

**PENGARUH SUDUT POTONG DAN KECEPATAN PUTARAN SPINDEL TERHADAP
KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA BAJA KARBON EMS 45 MENGGUNAKAN MESIN
BUBUT KONVENSIONAL**

***THE EFFECT OF CUTTING ANGLE AND SPINDLE ROUND SPEED ON SURFACE ROUGHNESS OF
EMS 45 CARBON STEEL CONVENTIONAL LATHE***

Rachmadi⁽¹⁾, Yufrizal A⁽²⁾, Irzal⁽³⁾, Andre Kurniawan⁽⁴⁾

^{(1), (2), (3), (4)} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

rachmadi1215@gmail.com

yufrizal@ft.unp.ac.id

irzal26@yahoo.com

andrakurn@gmail.com

Abstrak

Kekasaran permukaan dari proses pembubutan dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah kecepatan spindle dan sudut potong yang digunakan. Setiap benda kerja yang dikerjakan pada mesin perkakas tentu menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sudut potong kecepatan spindle terhadap kekasaran permukaan baja karbon EMS-45. Metode Eksperimen lebih cocok digunakan pada penelitian ini agar mengetahui pengaruh sudut potong dan putaran spindle terhadap kekasaran baja karbon EMS-45. Bahan yang digunakan berdiameter 25 mm dan panjang 90 mm, dengan kedalaman pemakanan sebesar 0,2 mm dengan 3 jenis sudut potong yaitu sudut 60°, 75°, dan 90° sedangkan putaran spindle yang digunakan yaitu 995 rpm, 1267 rpm dan 1459 rpm. Kekasaran permukaan diukur menggunakan *surface roughness tester*. Hasil penelitian didapatkan nilai kekasaran permukaan terendah pada pengujian spesimen dengan spindle speed 1459 rpm dan sudut potong 90° yaitu 1,58 µm sedangkan kekasaran permukaan tertinggi diperoleh pada kecepatan spindle 995 rpm dengan dengan sudut potong 60° yaitu 2,39 1,58 µm. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sudut potong dan kecepatan spindle berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan dimana semakin kecil sudut potong maka semakin kasar permukaan yang didapatkan dan semakin besar putaran spindle maka kekasaran yang didapatkan semakin kecil. Kecepatan spindle 1459 rpm dengan sudut pemotongan pahat sebesar 90° menghasilkan permukaan yang paling rendah yaitu Ra = 1,58 µm dengan tingkat kekasaran permukaan berada di N6 sedangkan kekasaran permukaan paling tinggi dihasilkan pada kecepatan spindle 995 rpm dengan sudut potong 60° yaitu 2,39 µm dengan tingkat kekasaran permukaan berada di N7.

Kata Kunci : Sudut Potong, Kecepatan Spindel, Kekasaran Permukaan, Mesin Bubut, Baja EMS-45

Abstract

The surface roughness of the turning process is influenced by various factors including the spindle speed and the cutting angle used. Each workpiece that is machined on a machine tool produces a different surface roughness. This study aims to determine the effect of the spindle speed cutting angle on the surface roughness of EMS-45 carbon steel. The experimental method is more suitable to be used in this study in order to determine the effect of the cutting angle and spindle rotation on the roughness of EMS-45 carbon steel. The material used is 25 mm in diameter and 90 mm in length, with a feed depth of 0.2 mm with 3 types of cutting angles, namely 60°, 75°, and 90° angles while the spindle rotation used is 995 rpm, 1267 rpm and 1459 rpm. Surface roughness was measured using a surface roughness tester. The results showed that the lowest surface roughness value was obtained in testing specimens with a spindle speed of 1459 rpm and a cutting angle of 90° which is 1.58 m while the highest surface roughness was obtained at a spindle speed of 995 rpm with a cutting angle of 60° which is 2.39 1.58 m. The conclusion of this study is that the cutting angle and spindle speed affect the surface roughness value, where the smaller the cutting angle, the rougher the surface obtained and the larger the spindle rotation, the smaller the roughness obtained. The spindle speed of 1459 rpm with a chisel cutting angle of 90° produced the lowest surface, namely Ra = 1.58 m with a surface roughness level of N6 while the highest surface roughness was produced at a spindle speed of 995 rpm with a cutting angle of 60° which was 2.39 m with the surface roughness level at N7.

Keywords : Cutting Angle, Spindle Speed, Surface Roughness, Lathe, Steel EMS-45

I. Pendahuluan

Penggunaan perkakas dalam dunia industri memegang peranan penting demi berlangsungnya suatu proses produksi sebab setiap pengerjaan logam menggunakan mesin perkakas yang banyak dipakai dalam membuat atau memperbaiki komponen tertentu (Triyatno, 2013). Mesin perkakas yang sering dipakai dalam pengerjaan logam adalah mesin bubut. Mesin bubut ialah mesin dipakai untuk mengurangi benda kerja dengan memutar benda kerja (Atmantawarna, 2013). Mekanisme dari mesin ini adalah dengan cara memotong benda kerja dengan cara memutarnya kemudian menyayat dengan alat potong yang bergerak lurus sejajar dengan sumbu putar pada cekam (Fari et al., 2016). Gerak potong relatif diartikan gerakan memutar dari benda kerja dan gerak umpan pahat disebut dengan gerakan translasi (Rumondor et al., 2020).

Permukaan yang halus merupakan salah satu karakteristik geometris yang dikatakan ideal (Yufriзал, Indrawan, Helmi, et al., 2019). Meski dalam pelaksanaannya sangat tidak mungkin untuk memperoleh kekasaran permukaan yang benar-benar halus. Ada dua faktor yang mempengaruhi kekasaran yaitu faktor dari operator dan kondisi mesin yang digunakan (Paridawati, 2015). Namun dengan majunya teknologi diharapkan terciptanya alat yang bisa menghasilkan produk dengan tekstur permukaan yang halus sesuai dengan ukuran standar yang berlaku dalam metrologi.

Kekasaran merupakan hal yang penting dalam menghasilkan suatu produk hal ini bersangkutan dengan gesekan, pelumasan, keausan, dan kekuatan (Yufriзал, Indrawan, & Helmi, 2019). Permukaan suatu benda kerja dikatakan halus apabila memperoleh kekasaran yang rendah (Agus et al., 2017). Kecepatan potong, laju pemakanan, dan dalam pemakanan mempengaruhi nilai kekasaran (Habibullah et al., 2016).

Proses pembubutan diharapkan dapat menghasilkan produk yang berkualitas karena sangat penting pada produk, produk yang dihasilkan harus presisi atau sesuai dengan ukuran dan kekasaran permukaan yang diinginkan dengan pekerjaan yang ekonomis (Mohammad Farokhi et al., 2017). Terdapat beberapa tingkatan kecepatan spindel yang bisa dipakai sesuai kebutuhan dalam produksi sehingga kecepatan putaran yang dapat diseting diubah kecepatan spindelnya, sehingga kekasaran permukaan dalam produksi dapat ditentukan (Setiawan, 2011). Alat potong yang digunakan sebaiknya bersifat keras, kuat, tahan terhadap panas dan tahan aus (Musyafa, 2019). Dalam pengerjaan mesin perkakas pahat perlu

dipertimbangkan karena pahat mempengaruhi kualitas kekasaran permukaan (Adzkari, 2017). Bahan yang akan dibubut perlu dipertimbangkan karena dimana pengaruh pahat terhadap penyayatan benda kerja yang dibubut yang berdampak terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan (H. Makmur, 2010). Kecepatan spindel dan sudut potong mempengaruhi kekasaran permukaan yang dihasilkan (Munadi, 1988). Dimana dengan menggunakan variasi putaran spindel yaitu putaran rendah putaran menengah dan putaran tinggi sedangkan variasi jenis sudut potong juga bervariasi (Muhammad Farokhi, 2017).

Baja karbon EMS-45 mengandung beberapa unsur kimia yaitu, Carbon 0.52 %, Manganese 0.65, Silicon 0.31, Sulfur 0.02, Cuprum 0.01 (Zhamarsda et al., 2020). Bahan ini banyak digunakan secara umum dan bahan ini digolongkan kedalam baja karbon menengah sehingga pengerjaan oleh mesin perkakas lebih mudah pada proses perlakuan tertentu, tahan aus yang bagus dan kekuatan bahan yang bagus (Purwanto, 2001). Kekasaran diukur dengan menggunakan *surface roughness tester*.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini ialah sudut pemotongan pahat dan putaran spindel. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mencari tahu pengaruh sudut potong dan putaran spindel terhadap kekasaran yang dihasilkan pada baja EMS-45.

II. Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk menguji hasil penelitian oleh proses pengujian hipotesis yang bersifat analitik (Novrialdy et al., 2021). Data yang dikumpulkan sesuai dengan hasil uji setelah itu dilakukan analisa sehingga data yang valid dapat diperoleh serta objektif (Seprianto, 2013).

B. Objek Penelitian

Penelitian ini meneliti baja karbon sedang EMS-45 dengan Ø25 mm, panjang 90 mm. Spesimen uji berjumlah sebanyak 9 buah.

C. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2021 yang berlokasi di bengkel Pemesinan Universitas Negeri Padang untuk proses pembubutan benda kerja dan proses pengukuran kekasaran dilaksanakan di Lab. Metrologi & Metalurgi Teknik Mesin UNP.

D. Alat dan Bahan yang Digunakan

Agar penelitian ini dapat dilaksanakan maka perlu alat penunjang, diantaranya sebagai berikut:

1. Mesin Bubut

suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong atau mengurangi diameter benda yang terpasang pada kepala tetap atau *chuck* lalu disayat oleh pahat yang terpasang pada *tollpost* sebagai alat potongnya



Gambar 1. Mesin Bubut Kent USA
(Sumber : Dokumentasi Laboratorium CNC)

2. Alat Uji Kekasaran Mitutoyo SJ-201P

Alat uji kekasaran permukaan benda bertujuan untuk mengukur komponen tekstur dari permukaan. Nilai kekasaran sendiri dinyatakan dalam *Roughness Average* atau Ra



Gambar 2. *Surfacae Roughness Tester* Mitutoyo SJ-201P

Alat ini berfungsi untuk mengukur kekasaran benda kerja yang telah dibubut. Bahan yang digunakan adalah baja EMS-45 dengan alat potong bahan karbida

3. Vernier Caliper

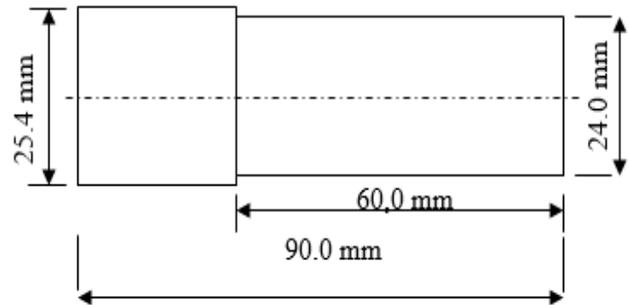
Alat ini digunakan untuk mengukur benda kerja dalam baik itu pengukuran diameter luar an dalam bena kerja serta kedalaman benda. *vernier caliper* memiliki ketelitian yang bervariasi mulai dari 0.2 mm. Material

benda kerja yang akan diuji pada penelitian ini yaitu, baja EMS-45 berdiameter 25 mm dengan panjang 90 mm.

E. Perencanaan Penelitian

1. Desain Spesimen Uji

Penelitian ini menggunakan baja karbon sedang EMS-45 diameter 25 mm dan panjang 90 mm dan dalam pemakanan sebesar 0.2 mm panjang penyayatan yaitu 60 mm. agar lebih paham gambar kerja dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Perencanaan Penelitian

2. Penentuan Variabel

Variabel independen yang ditentukan adalah sudut potong dan kecepatan spindel. Sudut potong yang digunakan dalam penelitian ini adalah sudut 60°, 75°, dan 90° sedangkan untuk kecepatan spindel mulai dari 995 rpm, 1267 rpm dan 1459 rpm. Untuk variabel dependen dalam penelitian adalah kekasaran permukaan dan untuk variabel kontrol yaitu dalam pemakanan sebesar 0.2 mm dan cairan pendingin. Agar dapat dipahami dengan jelas maka lihat tabel 1.

Tabel 1. Nilai Faktor dan Level Percobaan

Faktor	Level		
	1	2	3
Kecepatan spindel (rpm)	995	1267	1459
Dalam pemakanan (mm)	0,2	0,2	0,2
Sudut Potong	60°	75°	90°

3. Analisa Data

Agar kekasaran permukaan dapat diketahui maka perlu dilakukan analisa data berdasarkan variasi sudut potong dan kecepatan spindel yang telah dilakukan. Setelah memperoleh data selanjutnya dilakukan analisa data. Data yang dianalisa ditunjukkan berupa

grafik sehingga dapat disimpulkan apakah sudut pemotongan pahat dan kecepatan spindel mempengaruhi kekasaran baja EMS-45. Setelah itu data dapat disimpulkan berdasarkan tujuan penelitian. Berdasarkan landasan teori yang ada maka rumus perhitungan yang dipakai pada penelitian untuk memperoleh nilai rata-rata kekasaran yaitu sebagai berikut:

$$\Sigma Ra = \frac{T1 + T2 + T3 \dots Tn}{n}$$

Keterangan:

ΣRa :Rata-rata kekasaran perspesimen (μm)

T : Titik Pengujian

N :Banyak titik pengujian

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

Spesimen yang telah dibubut dan diukur kekasarannya menggunakan *surface roughness tester* sehingga diperoleh data nilai kekasaran. Hasil pengukuran kekasaran ditunjukkan pada tabel 2.

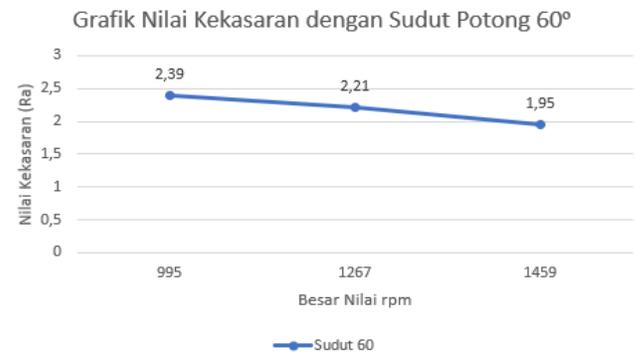
Tabel 2. Data Hasil Pengukuran

Spes	Sudut Potong	Kec. Spindel	Nilai Kekasaran (Ra)			Rata-rata μm
			T1	T2	T3	
1		995	2,39	2,89	1,89	2,39
2	60°	1267	2,05	2,46	2,13	2,21
3		1459	1,89	1,84	2,14	1,95
4		995	2,1	2,01	2,35	2,15
5	75°	1267	2,01	2,09	1,91	2,01
6		1459	2,2	1,74	1,42	1,78
7		995	1,64	1,59	1,64	1,62
8	90°	1267	1,6	1,59	1,57	1,59
9		1459	1,57	1,65	1,58	1,58

Data diatas menunjukkan bahwa setiap variasi yang dilakukan terdapat adanya perbedaan nilai kekasaran. Nilai pertama kekasaran permukaan dengan sudut potong 60°, pada putaran spindel 995 rpm nilai kekasaran yang dihasilkan yaitu 2,39 μm , nilai kekasaran selanjutnya dengan putaran spindel 1267 rpm yaitu 2,21 μm dan putaran spindel 1459 rpm yaitu dari 1,95 μm . Nilai kedua pengujian sudut potong 75°. Kekasaran permukaan yang dihasilkan pada putaran 995 rpm, 1247 rpm dan 1459 rpm ialah 2,15 μm , 2,01 μm dan 1,78 μm . Nilai ketiga

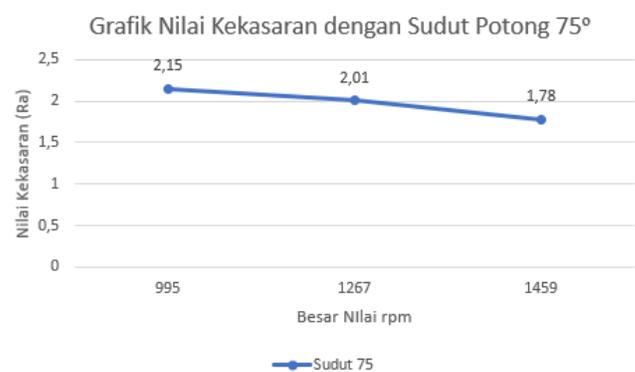
dengan sudut potong 90°. Kekasaran permukaan yang dihasilkan 1,62 μm pada putaran 995 rpm, 1,59 μm pada putaran 1267 rpm dan 1,58 μm pada putaran 1459 rpm.

Hasil data dari rata-rata kekasaran berdasarkan variasi kecepatan spindel dengan variasi sudut potong, lalu dibuat grafik nilai kekasaran permukaan masing-masing sudut pemotongan pahat dan kecepatan spindel. Kekasaran yang dihasilkan dengan menggunakan pahat dengan sudut 60° dengan variasi kecepatan spindel dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Kekasaran dengan Sudut Potong 60°

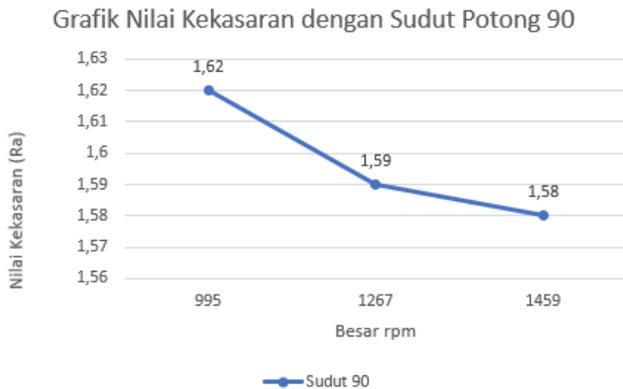
Data diatas menunjukkan bahwa nilai kekasaran permukaan tertinggi diperoleh pada kecepatan spindel 995 rpm memperoleh kekasaran 2,15 μm sedangkan kekasaran permukaan terendah diperoleh pada kecepatan spindel 1459 rpm yaitu dengan nilai kekasaran permukaan 1,78 μm . Kekasaran permukaan yang dihasilkan menggunakan pahat dengan sudut 75° ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Kekasaran dengan Sudut Potong 75°

Data diatas menunjukkan menjelaskan bahwa kekasaran permukaan tertinggi diperoleh pada kecepatan spindel 995 rpm memperoleh kekasaran sebesar 2,21 μm sedangkan kekasaran permukaan terendah diperoleh pada kecepatan spindel 1459 rpm

yaitu dengan nilai kekasaran permukaan 1,78 μm . Kekasaran permukaan yang dihasilkan menggunakan pahat dengan sudut 90° dapat ditunjukkan pada gambar 6.

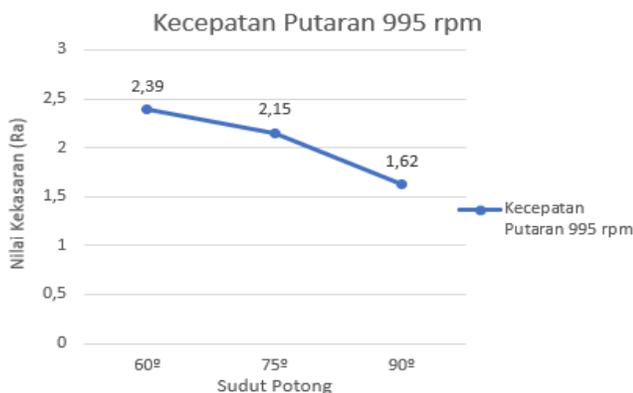


Gambar 6. Grafik Kekasaran dengan Sudut Potong 90°

Dari data diatas menunjukkan kekasaran tertinggi diperoleh pada kecepatan spindel 995 rpm dengan nilai kekasaran permukaan 1,62 μm sedangkan kekasaran permukaan terendah diperoleh pada kecepatan spindel 1459 rpm yaitu dengan nilai kekasaran permukaan 1,58 μm .

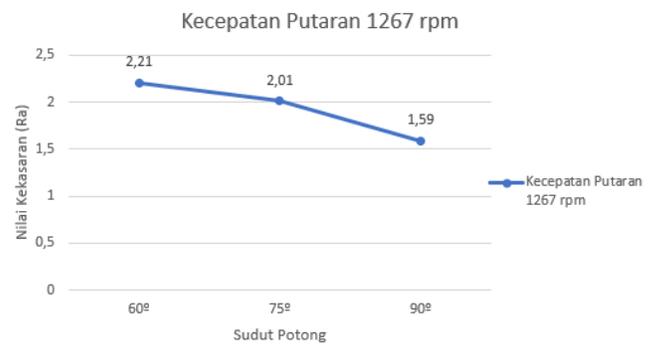
B. Pembahasan

Kekasaran yang dihasilkan dengan variasi sudut potong dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Kekasaran dengan Kecepatan 995 rpm

Data diatas menunjukkan bahwa nilai kekasaran yang dihasilkan dengan menggunakan kecepatan spindel 995 rpm nilai kekasaran tertinggi dihasilkan dengan menggunakan sudut potong 60° yaitu 2,39 μm sedangkan nilai kekasaran permukaan terendah dihasilkan dengan sudut pahat 90° yaitu 1,62 μm . Pembubutan dengan sudut 60° menghasilkan nilai kekasaran yang tinggi diakibatkan oleh bentuk pahat yang runcing



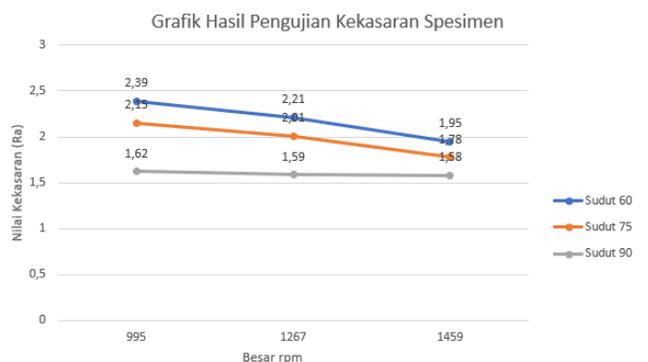
Gambar 8. Grafik Kekasaran dengan Kecepatan 1267 rpm

Data diatas menunjukkan bahwa nilai kekasaran yang dihasilkan dengan menggunakan kecepatan spindel 1267 rpm nilai kekasaran tertinggi dihasilkan dengan menggunakan sudut potong 60° yaitu 2,21 μm sedangkan nilai kekasaran permukaan terendah dihasilkan dengan sudut pahat 90° yaitu 1,59 μm .



Gambar 9. Grafik Kekasaran dengan Kecepatan 1459 rpm

Data diatas menunjukkan bahwa nilai kekasaran yang dihasilkan dengan menggunakan kecepatan spindel 1267 rpm nilai kekasaran tertinggi dihasilkan dengan menggunakan sudut potong 60° yaitu 1,95 μm sedangkan nilai kekasaran permukaan terendah dihasilkan dengan sudut pahat 90° yaitu 1,58 μm .



Gambar 10. Kecepatan Kekasaran Putaran Spindel dan Sudut Potong Pahat terhadap Kekasaran

IV. Kesimpulan

Setelah dilaksanakan penelitian maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan sudut pemotongan pahat dan kecepatan putaran mempengaruhi kekasaran yang dihasilkan dimana kekasaran yang paling rendah didapatkan pada sudut pahat 90° dengan putaran spindel 1459 rpm yaitu 1,58 μm sedangkan kekasaran yang paling tinggi didapatkan pada penggunaan sudut pahat 60° dengan putaran spindel 995 rpm yaitu 2,39 μm .
2. Sudut potong mempengaruhi kekasaran dimana semakin besar sudut pahat maka semakin rendah nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan sebaliknya penggunaan sudut pahat yang kecil menghasilkan nilai kekasaran yang tinggi.
3. Kecepatan spindel mempengaruhi kekasaran dimana semakin besar putaran spindel maka semakin rendah kekasaran yang diperoleh sebaliknya apabila kecepatan spindel yang diseting kecil maka kekasaran yang didapatkan tinggi.

Referensi

- Adzkari, A. (2017). *Karakteristik Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Baja SS41 Akibat Perbedaan Nose Radius dan Kecepatan Potong pada Mesin Bubut CNC*.
- Agus, H. C., Nely, A. mufarida, & Asmar, F. (2017). *Pengaruh Variasi Kecepatan Spindel Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Stainless Steel Aisi 304 Pada Proses Frais Konvensional Dengan Metode Taguchi*. 1(2), 7–12.
- Atmantawarna, H. P. (2013). *Perbaikan Mesin Bubut dan Uji untuk kerja degan bahan besi Pejal*.
- Fari, R. A., Malik, I., Junaidi, A., Sriwijaya, P. N., & Besar, B. (2016). *Aplikasi Hasil Rancang Bangun Mesin Bubut Mini Terhadap Proses Pemotongan (Komparasi Suhu Pemotongan Secara Eksperimental dan Numerik 2D)*. *Jurnal Austenit*, 8(1), 5–12.
- Farokhi, Mohammad, Sumbodo, W., & Rusiyanto. (2017). *Pengaruh Kecepatan Putar Spindle (Rpm) Dan Jenis Sudut Pahat Pada Proses Pembubutan Terhadap Tingkat Kekasaran Benda Kerja Baja Ems 45*. *Saintekno: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1), 85–94. <https://doi.org/10.15294/saintekno.v15i1.9881>
- Farokhi, Muhammad. (2017). *Pengaruh kecepatan putar spindle* (.).
- H. Makmur. (2010). *Analisa Pengaruh Kecepatan Potong Proses Pembubutan Baja Amutit K 460 Terhadap Umur Pahat Hss*. *Jurnal Austenit*, 1(3), 8–20.
- Habibullah, A., Arwizet, K., & Yufrizal, A. (2016). *Pengaruh Variasi Side Clearance Angle Pahat Hss Dan Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Bahan St-60*. 203–212.
- Munadi, S. (1988). *Dasar-dasar Metrologi Industri. Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan*.
- Musyafa, M. F. (2019). *Analisis pembubutan rata material baja st 37, st 60 dan material st 41 terhadap mata pahat karbida*.
- Novrialdy, Y., Arwizet, K., Yufrizal, A., & Prasetya, F. (2021). *Pengaruh Variasi Feed Rate Terhadap Kekasaran Permukaan Polyethylene Menggunakan Mesin Cnc Miiling the Effect of Feed Rate Variation on Polyethylene Surface Roughness Using a Cnc Milling*. 3(2), 25–33.
- Paridawati. (2015). *Pengaruh Kecepatan Dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Benda Kerja Pada Mesin Bubut*. *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, 3(1), 53–67. <http://ejournal.unismabekasi.ac.id>
- Purwanto, A. A. (2001). *Keliatan Baja Ems 45 Sebagai Fungsi Perlakuan Panas*.
- Rumondor, M. J., Poeng, R., & Gede, I. N. (2020). *Pengaruh Kecepatan Aliran Pendingin terhadap Panas Pemotongan pada Pembubutan Benda Kerja silindris*. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 9(2), 149–160.
- Seprianto, D. (2013). *Pengaruh Parameter Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Mesin CNC Type EDU VR1-Mill*. *Jurnal Austenit*, 5(April), 1–12.
- Setiawan, A. C. (2011). *Pengaruh variasi kecepatan putar mesin bubut dan sudut potong pahat terhadap kehalusan permukaan benda kerja hasil pembubutan tirus pada bahan st-60 Oleh : K 2500002*.
- Triyatno, A. (2013). *Optimalisasi Pemanfaatan Peralatan Bengkel Pemesinan Di Smk Muhammadiyah 1 Salam*.

- Yufrizal, A., Indrawan, E., & Helmi, N. (2019). Analysis Comparative Feeding Variation to Quality Surface Processes Blocking Equipment of Ems Steel 45on Cnc Latheing Machine. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012100>
- Yufrizal, Indrawan, E., Helmi, N., Aziz, A., & Putra, Y. A. (2019). Pengaruh Sudut Potong dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Mild Steel ST 37. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(2), 29–36. <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i2.582>
- Zhamarsda, Y., Pratama, R. S., & Santosa, E. (2020). Pengaruh Perlakuan Panas Tempering Dengan Variasi Suhu Dan Media Pendingim Terhadap Sifat Mekanik Dan Baja EMS45. *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin*, 3(1).