

**PENGARUH UNSUR MAGNESIUM DAN *HEAT TREATMENT* PADA  
PERFORMA PISTON DARI *VELG* ALUMINIUM DENGAN ADC 12**



Oleh:

**AMIN HAKIM NUR ULYA**

**K2515009**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**JANUARI 2020**

*commit to user*

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amin Hakim Nur Ulya  
NIM : K2515009  
Jurusan/Progran Studi : FKIP/Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi saya berjudul **“PENGARUH UNSUR MAGNESIUM DAN *HEAT TREATMENT* PADA PERFORMA PISTON DARI *VELG* ALUMINIUM DENGAN ADC 12”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, Januari 2020

Yang membuat pernyataan

Amin Hakim Nur Ulya

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Nama : Amin Hakim Nur Ulya

NIM : K2515009

Judul skripsi : PENGARUH UNSUR MAGNESIUM DAN *HEAT TREATMENT* PADA PERFORMA PISTON DARI *VELG* ALUMINIUM DENGAN ADC 12

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Surakarta, 9 Januari 2020

Pembimbing I,



Budi Hariyanto, S. T., M.Eng.  
NIP. 197904162005011001

Pembimbing II,




Dr. Eng. Nyenyep Sriwardani, ST., MT.  
NIP. 197303151995122001

### PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Amin Hakim Nur Ulya  
 NIM : K2515009  
 Judul Skripsi : PENGARUH UNSUR MAGNESIUM DAN HEAT TREATMENT PADA PERFORMA PISTON DARI VELG ALUMINIUM DENGAN ADC 12

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari, Rabu, tanggal 15 Januari 2020 dengan hasil LULUS dan revisi maksimal 2 bulan. Skripsi telah direvisi dan mendapat persetujuan dari Tim Penguji.

Persetujuan hasil revisi oleh Tim Penguji:

	Nama Terang	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Yuyun Estriyanto S.T., M.T		24/1/2020
Sekretaris	: Danar Susilo Wijayanto S.T., M.Eng		24/1/2020
Anggota I	: Budi Harjanto, S. T., M.Eng..		21/1/2020
Anggota II	: Dr. Eng. Nyenyep Sriwardani, ST., MT.		24/1/2020

Skripsi disahkan oleh Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin pada:

Hari : Jumat  
 Tanggal : 24 Januari 2020

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
 Universitas Sebelas Maret,

Kepala Program Studi  
 Pendidikan Teknik Mesin,



  
 Dr. Yuyun Estriyanto S.T., M.T.  
 NIP 197801132002121009

## ABSTRAK

Amin Hakim Nur Ulya. **PENGARUH UNSUR MAGNESIUM DAN *HEAT TREATMENT* PADA PERFORMA PISTON DARI *VELG* ALUMINIUM DENGAN ADC 12**. Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta, Januari 2020.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengaruh unsur magnesium pada performa piston dari *velg* aluminium dengan ADC 12 terhadap sifat kekerasan dan metalografi; (2) mengetahui pengaruh *artificial aging* pada performa piston dari *velg* aluminium dengan ADC 12 terhadap sifat kekerasan dan metalografi; (3) mengetahui hubungan penambahan unsur magnesium dengan *artificial aging* pada performa piston dari *velg* aluminium dengan ADC 12 terhadap sifat kekerasan dan metalografi.

Penelitian ini dilakukan di dua tempat, yaitu: (1) Laboratorium Politeknik Manufaktur Ceper untuk pembuatan sampel dan uji komposisi; (2) Laboratorium Teknik Mesin UNS untuk uji kekerasan dan metalografi. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimen, yaitu metode penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi yang terkontrol. Populasi penelitian adalah pengecoran paduan aluminium dengan bahan *velg* aluminium dan ADC 12 yang akan digunakan sebagai material piston baru. Sampel dibagi dalam 3 kelompok, yaitu: kelompok pertama terdiri dari 5 sampel untuk menentukan *raw material* dengan komposisi yang sesuai paduan A333.0, kelompok kedua terdiri 8 sampel dengan variabel penambahan unsur magnesium dan perlakuan panas *artificial aging*, dan kelompok ketiga terdiri dari satu sampel piston original, yang masing-masing sampel diambil 5 titik pemeriksaan kekerasan dengan uji kekerasan mikro *vickers*. Teknik analisis data adalah data deskriptif yang dilakukan dengan cara melukiskan dan merangkum hasil pengamatan melalui hasil penelitian yang telah dilakukan.

Hasil dari penelitian menunjukkan: (1) penambahan unsur magnesium 0,3% maupun 0,6% mengakibatkan perubahan susunan dan ukuran butir struktur mikro serta meningkatkan nilai kekerasan material piston 75% ADC 12 + 25% *velg* aluminium menjadi 83,2 VHN dan 84,3 VHN, namun nilai kekerasan penambahan unsur magnesium 0,3% maupun 0,6% masih dibawah nilai kekerasan piston original, dengan nilai kekerasan piston original sebesar 87,5 VHN; (2) *artificial aging* mengakibatkan susunan dan bentuk struktur mikro lebih tertata serta meningkatkan nilai kekerasan material piston 75% ADC 12 + 25% *velg* aluminium, baik *artificial aging* selama 2 jam maupun 4 jam, namun nilai kekerasan perlakuan panas *artificial aging* selama 2 jam masih dibawah nilai kekerasan piston original, sedangkan *artificial aging* selama 4 jam memiliki nilai kekerasan diatas piston original, yaitu sebesar 87,6 VHN; (3) penambahan unsur magnesium sekaligus *artificial aging* mengakibatkan perubahan ukuran butir, susunan dan bentuk struktur mikro menjadi lebih tertata, serta meningkatkan nilai kekerasan material piston 75% ADC 12 + 25% limbah *velg* aluminium, baik penambahan unsur magnesium 0,3% dengan *artificial aging* selama 2 jam dan 4



jam, maupun penambahan unsur magnesium 0,6% dengan waktu *artificial aging* selama 2 jam dan 4 jam, namun penambahan unsur magnesium sekaligus *artificial aging* yang menghasilkan nilai kekerasan diatas piston original adalah penambahan unsur magnesium 0,3% dengan waktu *artifial aging* selama 4 jam sebesar dengan nilai kekerasan 88,6 VHN dan penambahan unsur magnesium 0,6% dengan waktu *artifial aging* selama 4 jam dengan nilai kekerasan sebesar 90,2 VHN.

**Kata Kunci:** pengecoran, aluminium, *artificial aging*, uji kekerasan mikro *vickers*, piston.



## ABSTRACT

Amin Hakim Nur Ulya. **THE EFFECT OF MAGNESIUM ELEMENT AND HEAT TREATMENT ON PISTON PERFORMANCE OF ALUMINUM VELG WITH ADC 12.** Skripsi, Faculty of Teacher Training and Education, University of Sebelas Maret Surakarta, January 2020.

This research aims at: (1) knowing the effect of adding magnesium to the piston performance of aluminum velg with an ADC 12 on the hardness and metalography; (2) knowing the effect of artificial aging to the piston performance of aluminum velg with an ADC 12 on the hardness and metalography; (3) knowing the relationship of the addition of magnesium (Mg) with the artificial aging to the piston performance of aluminum velg with an ADC 12 on the hardness and metalography.

This research was conducted in two places namely: (1) Ceper Manufacturing Polytechnic Laboratory for sample making and composition testing; (2) UNS Mechanical Engineering Laboratory for hardness testing and microstructure. This research is an experimental research, the research that seeks to find the effect of certain variables on other variables under controlled conditions. The research population is aluminum alloy casting with aluminum alloy waste material and ADC 12 which will be used as new piston material. Samples were divided into 3 groups, namely: the first group consisted of 5 samples to determine raw material with an appropriate composition of alloy A333.0, the second group consisted of 8 samples with variable addition of magnesium and artificial aging heat treatment, and the third group consisted of one sample original piston, each sample taken 5 hardness check points with vickers mikro hardness test. The data analysis technique is descriptive that describing and summarizing the results of observations through the results of research that has been done.

The results of the study show: (1) the addition of 0.3% or 0.6% magnesium element results in changes in the composition and grain size of the microstructure and increases the hardness value of the piston material 75% ADC 12 + 25% aluminum wheels to 83.2 VHN and 84.3 VHN, but the hardness value of adding 0.3% or 0.6% magnesium is still below from the original piston hardness value, with the original piston hardness value is 87.5 VHN; (2) artificial aging causes the structure and shape of micro structures to be more organized and increases the hardness value of piston material 75% ADC 12 + 25% aluminum alloy wheels, both artificial aging for 2 hours or 4 hours, but the hardness value of artificial aging heat treatment for 2 hours is still below the original piston hardness value, while artificial aging for 4 hours has a hardness value above the original piston, which is 87.6 VHN; (3) the addition of magnesium as well as artificial aging results in changes in grain size, composition and shape of the microstructure to be more organized, as well as increasing the hardness value of the piston material 75% ADC 12 + 25% aluminum alloy waste, both adding 0.3% magnesium element by artificial aging for 2 hours and 4 hours, as well as the addition of 0.6% magnesium element with artificial aging time for 2 hours and 4

hours, but the addition of magnesium as well as artificial aging which produces a hardness value above the original piston is the addition of 0.3% magnesium element by artificial aging time for 4 hours with a hardness value is 88.6 VHN and addition of magnesium element 0.6% with artificial aging time for 4 hours with a hardness value is 90.2 VHN.

**Keywords:** casting, aluminum, artificial aging, vickers mikro hardness test, piston.





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGARUH UNSUR MAGNESIUM DAN *HEAT TREATMENT* PADA PERFORMA PISTON DARI *VELG* ALUMINIUM DENGAN ADC 12”. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Mardiyana, M.Si., sebagai Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta
2. Dr. Yuyun Estriyanto S.T.,M.T., sebagai Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Budi Harjanto, S.T., M.Eng., sebagai Pembimbing Akademik dan Pembimbing I, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Eng. Nyenyep Sriwardani, ST., MT., sebagai Pembimbing II, yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan.
6. Dr. Ir. Wijang W. Raharjo, MT., sebagai Ketua Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta, yang telah memberikan kesempatan dan tempat guna pengambilan data dalam penelitian.
7. Lutiyaatmi, ST., MT., sebagai Ketua Laboratorium Pengecoran Logam, yang telah memberikan kesempatan dan tempat guna pengambilan data dalam penelitian.
8. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan peneliti. Maka dari itu peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca. Walaupun disadari dalam skripsi ini

masih ada kekurangan, namun diharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan juga dunia pendidikan.

Surakarta, Januari 2020

Peneliti



Amin Hakim Nur Ulya

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
HALAMAN ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix

### BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Pembatasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	6
1. Manfaat Teoritis .....	7
2. Manfaat Praktis .....	7

### BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR

A. Kajian Teori .....	8
1. Sifat Logam.....	8

2. Aluminium .....	10
3. Paduan Aluminium .....	13
a. Klasifikasi Paduan Aluminium .....	13
b. Pengaruh Paduan Aluminium Utama .....	15
4. Pengecoran .....	19
a. Klasifikasi Pengecoran .....	19
b. Metode Penuangan Pengecoran .....	21
5. Perlakuan Panas .....	22
6. Uji Kekerasan .....	27
7. Metalografi .....	29
8. Uji Komposisi .....	31
B. Kerangka Berpikir .....	32
C. Hipotesis .....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	36
1. Tempat Penelitian .....	36
2. Waktu penelitian .....	36
B. Desain Penelitian .....	36
C. Populasi dan Sampel .....	37
1. Populasi .....	37
2. Sampel .....	37
D. Teknik Pengumpulan Data .....	38
1. Identifikasi Variabel .....	38
2. Sumber Data .....	40
E. Teknik Analisis Data .....	41
1. Analisis Pengujian Kekerasan .....	41
2. Analisis Pengujian Metalografi .....	41
F. Prosedur Penelitian .....	42
1. Instrumen Penelitian .....	42
a. Bahan Penelitian .....	42
b. Peralatan Penelitian .....	42

2. Tahapan Penelitian .....	43
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	48
1. Studi Karakterisasi Material Piston Original .....	48
2. Studi Karakterisasi Spesimen sebagai <i>Raw Material</i> .....	49
3. Pengaruh Variabel pada <i>Raw Material</i> 75% ADC12 + 25% <i>Velg</i> Aluminium.....	51
B. Pembahasan.....	52
1. Perbandingan Kekerasan Spesimen .....	53
2. Perbandingan Metalografi Spesimen .....	56
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN</b>	
A. Simpulan .....	60
B. Implikasi.....	61
1. Implikasi Teoritis .....	61
2. Implikasi Praktis .....	61
C. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	63