

**PENELITIAN *BRAKE SHOE* YANG ADA DI PASARAN
MELALUI PROSES *SOLUTION TREATMENT AGING*
TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS
YANG MEMENUHI STANDAR ASTM**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Disusun Oleh :
DANUR KURNIAWAN
D200090078**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENELITIAN *BRAKE SHOE* YANG ADA DI PASARAN
MELALUI PROSES *SOLUTION TREATMENT AGING*
TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS
YANG MEMENUHI STANDAR ASTM**

PUBLIKASI ILMIAH

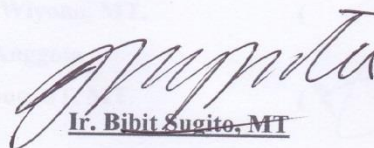
Oleh :

DANUR KURNIAWAN

D200090078

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing


Ir. Bibit Sugito, MT

**PENELITIAN *BRAKE SHOE* YANG ADA DI PASARAN
MELALUI PROSES *SOLUTION TREATMENT AGING*
TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS
YANG MEMENUHI STANDAR ASTM**

Oleh :

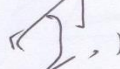
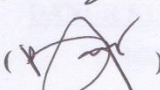
DANUR KURNIAWAN

D200090078

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 03 November 2018
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Bibit Sugito, MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Sunardi Wiyono, MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Patna Partono, ST, MT.
(Anggota II Dewan Penguji)


()
()

Dekan :


Ir. Sri Sunarioho, MT, Ph.D.
NIK. 682

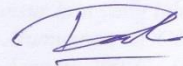
PERNYATAAN

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

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 November 2018

Penulis



DANUR KURNIAWAN

D200090078

PENELITIAN *BRAKE SHOE* YANG ADA DI PASARAN MELALUI PROSES *SOLUTION TREATMENT AGING* TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS YANG MEMENUHI STANDAR ASTM

ABSTRAK

Brake Shoe atau sering disebut dengan Kampas Rem, adalah komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk menahan putaran roda sehingga terjadi pengereman. Sistem rem digunakan untuk memperlambat ataupun menghentikan laju sepeda motor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti ketahanan bahan material pada Brake Shoe dengan melakukan Treatment Aging. Aging adalah proses perlakuan panas yang dilakukan pada suatu bahan untuk meningkatkan sifat kekerasannya dengan cara mengkombinasikan antara pemanasan di atas suhu kamar dengan jangka waktu pemanasan tertentu.

Penelitian ini menggunakan material Brake Shoe yang ada dipasaran yaitu disebut dengan ADC12, Material pembentuk ADC12 sendiri yaitu Aluminium Silicon (Al-Si). Aluminium merupakan logam non ferro yang memiliki sifat ringan dan tahan karat. Aluminium dipakai sebagai paduan berbagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan sifat-sifat mekanisnya serta manipulasi cor dengan menambah unsur-unsur lain. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan temperatur saat Aging, variasi temperatur yang digunakan pada pengujian ini adalah 150°C dan 200°C. Masing-masing pengujian dilakukan dengan lama waktu penahanan selama 6 jam. Pengujian komposisi kimia menggunakan standar ASTM E1251, Pengujian struktur mikro menggunakan standar ASTM E3, Pengujian kekerasan menggunakan standar ASTM E10.

Hasil uji komposisi kimia diketahui ada 17 unsur penyusun paduan ADC12. Yaitu terdiri dari 9 unsur pembentuk utama AlSi dan 8 unsur lain yang lebih kecil. Hasil uji struktur mikro ditemukan perbedaan antara Aluminium ADC12 tanpa perlakuan panas dengan sampel temperatur 150°C dengan 200°C. Hasil uji kekerasan pada material ADC12 tanpa perlakuan panas diperoleh konversi HB 74,50 sedangkan setelah aging pada suhu 150°C diperoleh konversi HB 202,00 dan pada suhu 200°C diperoleh konversi HB sebesar 227,80.

Kata Kunci: ADC12, Heat Treatment, Aging

ABSTRACT

Brake Shoe or often referred to as Brake Shoes, is a component of a motorized vehicle that serves to hold the wheel rotation so that braking occurs. The brake system is used to slow down or stop the motorcycle. The purpose of this study was to examine the durability of material in the Brake Shoe by doing Aging Treatment. Aging is a process of heat treatment carried out on a material to increase its hardness by combining heating above room temperature with a certain heating period.

This study uses Brake Shoe material that is on the market, namely called the ADC12, the ADC12 forming material itself, namely Aluminum Silicon (Al-Si).

Aluminum is a non-ferrous metal that has mild and rust resistant properties. Aluminum is used as an alloy of various pure metals, because it does not lose light properties and mechanical properties and cast manipulation by adding other elements. The study was conducted by varying the temperature at Aging, the temperature variation used in this test was 150 ° C and 200 ° C. Each test was carried out with a duration of detention for 6 hours. Testing of chemical composition uses the ASTM E1251 standard, Testing microstructure using the ASTM E3 standard, Testing hardness using the ASTM E10 standard.

The results of the chemical composition test revealed that there were 17 constituent elements of the ADC12 alloy. It consists of 9 main Al-Si formers and 8 smaller elements. The results of the microstructure test found differences between Aluminum ADC12 without heat treatment with a sample temperature of 150 ° C with 200 ° C. The hardness test results on ADC12 material without heat treatment obtained HB conversion of 74.50 while after aging at 150 ° C HB conversion of 202.00 was obtained and at 200 ° C HB conversion was obtained at 227.80.

Keywords: ADC12, Heat Treatment, Aging

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan alat transportasi terus meningkat diikuti dengan meningkatnya industri otomotif dalam negeri khususnya produksi sepeda motor. Data dari Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) pada tahun 2017 penjualan sepeda motor di Indonesia mencapai 5.886.103 unit. Dampak dari tingginya penjualan sepeda motor tentunya menarik industri pengecoran untuk memproduksi komponen suku cadang sepeda motor. Piranti penghenti laju (rem) adalah salah satu suku cadang yang ada di sepeda motor dan merupakan golongan suku cadang habis pakai (*fast moving*) yang harus dilakukan penggantian baru apabila masa pakainya telah habis. Salah satu bagian dari piranti penghenti laju yaitu sepatu rem (*Brake Shoe*).

Brake Shoe atau sering di sebut dengan Kampas Rem, adalah komponen kendaraan bermotor yang berfungsi untuk menahan putaran roda sehingga terjadi pengereman. Sistem rem digunakan untuk memperlambat ataupun menghentikan laju sepeda motor. Prinsip rem adalah merubah energi gerak menjadi energi panas. Efek pengereman (*braking effect*) diperoleh dari gaya gesekan yang ditimbulkan antara dua objek benda.

Proses manufaktur *Brake Shoe* adalah dengan *Injection die casting* yaitu proses pengecoran logam dengan cara memasukan logam cair ke dalam *die* (cetakan logam) dengan menggunakan tekanan. Cairan logam dileburkan dengan menggunakan tungku terpisah, kemudian cairan alumunium disalurkan dan dituang ke dalam mesin *die casting* melalui tabung injeksi, ditekan dengan pluyer (tenaga hidrolik) ke dalam rongga cetakan (*die cavity*). Material paduan yang digunakan yaitu alumunium alloy, Aluminium merupakan logam *non ferro* yang memiliki sifat ringan dan tahan karat. Aluminium *die casting 12* (ADC12) adalah salah satu jenis paduan Al-Si dengan penampang unsur Cu, Fe, Mn, Mg, Zn, Ti, Cr, Ni, Pb, dan Sn. Unsur silikon pada paduan ADC12, sangat dekat dengan titik austektik pada diagram fasa Al – Si dan daera dua fasa cair dan padat sangat tipis. Paduan alumunium tahan Al – Si memiliki sifat mampu cor yang baik, tahan korosi, dapat diproses dengan permesinan dan dapat dilas.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa *Brake Shoe* yang ada dipasaran dan dengan melalui proses *Heat Treatment Aging* pada temperatur 150°C dan 200°C serta menggunakan waktu penahan selama 6 jam, yang menganalisis tentang sifat fisis dan sifat mekanis material yang biasa digunakan pada *Brake Shoe* yang sesuai dengan standar ASTM, yaitu :

1. Mengidentifikasi sifat fisis komposisi kimia material ADC12 yang di *treatment* dengan *Aging* sesuai standar ASTM E1251.
2. Mengidentifikasi sifat fisis struktur mikro material ADC12 yang di *treatment* dengan *Aging* sesuai standar ASTM E3.
3. Mengidentifikasi sifat mekanis kekerasan (*hardness*) material ADC12 yang di *treatment* dengan *Aging* sesuai standar ASTM E10.

1.3. Perumusan Masalah

Dari Latar belakang yang telah disampaikan dapat diambil perumusan masalahnya yaitu bagaimana pengaruh perlakuan panas (*Heat Treatment*) jika dilakukan pada material ADC12.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan manfaat dalam pengetahuan *recovery* sifat fisik dan mekanis komponen suku cadang *Break Shoe* kendaraan bermotor.
2. Dalam aspek akademis, diharapkan ini dapat menambah kepustakaan di bidang riset mekanisme *aging* pada bidang penelitian teknik mesin khususnya pada konsentrasi material.
3. Bagi industri pengecoran, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan temuan evaluasi tentang standar ASTM komponen kendaraan bermotor yang ada dipasaran.

1.5. Batasan Masalah

Pada penelitian ini adapun batasan dalam pembahasan masalah, yaitu dengan operasional konsep sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Break Shoe* yang biasa digunakan pada sepeda motor Vario, yaitu baja aluminium *alloy* (ADC12).
2. Variasi temperatur proses *aging* yang digunakan adalah 150 dan 200°C.
3. *Holding Time* temperatur yang digunakan selama 6 jam.
4. Karena tidak melakukan paduan ulang Komposisi kimia Non treatment dan Treatment mempunyai unsur – unsur pembentuk yang sama.
5. Senyawa yang digunakan dalam proses pengetsaan (uji struktur mikro) adalah *Hydrofluoric Acid* (HNO₃) dengan kadar 2,5%.
6. Tekanan kerja yang digunakan pada uji struktur kekerasan 3000 kgf.

1.6 TINJAUAN PUSTAKA

Budiawan (2013) melakukan penelitian Pengaruh *Heat Treatment* terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Mekanis pada *Velg Merk Stomp* yang Memenuhi Standart ASTM. Hasil pengujian benda uji yang telah di *heat treatment* dibandingkan dengan hasil pengujian *raw material*. Didapatkan hasil komposisi kimia golongan paduan Al-Si-Cu. Pada uji struktur mikro material yang sudah mengalami *heat treatment* terlihat homogen, unsur Cu menyebar merata pada

aluminium. Pada uji tarik tegangan maksimal rata-rata tertinggi raw material pada velg merk YIMM (Mio) yaitu 222,12 MPa dan tegangan maksimal rata-rata tertinggi heat treatment pada velg merk YIMM (Mio) 68,89 MPa. Harga tegangan maksimal rata-rata tertinggi raw material pada velg merk Stomp yaitu 170,44 MPa dan tegangan maksimal rata-rata terendah *heat treatment* pada velg merk Stomp 126,62 MPa. Pada uji *impact* diperoleh harga impak rata-rata pada kedua merk velg diatas relatif berbeda-beda, akan tetapi nilai *impact* pada merk YIMM (Mio) dan merk Stomp yaitu 0,068 J/mm² dan 0,085 J/mm², setelah di *heat treatment* harga impak rata-ratanya lebih tinggi daripada harga impak saat *raw material*, menjadi 0,078 J/mm² dan 0,149 J/mm².

Handoyo (2015) melakukan penelitian dengan judul: Pengaruh *quenching* dan *tempering* pada baja JIS grade S45C terhadap sifat mekanis dan struktur mikro *crankshaft*. Pada Spesimen 2 (*Quenching oli*) memiliki kekerasan bagian atas 35,3 HRC dan bagian bawah 31,6 HRC. Pada Spesimen 3 (*Quenching air*) memiliki sifat pendinginan yang lebih cepat sehingga kekerasannya naik, yaitu bagian atas 43,5 HRC dan bagian bawah 37,5 HRC. Sedangkan struktur mikro keduanya sama yaitu *martensite* dan *bainite*. Pada Spesimen 4 (*Quenching oli* dan *Tempering air*) paling mendekati standar kekerasan 24 ± 4 HRC yaitu pada bagian atas 26,8 HRC dan bagian bawah 23,3 HRC, sedangkan pada spesimen 5 (*Quenching air* dan *Tempering air*) nilai kekerasannya lebih tinggi dan berada pada batas maksimal standar kekerasan yaitu bagian atas 27,8 HRC dan bagian bawah 26,6 HRC, sedangkan struktur mikro keduanya sama yaitu *bainite* dan *martensite*. Pengaruh *Tempering* pada temperatur 560°C pada spesimen 4 dan 5 adalah penurunan nilai kekerasan dan menghasilkan struktur *bainite* dan *martensite* (*martensite temper*) yang lebih halus dibandingkan dengan spesimen sebelum *Tempering* (spesimen 2 dan 3).

Yulianto (2015) melakukan penelitian pengaruh perlakuan panas terhadap struktur mikro dan sifat mekanis baja ASSAB 705 M yang digunakan pada komponen *Stud Pin Winder*. Hasil dari pengujian menunjukkan nilai kekerasan tertinggi ada pada sampel *raw material* baja ASSAB 705 M sebesar 60,7 HRC dan yang terendah ada pada baja ASSAB 705 M dengan variasi temperatur 6000 C dengan

nilai kekerasan 46,3 HRC. Pada uji impak nilai ketangguhan tertinggi pada sampel material baja ASSAB 705 M dengan variasi temperatur tempering 6000 C sebesar 1,40 J/mm² dan nilai ketangguhan terendah ada pada pada sampel material baja ASSAB 705 M dengan variasi temperatur tempering 3000 C sebesar 0,26 J/mm².

1.7 LANDASAN TEORI

1.7.1. *Brake Shoe* (Sepatu Rem)

Rem merupakan salah satu komponen mesin mekanik yang sangat vital kegunaannya. Rem berfungsi mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan melalui gesekan antara sepatu rem dengan tromol dengan mekanisme tertentu. Salah satu komponen pada rem yang memiliki peran sangat penting dalam sistem pengereman adalah sepatu rem. Sepatu rem berbentuk busur yang disesuaikan dengan lingkaran drum dan dilengkapi dengan kanvas yang dikelilingi ataupun direkatkan pada bagian permukaan dalam sepatu rem. Salah satu ujung sepatu rem dihubungkan pada *anchor pin* atau pada baut silinder penyetel sepatu rem. Ujung lainnya dipasangkan pada roda silinder yang berfungsi untuk mendorong sepatu ke drum dan juga sepatu rem ini berhubungan dengan mekanisme rem tangan.

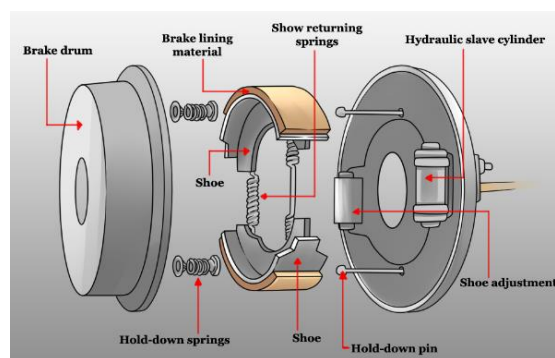


Gambar 1. Brake Shoes

Rem merupakan komponen yang relatif cukup tahan lama dan jarang mengalami kegagalan. Sepatu rem (*brake shoe*) merupakan material ADC12 yang

paduan utamanya yaitu alumunium dan silikon sampai 16%. Pemilihan material ini karena ADC12 mempunyai beberapa kelebihan antara lain:

1. Mempunyai berat yang relatif ringan.
2. Tahan terhadap korosi.
3. Mempunyai konduktivitas termal tinggi.
4. Lunak tapi kuat sehingga apabila kampas rem habis, sepatu rem tidak merusak drum.
5. Memiliki sifat ulet



Gambar 2. Adjusting Brake Shoes

(Robert Kulp, 2016 via YourMechanic)

1.7.2. Alumunium

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak $\pm 8,07\%$ hingga $8,23\%$ dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia ± 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain (*corrundum*, *gibbsite*, *boehmite*, *diaspore*, dan lain-lain) (USGS). Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif.

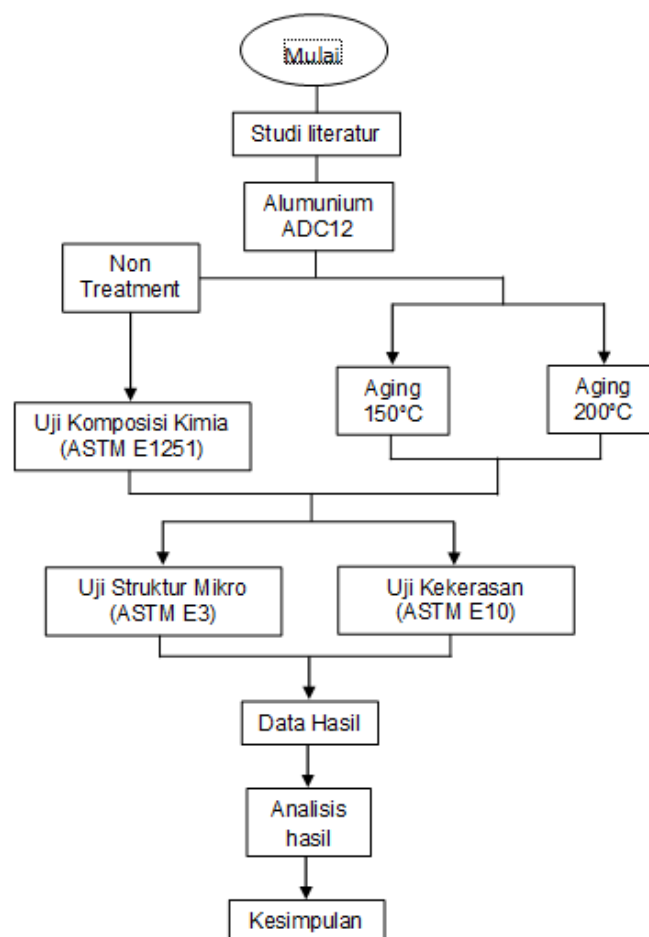
Aluminium dipakai sebagai paduan berbagai logam murni, sebab tidak kehilangan sifat ringan, sifat-sifat mekanisnya, sifat mampu cornya yang dapat diperbaiki dengan menambah unsur-unsur lain. Unsur-unsur paduan itu adalah tembaga, silisium, magnesium, mangan, nikel, dan sebagainya yang dapat merubah sifat paduan aluminium.

1.7.3. Aging

Aging adalah proses perlakuan panas yang dilakukan pada suatu bahan untuk meningkatkan sifat kekerasannya dengan cara mengkombinasikan antara pemanasan di atas suhu kamar dengan waktu pemanasan. *Aging* dilakukan dengan cara menahannya pada suatu 8emperature tertentu, dimana 8emperature kamar atau 8emperature di bawah *solvus line* (batas pelarut) untuk jangka waktu tertentu. *Aging* atau penuaan dapat dibagi menjadi dua yaitu *natural aging* dan *artifical aging*.

2. METODE

2.1 Diagram Alir



Gambar 3. Diagram Alir

2.7. Alat dan Bahan

Ingot Bahan Uji



Gambar 4. Ingot Bahan Uji

Dapur Pemanas (Furnace)



Gambar 5. Dapur Pemanas

Alat Pengujian

Uji Komposisi Kimia



Gambar 6. Spektrometer Metal Scan

Uji Struktur Mikro



Gambar 7. Mikroskop Metalografi



Gambar 8. Alat Uji Kekerasan

Langkah – langkah perlakuan panas pada benda uji adalah sebagai berikut:

1. Menyambungkan aliran listrik pada dapur pemanas (*furnace*).
2. Membuka penutup *furnace*.
3. Memasukkan spesimen ke dalam *furnace* dengan posisi mendatar.
4. Menutup dan mengunci *furnace*.
5. Mengaktifkan *furnace*, sehingga temperatur naik secara perlahan.
6. *Setting furnace* untuk menahan pada temperatur 150 dan 200 °C
7. Membuka Penutup *furnace* agar terkena suhu kamar
8. Menonaktifkan *furnace* dan membuka pintu *furnace* biarkan pintu *furnace* terbuka agar pendinginan berjalan secara perlahan menyesuaikan suhu kamar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Uji Komposisi Kimia

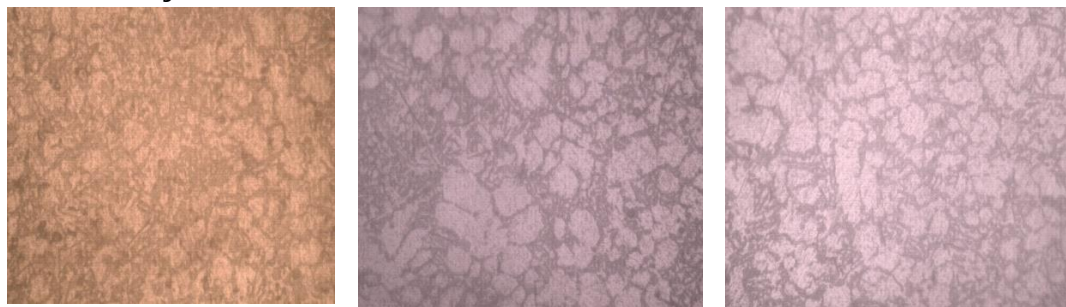
Hasil pengujian sifat fisis komposisi kimia material ADC12 menggunakan *Spektrometer Metal Scan* berbasis *CCD - OES (Charge Coupled Device – Optical Emission Spectrometer)* kemudian dikomparasikan dengan acuan standard ASTM E1251 untuk identifikasi unsur dan keseimbangannya:

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia Dengan Standard ASTM

Nama Unsur	Kode Unsur	Kategori	Standard ASTM	Hasil Pengujian
<i>Alumunium</i>	Al	Logam pasca-transisi	Balance	90,18%
<i>Silicon</i>	Si	Metaloid	0,07–16,0%	8,15%
<i>Iron</i>	Fe	Logam transisi	0,2 – 0,5%	0,782%
<i>Copper</i>	Cu	Logam transisi	0,00 –5,5%	0,143%
<i>Manganese</i>	Mn	Logam transisi	0,001-1,2%	0,0796%
<i>Magnesium</i>	Mg	Logam alkali tanah	0,03-5,4%	< 0,0500%
<i>Nickel</i>	Ni	Logam transisi	0,005-2,6%	< 0,0200%
<i>Zinc</i>	Zn	Logam transisi	0,002-5,7%	0,474%
<i>Tin</i>	Sn	Logam pasca-transisi	>0,03%	< 0,0500%

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diidentifikasi unsur utama penyusun komposisi kimia ADC12 dengan kategori metaloid, logam transisi, logan alkali tanah, dan logam pasca transisi. Berdasarkan standard ASTM E1251 diperoleh bahwa 8 unsur telah sesuai dan 1 unsur tidak signifikan yaitu unsur *iron* (0,782%). Pada hasil uji laboratorium diperoleh 8 unsur tambahan penyusun ADC12 dengan nilai persentase yang jauh lebih kecil daripada unsur penyusun utama diantaranya, yaitu: Kromium (0,0239%), Tin (<0,0500%), Titanium (<0,0100%), Timbal (<0,0300%), Beryllium (0,0001%), Kalsium (0,0127%), Strontium (<0,0005%), Vanadium (0,0107%) dan Zirkonium (0,0037%).

3.2. Hasil Uji Struktur Mikro



Non Treatment

Aging 150° C

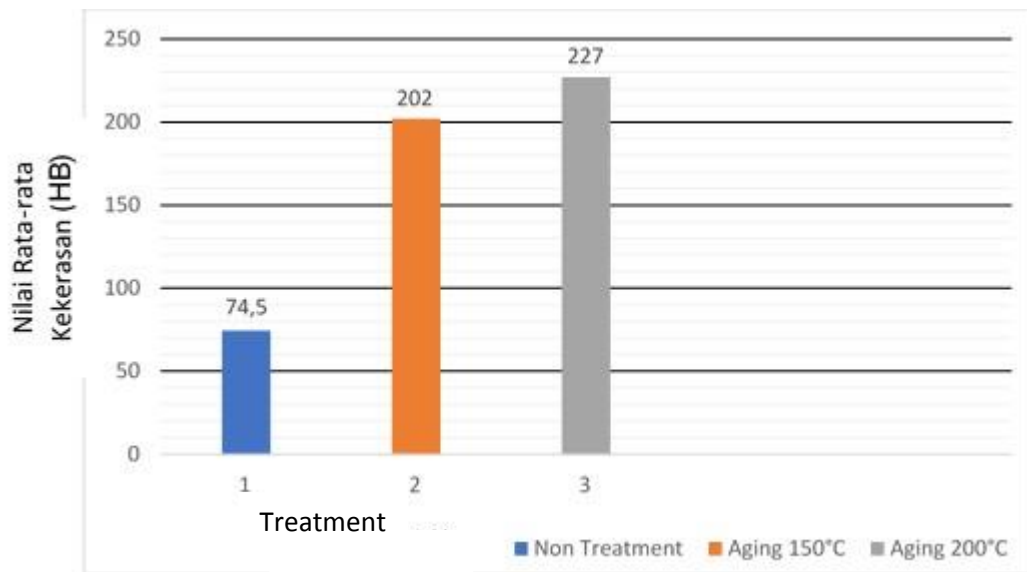
Aging 200° C

Gambar 9. Hasil Uji Struktur Mikro

Dari hasil pengamatan struktur mikro pembesaran 50x fasa Al-Si memiliki komposisi dengan perbedaan yang cukup signifikan dengan sebaran yang kurang merata. Pada pengujian komposisi spesimen Al-Si mengandung unsur Si sebesar 8,15%, untuk alumunium paduan yang mengandung unsur Si <11,7%. Maka dinamakan fase *hipouetectic*, yaitu : dimana struktur akhir yang terbentuk pada fasa ini adalah struktur *ferrite* (α) kaya alumunium, dengan struktur eutektik sebagai tambahan.

3.3. Hasil Uji Kekerasan

Pengujian dilakukan dengan beban 3000 kgf dan penetrator 10 mm dengan metode *Brinell* dengan lima kondisi sebagai berikut :



Gambar 10. Analisa Hasil Uji Kekerasan

Nilai kekerasan pada masing–masing sampel yaitu *Non Treatment* dan pada *Treatment* 150°C dan 200°C. Rata-rata nilai HB pada sampel *Non Treatment* adalah 74,50. Rata-rata nilai HB pada sampel 150° C adalah 202,00. dan nilai rata–rata pada sampel 200° C adalah 227,80. Nilai kekerasan sampel dengan suhu 200°C lebih tinggi dibandingkan nilai kekerasan pada suhu 150°C. Nilai kekerasan sampel dengan suhu 150°C lebih tinggi dibandingkan nilai kekerasan pada spesimen *Non Treatment*. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa jika diberikan suhu yang lebih tinggi maka nilai kekerasan spesimen ADC12 juga akan meningkat, Hal ini juga dapat diketahui dari perolehan nilai HB untuk spesimen *Non Treatment* = 74,50 HB, spesimen 150°C = 202,00 HB dan spesimen 200°C = 227,80 HB. Nilainya dapat ditulis ($227,80 > 202,00 > 74,50$).

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil data dan pembahasan yang telah dilakukan pada spesimen ADC12 yang ditreatment dengan metode aging pada variasi suhu 150°C dan 200°C diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Komposisi kimia yang terkandung dalam ADC12 memuat unsur-unsur yang sesuai dengan standar ASTM E1251 kecuali unsur *iron* (Fe), yaitu : 0,782 %. Yang melebihi dari standar ASTM E10 *iron* (Fe), yaitu : 0,2 - 0,5 %.
2. Fase paduan Al-Si spesimen mengandung unsur Si sebesar 8,15%, karena fase paduan Si aluminium ADC12 kurang dari 11,7% maka dinamakan fase *hipoeutectic*.
3. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa jika diberikan suhu yang lebih tinggi maka nilai kekerasan spesimen ADC12 juga akan meningkat, Hal ini juga dapat diketahui dari perolehan nilai HB untuk spesimen *Non Treatment* = 74,50 HB, spesimen 150⁰C = 202,00 HB dan spesimen 200⁰C = 227,80 HB. Nilainya dapat ditulis (227,80 > 202,00 > 74,50).

Daftar Pustaka

- AISI. 2015. *Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia*. Tersedia: <http://www.aisi.or.id/> .
- Budiawan, Dany Indra. 2012. *Pengaruh Heat Treatment terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Mekanis pada Velg Merk Stomp yang Memenuhi Standart ASTM*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- EBC Brakes. 2017. *Brake Shoes*. Freeman Automotive, Tersedia: <https://ebcbrakes.com/>.
- Handoyo, Yopi. 2015. *Pengaruh Quenching dan Tempering pada Baja JIS Grade S45C terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Crankshaft*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Islam 45, Vol. 3 No.2, 102.
- Kulp, Robert. 2016. *Adjusting Brake Shoes*. Tersedia: <https://www.yourmechanic.com/>.
- Reference Test Description Test Result. 1980. *Reference ASTM C 1028*. Tersedia: <https://thebookee.net/> .

Surdia, Tata & Saito, Shinroku. 1992. *Pengetahuan Bahan Teknik. (edisi kedua)*. Jakarta: Prandya Paramita.

Yulianto, Ari. 2015. *Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Baja ASSAB 705 M yang Digunakan pada Komponen Stud Pin Winder*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Yuwono, Ahmad Herman. 2009. *Panduan Praktikum Karakterisasi Material Destructive Testing*. Depok: Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik UI.