

Pengaruh jenis proses pemotongan pada mesin milling terhadap getaran dan kekasaran permukaan dengan material aluminium 6061

Okky Nugra Retyawan¹, Indri Yaningsih², Heru Sukanto²

¹Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta

²Staff Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta
Email korespondensi: indrimesinuns@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis proses pemotongan pada mesin penggilingan terhadap getaran dan kekasaran permukaan aluminium 6061. Spesimen dibuat dengan menggunakan tipe pemotongan face milling, profile milling, pocket milling, slot milling, dan pengeboran. Pengambilan data kekasaran permukaan dilakukan pada semua jenis proses pemotongan dengan menggunakan tes kekasaran permukaan dan data getaran yang diambil selama proses pemotongan pada jenis proses pemotongan menggunakan meter getaran. Hasilnya menunjukkan nilai kekasaran permukaan dan getaran pada face milling sebesar $0,5368 \mu\text{m}$ dan $1,03 \text{ m/s}^2$, profile milling $1,0984 \mu\text{m}$ dan $1,49 \text{ m/s}^2$, pocket milling $1,1004 \mu\text{m}$ dan $1,73 \text{ m/s}^2$, slot milling $1,4888 \mu\text{m}$ dan $2,44 \text{ m/s}^2$, dan pengeboran $1,9944 \mu\text{m}$ dan $18,62 \text{ m/s}^2$. Jenis proses pemotongan pada mesin milling berpengaruh pada getaran dan kekasaran permukaan. Setiap jenis proses pemotongan memiliki gaya potong yang berbeda. Semakin besar gaya pemotongan yang terjadi pada setiap jenis proses pemotongan, semakin besar nilai getaran dan kekasaran permukaan terjadi.

Kata kunci: penggilingan, proses pemotongan, kekerasan permukaan, getaran.

Abstract

This research aims to determine the effect of the cutting process type on a milling machine to vibration and surface roughness of the aluminum 6061. The specimens were made using a cutting process type face milling, profile milling, pocket milling, slot milling, and drilling. Surface roughness data retrieval is done on any type of cutting process using a surface roughness tester and vibration data was taken during a cutting process on any cutting process type using a vibration meter. The results showed the value of surface roughness and vibration in face milling of $0,5368 \mu\text{m}$ and $1,03 \text{ m/s}^2$, profile milling of $1,0984 \mu\text{m}$ and $1,49 \text{ m/s}^2$, pocket milling of $1,1004 \mu\text{m}$ and $1,73 \text{ m/s}^2$, slot milling of $1,4888 \mu\text{m}$ and $2,44 \text{ m/s}^2$, and drilling of $1,9944 \mu\text{m}$ and $18,62 \text{ m/s}^2$. Cutting process type on a milling machine having an influence on the vibrations and surface roughness. Each cutting process type has a different cutting force. The greater the cutting force that occurs in every cutting process type, the greater the value of the vibration and the surface roughness happened.

Keywords: milling, cutting process, surface roughness, vibration.

1. Pendahuluan

Penggunaan bahan dengan berat jenis yang rendah adalah cara yang efektif untuk mengurangi berat struktur. Aluminium paduan adalah yang paling umum digunakan sebagai bahan pengganti baja karena selain lebih ringan, aluminium juga mempunyai sifat-sifat tahan korosi, kekuatan dan ductility yang cukup baik. Industri manufaktur semakin beralih ke aluminium sebagai bahan pembuat komponen. Pada penelitian ini digunakan aluminium 6061 sebagai material uji. Aluminium paduan pada seri 6000 mengandung silikon dan magnesium yang membentuk magnesium silisida, sehingga membuat aluminium paduan seri ini *heat-treatable*. Meski lebih lemah dari kebanyakan aluminium paduan seri 2000 dan 7000 namun aluminium jenis ini jadi mudah dibentuk dan memiliki daya tahan medium terhadap korosi [1].

Sebuah perusahaan yang bergerak di bidang Engineering menyediakan mesin-mesin untuk proses produksi baik yang bekerja secara manual maupun CNC (Computer Numerical Control). Karena suatu tuntutan yang harus dipenuhi dalam bidang engineering seperti dimensi dengan toleransi yang sangat kritis, maka mesin CNC banyak dipilih oleh perusahaan karena mempunyai kelebihan dari pada mesin manual/konvensional yaitu lebih teliti dan lebih cepat dalam proses permesinan baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Pada penelitian ini digunakan mesin milling CNC MITSUBISHI M-70 type 2M-2825P. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi keunggulan CNC dibandingkan mesin konvensional diantaranya adalah : tidak banyak setting, tool berpindah secara otomatis sesuai program yang diminta, pergerakan mesin dapat dimonitor pada

layar monitor, tingkat error kecil, dan efisiensi waktu [2].

Adanya mesin CNC, pembuatan komponen mesin akan semakin efisien dan dengan ketelitian yang tinggi namun suatu hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi tersebut. Pada dasarnya setiap pekerjaan mesin mempunyai persyaratan kualitas permukaan (kekasaran permukaan) yang berbeda-beda, tergantung dari fungsinya. Kualitas permukaan hasil pembubutan dapat dilihat dari kekasaran permukaannya. Makin halus permukaannya makin baik pula kualitasnya, sehingga cukup beralasan juga apabila kekasaran permukaan hasil pembubutan diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan yang sehalus mungkin. Sudah dilakukan beberapa penelitian tentang apa saja yang mempengaruhi kekasaran penelitian, antara lain dari penelitian [3] mengenai parameter permesinan optimum pada operasi CNC *End Milling*. Penelitian tersebut dilakukan dengan pemotongan flat mill 16 mm pada bahan AISi dengan pahat end mill HSS empat *flute*. Hasil penelitian didapatkan bahwa kekasaran permukaan (R_a) terbukti tergantung pada *spindle speed* (n), *feed rate* (f) serta *depth of cut* (t). Produktifitas tertinggi dapat diraih pada *feed rate* = 500 mm/menit, *depth of cut* = 1,5 mm, serta *spindle speed* = 1800-2000 rpm.

[4] melakukan penelitian tentang proses pembubutan menggunakan mesin bubut yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh *feed motion* kondisi *chatter* terhadap kekasaran permukaan benda kerja dengan menggunakan baja S45C sebagai materialnya. Dari penelitian ini diperoleh data berupa amplitudo getaran yang terjadi selama proses pembubutan dan kekasaran permukaan benda kerja. Dari hasil penelitian ini diperoleh kekasaran permukaan paling rendah adalah pada *feed motion* 0,045 mm/rev dengan nilai kekasaran permukaan 5,47 μm . Untuk data amplitudo getaran paling rendah juga terjadi pada *feed motion* 0,045 mm/rev dengan nilai sebesar 121,4875 m/s^2 . Semakin besar *feed motion* akan menghasilkan gaya yang juga semakin besar yang mempengaruhi amplitudo getaran selama proses pembubutan dan akan memperbesar nilai kekasaran permukaan benda kerja.

[5] telah melakukan penelitian tentang hubungan kekasaran permukaan, keausan pahat, dan getaran pada pahat dalam proses *high speed milling*. Pada penelitian ini [5] menggunakan *hardened* AISI H13 *steel* sebagai material ujinya dan pahat yang digunakan adalah pahat panjang dengan diameter yang kecil. Pahat ini biasa digunakan pada pembuatan cetakan dengan lubang yang dalam dan diameter yang kecil. Tantangan pada penelitian yang dilakukan [5] adalah bagaimana meminimalisir getaran yang terjadi pada pahat meskipun menggunakan pahat yang sangat rapuh bila dibandingkan dengan pahat yang lain. Selain itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas permukaan benda kerja yang baik dan umur

pahat yang panjang. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa keausan pahat tidak terlalu berpengaruh walau proses pemotongan berlangsung lama (400 menit), karena *nose* pada pahat tidak terlalu mengalami kerusakan. Meskipun sedikit, keausan pahat berpengaruh pada *tool run-out*. Kesimpulan selanjutnya dari penelitian [5] ini adalah kekasaran permukaan yang baik dari benda kerja dan umur yang panjang dari pahat dapat diperoleh dengan syarat frekuensi pada proses *milling* tidak menghasilkan nilai FRF yang tinggi.

[6] melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengamati pengaruh sudut geram terhadap batas stabilitas *chatter* pada proses bubut dengan besar *rake angle* 0° sampai 25° dengan tahapan 5° . Untuk itu pada penelitian ini dilakukan eksperimen proses pemotongan pada mesin bubut dengan panjang bebas benda kerja dari rahang 150 mm dan tanpa penumpu *tailstock*. Kondisi pemotongan *dry cutting* dengan parameter pemotongan *fix* untuk putaran *spindle* 260 rpm, *feeding* 0,056 mm/rev, sudut potong utama K_r 45° . Sedangkan *depth of cut* dimulai dari 0,25 mm untuk setiap kali pemotongan hingga diperoleh *chatter*. Pahat yang digunakan berbahan HSS dan benda kerja yang dipakai adalah *mild steel ST 41* berdiameter 38,1 mm. Hasil eksperimen menunjukkan terdapat kenaikan batas stabilitas *chatter* dari kedalaman potong kritis 0,25 mm menjadi 5,75 mm untuk masing-masing *rake angle* 0° dan 25° . Hasil ini dapat dipakai bagi operator untuk menghindari kerugian ekonomis yang dapat timbul sebagai akibat dari pemilihan kedalaman potong sembarang dan jauh dibawah batas stabil.

[7] melakukan penelitian menggunakan pahat *ball nose end mill* berbahan karbida dengan proses *miling* konvensional pada material aluminium 6061. Menggunakan tiga variasi kecepatan *spindle* yaitu 700, 800, 900 rpm; tiga variasi laju pemakanan yaitu 100, 200, 300 mm/menit; dan variasi jumlah mata pahat yaitu mata pahat berjumlah 2 dan 4. Setiap spesimen diuji kekasaran permukaannya (R_a). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *feed rate* (laju pemakanan) mempunyai pengaruh yang positif (berbanding lurus) yaitu semakin tinggi maka kekasaran permukaan semakin besar, sedangkan *Spindle Speed* (kecepatan *spindle*) dan jumlah mata pahat berpengaruh negatif (berbanding terbalik) yaitu semakin tinggi dan banyak maka kekasaran permukaan semakin kecil.

2. Metode

Alat dan Bahan

Alat yang dipergunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mesin *Milling CNC* (MITSUBISHI M-70 type 2M-2825P)
2. *Surface roughness tester* (Mitutoyo surfest SJ 201 series)

3. *Piezoelectric accelerometer*
4. *Vibration meter*
5. Pahat
6. Jangka sorong

Bahan yang dipergunakan untuk penelitian adalah Aluminium 6061. Adapun komposisi kimianya Si 0,6 %; Cu 0,28 %; Mg 1,0 %, dan Cr 0,20 %.

Pembuatan Spesimen

Tahap Penyiapan Alat dan Bahan Penelitian

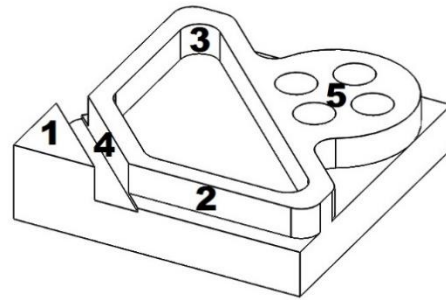
Langkah pertama yaitu menyiapkan komponen-komponen perlengkapan mesin. Spesimen yang digunakan adalah aluminium 6061 dengan pemakaian parameter pemotongan sebagai berikut : kecepatan spindle 2000 rpm, laju pemakanan 71 mm/menit, dan kedalaman pemakanan 1 mm. Langkah kedua menyiapkan perlengkapan dan mengkalibrasi *vibration meter* dan *surface roughness tester*. Langkah ketiga memasang *piezoelectric accelerometer* pada ragum mesin *milling CNC*. Langkah keempat memotong benda kerja sesuai dengan dimensi perencanaan.

Tahap Pembuatan Spesimen Uji

Tahap ini proses pembuatan spesimen uji. Secara sistematis langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini untuk membuat spesimen uji akan dijabarkan di bawah. Langkah pertama dalam membuat spesimen uji adalah membuat program *milling CNC* terlebih dahulu. Setelah program selesai dibuat, menguji program tersebut dengan menjalankan program tersebut tetapi tanpa adanya material. Bila program telah lulus tes uji coba, pasang material yang akan di-*milling*. Lalu jalankan program tersebut.

Tahap Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan dua tahap pengambilan data, yang pertama menggunakan *vibration meter*. Sensor *accelerometer* ditempatkan pada ragum. Hasil dari *vibration meter* berupa data *acceleration* (percepatan) getaran yang menunjukkan amplitudo getaran total sistem proses *milling*. Pada penelitian ini ada lima jenis proses pemotongan yang diteliti yaitu (1) *face milling*, (2) *profile milling*, (3) *pocket milling*, (4) *slot milling*, dan (5) *drilling* seperti dalam Gambar 1. Data di *vibration meter* diambil pada saat pahat melakukan proses pemotongan pada kelima jenis proses berbeda tersebut.



Gambar 1. Jenis proses pemotongan pada spesimen uji.

Pengambilan data yang kedua menggunakan *surface roughness tester* dengan mengatur kedudukan *stylus* (sensor) agar dapat melakukan pengujian kekasaran permukaan untuk seluruh segmen pada benda kerja seperti dalam Gambar 2. Dilakukan beberapa kali pengulangan pengujian tingkat kekasaran permukaan dengan menggunakan *surface roughness tester* untuk mengetahui nilai kekasarannya.



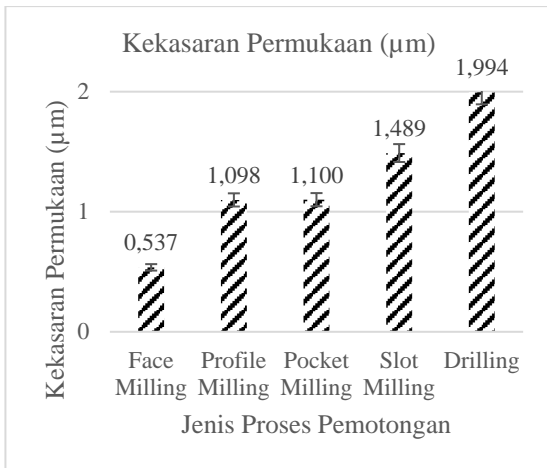
Gambar 2. Skema pengambilan data kekasaran permukaan.

Tahap Analisa Data

Setelah melakukan pengambilan data, menampilkan data getaran, dan kekasaran permukaan kemudian menganalisa apakah pengaruh jenis proses pemotongan terhadap getaran dan kekasaran permukaan pada proses *milling CNC*.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Proses Pemotongan terhadap Kekasaran Permukaan



Gambar 3. Hubungan jenis proses pemotongan terhadap kekasaran permukaan.

Gambar 3 menunjukkan nilai kekasaran permukaan dari setiap proses pemotongan, secara berurutan dari nilai terkecil (kekasaran permukaan terhalus) adalah proses *face milling*, *profile milling*, *pocket milling*, *slot milling*, dan *drilling*. Proses *face milling* memiliki nilai kekasaran permukaan terkecil dari keempat proses pemotongan lainnya yaitu sebesar 0,5368 µm hal ini dikarenakan pada proses *face milling* menggunakan pahat berdiameter terbesar yaitu pahat *end mill* 20 mm. Secara teoritis nilai kekasaran permukaan dipengaruhi oleh geometri pahat dan *feed rate* [8] Karena dalam penelitian ini *feed rate* semua proses pemotongan sama yaitu sebesar 71 mm/menit maka yang membedakan proses *face milling* dengan proses yang lain hanya geometri pahat saja. Semakin besar diameter pahat yang digunakan maka semakin kecil (halus) nilai kekasaran permukaannya.

Proses pemotongan dengan nilai kekasaran permukaan yang lebih besar (kasar) dari proses *face milling* adalah proses *profile milling*. Proses *face milling* memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar 0,5368 µm dan proses *profile milling* memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar 1,0984 µm. Kedua proses pemotongan ini menggunakan kecepatan spindle yang sama, *feed rate* yang sama, dan kedalaman pemakanan yang sama. Perbedaan yang paling signifikan dari kedua proses pemotongan ini adalah ukuran diameter pahat dan mata pahat yang menyentuh benda kerja, dalam proses *face milling* bagian muka dari pahat yang bersentuhan langsung dengan benda kerja sedangkan pada proses *profile milling* bagian sisi pahat yang bersentuhan langsung dengan benda kerja. Faktor yang memberi pengaruh terhadap terjadinya kekasaran permukaan adalah sudut mata pahat yang bersentuhan langsung dengan benda kerja. Pada sisi pahat memiliki sudut ketajaman yang lebih baik bila dibanding dengan sisi muka pada pahat, hal ini berpengaruh pada geram atau serpihan yang dihasilkan tidak melekat pada mata pahat atau permukaan benda kerja. Secara teori sisi samping mata pahat yang memiliki sudut ketajaman yang lebih baik maka akan menggores permukaan dengan cepat

pada kecepatan tinggi sehingga akan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang rendah (halus), namun pada penelitian ini proses pemotongan *face milling* mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang lebih rendah (halus) dari proses pemotongan *profile milling* [9] Perbedaan nilai kekasaran permukaan yang terjadi ini disebabkan karena perbedaan diameter pahat yang dipakai pada kedua proses pemotongan ini. Pada proses pemotongan *face milling* menggunakan pahat *end mill* berdiameter 20 mm sedangkan pada proses pemotongan *profile milling* menggunakan pahat *end mill* berdiameter 8 mm, karena perbedaan ukuran diameter yang dipakai inilah yang menyebabkan nilai kekasaran proses pemotongan *profile milling* menjadi lebih besar (kasar) jika dibanding dengan proses pemotongan *face milling*.

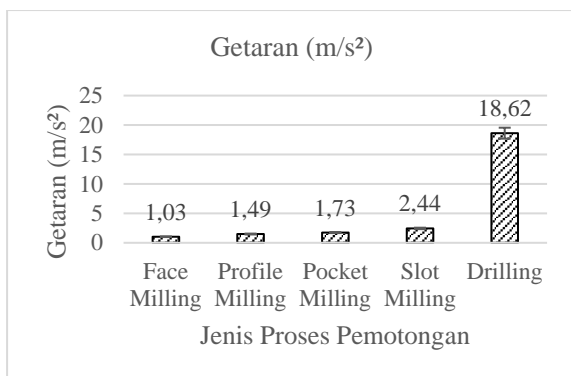
Proses pemotongan *profile milling* dan *pocket milling* ini memiliki nilai kekasaran permukaan yang tidak jauh berbeda, untuk proses pemotongan *profile milling* memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar 1,0984 µm dan proses *pocket milling* memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar 1,1004 µm. Selisih nilai kekasaran permukaan kedua proses ini hanya 0,002 µm. Kedua proses pemotongan ini menggunakan pahat yang sama, diameter yang sama, kecepatan spindle yang sama, *feed rate* yang sama, dan kedalaman pemakanan yang sama. Perbedaan dari proses pemotongan *profile milling* dan *pocket milling* adalah sisi mata pahat yang menyentuh benda kerja. Pada proses *profile milling* hanya sisi samping dari mata pahat yang menyentuh benda kerja sedangkan pada proses *pocket milling* sisi samping dan sisi muka dari pahat menyentuh benda kerja. Faktor yang memberi pengaruh terhadap terjadinya kekasaran permukaan adalah sudut mata pahat yang bersentuhan langsung dengan benda kerja, namun oleh adanya perbedaan luasan mata pahat yang menyentuh benda kerja maka proses pemotongan *pocket milling* memiliki nilai kekasaran permukaan sedikit lebih besar dari proses pemotongan *profile milling*.

Proses pemotongan *slot milling* memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar 1,4888 µm, selisih 0,3884 µm dari proses pemotongan *pocket milling* dari yang memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar 1,1004 µm. Proses pemotongan *slot milling* menggunakan pahat dengan ukuran diameter yang sama dengan proses pemotongan *profile milling* dan *pocket milling* yaitu sebesar 8 mm. Perbedaan nilai kekasaran permukaan yang terjadi dikarenakan pada proses *slot milling* mata pahat yang menyentuh permukaan benda kerja lebih banyak. Pada proses pemotongan *profile milling* hanya seperempat bagian sisi samping pahat saja yang menyentuh benda kerja lalu pada proses pemotongan *pocket milling* seperempat bagian sisi samping dan muka pahat yang menyentuh benda kerja dan pada proses *slot milling* setengah bagian sisi samping dan muka pahat yang menyentuh bagian benda kerja. Besarnya luasan

permukaan pahat yang menyentuh benda kerja menyebabkan geram yang dihasilkan mempunyai ukuran yang lebih besar dan hal ini sering menyebabkan geram menempel pada pahat dan ikut mengores permukaan benda kerja [9] hal ini yang menyebabkan nilai kekasaran permukaan proses pemotongan *slot milling* lebih besar (kasar).

Proses pemotongan *drill* memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling besar (kasar) yaitu 1,9944 μm . Proses ini memiliki selisih nilai kekasaran permukaan 0,5056 μm dari proses pemotongan *slot milling* yang memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar 1,4888 μm . Perbedaan proses pemotongan *drill* dengan proses pemotongan yang lain adalah pahat yang dipakai pada proses ini memiliki 2 buah mata pahat sedangkan pahat pada proses lain memiliki 4 buah mata pahat. Proses pemotongan *drill* menggunakan pahat dengan 2 buah mata pahat karena pada proses ini beban yang terjadi pada pahat sangat besar sehingga dibutuhkan pahat yang kuat. Pahat dengan 2 buah mata pahat memiliki dimensi lebih besar pada tiap mata pahatnya tidak seperti pahat dengan 4 buah mata pahat yang memiliki dimensi lebih kecil pada tiap mata pahatnya. Bila menggunakan pahat dengan 4 buah mata pahat kemungkinan pahat akan patah lebih besar bila dibandingkan menggunakan pahat dengan 2 buah mata pahat. Pahat dengan 2 mata pahat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan karena semakin sedikit mata pahat maka pemakanan bergigi menjadi lebih sedikit sehingga geram yang dihasilkan lebih besar, hal inilah yang menyebabkan kekasaran pada proses *drill* memiliki nilai kekasaran permukaan paling besar (kasar).

Pengaruh Jenis Proses Pemotongan terhadap Getaran



Gambar 4. Hubungan proses pemotongan terhadap getaran.

Gambar 4 menunjukkan nilai getaran pada setiap proses pemotongan, secara berurutan dari nilai terkecil adalah *face milling*, *profile milling*, *pocket milling*, *slot milling*, dan *drill*. Proses pemotongan *face milling* memiliki nilai getaran terkecil dari keempat proses pemotongan lainnya yaitu sebesar 1,03 m/s^2 . Perbedaan nilai getaran ini disebabkan karena perbedaan ukuran diameter pahat yang

dipakai. Pada proses pemotongan *face milling* menggunakan pahat end mill berdiameter 20 mm. Diameter pahat yang besar ini menyebabkan pahat berputar lebih stabil saat permukaan pahat memotong benda kerja sehingga nilai getaran yang diperoleh lebih kecil dibanding keempat proses pemotongan lainnya.

Proses pemotongan *profile milling* memiliki nilai getaran yang lebih besar dari proses pemotongan *face milling* yaitu sebesar 1,49 m/s^2 . Proses pemotongan *profile milling* memiliki nilai getaran yang lebih besar dari proses pemotongan *face milling* karena pada proses ini menggunakan pahat end mill dengan diameter 8 mm. Ukuran diameter pahat yang lebih kecil menyebabkan pahat lebih mudah bergetar saat mata pahat memotong permukaan benda kerja.

Proses pemotongan *pocket milling* memiliki nilai getaran sebesar 1,73 m/s^2 . Proses pemotongan *pocket milling* memiliki nilai getaran yang lebih besar dari proses pemotongan sebelumnya yaitu proses pemotongan *profile milling* yang memiliki nilai getaran sebesar 1,49 m/s^2 . Kedua proses ini menggunakan pahat end mill dengan diameter yang sama yaitu 8 mm, kecepatan spindel yang sama yaitu 2000 rpm, laju pemakanan yang sama yaitu 71 mm/menit, dan tebal pemakanan yang sama yaitu 1 mm. Faktor utama yang mempengaruhi besar kecilnya nilai getaran adalah gaya potong saat melakukan proses pemotongan. Semakin besar gaya potong yang dihasilkan maka getaran yang dihasilkan juga akan semakin besar [10]. Pada proses pemotongan *pocket milling* dan *profile milling* digunakan pahat dan parameter pemotongan yang sama maka faktor pembeda kedua proses pemotongan ini adalah lebar pemotongan. Semakin besar lebar pemotongan maka gaya potong juga akan semakin besar [11]. Pada proses pemotongan *profile milling* lebar pemotongan hanya seperempat dari luas permukaan sisi samping pahat namun pada proses *pocket milling* selain seperempat dari luas permukaan sisi samping pahat proses ini juga melakukan pemotongan pada sisi muka pahat. Proses pemotongan *pocket milling* memiliki lebar pemotongan lebih besar dari proses pemotongan *profile milling* hal ini yang menyebabkan proses pemotongan *pocket milling* memiliki nilai getaran yang lebih besar.

Proses pemotongan *slot milling* memiliki nilai getaran sebesar 2,44 m/s^2 . Proses pemotongan *slot milling* ini menggunakan pahat dan parameter yang sama dengan kedua proses sebelumnya yaitu *profile milling* dan *pocket milling*. Alasan proses pemotongan ini memiliki nilai getaran yang lebih besar dari kedua proses pemotongan sebelumnya yaitu perbedaan lebar pemotongan seperti yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya. Pada proses pemotongan *pocket milling* lebar pemotongannya adalah setengah luas permukaan sisi samping pahat dan sisi muka pahat, sedangkan pada proses pemotongan *slot milling*

adalah setengah dari luas permukaan sisi samping pahat dan sisi muka pahat. Proses pemotongan *slot milling* memiliki lebar pemotongan lebih besar dari proses pemotongan *pocket milling* hal ini yang menyebabkan proses pemotongan *slot milling* memiliki nilai getaran yang lebih besar.

Proses pemotongan *drill* memiliki nilai getaran terbesar dari keempat proses pemotongan lainnya yaitu sebesar $18,62 \text{ m/s}^2$. Alasan proses pemotongan ini memiliki nilai getaran yang lebih besar dari keempat proses pemotongan sebelumnya yaitu perbedaan lebar pemotongan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Pada proses ini seluruh permukaan mata pahat menyentuh permukaan benda kerja saat melakukan proses pemotongan. Selain lebar pemotongan alasan proses pemotongan *drill* memiliki nilai getaran terbesar adalah pada proses ini jumlah mata pahat lebih sedikit dari proses lainnya. Proses pemotongan *drill* menggunakan pahat dengan 2 buah mata pahat. Semakin sedikit jumlah mata pahat maka kontak pemakanan dengan benda kerja semakin sedikit sehingga semakin sedikit permukaan benda kerja yang termakan oleh gigi dari pahat yang mengakibatkan dapat memakan permukaan benda kerja 2 kali lebih sedikit dari pada mata pahat yang berjumlah lebih banyak [7]. Hal ini menyebabkan pemakanan pergi menjadi lebih besar dan gaya potong yang dibutuhkan juga menjadi lebih besar. Semakin besar gaya potong maka nilai getaran juga semakin besar [11].

Komparasi Kekasaran Permukaan dan Getaran pada Jenis Proses Pemotongan Mesin Milling dengan Material Aluminium 606

Kelima proses pemotongan menunjukkan peningkatan nilai kekasaran permukaan dan getaran hampir sama namun sedikit berbeda pada proses *drill* hal ini karena pada proses *drill* arah gerak pahat vertikal ke bawah. Karena kecepatan potong di ujung pahat *drill* sama dengan nol maka tidak terjadi pemotongan melainkan penekanan (ekstruksi) benda kerja. Pahat *drill* harus ditekan dengan tekanan yang cukup besar supaya pahat *drill* dapat bergerak menembus benda kerja. Penekanan tersebut tidak lain berfungsi untuk melawan gaya ekstruksi yang cukup besar diujung *drill* serta melawan gesekan pada bidang utama (mayor) bagi kedua mata potong [11].

4. Kesimpulan

Dari analisa data dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis proses pemotongan *face milling* memiliki nilai getaran yang paling kecil sebesar $1,03 \text{ m/s}^2$ sedangkan jenis proses pemotongan *drilling* memiliki nilai getaran terbesar sebesar $18,62 \text{ m/s}^2$.
2. Jenis proses pemotongan *face milling* memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling kecil sebesar $0,5368 \mu\text{m}$ sedangkan jenis proses

potongan *drilling* memiliki nilai kekasaran permukaan terbesar sebesar $1,9944 \mu\text{m}$.

3. Jenis proses pemotongan pada mesin *milling* memiliki pengaruh terhadap getaran dan kekasaran permukaan. Setiap jenis proses pemotongan memiliki gaya pemotongan yang berbeda. Semakin besar gaya pemotongan yang terjadi pada suatu jenis proses pemotongan maka semakin besar nilai getaran dan kekasaran permukaan yang terjadi.

Daftar Pustaka

- [1] E. Oberg, F.D. Jones, H.L. Horton, H.H. Ryffel. 2012. *Machinery's Handbook 29th Edition*. Industrial Press, New York.
- [2] A. Zubaidi, I. Syafa'at, Darmanto. 2012. "Analisis pengaruh kecepatan putar dan kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan material FCD 40 pada mesin bubut CNC." *Momentum*. Vol 8, No. 1. 40-47.
- [3] Handoko, B.T. Prayoga. 2008. Studi parameter permesinan optimum pada operasi CNC end milling surface finish bahan aluminium. *Pros. Seminar Nasional Teknoin 2008*, Yogyakarta, 22 November, A73-A77.
- [4] M.T. Lazuardhy, E. Sutikno, E. Sulistyono. 2012. *Pengaruh feed motion kondisi chatter terhadap kekasaran permukaan benda kerja proses bubut*. Malang
- [5] M.M. de Aguiar, A.E. Diniz, R. Pederiva. 2013. "Correlating surface roughness, tool wear and tool vibration in the milling process of hardened steel using long slender tools." *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. Vol. 68. 1-10.
- [6] Imran. 2013. "Batas stabilitas chatter terhadap perubahan sudut geram pada proses bubut." *Inovtek*. Vol. 3, No. 1. 63-74.
- [7] Y.A. Aditya, A.A. Sonief, R. Raharjo. 2014. *Pengaruh spindle speed, feed rate dan jumlah mata pahat ball nose end mill terhadap kekasaran permukaan aluminium pada proses conventional milling*. Malang.
- [8] C. Lu. 2008. "Study on prediction of surface quality in machining process." *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 205, No. 1-3. 439-450.
- [9] S. Lubis, S.A. Yanuari. 2014. *Pengaruh parameter pemotongan pada proses side milling dan face milling terhadap kekasaran permukaan logam*. Jakarta.
- [10] G. Boothroyd. 1981. *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools*. Scripta Book Company, Washington, D.C.
- [11] T. Rochim. 1993. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Higher Education Development Support Project, Jakarta.