

Analisis Hubungan Getaran dan Kekasaran Permukaan pada Proses Pembubutan Baja ST60

Haradat Tahrir Algaza¹, Robert Napitupulu¹, Erwansyah¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

E-mail: haradatganz@gmail.com

Received: 1 Januari 2026; Received in revised form: 1 Januari 2026; Accepted: 6 Januari 2026

Abstract

This study aims to analyze the relationship between vibration and surface roughness in the turning process of ST 60 steel. The turning process was carried out by varying machining parameters, namely depth of cut, spindle speed, and feed rate. An experimental method was employed using eight combinations of cutting parameters. The material used was cylindrical ST 60 steel. Vibration measurements were performed using a VibraPort 80, while surface roughness measurements were conducted using a Mitutoyo SJ-210 surface roughness tester. The results show that workpiece number 1 produced the best surface quality with a surface roughness (R_a) value of $1.42 \mu\text{m}$. In contrast, workpiece number 8 exhibited the poorest surface quality with an R_a value of $3.12 \mu\text{m}$. The differences in surface quality were influenced by the combination of turning parameters that led to increased vibration during the cutting process. These results indicate that vibration plays an important role in determining the final surface quality. Therefore, proper control of turning parameters is required to minimize vibration and achieve optimal surface quality in the turning of ST 60 steel.

Keywords: Turning process; ST60; Vibration; Surface roughness; Machining parameters

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara getaran dan kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST 60. Proses pembubutan dilakukan dengan memvariasikan kedalaman pemakanan, putaran *spindle*, dan laju pemakanan sebagai parameter pemesinan. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan delapan kombinasi parameter pemotongan. Material yang digunakan berupa baja ST 60 berbentuk silinder. Pengukuran getaran dilakukan menggunakan VibraPort 80, sedangkan pengukuran kekasaran permukaan dilakukan menggunakan Surface Roughness Tester Mitutoyo SJ-210. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benda kerja nomor 1 menghasilkan kualitas permukaan terbaik dengan nilai kekasaran permukaan (R_a) sebesar $1,42 \mu\text{m}$. Sebaliknya, benda kerja nomor 8 menunjukkan kualitas permukaan terburuk dengan nilai R_a sebesar $3,12 \mu\text{m}$. Perbedaan kualitas permukaan tersebut dipengaruhi oleh kombinasi parameter pembubutan yang menyebabkan peningkatan getaran selama proses pemotongan. Hasil ini menunjukkan bahwa getaran memiliki peran penting dalam menentukan kualitas permukaan akhir. Oleh karena itu, pengendalian parameter pembubutan diperlukan untuk meminimalkan getaran dan memperoleh kualitas permukaan yang optimal pada proses pembubutan baja ST 60.

Kata kunci: Pembubutan; ST60; Getaran; Kekasaran permukaan; Parameter pemesinan

1. PENDAHULUAN

Proses pembubutan merupakan salah satu metode permesinan yang paling banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan komponen berbentuk silindris dengan tingkat presisi tertentu. Kualitas hasil pembubutan sangat dipengaruhi oleh parameter proses seperti kecepatan *spindle*,

laju pemakanan, dan kedalaman pemakanan. Salah satu indikator utama kualitas hasil pembubutan adalah kekasaran permukaan.

Mesin bubut biasa digunakan pada proses permesinan yang berguna untuk membuat benda kerja yang berbentuk silindris, dalam proses pengerjaannya

terdapat sisa – sisa penyayatan yang disebut dengan geram. Proses terbentuknya geram terjadi sebab gerak potong dan gerak umpan pada mesin bubut yang mana pada saat proses pengerjaan pahat yang telah dipasang akan bergerak secara perlahan mengenai benda kerja yang berputar dengan kecepatan tertentu sehingga terdapat dalamnya pemotongan dan lapisan terluar dari benda kerja akan terpotong dan munculnya permukaan baru pada benda kerja [1].

Proses logam diklasifikasikan secara 2, yaitu: *noncutting* dan *cutting* (penyayatan). Dalam arti luas, mencakup aktivitas perencanaan dan perancangan produk hingga jual, sedangkan arti sempit kegiatan mengolah benda mentah membuat produk jadi dengan mengubah sifat dan/atau tampilan, membuat komponen. Proses manufaktur umumnya pembuatan yang skala besar dan kompleks [2].

Saat pengaplikasiannya, getaran selama proses pembubutan terjadi sebagai masalah umum yang memengaruhi hasil akhir dengan cara signifikan. Getaran yang muncul dalam sistem pahat-benda kerja-mesin (*tool-workpiece-machine*) bukan hanya mengganggu keteguhan proses, melainkan juga berpengaruh langsung terhadap peningkatan kekasaran permukaan, ketidakakuratan dimensi, serta mempercepat keausan pahat [3].

Menurut Melita dkk. (2014, dikutip dalam *Pengaruh Kecepatan Potong dan Kedalaman Potong Terhadap Getaran Mesin dan Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut ST 60*, JIM), getaran mesin yang tinggi dapat menyebabkan defleksi putaran mesin bubut yang berdampak negatif pada ukuran, presisi, dan kekasaran permukaan benda kerja [4].

Akibatnya, kemampuan pemotongan ujung alat berkurang atau gagal. Dalam skenario lain, material kerja menyatu atau bergabung dengan permukaan alat potong, sehingga menghasilkan tepi potong baru yang disebut tepi penambahan (*build-up edge*). Semua perkembangan ini mengurangi sisa

umur pakai alat potong. Kelainan seperti itu mengurangi kualitas pemesinan dan membuka jalan bagi integritas permukaan yang buruk, yaitu kekasaran permukaan [5].

Sangat sulit untuk menghasilkan rentang nilai kekasaran yang diinginkan, terutama untuk material keras. Oleh karena itu, pemodelan kondisi pemotongan memberikan kesempatan untuk analisis mendalam terhadap hasil pengerjaan. Dengan demikian, ini merupakan metode yang andal dan berkelanjutan untuk karakterisasi permukaan di seluruh dunia. Meskipun terdapat beberapa parameter kekasaran dalam mendeteksi kualitas permukaan, yang paling menonjol adalah rata-rata aritmatika ketinggian permukaan (R_a), yang banyak digunakan di kalangan akademisi dan industri [6].

Baja ST60 adalah material yang kuat dan keras sering digunakan dalam pembuatan konstruksi mesin, poros, dan roda gigi [7]. Di sisi lain, karakteristik material ini menjadikannya cukup sensitif terhadap perubahan parameter permesinan dan getaran selama proses pembubutan.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Tlustý [8] bergetar mesin (baik bergetar bebas maupun bergetar paksa) akan menyebabkan fluktuasi gaya pemotong dan mengubah trase pemotongan, sehingga meninggalkan jejak permukaan yang tidak datar. Terutama pada bahan keras seperti baja ST60, dimana gaya pemotongan relatif besar dan ketelitian getaran terhadap kualitas permukaan menjadi lebih sensitif.

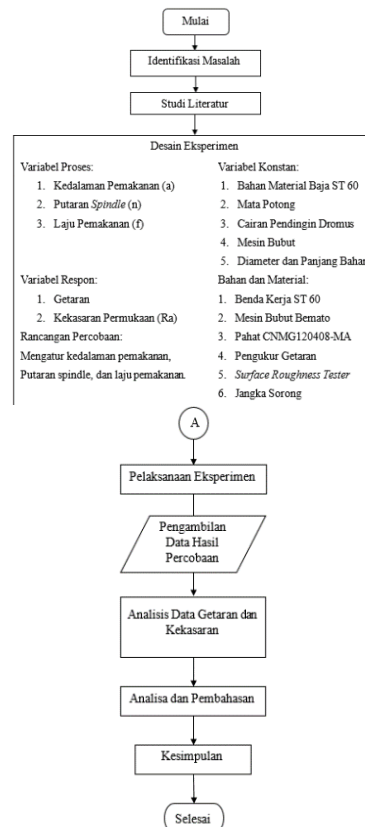
Cara memahami interaksi yang rumit antara getaran dan kekasaran permukaan secara kuantitatif, diperlukan suatu cara analisis cara yang sistematis dan berkedekatan dalam memodelkan interaksi antara variabel [9].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh getaran yang terjadi selama proses pembubutan terhadap kekasaran permukaan baja ST60, serta mengidentifikasi peran parameter pemesinan dalam membentuk kualitas permukaan akhir.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui sejumlah tahapan yang disusun secara sistematis untuk mempermudah proses pelaksanaannya. Selain itu, terhadap tahapan penelitian yang merinci langkah-langkah yang akan dilakukan

selama proses penelitian, sehingga pelaksanaannya dapat berlangsung secara terorganisir dan sistematis. Tahapan-tahapan tersebut digambarkan melalui diagram alir yang di sajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahap Penilitan

2.1 Persiapan

Penelitian ini menggunakan metode ekperimental, dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh getaran kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST60. Pendekatan eksperimen dipilih karena memungkinkan pengamatan langsung terhadap perubahan respon akibat variasi parameter pembubutan.

2.2 Material dan Sampel Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon menengah ST 60 berbentuk silinder dengan diameter awal 30 mm dan panjang 100 mm. Baja ST60 adaah jenis baja karbon yag memiliki kekuatan tarik sebesar 60 kg/mm². Kandungan yang ada di baja ST60 adalah

karbon (C): 0,50-0,65%; Mangan (Mn): 0,50-80%; Fosfor (P): maksimum 0,040%; dan Silikon (Si): maksimum 0,35%. Baja dijelaskan merupakan persen terkandung karbon besi 0,3% C-0,59% C, titik didih 1550°C, dan titik lebur 2900°C [10]. Baja ST 60 dipilih karena banyak digunakan pada komponen mesin dan memiliki karakteristik pemesinan yang cukup sensitif terhadap perubahan parameter serta getaran.

Sampel uji dibubut berdasarkan kombinasi paramter yang telah ditentukan, sehingga setiap spesimen mewakili satu kondisi pemesinan tertentu. Di bawah ini bentuk awal/bahan mentah dari baja ST60 pada Gambar 2.



Gambar 2. Material Baja ST60

2.3 Peralatan dan Mesin

Eksperimen dilakukan menggunakan mesin bubut Bemato series 44378. Alat potong yang digunakan adalah pahat *insert* karbida CNMG120408-MA. Pengukuran getaran dilakukan menggunakan VibraPort 80, sedangkan pengukuran kekasaran

permukaan dilakukan menggunakan *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-210.

Seluruh peralatan dipastikan dalam kondisi yang baik dan terkalibrasi sebelum digunakan untuk menjamin keakuratan data hasil pengujian.



Gambar 3. Mesin Bubut Konvensional Bemato

2.4 Variabel Penelitian dan Rancangan Ekperimen

Variabel penelitian terdiri dari variabel proses, vairabel konstan, dan variabel respon. Variabel proses yang divariasikan meliputi kedalaman pemakanan, kecepatan *spindle*, dan laju pemakanan. Masing-masing variabel diuji dengan dua level sehingga menghasilkan delapan kombinasi parameter pemesinan.

Variabel meliputi benda kerja, jenis pahat, mesin bubut, serta penggunaan cairan

pendingin. Variabel respon yang diamati adalah getaran dan kekasaran permukaan (R_a).

Rancangan eksperimen menggunakan metode ekperimental, sehingga seluruh kombinasi parameter dapat dianalisis secara menyeluruh. Berikut adalah tabel struktur percobaan yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur Percobaan

No	Dalam Pemakanan	RPM	Feeding
1	2	700	0,7
2	2	700	1
3	2	995	0,7
4	2	995	1
5	3	700	0,7
6	3	700	1
7	3	995	0,7
8	3	995	1

2.5 Prosedur Ekperimen dan Pengumpulan Data

Prosedur eksperimen dimulai dengan pemasangan benda kerja pada cekam mesin bubut, dilanjutkan dengan pengaturan parameter pemesian sesuai rancangan percobaan. Proses pembubutan dilakukan untuk setiap kombinasi parameter yang telah ditentukan. Selama proses pembubutan, nilai getaran diukur menggunakan VibraPort 80.

Setelah proses pemotongan selesai, kekasaran permukaan diukur pada permukaan benda kerja menggunakan *surface roughness tester*. Data getaran dan kekasaran permukaan dicatat dan dianalisis untuk mengetahui hubungan antara parameter pemesian, getaran, dan kualitas permukaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan dilakukan pada proses pembubutan baja ST 60 dengan memvariasikan kedalaman pemakanan, putaran spindle, dan laju pemakanan. Parameter respon yang diamati pada penelitian ini adalah tingkat getaran dan nilai

kekasaran permukaan (R_a). Data hasil percobaan diperoleh dari delapan kombinasi parameter pemotongan yang telah ditentukan sebelumnya.

Data lengkap hasil pengujian disajikan pada Tabel 2 yang menunjukkan nilai variasi kekasaran permukaan dan getaran setiap kombinasi parameter pembubutan.

Tabel 2. Data Hasil Percobaan

	d (mm)	RPM	Feeding	R_a	Vibrasi (mm/s)
1	2	700	0,7	1,42	0,136
2	2	700	1	1,58	0,157
3	2	995	0,7	1,71	0,169
4	2	995	1	1,95	0,193
5	3	700	0,7	2,18	0,215
6	3	700	1	2,34	0,231
7	3	995	0,7	2,85	0,304
8	3	995	1	3,12	0,343



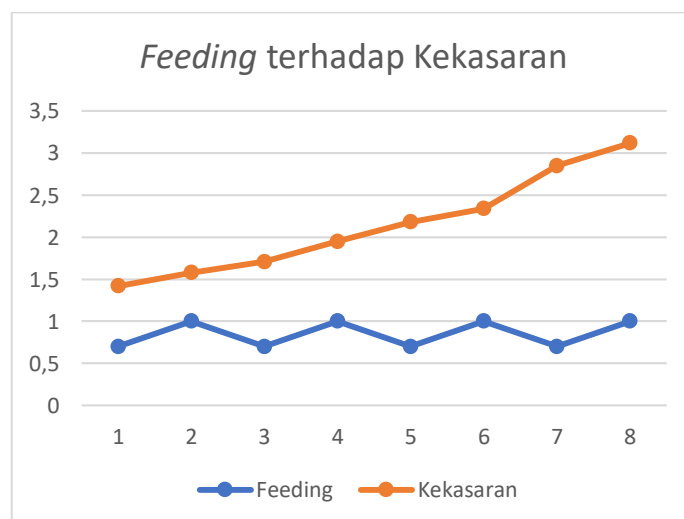
Gambar 4. Proses Pengerjaan Benda Kerja



Gambar 5. Benda Kerja Hasil Pengujian

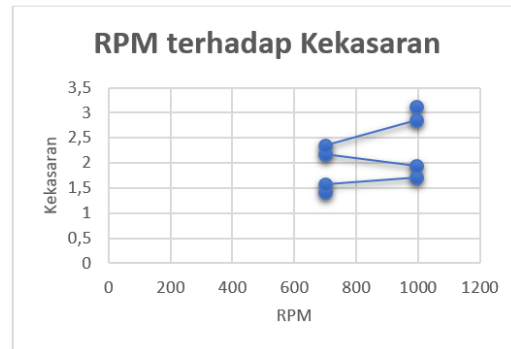
3.1. Hasil Pengujian Pembubutan

3.1.1 *Feeding* terhadap Kekasaran Permukaan



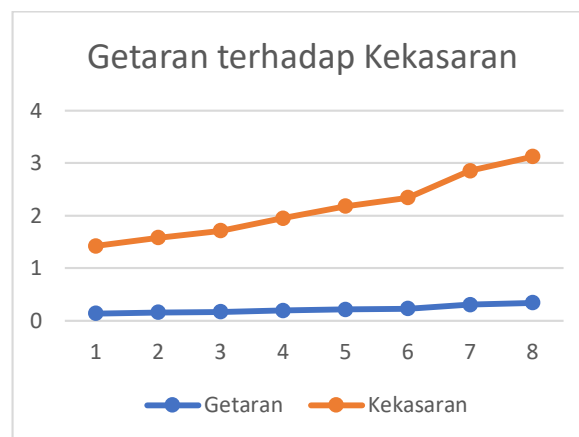
Gambar 6. Feeding terhadap Kekasaran Permukaan (Ra)

3.1.2 RPM terhadap Kekasaran Permukaan



Gambar 7 RPM terhadap Kekasaran Permukaan

3.1.3 Getaran terhadap Kekasaran Permukaan



Gambar 8 Getaran terhadap Kekasaran Permukaan

3.2. Pembahasan Pengujian Pembubutan

Berdasarkan hasil pengujian, peningkatan laju pemakanan menyebabkan nilai kekasaran permukaan meningkat. Hal ini terlihat dari naiknya nilai R_a pada *feeding* yang lebih besar. Secara teknis, laju pemakanan yang tinggi memperlebar jarak antar jejak pahat pada permukaan benda kerja sehingga permukaan menjadi lebih kasar. Selain itu, peningkatan *feeding* juga meningkatkan gaya potong yang bekerja, yang berpotensi memicu getaran selama proses pembubutan.

3.2.2. Pengaruh RPM

Putaran *spindle* yang lebih tinggi cenderung menghasilkan permukaan yang lebih halus. Hal ini disebabkan oleh proses pemotongan yang berlangsung lebih stabil dan pembentukan bram yang lebih seragam. Namun demikian, pada kondisi tertentu peningkatan RPM juga dapat meningkatkan getaran apabila mendekati batas kestabilan

3.2.1. Pengaruh *Feeding*

mesin, sehingga perlu pemilihan RPM yang sesuai dengan kondisi mesin dan material.

3.2.3. Pengaruh Kedalaman Pemakanan

Kedalaman pemakanan yang lebih besar menyebabkan peningkatan gaya potong selama proses pembubutan. Meskipun pengaruh kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan tidak selalu langsung, peningkatan gaya potong ini dapat memicu getaran yang kemudian berdampak pada kenaikan nilai R_a . Dengan demikian, kedalaman pemakanan berpengaruh tidak langsung terhadap kualitas permukaan melalui mekanisme getaran.

3.2.4. Hubungan Getaran dan Kekasaran

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan getaran selama proses pembubutan berbanding lurus dengan meningkatnya nilai kekasaran permukaan. Getaran menyebabkan pergerakan relatif antara pahat dan benda kerja menjadi tidak

stabil, sehingga jalur pemotongan tidak seragam. Kondisi ini menghasilkan permukaan dengan pola goresan yang tidak merata dan nilai kekasaran yang lebih tinggi.

3.3. Ringkasan Pembahasan

Secara keseluruhan, parameter pembubutan saling berkaitan dalam

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kekasaran permukaan benda kerja nomor 1 menghasilkan kualitas permukaan terbaik dengan nilai Ra sebesar 1,42 μm . Sebaliknya, benda kerja nomor 8 menunjukkan kualitas permukaan terburuk dengan nilai Ra sebesar 3,12 μm . Perbedaan ini dipengaruhi oleh kombinasi parameter pembubutan yang menyebabkan peningkatan getaran selama proses pemotongan.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa getaran memiliki hubungan yang erat dengan kualitas permukaan hasil pembubutan. Peningkatan getaran selama proses pemotongan cenderung diikuti oleh peningkatan kekasaran permukaan, sehingga

mempengaruhi getaran dan kekasaran permukaan. Laju pemakanan merupakan parameter yang paling dominan, sedangkan getaran berperan sebagai faktor penghubung antara kondisi pemotongan dan kualitas permukaan akhir.

pengendalian parameter pembubutan menjadi faktor penting dalam memperoleh kualitas permukaan yang optimal pada baja ST 60.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Progran Studi Teknik Mesin dan Manufaktur, Jurusan Teknik Rekayasa Mesin Politeknik Manufaktur Bangka Belitung yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Dan juga terima kasih untuk Laboratorium Bengkel Teknik Rekayasa Mesin atas kesediannya menyiapkan alat dan mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Lepar, R. Poeng and I. G. Nyoman, "Anlisis Pengaruh Ketebalan Geram pada Proses Pembubutan," *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, vol. 4, pp. 171-183, 2015.
- [2] E. Wiratama, "Analisis Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Laju Pengerjaan Material Pada Proses Pembubutan Baja AISI 1045," *ILMU ANALITIK*, 2021.
- [3] Y. Altintas, *Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design*, 2 ed., Cambridge University Press, 2012.
- [4] A. Rosandi, W. Sumbodo, H. Yudiono and Kriswanto, "Analisis Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Dan Getaran Pada Pembubutan Silindris Material Baja ST 60," *Jurnal Inovasi Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 1-12, 2021.
- [5] S. Murat and A. Güllü, "Multi-response optimization of minimum quantity lubrication parameters using Taguchi-based grey relational analysis in turning of difficult-to-cut alloy Haynes 25.," *ournal of Cleaner Production*, vol. 91, pp. 347-357, 2015.
- [6] Kant, Girish and K. S. Sangwan, "Prediction and optimization of machining parameters for minimizing power consumption and surface roughness in machining," *Journal of cleaner production* , vol. 83, pp. 151-164, 2014.
- [7] K. I. Suarsana, *Ilmu Material Teknik*, Denpasar: Nilacakra, 2017.
- [8] G. Tlusty, *Manufacturing Processes and Equipment*, 1 ed., Prentice Hall/Pearcson, 2000, p. ~928.
- [9] D. C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 9 ed., J. Willey and S. , Eds., 2017, p. ~752.
- [10] F. Hidayat, "Skripsi studi karakteristik permesinan material baja st 60 akiba proses annealing," 2021.