

PENGARUH JUMLAH MATA SAYAT *FLUTE END MILLING CUTTING* TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN *AUSTENITE STAINLESS STEEL (ASS) 304*

Hendra Butar Butar^{1*}, Rahman Hakim¹, Windy Stefani¹, Saiful Arif², Nugroho Pratomo Ariyanto¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam
Jl. Ahmad Yani, Batam Center, Batam 29461, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Malang 65141, Indonesia

*Corresponding author: hendrabutarbutar@polibatam.ac.id

Article history

Received:

24-11-2023

Accepted:

07-06-2023

Published:

30-06-2023

Copyright © 2023
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Prinsip kerja mesin CNC Milling melibatkan gerakan rotasi dan sentuhan dengan benda kerja, yang mengakibatkan pengikisan dan pemotongan. Proses permesinan memengaruhi sifat mekanik material, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk memahami perubahan karakter material akibat operasi permesinan. Penelitian ini menginvestigasi dampak konfigurasi alat dengan dua mata potong (*flute*) dan empat mata potong terhadap kekasaran permukaan benda kerja menggunakan mesin CNC Milling PMC-5VT20. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari *Austenitic Stainless Steel (ASS) 304* yang dikenal karena kekuatannya dan ketahanannya terhadap korosi. Pendekatan eksperimental digunakan, melibatkan proses *facing* menggunakan *face mill* dengan *feed rate* sebesar 0,5 mm dan penyelesaian menggunakan *endmill* dengan kedalaman pemakanan 0,3 mm. *Endmill cutter* yang digunakan adalah tipe *flat nose*, dengan variasi jumlah mata potong (*flute*) dua dan empat. Nilai kekasaran spesimen diukur untuk menentukan efek jumlah mata potong terhadap kekasaran permukaan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jumlah mata potong memengaruhi kekasaran selama proses permesinan. Nilai kekasaran dengan menggunakan alat dua mata potong lebih rendah daripada alat empat mata potong, dengan nilai masing-masing sebesar 0,121 μm dan 0,291 μm .

Kata Kunci: Mesin CNC Milling, Kekasaran Permukaan, Jumlah Mata Potong, Austenite Stainless Steel, Proses Permesinan.

Abstract

The operational principle of CNC Milling machines involves rotational motion and interaction with the workpiece, resulting in erosion and cutting. Machining processes influence the mechanical properties of materials, necessitating research to comprehend the material alterations due to machining operations. This study investigates the impact of 2-flute and 4-flute tool configurations on the surface roughness of workpieces using the CNC Milling machine PMC-5VT20. Specimens utilized in this research comprise Austenitic Stainless Steel (ASS) 304, known for its strength and corrosion resistance. An experimental approach is employed, involving facing processes using a face mill with a feed rate of 0.5 mm and finishing using an endmill with a feed depth of 0.3 mm. The utilized endmill cutter is of the Flat nose type, featuring variations in the number of flutes (two and four). The specimens' roughness values are measured to determine the effect of the number of flutes on surface roughness. Measurement results indicate that the number of flutes influences roughness during machining processes. The roughness value employing the 2-flute tool is lower than that of the 4-flute tool, measuring 0.121 μm and 0.291 μm , respectively.

Keywords: CNC Milling Machine, Surface Roughness, Number of Flutes, Austenitic Stainless Steel, Machining Process.

1.0 PENDAHULUAN

Tingkat kekasaran suatu produk menjadi salah satu parameter tingkat kualitas produk dari proses permesinan[1]. Pada mesin *milling* CNC (*Computer Numerically Controlled*) penggunaan jumlah mata sayat mempengaruhi tingkat kekasaran pada benda kerja [6]. Penggunaan material *Stainless Steel* tipe SUS 304 paling umum digunakan sebagai benda kerja karena memiliki sifat bahan yang lebih kuat dan tahan terhadap korosif dengan kandungan 18% kromium dan 8% nikel dari kelas austenitik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat kekasaran permukaan benda kerja dari proses CNC *milling* dengan variasi jumlah mata sayat 2 *flutes* dan 4 *flutes*. Bahan yang di gunakan adalah *austenite stainless steel* (ASS) 304 yang akan di lakukan proses CNC *milling* dengan *endmill* carbide 2 *flutes* dan 4 *flutes*.

2.0 METODE

2.1 Material

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah *Austenite Stainless Steel* (ASS) 304 yang memiliki karakteristik tahan terhadap korosif [7]. Gambar 2 menampilkan spesimen ASS 304 yang digunakan pada penelitian ini. Ukuran material ASS 304 pada penelitian ini adalah 70 mm × 40 mm × 10 mm.

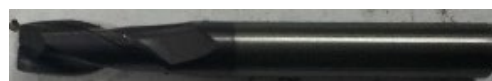


Gambar 1. Spesimen ASS 304

2.2 Alat

1. Endmill Cutter

Endmill Cutter yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *Flat nose*. Pada penelitian ini digunakan *endmill cutter* 2 *flutes* dan 4 *flutes*. *Flat Nose* merupakan jenis *endmill cutter* biasa digunakan untuk melakukan *milling* dengan kontur dua dimensi [6]. Gambar 3 menampilkan *endmill cutter* yang digunakan dalam penelitian ini.



(a)



(b)

Gambar 2. Endmill Cutter (a) 2 *flutes*, (b) 4 *flutes*

2. Mesin CNC

Mesin CNC yang digunakan adalah PMC-5VT20. Tabel 1 menampilkan spesifikasi mesin CNC yang digunakan.

Tabel 1. Spesifikasi mesin CNC

Brand	Excel
Type	Vertical Machining Centers
Control	CNC (FANUC SERIES O-M)
Power	10 Hp
RPM	6000 Rpm
X	20.08 Inch
Y	16.14 Inch
Z	18.11 Inch



Gambar 3. CNC PMC-5VT20

3. Surface Roughnes Tester

Pengujian tingkat kekasaran permukaan specimen menggunakan *surface roughness tester* Mitutoyo serial No. 178 model No. SJ-310. Alat ini ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan tampilan layar pengukuran alat ini ditunjukkan Gambar 5.

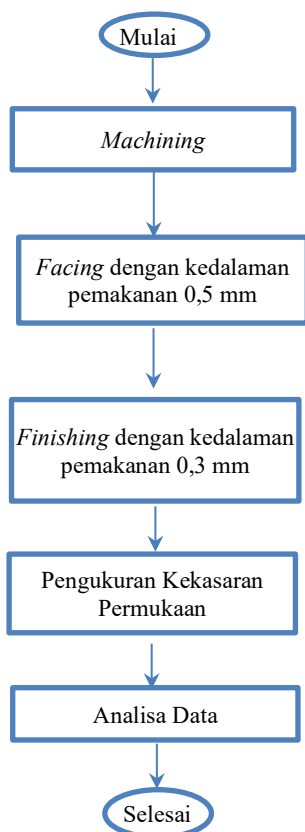


Gambar 4. Surface Roughness Tester



Gambar 5. Tampilan Pengukuran pada Surface Roughness Tester

2.3 Metodologi Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Batam. Tahapan kegiatan ditampilkan pada Gambar 6, yang terdiri dari Persiapan *Machining*, *Milling Material (Facing & Finishing)*, pengukuran kekasaran permukaan, serta Analisa Data.

1. Persiapan *Machining*

Tahap ini bertujuan untuk menentukan kecepatan putaran mesin, kecepatan pemakanan dan tingkat pemakanan yang akan digunakan pada penelitian. Penentuan tingkat pemakanan pada proses *milling* CNC harus memperhatikan jenis material dan diameter *tools* yang akan digunakan, agar dapat mencapai pemakanan yang optimal. Material yang digunakan adalah *Austenitic Stainless Steel (ASS)* 304 berdiameter 6 mm.

2. *Milling*

Proses *facing* menggunakan *face mill* dengan pemakanan 0,5 mm dan *finishing* dengan kedalaman pemakanan 0,3 mm. *Endmill cutter* yang digunakan berdiameter 6 mm sebanyak enam buah, di mana tiga di antaranya bermata sayat *2 flutes* dan tiga buah lainnya menggunakan mata sayat *4 flutes*. Proses *Milling* menggunakan mesin CNC dengan parameter kecepatan putaran 2.500 rpm dan kecepatan pemakanan 200 mm/menit.

3. Pengukuran kekasaran permukaan

Tingkat kekasaran suatu permukaan benda ditentukan berdasarkan fungsi benda. Untuk mencapai tingkat kekasaran tertentu pada suatu benda tergantung pada proses persiapan yaitu *machining* dan proses pengerjaannya seperti penggunaan spesifikasi alat. Pengukuran nilai kekasaran *specimen* uji diukur menggunakan *surface roughness tester*. Nilai kekasaran rata-rata dinyatakan dalam *Roughness Average (Ra)*. Nilai kekasaran rata-rata telah diklasifikasikan dalam 12 tingkat kekasaran, mulai dari N1 hingga N12. Klasifikasi nilai kekasaran rata-rata ini dapat digunakan penunjukkan adlam gambar mengenai spesifikasi kekasaran suatu *specimen* atau benda. Tabel 2 menampilkan klasifikasi tingkat kekasaran berdasarkan standar ISO.

4. Analisa Data

Pengukuran kekasaran dilakukan dalam tiga kali pengulangan. Hasil pengukuran dilakukan pemusatan data dalam rata-rata pengukuran kekasaran. Analisa data dilakukan dengan membandingkan data pemusatan rata-rata kekasaran benda hasil proses *milling* menggunakan *2 flutes* dan *4 flutes*.

Tabel 2. Tingkat nilai kekasaran menurut standar ISO

Kekasaran Ra (µm)	Tingkat Kekasaran	Panjang Benda Uji
0,025	N1	0,08
0,05	N2	0,25
0,1	N3	
0,2	N4	
0,4	N5	0,8
0,8	N6	
1,6	N7	
3,2	N8	
6,3	N9	2,5
12,5	N10	
25	N11	8
50	N12	

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum pengujian kekasaran permukaan dilakukan, spesimen uji dari material ASS 304 disiapkan permukaannya dengan cara *facing* menggunakan *face mill* dengan pemakanan kedalaman 0,5 mm. Kemudian spesimen uji diberikan *finishing* menggunakan *endmill cutter* dengan diameter 6 mm berjumlah enam pcs. Tiga buah menggunakan 2 *flutes* sementara tiga lainnya menggunakan 4 *flutes*. Proses *finishing* dilakukan berbentuk garis lurus dengan kedalaman pemakanan 0,3 mm sebanyak 6 garis. Selanjutnya dilakukan pengambilan data sebanyak 3 titik pada setiap garis yang dimulai dari titik awal, tengah, dan akhir. Pada proses pengerjaan benda ini menggunakan parameter kecepatan putaran 2500 rpm dan kecepatan pemakanan 200 mm/menit.

Spesimen uji yang telah diberi perlakuan awal *facing* dan *finishing* tersebut kemudian dilakukan pengukuran kekasaran menggunakan *Surface Roughness Tester Mitutoyo Surface SJ-310*. Tabel 3 menampilkan data hasil pengukuran kekasaran.

Tabel 3. Nilai Kekasaran Spesimen Uji dengan 2 *flutes* dan 4 *flutes*

Variasi Jumlah Mata Sayat		P1 (µm)	P2(µm)	P3(µm)
2 Flutes	A1	0.126	0.140	0.212
	A2	0.125	0.142	0.208
	A3	0.113	0.151	0.176
Rata-rata tiap percobaan		0,121	0,144	0,198
4 Flutes	A1	0.225	0.257	0.335
	A2	0.291	0.261	0.281
	A3	0.270	0.216	0.258
Rata-rata tiap percobaan		0,264	0,244	0,291

Keterangan :

- P1 : Percobaan menggunakan Endmill Cutter 1
- P2 : Percobaan menggunakan Endmill Cutter 2
- P3 : Percobaan menggunakan Endmill Cutter 3
- A1 : Titik awal pengambilan data
- A2 : Titik tengah pengambilan data
- A3 : Titik akhir pengambilan data

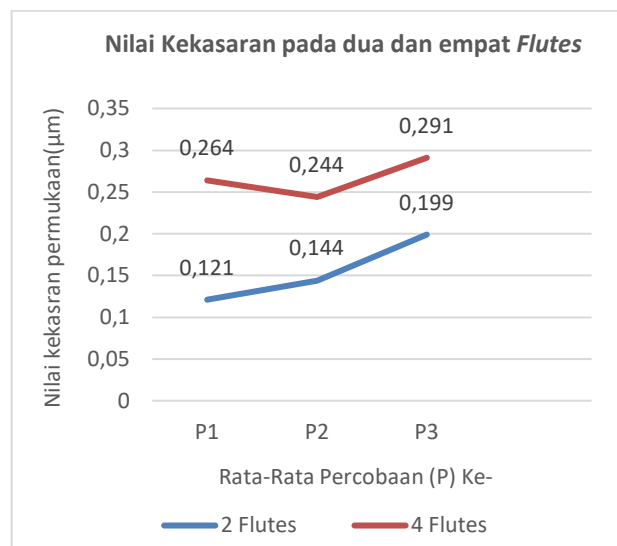
Dari data pengukuran *surface roughness* pada variasi jumlah *flutes* dengan percobaan masing-masing variasi sebanyak tiga buah dan pengukuran sebanyak tiga titik, maka perlu dilakukan pemusatan data agar memperoleh data yang mendeskripsikan tingkat kekasaran dengan variasi jumlah mata pahat *flutes*. Pemusatan data berupa standar deviasi menunjukkan tingkat penyebaran data terhadap rata-rata hasil pengukuran. Pengukuran standar deviasi masing-masing data menggunakan rumus (1).

$$Sr = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (1)$$

Keterangan : x_i = Titik Tengah
 \bar{x} = Mean
 n = Jumlah data

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada seluruh data pengukuran *surface roughness* diperoleh standar deviasi pada variasi jumlah mata sayat 2 *flutes* adalah 0.036 µm dan variasi jumlah mata sayat 4 *flutes* adalah 0.035 µm. Hal ini menunjukkan sebaran data relatif sama dan kecil.

Hasil pengukuran tingkat kekasaran permukaan pada benda uji setelah dilakukan *CNC milling* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hasil pengukuran Kekasaran pada Jumlah Mata Sayat 2 *Flutes* dan 4 *Flutes*

Berdasarkan hasil pengukuran kekasaran diperoleh rata-rata nilai kekasaran pada jumlah mata sayat 2 *flutes* adalah 0,155 µm dengan nilai kekasaran terendah 0,121 µm. Sementara itu rata-rata nilai kekasaran pada jumlah mata sayat 4 *flutes* adalah 0,266 µm dengan nilai kekasaran tertinggi 0,291 µm.

4.0 KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisa data penelitian pengaruh jumlah mata sayat *flute end milling* Pengaruh Jumlah Mata Sayat Flute End Milling Cutting Terhadap Kualitas Permukaan Austenite Stainless Steel (ASS) 304 diketahui bahwa jumlah mata sayat mempengaruhi kekasaran pada proses permesinan. Nilai kekasaran menggunakan mata sayat dua *flutes* lebih rendah dari penggunaan mata sayat empat *flutes* yaitu 0,121 μm pada mata sayat dua *flutes* dan 0,291 μm pada mata sayat empat *flutes*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Arysawan, R. Hakim, and M. Saputra, "Analisa Kekasaran Permukaan Produk Mesin Cetak Tiga Dimensi Dengan Material Acrylonitrile Butadiene Styrene Terlapis Cat Emulsi", JATRA, vol. 1, no. 2, pp. 72-75, Dec. 2019.
- [2] Arif, S. 2017 Kediri: Multitek Indonesia Jurnal Ilmiah, Vol. 11, No. 2, Desember, 2017.
- [3] Anshori, Mohammad dkk. Tidak diketahui, "Analisis Perbandingan Kekasaran Permukaan Pada Proses Turning." Malang: Jurnal Teknik Mesin, Universitas Islam Malang, 9 November 2013.
- [4] Achmadarifin.com, "Jenis batu gerinda berdasarkan bahan asah dan tingkat kekerasannya", 12 April 2018, < <http://achmadarifin.com/jenis-batu-gerinda> > diakses pada 2 November 2019.
- [5] E-rigging.com, "Materials-and-Finishes-to-Combat-Corrosion", 1 Mei 2018, < <http://www.e-rigging.com/Materials-and-Finishes-to-Combat-Corrosion> > diakses pada 2 November 2019.
- [6] *Fundamental of CNC Machining*. 2014. Library of Congress : USA.
- [7] Logamceper.com, "Karakteristik Stainless Steel", 1 April 2016, < <https://logamceper.com/karakteristik-stainless-steel/> > diakses pada 2 November 2019.
- [8] Irwan, Mohammad., Tidak diketahui, "Pengaruh Kecepatan Putar Alat Potong (*Spindle Speed*) dan Kedalaman Pemakanan (*Depth Of Cut*) Proses Milling pada Aluminium Alloy Terhadap Kehalusan Permukaan Produk." Batam: Jurnal Politeknik Negeri Batam.
- [9] Pudji, E.P.,& Pilarian, P. 2013, "Optimasi Parameter Proses Pemotongan Stainless Steel Sus 304 Untuk Kekasaran Permukaan Dengan Metode *Response Surface*." Yogyakarta: Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, Yogyakarta, 9 November 2013.