

## Identifikasi Nilai Kekasaran Permukaan pada Pemesinan Paduan Magnesium

Gusri Akhyar Ibrahim

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

gusri.akhyar@eng.unila.ac.id

### Abstrak

The using of magnesium alloy, as alternative to iron and steel, is becoming more popular in the manufacturing industries. Magnesium and its alloys were classified as lighter material and also available in a quite large quantity in this world. Some of machined components, included automotive and aerospace components were produced by cutting, which is known as machining process. The machining process done in several conditions due to the parameters or factor in machining process. The main factors in machining process are feed rate, cutting speed, machining condition and depth of cutting. The purpose of this research is to investigate the influence of cutting parameter to the surface roughness of magnesium, when machined using milling process and supplied with cooling air from vortex tube cooler. Cutting parameters used in this research are feed rate and cutting speed. Feed rate used was three levels, those are 0,15 mm/rev, 0,20 mm/rev, and 0,25 mm/rev. Cutting speed used also three levels, those are 23,18 m/min, 32,15 m/min and 42,7 m/min. Cooling air is released from vortex tube cooler with 15 °C of temperature. The result of this research is found that feed rate affected significantly on surface roughness value. The surface roughness value increased with increasing of the feed rate level. On the other hand, the surface roughness value is also affected by wear on the edge of the cutting tool. The wear on the cutting tool contributed to the changes of nose radius (become bigger), so increase the surface roughness value.

**Keywords:** magnesium material, surface roughness, milling, cutting parameter, cooling air.

### PENDAHULUAN

Magnesium dan paduannya merupakan salah satu jenis logam yang dikategorikan sebagai bahan logam ringan, antara beberapa logam ringan yang biasa digunakan dalam industri manufaktur. Magnesium dan paduannya ini semakin banyak digunakan karena mempunyai kelebihan dibandingkan dengan logam ringan lainnya. Unsur magnesium ditemukan pada tahun 1808 di Inggris oleh Sir Humphrey Davy, yang mana pertama kali diproduksi oleh Deville dan Caron di Perancis pada tahun 1863. Magnesium termasuk unsur yang tersedia secara berlimpah di permukaan bumi. Diperkirakan ada sekitar 2 % terdapat pada kulit bumi dan terlarut di dalam air laut dengan konsentrasi rata-rata 0,13%. Magnesium ditemukan dalam 60 jenis mineral, antaranya yang utama adalah dalam bentuk dolomit, magnesit, dan carnalit, yang biasa dijadikan produk komersial [1].

Paduan magnesium dan magnesium murni memiliki sifat ringan, mudah terbakar dan mudah bereaksi dengan logam lain. Oleh karena itu, magnesium tidak cukup kuat dalam bentuk yang murni, sehingga magnesium dipadukan dengan berbagai elemen untuk mendapatkan sifat yang lebih baik, terutama kekuatan untuk rasio berat yang tinggi. Banyak antara paduan magnesium sesuai untuk proses pengecoran, pembentukan, dan pemesinan untuk mendapatkan kualitas komponen yang baik. Salah satu sifat magnesium yang dominan adalah mudah beroksidasi dengan cepat (*pyrophoric*), sehingga ada resiko/bahaya

kebakaran yang mungkin terjadi. Oleh karena itu perlu ada tindakan pencegahan yang harus diambil ketika proses pemesinan, *grinding*, atau pengecoran pasir magnesium. Meskipun demikian produk yang terbuat dari magnesium dan paduannya tidak menimbulkan bahaya kebakaran selama proses pembuatannya dapat dikontrol [2].

Beberapa penggunaan paduan magnesium yang banyak ditemukan adalah di bidang industri, yakni sebagai komponen yang memerlukan sifat istimewa. Antaranya adalah untuk melapisi bahan-bahan yang terbuat dari besi dan baja sebagai bahan pelindung terhadap korosi, komponen elektronik karena magnesium mempunyai sifat penghantar yang baik (*good conductivity*). Bahkan magnesium juga banyak digunakan sebagai bahan untuk membuat pesawat terbang dan rudal karena sifatnya yang ringan dan kekuatan yang relative baik. Demikian juga aplikasinya di bidang otomotif, untuk komponen yang memerlukan sifat ringan, tahan korosi dan berpenampilan menarik (*accessories*). Salah satu penggunaan paduan Mg yang utama di bidang otomotif adalah sebagai bahan untuk blok mesin, yang memerlukan sifat ringan dan penghantar panas yang baik. Ketahanan akan temperatur tinggi dan kekuatan yang baik menjadikannya banyak digunakan [3, 4].

Sebagian besar penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi sifat mekanik dan metallurgi bahan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan keadaan terbaik proses pemesinan dan efek yang ditimbulkan selama proses pemesinan dilakukan. Penelitian mengenai pemesinan magnesium antaranya dilakukan oleh Fang [5] yang bertujuan

untuk mengetahui pengaruh dari temperatur sisi (*flank temperature*) selama proses pemotongan paduan magnesium dengan menggunakan kecepatan tinggi (*high speed*) terhadap kemungkinan terjadinya kebakaran pada paduan magnesium. Hal itu dapat diketahui dengan melakukan pemotongan terhadap paduan magnesium dengan berbagai kondisi temperatur dan melihat hasil uji SEM pada serpihan hasil pemotongan paduan magnesium. Hasilnya dapat diketahui bahwa di bawah suhu  $302^{\circ}\text{C}$  tidak ditemukan adanya titik nyala api pada serpihan. Penelitian lain adalah yang dilakukan oleh Buldum [6] yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana sifat kemampumesinan (*machinability*) dari magnesium dalam proses pemesinan, yaitu pembubutan, freis dan pengboran. Dalam penelitiannya Buldum,dkk [6] merekomendasikan penggunaan kecepatan potong yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kecepatan potong yang digunakan pada pemotongan magnesium. Peningkatan kecepatan potong akan mengakibatkan temperatur permukaan benda kerja meningkat dan geram yang dihasilkan ketebalannya akan lebih rendah.

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin rendah kecepatan potong yang diimplementasikan pada proses pemesinan paduan magnesium maka geram akan berukuran semakin besar dan temperatur permukaan benda kerja juga akan rendah. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai kekasaran permukaan magnesium setelah dilakukan proses pemesinan (*milling*) dengan mengimplementasikan udara dingin (*air cooling*) dengan teknik *vortex tube cooling*.

## METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan magnesium dengan komposisi kimia; 99,94% Mg, 0,0017% Si, 0,003% Cu, 0,003% Al, 0,0017% Mn, 0,003% Cl, 0,001% Na, dan *other impurities* sebesar 0,0016%. Perlatan utama yang digunakan adalah mesin freis yang bermerek Emco, alat pendingin udara berupa *vortex tube cooler*, dan pahat bubut HSS. Sedangkan aus pahat diukur menggunakan mikroskop dan nilai kekasaran permukaan ditentukan dengan menggunakan *surface roughness tester*.

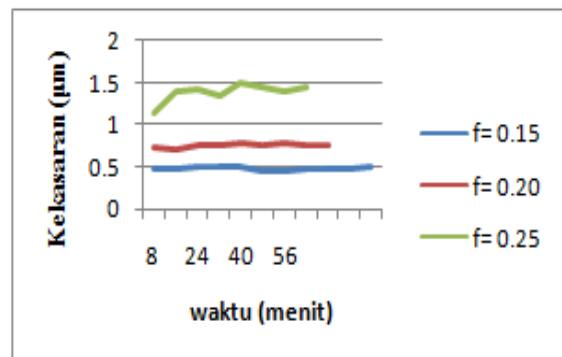
Proses pemotongan paduan magnesium menggunakan mesin freis dilakukan pada kondisi parameter pemotongan; kecepatan potong sebesar 23,86 m/min, 32,15 m/min dan 42,7 m/min. Adapun gerak makan yang digunakan adalah 0,15 mm/rev, 0,20 mm/rev dan 0,25 mm/rev. kedalaman potong dipilih dalam keadaan konstan. Udara dingin yang keluar daripada *vortex tube cooler* diarahkan ke ujung mata pahat yang

digunakan untuk memotong benda kerja menggunakan nozel, sebagai alat untuk mempercepat semburan. Udara dingin ini dialirkan menggunakan tekanan dari kompresor sebesar 5 bar.

Pengukuran nilai kekasaran permukaan benda kerja yang telah dimesin dilakukan menggunakan alat *surface roughness tester*, yang mampu mengukur dalam satuan mikron. Pengukuran dilakukan setiap satu kali proses pemotongan dalam periode rentang waktu tertentu. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran di lokasi yang berbeda sepanjang lintasan pemotongan. Proses pemotongan akan dihentikan apabila nilai aus pahat potong telah mencapai  $VB = 0,3$  mm. Nilai ini merupakan kriteria aus pahat yang disyaratkan oleh *International Standard Organisation (ISO)*. Apabila nilai  $VB$  telah mencapai sebesar 0,3 mm, maka pahat potong tidak boleh digunakan, segera dilakukan penggantian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

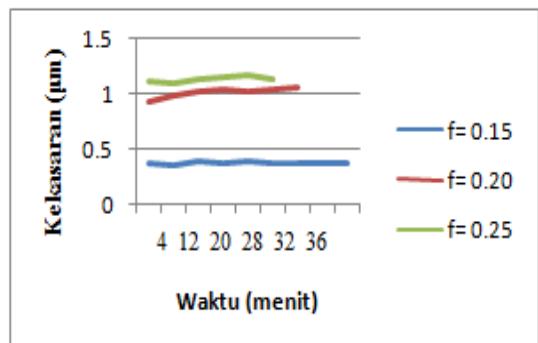
Nilai kekasaran permukaan yang diperoleh dari hasil pengujian pada kondisi parameter pemotongan yang bervariasi, telah dilakukan pengamatan, antaranya adalah tentang kesan yang diberikan oleh parameter kecepatan potong dan kadar gerak makan terhadap kekasaran permukaan. Secara tioritis, dua parameter pemotongan (kecepatan potong dan kadar gerak makan) berkontribusi secara signifikan terhadap keadaan aus sepanjang proses pemotongan.



Gambar 1. Grafik kekasaran terhadap waktu dengan kecepatan 23,86 m/min

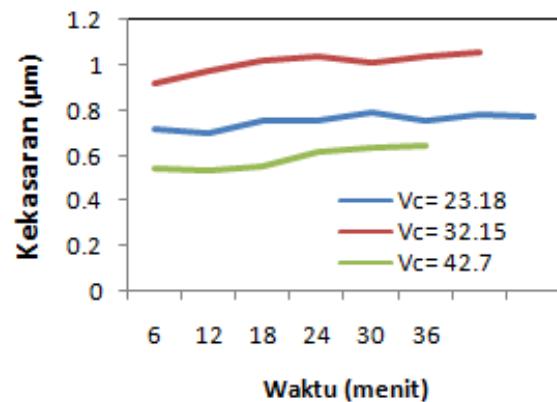
Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai kekasaran permukaan benda kerja magnesium yang dipotong mengalami peningkatan apabila kadar gerak makan ditingkatkan. Hal ini berarti bahwa pada kecepatan potong yang sama, menaikkan gerak makan akan memperbesar nilai kekasaran permukaan (Ra) [7]. Dengan kata lain dapat dinyatakan bahwa gerak makan berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai

kekasarahan permukaan. Hal ini dapat dilihat pada gerak makan 0,25 mm/rev. Pada grafik dapat diamati bahwa telah terjadi kenaikan kekasaran permukaan yang cukup signifikan saat pemesinan menggunakan gerak makan 0,25 mm/rev. Nilai kekasaran permukaan mengalami kenaikan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan pemesinan menggunakan gerak makan 0,20 mm/rev. Hal ini berarti pada saat pemesinan menggunakan gerak makan 0,25 mm/rev, maka pengaruh gerak makan amat signifikan terhadap peningkatan kekasaran permukaan magnesium. Sedangkan peran kecepatan potong tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan, karena dominasi gerak makan jauh lebih besar dibandingkan dengan pengaruh kecepatan potong. Ini pernah diungkapkan oleh seorang peneliti, yaitu Zubaidi [8] yang mengungkapkan bahwa penambahan rpm untuk kecepatan potong akan menurunkan kekasaran tidak lebih dari 10 % tiap 100 rpm. Menurut penelitian Asmed [9] Gerak pemakanan berpengaruh sangat signifikan terhadap kekasaran permukaan disebabkan gerak pemakanan adalah jarak yang ditempuh pahat perputaran.



Gambar 2. Grafik kekasaran terhadap waktu dengan kecepatan 32,15 m/min

Pengaruh gerak makan terhadap nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dimesin pada kecepatan potong 32,15 m/min, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai kekasaran permukaan meningkat secara signifikan pada setiap level gerak makan yang berbeda. Bagaimanapun, peningkatan nilai kekasaran permukaan sangat dominan pada kadar gerak makan 0,20 mm/rev. Secara umum, nilai kekesaran permukaan meningkat sepanjang proses pemotongan. Peningkatan aus pada ujung pahat potong telah memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai kekasaran permukaan. Sebagaimana yang dinyatakan bahwa aus pada pahat potong menyebabkan permukaan bahan yang dipotong menjadi kasar dan nilai kekasaran permukaan meningkat sebagai akibat dari aus pada ujung pahat potong [7].

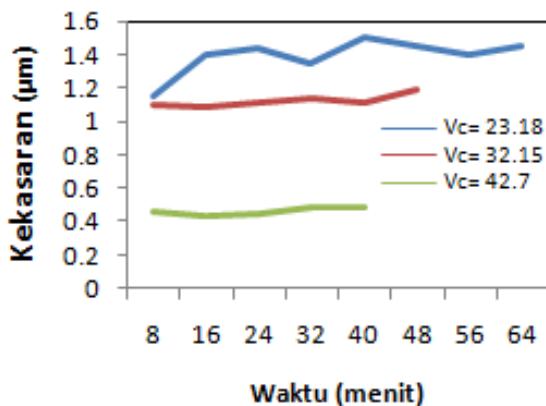


Gambar 3. Grafik kekasaran terhadap waktu dengan gerak makan 0,20 mm/rev

Gambar 3 menunjukkan nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dimesin menggunakan pahat bubut HSS pada kondisi kecepatan potong yang bervariasi dan kadar gerak makan yang konstan sebesar 0,20 mm/rev. Nilai kekasaran permukaan pada kecepatan potong 42,7 m/min adalah lebih kecil dibandingkan dengan nilai kekasaran permukaan pada kecepatan potong yang lebih besar (23,18 m/min dan 32,15 m/min). Kenaikan nilai kekasaran permukaan pada tingkat kecepatan potong yang rendah disebabkan oleh kontribusi gaya potong yang lebih besar pada kecepatan potong yang rendah. Pada kecepatan potong rendah gaya gesek antara pahat potong dan benda kerja besar sehingga menyebabkan permukaan potong menjadi lebih kasar [10]. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kecepatan potong memberikan kesan terhadap nilai kekasaran permukaan, sehingga pemilihan kecepatan potong yang lebih tinggi lebih baik daripada kecepatan potong rendah.

Namun pada kecepatan potong 23,18, nilai kekasaran permukaan magnesium lebih kecil dibandingkan dengan nilai kekasaran permukaan pada kecepatan 32,15. Secara teori, hal ini berbanding terbalik “kecepatan potong yang tinggi akan memberikan nilai kekasaran permukaan yang lebih rendah”. Namun bila diamati keadaan pahat potong setelah dilakukan pemesinan bahwa ujung pahat potong mengalami kerusakan yang pahah. Hal ini menyebabkan jari-jari ujung pahat potong menjadi lebih besar, sehingga menyebabkan permukaan benda kerja yang dipotong menjadi lebih kasar. Perubahan nose radius tersebut telah memengaruhi bentuk geometri ujung pahat. Hal ini akan sangat signifikan pengaruhnya terhadap nilai kekasaran pahat [11]. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa meskipun secara teori umum nilai kekasaran permukaan akan turun pada kecepatan potong 32,15 m/min, akan tetapi karena adanya faktor nose radius mengakibatkan nilai kekasaran permukaan magnesium dimungkinkan

untuk mengalami kenaikan. Selain faktor nose radius pahat, memang dimungkinkan ada faktor-faktor lain yang menjadi penyebabnya, misalnya panas yang timbul, ketidak-presision pahat, serta getaran yang timbul selama proses pemesinan [12].



Gambar 4. Grafik kekasaran terhadap waktu dengan gerak makan 0,25 mm/rev

Nilai kekasaran permukaan magnesium yang dipotong pada kondisi kecepatan yang bervariasi dan pada kadar pemakanan yang konstan sebesar 0,25 mm/rev ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai kekasaran permukaan yang diukur adalah lebih kecil pada kecepatan potong tinggi. Nilai kekasaran permukaan pada kecepatan potong 42,7 m/min berada pada rentang 0,4 -0,45 mikron, sedangkan nilai kekasaran permukaan pada kecepatan potong 32,15 m/min berada pada rentang 1,0 – 1,2 mikron. Peningkatan nilai kecepatan potong sebesar 10 m/min dapat mengurangi nilai kekasaran permukaan mencapai dua kali lipat lebih (250%). Beberapa peneliti juga menemukan fenomena yang sama, antaranya adalah Asmed dan Yusri [12] menemukan bahwa pada gerak makan yang sama dengan menaikkan kecepatan potong akan menurunkan nilai kekasaran permukaan. Hal ini juga diungkapkan oleh Kalpakjian dan Rchmid [13] bahwa nilai kekasaran amat bergantung pada gerak makan, geometri pahat dan kecepatan potong. Pada level gerak makan yang konstan, menaikkan kecepatan potong berarti menurunkan nilai kekasaran permukaan benda kerja hingga beberapa kali ganda.

## KESIMPULAN

Nilai kekasaran permukaan magnesium yang dipotong menggunakan pahat bubut HSS pada kondisi pemesinan udara dingin bertekanan di dapatkan bahwa nilai kekasaran permukaan sangat dipengaruhi oleh parameter pemotongan, terutama gerak makan (*feed rate*). Sedangkan kecepatan potong (*cutting speed*) juga berpengaruh signifikan

signifikan terhadap nilai kekasaran peningkatan nilai kekasaran permukaan bila beroperasi pada kadar gerak makan yang konstan. Semakin tinggi gerak makan yang digunakan maka nilai kekasaran permukaan magnesium akan semakin besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Padmanaban, G., Balasubramaniana, V., Madhusudhan Redd, G., 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] Suhairi, 2010, “Pengaruh Variabel Pemotongan Terhadap Kualitas Permukaan Produk dalam Meningkatkan Produktifitas”, *Jurnal Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang*.
- [3] [www.dilib.its.ac.id/](http://www.dilib.its.ac.id/) Aditya/2012.
- [4] Bruni, C., Forcellese, A., Gabrielli, F., Simoncini, M., 2004, “Effect of temperature, strain rate and fibre orientation on the plastic flow behaviour and formability of AZ31 magnesium alloy”, *Department of Mechanics, Università Politecnica delle Marche*, Via Brecce Bianche, Ancona 60131. Italy.
- [5] Fang, F.ZLee, L.C., Liu, X.D., 2002, “Mean flank temperature measurement in high speed dry cutting of magnesium alloy”, *Singapore Institute of Manufacturing Technology*.
- [6] Buldum, Berat, B., Aydin SIK., Iskender, O., 2011, “Investigation of Magnesium Alloys Machinability. International Journal of Electronics”, *Mechanical and Mechatronics Engineering* Vol 3, No. 3, 361-368.
- [7] Lukman, 2008, “Automotive Applications of Magnesium and Its Alloys”, *Trans. Indian Inst.*
- [8] Zubaidi, A. 2012, “Analisis Pengaruh Kecepatan Putar dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material FCD 40 Pada Mesin Bubut CNC”, *Jurnal Unwahas. Semarang*.
- [9] Asmed, dan Yusri, M., 2002, “Pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan proses bubut untuk material ST37”, *Politeknik Negeri Padang*.
- [10] Jonoadji, N., Dewanto, J., 1999, “Pengaruh Parameter Potong dan Geometri Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut”, *Jurnal Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra*

- [11] Kalpakjian, S. dan Schmid, S.R., 2001, “*Manufacturing Engineering and Technology International Edition*”, USA : Prentice Hall.
- [12] Boothroyd, G dan Knight, 1989, “*Fundamental Machining and Machine Tools*”, Marcell: Dekker Inc.
- [13] Bhattacharyya, A., 1984, “*Metal Cutting Theory and Practice*”, India