

(Artikel Penelitian/Ulasan)

Studi Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan CNC

Muhammad Sa'dan Wahid ^{1*}, Lisa Puspita Ariyanto ², Finis Tri A. ³

¹ Universitas Gresik; email : sadanwahid22@gmail.com

² Universitas Gresik; email : lisap.ariyanto1@gmail.com

³ PT. Arya Global Dinamika

* Muhammad Sa'dan Wahid

Abstract: A PT. Arya Global Dinamika is company engaged in the manufacturing where its production goods involve the use of CNC (Computer Numeric Control) lathes. Surface roughness is an important indicator in assessing the quality of turning result on CNC machines. This study aims to analyze the effect of variations in spindle rotational speed on surface roughness on low carbon steel S45C. This test was carried out on flat turning with rotational speeds of 600 rpm, 800 rpm, 1000 rpm, 1200 rpm dan 1500 rpm, feed rate of 0,5 mm/rev. These results show that surface roughness decreased significantly with increasing speed from 600 rpm to 1000 rpm, from 3,085 μm to 1,049 μm . However, at speeds of 1200 rpm to 1500 rpm the roughness increases again to 1,718 μm to 2,197 μm . This indicates the existence of an optimum speed, where excessive speed actually reduces quality due to vibration and excessive heat. Thus, rotational speed has a significant effect on roughness, but needs to be controlled for maximum result.

Keywords: Arya Global Dinamika adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang dimana barang produksinya melibatkan penggunaan mesin bubut CNC (Computer Numeric Control). Kekasaran permukaan merupakan indikator penting dalam menilai kualitas hasil pembubutan pada mesin CNC. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi kecepatan putar spindle terhadap kekasaran permukaan pada baja karbon rendah S45C. Pengujian ini dilakukan pada pembubutan rata dengan kecepatan putar 600 rpm, 800 rpm, 1000 rpm, 1200 rpm dan 1500 rpm, kecepatan pemakanan 0,5 mm/rev. Hasil ini menunjukkan kekasaran permukaan menurun secara signifikan seiring peningkatan kecepatan dari 600 rpm hingga 1000 rpm, dari 3,085 μm menjadi 1,049 μm . Namun, pada kecepatan 1200 rpm hingga 1500 rpm kekasaran meningkat kembali menjadi 1,718 μm hingga 2,197 μm . Hal ini menunjukkan adanya kecepatan optimum, dimana kecepatan berlebih justru menurunkan kualitas akibat getaran dan panas berlebih. Dengan demikian, kecepatan putar berpengaruh signifikan terhadap kekasaran, namun perlu dikendalikan untuk hasil maksimal.

Kata kunci: Kecepatan Putar; Kekasaran Permukaan; Pembubutan Mesin CNC; Baja S45C; Roughness Tester.

Diterima: tanggal
Direvisi: tanggal
Diterima: tanggal
Diterbitkan: tanggal
Versi sekarang: tanggal



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Dalam industry manufaktur, kualitas permukaan benda kerja menjadi tolak ukur penting dalam menentukan ketepatan dimensi, kekuatan kelelahan dan estetika suatu produk. Salah satu metode umum dalam proses pembentukan logam adalah pemesinan bubut, yang dipengaruhi oleh berbagai parameter, salah satunya adalah kecepatan putar [1].

Pembubutan merupakan salah satu proses permesinan yang umum digunakan untuk membentuk benda kerja berbentuk silindris dengan bantuan alat potong bermata tunggal.

Pada mesin CNC (Computer Numerical Control), pembubutan dilakukan dengan sistem kontrol numerik yang terkomputerisasi, memungkinkan pengaturan parameter pemotongan secara presisi dan otomatis. Kekasaran permukaan merupakan salah satu indikator utama kualitas hasil proses permesinan. Nilai kekasaran permukaan (surface roughness) tidak hanya memengaruhi estetika, tetapi juga berdampak terhadap sifat fungsional komponen, seperti ketahanan aus, kekuatan Lelah dan kemampuan perakitan. Dalam proses pembubutan menggunakan mesin CNC ini, kualitas permukaan sangat dipengaruhi oleh parameter pemakanan, khususnya kecepatan putaran spindle (spindle speed) [2].

Kecepatan putar mempengaruhi stabilitas proses pembubutan, suhu pada zona pembubutan, serta gaya interaksi antara pahat dan benda kerja. Peningkatan kecepatan putar hingga batas optimum dapat memperhalus permukaan karena proses pembubutan menjadi lebih halus dan stabil. Namun, jika kecepatan melebihi titik optimum, maka suhu pembubutan dan getaran meningkat, yang justru memperburuk kualitas permukaan. Kecepatan putar memiliki kolerasi yang signifikan terhadap hasil kekasaran permukaan, namun hasil optimal bergantung pada parameter lain seperti kecepatan pemakanan dan parameter lainnya [3], [4].

Kecepatan putar memiliki kolerasi yang signifikan terhadap hasil kekasaran permukaan, namun hasil optimal bergantung pada parameter lain seperti kecepatan pemakanan [5]. Penelitian lain juga menegaskan bahwa kekasaran dipengaruhi oleh kombinasi antara kecepatan putar, kecepatan pemakanan, dan kondisi alat potong [6].

2. Tinjauan Literatur

Penelitian mengenai pengaruh kecepatan putar terhadap kekasaran permukaan telah dilakukan oleh berbagai peneliti, terutama dalam konteks kekasaran. Studi ini menyoroti pentingnya menentukan parameter pembubutan seperti kecepatan putar, kecepatan pemakanan, dan hal-hal yang mempengaruhi kekasaran pada proses pembubutan. Namun, kajian khusus pada pengaruh kecepatan putar masih terbatas. Oleh karena itu, bagian ini membahas pengaruh kecepatan putar dengan menghiraukan kecepatan pemakanan dan parameter lainnya (kecepatan pemakanan 0,5 mm/rev) untuk mendapatkan hasil yang lebih spesifik.

2.1 Teori Pembubutan Rata

Teori pembubutan rata (facing) merupakan salah satu proses dasar dalam permesinan bubut, yang bertujuan untuk menghasilkan permukaan datar tegak lurus terhadap sumbu rotasi benda kerja. Operasi ini dilakukan dengan pergerakan pahat dari bagian luar ke pusat sumbu putar benda kerja. Mesin bubut CNC memungkinkan proses ini dilakukan secara otomatis dan konsisten dengan pengaturan parameter yang presisi, seperti kecepatan putar, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong. [2].

2.2 Kekasaran Permukaan pada Pembubutan Rata

Kekasaran permukaan (surface roughness) adalah parameter penting dalam menilai hasil akhir permesinan. Nilai kekasaran dipengaruhi oleh interaksi antara alat potong dan benda kerja, termasuk getaran, gaya potong, dan kondisi termal. Dalam pembubutan rata, permukaan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kestabilan proses dan pengaturan parameter pemotongan. Nilai Ra (Roughness Average) merupakan indikator yang umum digunakan untuk menyatakan kekasaran, dan permukaan dengan nilai Ra yang rendah menunjukkan kualitas permesinan yang lebih baik [7].

2.3 Pengaruh Kecepatan Putar terhadap Kekasaran Permukaan

Kecepatan putar spindle adalah salah satu parameter utama yang menentukan kualitas permukaan hasil pembubutan. Peningkatan kecepatan putar hingga titik tertentu dapat memperhalus permukaan karena proses pemotongan menjadi lebih halus dan kontinu. Namun, jika kecepatan terlalu tinggi, panas berlebih dan getaran dapat menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan [4].

Kekasaran permukaan menurun secara signifikan saat kecepatan di tingkatkan, namun mengalami kenaikan kembali. Hal ini menunjukkan adanya batas optimum kecepatan dalam

menghasilkan permukaan terbaik [5]. Kecepatan putar yang terlalu tinggi juga menyebabkan keausan pahat dan peningkatan getaran yang menyebabkan kekasaran meningkat kembali [6].

Efektifitas kecepatan putar dalam menurunkan kekasaran permukaan bergantung pula pada kedalaman potong dan kecepatan pemakanan. Pada proses pembubutan rata, arah gaya potong yang berubah secara radial menyebabkan sensitivitas yang lebih tinggi terhadap getaran, sehingga pengaruh kecepatan putar terhadap kekasaran menjadi lebih signifikan dibandingkan pembubutan silindris [8].

3. Metode

Penelitian ini dilakukan melalui uji eksperimen dan uji kekasaran menggunakan roughness tester di PT. Arya Global Dinamika yang bertempat di Jl. Industri Sel. Blok HH. No. 10, Pasirsari, Cikarang Sel., Kabupaten Bekasi, Jawa Barat., dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan putar terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan rata menggunakan mesin bubut CNC. Langkah-langkah metode dirinci sebagai berikut:

3.1 Alat, Bahan, dan Parameter Operasi

Daftar alat yang digunakan sebagai berikut:

1. Mesin Bubut CNC Liouy Hsing 450L
2. Pahat/insert: WNMG
3. Roughness Tester (Ra) μm

Daftar bahan yang digunakan sebagai berikut:

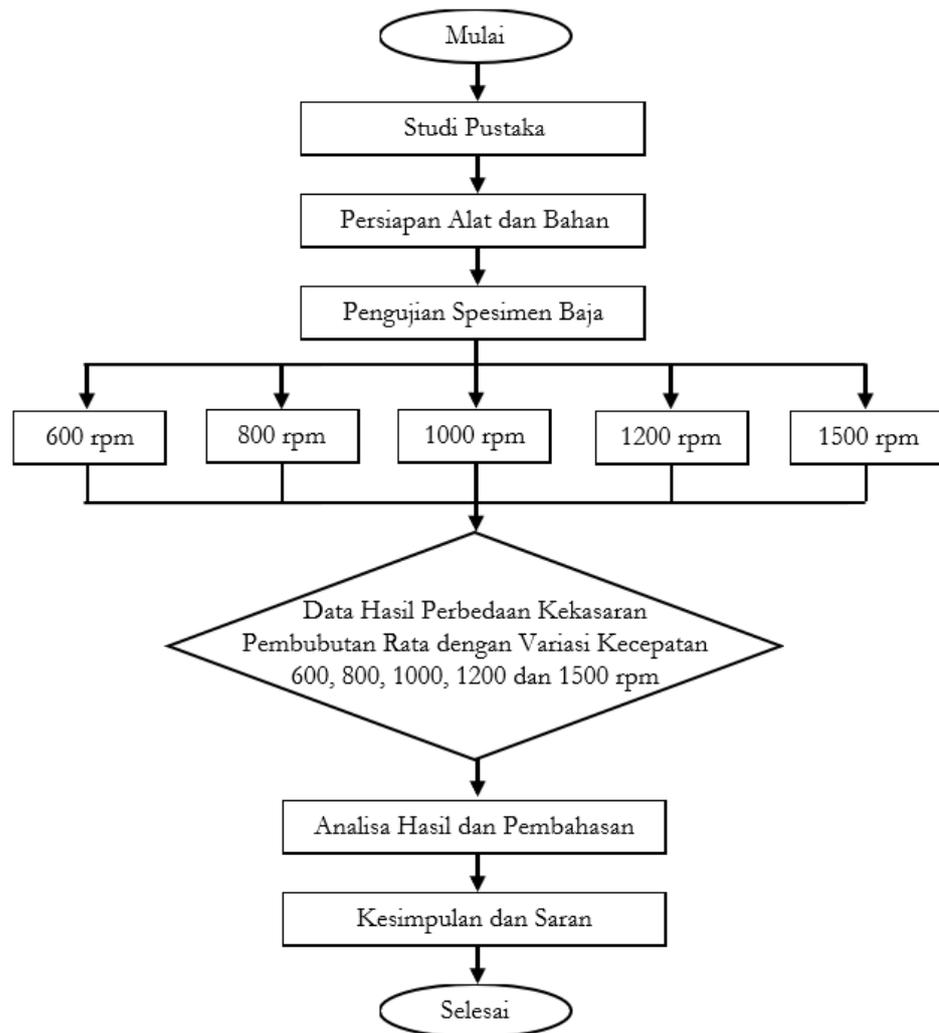
1. Baja S45C

Daftar parameter operasi yang digunakan sebagai berikut:

1. Pembubutan rata
2. Kecepatan pemakanan disamakan (0,5 mm/rev)
3. Kecepatan putaran spindle:
 - a. 600 rpm
 - b. 800 rpm
 - c. 1000 rpm
 - d. 1200 rpm
 - e. 1500 rpm
4. Keausan pahat dihiraukan

3.2. Tahap Eksperimen

Penelitian ini dilakukan berdasarkan flowchart seperti Gbr 1, dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Pada Gbr 1, diagram alur penelitian menunjukkan pengujian eksperimen dilakukan pada setiap variasi kecepatan putar. Benda kerja dipasangkan pada chuck mesin bubut CNC dengan posisi yang tepat, kemudian penginputan parameter perintah kerja sesuai dengan yang telah ditentukan pada MCP (*Machine Control Panel*) atau biasa disebut dengan coding. Pembubutan dilakukan dalam waktu yang sama untuk menjaga konsistensi dan efisiensi waktu pemrosesan. Setelah pembubutan selesai, permukaan benda kerja yang dihasilkan diukur menggunakan roughness tester untuk mendapat nilai Ra μm . setelah pengukuran telah dilaksanakan, kemudian analisis hasil untuk mengetahui seberapa perbedaan nilai kekasaran pada setiap variasi putaran dan pada kecepatan berapa nilai kekasaran terbaik didapatkan.

4. Analisa Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengukuran menggunakan Roughness Tester

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, dapat dilihat hasil pengukuran kekasaran permukaan pada setiap variasi kecepatan putar dapat dilihat pada Tbl 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran menggunakan Rouhness Tester

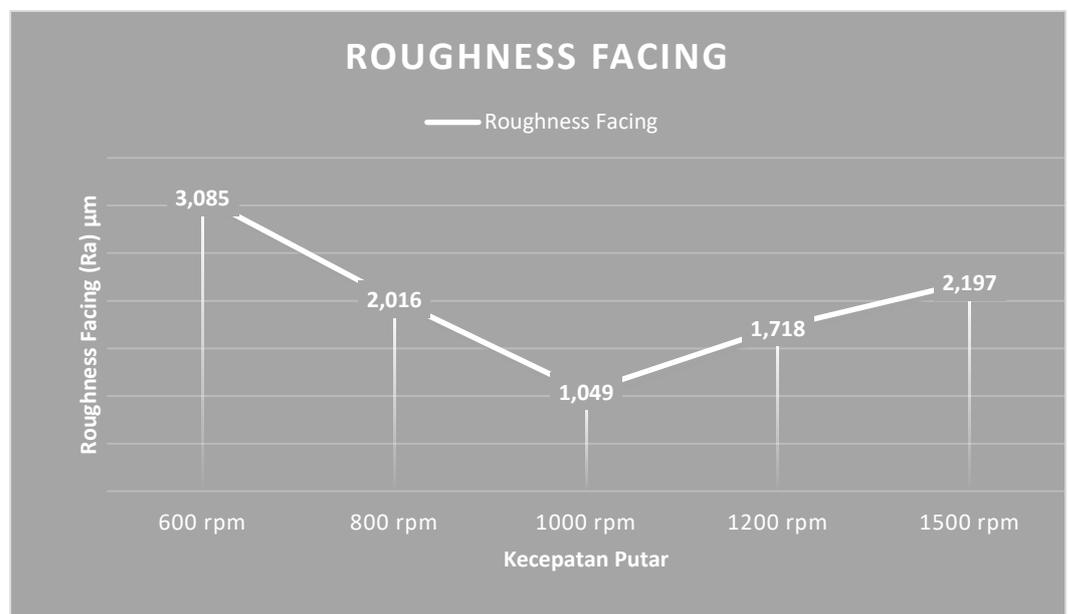
Kecepatan Putar (rpm)	Rougness Facing (Ra) μm
600	3,085
800	2,016

Kecepatan Putar (rpm)	Rougness Facing (Ra) μm
1000	1,049
1200	1,718
1500	2,197

Dari hasil pengukuran yang tercantum pada Tbl 1 diatas, terlihat bahwa peningkatan kecepatan putar dari 600 rpm ke 1000 rpm menghasilkan pengurangan nilai kekasaran permukaan. Namun, pada kecepatan 1200 rpm ke 1500 rpm terjadi peningkatan kekasaran kembali yang mungkin disebabkan oleh peningkatan suhu dan getaran [3], [4].

4.2. Pembahasan

Hasil grafik pengukuran berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, dapat dilihat pada Gbr 2, dibawah ini:



Gambar 2. Grafik Roughness Facing (Ra) μm

Pada Gbr 2, grafik menunjukkan bahwa penurunan nilai Ra dari 600 rpm hingga 1000 rpm mengindikasikan bahwa peningkatan kecepatan putar dalam rentang ini mampu menghasilkan permukaan yang lebih halus. Pada kecepatan 600 rpm, gaya pemotongan cenderung lebih besar dan tidak stabil, sehingga menghasilkan permukaan kasar (Ra = 3,085 μm). Ketika kecepatan meningkat ke 800 rpm dan kemudian 1000 rpm, proses pemotongan menjadi lebih kontinu dan gesekan antara pahat dan benda kerja lebih stabil, sehingga menghasilkan permukaan yang lebih halus (Ra = 1,049).

Nilai kekasaran terendah tercapai pada kecepatan putar 1000 rpm. Ini menunjukkan bahwa pada kecepatan tersebut, proses pemotongan berada pada kondisi paling stabil, dengan panas dan getaran yang masih terkendali. Kondisi ini memungkinkan pahat mengikis material secara lebih bersih dan merata, mengurangi cacat mikro pada permukaan.

Namun, saat kecepatan dinaikkan lebih tinggi menjadi 1200 rpm dan 1500 rpm, kekasaran permukaan justru meningkat kembali (Ra = 1,718 μm dan 2,197 μm). Hal ini dapat disebabkan oleh peningkatan suhu pada zona pembubutan yang mempengaruhi struktur mikro benda kerja dan menyebabkan keausan pahat lebih cepat. Selain itu, kecepatan tinggi berpotensi menimbulkan vibrasi mikro yang berdampak pada hasil permukaan [3], [4].

Fenomena ini sesuai dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa terdapat titik optimum kecepatan putar, dimana permukaan hasil pembubutan menjadi paling halus, dan setelah melewati titik tersebut, kualitas permukaan justru menurun [7].

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kecepatan putar memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekasaran permukaan pada proses pembubutan rata dengan menggunakan mesin bubut CNC.

Kekasaran permukaan menurun seiring peningkatan kecepatan putar dari 600 rpm hingga mencapai titik optimum pada 1000 rpm, dengan nilai kekasaran terendah sebesar 1,049 μm . Setelah kecepatan melebihi 1000 rpm, kekasaran permukaan kembali meningkat akibat potensi kenaikan suhu dan getaran saat proses pembubutan.

Kecepatan putar 1000 rpm dapat direkomendasikan sebagai parameter optimal untuk pembubutan rata baja carbon rendah dalam menghasilkan permukaan yang halus dengan parameter pemakanan yang konstan.

Kontribusi Penulis: Konseptualisasi: M.S.W dan L.P.A; Metodologi: M.S.W; Perangkat Lunak: M.S.W; Validasi: M.S.W, L.P.A, dan F.T.A.; Analisis formal: M.S.W dan F.T.A.; Investigasi: M.S.W dan F.T.A.; Sumber daya: M.S.W dan F.T.A.; Kurasi data: M.S.W; Penulisan—persiapan draf asli: M.S.W; Penulisan peninjauan dan penyuntingan: L.P.A; Visualisasi: M.S.W; Supervisi: L.P.A; Administrasi proyek: M.S.W; Akuisisi pendanaan: L.P.A

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal

Pernyataan Ketersediaan Data: Data hasil penelitian tersedia berdasarkan permintaan dari penulis korespondensi. Tidak ada kumpulan data publik yang dibuat atau dibagikan selama penelitian ini karena keterbatasan akses laboratorium dan privasi pengujian industri.

Ucapan Terima Kasih: Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Arya Global Dinamika atas dukungan fasilitas pengujian dan pengambilan data. Penulis menyatakan bahwa tidak ada bantuan dari perangkat AI dalam penyusunan dan penyuntingan artikel ini.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

Referensi

- [1] M. P. Groover, *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems*. John Wiley & Sons, 2010.
- [2] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, "Manufacturing processes for engineering materials—5th edition," *agenda*, vol. 12, p. 1, 2014.
- [3] A. R. Natasha, J. A. Ghani, C. H. Che Haron, and J. Syarif, "The influence of machining condition and cutting tool wear on surface roughness of AISI 4340 steel," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, 2018, p. 12017.
- [4] R. A. Heriyanto and R. Hanifi, "Analisis Pengaruh Kecepatan Putar Spindle Dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja S45C Pada Proses Bubut CNC," *J. Kaji. Tek. MESIN*, vol. 8, no. 2, pp. 211–220, 2023.
- [5] B. S. Widodo, A. R. Krisnanda, and K. A. Widi, "Analisa Pengaruh Kecepatan Putar Spindel dan Kecepatan Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan dan Kekerasan Baja AISI 1020 pada Mesin Bubut CNC," *J. FLYWHEEL*, vol. 14, no. 2, pp. 74–81, 2023.
- [6] F. N. Firdaus and N. A. Susanti, "Pengaruh Kecepatan Putar Dan Penyayatan Endmill Cutter Type Hss Terhadap Tingkat Kekasaran Alumunium Pada Mesin Cnc," *Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 02, pp. 101–103, 2021.
- [7] A. Fauzi and W. Sumbodo, "Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 46–57, 2021.
- [8] P. D. Kurniawan, "Pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Aluminium 6061 pada Mesin CNC TU-2A dengan Program Absolut G01," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 01, 2014.