

## Studi Eksperimental tentang Pengaruh Parameter Pemesinan Bubut terhadap Kekasaran Permukaan pada Pemesinan Awal dan Akhir

Agung Premono<sup>1, a\*</sup>, Triyono<sup>1</sup>, R. Ramadhani<sup>2</sup>, N. E. Fitriyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta 13220

<sup>2</sup> Alumni, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta 13220

<sup>a</sup>agung-premono@unj.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan data empiris tentang pengaruh parameter pemesinan bubut terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada proses pemesinan awal dan akhir. Metode yang dilakukan adalah eksperimen menggunakan mesin bubut CNC dan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan prinsip Taylor Hobson Talysurf. Benda kerja yang digunakan adalah baja ST 41 (mild steel). Untuk mendapatkan data empiris tentang hasil kekasaran permukaan benda kerja dalam penelitian tersebut, variasi proses pemesinan bubut yang digunakan dalam proses pemesinan awal adalah kecepatan potong dan gerak pemakanan, sedangkan untuk proses pemesinan akhir adalah gerak pemakanan dan kedalaman pemotongan. Hasil optimum pada pemesinan awal diperoleh pada gerak pemakanan yang 0.1 mm/rev dan kecepatan potong 60 m/min. Sedangkan untuk pemesinan akhir diperoleh pada gerak pemakanan 0,16 mm/rev, kedalaman potong 0,21 mm.

**Kata kunci:** bubut, pemesinan awal, pemesinan akhir, kecepatan potong, kedalaman potong, gerak pemakanan, kekasaran permukaan

### Pendahuluan

Kekasaran permukaan merupakan parameter spesifikasi geometrik yang harus dipenuhi pada proses pemotongan logam. Untuk menghasilkan nilai kekasaran yang memenuhi spesifikasinya, maka ada banyak parameter yang harus diperhatikan seperti kecepatan spindel, kedalaman pemotongan, dan gerak pemakanan[1]. Selain parameter tersebut, ada beberapa parameter yang sering sulit diidentifikasi secara pasti tetapi mempengaruhi hasil kekasaran permukaan, seperti keausan pahat, perubahan geometri pahat akibat penggunaan, pembentukan geram, dan juga sifat mekanik benda kerja dan pahat. Beberapa parameter terakhir inilah yang harus dapat diprediksi dalam melakukan proses pemesinan sehingga kekasaran permukaan yang telah ditentukan dapat tercapai. Dalam rangka memperoleh nilai spesifik kekasaran permukaan suatu proses pemesinan dari suatu benda kerja, maka perlu dilakukan beberapa studi empiris.

Kumar [2] telah melakukan studi tentang efek kecepatan spindel dan gerak makan terhadap kekasaran pada benda kerja baja karbon. Yasin [3] menyimpulkan bahwa kecepatan putar dan kecepatan pemakanan memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekasaran permukaan produk. Selain itu, efek gerak makan dan kecepatan putar terhadap kekasaran permukaan juga telah dilakukan pada benda kerja FCD 40 [4]. Namun, beberapa penelitian diatas belum melakukan secara langsung pengaruh parameter proses pemesinan untuk proses pemesinan awal dan akhir pada proses pemesinan bubut CNC, serta belum memberikan data empiris tentang parameter optimum untuk kedua jenis pemesinan (awal dan akhir) untuk benda kerja ST 41.

Dari uraian diatas, maka penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan data empiris tentang pengaruh parameter pemesinan terhadap kekasaran permukaan pada proses

pemesinan bubut awal dan akhir menggunakan mesin CNC, serta mendapatkan parameter pemesinan optimum untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang ditetapkan.

**Teori Dasar**

**Proses Pemesinan [5].** Proses pemesinan adalah proses pembentukan geram akibat perkakas yang dipasangkan pada mesin perkakas, bergerak relatif terhadap benda kerja yang dicekam pada daerah kerja mesin perkakas. Menurut jenis kombinasi gerak potong dan gerak makan, maka proses pemesinan dikelompokkan menjadi tujuh proses, yaitu: (1) bubut; (2) gurdi; (3) freis; (4) gerinda rata; (5) gerinda silindrik; (6) sekrap; dan (7) gergaji atau parut.

**Elemen dasar proses pemesinan,[5],** terdiri atas lima komponen, yaitu: (1) kecepatan potong; (2) kecepatan makan; (3) kedalaman potong; (4) waktu pemotongan; dan (5) kecepatan penghasiian geram. Persamaan yang digunakan untuk ketiga elemen yang pertama dalam proses bubut adalah sebagai berikut.

Kecepatan potong:  $v = \pi d n / 1000; m / \text{min}$  (1)

Kecepatan makan:  $v_f = f \cdot n; mm / \text{min}$  (2)

Kedalaman potong:  $a = (d_0 - d_m) / 2; mm$  (3)

**Proses pemesinan awal dan akhir [6].** Dalam pengoperasian proses pemesinan, terdapat dua jenis pengoperasian yaitu: proses pemesinan awal (*roughing*) dan proses pemesinan akhir (*finishing*). Klasifikasi tersebut didasarkan atas pertimbangan efisiensi proses pemesinan. Proses pemesinan awal dilakukan dengan membuang material sebanyak-banyak dengan tujuan agar waktu proses semakin pendek. Sedangkan pemesinan akhir dilakukan dengan tujuan membuat kualitas hasil pemesinan semaksimal mungkin sesuai dengan yang ditetapkan. Dengan perbedaan tersebut, maka terdapat perbedaan elemen dasar proses pemesinan pada kedua jenis pengoperasian pemesinan.

**Kekasaran Permukaan.[7]** Kekasaran permukaan disebabkan oleh dalamnya alur pemakanan pahat yang terjadi karena proses

penyayatan dan kecepatan penyayatan. Kekasaran permukaan dapat dinyatakan dengan berbagai cara, antara lain: (1) penyimpangan rata-rata aritmatik dan garis rata-rata profil (Ra); (2) sepuluh titik ketinggian dari ketidakrataan (Rz); dan (3) ketinggian maksimum dari ketidakrataan (Rmax).

Pemeriksaan kekasaran permukaan dapat secara langsung dengan menggunakan peralatan surface roughness tester. Teknik ini yang digunakan dalam penelitian ini surface roughness tester, yang terdapat di lab Fire, Material & Safety Engineering Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Prinsip kerja dari alat ini dengan sistem elektronik dan memiliki stylus yang berbentuk diamond dan terdapat motor penggerak sehingga stylus dapat bergerak bebas maju mundur sepanjang garis lurus permukaan benda uji.

**Metode Penelitian**

Metode yang dilakukan adalah eksperimen menggunakan mesin bubut CNC dan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan prinsip Taylor Hobson Talysurf. Benda kerja yang digunakan adalah baja ST 41 (mild steel). Variasi parameter proses pemesinan bubut yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1 dan 2. Perbedaan parameter yang digunakan pada proses pemesinan awal dan akhir dilakukan dengan pertimbangan bahwa pemesinan akhir lebih menitikberatkan kepada kualitas kekasaran permukaan benda kerja. Dimensi benda kerja adalah diameter awal 24 mm, panjang 150 mm.

Tabel 1 Parameter Proses Pemesinan Awal

Kec. Potong (Vc) m/min	Feed Rate (f) mm/rev	Kedalaman Potong (mm)
50	0.1	1
	0.2	
	0.3	
60	0.1	1
	0.2	
	0.3	

Tabel 2 Parameter Proses Pemesinan Akhir

Spindle Speed (RPM)	Gerak Pemakanan (mm/rev)	Kedalaman Potong (mm)
1274	0.07	0.1
		0.3
	0.12	0.1
		0.3
	0.17	0.1
		0.3
	0.22	0.1
		0.3

### Hasil dan Pembahasan

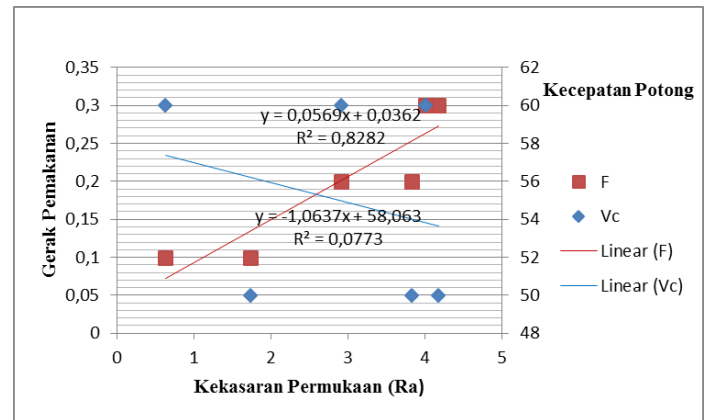
Rangkuman hasil kekasaran permukaan pada proses pemesinan awal dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kekasaran Permukaan Proses Pemesinan Awal (*Roughing*)

Kec. Potong (Vc) mm/min	Feed Rate (f) mm/rev	Kedalaman Potong (mm)	Kekasaran Permukaan Rata-rata (Ra) $\mu\text{m}$
50	0.1	1	1.727
	0.2		3.828
	0.3		4.173
60	0.1	1	0.628
	0.2		2.914
	0.3		4.007

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa pada kecepatan potong yang sama, peningkatan feed rate akan menyebabkan kekasaran permukaan semakin besar, sehingga permukaan benda yang dihasilkan akan semakin kasar. Jika ditelaah lebih lanjut maka pada feed rate yang sama, maka peningkatan kecepatan potong dari 50 mm/min menjadi 60 mm/min akan menurunkan kekasaran permukaan sehingga permukaan benda semakin halus. Dengan demikian kenaikan feed rate akan menurunkan kekasaran benda, namun kondisi sebaliknya terjadi untuk kenaikan kecepatan potong yang akan menghasilkan permukaan benda semakin halus.

Pengaruh kecepatan potong dan gerak pemakanan terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan pada proses pemesinan awal dapat dilihat pada grafik 1.



Grafik 1 Interaksi antara kecepatan potong dan gerak makan terhadap kekasaran permukaan

Grafik 1 memperlihatkan titik potong antara kecepatan potong dan gerak pemakanan yang menghasilkan kekasaran paling moderat (rata-rata). Titik potong itulah yang kami simpulkan sebagai elemen dasar optimum pada pengujian pemesinan awal, yaitu pada saat gerak makan 0.1 mm/rev. dan kecepatan potong 60 mm/min.

Rangkuman untuk hasil pengujian pada proses pemesinan akhir dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kekasaran Permukaan Proses Pemesinan Akhir (*Finishing*)

Spindle Speed (RPM)	Gerak Pemakanan (mm/rev)	Kedalaman Potong (mm)	
1274	0.07	0.1	0.930
		0.3	1.039
	0.12	0.1	2.226
		0.3	2.387
	0.17	0.1	4.905
		0.3	5.249
	0.22	0.1	7.255
		0.3	8.831

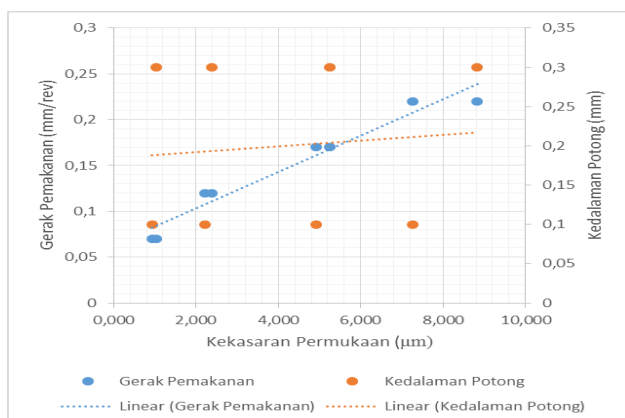
Data memperlihatkan bahwa pada saat gerak pemakanan 0,07 mm/rev dan kedalaman pemotongan sebesar 0,1 mm menghasilkan kekasaran permukaan 0,930  $\mu\text{m}$  dengan putaran spindel 1274 rpm. Selanjutnya,

gerak pemakanan dinaikan menjadi 0,12 mm/rev, kedalaman pemotongan tetap yaitu 0,1 dan putaran spindel 1274 rpm. Perubahan ini juga ternyata mempengaruhi kekasaran permukaan benda dengan menghasilkan kekasaran permukaan 2,226  $\mu\text{m}$ . Gerak pemakanan kemudian dinaikan kembali menjadi 0,17 mm/rev dengan kedalaman pemotongan dan putaran spindel sama, kekasaran permukaan yang dihasilkan meningkat sebesar 4,905  $\mu\text{m}$ . Dapat dikatakan bahwa naiknya gerak pemakanan akan meningkatkan kekasaran permukaan.

Pembahasan berikutnya adalah efek kenaikan kecepatan pemakanan yang bervariasi mulai dari yang paling rendah sampai tinggi. Pada saat kecepatan pemakanan rendah atau pada nilai 0,07 mm/rev maka kekasaran permukaan benda juga akan rendah dengan nilai 1,007  $\mu\text{m}$ . Kemudian dilihat pada kecepatan yang tinggi yaitu 0,22 mm/rev maka nilai kekasaran permukaan juga akan naik sebesar 8,831  $\mu\text{m}$ .

Dilihat dari tren yang terbentuk pada tabel hasil proses pemesinan akhir (*finishing*), maka kenaikan kecepatan pemakanan dan kedalaman potong akan menaikkan kekasaran permukaan.

Pengaruh kedalaman potong dan gerak pemakanan terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan pada proses pemesinan akhir dapat dilihat pada grafik 2.



Grafik 2 Interaksi antara kedalaman potong dan gerak makan terhadap kekasaran permukaan

Grafik 2 memperlihatkan titik potong antara kedalaman potong dan gerak pemakanan yang menghasilkan kekasaran

paling moderat (rata-rata). Titik potong itulah yang kami simpulkan sebagai elemen dasar optimum pada pengujian pemesinan akhir, yaitu pada saat gerak makan 0.16 mm/rev. dan kedalaman potong 60 mm/min.

## Kesimpulan

Dari pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan beberapa kondisi berikut.

1. Proses pemesinan awal, kenaikan feed rate pada kecepatan potong yang sama akan meningkatkan kekasaran permukaan, sedangkan kenaikan kecepatan potong pada feed rate yang sama akan menurunkan kekasaran permukaan.
2. Proses pemesinan akhir, kenaikan gerak makan dan kedalaman potong pada putaran spindel yang tetap akan menaikkan kekasaran permukaan.
3. Hasil optimum pada pemesinan awal diperoleh pada gerak pemakanan yang 0.1 mm/rev dan kecepatan potong 60 m/min. Sedangkan untuk pemesinan akhir diperoleh pada gerak pemakanan 0,16 mm/rev, kedalaman potong 0,21 mm..

## Referensi

- [1] Hayajneh, M.T., Tahat, M.S., Bluhm J., "A Study of the Effects of Machining Parameters on the Surface Roughness in the End-Milling Process", JJMIE vol. 1 No. 1, (2007) 1-5
- [2] Kumar, N. Satheesh, Shetty, Ajay., Shetty, Ashay., K. Ananth and A. Shetty Harsha (2012). *Effect of Spindle Speed and Feed Rate on Surface Roughness of Carbon Steel in CNC Turning*. *Journal Procedia Engineering*, Vol.38, 10.1016 / j.proeng. 2012. 06.087, 691-697.
- [3] Yasan. 2011. *Studi Empiris antara Putaran Spindel (Speed) dan Pemakanan (Feed) terhadap Kekasaran Permukaan dan Umur Pahat pada Proses Bubut Menggunakan Mesin Bubut CNC Mouri Seiki CL2000*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- [4] Zubaidi, A., Syafa'at, I., Darmanto (2012). *Analisis Pengaruh Kecepatan Putar dan Kecepatan Pemakanan terhadap*

*Kekasaran Permukaan Material FCD 40 pada Mesin Bubut CNC.* Jurnal, Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang Vol. 8, No.1, 40-47.

- [5] Rochim, T., *Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan*, Penerbit ITB, 2007.
- [6] Zahid, M.N.O, Case, K., Watts, D., *Cutting Tools in Finishing Operations for CNC Rapid Manufacturing Process: Experimental Studies*, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering, Vol. 8, NO. 6, (2014), 1108-1112.
- [7] Rochim, T., *Spesifikasi, Metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik 1*, Penerbit ITB, 2004.