

Analisa Nilai Kekasaran Permukaan Paduan Magnesium AZ31 Yang Dibubut Menggunakan Pahat Potong Berputar

Gusri Akhyar Ibrahim ^{1,a*}, Suryadiwansa Harun ^{2,b} dan Ahmad R. Doni^{3,c}

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No.1 Gedung H FT Lt.2 Bandar Lampung

^agusri.akhyar@eng.unila.ac.id, ^bsurdwansa.harun@eng.unila.ac.id, ^cArdhond03@gmail.com

Abstrak

Paduan magnesium merupakan salah satu material ringan yang banyak digunakan pada komponen otomotif, biomedik material, sport dan elektronik, karena memiliki sifat yang ringan dan tahan terhadap korosi. Namun magnesium dikenal sebagai bahan logam yang mudah terbakar, karena memiliki titik nyala yang rendah. Sehingga pada proses pemesinannya harus menggunakan cairan pendingin untuk menurunkan suhu pemotongan. Bagaimanapun juga penggunaan cairan pendingin mulai diminimalisir karena berdampak terhadap pencemaran lingkungan. Salah satu metode untuk menurunkan suhu pada proses pemesinan magnesium adalah dengan menggunakan pahat potong berputar. Di mana pahat akan mengalami pendinginan selama satu periode putaran pahat tanpa pemotongan. Selain aspek suhu, aspek kekasaran juga perlu diperhatikan pada proses pemesinan magnesium. Sebab nilai kekasaran merupakan salah satu karakteristik kualitas kritis yang penting pada proses pemesinan. Hasil pengujian nilai kekasaran menggunakan material magnesium AZ31 pada parameter kecepatan benda kerja (Vw) 25,50,120,160,200 m/min, kecepatan potong pahat putar (Vt) 25,50,75 m/min, gerak makan (f) 0,05 dan 0,1 mm/rev, serta kedalaman potong 0,2 mm menggunakan *insert* (pahat) berdiameter 16 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekasaran minimum 0,62 μm dicapai pada penggunaan *insert* 16 mm, dimana lebih rendah dibandingkan dengan nilai kekasaran maksimum pada penggunaan *insert* 20 mm yakni sebesar 2,86 μm . Penggunaan gerak makan yang tinggi menghasilkan nilai keksaran yang tinggi, namun sebaliknya penggunaan kecepatan potong pahat putar yang tinggi menghasilkan nilai kekasaran yang rendah,

Kata Kunci : Magnesium AZ31, pahat potong berputar, nilai kekasaran, *surface tester*.

Pendahuluan

Magnesium merupakan salah satu bahan yang saat ini banyak digunakan sebagai bahan pada komponen otomotif dan elektronik. Sifat magnesium yang ringan cocok digunakan sebagai bahan pengganti dari besi cor dan baja pada komponen otomotif yang relatif berat. Selain itu magnesium juga digunakan sebagai pengganti titanium dan alumunium pada komponen elektronik seperti kamera, laptop dan *note book*, yang saat ini memiliki harga yang cukup tinggi [1].

Pada proses pemesinan, magnesium memiliki karakteristik pemotongan yang sangat baik dan menguntungkan seperti kekuatan potong spesifik yang rendah, potongan gram yang pendek, keausan pahat yang relatif rendah, kualitas permukaan yang baik serta dapat dipotong pada kecepatan pemotongan dan pemakanan yang tinggi. Dengan perbandingan gaya pemotongan spesifik rendah berarti tuntutan kinerja untuk pemesinan magnesium adalah sangat rendah dibandingkan logam lain [1].

Meski demikian magnesium juga dikenal sebagai bahan logam yang mudah terbakar karena memiliki titik nyala yang rendah, seperti paduan magnesium AZ31.Untuk menurunkan suhu pemotongan pada proses pemesinan magnesium operator biasa menggunakan cairan pendingin.Namun dalam perkembangannya proses pemesinan dengan menggunakan cairan pendingin berusaha untuk diminimalisir, hal ini dikaitkan dengan adanya isu pencemaran lingkungan, kesehatan operator dan penambahan biaya operasional untuk pengadaan cairan pendingin. Selain itu pembuangan limbah dari cairan pendingin harus melalui beberapa proses pengolahan terlebih dahulu agar komposisi limbah tidak melebihi batas ambang yang diijinkan, sehingga dapat disimpulkan penggunaan cairan pendingin ini memerlukan biaya produksi yang mahal [2].

Kekurangan dari proses pemesinan diatas mengawali inovasi terbaru dalam proses pemesinan yaitu pemesinan kering (*dry machining*). Pemesinan kering atau dalam dunia manufaktur dikenal dengan pemesinan hijau (*green machining*) merupakan suatu cara proses pemesinan atau pemotongan logam tanpa menggunakan cairan pendingin melainkan menggunakan partikel udara sebagai media pendingin selama proses pemesinan berlangsung untuk menghasilkan suatu produk yang diinginkan dengan maksud untuk mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas serta ramah lingkungan [3].

Namun dalam penggunaannya, pemesinan kering memiliki permasalahan yang mendasar yaitu temperatur pahat yang dihasilkan relatif tinggi sehingga beresiko menimbulkan cacat serta ketidak akuratan pada ukuran benda kerja, hal ini tentu saja berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Mahayatra [4] menambahkan pada material tertentu kekasaran permukaan produk dengan metode pemesinan kering tidak sehalus produk dengan metode pemotongan menggunakan cairan pendingin. Hal ini menyimpulkan bahwasanya tingkat kualitas permukaan sangatlah dipengaruhi oleh temperatur pemotongan yang dihasilkan oleh pahat potong.

Salah satu metode untuk menurunkan suhu pemotongan serta untuk meningkatkan produktivitas pemesinan yang telah dicoba adalah dengan menggunakan pahat potong berputar pada proses pemesinan bubut [1]. Dalam metode pemotongan dengan pahat potong berputar, mata pisau (*cutting edge*) mengalami pendinginan selama periode tanpa pemotongan (*non cutting period*) dalam satu putaran pahat potong. Selama periode itu diharapkan suhu pahat potong dapat menurun.

Selain dari aspek suhu pemotongan untuk meningkatkan produktivitas pemesinan juga harus memperhatikan aspek kekasaran permukaan. Sebab kekasaran permukaan merupakan salah satu karakteristik kualitas kritis yang penting pada proses pemesinan. Kekasaran permukaan memiliki peranan penting karena dapat mempengaruhi koefisien gesek dari suatu komponen apabila komponen tersebut dipasangkan dengan komponen lainnya.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan maka dilakukan penelitian analisa nilai kekasaran permukaan paduan magnesium AZ31 yang dibubut menggunakan pahat potong berputar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan magnesium AZ31 pada proses pemesinan bubut menggunakan pahat potong berputar.

Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Produksi, Universitas Lampung. Bahan yang digunakan pada penelitian adalah paduan magnesium AZ31 (Kandungan Al 3 % dan Kandungan Zink 1 %). Berikut merupakan table fisik magnesium AZ31.

Pemesinan dilakukan pada mesin bubut konvensional PINACHO sebagaimana yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Dengan menggunakan sistem pahat potong berputar dengan *insert* berdiameter 16 dan 20 mm. Berikut adalah gambar serta spesifikasi dari sistem pahat potong berputar.

Tabel 1. Sifat fisik magnesium AZ31

Sifat Fisik	Magnesium Paduan
Titik cair, K	922 K
Titik didih, K	1380 K
Energi ionisasi 1	738 kJ/mol
Energi ionisasi 11	1450 kJ/mol
Kerapatan massa (ρ)	1,74 g/cm ³
Jari-jari atom	1,60 Å
Kapasitas panas	1,02 J/gK
Potensial ionisasi	7,646 Volt
Konduktivitas kalor	156 W/mK
Entalpi penguapan	127,6 kJ/mol
Entalpi pembentukan	8,95 kJ/mol



Gambar 1. Sistem pahat potong berputar

Tabel 2. Spesifikasi Sistem Pahat Potong Berputar

Spesifikasi Sistem Pahat Putar

Merk motor	AXUM590-A
Jenis pahat	<i>Insert-propeller</i>
Material pahat	<i>PVD Coated Cermet</i>
Kecepatan putaran pahat	0 – 2000 rpm
Arah putaran spindle	CCW
Diameter <i>insert</i>	16 dan 20 mm

Parameter pemotongan paduan magnesium menggunakan pahat potong berputar yang digunakan diantaranya adalah kecepatan putar benda kerja (V_w), kecpatan potong pahat putar (V_t), gerak makan (f), kedalaman potong (d). besar dari variasi yang dibrikat dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 3. Variasi Parameter Pemotongan

Parameter Pemotongan	
Kecepatan putar benda kerja (V_w), m/min	25
	50
	120
	160
	200
Kedalaman Makan (d), mm	0.2
Gerak Makan (f), Mm/rev	0.05
	0.1
Kecepatan pahat putar (V_t), m/min	25
	50
	75

Pengambilan data pada setiap parameter dilakukan sebanyak tiga kali. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Pengukuran nilai kekasaran menggunakan *surface tester* dengan ketelitian 0,01 μm dan pengambilan gambar profil permukaan menggunakan kamera USB dengan pembesaran 40 kali.

Hasil Dan Pembahasan

Pengujian terhadap paduan magnesium AZ31 menggunakan mesin bubut konvensional dengan sistem pahat potong berputar untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan material paduan magnesium AZ31 telah dilakukan dengan berbagai variasi parameter pemesinan, yang diantaranya kecepatan putar benda kerja (Vw) sebesar 25,50,120,160,200 m/min, kecepatan potong pahat putar (Vt) sebesar 25,50,75 m/min, gerak makan (f) 0,05 dan 0,1 mm/rev serta kedalaman potong 0,2 mm. data yang didapat dari proses pemesinan dengan berbagai kondisi, menghasilkan data yang beragam seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5 dengan penggunaan *insert* 16 mm, sedangkan Tabel 6 dan 7 menunjukkan data nilai kesaran dengan menggunakan *insert* 20 mm.

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Nilai kekasaran dengan gerak makan (f) 0,05 mm/rev menggunakan *insert* berdiameter 16 mm.

Kecepatan Benda Kerja Vw, m/menit	Gerak Makan f, m/ref	Kedala man Potong d, mm	Kecepatan Potong Pahat Putar Vt, m/menit	Nilai Kekasaran Ra	
25	0,05	0,2	25	1,83	
			50	1,2	
			75	1,01	
50	0,05	0,2	25	1,53	
			50	1,08	
			75	0,86	
120	0,05	0,2	25	1,45	
			50	1,04	
			75	0,81	
160	0,05	0,2	25	1,18	
			50	0,96	
			75	0,62	
200	0,05	0,2	25	0,77	
			50	1,26	
			75	1,54	

Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Nilai kekasaran dengan gerak makan (f) 0,1 mm/rev menggunakan *insert* berdiameter 16 mm.

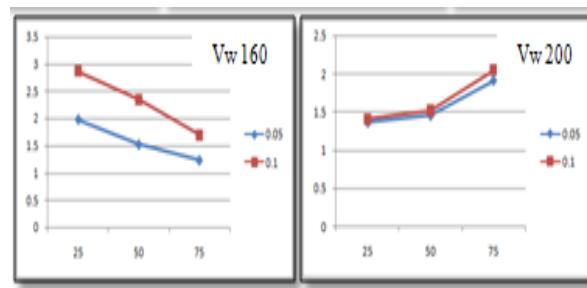
Kecepatan Benda Kerja Vw, m/menit	Gerak Makan f, m/ref	Kedala man Potong d, mm	Kecepatan Potong Pahat Putar Vt, m/menit	Nilai Kekasaran Ra	
25	0,1	0,2	25	1,88	
			50	1,43	
			75	1,23	
50	0,1	0,2	25	1,69	
			50	1,19	
			75	1,14	
120	0,1	0,2	25	1,49	
			50	1,18	
			75	0,9	
160	0,1	0,2	25	1,4	
			50	1,14	
			75	0,73	
200	0,1	0,2	25	1,3	
			50	1,71	
			75	1,84	

Tabel 6. Data Hasil Pengukuran Nilai kekasaran dengan gerak makan (f) 0,05 mm/rev menggunakan *insert* berdiameter 20 mm.

Kecepatan Benda Kerja Vw, m/menit	Gerak Makan f, m/ref	Kedala man Potong d, mm	Kecepatan Potong Pahat Putar Vt, m/menit	Nilai Kekasaran Ra	
25	0,05	0,2	25	1,18	
			50	0,84	
			75	0,75	
50	0,05	0,2	25	1,28	
			50	1,02	
			75	0,9	
120	0,05	0,2	25	1,67	
			50	1,45	
			75	1,15	
160	0,05	0,2	25	1,98	
			50	1,52	
			75	1,23	
200	0,05	0,2	25	1,37	
			50	1,46	
			75	1,91	

Tabel 7. Data Hasil Pengukuran Nilai kekasaran dengan gerak makan (f) 0,1 mm/rev menggunakan *insert* berdiameter 20 mm.

Kecepatan Benda Kerja Vw, m/menit	Gerak Makan f, m/ref	Kedala man Potong d, mm	Kecepatan Potong Pahat Putar Vt, m/menit	Nilai Kekasaran Ra		
					0,05	0,1
25	0,1	0,2	25	1,34		
			50	0,95		
			75	0,78		
50	0,1	0,2	25	1,45		
			50	1,06		
			75	0,97		
120	0,1	0,2	25	2,20		
			50	2,11		
			75	1,19		
160	0,1	0,2	25	2,86		
			50	2,34		
			75	1,69		
200	0,1	0,2	25	1,31		
			50	1,41		
			75	2,05		

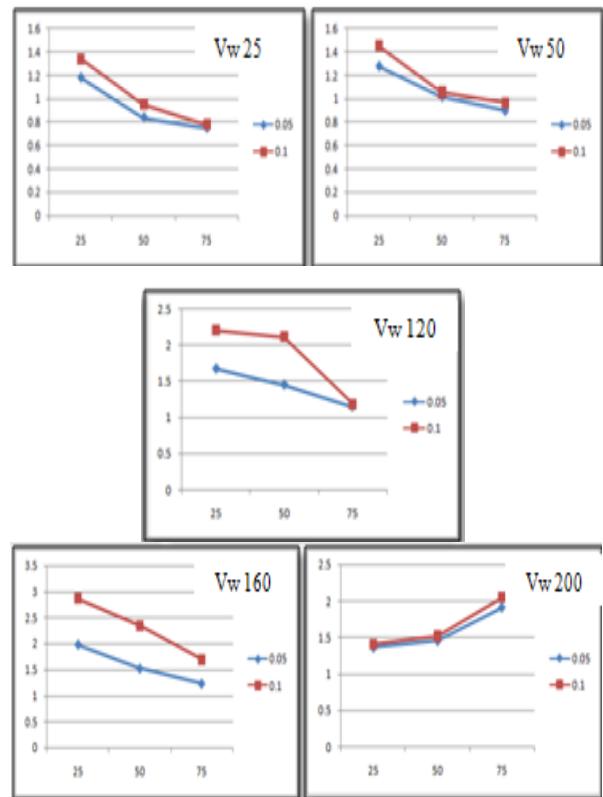
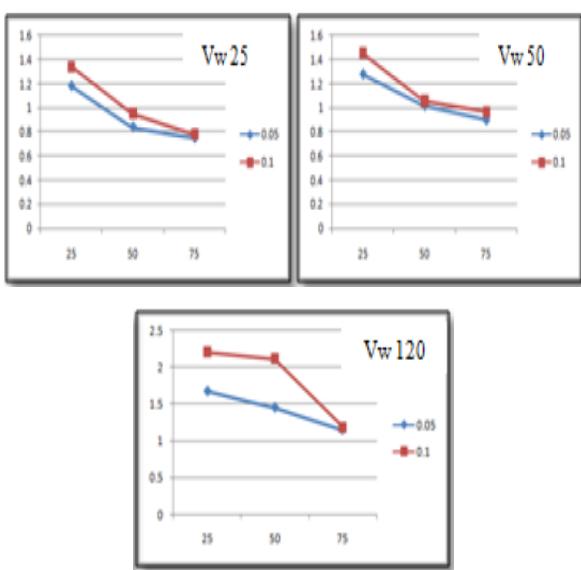


Gambar 2. Grafik perbandingan gerak makan (f) terhadap kecepatan potong pahat putar menggunakan insert 16 mm.

Gambar 2 menunjukkan perbandingan nilai keksaran antara gerak makan 0,05 dan 0,1 mm/rev pada penggunaan insert 16 mm, sedangkan Gambar 3 menunjukkan perbandingan nilai keksaran antara gerak makan 0,05 dan 0,1 mm/rev pada penggunaan insert 20 mm. Di mana nilai keksaran yang dihasilkan pada gerak makan 0,1 mm/rev lebih tinggi dibandingkan nilai keksaran pada gerak makan 0,05 mm/rev pada setiap kondisi pemotongan.

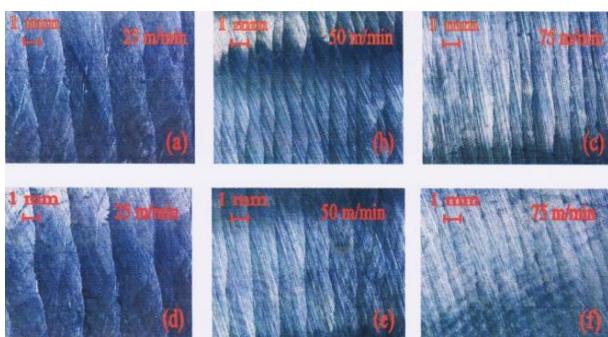
Perbandingan nilai keksaran pada gerak makan 0,05 dan 0,1 mm/rev

Berikut ini adalah grafik perbandingan nilai keksaran pada gerak makan 0,05 dan 0,1 mm/rev terhadap kecepatan potong pahat putar (Vt) pada setiap kondisi putaran benda kerja (Vw).



Gambar 3. Grafik perbandingan gerak makan (f) terhadap kecepatan potong pahat putar menggunakan *insert* 20 mm.

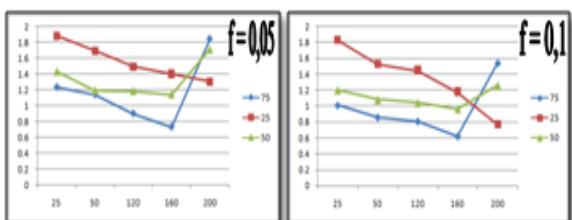
Hal tersebut senada dengan pernyataan Darmanto [5], di mana beliau juga menyatakan bahwa harga *feeding* sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan, semakin besar harga *feed* maka semakin besar tingkat kekasarannya. Hal ini diakibatkan ketika semakin besar feed menyebabkan jarak antar sayatan pada benda kerja semakin jauh sehingga keksaran permukaan benda kerja akan semakin besar. Dapat dilihat dari gambar profil permukaan pada kondisi V_w 25 m/min berikut ini:



Gambar 4. Perbandingan profil permukaan benda kerja antara gerak makan 0,05 dan 0,1 mm/rev menggunakan *insert* berdiameter 16 mm.

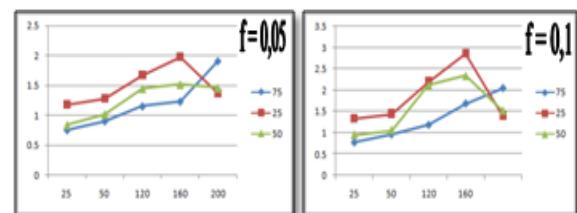
Gambar 4 (a) (b) (c) menunjukkan profil permukaan benda kerja dengan menggunakan gerak makan 0,05 mm/rev sedangkan gambar 4 (d) (e) (f) menunjukkan profil permukaan menggunakan gerak makan 0,1 mm/rev. Di mana pada gerak 0,1 mm/rev makan profil yang dihasilkan terlihat lebih kasar dibandingkan pada gerak makan 0,05 mm/rev.

Pengaruh Kecepatan Putaran Benda Kerja (V_w) terhadap Nilai Kekasaran (R_a)



Gambar 5. Grafik hubungan antara kecepatan putar benda kerja (V_w) terhadap nilai kekasaran menggunakan *insert* 16 mm.

Gambar 5 menunjukkan pengaruh variasi putaran benda kerja terhadap nilai kekasaran pada penggunaan *insert* 16 mm. Di mana nilai kekasaran yang dihasilkan secara keseluruhan mengalami penurunan seiring semakin tingginya putaran benda kerja. Namun pada putaran benda kerja tinggi 200 m/min ditemukan fenomena yang berbeda, di mana pada kondisi ini nilai keksaran yang dihasilkan tidak sama. Pada putaran pahat 25 m/min nilai kekasaran yang dihasilkan tetap semakin rendah sedangkan pada kondisi putaran pahat 50 dan 75 m/min nilai kekasaran yang dihasilkan pada putaran tinggi 200 m/min justru semakin besar.



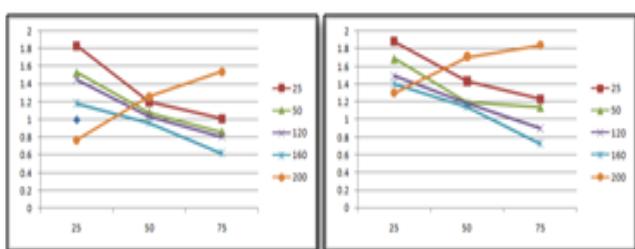
Gambar 6. Grafik hubungan antara kecepatan putar benda kerja (V_w) terhadap nilai kekasaran menggunakan *insert* 20 mm.

Pada penggunaan *insert* 20 mm nilai keksaran yang dihasilkan justru berbanding terbalik. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, di mana secara keseluruhan nilai kekasaran yang dihasilkan semakin meningkat seiring smakin tingginya putaran benda kerja. Hal ini diakibatkan oleh radius pahat yang lebih besar sehingga area pemakanan menjadi lebih besar dan waktu pemakanan yang terjadi semakin singkat. Di mana Chou [6] juga menyatakan pada penelitiannya bahwa radius pojok memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan yang signifikan dalam proses pemotongan. Pada penggunaan *insert* 20 mm ini, terjadi fenomena yang berbeda juga pada kondisi putaran benda kerja tinggi 200 m/min. di mana nilai kekasaran yang dihasilkan pada putaran pahat 25 dan 50 m/min mengalami penurunan sedangkan pada putaran benda

kerja 75 m/min nilai kekasaran yang dihasilkan tetap meningkat.

Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada penelitian ini penggunaan parameter kecepatan putar benda kerja tinggi 200 m/min tidak direkomendasikan untuk dilakukan, karena berdasarkan data yang dihasilkan pada penelitian ini nilai keksaran yang didapat tidak lebih baik.

Pegaruh kecepatan potong pahat putar (Vt) tehadap nilai keksaran (Ra)



Gambar 7. Grafik hubungan antara kecepatan potong pahat putar (Vt) terhadap nilai kekasaran menggunakan insert 16 mm.

Nilai kekasaran permukaan benda kerja yang dimesin menunjukkan bahwa pada kecepatan benda kerja 25 m/min, nilai kekasaran permukaan tinggi. Bila kecepatan potong ditingkatkan menjadi 50 m/min dan 75 m/min, nilai kekasaran permukaan yang diukur menunjukkan penurunan secara teratur. Hal ini menyatakan bahwa parameter kecepatan putar pahat potong berkorelasi langsung terhadap nilai kekasaran permukaan yang dimesin. Bagaimanapun juga, pada kecepatan benda kerja 200 m/min, jika kecepatan putar pahat ditingkatkan, baik ke 50 m/min atau ke 75 m/min, nilai kekasaran permukaan yang mesin meningkat secara teratur. Dengan demikian, keadaan ini menyatakan bahwa kecepatan potong yang tinggi (200 m/min) tidak memberikan keadaan permukaan yang lebih baik. Oleh karena itu, pada pemesinan magnesium menggunakan pahat putar, kecepatan putar pahat potong memiliki batas.

Kesimpulan

1. Nilai kekasaran minimum didapatkan pada parameter putaran benda kerja (Vw) 160 m/min pada kecepatan potong pahat putar (Vt) 75 m/min dengan gerak makan 0,05 mm/rev dan kedalaman potong 0,2 mm menggunakan *insert* 16 mm yaitu 0,62 μm , sedangkan nilai kekasaran maksimum didapatkan pada parameter putaran benda kerja (Vw) 160 mm/min pada kecepatan potong pahat putar (Vt) 25 m/min dengan gerak makan 0,1 mm/rev dan kedalaman potong 0,2 mm menggunakan *insert* 20 mm yaitu 2,86 μm .
2. Pada penggunaan *insert* 16 mm, semakin tinggi kecepatan putaran benda kerja dan semakin tinggi kecepatan potong pahat putar maka nilai kekasaran yang dihasilkan akan semakin rendah, sedangkan padapenggunaan *insert* 20 mm, semakin tinggi putaran benda kerja dan semakin tinggi kecepatan potong pahat putar maka nilai kekasaran yang dihasilkan akan semakin tinggi.
3. Terjadinya fenomena yang berbeda pada parameter kecepatan putaran benda kerja 200 m/min. Di mana pada kondisi ini nilai kekasaran yang dihasilkan meningkat seiring dengan peningkat kecepatan putar pahat potong, sehingga dinyatakan bahwa kecepatan benda kerja mempunyai batas maksimum.

Daftar Pustaka

- [1] Harun, S., 2009, Cutting Temperature Measurement in Turning with Actively Driven Rotary Tool. Key Engineering Materials, Vol. 389-390, pp. 138-14.
- [2] Kauppinen, V., 2002, Environmentally reducing of coolant in metal cutting, proceedings University's Days 8th International Conference, Helsinki University of Technology.
- [3] Molinary and Nouari. 2003, Dry cutting of the CIRO RWTH.
- [4] Mahayarta, I Gde, 2013, Permesinan Kering Dry Machining. Tugas Akhir. Universitas Lampung.

- [5] Darmanto, A., Zubaidi, I., Syafa'at., 2012, Analisi Pengaruh Kecepatan Putar Dan Kcepatan Pemakanan Terhadap Kekerasan Prmukaan MaterialPada Mesin Bubut. Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- [6] Wang,M,T. dan Chou,H,Y., 2003, Risk Allocation and Risk Handling of Handling of Highway Projects in Taiwan. Journal of Management in Engineering, ASCE. April
- [7] Saputro dan Herman, 2014, Karakteristik Tingkat Kekerasan Permukaan Baja ST 40 Hasil pemesinan Cnc Milling zk 7070 Efek dari Kecepatan Pemakanan dan Awal Waktu Pemberian Pendingin. Pendidikan Teknik Mesin UNS. Surakarta.