
Analisis Hubungan Getaran dan Kualitas Kebulatan Pada Proses Pembubutan Baja ST60

Anselmus Agung Wilko Yonico¹, Robert Napitupulu¹, Nanda Pranandita¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

E-mail : agungtirext@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 machine vibration and roundness quality in the turning process of ST 60 steel. An experimental method was conducted by varying three main cutting parameters: depth of cut (2 mm and 3 mm), spindle speed (700 RPM and 995 RPM), and feed rate (0.7 mm/rev and 1 mm/rev). Vibration was measured using a vibrometer (VibraPort 80), while roundness quality/surface roughness (Ra) was measured using a micrometer and a surface roughness tester. The results indicated that the increase in vibration intensity is directly proportional to the increase in surface roughness/roundness values, with vibration acting as a mediator that degrades the quality of the turning results. Feed rate was identified as the most dominant parameter affecting both vibration and roundness quality. Increasing the feed rate from 0.7 to 1 mm/rev expanded the tool path markers, resulting in a coarser surface. Conversely, higher spindle speeds tended to produce a more stable cutting process and dampen vibrations, although extreme RPMs could trigger chatter. The conclusion shows that vibration control through parameter optimization, particularly the use of low feed rates and stable high RPMs, is crucial for achieving precision in ST 60 steel turning with an optimal Ra value below 1.5 μm .

Keywords: turning, vibration, roundness quality, ST 60 steel, machining parameters.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara getaran mesin dan kualitas kebulatan pada proses pembubutan baja ST 60. Metode eksperimen dilakukan dengan memvariasikan tiga parameter pemotongan utama, yaitu kedalaman pemakanan (2 mm dan 3 mm), putaran spindle (700 RPM dan 995 RPM), serta laju pemakanan (feeding) (0,7 mm/rev dan 1 mm/rev). Getaran diukur menggunakan vibrometer (VibraPort 80), sementara kualitas kebulatan/kekasaran permukaan (Ra) diukur menggunakan mikrometer dan surface roughness tester. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan intensitas getaran berbanding lurus dengan meningkatnya nilai kekasaran permukaan/kebulatan, di mana getaran bertindak sebagai mediator yang memperburuk kualitas hasil bubut. Laju pemakanan (feeding) ditemukan sebagai parameter yang paling dominan dalam memengaruhi getaran dan kualitas kebulatan. Peningkatan feeding dari 0,7 ke 1 mm/rev menyebabkan jejak pahat melebar dan menghasilkan permukaan yang lebih kasar. Sebaliknya, putaran spindle yang lebih tinggi cenderung menghasilkan proses pemotongan yang lebih stabil dan meredam getaran, meskipun RPM yang terlalu ekstrem dapat memicu chatter. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa pengendalian getaran melalui optimasi parameter, terutama penggunaan feeding rendah dan RPM tinggi yang stabil, sangat penting untuk mencapai presisi hasil bubut baja ST 60 dengan nilai Ra optimal di bawah 1,5 μm .

Kata kunci: pembubutan, getaran, kualitas kebulatan, baja ST 60, parameter pemesinan.

1. PENDAHULUAN

Pembubutan (*turning*) merupakan salah satu proses pemesinan yang diterapkan banyak sekali dalam industri manufaktur untuk merapatkan komponen silindris dan permukaan yang presisi. Kualitas hasil proses pembubutan sangat tergantung pada beberapa parameter proses, di antaranya adalah kecepatan potong, kecepatan makan, kedalaman potong, jenis material, dan kondisi mesin. Salah satu dari beberapa parameter kualitas yang begitu esensial adalah kekasaran permukaan (*surface roughness*), yang mempengaruhi fungsi, estetika, serta masa pakai suatu komponen mesin. [1].

Proses permesinan merupakan proses yang sangat dibutuhkan pada pengerjaan manufaktur di industri saat ini. Salah satu permesinan yang paling sering ditemui saat ini adalah proses pembubutan. Mesin bubut merupakan salah satu metal cutting machine dengan gerak utama berputar, tempat benda kerja dicekam dan berputar pada sumbunya, sedangkan alat potong (*cutting tool*) bergerak memotong sepanjang benda kerja, sehingga akan terbentuk geram [2].

Pada setiap proses permesinan akan menghasilkan getaran yang timbul dari berbagai sumber pemicu dan akan mempengaruhi kualitas hasil permesinan. Penelitian ini tentang karakteristik getaran dan tingkat kekasaran permukaan (*surface roughness*) akibat pengaruh parameter pemotongan pada operasi up-milling. Penelitian ini mengkombinasikan tiga parameter pemotongan yaitu gerak insut benda kerja, kedalaman pemotongan dan kecepatan putaran spindel (Hammada

Abbasa, Yafet Bontonga, Yusran Aminya 2013) [3].

Sebagian besar aplikasi industri permesinan adalah logam. Meskipun proses pemotongan logam telah menolak analisis teoretis karena kerumitannya, penerapan proses ini di dunia industri tersebar luas. Proses pemesinan dilakukan pada berbagai peralatan mesin. Contoh lain dari peralatan mesin dasar adalah mesin giling, bor tekan, penggiling, pembentuk, mesin penggerek, dan gergaji (ASM Internasional, 1995) [4].

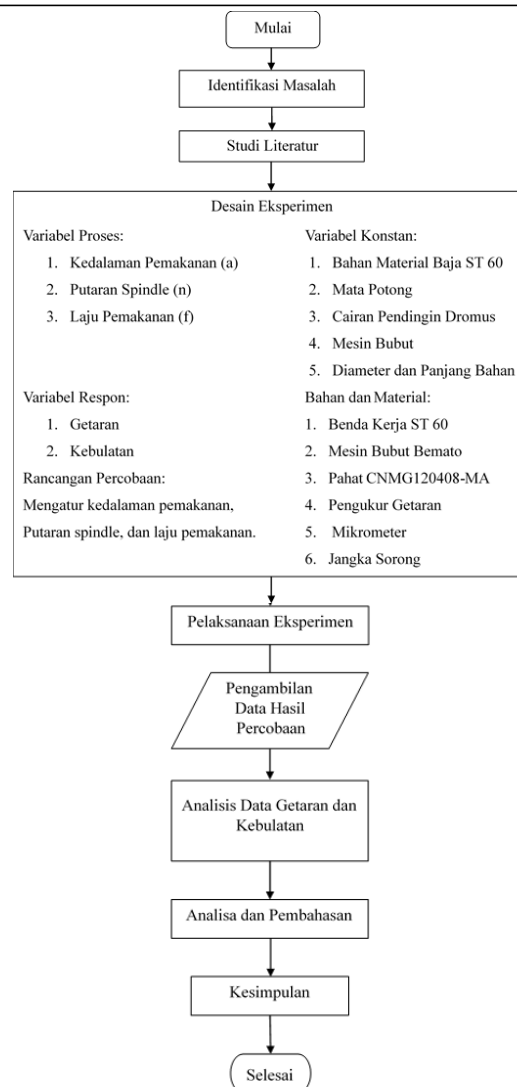
Menurut Mahani (2013), Mesin bubut konvensional merupakan salah satu jenis mesin yang paling banyak digunakan pada bengkel-bengkel pemesinan baik itu di industri manufaktur, lembaga pendidikan kejuruan dan lembaga diklat atau pelatihan. Fungsi mesin bubut standar pada prinsipnya sama dengan mesin bubut lainnya, yaitu untuk: membubut muka/facing, rata lurus/bertingkat, tirus, alur, ulir, bentuk, mengebor, memperbesar lubang, mengkartel, memotong dan lain-lain [5].

Getaran yang terjadi pada mesin produksi biasanya menimbulkan efek yang tidak di kehendaki: seperti kebisingan, kurangnya tingkat kepresisian dalam pengukuran atau rusaknya struktur mesin. Getaran yang terjadi karena adanya eksitasi baik yang berasal dari dalam putaran mesin) maupun luar system, akan tetapi efek getaran yang ditimbulkan sangat tergantung dari frekuensi eksitasi tersebut dan elemen-elemen dari sistem getaran itu sendiri. (Rukma dkk, 2021) [6].

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 dajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahap Penelitian

2.1 Persiapan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, 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 adalah jenis baja karbon yang memiliki kekuatan tarik sebesar 60 kg/mm².

Kandungan yang ada di baja ST60 adalah karbon (C): 0,500,65%; Mangan (Mn): 0,50-0,80%; Fosfor (P): maksimum 0,040%; Belerang (S): 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 pada lebur 2900° C. 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 parameter 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 kebulatan dilakukan menggunakan *mikrometer*

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 yang akan digunakan, mesin bubut, serta

penggunaan cairan pendingin. Variabel respon yang diamati adalah getaran dan kebulatan

Rancangan eksperimen menggunakan metode ekperimental, sehingga seluruh kombinasi parameter dapat dianalisis secara menyeluruh.

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

hasil pengujian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa parameter pembubutan berpengaruh terhadap getaran dan kualitas Kebulatan saling berkaitan. *Feeding* menjadi parameter yang paling dominan, sedangkan getaran berperan sebagai penghubung antara kondisi pemotongan dan kualitas permukaan akhir.

putaran spindle, dan laju pemakanan. Parameter respon yang diamati pada penelitian ini adalah tingkat getaran dan nilai kekasaran permukaan (*Ra*). Data hasil percobaan diperoleh dari delapan kombinasi parameter pemotongan yang telah ditentukan sebelumnya.

Percobaan dilakukan pada proses pembubutan baja ST 60 dengan memvariasikan kedalaman pemakanan,

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

	<i>d</i> (mm)	RPM	Feeding	<i>Ra</i>	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



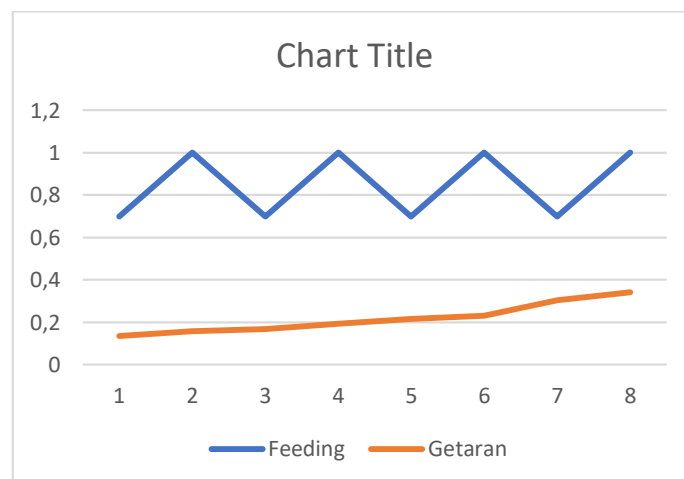
Gambar 4. Proses Pengerjaan Benda Kerja



Gambar 5. Benda Kerja Hasil Pengujian

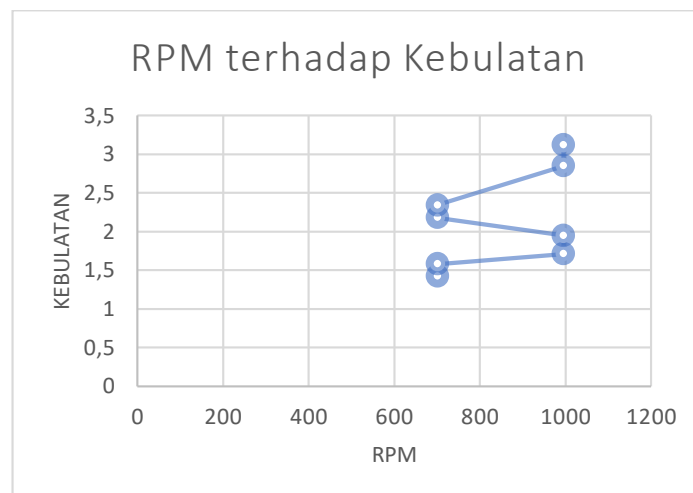
3.1. Hasil Pengujian Pembubutan

3.1.1 *Feeding* terhadap Kebulatan



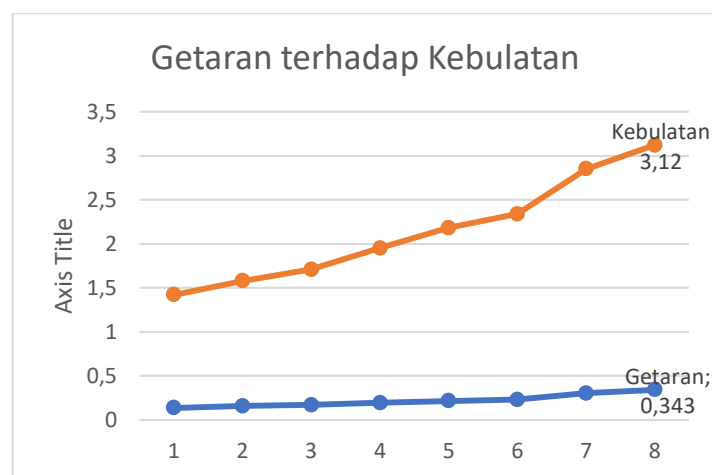
Gambar 6. Feeding terhadap Kebulatan

3.1.2 RPM terhadap Kebulatan



Gambar 7. RPM terhadap Kebulatan

3.1.3 Getaran terhadap Kebulatan



Gambar 8. Getaran terhadap Kebulatan

3.2. Pembahasan Pengujian Pembubutan

3.2.1. Pengaruh Feeding

Feeding paling dominan memengaruhi kebulatan, di mana peningkatan dari 0,7 ke 1 mm/rev meningkatkan Ra karena jarak jejak pahat melebar, menghasilkan permukaan kasar. Grafik hubungan menunjukkan tren linier positif, sesuai teori bahwa feeding besar memperlebar alur pemakanan ($R_{tmax} \approx f^2/8r$). Kombinasi feeding tinggi dengan RPM rendah (contoh: percobaan 2, Ra 2,89 μm) memperburuk hasil akibat gaya potong tinggi.

3.2.2. Pengaruh RPM

Peningkatan RPM dari 700 ke 995 cenderung menurunkan Ra karena proses lebih stabil, bram seragam, dan kecepatan potong optimal ($V_c = \pi DN/1000$). Namun,

RPM ekstrem memicu getaran chatter, meningkatkan kebulatan (contoh: percobaan 4, Ra 1,39 μm). Efek ini lebih terlihat pada feeding rendah, mendukung kestabilan spindle.

3.2.3. Pengaruh Kedalaman Pemakanan

Kedalaman pemakanan (2-3 mm) berpengaruh tidak langsung melalui gaya potong yang meningkatkan getaran, sehingga Ra naik secara proporsional. Pada 3 mm, getaran lebih tinggi dibanding 2 mm, menyebabkan deformasi tidak stabil meski volume material removal besar. Pengaruhnya kurang dominan dibanding

feeding, tapi signifikan pada interaksi dengan RPM tinggi.

3.2.4. Hubungan Getaran dan Kekasaran

Getaran berbanding lurus dengan Ra; peningkatan amplitudo (0,136-0,193 mm) menyebabkan pergerakan pahat tidak stabil, pola pemotongan tidak seragam. Grafik menunjukkan korelasi positif, di mana getaran paksa dari gaya potong (ISO 10816-3) memperburuk kebulatan melalui chatter. Feeding dan kedalaman memicu getaran, sementara RPM tinggi meredamnya.

4. SIMPULAN

Pengaruh Parameter Terhadap Kualitas Parameter pembubutan (kedalaman pemakanan, putaran spindle, dan laju pemakanan) berpengaruh signifikan terhadap tingkat getaran dan kualitas kebulatan/kekasaran permukaan (Ra). dominansi Laju Pemakanan (*Feeding*) merupakan parameter yang paling dominan memengaruhi kualitas akhir. Peningkatan *feeding* berbanding lurus dengan meningkatnya nilai kekasaran akibat melebarinya jarak jejak pahat pada benda kerja. Getaran mesin berfungsi sebagai penghubung utama yang memperburuk kualitas permukaan. Peningkatan amplitudo getaran (tercatat dalam rentang 0,136 mm/s hingga 0,343 mm/s) menyebabkan pergerakan pahat tidak stabil dan pola pemotongan tidak seragam. spindle yang lebih tinggi (995 RPM) cenderung memberikan kestabilan lebih baik dan membantu meredam getaran dibandingkan RPM rendah, kecuali pada kondisi yang memicu *chatter* Rekomendasi Optimasi Untuk mendapatkan hasil kualitas permukaan yang

3.3. Ringkasan Pembahasan

Parameter pembubutan memengaruhi getaran dan kebulatan secara terkait, dengan feeding paling berpengaruh, diikuti kedalaman via gaya potong, dan RPM untuk stabilitas. Hasil menunjukkan Ra optimal pada feeding rendah, RPM tinggi, kedalaman sedang; getaran berperan mediator utama. Penelitian ini mendukung optimasi proses untuk presisi baja ST 60 di manufaktur.

optimal (target $Ra < 1,5 \mu m$) pada baja ST 60, direkomendasikan menggunakan kombinasi laju pemakanan rendah, putaran spindle sedang hingga tinggi, dan kedalaman pemakanan yang terkendali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada seluruh civitas akademika dan bengkel yang telah menyediakan peralatan untuk pengujian serta memberikan dukungan yang sangat berarti dalam pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih yang mendalam juga disampaikan kepada pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan kontribusi yang sangat berharga selama proses penelitian. Selain itu, ucapan terima kasih juga ditujukan kepada rekan-rekan yang telah berpartisipasi aktif, memberikan masukan, serta memberikan dukungan sepanjang penelitian ini. Diharapkan bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Altintas, Y. (2012). *Manufacturing automation: Metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design*. Cambridge University Press.
- [2]. Arrazola, P. J., & Özel, T. (2010). Investigations on the effects of friction and ploughing mechanisms in orthogonal cutting. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 50(1), 1-10.

- [3]. Bhattacharyya, A. (2011). *Metal cutting: Theory and practice*. New Age International.
- [4]. Byrne, G., Dornfeld, D., & Denkena, B. (2003). Advancing cutting technology. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 52(2), 483-507.
- [5]. Chen, W., & Rowe, W. B. (1996). Analysis of ductile regime grinding: A stochastically distributed cutting forces model. *International Journal of*

- | | |
|--|--|
| <p>[6]. Dimla, D. E., & Lister, P. M. (2000). On-line metal cutting tool condition monitoring. I: Force and vibration analyses. <i>International Journal of Machine Tools and Manufacture</i>, 40(5), 739-768.</p> <p>[7]. El-Hossainy, T. M., & El-Khabeery, M. M. (2010). Effect of cutting parameters on surface roughness and vibration in turning of mild steel. <i>Journal of Materials Processing Technology</i>, 210(12), 1704-1710.</p> | <p>[8]. Ezugwu, E. O. (2005). Key improvements in the machining of difficult-to-cut aerospace superalloys. <i>International Journal of Machine Tools and Manufacture</i>, 45(12-13), 1353-1367.</p> <p>[9]. Groover, M. P. (2010). <i>Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems</i>. Wiley.</p> <p>[10]. Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). <i>Manufacturing engineering and technology</i>. Pearson.</p> |
|--|--|