

Kajian Eksperimental Kekasaran Permukaan Polymer Ertalone 6SA Pada Proses Milling

Sobron Lubis^{1)*}, Rosehan¹⁾, Kevin Nataniel¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jl. Letjend. S. Parman No.1 Jakarta 11400.
Email : Sobron_lbs@yahoo.com

Abstrak

Polymer Ertalone 6SA digunakan sebagai bahan pengganti material sintered bronze untuk produk bushing, karena ia memiliki kekuatan material yang sama baiknya, serta biaya produksi yang relatif lebih rendah. Produk bushing menuntut untuk memiliki nilai kekasaran permukaan yang rendah atau halus. Guna menghasilkan kekasaran permukaan yang baik, parameter pemotongan pada proses pemesinan memberi pengaruh yang significant. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan kajian terhadap nilai kekasaran permukaan bahan polymer Ertalone 6SA yang dilakukan proses milling dalam membentuk permukaan sesuai dengan bentuk dan dimensi yang diinginkan. Metode yang dilakukan merupakan proses milling dengan menggunakan mesin Milling CNC, adapun jenis mata pahat yang digunakan adalah end milling HSS. Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan parameter pemotongan pada proses pemesinan dan melakukan proses pemotongan side milling, hasil pemotongan yang terjadi pada permukaan benda kerja diukur untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan yang diperoleh. Pengukuran nilai kekasaran permukaan benda kerja dilakukan dengan menggunakan alat ukur surfacet test Mitutoyo. Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai kekasaran permukaan material Polymer Ertalone 6SA yang paling baik diperoleh pada variasi kecepatan potong (V_c) 140 m/min, kecepatan pemakanan (V_f) 300 mm/min, dan kedalaman pemakanan (a) sebesar 0,4 mm dengan nilai kekasaran permukaan (R_a) sebesar 0,722 μm , dalam melakukan proses pemesinan material Polymer Ertalone 6SA diperlukan coolant untuk mencegah terjadinya Build Up Edge (BUE) pada mata pahat.

Kata kunci: Polymer ertalone 6SA, milling, bushing, kekasaran permukaan, surface test

Abstract

Polymer Ertalone 6SA used as a substitute material for the product sintered bronze bushings, because he has the power of a material that is as good, as well as production costs are relatively lower. Product bushing demanded to have a low value of surface roughness or smooth. In order to produce a good surface roughness, cutting parameters on machining process gives a significant influence. This study was conducted to review the value of the surface roughness of polymer materials Ertalone 6SA milling process is carried out in accordance with the surface to form the shape and dimensions desired. The method used is a milling process using a CNC Milling machine, as for the type of cutting tool used is HSS end milling. Experiments carried out by varying the cutting parameters on machining processes and perform side milling cutting process, the result of cutting that occurs on the surface of the workpiece is measured to determine the surface roughness values obtained. Measurement of the workpiece surface roughness values is done by using a Mitutoyo measuring tool surfacet test. From the research that has been made known that the surface roughness value Ertalone 6SA Polymer materials are best obtained on the variation of cutting speed (V_c) 140 m / min, speed feeds (V_f) of 300 mm / min, and the depth of the cemetery (a) of 0.4 mm with a surface roughness value (R_a) of 0,722 μm , the machining process Ertalone 6SA Polymer materials required to prevent coolant Build Up Edge (BUE) on the cutting tools.

Keywords: Polymer ertalone 6SA, milling, bushings, surface roughness, surface test

1. PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini, kemajuan teknologi berkembang begitu pesat sesuai dengan berkembangnya tingkat kebutuhan hidup manusia. Bidang perindustrian merupakan salah satu contoh begitu pesatnya perkembangannya teknologi yang ada sekarang ini. Jika dahulu dalam membuat suatu komponendiperlukan banyak tenaga ahli untuk mengoperasikan suatu mesin konvensional, namun sekarang pekerjaan tersebut dilakukan menggunakan mesin CNC (*Computer Numeric Control*)

*Penulis korespondensi, 021-56958747,
Email: Sobron_lbs@yahoo.com

dimana jumlah tenaga ahli yang dibutuhkan lebih sedikit, tidak memerlukan tingkat keterampilan operator serta kualitas yang dihasilkan lebih baik dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Dalam membuat suatu produk dengan proses permesinan dibutuhkan banyak tahapan-tahapan. Tidak semua proses permesinan dilakukan dengan menggunakan sistem CNC (*Computer Numeric Control*), tetapi dimulai dengan menggunakan mesin konvensional yang tidak membutuhkan tingkat akurasi yang tinggi. Sesuai dengan kelebihan yang dimiliki terhadap akurasi produk, sistem CNC kebanyakan diperuntukan untuk proses *finishing*. Tingkat kekasaran permukaan suatu produk memang disesuaikan dengan kegunaan dari produk itu sendiri, namun tidak dapat dipungkiri semakin baik kualitas yang dihasilkan maka semakin tinggi pula nilai jual dari produk tersebut.

Untuk mendapatkan produk dengan kualitas permukaan yang baik maka perlu adanya pengaturan dari parameter pemesinannya serta pemilihan mata pahat (*tool*) yang sesuai dengan kebutuhan. Pada mesin *Milling* CNC terdapat beberapa parameter pemotongan yang perlu diperhatikan seperti kecepatan putar motor (*spindel*), kedalaman pemakanan dan kecepatan potongannya. Putaran *spindel* dan *feeding* berpengaruh terhadap kekasaran permukaan, sedangkan kedalaman pemotongan (*depth of cut*) tidak member pengaruh yang signifikan [10].

Pada proses *milling* tidak hanya bahan logam dapat dilakukan proses pemesinan, bahan non logam juga dapat dibentuk dengan proses *milling*, misalnya bahan *polymer*.

Polimer atau dikenal sebagai plastik oleh kebanyakan orang adalah material non logam yang terdiri dari molekul-molekul yang menyertakan rangkaian satu atau lebih dari satu unit monomer. Polimer memiliki sifat yang khas dibandingkan material lain yaitu polimer jauh lebih ringan, tahan korosi, cukup kuat, murah dan mudah dibentuk menjadi bentuk yang kompleks. Dengan sifat ini banyak produk dibuat dengan memakai material polimer sebagai substitusi bahan logam. Panas spesifik pada polimer selalu lebih besar daripada logam dan konduktivitas termalnya rendah. Tipe polimer secara garis besar dapat dibedakan antara polimer termoplastik, polimer termoset dan polimer elastomer. Polimer termoplastik bersifat lunak dan viskos (*viscous*) pada saat dipanaskan dan menjadi keras dan kaku (*rigid*) pada saat didinginkan secara berulang-ulang. Sedangkan polimer termoset hanya melebur pada saat pertama kali dipanaskan dan selanjutnya mengeras secara permanen pada saat didinginkan. Polimer jenis elastomer, misalnya karet alam, memiliki daerah elastis non linear yang sangat besar.

Material *Polymer Ertalone 6SA* merupakan material yang umum digunakan dalam bidang perindustrian. Seperti untuk *sleeve and slide bearing, cutting and chapping boards, support and guide wheels, conveyor rolles, sprockets, feed screw* [11]. Permukaan bendakerja yang baik sangat diinginkan dalam proses *milling* ini, sebagaimana diketahui, bahwa bahan jenis *polymer* ini memiliki *High mechanical strength, stiffness, hardness and toughness good fatigue resistance. High mechanical damping ability, excellent wear resistance* [11]. sehingga untuk membentuk dengan proses *milling* perlu ditentukan parameter pemotongan yang sesuai agar hasilnya didapatkan kekasaran permukaan yang baik. Sehubungan dengan itu, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kekasaran permukaan yang terjadi pada bahan *Polymer Ertalone 6SA* ketika dilakukan proses pembentukan dengan proses *milling* agar diketahui parameter pemotongan yang sesuai digunakan.

2. METODE

2.1. Peralatan Penelitian

Untuk menganalisa kekasaran permukaan benda kerja yang terjadi akibat proses pemesinan, maka perlu dilakukan percobaan pemesinan, dalam hal ini proses pemesinan dilakukan dengan menggunakan mesin *milling*. Percobaan dilaksanakan pada Laboratorium CNC Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara dengan menggunakan mesin *Milling* CNC Mazzak.



Gambar 1 Mesin CNC *milling* mazzak

Percobaan proses pemesinan bahan Polymer Ertalone 6SA dilakukan dengan variasi parameter pemotongan, antara lain :

Kecepatan pemotongan, V_c : 100, 120, 140, 160, 180 (m/min)

Kedalaman pemotongan : 0.3, 0.4 (mm)

Bahan benda kerja yang digunakan adalah material *Polymer Ertalone 6SA* dengan dimensi diameter 50 mm, panjang 300 mm.



Gambar 2 Bahan benda kerja *polymer ertalone 6 SA*

Sifat-sifat material Polymer ertalone 6 SA antara lain:

- Specific gravity : 1,14 g/cm³
- Water absorption, 24 hr : 1,28 %
- Tensile stress at yield : 76 MPa
- Tensile strain at break : 25 %
- Tensile modulus of elasticity : 25 %
- Thermal conductivity at 25° : 0,28 w/[m.k]
- Coefficient linier thermal expansion : 90×10^{-6} (m/[m.k])

Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan mata pahat *end mill* dengan bahan *high speed steel* yang memiliki diameter 12 mm, sebagaimana disampaikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Mata pahat *end mill HSS*

Benda kerja yang telah di milling selanjutnya dilakukan pengukuran untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan, alat ukur *Surface Test* "Mitutoyo *Surface -211*"disampaikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Alat ukur kekasaran permukaan *surface tester*

2.2. Prosedur Percobaan

Benda kerja polimer Ertalone 6 SA yang telah dipotong dengan panjang 300 mm dan diameter 50 mm kemudian di letakkan pada pencekam mesin milling CNC. Mata pahat end milling HSS yang digunakan dipasangkan pada spindel mesin milling, Selanjutnya menentukan parameter pemotongan yang digunakan, parameter pemotongan ditentukan berdasarkan jenis pahat, benda kerja dan mesin

yang digunakan, hal tersebut dapat diketahui melalui tabel yang tertera pada *katalog* mata pahat yang digunakan. Kombinasi parameter pemotongan yang digunakan antara lain :

- Kecepatan Potong (V_c) : 100,120,140,160, 180 m/min
- Putaran *Spindle* (n) : disesuaikan dengan kecepatan potong
- Kedalaman Pemakanan (a): 0,3 - 0,4 mm
- Kecepatan Pemakanan(V_f) : 200 - 300 mm / min

Selanjutnya menginput program G-code ke mesin milling, dan melakukan setting zero point pada benda kerja, Selanjutnya mata pahat milling digeserkan mendekati mata pahat kebenda kerja, dan spindle diaktifkan (berputar). Kemudian proses milling dijalankan sesuai dengan program G-Code yang telah di input ke mesin. Setelah pemesinan selesai, mesin dihentikan untuk melakukan pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dengan menggunakan *Surface Tester* pada 5 titik yang berbeda. Nilai kekasaran permukaan dicatat dan dimasukkan kedalam table yang telah tersedia, pemesinan dijalankan kembali untuk kombinasi parameter pemotongan berikutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

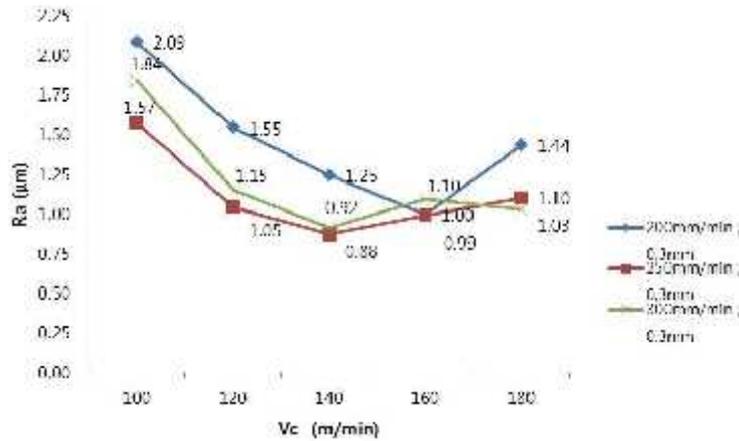
Dari percobaan yang sudah dilakukan dan dari hasil pengolahan data yang sudah dibuat, maka didapat rangkuman nilai kekasaran permukaan dengan variasi parameter pemotongan untuk material *Polymer Ertalone 6SA* sebagai berikut:

Tabel 1 Nilai hasil percobaan kekasaran permukaan

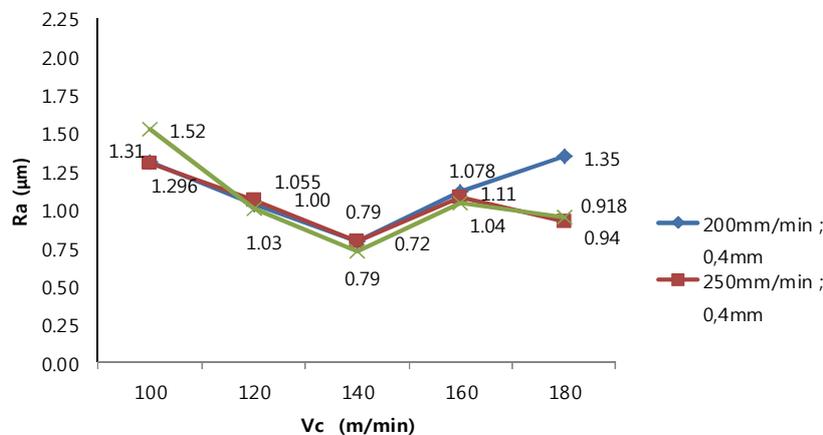
Data Mesin: Milling CNC Mazzak V-414/22 Tool: end mill HSS, diameter 12 mm Parameter Pemotongan:			Data Material: Polymer Ertalone 6SA Dimensi Benda Kerja: Diameter: 50 mm Panjang: 300 mm		
No.	V_c , (m/min)	n , (rpm)	a_1 , (0,3 mm)		
			V_{f1} , 200 (mm/min)	V_{f2} , 250 (mm/min)	V_{f3} , 300 (mm/min)
			Ra, (μ m)		
1	100	2652,58	2,086	1,574	1,842
2	120	3183,09	1,546	1,0475	1,154
3	140	3713,61	1,246	0,876	0,916
4	160	4244,13	0,996	0,994	1,096
5	180	4774,65	1,436	1,102	1,03
No.	V_c , (m/min)	n , (rpm)	a_2 , (0,4 mm)		
			V_{f1} , 200 (mm/min)	V_{f2} , 250 (mm/min)	V_{f3} , 300 (mm/min)
			Ra (μ m)		
1	100	2652,58	1,312	1,296	1,524
2	120	3183,09	1,03	1,055	1,004
3	140	3713,61	0,786	0,79	0,722
4	160	4244,13	1,114	1,078	1,036
5	180	4774,65	1,346	0,918	0,944

a = kedalaman potong, (mm), V_c = kecepatan potong, (m/min),
 n = putaran spindle, (rpm), V_f = kecepatan pemakanan, (mm/min).

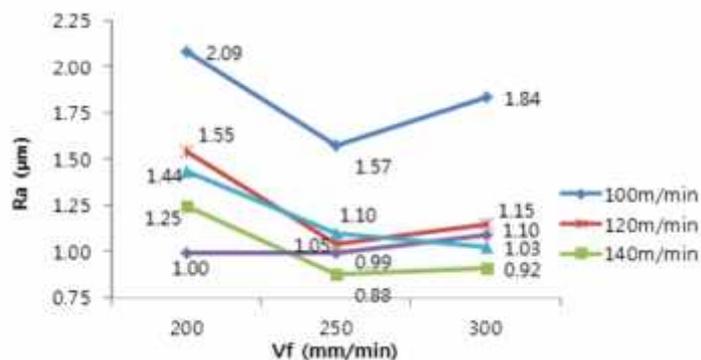
Dari keseluruhan data yang diperoleh kemudian disampaikan didalam bentuk table kemudian dilakukan perbandingan nilai kekasaran permukaan (Ra) material *Polymer Ertalone 6SA* terhadap variasi parameter pemotongan. Berikut merupakan grafik perbandingan nilai kekasaran permukaan dengan berbagai variasi parameter pemotongan:



Gambar 5 Grafik pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan polymer pada variasi kecepatan pemakanan ($a = 0,3 \text{ mm}$)



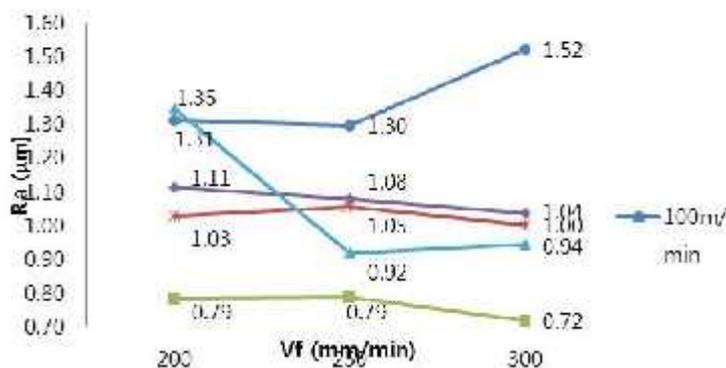
Gambar 6 Grafik pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan polymer pada variasi kecepatan pemakanan ($a = 0,4 \text{ mm}$)



Gambar 7 Grafik perbandingan nilai kekasaran permukaan pada variasi kecepatan pemakanan ($a = 0,3 \text{ mm}$)

Dari grafik yang disampaikan pada Gambar 5 dan Gambar 6 dapat diketahui bahwa peningkatan kecepatan pemotongan dari 120-140 m/min memberi pengaruh terhadap penurunan nilai kekasaran permukaan, namun ketika kecepatan pemotong dinaikkan dari 160-180 m/min terlihat bahwa nilai kekasaran permukaan mengalami peningkatan. Hal ini terjadi ketika proses pemesinan berlangsung, panas terdistribusi secara menyeluruh pada bidang deformasi utama, dan melalui gesekan diantara chip dan benda kerja dan permukaan mata pahat dan diantara benda kerja. Pada pemesinan logam, umumnya panas ini keluar dari area pemotongan melalui chip (diatas 70 % pada kecepatan potong yang tinggi). Didalam pemesinan polymer, disebabkan konduktivitas termalnya yang rendah, panas yang terjadi di daerah utama tidak dapat bergerak cepat sehingga serpihan yang

dihasilkan sebahagian masih melekat pada bidang sisi pemotongan, dan ini member kontribusi terjadinya terjadinya goresan pada permukaan benda kerja tersebut. Secara garis besar dapat dilihat dari grafik tersebut bahwa untuk menghasilkan kualitas kekasaran permukaan yang paling baik adalah dengan menggunakan parameter pemesinan kecepatan potong (V_c) sebesar ± 140 m/min.



Gambar 8 Grafik perbandingan nilai kekasaran permukaan pada variasi kecepatan pemakanan ($a = 0,4$ mm)

Dari Gambar 7 dan Gambar 8 dapat diketahui bahwa perubahan peningkatan kecepatan pemakanan pada 250 mm/min menunjukkan peningkatan nilai kekasaran permukaan, sedangkan pada kecepatan 300 mm/min menunjukkan mengalami penurunan. Dapat dilihat pada kedua grafik tersebut bahwa untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang paling baik adalah dengan menggunakan parameter pemesinan kecepatan pemakanan sebesar 300 mm/min dan kedalaman pemakanan sebesar 0,4 mm.

4. SIMPULAN

Nilai kekasaran permukaan material *Polymer Ertalone 6SA* yang paling baik untuk proses *milling* dengan mata pahat *end mill HSS* berdiameter 12 mm diperoleh dengan variasi parameter pemesinan kecepatan potong (V_c) 140 m/min, kecepatan pemakanan (V_f) 300 mm/min, dan kedalaman pemakanan (a) sebesar 0,4 mm yaitu dengan nilai kekasaran permukaan (R_a) sebesar 0,722 μm . Penggunaan kedalaman pemotongan yang lebih besar (0,4 mm) cenderung menghasilkan nilai kekasaran yang lebih baik. Dalam melakukan proses pemesinan untuk material ini diperlukan *coolant* untuk mencegah terjadinya *Build Up Edge (BUE)* pada mata pahat yang dikarenakan jenis material *Polymer Ertalone 6SA* yang memiliki titik leleh yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handoko, B. Tulong Prayoga. "Studi Parameter Pemesinan Optimum Pada Operasi CNC End Milling Surface Finish Bahan Aluminium". Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada. 2008.
- [2] Hendrawan, Muh Alfatih. "Studi Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap kekasaran Permukaan Pada Proses Up dan Down Milling Dengan Pendekatan Vertical Milling". Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2010.
- [3] Kalpakjian, Serope. "Manufacturing Processes for Engineering Materials". Edisi Kedua. Chicago: Addison-Wesley Publishing Company Inc. 2009.
- [4] Kalpakjian, Serope. "Engineering and Technology". Edisi Keenam. Chicago: Addison-Wesley Publishing Company Inc. 2009.
- [5] Kean, Liew Toong. "Optimization of Machining Parameters in CNC Milling for Nylon 6". Malaysia: University Teknikal Malaysia Melaka. 2009.
- [6] Rochim, Taufiq. "Teori dan Teknologi Proses Pemesinan". Jakarta: Higher Education Development Support Project. 1993.
- [7] Rochim, Taufiq. "Proses Pemesinan: Perkakas dan Sistem Pemekakasan". Bandung: Penerbit ITB. 2007.
- [8] Shiekh-Ahmad, Jamal Y. "Machining of Polymer Compsite". Uni Emirat Arab: Springer. 2009.
- [9] Wigyantoro, Koko. "Studi Kekasaran Permukaan Polymer ABS Akibat Pengetsaan Dengan Larutan Chormium 99%". Depok: Universitas Indonesia. 2002.
- [10] Bayu Wiro Kurniawan. "Pengaruh Parameter Proses Pemesinan Milling CNC Terhadap Kekasaran Permukaan". Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin X Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya. (2011).
- [11] www.pactumax.com/download/generalplastic/ertalon.pdf.