

ANALISA KEKASARAN PERMUKAAN HASIL PEMOTONGAN *ORTHOGONAL* PADA PROSES PEMESINAN *TURN-MILLING*

Muhammad Iqbal^[1], Yohanes^[2], Anita Susilawati^[3]

Laboratorium Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

^[1] muhammad.iqbal2117@student.unri.ac.id, ^[2] yohanes@lecturer.unri.ac.id, ^[3] anitasusilawati@yahoo.com

Abstract

Turn-milling is a machining method with a system that combines turning and milling operations, which the work-piece and the cutting tool perform a rotating movement simultaneously. The purpose of this study was to investigate and analyze the surface roughness of the orthogonal cutting process in turn-milling machining. The rotary milling test was performed the orthogonal method and produces a final surface roughness that varies with tests carried out for the work-piece speeds and the feed speeds. The resulting surface quality was also influenced by the parameters of the machining process in the form of work-piece loadings and feed rates. This study revealed the higher rotation of the work-piece, the higher the value of the surface roughness. Based on the roughness class, the rotational parameters of the work-piece for 350 rpm with a feed speed of 0.051 mm that was good parameters in this study, which resulting the lowest surface roughness average value of 2.439 μm .

Keyword : *Turn-milling, orthogonal turn-milling, rotation, feed, roughness.*

1. Pendahuluan

Pada suatu proses pengerjaan pembubutan hal yang menentukan kualitas dari kekasaran permukaan suatu benda kerja yang akan dibubut adalah kecepatan putar spindel (*speed*), kedalaman potong (*dept of cut*), gerakan makan (*feed*) dan juga termasuk geometri pahat.

Turn-milling merupakan metode pemesinan dengan sistem penggabungan operasi *turning* dan *milling*, dimana benda kerja dan pahat potong melakukan gerak putar secara bersamaan untuk mengoptimalkan proses pembuangan material benda kerja berupa *chip*. Dengan demikian setiap sisi pahat potong memiliki waktu untuk melakukan proses pendinginan pada saat sisi dari pahat potong berikutnya melakukan pemotongan dengan gerak putar (*rotary tool*). Pengembangan *turn-milling* dapat dilakukan pada mesin *turning* dan *milling* konvensional. (Yohanes dan Roki, H 2017).

Penelitian ini adalah kelanjutan dari penelitian dari Yohanes dan Roki, H (2017) dimana mereka menggunakan motor *pneumatic* sebagai media penggerak. Penelitian mereka mempunyai kekurangan yaitu ketika proses pengujian sedang berlangsung, ketika *tool* bersentuhan dengan benda kerja maka, mata pahatnya ini mengalami penurunan kecepatan.

Kekasaran dari permukaan suatu benda kerja hasil dari proses pemesinan merupakan salah satu kualitas dari produk hasil pemesinan. Kualitas permukaan yang dihasilkan pada proses pemesinan dipengaruhi oleh parameter pemesinan yaitu salah satunya dipengaruhi oleh putaran benda kerja ,

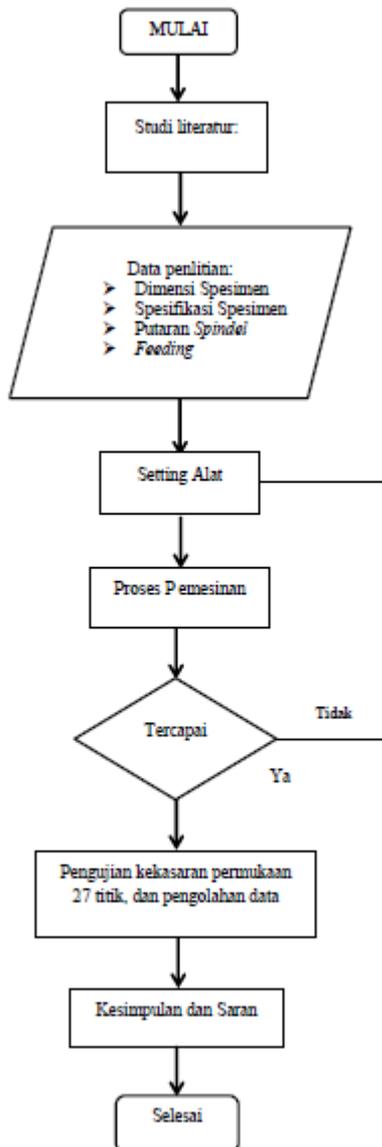
feeding, kecepatan potong dan lainnya (Rochim, T.1983).

Kekasaran permukaan (*Roughness*) benda kerja merupakan parameter dalam penentuan kualitas produk, permukaan dari benda kerja yang terlalu kasar akan menyebabkan fungsi komponen tersebut kurang bagus dan kurang sempurna. Berdasarkan penelitian Choudhury dan Bajpai (2004), faktor-faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan pada benda kerja adalah faktor manusia (operator), faktor mesin yang digunakan untuk membuatnya, jenis material benda kerja dan parameter proses pemesinan.

Pemilihan parameter proses pemesinan yang tepat sangat dibutuhkan dan yang mempengaruhi kualitas kekasaran permukaan antara lain putaran benda kerja dan putaran *tool*. Karena itu penelitian ini akan mengkaji tentang proses pemotongan *orthogonal* pada pemesinan *turn-milling* menggunakan *rotary tool* yang telah dirancang di Laboratorium Teknologi Produksi Teknik Mesin Universitas Riau. Penelitian ini diharapkan menghasilkan data kekasaran permukaan untuk mengetahui data kekasaran yang optimal pada proses *turn-milling* menggunakan metode *orthogonal*.

2. Metodologi

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan dengan menggunakan diagram alir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

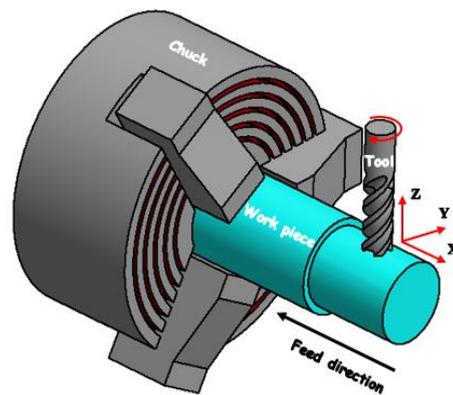
2.1 Turn-milling

Menurut studi yang dilakukan Savas dan Ozay (2007) menyatakan bahwa gerakan *rotary tool* menghasilkan panas di sekitar daerah yang terjadi kontak langsung antara benda kerja dan pemotong sehingga akan terjadi panas. Dengan *rotary tool* akan terjadi perpindahan kontak potongan sehingga hasil dari panas daerah pemotongan akan terjadi pengurangan temperatur Savas dan Ozay, 2007. Salah satu metode untuk menurunkan temperatur pemotongan serta untuk meningkatkan produktivitas pemesinan adalah dengan menggunakan pisau potong berputar dalam proses pemesinan *turning*. *Turn-milling* memiliki beberapa kelebihan diantaranya memiliki gerak putar benda kerja dan pisau potong, kecepatan pemotongan yang tinggi dapat dicapai, kualitas permukaan yang

tinggi dapat dicapai, mengurangi temperatur pengerjaan, dan mengurangi kahausan pahat (Suryadiwansa, H. 2009). Pada dasarnya pengerjaan *turn-milling* digunakan untuk *crankshaft* dan mesin dengan efisiensi tinggi untuk material yang sulit dipotong menuntut stabilitas yang tinggi pada mesin dari sebuah sistem proses pengerjaan. Meningkatkan efisiensi mesin dan menghindari getaran merupakan persoalan yang penting (Suryadiwansa, H. Dkk. 2009).

2.2 Orthogonal Turn-milling

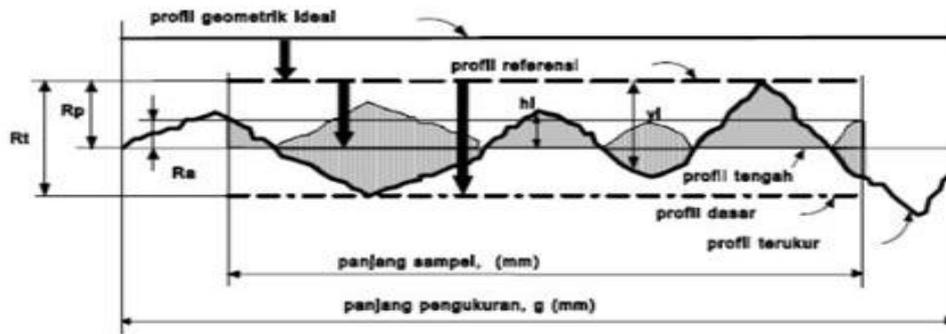
Orthogonal turn-milling adalah salah satu dari jenis pengerjaan *turn-milling*. Dalam *orthogonal turn-milling*, sumbu rotasi alat pemotong tegak lurus terhadap sumbu rotasi benda kerja. *Chip* dibentuk oleh kedua bagian bawah dan sisi alat di *orthogonal turn-milling* seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Orthogonal Turn-milling (Handika, R. 2017)

2.3 Kekasaran Permukaan

Permukaan benda adalah batas yang memisahkan antara benda padat tersebut dengan sekelilingnya. Konfigurasi permukaan merupakan suatu karakteristik geometri golongan mikrogeometri, yang termasuk golongan makrogeometri adalah permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk atau arah rupa yang spesifik, misalnya permukaan lubang, permukaan poros, permukaan sisi dan lain-lain yang tercakup pada elemen geometri ukuran, bentuk dan posisi. Untuk memproduksi profil suatu permukaan, sensor/peraba (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversing length*). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti secara elektronik alat ukur akan melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Pada Gambar 3 ditunjukkan bentuk profil sesungguhnya dengan beberapa keterangan lain. (Rochim, T. 2001).



Gambar 3 . Bentuk profil kekasaran permukaan (Rochim, T. 2001)

Berdasarkan gambar bentuk profil pada Gambar 3, dapat di definisikan beberapa parameter permukaan yang berhubungan dengan dimensi pada arah tegak dan arah melintang, dapat didefinisikan beberapa parameter kekasaraan permukaan, yaitu:

- 1) Kekasaran total (*peak to valley height/total height*), R_t (μm) adalah merupakan jarak antara profil referensi dengan profil alas.
- 2) Kekasaran perataan (*depth of surface smoothness/peak to mean line*), R_p (μm) adalah merupakan jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur .
- 3) Kekasaran rata-rata aritmatik, R_a (μm) adalah merupakan nilai rata-rata aritmatik antara garis tengah dan garis terukur.

Standar yang umum digunakan kecepatan potong dan kecepatan pemakanan menurut Tarmawan (1999) dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Standar umum V_c (kecepatan potong)

Bahan	Pahat HSS		Pahat Karbida	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Baja Perkakas	75-100	22-45	185-230	110-140
Baja Karbon Rendah	70-90	25-40	170-215	90-120
Baja Karbon Menengah	60-85	20-40	140-185	75-110
Besi Cor Kelabu	40-45	25-30	110-140	60-75
Kuningan	85-110	45-75	185-215	120-150
Aluminium	70-110	30-45	140-215	60-90

Tarmawan (1999) mengatakan bahwa pahat HSS mempunyai standar umum dengan untuk gerak makan (*feeding*) 0,05-0,15 mm/rev, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar *Feeding* (kecepatan pemakanan)

HSS	Karbida	Lapisan Karbida
0,05-0,15 mm/rev	0,15-0,25 mm/rev	0,2-0,35 mm/rev

2.4 Alat

Dalam penelitian ini beberapa alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

A) Rotary tool

Rotary tool mulai dikembangkan dengan memberikan gaya pada pisau berputar. Keuntungan utama dari alat ini adalah desain yang sederhana dan fleksibilitas, kerugian utama dari alat ini adalah ketidak stabilan kecepatan potong dan kecepatan makan karena kebanyakan variabel yg mempengaruhi dalam proses pengerjaan. Pada proses pengerjaan *rotary tool* sisi pisau potong berputar sehingga setiap bagian dari keliling sisi pisau potong melakukan pemakanan untuk jangka waktu yang singkat. Hal ini memungkinkan peningkatan pembuangan material yang dalam bubut konvensional terbatas oleh temperatur pemotongan yang tinggi karena pembuangan material pada bubut konvensional dilakukan dengan satu titik pisau pemotongan.

Pada proses *orthogonal turn-milling* menggunakan *rotary tool* yang telah dirancang oleh Tim perancang di Laborarium Teknologi Produksi Teknik Mesin Universitas Riau seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rotary tool

B) Surface roughness tester

Pada pengujian kekasaran permukaan yang dilakukan di Politeknik Kampar menggunakan alat *surface roughness tester* tipe Mitutoyo SJ-310 yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Surface roughness tester

2.5 Bahan

Penelitian ini menggunakan benda uji dengan bahan aluminium 6061 berbentuk poros yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Aluminium 6061

2.6 Parameter Pengujian

Material benda kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah Aluminium 6061 dengan variasi kecepatan putaran benda kerja 350 rpm, 500 rpm dan 630 rpm. Dan masing masing kecepatan

putaran benda kerja dilakukan pengujian dengan variasi *feeding* 0.051 mm, 0.055 mm dan 0.060 mm. Adapun gambar spesimen pengujian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Spesimen Aluminium 6061

3. Hasil

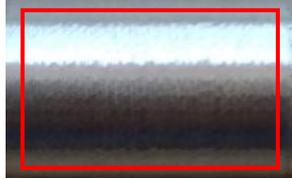
Hasil nilai kekasaran permukaan Aluminium 6061 proses *turn-milling* yang di dapat dengan variasi putaran benda kerja 280 rpm, 350 rpm, dan 630 rpm dan variasi kecepatan pemakanan (*feeding*) 0,051 mm, 0,055 mm, dan 0,060 mm. Variabel putaran benda kerja dan putaran *tool* yang digunakan 3 x 3 sehingga didapat sembilan sampel data hasil pengujian. Adapun nilai kekasaran permukaan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kekasaran Permukaan dalam satuan (μm)

Feeding (mm)	Titik Pengukuran Spesimen	350 rpm	500 rpm	630 rpm
0,051	1	2,391	2,714	2,916
	2	2,642	2,459	2,644
	3	2,284	2,837	2,846
Rata-Rata Kekasaran		2,439	2,670	2,802
0,055	1	2,831	2,975	2,795
	2	2,881	2,388	2,89
	3	2,672	2,734	2,786
Rata-Rata Kekasaran		2,794	2,699	2,823
0,060	1	2,869	3,386	2,772
	2	2,941	2,773	2,884
	3	3,052	2,160	3,818
Rata-Rata Kekasaran		2,954	2,773	3,158

Semua nilai kekasaran permukaan spesimen masuk kedalam toleransi kelas kekasaran N7 dan N8. Gambar permukaan hasil pengujian pada Aluminium 6061 dapat dilihat pada Tabel 4.

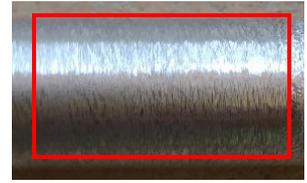
Tabel 4. Gambar Kekasaran Permukaan

n (Rpm)	Feeding (mm)	Gambar Hasil pengujian
350	0,051	
350	0,055	
350	0,060	
500	0,051	
500	0,055	
500	0,060	
630	0,051	

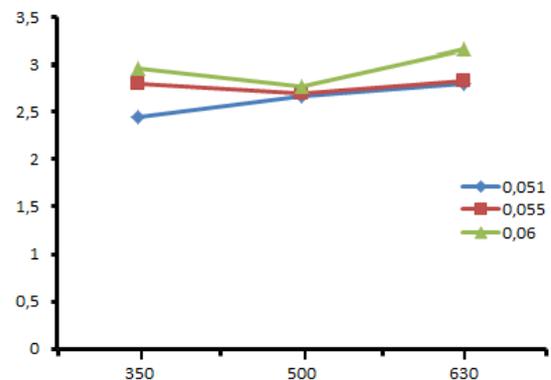
630 0,055



630 0,060

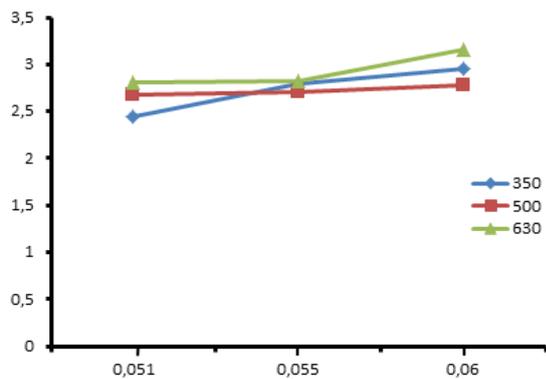


Dari semua hasil pengujian, permukaan yang baik bila dilihat dari visual adalah gambar permukaan dengan putaran benda kerja 350 dan *feeding* 0,051 yaitu hasil permukaan spesimen uji masih terlihat garis-garis yang halus. Sedangkan permukaan yang buruk yaitu pada putaran benda kerja 630 rpm dan *feeding* 0,060. Pengujian ini terlihat lebih halus dari spesimen pengujian yang lain. Adapun grafik hubungan putaran benda kerja dengan kekasaran permukaan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan Putaran Benda Kerja dengan Kekasaran.

Dari grafik hubungan kecepatan pemakanan dengan kekasaran permukaan dapat dilihat bahwa nilai kekasaran permukaan paling terkecil terdapat pada putaran benda kerja 350 rpm yaitu 2,439 µm. Sedangkan nilai kekasaran permukaan yang paling besar didapat pada putaran benda kerja 630 rpm yaitu 3,158 µm. Jadi jika melihat dari grafik hubungan putaran benda kerja dengan nilai kekasaran permukaan pada Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa semakin cepat putaran benda kerja maka nilai kekasaran permukaan spesimen semakin besar.



Gambar 9. Grafik hubungan Kecepatan pemakanan (*feeding*) dengan Kekasaran.

Pada Gambar 9 dapat dilihat hubungan kecepatan pemakanan (*feeding*) dengan kekasaran permukaan. Grafik pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai kekasaran permukaan terkecil terdapat pada kecepatan pemakanan (*feeding*) 0,051 mm yaitu 2,439 µm, sedangkan tingkat kekasaran yang paling besar didapat pada kecepatan pemakanan (*feeding*) 0,060 mm, yaitu berkisar 3,158 µm. Dari grafik pada Gambar 9 hubungan antara kecepatan pemakanan dengan nilai kekasaran permukaan dapat disimpulkan bahwa semakin cepat kecepatan pemakanan (*feeding*) maka nilai kekasaran akan semakin besar.

4. Simpulan

Bedasarkan hasil pembahasan untuk variasi putaran benda kerja dan kecepatan pemakanan (*feeding*) terhadap hasil kekasaran permukaan proses *turn-milling* adalah sebagai berikut:

1) Pada variasi putaran benda kerja 350, 500, 630 rpm, didapatkan kelas kekasaran spesimen uji sebagai berikut:

Kecepatan pemakanan (*feeding*) 0,051 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 2,439 µm masuk kedalam toleransi kelas kekasaran N7. (*Feeding*) 0,055 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 2,794 µm N8. (*Feeding*) 0,060 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 2,954µm N8.

Kecepatan pemakanan (*feeding*) 0,051 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 2,670 µm masuk kedalam toleransi kelas kekasaran N8. Kecepatan pemakanan (*feeding*) 0,055 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 2,699 µm toleransi kelas kekasaran N8. (*feeding*) 0,060 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 2,773 µm toleransi kelas kekasaran N8.

Kecepatan pemakanan (*feeding*) 0,051 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 2,802 µm masuk kedalam toleransi kelas kekasaran N8. *Feeding* 0,055 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 2,823 µm toleransi kelas kekasaran N8. *Feeding* 0,060 mm dengan nilai rata-rata kekasaran 3,158 µm toleransi kelas kekasaran N8.

2) Hubungan parameter putaran benda kerja dan kecepatan pemakanan (*feeding*), bahwa putaran benda kerja sangat berpengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan. Kecepatan pemakanan (*feeding*) juga sangat berpengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan. Hasil nilai kekasaran pada penelitian ini, semakin tinggi putaran benda kerja dan kecepatan pemakanan maka hasil nilai kekasarannya akan tinggi.

Daftar Pustaka

- Choudhury, S.K. dan Bajpai, J.B. 2004. Investigation In Orthogonal Turn-Milling Towards Better Surface Finish. *Journal of Materials Processing Technology* 170 (2005): 487–493.
- Rochim, T. 2001. Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik. ITB. Bandung.
- Savas, V. dan Ozay, C. 2007. Analysis Of The Surface Roughness Of Tangential Turn-Milling For Machining With End Milling Cutter. *Journal of Materials Processing Technology*. 186 (2007) 279–283.
- Suryadiwansa, H. Hibasaka, T. Moriwaki, T. 2009. Cutting Temperature Measurement in Turning with Actively Driven Rotary Tool. *Journal of Engineering Materials*. 390: 138-143
- Tarmawan, 1999. *Buku Panduan Operator Machining Departement Of Training*. PT Texmaco Perkasa Engineering Kaliwungu. Kendal.
- Yohanes. Roki, H. Gusmardani, J. Dan Evon, Y. 2017 *Development of turn-miling in conventional lathe machine. Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace –science and engineering- (JOMAs)*. 53:2-4