

Pengaruh Gerak Makan dan Kedalaman Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Magnesium pada Pemesinan Freis dengan Teknik MQL

Gusri Akhyar Ibrahim^{1*}, Arinal Hamni², Tarkono³, Muchlis Mutaqqin⁴, Ahmad Su'udi⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung

*e-mail:gusri.akhyar@eng.unila.ac.id

Abstract. Magnesium has a good characteristic in the machining, however magnesium has a low flash point, so that very easy to burn. Therefore, need to reduce temperature during machining by using lubricant. One of lubricant that using in machining process is a palm oil. This experiment was done by using milling process, which object to gain effect of the feed rate and depth of cut on the surface roughness value of machined surface. The machining results show that the maximum surface roughness value is 1.61 μm , in which the milling operated at cutting speed of 40.82 m/min, feed rate of 0.15 mm/rev, and depth of cut of 2 mm. The minimum surface roughness value is 1.05 μm , where the milling operated at cutting speed of 40.82 m/min, feed rate of 0.1 mm/rev and depth of cut of 1 mm. The increase in depth of cut produced higher surface roughness values. The chip form of magnesium after machining in helical form or full turn chips, as cause of influencing of the spindle rotation and depth of cut.

Abstrak. Magnesium memiliki karakteristik pemotongan yang sangat baik dan menguntungkan. Meskipun demikian, magnesium mempunyai titik nyala rendah sehingga mudah terbakar sehingga untuk menurunkan suhu pemotongan magnesium pada proses permesinan dapat menggunakan cairan pelumas. Salah satu pelumas yang belum banyak digunakan adalah minyak kelapa sawit. Penelitian pemesinan bahan magnesium dilakukan menggunakan proses milling terhadap magnesium AZ31 dan menggunakan Pahat HSS, dimana tujuannya adalah untuk mendapatkan pengaruh parameter pemotongan gerak makan dan kedalaman potong terhadap nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dimesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nilai kekasaran maksimum didapatkan pada parameter kecepatan potong (V_c) 40,82 m/menit dengan gerak makan 0,15 mm/rev dan kedalaman potong 2 mm sebesar 1,61 μm . Nilai kekasaran minimum didapatkan pada parameter kecepatan potong (V_c) 40,82 m/menit dengan gerak makan 0.1 mm/rev dan kedalaman potong 1 mm sebesar 1,05 μm . Semakin dalam kedalaman potong yang digunakan maka nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin besar. Bentuk geram yang dihasilkan pada proses *milling* terlihat melingkar penuh (*full turn chips*) hal tersebut dipengaruhi oleh jenis benda kerja kecepatan spindle dan kedalaman potong.

Kata kunci: magnesium, kekasaran permukaan, gerak makan dan kedalaman potong, freis

Pendahuluan

Kualitas produk manufaktur hasil proses pemesinan selalu dikaitkan dengan ketepatan dimensi toleransi dan nilai kekasaran permukaan (*surface roughness*). Oleh karena itu, kekasaran permukaan menjadi salah satu standar keakuratan dan kualitas produk [1]. Pada proses pemesinan, Magnesium mempunyai karakteristik pemotongan yang sangat baik dan menguntungkan. Dengan perbandingan gaya pemotongan yang spesifik rendah maka tuntutan kinerja untuk pemesinannya menjadi sangat rendah dibandingkan logam lain [2]

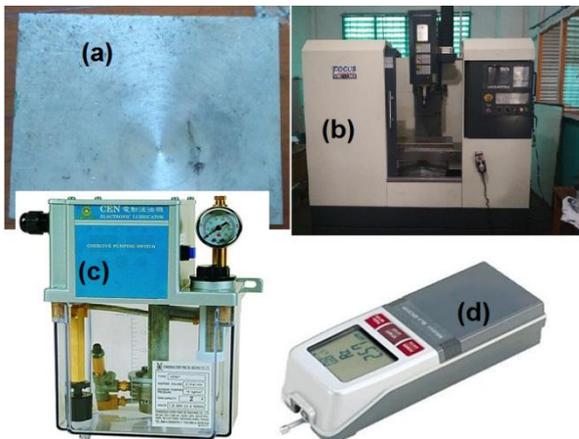
Magnesium mudah terbakar karena memiliki titik nyala yang rendah. seperti paduan Magnesium AZ31. Usaha untuk menurunkan suhu

pemotongan pada proses permesinan Magnesium dapat dilakukan dengan mengaplikasikan cairan pendingin fluida sebagai pelumas [3] Selain untuk menurunkan temperatur, pengaplikasian fluida juga digunakan untuk memperbaiki kualitas benda kerja selama proses pemotongan secara terus menerus oleh pahat [1]. Telah dilakukan srangkaian penelitian bahwa fluida udara dingin Berpengaruh untuk menurunkan suhu proses permesinan [4]. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa belum ditemukan cara terbaik untuk mengurangi suhu pemotongan pada semua proses permesinan Magnesium. Saat ini langkah yang bias digunakan adalah dengan menggunakan cairan pelumas [2,5].

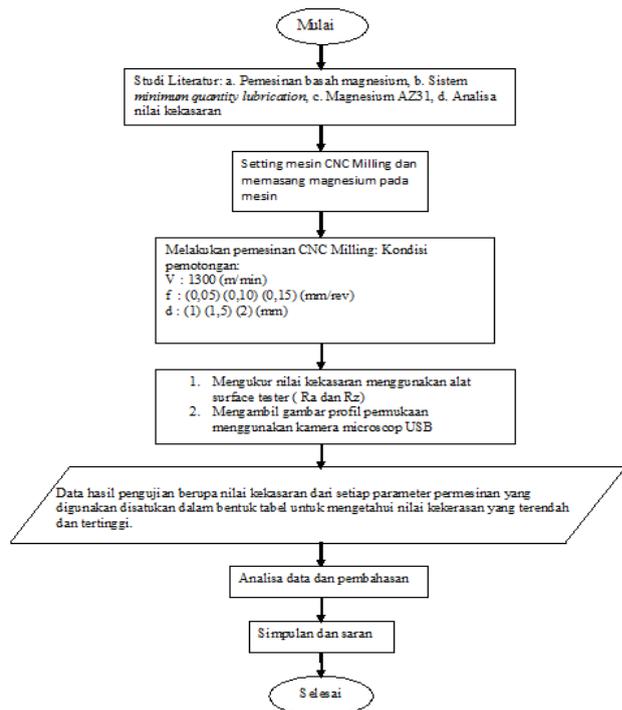
Salah satu cairan yang dapat digunakan sebagai pelumas untuk mengurangi suhu pemotongan pada proses permesinan magnesium adalah minyak kelapa sawit. Namun demikian, penggunaan minyak kelapa sawit sebagai cairan pelumas pada proses pengefraisan magnesium AZ31 belum banyak dilakukan. Bertolak dari hal tersebut, maka perlu untuk melakukan kajian tentang pengaruh gerak makan dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan pada pengefraisan Magnesium dengan teknik minimum quantity lubrication (MQL) menggunakan minyak kelapa sawit [6]

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Lampung dan alat yang digunakan antaranya adalah mesin CNC Milling, Alat pelumas system MQL, Surface roughness tester, kamera microscop USB dan pahat HSS. Sedangkan bahan yang digunakan adalah Magnesium AZ31 ukuran 11 x 11 cm. Secara detail peralatan yang digunakan dan material adalah sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peralatan dan material yang digunakan



Gambar 2. Diagram alir pelaksanaan penelitian.

Prosedur penelitian dilakukan dengan cara menyediakan segala kelengkapan, mensetting peraratan, menentukan parameter yang digunakan dan menentukan respon parameter yang akan diambil atau data yang akan didapatkan. Pemotongan magnesium AZ31 menggunakan mesin freis dilakukan pada parameter pemotongan kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan, kecepatan gerak makan dan tipe pahat yang digunakan. Secara detail prosedur penelitian sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Hasil Dan Pembahasan

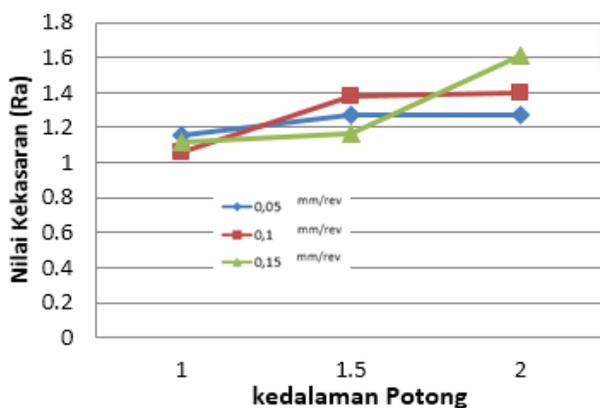
Hasil pengujian dengan berbagai kondisi permesinan maka diperoleh data sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan data diatas, diperoleh bahwa nilai kekasaran permukaan maksimum sebesar 1,61 μm pada gerak makan 0,15 mm/rev dengan kedalaman potong sebesar 2 mm. Sementara nilai kekasaran permukaan minimum sebesar 1.05 μm , pada gerak makan 0,10 mm/rev dengan kedalaman potong 1 mm. Hal ini memperlihatkan bahwa variasi gerak makan dan kedalaman potong mempengaruhi nilai

kekasaran permukaan hasil penge- fraisan pada material magnesium AZ31.

Tabel 1. Data hasil pengukuran nilai kekasaran permukaan (Ra)

No	Metode Pelumasan	kecepatan potong (m/min)	Gerak makan (mm/rev)	Kedalaman Potong (mm)	Nilai Kekasaran (Ra) Rata-rata
1		40,82	0,05	1	1,15
				1,5	1,27
				2	1,27
2	Minyak Kelapa Sawit	40,82	0,10	1	1,05
				1,5	1,38
				2	1,4
3		40,82	0,15	1	1,11
				1,5	1,16
				2	1,61

Data pengukuran nilai kekasaran permukaan diubah dalam bentuk grafik untuk membandingkan nilai kekasarannya yang disajikan pada Gambar 3 berikut



Gambar 3. Pengaruh kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kekasaran permukaan dengan kedalaman potong 1 mm menunjukkan nilai kekasaran permukaan paling rendah dibandingkan dengan kedalaman potong 1,5 mm dan 2 mm [7] mengatakan bahwa parameter yang sangat menentukan kekasaran permukaan adalah kedalaman pemakanan (*depth of cut*), laju pemakanan (*feed rate*) dan kecepatan potong. Keadaan kekasaran permukaan dengan nilai terkecil/permukaan “halus” terdapat pada kedalaman potong 1 mm dan gerak makan 0,10 mm/rev yaitu sebesar 1,05 μm . Dan nilai tingkat kekasaran permukaan terbesar/ permukaan “kasar” terdapat pada kedalaman potong 2 mm dan gerak

makan 0,15 mm/rev yaitu sebesar 1,61 μm . Garis biru menunjukkan perubahan nilai kekasaran permukaan pada keadaan kedalaman potong yang berbeda. Proses pemesian freis dilaksanakan pada kecepatan pemakanan sebesar 0,05 mm/rev. Secara umum nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan meningkat jika kedalaman potong dinaikan. Pada kedalaman potong 1 mm, nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan adalah 1,15 μm sedangkan pada kedalaman potong 1,5 mm, nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan meningkat hingga 1,27 μm . Seiring dengan bertambahnya kedalaman potong pada kecepatan potong yang sama nilai kekasaran permukaan yang didapat semakin meningkat.

Sebagaimana yang disebutkan dalam teori, bahwa nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dimesin banyak dipengaruhi oleh proses pemakanan. Kalpakjian dan [8] mengatakan bahwa parameter yang sangat menentukan kekasaran permukaan adalah kedalaman pemakanan (*depth of cut*), laju pemakanan (*feed rate*) dan kecepatan potong. Sedangkan menurut [9] menyatakan bahwa sanya kecepatan potong, laju pemakanan, kekerasan benda kerja dan kedalaman pemotongan secara statistik mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan.

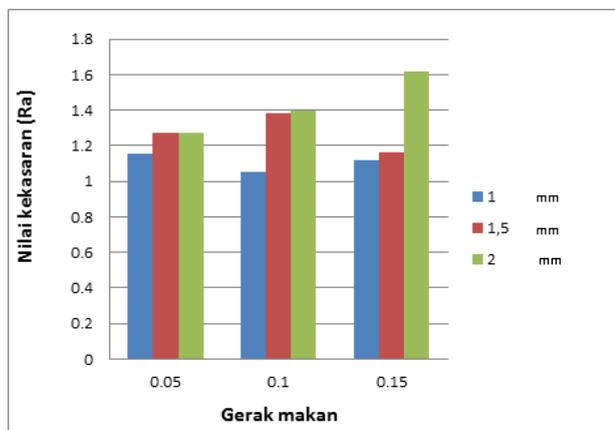
Garis hijau menunjukkan perubahan nilai kekasaran permukaan pada keadaan kedalaman potong yang berbeda. Proses pemesian freis dilaksanakan pada kecepatan pemakanan sebesar 0,10 mm/rev. Secara umum nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan meningkat jika kekasaran permukaan yang dihasilkan meningkat jika kedalaman potong dinaikan. Pada kedalaman potong 1 mm, nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan adalah 1,15 μm sedangkan pada kedalaman potong 1,05 mm, nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan meningkat hingga 1,38 μm . Seiring dengan bertambahnya kedalaman potong pada kecepatan potong yang sama nilai kekasaran permukaan yang didapat semakin meningkat.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kedalaman potong yang semakin besarkan

berdampak pada nilai kekasaran permukaan. Hal ini karena dengan semakin besar gerak makan, maka tingkat nilai kekasaran permukaan akan semakin besar [10]. Kecepatan potong yang semakin tinggi justru akan menurunkan gaya pemotongan. Sekaligus berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan.

Adanya pelumasan menyebabkan berkurangnya gesekan yang terjadi antara pahat dengan benda kerja sehingga laju kenaikan temperatur tetap rendah [11]. Tingkat kekasaran permukaan dengan nilai terkecil/permukaan “halus” terdapat pada kecepatan potong 40,82 m/min, gerak makan 0,10 mm/rev dan kedalaman potong 1 mm yaitu sebesar 1,05 μm menggunakan minyak kelapa sawit. Dan nilai tingkat kekasaran permukaan terbesar/ permukaan “kasar” terdapat pada kecepatan potong 40,82 m/min gerak makan 0,15 mm dan kedalaman potong 2 mm yaitu sebesar 1,61 μm .

Pengaruh perbandingan gerak makan terhadap nilai kekasaran permukaan, sebagaimana disajikan pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Pengaruh gerak makan terhadap kekasaran permukaan

Pengaruh gerak makan terhadap nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dimesin pada kecepatan potong 40,82 m/min, sebagaimana yang diunjukkan pada grafik batang dengan warna biru nilai kekasaran permukaan memiliki persentase tidak lebih dari 10% pada setiap level gerak makan yang digunakan. Hal tersebut pernah diungkapkan oleh [12] yang mengungkapkan

bahwa kecepatan potong akan menurunkan nilai kekasaran.

Grafik batang berwarna merah menunjukkan nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dimesin menggunakan pahat HSS endmill pada kondisi gerak makan yang bervariasi dan kedalaman potong yang konstan sebesar 1,5 mm. Nilai kekasaran permukaan pada gerak makan 0,10 mm/rev adalah lebih besar dibandingkan nilai kekasaran permukaan pada gerak makan 0,05 mm/rev dan 0,15 mm/rev. Pada gerak makan 0,10 mm/rev dan kedalaman potong 1,5 mm gaya gesek antara pahat potong dan benda kerja besar sehingga menyebabkan permukaan potong menjadi lebih besar. Secara teori, hal ini berbanding terbalik “gerak makan yang besar akan memberikan nilai kekasaran yang lebih rendah” [13]. Namun dari penelitian yang telah dilakukan nilai kekasaran permukaan pada kedalaman potong 1,5 mm lebih kecil dibandingkan kedalaman potong 1 mm dan 2 mm pada gerak makan 0,15 mm/rev.

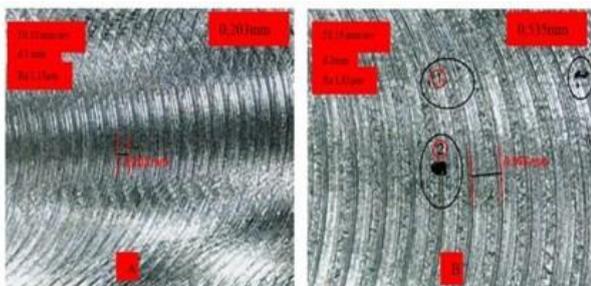
Dari grafik batang berwarna hijau menunjukkan nilai kekasaran permukaan magnesium yang dipotong pada gerak makan yang bervariasi dan pada kedalaman potong yang konstan sebesar 2 mm. Nilai kekasaran permukaan yang diukur semakin meningkat seiring dengan meningkatnya gerak makan. Hal ini juga diungkapkan oleh Kalpakjian dan [11] bahwa nilai kekasaran sangat bergantung pada gerak, geometri pahat, dan kecepatan potong. Pada level gerak makan yang berbeda nilai kekasaran permukaan benda kerja meningkat antara 9% sampai 15%.

Dari ketiga grafik batang di atas menunjukkan kecenderungan bahwa nilai kekasaran permukaan pada gerak makan 0,05, 0,10, dan 0,15 mm/rev dengan kedalaman potong 1 mm didapatkan nilai kekasaran permukaan yang berfluktuatif, sedangkan pada kedalaman potong 1,5 mm pada gerak makan 0,10 mm/rev nilai kekasaran yang didapat lebih besar dibandingkan dengan gerak makan 0,05 dan 0,15. Dan pada kedalaman potong 2 mm pada gerak makan 0,15 mm/rev nilai kekasaran yang didapat jauh lebih

besar dibandingkan dengan gerak makan 0,05 dan 0,10. Menurut [14] bahwa semakin besar kecepatan potong maka semakin kecil kekasaran permukaan yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini, jumlah minimum pelumasan akan diberikan dengan semprotan udara dan minyak. Pemesinan menggunakan MQL dilakukan jauh lebih unggul terutama karena pengurangan substansial dalam zona pemotongan yang memungkinkan terbentuknya interaksi antara chip dan alat chip yang baik. Teknik MQL secara umum dapat memperpanjang umur pahat dan memperhalus permukaan benda kerja dibanding teknik pemesinan kering karena proses lubrikasinya menyebabkan gesekan pada titik kontak antara pahat dan benda kerja.

Semakin kecil gesekan yang terjadi maka semakin kecil pula laju pemanasan pahat. Hal ini dapat kita lihat pada foto profil permukaan hasil pemesinan pada masing-masing pengujian yang telah dilakukan (Gambar 5).

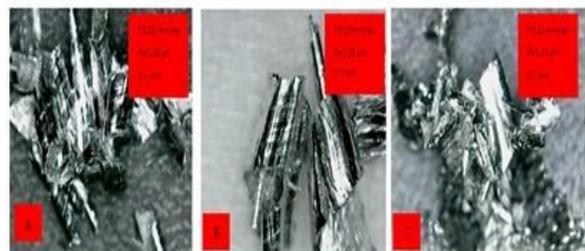


Gambar 5. Fenomena profil permukaan yang dipotong

Fenomena profil permukaan benda kerja berbeda-beda, pada gambar (a) profil permukaan yang didapat terlihat halus dengan alur hasil penyayatan rapih sehingga didapatkan nilai kekasaran permukaan yang lebih kecil dari perbedaan gerak makan dan kedalaman potong. Sedangkan pada gambar (b) profil permukaan tidak terlihat halus dikarenakan terdapat void didalam logam magnesium AZ31 sehingga pengukuran nilai kekasaran permukaan yang didapat lebih besar dibandingkan dengan nilai yang lain nya.

Profil hasil permukaan bahwa perbedaan gerak makan dan kedalaman potong yang digunakan sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan. Berdasarkan hasil pengujian dipilih gerak makan yang paling cocok untuk pemesinan yaitu 0.10mm/rev dan kedalaman potong 1mm. Dari penelitian yang telah dilakukan terdapat tiga jenis geram nilai kekasaran terkecil dan terbesar yang disajikan pada Gambar 6 sebagai berikut.

Pada geram yang dihasilkan dengan gerak makan 0,05 mm/rev kedalaman potong 1 mm terlihat melingkar dan 0,10 mm/rev kedalaman potong 1 mm terlihat melingkar penuh (*full turn chips*) yang memiliki jari-jari spiral yang kecil. Geram yang dihasilkan dengan gerak makan 0,15 kedalaman potong 1 mm geram dengan bentuk serpihan (*discontinuous*) dihasilkan luas permukaan geram yang lebih kecil sehingga penetrasi dengan pahat lebih sedikit. Daya pemotongan spesifik rendah dan permukaan yang sangat baik sehingga menghasilkan chip yang relatif pendek. Peningkatan putaran akan meningkatkan laju penghasilan geram (metal removal rate). Karena daya pemotongan berbanding langsung dengan laju penghasilan geram, maka peningkatan laju penghasilan geram akan meningkatkan daya pemotongan [7].



Gambar 6. Penampang chip hasil pemesinan (a) gerak makan 0,05 mm/rev, kedalaman 1mm, (b) gerak makan 0,10 mm/rev, kedalaman 1 mm (c) gerak makan 0,15 mm/rev, kedalaman 1 mm.

Minyak kelapa sawit memiliki nilai viskositas dan indek viskositas yang lebih tinggi dibanding minyak kedelai sehingga menghasilkan nilai gesek yang lebih rendah. Semakin besar nilai kekentalan suatu fluida maka semakin kecil gaya gesek nya dan semakin kecil nilai kekentalan suatu fluida semakin kecil gaya geseknya. Viskositas

juga dipengaruhi oleh perubahan suhu. Suhu tinggi viskositas rendah dan sebaliknya. [5]

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah :

1. Nilai kekasaran maksimum didapatkan pada parameter kecepatan potong (V_c) 40,82 m/menit dengan gerak makan 0,15 mm/rev dan kedalaman potong 2 mm sebesar 1,61 μ m. Sedangkan nilai kekasaran minimum didapatkan pada parameter kecepatan potong (V_c) 40,82 m/menit dengan gerak makan 0.1 mm/rev dan kedalaman potong 1 mm sebesar 1,05 μ m.
2. Semakin dalam kedalaman potong (mm) yang digunakan maka nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin besar. Sementara itu, gerak makan 0,15 mm/rev dan kedalaman potong 2 mm mendapatkan nilai kekasaran yang paling besar dikarenakan terdapat void.
3. Bentuk geram yang dihasilkan pada proses milling terlihat melingkar penuh (full turn chips) hal tersebut dipengaruhi oleh jenis benda kerja kecepatan spindle dan kedalaman potong.

Daftar Pustaka

- [1] Wahyudi, 2011, Studi metode pendingin terhadap kualitas hasil end milling, Tugas Akhir S1, UMS, Surakarta.
- [2] Harun, S. 2012, Peningkatan produktifitas dan pengendalian suhu pengapian pemesian magnesium dengan sistem pahat putar (rotary tool system) dan pendingin udara, Universitas Lampung, Bandar Lampung
- [3] Ibrahim, G.A. 2014, Identifikasi nilai kekasaran permukaan pada pemesian paduan magnesium, Jurnal Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung
- [4] Bambang, 2015, Pengaruh parameter pemesian pada proses milling dengan pendinginan fluida alami (cold natural fluid) terhadap kekasaran permukaan baja ST 42 Edisi 7, No. 1.
- [5] Rochim, T. 2001, Spesifikasi, metrologi, dan kontrol kualitas geometric, Industrial metrology Laboratory Mechanical dan Production Engineering (MPE). FTI-ITB Bandung.
- [6] Ansyori, A. 2015, Pengaruh kecepatan potong dan pemakanan terhadap umur pahat pada pemesian frais paduan magnesium dengan pemesian kering, Jurnal Mechanical.
- [7] Schmid, R.S. 2002, Manufacturing engineering and technology, Four Edition. Prentice Hall, London.
- [8] Gandjar, 2005, Pengaruh parameter pemesian terhadap kualitas permukaan baja DF-3 (AISI 01) yang dikeraskan, Jurnal Teknologi Edisi No. 3
- [9] Yadi, M. 2009, Analisa pengaruh putaran spindle dan kecepatan makan terhadap kekasaran permukaan baja SCM4 pada proses milling, Sidoarjo.
- [10] Basuki, B. 2014, Pengaruh metode minimum lubrication terhadap keausan pahat dan kekasaran permukaan benda kerja AISI 4340. Jurnal Teknologi Universitas Gadjah Mada.
- [11] Zubaidi, I., Syafa'at, D. 2012, Analisis pengaruh kecepatan putar dan kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan material FCD 40 pada mesin bubut CNC, Momentum, Vol. 8, No. 1.
- [12] Jonoadji, N. dan Dewanto, J., 1999, Pengaruh parameter potong dan geometri pahat terhadap kekasaran permukaan pada proses bubut, Jurnal Teknik Mesin, Vol. 1, Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra.
- [13] Hendrawan, 2010, Studi pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada proses up and down milling dengan pendekatan Vertical Milling.
- [14] Yusuf, Sayuti, 2006, Simulasi untuk memprediksi pengaruh parameter chip thickness terhadap daya pemotongan pada proses cylindrical turning, Jurnal Sistem Teknik Industri Volume 7, No. 2.

