

## Analisa Keausan Pahat Putar pada Pembubutan Magnesium AZ31 Menggunakan Udara Dingin Bertekanan

Gusri Akhyar Ibrahim<sup>1</sup>, Dhika Arifian<sup>1,\*</sup>, Arinal Hamni<sup>1</sup>, Suryadiwansa Harun<sup>1</sup> dan Yanuar Burhanuddin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung - Bandar Lampung

\*Korespondensi: arifiandhika@gmail.com

**Abstrak.** Suhu pemotongan paduan magnesium yang tinggi dianggap merugikan karena dapat menyebabkan pahat menjadi cepat aus, sehingga efisiensi proses pemesinan menurun dan meningkatnya biaya produksi. Salah satu metode untuk menurunkan suhu pemotongan dengan menggunakan pahat potong berputar, dimana pahat akan mengalami pendinginan selama periode putaran tanpa pemotongan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai aus pahat potong berputar (*rotary tool*) dan mengimplimentasikan metode pahat putar dan udara dingin untuk meminimumkan keausan pahat potong. Pemesinan menggunakan pahat *insert carbide* berdiameter 16 mm serta magnesium AZ31 dan udara dingin bertekanan 6 bar pada parameter kecepatan benda kerja ( $V_w$ ) 80, 120, 180 m/min, gerak makan ( $f$ ) 0.10, 0.15, 0.20 mm/rev, kecepatan potong pahat putar ( $V_t$ ) 25, 50, 75 mm/min, serta kedalaman potong 0,3 m. Hasil pengukuran aus menggunakan mikroskop USB didapat nilai aus minimum 0.286 mm dengan nilai laju keausan rata – rata 5.6 % dan nilai aus maksimum 0.448 mm dengan nilai laju keausan rata – rata 13.5 %. Demikian juga pengaruh dari variasi parameter yang digunakan. Semakin tinggi kecepatan putar pahat ( $V_t$ ), kecepatan putara benda kerja ( $V_w$ ) serta gerak makan ( $f$ ) maka keausan semakin meningkat. Progres aus pahat putar relatif cepat di awal pemotongan diikuti pertumbuhan linier yang setara dengan bertambahnya waktu pemotongan dan keausan terlihat disisi pahat potong.

**Kata kunci:** keausan, insert carbide, magnesium AZ31, pahat potong berputar, udara dingin bertekanan

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Dewasa ini kebutuhan material paduan logam, penggunaannya semakin hari semakin meningkat tajam. Hal ini dikarenakan perkembangan industri logam semakin cepat terutama di bidang manufaktur. Salah satu material yang banyak digunakan dibidang industri manufaktur yaitu paduan magnesium. Material magnesium dijadikan sebagai bahan alternatif pengganti besi dan baja karena magnesium memiliki sifat yang menguntungkan antaranya ringan, tahan karat dan penghantar panas yang baik. Di-samping itu magnesium dan paduannya memiliki rasio berat terhadap ringan yang bagus [1, 2].

Aplikasi paduan magnesium di bidang manufaktur diantaranya adalah penggunaan di bidang otomotif, elektronik dan biomedik. Dibidang otomotif, magnesium biasanya digunakan pada mesin yang terletak dibagian depan kendaraan karena memiliki sifat yang ringan sehingga pengurangan berat mesin. Hal ini dapat meningkatkan performa dan kesetimbangan berat [3]. Penggunaan magnesium lainnya adalah pada produk elektronik seperti laptop, notebook, kamera dll.

Magnesium digunakan sebagai pengganti bahan – bahan komponen seperti aluminium dan titanium yang saat ini memiliki harga yang relatif mahal. Sehingga penggunaan magnesium tersebut dapat

mengurangi biaya bahan baku komponen pada produksi alat – alat elektronik [4]. Bahkan dewasa ini perkembangan penggunaan paduan magnesium di fokuskan pada bidang material biomedik. Karena sifatnya yang mirip dengan tulang dan tidak berbahaya di dalam tubuh dan material ini bisa luluh dalam tubuh maka paduan magnesium dikembangkan sebagai material pengganti tulang [5, 6].

Namun peningkatan produktifitas melalui peningkatan kecepatan potong dan kecepatan makan terkendala oleh sifat ketermesinan (*machineability*) magnesium yang memiliki titik nyala yang rendah yaitu pengapian pada geram (400-600°C) [2, 3]. Dengan meningkatnya kecepatan potong dan kecepatan pemakanan, maka akan semakin meningkatnya suhu pemotongannya [7].

Suhu pemotongan yang tinggi dianggap merugikan karena dapat menyebabkan pahat menjadi cepat aus, sehingga efisiensi proses pemesinan menurun, hasil permukaan benda kerja dan meningkatnya biaya produksi. Salah satu metode untuk menurunkan suhu pemotongan serta untuk meningkatkan produktivitas pemesinan yang telah dicoba adalah dengan menggunakan pahat potong berputar (*Rotary Cutting Tool*) pada proses pemesinan bubut [4].

Pengamatan suhu magnesium pada mesin bubut dilaksanakan oleh Tonshoff [10], dalam penelitian

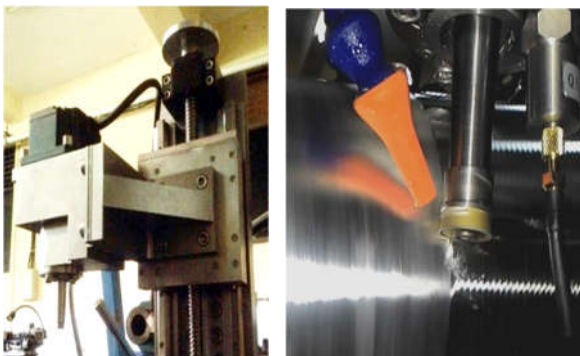
magnesium dengan parameter  $V_c = 2100$  m/min,  $f = 0.01-0.5$  mm serta  $d = 0.2$  mm, Tonshoff mengutarakan bahwa semakin kecil gerak makan yang diberikan maka suhu geram akan mendekati titik penyalan. Penelitian lainnya dilakukan oleh Baron [8] dalam penelitiannya tentang kajian suhu pemotongan magnesium menggunakan pahat potong berputar, mendapatkan nilai maksimum sebesar  $176,235$  °C dan suhu minimum yang didapatkan sebesar  $83,58$  °C. Baron juga menyatakan Suhu pemotongan menggunakan pahat potong berputar pada material magnesium mengalami penurunan suhu dibandingkan dengan menggunakan pahat diam sebesar kurang lebih 45 %.

Dalam penelitian Ibrahim dkk [9], yang bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja *vortex tube cooler* pada pembubutan baja ST41 menggunakan pahat HSS, di dapat umur pahat tertinggi diperoleh pada suhu udara  $14,67$ °C dengan kecepatan potong  $88,39$  m/min yaitu selama 6,29 menit sedangkan umur pahat terendah diperoleh pada saat pemotongan tanpa menggunakan pendingin dengan kecepatan potong  $88,39$  m/mm yaitu selama 2,86 menit. Ibrahim dkk menyatakan bahwa menggunakan media pendingin *vortex tube* dapat meningkatkan umur pahat HSS hingga men-capai 52,76 %.

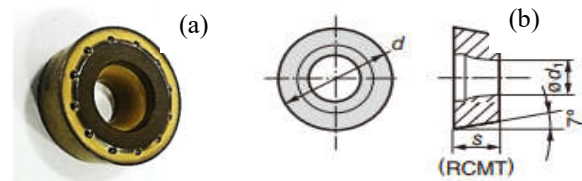
Hasil penelitian yang telah diuraikan diatas menyimpulkan bahwa suhu pemotongan yang tinggi dapat membuat pahat menjadi cepat aus. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan analisa keausan pahat putar menggunakan udara dingin bertekanan, metode ini diharapkan akan mampu menurunkan suhu pemotongan dan memperpanjang umur pahat serta mampu meningkatkan produktivitas pemesian magnesium.

## Metode Penelitian

Proses pemesian dilakukan dengan metode sistem pahat putar dan udara dingin keluaran *vortex tube* bertekanan 6 bar dengan mesin bubut konvensional PINACHO seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem pahat putar dan setting *vortex tube*



Gambar 2. (a) Pahat *insert* RCMT (b) Tampak 2D *Insert* RCMT

Pahat yang digunakan pada sistem pahat putar adalah pahat *insert* tipe RCMT dengan material *carbide* berdiameter 16 mm. Pada bagian samping, pahat ini memiliki sisi yang sedikit tirus yang memiliki fungsi untuk mempermudah aliran chip pada saat pemotongan. Spesifikasi lebih lengkap mengenai pahat yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi pahat putar

Parameter	Keterangan
Merk	Sumitomo
Tipe	RCMT
Seri	1606MON-RX
Jenis	Insert
Material	Carbide
Diameter Pahat	16 mm
Tebal pahat	6,35 mm

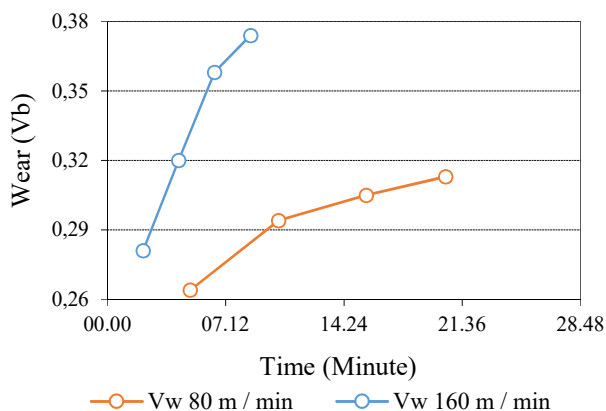
Pengambilan data dilakukan empat kali dalam satu parameter yang didapatkan dilakukan dengan menggunakan mikroskop usb dengan perbesaran 80x untuk melihat nilai laju keausan pada mata pahat dan keausan tiap-tiap parameter yaitu  $V_w$  (80, 120, dan 160 m/min);  $f$  (0,10; 0,15, dan 0,20 mm/rev);  $d$  (0,3 mm) dan  $V_t$  (25, 50, dan 75 m/menit) yang dimasukkan ke dalam tabel acuan agar dapat dianalisis.

## Hasil dan Pembahasan

Nilai laju keausan pahat putar yang diperoleh dari hasil pengujian pada kondisi parameter pemotongan yang bervariasi, telah dilakukan pengamatan, diantaranya pengaruh kecepatan putar benda kerja, gerak makan dan kecepatan potong pahat putar terhadap keausan pahat putar.

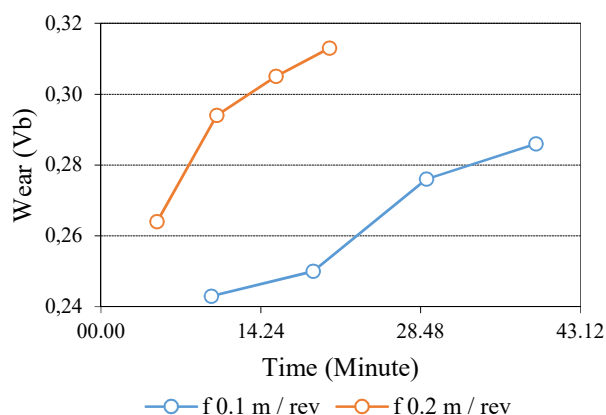
Gambar 3 menunjukkan bahwa kecepatan benda kerja berpengaruh terhadap nilai laju keausan pahat dimana grafik warna biru selalu diatas warna merah dan grafik warna biru cenderung meningkat tajam dibandingkan warna merah jadi kecepatan putar benda kerja yang tinggi memberikan nilai aus yang lebih besar dibandingkan kecepatan rendah dan progres aus pada kecepatan tinggi lebih cepat dibandingkan kecepatan rendah dimana kecepatan yang tinggi akan menghasilkan suhu pemotongan yang tinggi kecepatan rendah dimana kecepatan yang tinggi akan menghasilkan suhu pemotongan yang tinggi dari gerakan antara pahat potong dan

benda kerja. Hasil pengujian serta pernyataan diatas sesuai dengan penelitian [11, 12] dimana semakin tinggi kecepatan putar benda kerja maka semakin cepat aus.



**Gambar 3.** Perbandingan nilai laju keausan pahat putar dengan kecepatan putar benda kerja yang berbeda.

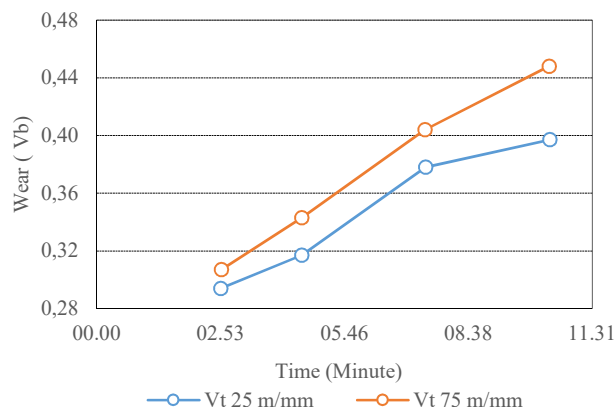
Gambar 4. menunjukkan bahwa gerak makan berpengaruh terhadap nilai laju keausan pahat dimana grafik warna merah selalu diatas warna biru dan grafik warna merah cenderung meningkat tajam dibandingkan warna biru jadi gerak makan yang besar memberikan nilai aus yang lebih besar dibandingkan gerak makan rendah dan progres aus pada gerak makan yang besar lebih cepat dibandingkan gerak makan yang rendah dimana gerak makan yang besar menimbulkan beban pemotongan yang besar juga sehingga menyebabkan pahat menjadi cepat aus. Hasil pengujian serta pernyataan diatas sesuai dengan penelitian [13, 14] dimana semakin besar gerak makan maka semakin cepat aus.



**Gambar 4.** Perbandingan gerak makan (f) terhadap laju keausan.

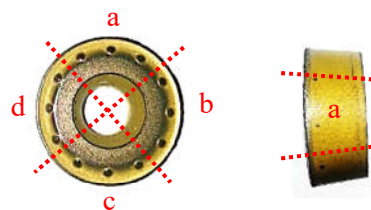
Gambar 5. menunjukkan bahwa kecepatan potong pahat putar berpengaruh terhadap nilai laju keausan pahat dimana grafik warna merah selalu diatas warna biru dan grafik warna merah cenderung meningkat tajam dibandingkan warna biru jadi kecepatan potong pahat putar yang tinggi memberikan

nilai aus yang lebih besar dibandingkan kecepatan potong pahat putar yang rendah dimana semakin tinggi kecepatan potong pahat putar maka periode tanpa pemotongan (*non cutting period*) menjadi pendek, hal ini mengartikan bahwa periode pendinginan pahat menjadi pendek. Hasil pengujian diatas sesuai dengan penelitian [15, 8] dimana suhu yang tinggi dapat membuat pahat semakin cepat aus.



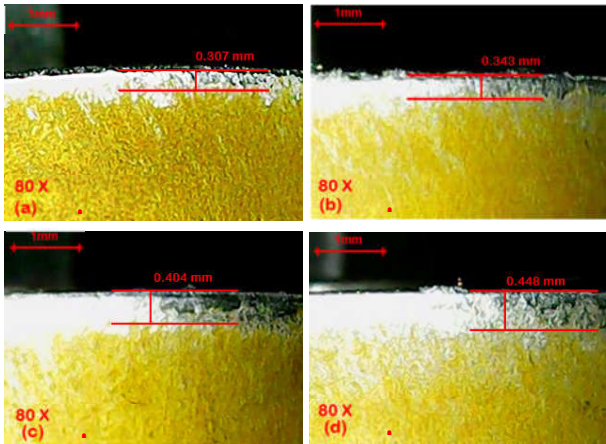
**Gambar 5.** Perbandingan nilai laju keausan pahat putar terhadap kecepatan potong.

Berdasarkan hasil pengujian dapat diamati bahwa pertumbuhan keausan pahat putar cenderung mengalami peningkatan yang berbeda pada setiap kondisi parameter pemotongan yang bervariasi. Mekanisme pertumbuhan keausan yang terjadi karena adanya partikel keras pada benda kerja yang ber-gesekan dengan aliran material benda kerja atau yang disebut proses abrasif dimana proses abrasif ini menyebabkan keausan tepi pahat yang akan tumbuh dengan bertambahnya waktu. Pola pertumbuhan aus pahat yang terjadi yaitu dimulai dengan pertumbuhan yang relatif cepat terjadi di awal pemotongan diikuti pertumbuhan linier yang setara dengan bertambahnya waktu pemotongan.



**Gambar 6.** Bagian pahat putar

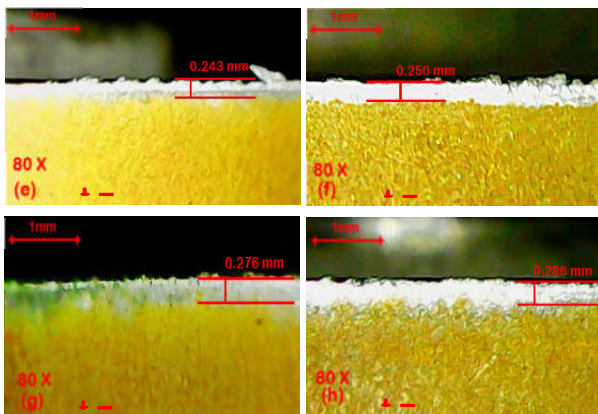
Gambar 6 merupakan bagian pahat putar yang diamati yaitu bagian tepi pahat putar dan pada bagian tepi terdapat empat titik yang diamati yaitu titik a, b, c dan d.



Gambar 7. Progres Aus tertinggi

Gambar 7. menunjukkan progres aus yang tinggi dengan nilai laju keausan rata – rata 13,5 % dan aus akhir yaitu sebesar 0,448 mm dengan waktu 10:31 min pada putaran benda kerja (Vw) 160 m/min pada gerak makan 0,15 mm/rev dengan kecepatan potong pahat putar (Vt) 75 m/min dan kedalaman potong 0,3 mm.

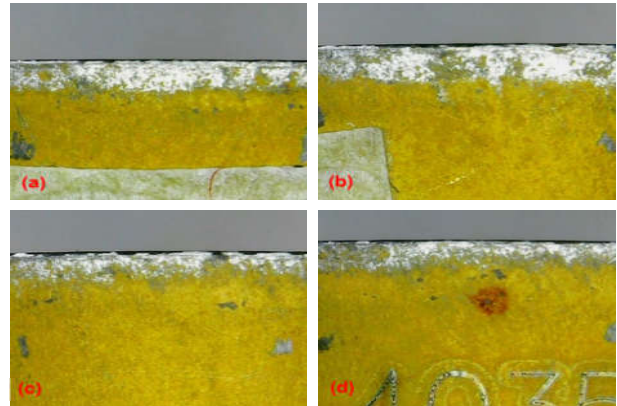
Gambar 8. menunjukkan progres aus yang rendah dengan nilai laju keausan rata – rata 5,6 % dan aus akhir yaitu sebesar 0,286 mm dengan waktu 39:11 min pada putaran benda kerja (Vw) 80 m/min pada gerak makan 0,1 mm/rev dengan kecepatan potong pahat putar (Vt) 50 m/min dan kedalaman potong 0,3.



Gambar 8. Progres aus terendah

Gambar 7(a) keausan awal pada pertumbuhan keausan tertinggi diperoleh 0,307 mm dengan waktu 2:53 min sedangkan pada keausan akhir pada pertumbuhan keausan terendah diperoleh 0,286 mm dengan waktu 39:11 min. Perbedaan waktu 36:18 min pertumbuhan keausan tertinggi diawal tetap lebih tinggi dibandingkan dengan keausan akhir pada pertumbuhan terendah. Kemudian dapat dilihat pada pertumbuhan keausan tertinggi gambar 7 (a-d) cenderung terlihat lebih kasar bila dibandingkan dengan pertumbuhan keausan terendah pada gambar 8 (e-h).

Pada pemesinan menggunakan pahat putar terdapat fenomena dimana keausan yang terjadi disekeliling pahat putar tidak seragam atau tidak sama, dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Fenomena terjadinya aus tepi pahat putar

Gambar 9. diatas merupakan keausan akhir satu pahat putar. Gambar (a-d) merupakan keausan di daerah yang berbeda. Ada beberapa faktor yang menyebabkan keausan tidak sama yaitu diantaranya *run out* dan rasio putaran. *run out* merupakan penyimpangan suatu komponen terhadap sumbu putar (Feriza, 2016) dan rasio putaran merupakan perbandingan antara putaran pahat dan benda kerja sehingga satu titik pada pahat akan bertemu pada permukaan benda kerja yang berbeda.

### Penghargaan

Penulis menyampaikan penghargaan yang besar kepada Kementerian Ristek Dikti atas dukungan finansial dan kepada LPPM Universitas Lampung atas fasilitasnya dalam menyelesaikan penelitian ini.

### Kesimpulan

1. Nilai keausan maksimum didapatkan pada parameter putaran benda kerja (Vw) 160 m/min pada gerak makan 0,15 mm/rev dengan kecepatan potong pahat putar (Vt) 75 m/min dan kedalaman potong 0,3 mm yaitu sebesar 0,448 mm dengan nilai laju keausan rata – rata 13,5 %. Sedangkan nilai keausan minimum didapatkan pada parameter putaran benda kerja (Vw) 80 m/min pada gerak makan 0,1 mm/rev dengan kecepatan potong pahat putar (Vt) 50 m/min dan kedalaman potong 0,3 mm yaitu sebesar 0,286 mm dengan nilai laju keausan rata – rata 5,6 % .
2. Fenomena yang terjadi pada pahat putar yaitu keausan di sekeliling pahat putar tidak seragam atau tidak sama.

3. Jenis aus pahat putar yang terjadi adalah dominan aus tepi (*Flank wear*) berupa aus karena gesekan pahat potong dan benda kerja.
4. Kecepatan potong pahat putar memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap aus pahat potong dibandingkan gerak makan.

#### Daftar Pustaka

- [1] G. Padmanaban, V. Balasubramaniana, G. Madhusudhan Redd. 2011. Fatigue crack growth behaviour of pulsed current gas tungsten arc, friction stir and laser beam welded AZ31B magnesium alloy joints. Centre for Materials Joining & Research (CEMAJOR), Department of Manufacturing Engineering, Annamalai University, Annamalai Nagar 608002, India.
- [2] Ibrahim, G.A., 2014. Identifikasi nilai kekasaran permukaan pada pemesinan paduan magnesium, Jurnal Mechanical, Vol 5, No. 1, 11.
- [3] Mahrudi, H. dan Burhanuddin, Y., 2013. Rancang bangun aplikasi thermovision untuk pemetaan distribusi suhu dan permulaan penyalan magnesium pada pembubutan kecepatan tinggi, Jurusan Teknik Mesin. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [4] Harun, S., 2009. Cutting temperature measurement in turning with actively driven rotary tool, Key Engineering Materials. Vol. 389-390, pp. 138-14.
- [5] Christopher Kingsley Seal, K Vince dan MA Hodgson. 2016. Biodegradable Surgical Implants based on Magnesium Alloys. IOP Conference Series Materials Science and Engineering 4 (1).
- [6] Peng Wan, Lili Tan dan Lili Tan. 2016. Surface Modification on Biodegradable Magnesium Alloys as Orthopedic Implant Materials to Improve the Bio-Adaptability, Journal of Materials Science & Technology.
- [7] Harun, Suryadiwansa, dkk. 2012. Peningkatan Produktifitas dan Pengendalian Suhu Pengapian Pemesinan Magnesium Dengan Sistem Pahat Putar (*Rotary Tool System*) dan Pendingin Udara (*Air Cooling*). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [8] Haryanto, B., 2015. Kajian Suhu Pemoangan Pemesinan Bubut Menggunakan Pahat Potong Berputar (*rotary cutting tool*) Pada Material Paduan Magnesium Az31. Laporan Tugas Akhir, Universitas Lampung.
- [9] Ibrahim, G.A. Pulungan, Akhmad Isnain. Burhanuddin, Yanuar. 2013. Unjuk Kerja Vortex Tube Cooler Pada Pemesinan Baja ST41. Jurnal Fema vol 1, no4.
- [10] Tonshoff, H.K, Denkena B dkk. 2004. Technology of magnesium and magnesium alloys.
- [11] Keiichi, K., 2015. Tool Wear in Turning of Inconel 718 with Rotary Cutting Tool. Proceedings Precision Engineering.
- [12] Ibrahim, G.A. Arinal, Hamni. Jamiatul, Akmal. 2016. Keausan Mata Pahat Karbida Pada Pemesinan Inconel 718 Menggunakan Pelumas Berkwantitas Minimum. Proceeding Seminar Nasional Teknik Mesin XV. Bandung.
- [13] X. Luo, K. Cheng, R. Holt dan X. Liu. Modeling flank wear of carbide tool insert in metal cutting. 15<sup>th</sup> International Conference on Wear. Vol. 259, pp. 1235-1240.
- [14] Ibrahim, G.A, Burhanuddin. Y, Che Haron C.H, Ghani J.A, Ariffin A. K, Yasir A, and El-Maghribi, N.H., 2008. The Effects of CBN Cutting Tool Grades on the Tool Life and Wear Mechanism When Dry Turning of Titanium Alloy, Asian International Journal of Science and Technology in Production and Manufac-turing, Vol. 1, No.2, pp. 105-110.
- [15] Harun, S., 2009. Cutting temperature measurement in turning with actively driven rotary tool, Key Engineering Materials. Vol. 389-390, pp. 138-14.