



Studi Komparasi Pengaruh Kecepatan Potong Tinggi dan Konvensional terhadap Kekasaran Permukaan dan Waktu Proses Bubut

Daniel Joachim¹, Rosehan², Sobron Yamin Lubis³
Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara Jakarta^(1,2,3)

DOI: 10.31004/jutin.v6i1.16389

• Corresponding author:

[Daniel.515190043@stu.untar.ac.id] [rosehan@ft.untar.ac.id] [sobronl@ft.untar.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Kecepatan Potong Tinggi dan Konvensional, Kekasaran Permukaan, Waktu Proses Bubut.

Jumlah pertumbuhan industri manufaktur di Indonesia semakin meningkat seiring waktu berjalan. Berdasarkan data yang diperoleh, industri manufaktur di Indonesia mencatat pertumbuhan senilai 3.9% pada Juli hingga Agustus 2020. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara analisis mengenai pengaruh dari kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan baja S45C serta untuk mengetahui gambaran waktu produksi proses pemesinan high speed cutting. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, menggunakan metode pembubutan melintang/silindris. Pembubutan melintang merupakan proses bubut ketika gerakan pahat potong sejajar atau linier dengan sumbu spindle. Spesimen uji akan dilakukan pembubutan dimulai dengan menentukan parameter independen; gerak makan (f) 0.2mm/rev, kedalaman potong (depth of cut) 0.1mm, panjang pemotongan (Lt) 100mm, kemudian menentukan parameter dependen dengan memvariasikan kecepatan potong (Vc) dimulai dari 125m/min hingga 625m/min. Berdasarkan hasil data pengujian yang diperoleh menunjukkan bahwa (1) Semakin tinggi kecepatan potong maka semakin rendah nilai kekasaran permukaan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya proses deformasi plastis dan fenomena thixotropy. (2) Semakin tinggi kecepatan potong maka semakin rendah waktu pemotongan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya fenomena annealing pada saat proses pembubutan.

Abstract

Keywords:

High and Conventional Cutting Speed, Surface Roughness, Lathe Processing Time.

The number of manufacturing industry growth in Indonesia is increasing over time. Based on the data obtained, the manufacturing industry in Indonesia recorded growth of 3.9% from July to August 2020. This study aims to analyze the effect of cutting speed on the surface roughness of S45C steel and to find out the production time for high speed cutting machining processes. This study used an experimental method, using a transverse/cylindrical turning method. Transverse turning is a lathe process when the cutting tool moves parallel or linear to the spindle axis. The test specimen will be machining starting with determining the independent parameters; feed (f) 0.2mm/rev, depth of cut (depth of cut) 0.1mm, length of cut (Lt) 100mm, then determine the dependent parameter by varying the speed of cut (Vc) starting from 125m/min to 625m/min. Based on the results of the test data obtained, it shows that (1) The higher the cutting speed, the lower the surface roughness value. This is caused by the process of plastic deformation and thixotropy phenomena. (2) The higher the cutting speed, the lower the cutting time. This is caused by the annealing phenomenon during the turning process.

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan industri yang bergerak dalam pembuatan dan pengolahan material mentah menjadi material yang siap digunakan pada sebuah lini produksi (Kuswoyo & Cahyana, 2016). Jumlah pertumbuhan industri manufaktur di Indonesia semakin meningkat seiring waktu berjalan. Berdasarkan data yang diperoleh, industri manufaktur di Indonesia mencatat pertumbuhan senilai 3.9% pada Juli hingga Agustus 2020 (Jayani, 2020).

Proses manufaktur adalah proses yang dilakukan untuk menghasilkan perubahan fisik atau kimia pada bahan mentah, sehingga meningkatkan nilai material tersebut. Proses manufaktur dilakukan dalam beberapa langkah mulai dari *raw material* hingga ketahap proses pemesinan. Proses pemesinan adalah rangkaian proses pembentukan benda kerja menggunakan pahat potong dengan memotong lapisan material hingga menjadi bentuk yang diinginkan (Groover, 2020).

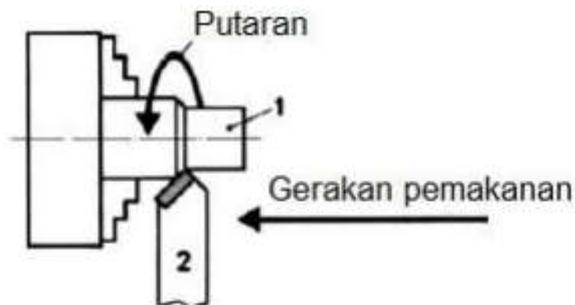
Pada penelitian mengenai kecepatan potong, salah satu variabel yang dianalisa adalah pengaruh kecepatan potong (Vc) terhadap kekasaran permukaan *Ra* (*Roughness Average*) yang dinilai dalam satuan mikrometer (Sa'bani et al., 2023). Penelitian yang dilakukan Ismet Eka mengenai pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan, meneliti kekasaran permukaan material baja HQ 705 dengan pemotongan menggunakan variasi kecepatan potong 40m/min, 60m/min, dan 80m/min menghasilkan penemuan bahwa semakin tinggi kecepatan pemotongan (Vc) maka nilai kekasaran permukaan (*Ra*) semakin kecil (Putra & Syaputra, 2015).

Kemudian pada penelitian Andrias mengenai pengaruh kecepatan penyayatan baja terhadap kekasaran permukaan benda kerja, menghasilkan penemuan bahwa semakin tinggi kecepatan potong yang digunakan maka hasil satuan mikrometer (μm) kekasaran permukaan (*Ra*) semakin rendah. Penelitian tersebut menggunakan variasi kecepatan potong 29.7m/min, 49.5m/min, dan 79,1m/min (Pratama, 2016). Sedangkan penelitian Abdul mengenai perhitungan waktu pada proses pemesinan dengan kecepatan potong 125m/min, 150m/min, dan 175m/min menghasilkan penemuan bahwa semakin tinggi kecepatan potong maka semakin singkat waktu pemesinan sedangkan semakin rendah kecepatan potong maka waktu pemesinan semakin panjang (Patli, 2021).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, ditemukan kesamaan yakni penggunaan kecepatan konvensional namun menggunakan mesin bubut CNC (Safitri et al., 2012). Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kecepatan potong konvensional hingga kecepatan potong tinggi (*high speed cutting*) dengan variasi kecepatan potong 125m/min hingga 625m/min untuk mengetahui mengenai pengaruh kecepatan potong tinggi terhadap kekasaran permukaan. Dengan penelitian mengenai kecepatan potong tinggi, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dengan waktu yang lebih singkat serta mendapatkan data untuk perencanaan proses pemesinan yang dapat digunakan pelaku industri manufaktur (Rachmadi et al., 2022).

2. METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental (Apreza et al., 2017), menggunakan metode pembubutan melintang/silindris (Fauzi & Sumbodo, 2021). Pembubutan melintang merupakan proses bubut ketika gerakan pahat potong sejajar atau linier dengan sumbu spindle. Spesimen uji akan dilakukan pembubutan dimulai dengan menentukan parameter independen; gerak makan (f) 0.2mm/rev, kedalaman potong (depth of cut) 0.1mm, panjang pemotongan (L_t) 100mm, kemudian menentukan parameter dependen dengan memvariasikan kecepatan potong (V_c) dimulai dari 125m/min hingga 625m/min (Arsana et al., 2019).



Gambar 1 Proses pembubutan melintang atau silindris

Waktu Dan Lokasi

Penelitian dilakukan di Pusat Pengembangan Kompetensi Pendidik, Tenaga Kependidikan dan Kejuruan (P2KPTK2) Jakarta Barat dari bulan Februari sampai Juni tahun 2022.

Alat Dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mesin bubut CNC



Gambar 2 Mesin Bubut CNC

- 2) Surface Test Mitutuyo yaitu Alat ukur kekasaran permukaan dengan kemampuan pengukuran kekasaran permukaan.



Gambar 3 Surface Test Mitutuyo

3) Jangka sorong (Vernier caliper)

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah:

a) Pahat Karbida Sisipan, Mata pahat karbida sisipan yang digunakan adalah TNMG160404-MT



Gambar 4 Pahat Karbida Sisipan

b) Baja S45C merupakan logam dengan standar jepang yang setara dengan baja ST60, AISI 1045, DIN C45, dan ASTM A510. Baja S45C dalam penelitian ini menggunakan diameter 100mm serta panjang 150mm. dan akan dilakukan pembubutan melintang sepanjang 80mm.



Gambar 5 Baja S45C

A. Hasil Pembubutan

Berikut merupakan hasil pembubutan spesimen uji menggunakan parameter yang telah ditentukan.



Gambar 6 Hasil Bubut

Pembubutan dilakukan secara melintang dengan variasi kecepatan potong (V_c) 225m/min hingga 625m/min menggunakan mesin bubut CNC. Adapun proses pembubutan dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 6 Proses Bubut

Dilakukan proses pembubutan pada spesimen uji dengan pemotongan sepanjang 100mm menggunakan pahat TNMG160404-MT yang dipilih karena memiliki kecepatan potong sesuai berdasarkan rekomendasi dari catalogbook yaitu antara 250m/min hingga 400m/min dan cocok digunakan untuk material S45C.

B. Analisis Kualitas Permukaan

Grafik untuk melihat tren hubungan kekasaran permukaan (Ra) dengan kecepatan potong (Vc).



Gambar 7 Grafik Kecepatan Potong

Analisis kualitas permukaan pada kecepatan potong konvensional

Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas permukaan hasil pemesinan adalah kecepatan potong (Boothroyd, 1988). Dalam proses pemesinan, kecepatan potong mengacu pada kecepatan relatif antara mata potong/pahat dan benda kerja. Berdasarkan acuan dari tabel kecepatan potong pada proses pemesinan, kecepatan potong yang mampu dilakukan oleh mesin konvensional berkisar antara 50m/min sampai 350m/min (Knight & Boothroyd, 2019). Terdapat 2 kecepatan potong konvensional yakni 225m/min dan 325m/min. Kecepatan tersebut menghasilkan nilai Ra tertinggi yaitu senilai 2.909 µm untuk kecepatan 225m/min dan nilai Ra 1.573 µm untuk kecepatan 325m/min.

Dalam proses bubut, terdapat dua zona yang terjadi selama operasi pembubutan, yaitu zona penetrasi, dan zona chip formation. Berikut gambar diagram penyebaran kemampuan getas dan elastisitas sebuah material.



Gambar 8 Diagram Tensile stress

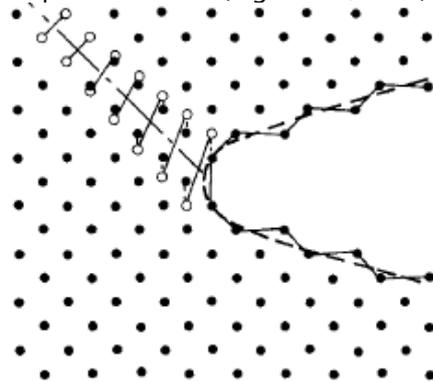
Zona chip formation adalah area dimana chip terbentuk dari benda kerja yang telah dilakukan penetrasi oleh pahat potong. Pada zona ini, panas dan tekanan tinggi terjadi akibat gesekan antara pahat potong dan material, menyebabkan material berubah bentuk dan membentuk chip dengan karakteristik yang berbeda berdasarkan parameter pembubutan yang diterapkan. Pada zona ini, material benda kerja mengalami deformasi permanen akibat tekanan dan gesekan yang tinggi. Deformasi plastis terjadi ketika material benda kerja mengalami perubahan bentuk permanen tanpa kembali ke bentuk semula setelah beban dilepas. Hal ini disebabkan oleh gaya gesek dan tekanan besar yang terjadi pada material saat proses pembubutan. Fenomena deformasi plastis tersebut mempengaruhi dimensi benda kerja, sehingga mempengaruhi kualitas permukaan hasil pembubutan seperti terlihat pada gambar 4.3 terjadi penurunan nilai kualitas permukaan (Ra) dari 2.909 µm menjadi 1.573 µm dengan peningkatan kecepatan potong dari 225m/min menjadi 325m/min.

Analisis kualitas permukaan pada kecepatan potong tinggi

Semakin tinggi kecepatan potong maka semakin rendah nilai kualitas permukaan, hal ini seperti yang

terlihat pada grafik 4.3 dimana pada kecepatan potong tinggi yang bernilai antara 425m/min hingga 625m/min memiliki nilai kekasaran permukaan dengan tren yang berbanding terbalik. Nilai kualitas permukaan (Ra) tertinggi diperoleh senilai 1.267 μm pada kecepatan potong 425m/min sedangkan nilai kualitas permukaan (Ra) terendah diperoleh senilai 0.943 μm pada kecepatan potong (Vc) 625m/min.

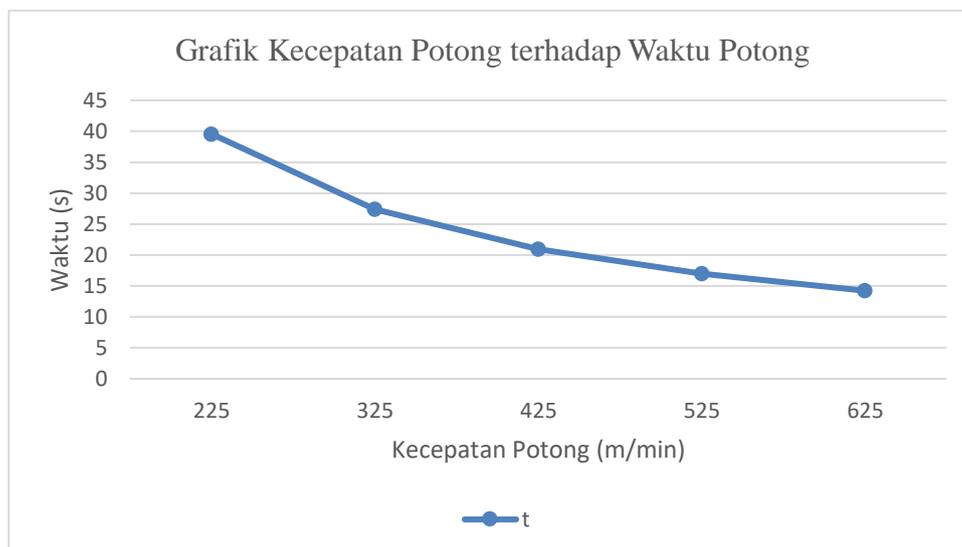
Pada kecepatan potong tinggi, peningkatan kecepatan potong (Vc) menghasilkan nilai kualitas permukaan yang semakin rendah, hal ini disebabkan oleh sebuah fenomena yang bernama thixotropy. Thixotropy adalah fenomena reologi dimana material mengalami perubahan viskositas saat diberi tekanan atau gerakan (Bonn et al., 2017). Dalam proses bubut, thixotropy dapat terjadi pada bahan yang mengalami deformasi plastis akibat gaya pemotongan yang diberikan oleh pisau bubut. Ketika pahat potong melakukan penetrasi pada benda kerja, energi yang diberikan menyebabkan perubahan mikrostruktur material. Dalam kondisi diam, material tersebut dapat mengalami penebalan atau pengentalan struktur material, sehingga memiliki viskositas yang lebih tinggi. Namun, ketika bahan tersebut diberikan tekanan atau gerakan, seperti yang terjadi ketika proses bubut, viskositas material tersebut berkurang dan sehingga lebih mudah melakukan proses pelepasan material (Rigelsford, 2004).



Gambar 9 Proses Penetrasi benda kerja (Altintas & Ber, 2001)

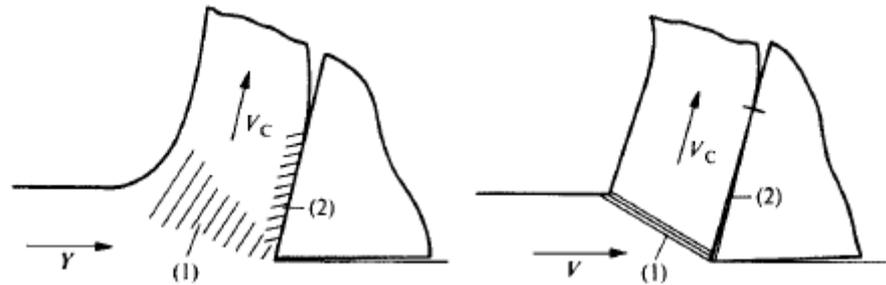
Ketika terjadi proses penetrasi, akan terjadi perubahan pada mikrostruktur material. Pada penelitian dengan kecepatan potong tinggi yang telah dilakukan, fenomena thixotropy berdampak pada kualitas permukaan hasil pembubutan. Ketika material yang mengalami thixotropy dipotong oleh pahat bubut, viskositas benda kerja akan berkurang dan material menjadi lebih mudah mengalir untuk dipotong. Fenomena ini menghasilkan efek yang diinginkan dalam proses bubut, yakni dimana chip yang terbentuk lebih mudah dipisahkan dari benda kerja. Geram yang lebih mudah terlepas mengurangi gesekan yang terjadi antara sisa chip dan benda kerja sehingga hasil pembubutan akan lebih halus. Hal ini dibuktikan dengan nilai kekasaran (Ra) yang diperoleh pada kecepatan potong tertinggi 625m/min yaitu senilai 0.943 μm

C. Analisis Waktu Potong



Gambar 10 Grafik kecepatan potong terhadap waktu potong

Terdapat tren berbanding terbalik dimana semakin tinggi kecepatan potong maka semakin rendah waktu pemotongan. Waktu pemotongan terpanjang diperoleh pada kecepatan potong konvensional 225m/min dengan durasi 39.564 sekon dan waktu pemotongan tersingkat diperoleh pada kecepatan potong 625m/min dengan durasi 14.234 sekon. Hal ini disebabkan oleh fenomena yang bernama annealing. Annealing merupakan proses penyebaran panas pada suatu material dengan tujuan meningkatkan keuletan dan mengurangi kekerasan material tersebut (Walsh, 2006). Pada penelitian yang telah dilakukan, penurunan waktu potong yang terjadi karena peningkatan kecepatan potong diakibatkan oleh peningkatan temperatur yang terjadi selama proses annealing tersebut. Ketika kecepatan potong ditingkatkan, gesekan antara pahat dan benda kerja meningkat, hal ini menghasilkan peningkatan suhu pada pahat potong dan benda kerja.



Gambar 11 Peningkatan suhu pada proses pemotongan

Pada kecepatan potong konvensional, peningkatan suhu terjadi pada dua bidang kontak yaitu pahat potong dan benda kerja seperti yang diberikan nomor (1) dan (2). Berbeda dengan kecepatan potong tinggi, peningkatan suhu akan terfokus pada satu bidang kontak yaitu benda kerja. Ketika suhu meningkat, sifat keuletan benda kerja juga meningkat. Hal ini mengakibatkan material benda kerja yang dipenetrasi menjadi lebih lunak dan mudah dipotong oleh pahat. Kemudian, peningkatan temperatur juga mengurangi tegangan pemotongan yang terjadi selama proses pembubutan. Peningkatan suhu menyebabkan bahan menjadi lebih plastis, sehingga tegangan pemotongan yang terjadi menjadi lebih rendah. Dengan demikian, pahat dapat memotong material dengan lebih cepat, mengurangi waktu potong yang diperlukan untuk menyelesaikan proses pembubutan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan yaitu : (1) Semakin tinggi kecepatan potong maka semakin rendah nilai kekasaran permukaan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya proses deformasi plastis dan fenomena thixotropy. (2) Semakin tinggi kecepatan potong maka semakin rendah waktu pemotongan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya fenomena annealing pada saat proses pembubutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Altintas, Y., & Ber, A. A. (2001). Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design. *Appl. Mech. Rev.*, 54(5), B84–B84.
- Apreza, S., Kurniawan, Z., & Subhan, M. (2017). Optimasi Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Baja ST. 42 Dengan Menggunakan Metode Taguchi. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 9(01), 73–78.
- Arsana, P., Nugraha, I. N. P., & Dantes, K. R. (2019). Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Baja St. 37. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 7(1), 7–17.
- Bonn, D., Denn, M. M., Berthier, L., Divoux, T., & Manneville, S. (2017). Yield stress materials in soft condensed matter. *Reviews of Modern Physics*, 89(3), 35005.
- Boothroyd, G. (1988). *Fundamentals of metal machining and machine tools* (Vol. 28). Crc Press.
- Fauzi, A., & Sumbodo, W. (2021). Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 6(1), 46–57.
- Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems*. John Wiley & Sons.
- Jayani, D. H. (2020). *Perkembangan Kasus Baru Virus Corona di Indonesia*. Katadata. co. id.
- Knight, W. A., & Boothroyd, G. (2019). *Fundamentals of metal machining and machine tools*. CRC Press.
- Kuswoyo, I. H., & Cahyana, A. S. (2016). Tata Letak Gudang Raw Material Chemical Menggunakan Metode Shared Storage Dan Rel Space. *Spektrum Industri*, 14(1), 1.

- Patli, R. (2021). Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Kekasaranpermukaan Pada Pembubutan Baja Aisi 4140hb7m Dengan Menggunakan Mata Pahat Karbida Berlapis. *Piston (Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Fakultas Teknik Uisu)*, 6(1), 41–47.
- Pratama, A. (2016). Pengaruh Kadar Campuran Pendingin Dan Variasi Kecepatan Penyayatan Baja St 37 Pada Mesin Bubut Konvensional Terhadap Kekasaran Benda Kerja. *Teknik Mesin*.
- Putra, I. E., & Syaputra, A. W. (2015). Pengaruh Gerak Makan Dan Kecepatan Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Hq 705 Pada Proses Pembubutan. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 25–28.
- Rachmadi, R., Yufrizal, A., Irzal, I., & Kurniawan, A. (2022). Pengaruh Sudut Potong Dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja Karbon Ems 45 Menggunakan Mesin Bubut Konvensional. *Jurnal Vokasi Mekanika*, 4(1), 151–157.
- Rigelsford, J. (2004). Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design. *Industrial Robot: An International Journal*, 31(1).
- Sa'bani, A. N., Sugiarto, T., & Susanto, T. D. (2023). Pengaruh Variasi Diameter Kawat Dan Kuat Arus Wire Cut Edm Terhadap Kekasaran Permukaan Potong Dengan Material Removal Rate. *Iteks*, 13(1), 36–47.
- Safitri, E. B., Rameli, M., & AK, R. E. (2012). Implementasi Kontroler P-PI Kaskade untuk Meningkatkan Keakuratan Mesin Bubut CNC. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), F75–F80.
- Walsh, R. A. (2006). *McGraw-Hill machining and metalworking handbook*. McGraw-Hill Education.