



TECHNOMA Vol. 04, No. 01, 2023

## Analisis Simulasi Pengaruh Kecepatan Spindle dan Laju Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut

Moh Azizi Hakim<sup>1</sup>, Erik Heriana<sup>2</sup>, Sony Sukmara<sup>3</sup>, Norhidayu Rameli<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Fakultas Teknologi dan Informatika universitas Mathla'ul Anwar Banten

<sup>5</sup>Universiti Sains Islam Malaysia

Email: \*Zeehakim@gmail.com

**Abstrak.** Proses bubut merupakan salah satu proses pemesinan yang banyak digunakan untuk menghasilkan komponen berbentuk silindris. Kualitas hasil pembubutan sangat dipengaruhi oleh parameter pemesinan, terutama kecepatan spindle dan laju pemakanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi kecepatan spindle dan laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan teoritis serta waktu pemesinan pada proses bubut baja karbon rendah. Metode penelitian menggunakan simulasi numerik berdasarkan persamaan kecepatan potong, waktu pemesinan, dan estimasi kekasaran permukaan teoritis. Parameter yang digunakan adalah diameter benda kerja 25 mm, panjang pemotongan 100 mm, radius ujung pahat 0,8 mm, variasi kecepatan spindle 500, 750, dan 1000 rpm, serta laju pemakanan 0,10, 0,15, dan 0,20 mm/rev. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan laju pemakanan meningkatkan kekasaran permukaan, sedangkan peningkatan kecepatan spindle memperpendek waktu pemesinan. Kombinasi 1000 rpm dan 0,10 mm/rev menghasilkan kualitas permukaan terbaik dengan estimasi kekasaran terendah, sedangkan kombinasi laju pemakanan tinggi menghasilkan waktu pemesinan lebih singkat tetapi permukaan lebih kasar. Dengan demikian, pemilihan parameter bubut perlu mempertimbangkan kompromi antara produktivitas dan kualitas permukaan.

*Kata kunci: proses bubut; kecepatan spindle; laju pemakanan; kekasaran permukaan; teknik manufaktur*

### 1 Pendahuluan

Proses pemesinan merupakan bagian penting dalam bidang teknik mesin karena berperan dalam pembentukan komponen dengan dimensi dan kualitas permukaan tertentu [1]. Salah satu proses pemesinan yang paling umum digunakan adalah proses bubut. Proses ini digunakan untuk menghasilkan komponen berbentuk silindris seperti poros, bushing, pin, dan komponen mesin lainnya [2]. Kualitas proses bubut tidak hanya ditentukan oleh kemampuan mesin, tetapi juga oleh pemilihan parameter pemesinan yang tepat [3].

Kecepatan spindle dan laju pemakanan merupakan dua parameter utama yang memengaruhi hasil pembubutan [4]. Kecepatan spindle berhubungan dengan kecepatan potong dan waktu pemesinan, sedangkan laju pemakanan berpengaruh terhadap ketebalan geram dan kekasaran permukaan [5]. Laju pemakanan yang terlalu besar dapat mempercepat proses produksi, tetapi dapat menurunkan kualitas permukaan [6]. Sebaliknya, laju pemakanan yang kecil dapat menghasilkan permukaan lebih halus, namun membutuhkan waktu pemesinan lebih lama [7].

Dalam praktik manufaktur, pemilihan parameter pemesinan sering dilakukan berdasarkan pengalaman operator atau pedoman umum. Pendekatan tersebut dapat menghasilkan proses yang kurang optimal jika tidak disesuaikan dengan karakteristik benda kerja, pahat, dan tujuan produksi [8]. Oleh karena itu, simulasi numerik sederhana diperlukan sebagai tahap awal untuk memahami hubungan antara parameter pemesinan, waktu proses, dan kualitas permukaan. Penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh kecepatan spindle dan laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan teoritis serta waktu pemesinan pada proses bubut baja karbon rendah.

### 2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi numerik berbasis formulasi dasar proses bubut. Parameter yang dianalisis meliputi kecepatan spindle, laju pemakanan, kecepatan potong, waktu pemesinan, dan

kekasaran permukaan teoritis. Simulasi dilakukan dengan beberapa kombinasi parameter agar dapat diperoleh gambaran kecenderungan perubahan kualitas permukaan dan produktivitas proses.

Tahapan penelitian meliputi penentuan parameter benda kerja dan pahat, penyusunan model matematis, perhitungan numerik pada setiap variasi parameter, pembuatan tabel hasil simulasi, serta interpretasi hubungan antara parameter pemesinan dan kualitas hasil pembubutan.

## 2.1 Parameter Simulasi

Parameter utama yang digunakan dalam simulasi proses bubut disajikan pada Tabel 1. Parameter ini dipilih untuk menggambarkan proses pembubutan ringan pada benda kerja baja karbon rendah dengan pahat bermata tunggal.

**Tabel 1. Parameter Simulasi Proses Bubut**

| No | Parameter                    | Nilai                   |
|----|------------------------------|-------------------------|
| 1  | Diameter benda kerja (D)     | 25 mm                   |
| 2  | Panjang pemotongan (L)       | 100 mm                  |
| 3  | Radius ujung pahat ( $r_e$ ) | 0,8 mm                  |
| 4  | Kecepatan spindle (N)        | 500, 750, 1000 rpm      |
| 5  | Laju pemakanan (f)           | 0,10; 0,15; 0,20 mm/rev |
| 6  | Jenis proses                 | Pembubutan lurus        |
| 7  | Material benda kerja         | Baja karbon rendah      |

## 2.2 Formulasi Matematika

Kecepatan potong pada proses bubut dihitung berdasarkan diameter benda kerja dan kecepatan spindle sebagai berikut:

$$V_c = (\pi DN) / 1000 \quad (1)$$

Pada persamaan tersebut,  $V_c$  adalah kecepatan potong dalam m/min,  $D$  adalah diameter benda kerja dalam mm, dan  $N$  adalah kecepatan spindle dalam rpm.

Waktu pemesinan untuk pembubutan lurus dihitung dengan persamaan:

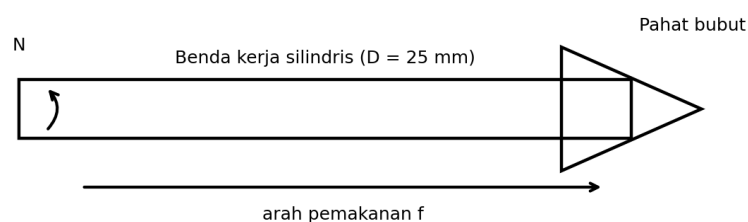
$$t_m = L / (fN) \quad (2)$$

dengan  $t_m$  adalah waktu pemesinan dalam menit,  $L$  adalah panjang pemotongan,  $f$  adalah laju pemakanan, dan  $N$  adalah kecepatan spindle.

Estimasi kekasaran permukaan teoritis dihitung menggunakan pendekatan geometri pahat sebagai berikut:

$$R_a = f^2 / (32r_e) \quad (3)$$

Pada persamaan tersebut,  $R_a$  adalah kekasaran permukaan teoritis dan  $r_e$  adalah radius ujung pahat. Nilai  $R_a$  yang lebih rendah menunjukkan permukaan hasil bubut yang lebih halus.



Gambar 1. Skema Sederhana Proses Bubut dan Arah Pemakanan

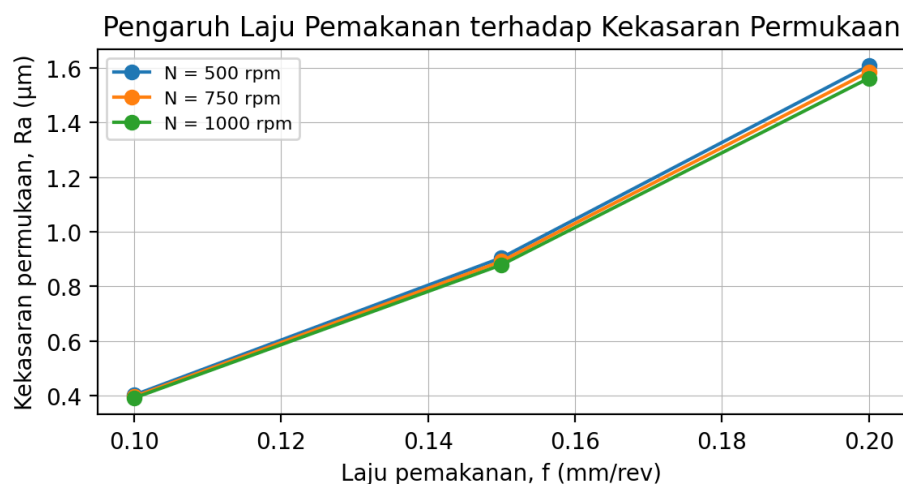
## 3 Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan laju pemakanan dan kecepatan spindle memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kualitas permukaan dan waktu pemesinan. Laju pemakanan memiliki pengaruh paling kuat terhadap kekasaran permukaan, sedangkan kecepatan spindle berpengaruh langsung terhadap waktu proses. Ringkasan hasil simulasi disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Simulasi Parameter Pemesinan**

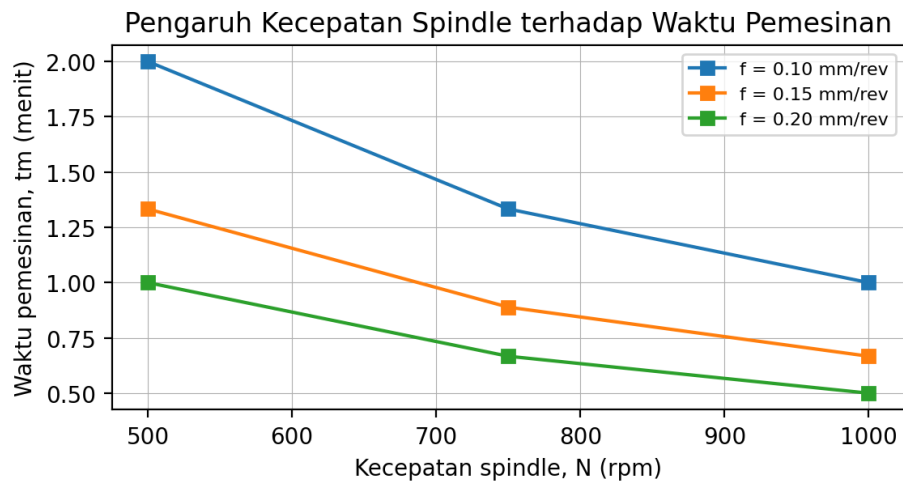
| N (rpm) | f (mm/rev) | Vc (m/min) | tm (menit) | Ra ( $\mu\text{m}$ ) |
|---------|------------|------------|------------|----------------------|
| 500     | 0.10       | 39.27      | 2.000      | 0.402                |
| 500     | 0.15       | 39.27      | 1.333      | 0.905                |
| 500     | 0.20       | 39.27      | 1.000      | 1.609                |
| 750     | 0.10       | 58.90      | 1.333      | 0.396                |
| 750     | 0.15       | 58.90      | 0.889      | 0.892                |
| 750     | 0.20       | 58.90      | 0.667      | 1.586                |
| 1000    | 0.10       | 78.54      | 1.000      | 0.391                |
| 1000    | 0.15       | 78.54      | 0.667      | 0.879                |
| 1000    | 0.20       | 78.54      | 0.500      | 1.563                |

Berdasarkan Tabel 2, peningkatan laju pemakanan dari 0,10 mm/rev menjadi 0,20 mm/rev menyebabkan kenaikan nilai kekasaran permukaan teoritis. Kondisi ini terjadi karena semakin besar laju pemakanan, semakin besar pula jejak geometri pahat yang tertinggal pada permukaan benda kerja. Dengan demikian, laju pemakanan perlu dikendalikan apabila tujuan utama proses adalah memperoleh permukaan yang lebih halus.



**Gambar 2. Hubungan Laju Pemakanan dengan Kekasaran Permukaan**

Gambar 2 memperlihatkan bahwa semua variasi kecepatan spindle menghasilkan kecenderungan yang sama, yaitu kekasaran permukaan meningkat ketika laju pemakanan dinaikkan. Pada laju pemakanan 0,10 mm/rev, nilai kekasaran berada pada tingkat paling rendah, sedangkan pada 0,20 mm/rev nilai kekasaran meningkat secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa parameter pemakanan merupakan faktor dominan dalam pengendalian kualitas permukaan pada proses bubut.



Gambar 3. Hubungan Kecepatan Spindle dengan Waktu Pemesinan

Gambar 3 menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan spindle dapat memperpendek waktu pemesinan. Pada laju pemakanan yang sama, waktu proses semakin rendah ketika kecepatan spindle dinaikkan dari 500 rpm menjadi 1000 rpm. Namun, peningkatan kecepatan spindle tetap perlu memperhatikan batas kemampuan mesin, kondisi pahat, getaran, dan potensi peningkatan temperatur pada daerah pemotongan.

Dari sudut pandang teknik manufaktur, hasil simulasi menunjukkan adanya kompromi antara produktivitas dan kualitas permukaan. Kombinasi laju pemakanan kecil menghasilkan kualitas permukaan lebih baik, tetapi waktu pemesinan menjadi lebih lama. Sebaliknya, laju pemakanan besar mempercepat proses, namun menghasilkan permukaan yang lebih kasar. Oleh karena itu, parameter 750–1000 rpm dengan laju pemakanan 0,10–0,15 mm/rev dapat dipertimbangkan sebagai rentang awal yang cukup seimbang untuk proses bubut ringan dengan tuntutan kualitas permukaan sedang.

#### 4 Kesimpulan

Penelitian ini telah menganalisis pengaruh kecepatan spindle dan laju pemakanan terhadap kekasaran permukaan teoritis serta waktu pemesinan pada proses bubut. Hasil simulasi menunjukkan bahwa laju pemakanan merupakan parameter yang sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Semakin besar laju pemakanan, semakin besar nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan.

Kecepatan spindle berpengaruh terhadap waktu pemesinan. Peningkatan kecepatan spindle dari 500 rpm menjadi 1000 rpm mampu memperpendek waktu proses pada setiap variasi laju pemakanan. Namun, pemilihan parameter tidak dapat hanya didasarkan pada waktu proses, karena kualitas permukaan juga harus dipertimbangkan. Kombinasi kecepatan spindle tinggi dan laju pemakanan rendah memberikan hasil permukaan lebih halus, sedangkan laju pemakanan tinggi lebih sesuai untuk proses kasar yang mengutamakan produktivitas.

Penelitian lanjutan disarankan untuk menambahkan pengujian eksperimen menggunakan mesin bubut nyata, pengukuran kekasaran permukaan dengan surface roughness tester, serta analisis pengaruh kedalaman potong dan jenis pahat terhadap kualitas hasil pemesinan.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Mathla'ul Anwar Banten atas dukungan fasilitas dan masukan dalam penyusunan artikel ini.

#### 5 Daftar Pustaka

- [1] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "RANCANGAN SISTEM PENGEMUDI JENIS RACK AND," vol. 01, no. 02, 2022.
- [2] M. A. Hakim, E. Heriana, M. A. Hakim, S. Sukmara, and D. Susanto, "Perancangan kendaraan kampus dengan penggerak motor listrik," *Technoma*, vol. 01, no. 02, pp. 60–66, 2022.

- [3] M. A. Hakim, E. Heriana, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "Analisis Bangun Rangka Mobil," *Technoma*, vol. 02, no. 01, pp. 3–8, 2022.
- [4] E. Heriana, M. A. Hakim, A. Ekoprianto, S. Sukmara, and D. Susanto, "Analisis Kapasitas Baterai Dan Sistem Charger," *Technoma*, vol. 02, no. 01, 2022.
- [5] S. Wijaya *et al.*, "Program Peningkatan Kecakapan Hidup Berbasis Vocational Skill Untuk Membangun Jawa Wirausaha Mahasiswa Semester Akhir Mahasiswa Universitas Mathla'ul Anwar Banten," *J. Dharmabakti Nagri*, vol. 1, no. 3, pp. 133–139, 2023, doi: 10.58776/jdn.v1i3.81.
- [6] A. M. Yunita, N. N. Wardah, A. Sugiarto, E. Susanti, L. Sujai, and R. Rizky, "Water level measurements at the cikupa pandeglang bantendam using fuzzy sugenowith microcontroler-based ultrasonik sensor," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1477, no. 5, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1477/5/052048.
- [7] R. Rizky and Z. Hakim, "Analysis and Design of Voip Server (Voice Internet Protocol) using Asterisk in Statistics and Statistical Informatics Communication of Banten Province using Ppdioo Method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1179, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1179/1/012160.
- [8] A.-A. Jenaldi, R. Rizky, N. Nailul Wardah, and J. Sistem Informasi Fakultas, "Sistem Informasi Kontrol Stock Barang Dengan Metode K-Means Clustering Pada Cv," vol. 12, no. 2, p. 2023, 2023.