuk cor
(ASM Handbook vol 15, 1998)

Paduan	Produk	komposisi, %											
		Al	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn	Ti	paduan lain	
												lain	total
328.0	S	7.5-8.5	1.0	0.20-0.6	0.20-0.6	0.20-0.7	0.35	0.25	1.5	...	0.25	0.25	0.50
332.0	P	8.5-10.5	1.2	2.0-4.0	0.5	0.50-1.5	...	0.50	1.0	...	0.25	...	0.50
333.0	P	8.0-10.5	1.0	3.0-4.0	0.5	0.05-0.50	...	0.50	1.0	...	0.25	...	0.50
A333.0	P	8.0-10.0	1.0	3.0-4.0	0.5	0.05-0.50	...	0.50	3.0	...	0.25	...	0.50
336.0	P	11.0-13.0	1.2	0.50-1.5	0.35	0.7-1.3	...	2.0-3.0	0.35	...	0.25	0.05	...
339.0	P	11.0-13.0	1.2	15-3.0	0.50	0.50-1.5	...	0.50-1.5	1.0	...	0.25	...	0.50
343.0	D	6.7-7.7	1.2	0.50-0.9	0.50	0.10	0.10	...	1.2-2.0	0.50	...	0.10	0.35
354.0	P	8.6-9.4	0.2	1.6-2.0	0.1	0.40-0.6	0.1	...	0.2	0.05	0.15

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 yang ditunjukkan pada grafik digambar 2.1. 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 (*shrinkage*). Penyusutan yang terjadi pada saat aluminium membeku sebesar 6% dari volume, ketika aluminium bertransformasi dari cair ke padat. Dalam tabel 2.2 dan tabel 2.3 menunjukkan sifat fisik dan sifat mekanik aluminium yang mempengaruhi kualitas dari hasil cor.

Tabel 2.2 Sifat fisik aluminium (John, 1994)

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Massa jenis (g/cm ³) (20°C)	26,989	2,71
Titik Cair (°C)	660,2	653 - 657
Panas Jenis (cal/g°C) (100°C)	0,2226	0,2297
Hantaran Jenis (%)	64,94	59 (dianil)
Tahanan Listrik Koefisien temp (°C)	0,00429	0,0115
Koef Pemuaian (20-100°C) (mm ³)	23,86 X 10 ⁻⁶	23,5 x 10 ⁻⁶
Jenis Kristal, Konstanta kisi	fcc, a = 4,013	fcc, a = 4,04

Tabel 2.3 Sifat mekanik aluminium (John, 1994)

Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
	99,996		>99,0	
	Dianil	75% dirol dingin	Dianil	75% dirol dingin
Kekuatan tarik (kg/mm ²)	4,9	11,6	9,3	16,9
Kekuatan Mulur (0,2%) (kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
Perpanjangan (%)	48,8	5,5	35	5
Kekerasan Brinell (BHN)	17	27	23	44

Pengaruh unsur-unsur padu pada paduan aluminium adalah sebagai berikut:

a. Silikon (Si)

Unsur Si dalam paduan aluminium mempunyai pengaruh positif :

Meningkatkan sifat mampu alir (*Hight Fluidity*).

Mempermudah proses pengecoran

Meningkatkan daya tahan terhadap korosi

Memperbaiki sifat-sifat atau karakteristik coran

Menurunkan penyusutan dalam hasil cor

Tahan terhadap tear(perpatahan pada metal casting pada saat solidifikasi karena adanya kontraksi yang merintang)

Pengaruh negatif yang ditimbulkan unsur Si berupa:

Penurunan keuletan bahan terhadap beban kejut jika kandungan silikon terlalu tinggi.

b. Tembaga (Cu)

Pengaruh baik yang dapat timbul oleh unsur Cu dalam paduan aluminium:

Meningkatkan kekerasan bahan dengan membentuk presipitat

Memperbaiki kekuatan tarik

Mempermudah proses pengerjaan dengan mesin.

Pengaruh buruk yang dapat ditimbulkan oleh unsur Cu :

Menurunkan daya tahan terhadap korosi

Mengurangi keuletan bahan dan

Menurunkan kemampuan dibentuk dan dirol

c. Unsur Magnesium (Mg)

Magnesium memberikan pengaruh baik yaitu:

Mempermudah proses penuangan

Meningkatkan kemampuan pengerjaan mesin

Meningkatkan daya tahan terhadap korosi
Meningkatkan kekuatan mekanis
Menghaluskan butiran kristal secara efektif
Meningkatkan ketahanan beban kejut atau impak.
Pengaruh buruk yang ditimbulkan oleh unsur Mg:
Meningkatkan kemungkinan timbulnya cacat pada hasil pengecoran

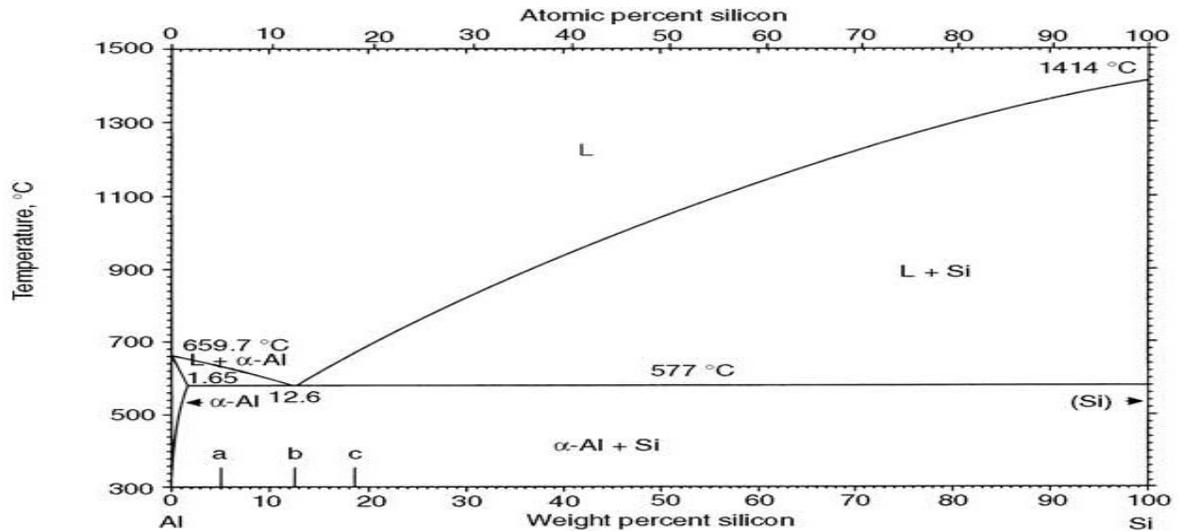
d. Unsur besi (Fe)

Pengaruh baik yang dapat ditimbulkan oleh unsur Fe adalah :
mencegah terjadinya penempelan logam cair pada cetakan.
Pengaruh buruk yang dapat ditimbulkan unsur paduan ini adalah :
Penurunan sifat mekanis
Penurunan kekuatan tarik
Timbulnya bintik keras pada hasil coran
Peningkatan cacat porositas.

Macam-macam paduan aluminium dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Paduan Al-Si

Paduan Al-Si ditemukan oleh A. Pacz tahun 1921. Paduan Al-Si yang telah diperlakukan panas dinamakan *Silumin*. Sifat – sifat silumin sangat diperbaiki oleh perlakuan panas dan sedikit diperbaiki oleh unsur paduan. Paduan Al-Si umumnya dipakai dengan 0,15% – 0,4% Mn dan 0,5 % Mg. Paduan yang diberi perlakuan pelarutan (*solution heat treatment*), *quenching*, dan *aging* dinamakan *silumin* □, dan yang hanya mendapat perlakuan aging saja dinamakan *silumin* □. Paduan Al-Si yang memerlukan perlakuan panas ditambah dengan Mg juga Cu serta Ni untuk memberikan kekerasan pada saat panas. Bahan paduan ini biasa dipakai untuk piston kendaraan (Surdia, 1992).



Gambar 2.1. Diagram fasa Al-Si (ASM International, 2004)

Pada diagram fasa Al-Si (gambar 2.2) dapat dibagi tiga daerah yaitu:

a. Daerah *Hipoeutektik*

Pada daerah ini terdapat kandungan silikon < 11,7% dimana struktur mikro akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah fasa α – aluminium dan eutektik (gelap) yang kaya aluminium yang memiliki kekerasan 90 HB, Struktur mikro *hipoeutektik* diperlihatkan pada gambar 2.1^a

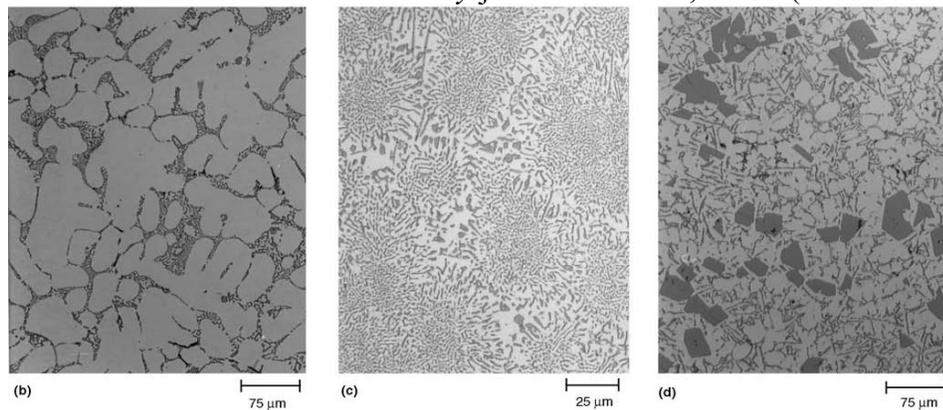
b. Daerah Eutektik

Pada komposisi ini paduan Al-Si dapat membeku secara langsung (dari fase cair ke padat). Kandungan silikon yang terkandung didalamnya sekitar 11.7% sampai 12.2%

untuk struktur mikro eutektik bisa dilihat pada gambar 2.1b. Material ini memiliki kekerasan 105 HB dan uji tarik 248 MPa sehingga banyak diaplikasikan pada komponen dengan tekanan yang tinggi, seperti: *crank case, wheel hub, cylinder barrel*. (ASM Handbook vol 15, 1998)

c. Daerah *Hypereutectic*

Struktur mikro *hypereutectic* pada gambar 2.1a,b,c menunjukkan Komposisi silikon diatas 12.2% sehingga kaya akan silikon dengan fasa eutektik sebagai fasa tambahan dan memiliki kekerasan 110 HB. Contoh *aluminium alloy* jenis ini : AC8H, A.339 (lihat tabel 2.2)



Gambar 2.2 Struktur mikro paduan Al-si (a) Struktur mikro paduan hypoeutectic (1.65-12.6 wt% Si). 150X. (b) Struktur mikro paduan eutectic (12.6% Si). 400X. (c) Struktur mikro paduan hypereutectic (>12.6% Si). 150X (ASM International, 2004)

Tipe paduan tergantung pada presentase kandungan silikon ini akan berpengaruh terhadap titik beku (*freezing point*) yang dipakai pada proses pengecoran aluminium yang bisa dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 kandungan Si berpengaruh terhadap temperatur titik beku paduan aluminium (ASM International, 2004)

Alloy	Si conten	BS alloy	Typical freezing range (°C)
Low silicon	4 - 6 %	LM4	625 – 525
Medium Silicon	7,5 - 9,5 %	LM25	615 – 550
Eutectic alloys	10 -13 %	LM6	575 – 565
Special hypereutectic alloys	> 16 %	LM30	650 – 505

2. Paduan Al-Cu dan Al-Cu-Mg

Paduan Al-Cu dan Al-Cu-Mg ditemukan oleh A. Wilm dalam usaha mengembangkan paduan aluminium yang kuat dinamakan *duralumin* ini sering diaplikasikan pada rangka sepeda motor, *pulley*, roda gigi, velg mobil yang diperlihatkan pada gambar 2.4. Paduan Al-Cu-Mg adalah paduan yang mengandung 4% Cu dan 0,5% Mg dapat ditingkatkan kekerasannya dengan proses *natural aging* setelah *solution heat treatment* dan *quenching*.

3. Paduan Al-Mn

Mangan (Mn) adalah unsur yang memperkuat Aluminium tanpa mengurangi ketahanan korosi dan dipakai untuk membuat paduan yang tahan terhadap korosi. Paduan Al-Mn dalam penamaan standar *AA* adalah paduan Al 3003 dan Al 3004. Komposisi standar dari paduan Al 3003 adalah Al, 1,2 % Mn, sedangkan komposisi standar Al 3004 adalah Al, 1,2 % Mn, 1,0 % Mg. Paduan Al 3003 dan Al 3004 digunakan sebagai paduan tahan korosi tanpa perlakuan panas.

4. **Paduan Al-Mg**

Paduan dengan 2–3% Mg dapat mudah ditempa, dirol dan diekstrusi, paduan Al 5052 adalah paduan yang biasa dipakai sebagai bahan tempaan. Paduan Al 5052 adalah paduan yang paling kuat dalam sistem ini, dipakai setelah dikeraskan oleh pengerasan regangan apabila diperlukan kekerasan tinggi. Paduan Al 5083 yang dianil adalah paduan antara (4,5% Mg) kuat dan mudah dilas oleh karena itu sekarang dipakai sebagai bahan untuk tangki LNG (Surdia, 1992).

5. **Paduan Al-Mg-Si**

Sebagai paduan Al-Mg-Si dalam sistem klasifikasi *AA* dapat diperoleh paduan Al 6063 dan Al 6061. Paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan dibandingkan dengan paduan–paduan lainnya, tetapi sangat liat, sangat baik mampu bentuknya untuk penempaan, ekstrusi dan sebagainya. Paduan 6063 dipergunakan untuk rangka–rangka konstruksi, maka selain dipergunakan untuk rangka konstruksi juga digunakan untuk kabel tenaga (Surdia, 1992).

6. **Paduan Al-Mn-Zn**

Di Jepang pada permulaan tahun 1940 Iragashi dan kawan-kawan mengadakan studi dan berhasil dalam pengembangan suatu paduan dengan penambahan kira–kira 0,3% Mn atau Cr dimana butir kristal padat diperhalus dan mengubah bentuk presipitasi serta retakan korosi tegangan tidak terjadi. Pada saat itu paduan tersebut dinamakan *ESD* atau *duralumin super ekstra*. Selama perang dunia ke dua di Amerika serikat dengan maksud yang hampir sama telah dikembangkan pula suatu paduan yaitu suatu paduan yang terdiri dari: Al, 5,5 % Zn, 2,5 % Mn, 1,5% Cu, 0,3 % Cr, 0,2 % Mn sekarang dinamakan paduan Al-7075. Penggunaan paduan ini paling besar adalah untuk bahan konstruksi pesawat udara, disamping itu juga digunakan dalam bidang konstruksi (Surdia, 1992).

2.2 **Sifat-sifat bahan**

1. **Komposisi**

Uji komposisi merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak jumlah suatu kandungan yang terdapat pada suatu logam, baik logam *ferro* maupun logam *non ferro*. Proses pengujian komposisi berlangsung dengan pembakaran bahan menggunakan elektroda dimana terjadi suhu rekristalisasi, dari suhu rekristalisasi terjadi penguraian unsur yang masing-masing beda warnanya. Penentuan kadar berdasar sensor perbedaan warna. Proses pembakaran elektroda ini tidak lebih dari tiga detik. Pengujian komposisi dapat dilakukan untuk menentukan jenis bahan yang digunakan dengan melihat persentasi unsur yang ada.

2. Kekerasan aluminium

Kekerasan aluminium dapat didefinisikan sebagai ketahanan logam terhadap indentasi. Nilai kekerasan berkaitan dengan kekuatan luluh logam karena selama indentasi logam mengalami deformasi plastis. Luluh merupakan proses *slip*, luncur atau kembaran. Pada proses *slip*, struktur kisi antara daerah *slip* dan daerah tanpa *slip* terdislokasi. Batas antara daerah *slip* dan daerah tanpa *slip* disebut garis lokasi.

Pengujian kekerasan adalah satu pengujian dari sekian banyak pengujian yang dipakai, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang relatif kecil tanpa kesukaran. Mengenai spesifikasi benda uji. Pengujian yang banyak dipakai adalah dengan cara menekankan indenter tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan mengukur bekas hasil penekanan yang terbentuk di atasnya (Surdia, 1991).

Terdapat tiga jenis umum mengenai ukuran kekerasan yang tergantung pada cara melakukan pengujian. Ketiga jenis tersebut adalah kekerasan goresan, kekerasan lekukan dan kekerasan pantulan, pengujian yang sering dilakukan adalah pengujian penekanan. Pada pengujian penekanan terdapat beberapa alat uji yang dapat digunakan, antara lain alat uji *Brinell*, *Vickers*, *Rockwell* dan *Microhardness*.

Banyak masalah metalurgi yang membutuhkan penentuan kekerasan pada permukaan yang sangat kecil misalnya penentuan kekerasan pada permukaan terkarburasi, daerah difusi dua material yang berbeda dan penentuan kekerasan pada komponen jam tangan. Untuk pengujian spesimen-spesimen sangat kecil ini, metode yang digunakan adalah *Vickers hardness test* serta prosedur pengujian menggunakan referensi ASTM E 92.

Pada metode ini digunakan indenter intan berbentuk piramida dengan sudut 136° , seperti diperlihatkan oleh Gambar 2.5. Prinsip pengujian adalah sama dengan metode *Brinell*, walaupun jejak yang dihasilkan berbentuk bujur sangkar berdiagonal. Panjang diagonal diukur dengan skala pada mikroskop pengukur jejak. Untuk menghitung nilai kekerasan suatu material menggunakan rumus sebagai berikut:

$$VHN = \frac{1.854 P}{d^2}$$

Dimana P = Besar beban (Kg)

d = Rata-rata diameter pijakan identer d_1 dan d

III. Metode Penelitian yang digunakan dengan **metode eksperimen**, dan perbandingan data:

1. Material penelitian

Pada penelitian ini material yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut:

1.1. Limbah velg mobil bekas.

limbah velg mobil yang dianalisis adalah limbah velg mobil bekas yang cacat atau rusak, ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Limbah velg mobil bekas.

1.2. Limbah boks transmisi mobil bekas.

limbah boks transmisi mobil yang dianalisis adalah limbah boks transmisi mobil bekas yang cacat atau rusak, ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Limbah boks transmisi mobil bekas

2. Peralatan Penelitian

Palu besi 5 Kg Alat untuk memecah bahan uji, Gerindra Untuk menghaluskan sisi-sisi potongan bahan uji, Ampelas Untuk menghaluskan bahan penelitian, Mikroskop, Untuk melihat struktur mikro pada material velg, boks transmisi mobil.

4.1 Pengujian komposisi material velg dan boks transmisi bekas

Hasil uji komposisi menunjukkan bahwa material Velg bekas mempunyai unsur paduan utama 90.31% Al dan 8.08% Si. Adapun hasil lengkap pengujian komposisi material Velg bekas disajikan pada Tabel 4.1 dan Lampiran.

Tabel 4.1 Hasil uji komposisi material Velg bekas

Paduan	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Sn	Ti
Velg bekas	90.31	8.08	0.494	0.784	0.380	0.588	0.023	0.021	0.028	0.176
A03642	364.2	75-95	0.7-1.1	0.20	0.10	0.25-0.40	0.25-0.50	0.15	0.15

Sumber : Pengujian di POLMAN Cepur Klaten

Berdasarkan pada komposisi paduan, material boks transmisi bekas dapat dikelompokkan kedalam paduan aluminium A03642

2. Pengujian komposisi material boks transmisi bekas

Hasil uji komposisi menunjukkan bahwa material boks transmisi bekas mempunyai unsur paduan utama 83.38% Al dan 12 % Si. Adapun hasil lengkap pengujian komposisi material boks transmisi bekas disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil uji komposisi material boks transmisi bekas

Paduan	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn
Rumah transmisi	83.38	12.0	0.987	1.59	0.344	0.237	0.131	2.29	0.999	0.049
336.0	84.0-86.0	11.0-13.0	1.2	1.5-3.0	0,35	0.7-1.3	0.35	2.0-3.0	0.35	0.049

Sumber : Pengujian di POLMAN Ceper

Berdasarkan pada komposisi paduan, material boks transmisi bekas dapat dikelompokkan kedalam paduan aluminium A0336.0

3. Studi kekerasan material velg mobil bekas

Pengujian kekerasan pada velg mobil bekas yang dipotong dilakukan lima kali penekanan identer dengan posisi penekanan merata pada spesimen. Hasil pengujian kekerasan material velg dan boks transmisi mobil bekas ditunjukkan pada tabel 4.3 dan 4.4 Pengujian menggunakan *Rockwell* kelas B dengan identer ball 1/16” beban 100 kg ditahan selama 30 detik. Kekerasan material velg mobil dengan nilai kekerasan <70.0 HB.

Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan velg

samp ^l e	Kekerasan					Rata-rata
213	<70.0	<70.0	<70.0	<70.0	<70.0	<70.0

Tabel 4.4 Hasil pengujian kekerasan boks transmisi

SAMPE	KEKERASAN HB					Rata-rata HB	
L	215	105	106,5	104,5	103	106	105

Kesimpulan

Analisis penelitian yang telah dilakukan bisa diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kekerasan velg bekas paling tinggi yaitu 70.00 HB.

sample	Kekerasan	Rata-rata				
213	<70.0	<70.0	<70.0	<70.0	<70.0	<70.0

2. Hasil uji komposisi velg dijelaskan dalam tabel;

Paduan	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Sn	Ti
Velg bekas	90.31	8.08	0.494	0784	0380	0.588	0.023	0.021	-0.028	0.176
A03642	364.2	75-95	0.7-1.1	0.20	0.10	0.25-0.40	0.25-0.50	0.15	0.15

Sumber : Pengujian di POLMAN Ceper Klaten

3. Hasil uji komposisi boks transmisi dijelaskan dalam tabel;

Paduan	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn
Rumah transmisi	83.38	12.0	0.987	1.59	0.344	0.237	0.131	2.29	0.999	0.049
336.0	84.0-86.0	11.0-13.0	1.2	1.5-3.0	0,35	0.7-1.3	0.35	2.0-3.0	0.35	0.049

Sumber : Pengujian di POLMAN Ceper Klaten

4. Nilai kekerasan boks transmisi bekas paling tinggi yaitu 105 HB

SAMPEL	KEKERASAN HB					Rata-rata HB
215	105	106,5	104,5	103	106	105

Nilai kekerasan boks transmisi 105 HB masuk daerah Eutektik dengan kandungan Silikon 12%, Berdasarkan pada komposisi paduan material boks transmisi bekas dapat dikelompokkan kedalam paduan aluminium A0336.0 sedangkan, Nilai kekerasan velg < 70 HB masuk daerah Hipoeutektik dengan kandungan Silikon 8,08 %, Berdasarkan pada komposisi paduan, material velg bekas dapat dikelompokkan kedalam paduan aluminium A03642.

5.2 Saran

1. Material velg dan boks transmisi mobil bekas banyak impuriti karena kurangnya kebersihan menyebabkan sifat mekaniknya menurun. Maka penelitian lanjutan pada material velg dan boks transmisi bekas yang sama perlu dilakukan pembersihan yang baik atau dengan *electric degreeshing* dan *acid dipping*.
2. Untuk penelitian lanjutan perlu mempelajari *interface layer* yang muncul karakteristik senyawa dan karakteristik fasa dengan menggunakan SEM.

REFERENSI

ASM Hand Book, Vol.1., 2005, Properties And Selection.

ASM Metal Hand Book Vol.8., 1998

ASM Hand Book Vol.15., 1998

ASTM Hand Book. E 18., 2002

ASTM Hand Book. E92., 2004

ASM Metal Hand Book, Vol. 15- Casting.

Haque,M. 2001, "Study on Wear Properties of Alumunium Silicon Piston Alloy" J. Material Proccesing Technology, 118pp.69-73.

Hendri, 2002 "Algoritma Pengujian Komposisi Material" Jurnal Teknik Mesin. Vol.5 No.1 Mei 2002, 11 – 15.

Sivaprasad, 2008, "Study on Alumunium Alloy Piston Reinforced with Cast Iron Insert" New Delhi, pp 1 -10.

