



Pengaruh Putaran Spindel Terhadap Kekerasan Permukaan Baja Karbon pada Proses CNC Turning

Adi Febrianton¹✉, Indah Purnama Putri²

Program Studi Perawatan dan perbaikan Mesin, Politeknik Kampar^(1,2)

DOI: 10.31004/jutin.v5i2.14578

✉ Corresponding author:

[\[adifebrianton@gmail.com\]](mailto:adifebrianton@gmail.com)

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
CNC,
variasi putaran spindel,
kekasaran permukaan,
baja karbon S45C,
insert iscar.

Mesin CNC merupakan mesin yang dikendalikan oleh komputer yang dapat memahami kode N dan G (Gkode) yang mengatur sistem peralatan mesin, (penunjuk gerak program menggunakan angka dan huruf untuk memotong benda kerja yang berputar), mesin bekerja sesuai dengan perintah kode. Program kode yang digunakan yaitu G75 untuk proses pembuatan alur dan G97 untuk proses CNC Turning. Penelitian bertujuan untuk mengetahui variasi putaran spindel terhadap baja karbon S45C. Variasi kecepatan yang digunakan adalah 1266 rpm, 1066 rpm, 866 rpm. Dengan Kedalaman potong 0,4 mm dan kecepatan potong 0,15 mm dan Insert yang digunakan yaitu insert dengan merek Iscar. Hasil nilai rata-rata yang didapatkan dari proses pengujian menggunakan alat uji kekasaran (stylus). Nilai kekasaran yang paling rendah pada putaran spindel 1266 rpm termasuk dalam kelas kekasaran yaitu N7. Nilai kekasaran yang paling tinggi pada putaran spindel 866 rpm termasuk dalam kelas kekasaran yaitu N8. Sedangkan nilai kekasaran yang menengah pada putaran spindel 1066 rpm termasuk dalam kelas kekasaran N7. Pengaruh hasil kekasaran pada benda yaitu, Semakin tinggi putaran spindel maka nilai hasil kekasarannya semakin rendah sebaliknya semakin rendah putaran spindel maka nilai kekasarannya semakin kasar pada proses pembubutan.

Abstract

Keywords :
CNC,
feeding motion variation,
surface roughness,
iscar insert,
carbon steel S45C

CNC machines are computer-controlled machines that can understand the N and G codes (Gcodes) that regulate the machine tool system, (program motion pointers using numbers and letters to cut rotating workpieces), the machine works according to code commands. The code programme used is G75 for the groove making process and G97 for the CNC Turning process. The research aims to determine the variation of spindle rotation on S45C carbon steel. The speed variations used are 1266 rpm, 1066 rpm, 866 rpm. With a depth of cut of 0.4 mm and a feeding of cut of 0.15 mm and the insert used is an insert with the Iscar brand. The average value results obtained from the testing process using a roughness test tool (stylus). The lowest roughness value at 1266 rpm spindle rotation is included in the roughness class, namely N7. The highest roughness value at 866 rpm spindle rotation is included in the roughness class, namely N8. While the intermediate roughness value at 1066 rpm spindle rotation is included in the N7 roughness class. The effect of roughness results on objects, namely, the higher the spindle rotation, the lower the value of the roughness results, on the contrary, the lower the spindle rotation, the rougher the roughness value in the turning process.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan zaman dan teknologi di era modern semakin pesat, sehingga berdampak disegala bidang terutama pada bidang industri. Salah satu mesin perkakas pada dunia industri yaitu Mesin CNC. Mesin CNC merupakan sejenis mesin perkakas yang menggunakan sistem kontrol berbasis komputer serta dapat memahami kode N dan G (Gkode) yang mengatur sistem peralatan mesin. Untuk melihat suatu produk yang berkualitas bisa dilihat dari kekasaran/kehalusan permukaan yang dihasilkan. keausan terjadi karna adanya dua benda yang saling menekan dan saling bergesekan, nilai keausan yang lebih besar terjadi pada bahan yang keras. kekasaran permukaan merupakan faktor utama untuk evaluasi produk permesinan dapat diterima atau tidak kekasaran suatu material/bahan merupakan sifat mekanik yang sangat penting, karena dapat digunakan untuk mengetahui sifat mekanik lain yaitu *strength* (kekuatan), *ductility* (keuletan) dan *brittle*. Dan juga dari kekasaran bisa mengetahui ketahanan suatu benda kerja. Sedangkan keausan terjadi karna adanya dua benda yang saling menekan dan saling bergesekan, nilai keausan yang lebih besar terjadi pada bahan yang keras (Fikri & Rahardjo, 2022).

Untuk meminimalisir kerugian yang diakibatkan oleh keausan pahat potong digunakan langkah-langkah strategis, diantaranya dengan mengetahui batas kecepatan putaran spindel yang sesuai antara bahan dari pahat dan benda kerja (Waluyo, 2010).

Untuk melihat suatu produk yang berkualitas bisa dilihat dari kekasaran/kehalusan permukaan yang dihasilkan. kekasaran permukaan merupakan faktor utama untuk evaluasi produk permesinan dapat diterima atau tidak kekasaran suatu material/bahan merupakan sifat mekanik yang sangat penting, karena dapat digunakan untuk mengetahui sifat mekanik lain yaitu *strength* (kekuatan), *ductility* (keuletan) dan *brittle*. Dan juga dari kekasaran bisa mengetahui ketahanan suatu benda kerja. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan pada pengerjaan logam dengan menggunakan mesin bubut, antara lain kondisi mesin bubut, kecepatan potong, kedalaman pemakanan, kondisi mesin, bahanbenda kerja, jenis pahat, ketajaman mata pahat, geometri atau sudut-sudut pemotongan, pendinginan dan operator.

2. METODE

Mesin perkakas yang digunakan dalam dunia industri beragam jenis dan kegunaannya, salah satu yang digunakan adalah mesin bubut, mesin yang digunakan untuk mengerjakan benda yang berbentuk bulat. Benda yang dibuat di mesin bubut biasanya berbentuk poros baik penyangga maupun poros transmisi. Pada proses pengambilan data penelitian tugas akhir, menggunakan benda kerja yaitu Baja S45C. Banyak material yang digunakan yaitu 1 sampel dengan tiga kali pengujian sesuai variasi putaran spindel. Dengan ukuran diameter 38 mm dan panjang 150 mm. Sebelum dilakukan proses pembubutan, benda kerja dibubut facing, kemudian di center drill agar benda kerja berada pada posisi center saat dilakukannya proses pembubutan di mesin CNC.

Setelah benda kerja tersedia, selanjutnya memilih parameter pengujian yang akan dipakai pada penelitian. Parameter kekasaran yang digunakan adalah kekasaran Rata-Rata *Aritnetis* (Ra). Adapun proses parameter yang dilakukan saat pengujian berupa variasi putaran spindel dengan nilai 1266 rpm, 1066 rpm, 866 rpm. Menggunakan kode G97 dengan kedalaman potong 0,4 mm. Tahapan-tahapan saat proses pembubutan mesin bubut CNC turning. Adapun tahapan saat proses pembubutan sebagai berikut:

- 1) Langkah pertama Menghidupkan mesin CNC turning.
- 2) lakukan Pemasangan *insert* pada *holder*, dan *holder* ke *tool turret*.
- 3) Benda kerja dipasang pada *chuck*, kemudian dicenter agar posisi benda kerja berada pada posisi center.
- 4) Mesin bubut CNC melakukan *part set up*, serta menentukan titik nol pada benda kerja.
- 5) Setting mesin dan masukkan program ke panel, mesin CNC akan memproses sesuai dengan program yang dimasukkan.
- 6) Pembuatan alur pada benda kerja menggunakan kode G75.

Berikut Merupakan Program pada saat pembuatan alur menggunakan

```
G28 U0 W0 ;
T0707 ;
G50 S1500 M8 ;
G97 S1000 M3 ;
G0 X38. Z-33. ;
G75 R1. ;
G75 X34. Z-37. P300 Q2000 F0,3 ;
G0 X38. ;
G75 X34. Z-37. P300 Q2000 F0,3 ;
G0 X38. ;
G0 Z-70. ;
G75 R1. ;
G75 X34. Z-74. P300 Q2000 F0,3 ;
G0 X38. ;
G28 U0 W0 ;
M30 ;
```

Benda kerja yang telah di cekam pada ragum dilakukan proses CNC dengan panjang 150 mm dan diameter 38 mm, kedalaman potong 0,4 dan kecepatan spindel 1266 rpm, 1066 rpm, 866 rpm.

Berikut merupakan program proses untuk putaran spindel 1266 rpm.

```
G28 U0 W0 ;
T0303 ;
G50 S1500 M8 ;
G97 S1266 M3 ;
G0 Z5. ;
X40. ;
G97 X35.2 Z-34. F0.15 ;
G28 U0 W0 ;
M30 ;
```

- 7) Berikut merupakan program proses untuk putaran spindel 1066 rpm.

```
G28 U0 W0 ;
T0303 ;
G50 S1500 M8 ;
G97 S1066 M3 ;
G0 Z-34. ;
X40. ;
G97 X35.2 Z-73. F0.15 ;
G28 U0 W0 ;
M30 ;
```

Berikut merupakan program proses untuk putaran spindel 866 rpm.

G28 U0 W0 ;
 T0303 ;
 G50 S1500 M8 ;
 G97 S866 M3 ;
 G0 Z-73. ;
 X40. ;
 G97 X35.2 Z-110. F0.15 ;
 G28 U0 W0 ;
 M30 ;

- 8) Langkah selanjutnya lakukan uji kekasaran permukaan dengan alat *stylus*. Alat uji kekasaran yang digunakan adalah *surface roughness mitutoyo SJ- 301*. Prinsip kerja memberikan sensor permukaan yang bergerak pada benda kerja yang disebut *stylus*. *Stylus* adalah alat ukur berupa jarum sebagai pendeteksi terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Berupa grafik yang secara otomatis dapat ditentukan hasil pengujiannya. Roughness tester digunakan untuk mengukur kekasaran benda kerja yang telah dibubut, bahan yang digunakan yaitu baja karbon S45C menggunakan *insert* dengan merek *iscar*. Adapun cara kerja dari *Roughness tester* sebagai berikut:
- Pertama, siapkan benda kerja atau material yang akan diuji kekasarannya.
 - Tekan tombol power pada *roughness tester* sampai muncul angka dari monitor.
 - Letakkan benda kerja dengan posisi rata. Kemudian jepit benda kerja dengan mangnet agar benda tidak bergerak. *setting stylus*, lalu dekatkan ujung jarum ke benda kerja.
 - Geser jarum sejauh 5 mm untuk mendapatkan hasil harga R (tingkat kekasaran).
 - Tekan tombol star maka secara otomatis alat membaca hasil kekasaran dari benda.
 - Secara otomatis nilai dari pengukuran stylus akan tercatat dalam bentuk print out.

Peralatan yang digunakan



Gambar 1. Mesin CNC SKT 160 A



Gambar 2. Surface Roughness



Gambar 3. Insert iscar

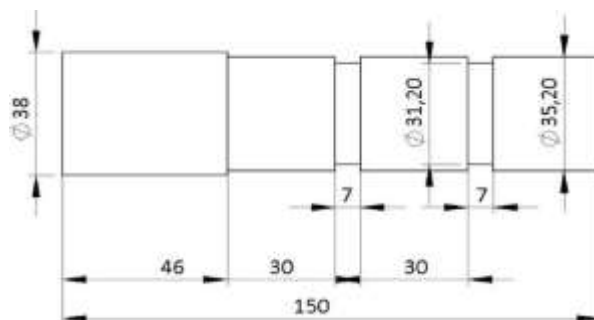


Gambar 4. Jangka Sorong

Bahan yang digunakan



Gambar 5. Baja Karbon Sedang S45C



Gambar 6. Sketsa Pembubutan Material Sampel Baja S45C

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pengujian nilai kekasaran permukaan pada benda kerja. Terlebih dahulu lakukan perhitungan untuk menentukan parameter pada proses pemrosesan dengan *insert Iscar* diameter benda 150 mm. Penyelesaian penentuan nilai parameter pada proses pemrosesan adalah sebagai berikut:

- a. Kecepatan putaran spindel (spindel speed)

$$n = \frac{1000 \cdot cs}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 140}{3,14 \cdot 150}$$

$$n = \frac{140.000}{471,225}$$

$$n = 297,07 \text{ rpm}$$

Nilai kecepatan spindel (spindel speed) yang didapat adalah 297 rpm. Nilai 297 adalah nilai kecepatan putaran spindel yang digunakan karena pada penelitian merupakan variasi putaran spindel maka hasil dari kecepatan putaran spindel yang didapat dikurangi 200 pada tiap pemakanan maka didapat rpm 97 rpm, 1066 rpm, 866 rpm. Pada penelitian pengaruh putaran spindel terhadap hasil kekasaran permukaan baja karbon S45C pada proses mesin CNC Turning SKT 160A. Terdapat 6 titik pengujian pada putaran spindel 1266 rpm, 1066 rpm, dan 866 rpm.



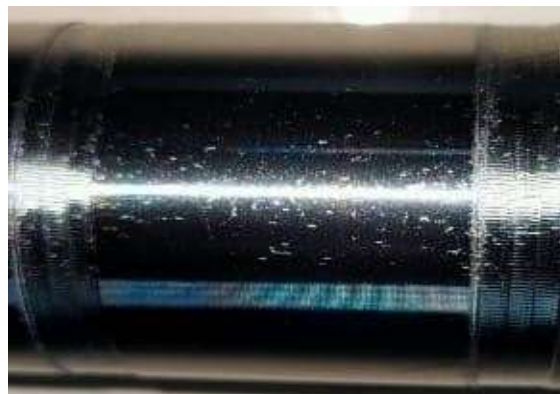
Gambar 7. Titik Pengujian Kekasaran Permukaan Material



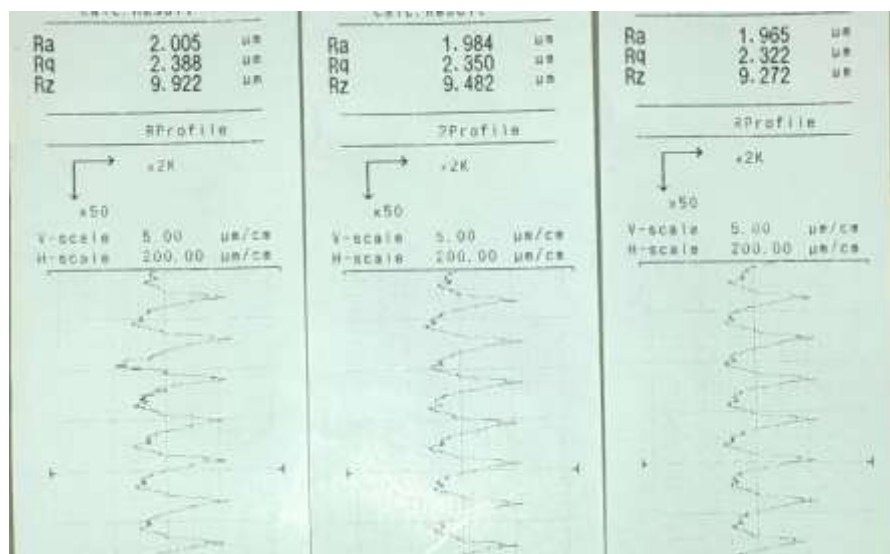
Gambar 8. Benda kerja dengan putaran spindel 1266 rpm



Gambar 9. Data Hasil Benda Kerja dengan putaran spindel 1266 rpm



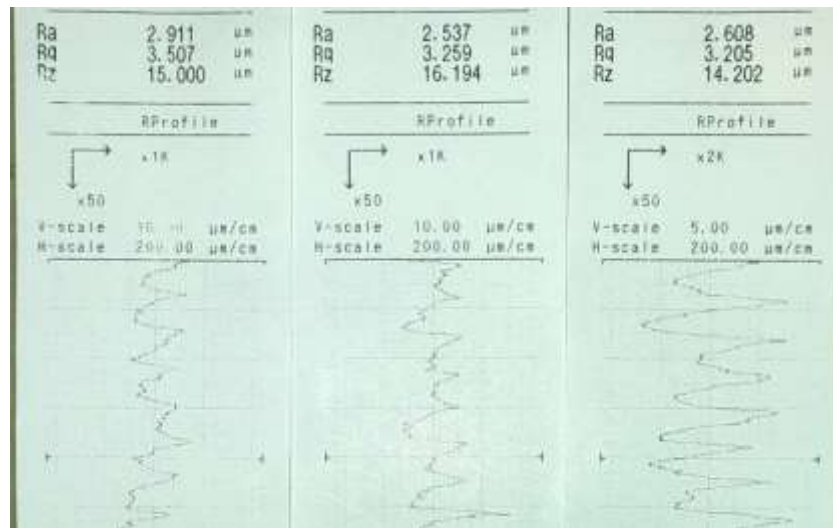
Gambar 10. Benda kerja dengan putaran spindel 1066 rpm



Gambar 11. Hasil Kekasaran Permukaan dengan putaran spindel 1066 rpm



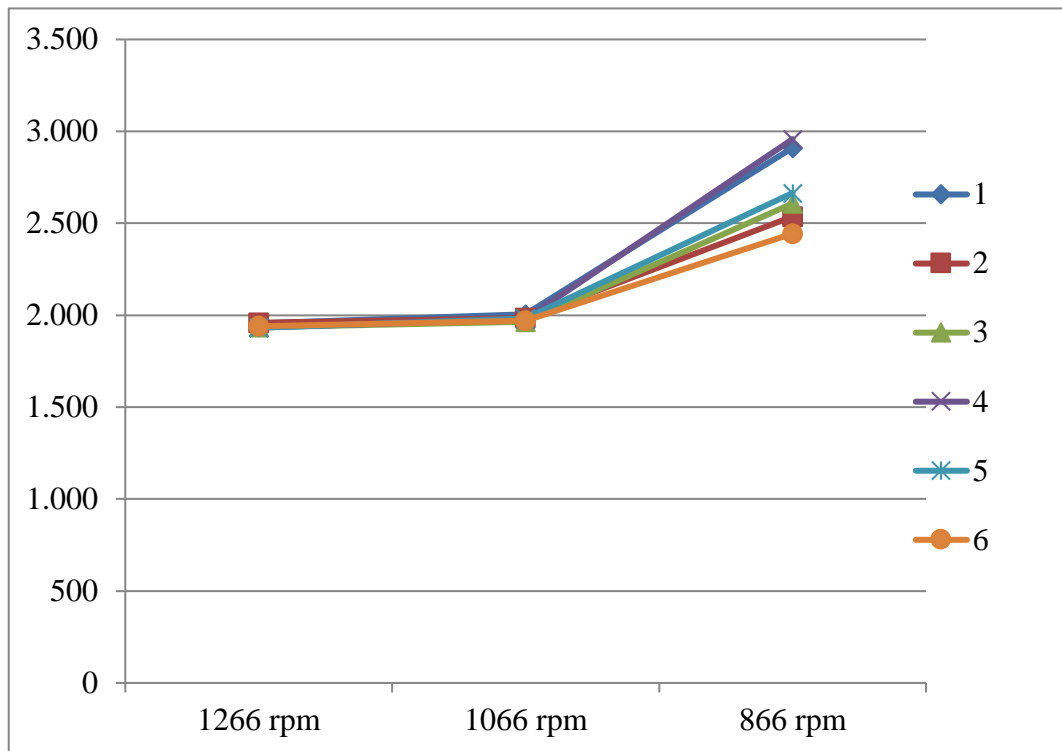
Gambar 12. Benda kerja dengan putaran spindel 866 rpm



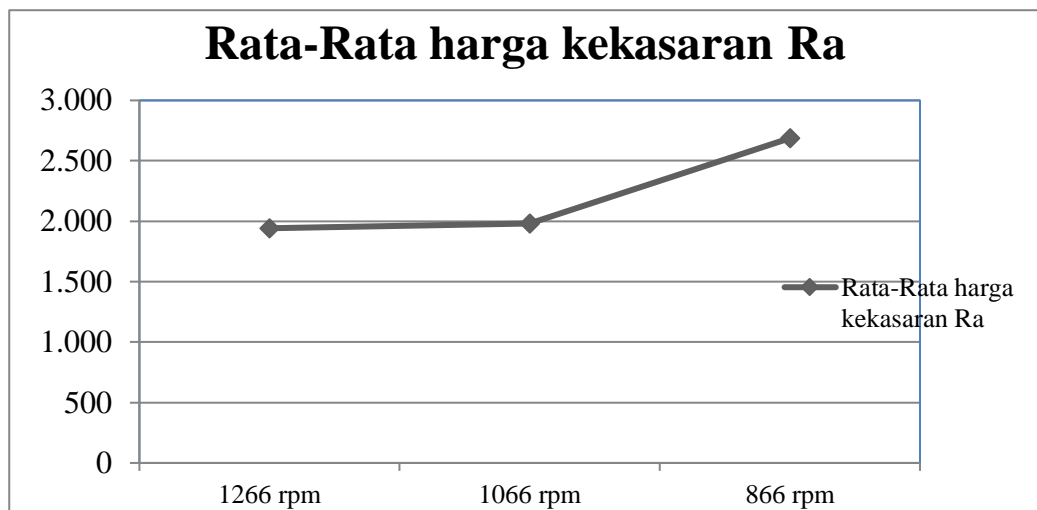
Gambar 13. Hasil kekasaran pengujian putaran spindel 866 rpm

Tabel 1. Kekasaran Ra (*Roughness Average*)

Nilai Kekasaran Permukaan					
Titik Pengujian Ra (μm)	Kedalaman potong(mm)	Feeding (f)(mm/rev)	Putaran spindel (rpm)		
			1266 rpm	1066 rpm	866 rpm
1	0,4 mm	0.15 mm	1.956 μm	2.005 μm	2.911 μm
2	0,4 mm	0.15 mm	1.959 μm	1.984 μm	2.537 μm
3	0,4 mm	0.15 mm	1.935 μm	1.965 μm	2.608 μm
4	0,4 mm	0.15 mm	1.933 μm	1.978 μm	2.958 μm
5	0,4 mm	0.15 mm	1.932 μm	1.983 μm	2.665 μm
6	0,4 mm	0.15 mm	1.940 μm	1.971 μm	2.444 μm
Rata-Rata Ra (μm)			1.942 μm	1.981 μm	2.687 μm



Gambar 14. Grafik nilai kekasaran RA (Roughness average)



Gambar 15. Grafik perbandingan putaran spindel terhadap nilai rata-rata harga kekasaran Ra

Berdasarkan hasil nilai rata-rata uji kekasaran benda kerja dengan perbandingan putaran spindel yang berbeda dengan putaran 1266 rpm, 1066 rpm, dan 866 rpm. Maka didapatkan Nilai kekasaran yang paling rendah pada putaran spindel 1266 rpm termasuk dalam kelas kekasaran yaitu N7. Dan nilai kekasaran yang paling tinggi pada putaran spindel 866 rpm termasuk dalam kelas kekasaran yaitu N8. Sedangkan untuk nilai kekasaran menengah pada putaran 1066 rpm termasuk dalam kelas kekasaran yaitu N7. Dari data grafik perbandingan putaran spindel, dapat dilihat bahwasanya Semakin tinggi putaran spindel maka nilai hasil kekasarannya semakin rendah, dengan menggunakan material baja karbon S45C dan pahat *iscar* dengan radius 0,8 mm

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilaksanakan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Putaran spindel sangat berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan baja karbon S45C pada proses CNC Turning. Semakin tinggi putaran spindel maka nilai hasil kekasarannya semakin rendah sebaliknya

semakin rendah putaran spindle maka nilai kekasarannya semakin kasar, dapat disimpulkan bahwa variasi kecepatan spindle dan variasi kecepatan pemakanan berpengaruh terhadap nilai kekasaran Ra. Semakin tinggi variasi kecepatan spindle dan pemakanan semakin rendah nilai Ra, serta semakin rendah variasi kecepatan spindle dan pemakanan semakin tinggi nilai Ra hal tersebut didukung dengan hasil grafik di setiap titik specimen menggunakan uji surface roughness tester Mitutoyo yang digunakan pada proses pembubutan CNC Turning.

2. Hasil kekasaran putaran spindle yang paling rendah yaitu, pada putaran spindle 1266 rpm, dan yang paling tinggi pada putaran spindle 866 rpm. Kedalaman potong 0,4 mm menggunakan cutter karbida jenis *iscar* dengan radius 0,8 mm.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan variasi feeding yang berbeda dengan putaran spindle yang berbeda.
2. Dapat melakukan penelitian dengan *cutter* yang sama dengan radius yang berbeda.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Kurniawan, E., Syaifurrahma., Jekky, B. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 4(2), 83–90.
- Fikri, M. A., & Rahardjo, T. (2022). Analisa Pengaruh Kecepatan Putar Dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Kekerasan Material Dan Keausan Material Besi Cor FCD 25 Pada Mesin Bubut CNC. 3(1), 60–72.
- Waluyo, J. (2010). Pengaruh Putaran Spindel Utama Mesin Bor dan Parameter Keausan Pahat Bor Dan Parameter Pengeboran Pada Proses Pengeboran Dengan Bahan Baja. *Jurnal Teknologi*, 138–144. <https://journal.akprind.ac.id/index.php/jurtek/article/view/854>
- Ariandi, S. (2022). Analisis Nilai Kekasaran Permukaan Material Baja Aisi 1045 Pada Proses Pemesinan Bubut Cnc Dengan Metode Taguchi.
- Irjayanti, S. L., Teknik, P., Universitas, M., & Semarang, N. (2019). Pengaruh Media Pendingin Dan Kecepatan Spindel Terhadap Tingkat Kekasaran Proses Cnc Turning Pada Aluminium Daur Ulang. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 11(2), 34–39.
- Febrianton, A. (2020). BUKU AJAR Cnc Turning Fanuc SERIES 2022. *Suparyanto Dan Rosad (2015, 5(3), 248–253*.
- Pratama, M. R. (n.d.). *Desain Layout Dan Analisis RPM Spin*.
- Sukma, J. A., & Umardani, Yusuf, 2012. (2012). Pengerasan Permukaan Baja Karbon St 40 Dengan Metode Nitridasi Dalam Larutan Kalium Nitrat. *Rotasi*, 13(4), 10–35.
- Subagiyo, S., Asrori, A., & Agustriyana, L. (2018). Analisis Kekerasan Baja S45C Hasil Hardening Dengan Variasi Media Pendingin. *Info-Teknik*, 19(1), 43. <https://doi.org/10.20527/infotek.v19i1.5141>