

## PENGARUH VARIASI TEMPERATUR *QUENCHING* PADA ALUMINIUM PADUAN AlMgSi - Fe12% TERHADAP KEAUSAN

(1)Wardoyo, (2)Sumpena

(1,2)Prodi Teknik Mesin Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

(1)Email: ward\_@yahoo.com

Jl. Proklamasi No.1 Babarsari Yogyakarta

### ABSTRACT

*The purpose of this research is to determine the effect of heat treatment hardening of Al Mg Si - Fe12% casting aluminium alloys on wear. The tests were carried out on specimens of raw materials and heat-treated specimens with variations of temperature used were 550°C, 575°C, 600°C and 625°C, and used 15 minutes of holding time in each heat treatment, then quenching in SAE 20 oil. The method used for wear tested was high speed ogoshi universal testing machine wear. The result had shown on raw material a specific wear rate was 2.256102E-07 mm<sup>2</sup>/kg. Test results on the specimens that has received heat treatment hardening temperature 550°C increased the wear value decreased to 1.7471E-07 mm<sup>2</sup>/kg. In materials with temperature heat treatment 575°C causes wear values were increased when compared with raw material, respectively, 2,83739E-07 mm<sup>2</sup>/kg. In materials with temperature heat treatment 600°C also causes wear values were increased when compared with raw material, respectively, 2,65105E-07 mm<sup>2</sup>/kg. Test results on the test material that has received heat treatment temperature 625°C increased the wear value decreased to 2.16777E-07 mm<sup>2</sup>/kg.*

*Keywords: wear, quenching, AlMgSi-Fe12%*

### I. PENDAHULUAN

*Heat treatment* merupakan suatu proses pemanasan dan pendinginan yang terkontrol, dengan tujuan mengubah sifat fisik dari material. Proses *heat treatment* akan menyebabkan perubahan struktur yang masih terkumpul dalam suatu material menjadi teratur sehingga material menjadi lebih keras, ulet dan tangguh. Secara umum proses *heat treatment* adalah sebagai berikut: *Heating* adalah proses pemanasan sampai temperatur tertentu dalam periode waktu. Tujuannya untuk memberikan kesempatan agar terjadinya perubahan struktur dari atom-atom dapat menyeluruh.  *Holding* : proses penahanan pemanasan pada temperatur tertentu, bertujuan untuk memberikan kesempatan agar terbentuk struktur yang teratur dan seragam sebelum proses pendinginan. *Cooling* : proses pendinginan dengan kecepatan tertentu, bertujuan untuk mendapatkan struktur dan sifat fisik

maupun sifat mekanis yang keras. *Hardening* adalah suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk menghasilkan suatu benda kerja yang keras, proses ini dilakukan pemanasan pada temperatur tertentu kemudian di*quench* pada media pendingin tertentu.

Aluminium merupakan logam ringan memiliki ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap, kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Sn, Zn, secara satu persatu atau bersama – sama memberikan juga sifat – sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah. Material ini dipergunakan di dalam permukaan yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut dan konstruksi (Surdia dan Saito, 2000).

Aluminium paduan merupakan material utama yang saat ini digunakan di banyak industri karena memiliki sifat ringan. Aluminium paduan memerlukan persyaratan tahan terhadap beban berulang, beban kejutan, tahan terhadap retak – leleh dan mempunyai usia pakai yang lebih lama, peningkatan sifat mekanis aluminium dapat dilakukan dengan perlakuan material seperti *heat treatment*.

Definisi paling umum dari keausan yaitu hilangnya bahan dari suatu permukaan atau perpindahan bahan dari permukaannya ke bagian yang lain atau Bergeraknya bahan pada suatu permukaan. Definisi lain tentang keausan yaitu sebagai hilangnya bagian dari permukaan yang saling berinteraksi yang terjadi sebagai hasil gerak relatif pada permukaan. Keausan yang terjadi pada suatu material disebabkan oleh adanya beberapa mekanisme yang berbeda dan terbentuk oleh beberapa parameter yang bervariasi meliputi bahan, lingkungan, kondisi operasi, dan geometri permukaan benda yang terjadi keausan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas *Hardening* terhadap kekerasan dan keausan pada aluminium paduan Al-Mg-Si Fe12%.

## II. LANDASAN TEORI

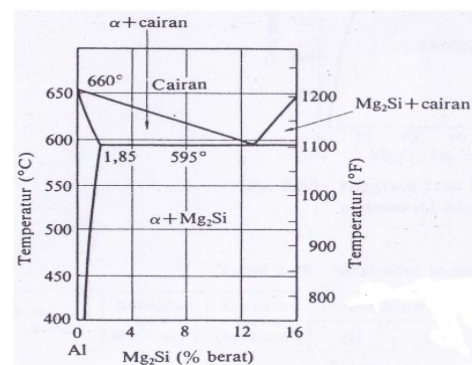
Aluminium memiliki sifat yang lunak, tahan terhadap korosi, dan mudah diregangkan, sehingga mudah dibentuk dalam keadaan dingin dan panas. Karena sifat-sifat istimewa dari aluminium inilah banyak sekali barang di sekitar kita yang terbuat dari aluminium (Liang, 2012). Saat ini telah banyak dilaporkan mengenai penelitian yang mempelajari paduan aluminium terutama mengkaji fungsinya dalam rangka meningkatkan sifat mekanik aluminium.

Aluminium paduan merupakan penambahan unsur-unsur paduan yang dapat meningkatkan sifat mekanik aluminium. Paduan aluminium diklasifikasikan oleh beberapa Negara dengan berbagai standar. Saat ini

klasifikasi yang sangat terkenal dan umum digunakan adalah standar *Aluminium Association* dari Amerika (AA) yang berdasarkan standar terdahulu dari ALCOA (*Aluminium Company of America*) (Liang, 2012).

### A. *Hardening Quenching*

Paduan AlMgSi saat ini banyak dimanfaatkan dalam industri otomotif sebagai pengganti baja, bertujuan untuk menurunkan berat mobil dan menurunkan penggunaan energi. Paduan 6063 banyak digunakan untuk rangka-rangka konstruksi. Selain itu juga digunakan untuk kabel tenaga karena paduan dalam sistem ini mempunyai kekuatan yang cukup baik tanpa mengurangi hantaran listrik. Dalam hal ini pencampuran dengan Cu, Fe dan Mn perlu dihindari karena unsur-unsur itu menyebabkan tahanan listrik menjadi tinggi (Surdia dan Saito, 2000). AlMgSi mempunyai mampu bentuk yang baik pada ekstrusi, tahan korosi, dan dapat diperkuat dengan perlakuan panas setelah pengerjaan. Performa paduan sangat bergantung pada desain rute pemrosesan termo-mekanikal misalnya mampu bentuk (*formability*) tergantung pada alur proses dan suhu *annealing* sementara kekuatan akhir bergantung pada kondisi *annealing* dan *quenching* ditambah dengan perlakuan pra-penuaan dan perlakuan *baking* pengecatan. Gambar 1 menunjukkan diagram fasa paduan Al–Mg<sub>2</sub>Si yang berasal dari kelarutan yang menurun dari Mg<sub>2</sub>Si terhadap larutan padat Al dari temperatur tinggi ketemperatur yang lebih rendah.



Gambar 1. Diagram fasa paduan Al–Mg<sub>2</sub>Si

*Hardening quenching* merupakan suatu perlakuan panas yang diterapkan untuk menghasilkan benda kerja yang keras. Dengan tujuan untuk meningkatkan kekerasan dan meningkatkan kekuatan. Proses *hardening* dengan memanaskan aluminium pada temperatur tinggi yaitu pada temperatur austenisasi yang digunakan untuk melarutkan sementit dalam austenit yang kemudian (*diquench*) didinginkan mendadak dengan dicelupkan kedalam cairan sebagai media pendingin. Keberhasilan proses *quenching* ditentukan oleh media *quenching* (*quenchant medium*) yang digunakan. Untuk menentukan media *quenching*, sangat bergantung pada mampu keras (*hardenability*) dari logam, ketebalan dan bentuk dari benda uji yang akan *quenching*. Serta struktur mikro yang diinginkan dari hasil proses *quenching*.

*Quenching* adalah proses pendinginan yang dilakukan secara cepat pada paduan setelah mengalami laku panas. Proses ini bertujuan untuk mempertahankan kondisi larutan padat yang telah terbentuk. Lamanya pencelupan dilakukan sampai suhu paduan sama dengan suhu media celup. Melalui pendinginan cepat maka pemisahan fasa kedua dari larutan padatnya akan dapat dicegah pada temperatur yang jauh lebih rendah, paduan berada dalam keadaan larutan padat jenuh yang tidak stabil. Selain itu atom-atom yang terlarut jadi terperangkap dan tidak memiliki kesempatan untuk berdifusi. Hal lain yang terjadi adalah dengan terperangkapnya atom-atom terlarut maka akan terbentuk daerah-daerah kosong yang didorong untuk mempromosikan terjadinya difusi temperatur rendah yang diperlukan untuk pembentukan zona. Banyaknya daerah kisi kosong yang dihasilkan akibat proses pencelupan tersebut dipengaruhi oleh besarnya kecepatan pendinginan yang terjadi selama pencelupan. Semakin tinggi kecepatan pendinginannya, daerah kisi kosong yang terbentuk akan semakin banyak. Besarnya kecepatan pendinginan itu sendiri antara lain dipengaruhi oleh

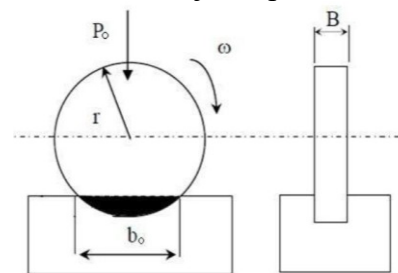
media pencelupan dan ukuran bentuk produk. Media pencelupan yang paling sering dipakai adalah air dan oli.

## B. Keausan

Suatu benda yang permukaannya saling bergesekan satu dengan yang lain akan mengalami keausan. Keausan ditandai oleh hilangnya material dan rusaknya salah satu atau kedua permukaan yang saling bergesekan. Keausan akan bersifat merusak yang menyebabkan bertambahnya *clearance* antar komponen yang bergerak, sehingga menyebabkan getaran, meningkatkan beban mekanis, dan kegagalan fatik. Hilangnya material akibat keausan jumlahnya relatif kecil, namun dapat menyebabkan kegagalan pada mesin (Hutchings, 1992). Pengujian keausan dibagi menjadi beberapa macam yaitu: keausan adhesi, keausan abrasi, keausan erosi, Keausan fatik, dan keausan korosi.

### 1). Keausan abrasi

Keausan abrasi terjadi disebabkan oleh adanya pergerakan partikel abrasif yang mengikis permukaan material yang dilaluinya (Hutchings, 1992). Terjadi bila suatu partikel keras (*aspery*) dari material tertentu meluncur pada permukaan lain yang lebih lunak sehingga terjadi penetrasi atau pemotongan material yang lebih lunak. Tingkat keausan pada mekanisme ini ditentukan oleh derajat kebebasan (*degree of freedom*) partikel keras tersebut. Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi actual. Salah satunya menggunakan *Ogoshi High Speed Universal Wear Test type OAT-U*, yang secara skematik disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema pengujian keausan

Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah satunya adalah dengan metode Ogoshi, yaitu dengan cara benda uji diberi beban gesek dari disk yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terlepas dari benda uji.

Keutamaan dari alat ini diantaranya: Lama waktu abrasi dapat ditentukan dan daya tahan aus permukaan benda uji dengan berbagai variasi bahan dapat dengan mudah terdeteksi. Pengujian dilakukan dengan mudah dan cepat. Benda uji tidak harus berukuran besar. Perubahan tekanan, kecepatan dan jarak penggosok dapat dibuat dengan mudah dengan jarak yang lebih lebar. Berbagai macam bahan-bahan industri (karbon, baja, *harden steel*, *cast steel*, *super-hard alloys*, tembaga, kuningan, *synthetic resins*, nylon, dan lain-lain) dapat diuji. Rumus nilai keausan spesifik:

$$W_s = \frac{B \cdot b_o^3}{8 \cdot r \cdot P_o \cdot l_o} \left[ \frac{mm^2}{kg} \right] \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

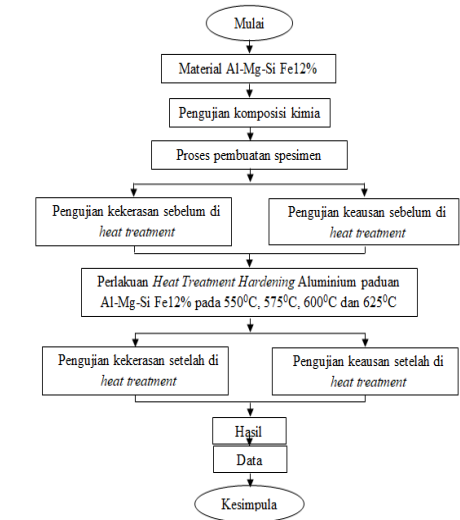
- $W_s$  = Keausan spesifik ( $mm^2/kg$ )
- $B$  = lebar piringan pengaus (mm)
- $b_o$  = lebar keausan spesimen (mm)
- $r$  = jari-jari piringan pengaus (mm)
- $P_o$  = Gaya tekan pada proses keausan (kg)
- $l_o$  = Jarak tempuh pada proses pengausan (m)

### III. METODOLOGI

#### A. Diagram penelitian

Untuk memudahkan dalam penelitian maka disusunlah suatu diagram

alir penelitian seperti Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

#### B. Bahan dan Alat Penelitian

##### 1) Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain aluminium paduan Al-Mg-Si Fe12%, oli SAE 20.

##### 2) Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain dapur pemanas (*furnace*) dan alat uji keausan *Ogoshi*.

#### C. Pembuatan spesimen

Pembuatan spesimen dengan ukuran  $P = 55^{\pm 0,05}$  mm,  $L = 10^{\pm 0,05}$  mm dan  $T = 10^{\pm 0,05}$  mm. Geometri dan dimensi spesimen ditunjukkan Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Ukuran pembuatan Spesimen

#### D. Perlakuan Panas

Suatu proses pemanasan dan pendinginan yang terkontrol, dengan tujuan mengubah sifat fisik dan sifat mekanis dari suatu bahan atau logam sesuai dengan yang diinginkan. langkah-langkah pada pengujian perlakuan panas.

Pada penelitian ini menggunakan *Hofmann furnace chamber*, pemanasan dilakukan pada temperatur 550°C, 575°C, 600°C, dan 625°C waktu penahanan selama 15 menit, kemudian di *quenching* dalam media pendingin oli. Setelah itu spesimen di uji dengan uji keausan.

Pengujian ini mengacu pada metode *Reiken Ogoshi* dilakukan dengan mesin uji *Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine type OAT-U*. Dengan mesin ini, lebar piringan pengaus yang digunakan (B) adalah 3 mm, jari-jari piringan pengaus (r) 15 mm, gaya tekan pada proses pengausan (Po) 2,21 kg, serta jarak tempuh pada proses pengausan (lo) 100 m. Lebar keausan pada spesimen uji diukur menggunakan mikroskop dengan perbesaran 50X.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil dan Pembahasan Uji Keausan**

Hasil uji spesimen sebelum dilakukan *quenching* di sajikan tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil uji keausan sebelum di *quenching*.

Perlakuan	Lebar Keausan Spesimen mm			Rata-rata	Lebar keausan spesimen (bo)	Rata-rata (bo) mm
	Lebar pertama (mm)	Lebar kedua (mm)	Lebar ketiga (mm)			
Raw Material I	27	22	24	24.33	1.28	1.295
Raw Material II	26	25	24	25.00	1.31	
550°C I	16	25	24	21.67	1.14	1.14
550°C II	19	21	25	21.67	1.14	
575°C I	18	25	25	22.67	1.19	1.34
575°C II	30	30	25	28.33	1.49	
600°C I	17	25	28	23.33	1.23	1.31
600°C II	35	21	24	26.67	1.40	
625°C I	24	19	30	24.33	1.28	1.225
625°C II	18	32	17	22.33	1.17	

Tabel 2 Hasil uji keausan sebelum di *quenching*.

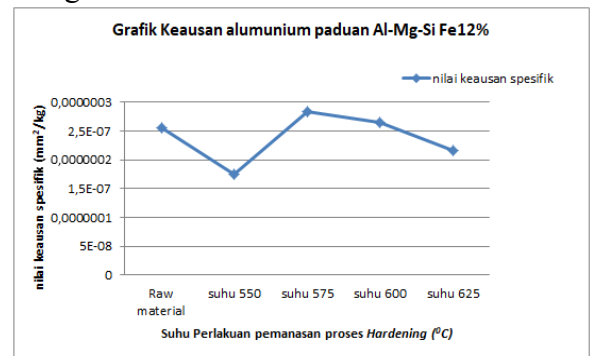
Sampel	bo (mm)		bo rata-rata (mm)	bo <sup>3</sup> (mm)	Ws (mm <sup>2</sup> /kg)
	pengujian 1	pengujian 2			
raw material	1.28	1.31	1.295	2.1717474	2.56102E-07

Hasil uji Keausan setelah di *quenching* pada bahan uji yang mengalami proses *hardening*, spesimen sampel melalui perlakuan *heat treatment* pada suhu 550°C, 575°C, 600°C, dan 625°C. Hasil pengujian keausan setelah perlakuan *heat treatment* dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 3. Hasil uji keausan setelah di *quenching*

Sampel	bo (mm)		bo rata-rata (mm)	bo <sup>3</sup> (mm)	Ws (mm <sup>2</sup> /kg)
	pengujian 1	pengujian 2			
suhu 550°C	1.14	1.14	1.14	1.481544	1.7471E-07
suhu 575°C	1.19	1.49	1.34	2.406104	2.83739E-07
suhu 600°C	1.22	1.4	1.31	2.248091	2.65105E-07
suhu 625°C	1.28	1.17	1.225	1.8382656	2.16777E-07

Perbedaan nilai keausan dari *raw material* dan spesimen yang telah di lakukan *quenching* di tunjukkan oleh Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Pengaruh temperatur *quenching* terhadap keausan.

Hasil uji keausan setelah perlakuan *heat treatment* pada temperatur 550°C memberikan nilai keausan spesifik sebesar 1.7471E-07 mm<sup>2</sup>/kg, sedangkan ketika suhu *heat treatment* dinaikkan menjadi 575°C menghasilkan nilai keausan spesifik yang lebih tinggi yaitu sebesar 2.8373E-07 mm<sup>2</sup>/kg. Ketika suhu *heat treatment* dinaikkan menjadi 600°C, nilai keausan spesifik menjadi lebih rendah daripada perlakuan pemanasan variasi 575°C yaitu sebesar 2.65105E-07 mm<sup>2</sup>/kg. Pada perlakuan pemanasan variasi suhu 625°C menghasilkan nilai keausan spesifik lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan suhu 575°C dan 600°C yaitu

sebesar  $2.16777E-07 \text{ mm}^2/\text{kg}$ . Perubahan nilai keausan spesifik akibat proses pemanasan ditunjukkan pada Grafik 4.2 Hasil pengujian keausan menunjukkan bahwa spesimen yang memiliki nilai keausan spesifik terendah terdapat pada spesimen dengan perlakuan pemanasan proses *hardening* variasi suhu  $550^{\circ}\text{C}$  sedangkan spesimen dengan nilai keausan tertinggi ditunjukkan pada spesimen dengan perlakuan pemanasan proses *hardening* variasi suhu  $575^{\circ}\text{C}$ .

Berdasarkan hasil penelitian ini, perlakuan *hardening* pada aluminium paduan Al-Mg-Si Fe12% berpengaruh terhadap nilai kekerasan dan keausan jika dibandingkan dengan nilai kekerasan dan keausan spesimen *raw material*. Perlakuan pemanasan *hardening* variasi suhu  $575^{\circ}\text{C}$  pada aluminium paduan Al-Mg-Si Fe12% menyebabkan kenaikan nilai kekerasan dan nilai keausan tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan variasi suhu yang lain.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- A. Perlakuan *hardening* pada aluminium paduan Al-Mg-Si Fe12% menggunakan temperatur  $550^{\circ}\text{C}$  dan  $625^{\circ}\text{C}$  dapat menurunkan keausan bahan jika dibandingkan dengan sampel *raw material*.
- B. Perlakuan *hardening* pada aluminium paduan Al-Mg-Si Fe12% berpengaruh terhadap keausan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Feneau, C. 2002. *Non-ferrous from Ag to Zn*. Umicore, Belgium.p.3
- Hamzah, MS., dan M. Iqbal. 2008. Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah dengan Metode *Carburizing*. *Jurnal SMARTek*, 6 ( 3): 169 – 175.
- Haryono, A., dan Kurniawan JN. 2015. Analisa Perbedaan sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Piston Hasil Proses Pengecoran dan Tempa. *Prosiding SNST ke-6 Tahun 2015*. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, 7-11.
- Hirsch, J. 1997. Aluminium Alloy for Automotive Application. *Materials Science Forum*, 242: 33-50.
- Hutchings, I.M. 1992. *Triology-Friction and Wear of Engineering Materials*. Edward Arnold. the University of Michigan. London. pp. 17-20.
- Koswara, Engkos. 1999. *Pengujian Bahan Logam*. Humaniora Utama Press, Bandung
- Lee, J.A. 2003. Cast Aluminum alloy for high temperature applications. *The Minerals, Metals, and Society*: 1-8.
- Liang, Zeqin. 2012. *Clustering and Precipitation in Al-Mg-Si Alloys*. Dissertation. Institut fur Angewandte Materialforschung.pp.2-12.
- Nayak, S., and Anand K.K.V.N.B. 2011. Synthesis of Al-Si alloys and study of their mechanical properties. National Institute of Technology Rourkela.p. 9,37.
- Soekrisno. 2004. Perbandingan kekerasan, struktur mikro dan komposisi kimia bantalan bola produk Jepang dan China. *Jurnal Mesin dan Industri*, 1(3): 914.
- Sriwardani , N., 2009. *Heat Treatment Process* Proses. Surakarta: LPP UNS dan UNS Press.
- Surdia, T., dan Chijiwa, K. 1982. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.

- Surdia, T., Dan Saito S. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan 6. Pradnya Paramita, Jakarta
- Surono, B., dan Media N. 2011. *Perubahan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro (Al-Mg-Si) Akibat Variasi Temperatur Pemanasan*. Perpustakaan UPN Veteran Jakarta.
- Syafa'at. 2008. *Daerah Pelumasan Dan Keausan*. Naskah Skripsi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Toga A. S. 2014. *Analisa Heat Treatment Pada Aluminium Magnesium Silikon (Al-Mg-Si) Dengan Silikon (Si) (1%, 3%, 5%) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis*. Naskah Publikasi Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Wahyu, P. 2008. Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Paduan Al-Mg-Si. *Mekanika Jurnal Fakultas Teknik Universitas Negeri Surakarta*.
- Wibowo, TN., Priyo TI., Bambang HP., dan Nur A. 2016. Pengaruh Variasi Waktu Shot Peening Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Permukaan pada Material Implan AISI 304. *Jurnal Rotor (2)*: 70-73.