

ANALISIS KORELASI PARAMETER PEMOTONGAN PROSES PEMBUBUTAN GREY CAST IRON MENGGUNAKAN METODE ANOVA

Rivando Valentino, Rosehan dan M. Sobron Y. Lubis

Universitas Tarumanagara Jakarta, Indonesia

Email: Rivando.515160028@stu.untar.ac.id, Rosehan@ft.untar.ac.id,
Sobronl@ft.untar.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima
18 Januari 2021
Diterima dalam bentuk revisi
12 Februari 2021
Diterima dalam bentuk revisi

Keywords:
surface roughness; tool nose radius; nose radius; cutting parameters; analysis of variance

Kata kunci:
kekasaran permukaan;
radius hidung alat; radius
hidung; memotong
parameter; analisis varians

ABSTRACT

Machine turning process is a cutting process on a cylindrical specimen that is rolled by adjusting the turning speed of the work specimen and its parameters. Comparison of two secondary datas is used to show the most dominant and effective correlation between variances. Analysis of variance (anova) method is used to obtain correlation values from coefficient chart, normal probability plot of surface hardness, and the data significance of this research.

Results on the surface roughness shows that the most dominant cutting parameter is feed ($feed=0.05mm/rev$), followed by cutting speed ($V_c=350m/min$), nose radius ($0,8mm$) and depth of cut ($0.05 mm$).

ABSTRAK

Proses putar mesin adalah proses pemotongan pada spesimen silinder yang digulung dengan menyesuaikan kecepatan putar spesimen kerja dan parameternya. Perbandingan dua data sekunder digunakan untuk menunjukkan korelasi yang paling dominan dan efektif antara varians. Analisis metode varians (anova) digunakan untuk mendapatkan nilai korelasi dari bagan koefisien, plot probabilitas normal kekerasan permukaan, dan signifikansi data penelitian ini.

Pada kekasaran permukaan, parameter pemotongan yang paling berpengaruh adalah pemakanan ($feed=0.05mm/rev$), variabel kedua yang paling berpengaruh adalah kecepatan potong ($V_c=350m/min$), variabel ketiga yang paling berpengaruh adalah *nose radius* ($0.8 mm$), dan variabel terakhir yang paling berpengaruh adalah kedalaman potong ($0.05 mm$).

Pendahuluan

Proses pembubutan memiliki peran yang cukup penting terhadap material dari benda kerja silindris dan mata pahat yang digunakan. Pembubutan mempunyai tiga gaya potong yaitu, gaya dorong, *feed force* dan gaya radial (Valera & Bhavsar, 2014).

Surface roughness merupakan salah satu hasil yang sangat diinginkan dan penting dalam proses pembubutan. *Surface roughness* berhubungan secara langsung terhadap beberapa parameter pemesinan lain yang mempengaruhi kekerasan permukaan. Parameter yang dimaksud meliputi kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemakanan (*feed rate*), kedalaman potong (*depth of cut*) (Kaladhar et al., 2010).

Metode anova (*analysis of variance*) adalah metode statistik yang digunakan sebagai pengujian untuk memperkirakan variabel data yang lebih dominan berdasarkan hubungan antara variabel lainnya. Metode anova dapat membantu secara produktif selama penelitian dan pengembangan supaya dapat menghasilkan dengan cepat sehingga optimal dalam proses pembubutan dan dapat menghasilkan produk – produk dengan kekasaran permukaan yang lebih baik (St & Wold, 1989).

Metode anova digunakan dalam penelitian ini karena hasil signifikan dari metode ini tidak bergantung pada bias konstan dan kesalahan penskalaan dari satuan parameter yang di gunakan. Sehingga dengan metode ini peneliti mendapatkan korelasi dan nilai optimum kekasaran permukaan yang dibutuhkan dari parameter pemotongan yang digunakan (Singh et al., 2016).

Manfaat dari penelitian “analisis korelasi parameter pemotongan proses pembubutan *grey cast iron* menggunakan metode anova” adalah sebagai referensi dibidang industri, untuk mencari kekasaran permukaan yang diinginkan ketika menggunakan mesin bubut CNC (Kulkarni et al., 2014).

Pahat adalah suatu alat yang terpasang pada mesin bubut dan bagian terpenting untuk menentukan baik atau buruknya penyayatan. Oleh karena itu material dari pahat harus lebih keras dari pada material yang ingin dibubut (Sastal et al., 2018).

Dalam proses pemesinan bubut menggunakan pahat sebagai alat potong. Geometri pahat termasuk faktor terpenting dalam menentukan keberhasilan pembubutan. Tujuan dari pemotongan adalah pahat tidak cepat aus, permukaan benda kerja halus, ketelitian geometri benda kerja, gaya potong rendah (Groover, 2020).

Nose radius berpengaruh dengan kekasaran permukaan dari pembubutan. Semakin besar nose radius, maka nilai kekasaran semakin rendah. Semakin kecil nose radius, maka nilai kekasaran semakin tinggi. Pengaruh dari *nose radius* terhadap parameter pemesinan adalah semakin rendah *feeding*, maka menghasilkan nilai kekasaran yang rendah, semakin tinggi *feeding* maka nilai kekasaran yang dihasilkan semakin tinggi (Purnama, 2017).

Kekasaran permukaan mempunyai karakteristik yang dipengaruhi oleh pemotongan dan geometri pahat. Pemotongan divariasi dengan beberapa faktor dan kecepatan potong adalah konstan (Jonoadji & Dewanto, 2004).

Pada proses pemotongan ada proses perusakan ikatan atom pada bidang geser, energi pemotongan yang berubah karena gesekan antara geram dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja. Keausan pada mata pahat terjadi karena terbentuknya tekanan yang besar dari gaya pemotongan dan temperatur yang tinggi, sehingga fenomena yang terjadi pada pahat mempengaruhi bidang geram yang menjadi kasar dan akibatnya permukaan benda kerja yang di potong bertambah kasar (Budiman & Richard, 2007).

Proses *rubbing* terjadi pada saat kecepatan pengoperasian mesin yang sangat lambat dengan kecepatan pemakanan yang besar. Proses *rubbing* menyebabkan peningkatan keausan pada mata pahat dan menyebabkan *chatter* atau getaran (Rosehan et al., 2019).

Proses pembentukan chip dipengaruhi oleh panas dan gesekan yang dihasilkan pada kontak antara permukaan atas mata pahat dan permukaan benda kerja. Maka diperlukannya geometri alat potong sesuai dengan bentuk dan bahan pahat, sudut beram (*rake angle*), sudut bebas (*clearance angle*), dan sudut sisi potong (*cutting edge angle*). Geometri pahat yang paling berpengaruh terhadap kausan mata pahat adalah sudut total (*side rake angle*), sudut bebas samping (*side relief angle*) dan sudut bebas depan (*end relief angle*) (Hardjito, n.d.).

Pada proses pemesinan terjadinya penumpukan geram yang menempel pada mata potong yang disebut BUE (*built-up edge*) (Gómez-Parra et al., 2013). Terjadinya BUE pada mata potong akibat pengaruh peningkatan kecepatan potong terhadap gaya potong, sehingga proses pemotongan semakin besar sedangkan mata potong tidak lagi optimal. Efek yang ditimbulkan dari BUE adalah kondisi permukaan benda kerja menjadi kasar dan retak, karena BUE menggeser dan mengelupas permukaan benda kerja sehingga menimbulkan *rubbing* (Lubis et al., 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Siraj et al., 2018) "*Modeling of Roughness Value Form Tribological Parameters in Hard Turning of AISI 52100 Steel*" menyimpulkan kekasaran permukaan sangat dipengaruhi oleh *feed rate*, sedangkan kecepatan pemotongan memiliki efek negatif dan kedalaman potongan memiliki pengaruh yang dapat diabaikan, Hasil anova memprediksi nilai perkiraan kekasaran permukaan dengan akurasi 93.56% (Siraj et al., 2018).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Tank et al., 2018) "*Optimization of Turning Parameters for the Finest Surface Roughness Characteristics Using Desirability Function Analysis Coupled with Fuzzy Methodology and ANOVA*" menyimpulkan secara efektif cara untuk mencapai kekasaran permukaan maksimum, dengan kombinasi kecepatan potong 200 mm / mnt, dan nose radius 0.4. Hasil anova menunjukkan bahwa, pengaruh *feed rate* maksimal pada kekasaran yang didapat dan *output* tingkat kepercayaan data mendekati 86.18%, dan hasil error 4.7% (Tank et al., 2018).

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode ANOVA (*Analysis of variance*) (Fajrin et al., 2016). Data yang diperoleh diolah menggunakan metode anova yang kemudian dibuat menjadi bentuk grafik, sehingga dapat dianalisa perubahan kekasaran permukaan dari masing masing data. Dalam pembuatan analisa yang telah dibuat berdasarkan data dan grafik yang sudah didapat untuk dijadikan kesimpulan. Dibawah ini adalah *flowchart* eksperimen yang dilakukan.



Gambar 1. Flowchart Pengambilan Data

1. Peralatan Dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini, yaitu:

- a. Mesin CNC sebagai mesin yang digunakan dalam penelitian ini untuk melakukan proses pembubutan.
- b. *Surface test* untuk mengukur kekasaran permukaan yang terjadi setelah dilakukan pembubutan
- c. *Surface test* untuk mengukur kekasaran permukaan yang terjadi setelah dilakukan pembubutan
- d. Jangka sorong berfungsi untuk mengukur diameter benda kerja sebelum dan sesudah melakukan proses permesinan
- e. *Toolholder special type boring bar* sebagai pemegang mata pahat yang digunakan, sehingga harus ada penyesuaian terhadap mata pahat
- f. *Gray cast iron* berfungsi sebagai specimen penelitian

Tabel 1
Komposisi Karbida Coated (Santoso, 2013)

Unsur Kimia	C	S	P	Si	Mn	Cu	Cr	Ni
Persentase (%)	3.04	0.11	0.068	2.58	0.42	0.05	0.07	0.02

Tabel 2
Tabel Sifat Mekanis Karbida Coated (Santoso, 2013)

Sifat	Nilai
Tensile strength	245 MPa
Fatigue strength	100 MPa
Hardeness	205 HB

2. Perolehan Hasil Data

Data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3
Hasil Percobaan Kekasaran Permukaan saat $f = 0.05$, $doc = 0.1$ mm

<i>Feed = 0.05 doc = 0.1 mm</i>			
No	Vc (m/min)	Kekasaran permukaan	
		<i>Nose radius</i>	
		0.4	0.8
1	250	0.502	0.415
2	300	0.469	0.390
3	350	0.441	0.368

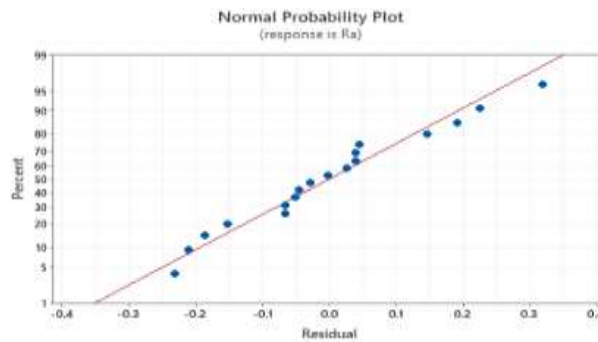
Tabel 4
Hasil Percobaan Kekasaran Permukaan saat $f = 0.10$, $doc = 0.15$ mm

<i>Feed = 0.10 doc = 0.15 mm</i>			
No	Vc (m/min)	Kekasaran permukaan	
		<i>Nose radius</i>	
		0.4	0.8
1	250	1.862	1.473
2	300	1.326	1.108
3	350	0.874	0.799

Tabel 5
Hasil Percobaan Kekasaran Permukaan saat $f = 0.15$, $doc = 0.2$ mm

<i>Feed = 0.15 doc = 0.2 mm</i>			
No	Vc (m/min)	Kekasaran permukaan	
		<i>Nose radius</i>	
		0.4	0.8
1	250	2.021	2.125
2	300	1.780	1.756
3	350	1.576	1.445

Berikut merupakan data kekasaran permukaan yang didapatkan saat melakukan pengujian metode anova. Gambar 2, 3 dan 4 dibawah menunjukkan nilai presentase efek uji kontribusi yang paling besar dari variabel bebas secara individu.



Gambar 2
Normal Probability Plot Kekasaran Permukaan Data Satu

Pada gambar grafik *normal probability plot* kekasaran permukaan diatas membandingkan hasil metode anova dengan hasil metode eksperimental. Hal tersebut dapat dilihat jika titik yang ada pada gambar grafik *normal probability plot* kekasaran permukaan semakin dekat dengan garis maka perhitungan pada metode anova berjalan normal, jika titik terlalu jauh dari garis maka data hasil percobaan tersebut perlu diulang kembali dikarenakan memiliki angka yang tidak sesuai dengan perhitungan anova. Berdasarkan gambar 2 uji normalitas pada data satu, titik-titik yang ada mengikuti garis diagonal yang mengarah keatas, yang berarti ada hubungan positif antara variabel X dan Y. Jika nilai *P-Value* < 0.05 berarti variabel independen memiliki pengaruh terhadap variabel dependen.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
vc	2	0.70006	0.35003	10.89	0.002
f	2	5.56258	2.78129	86.51	0.000
nose radius	1	0.05249	0.05249	1.63	0.226
Error	12	0.38581	0.03215		
Total	17	6.70094			

Gambar 3
Uji Kontribusi Kekasaran Permukaan Data Satu

Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai *P-Value* variabel vc lebih kecil dari 0.05 yakni $0.002 < 0.05$ lalu nilai *P-Value* feed lebih kecil dari 0.05 yakni $0.000 < 0.05$ dan nilai *P-Value* nose radius lebih besar dari 0.05 yakni $0.226 > 0.05$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa vc dan feed memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan sedangkan nose radius tidak memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan. Nilai *f-value* yang terbesar adalah variabel feed. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa feed memiliki pengaruh yang paling dominan. Pada hasil anova dapat dilihat variabel bebas yang memiliki pengaruh paling tinggi terhadap hasil yang didapatkan saat melakukan eksperimen, hal tersebut dapat

dilihat dari nilai *F-value* (nilai estimasi parameter dari nilai yang dihipotesiskan). Semakin besar nilai tersebut maka semakin besar pengaruh variabel tersebut.

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.179306	94.24%	91.84%	87.05%

Gambar 4

Model Summary Kekasaran Permukaan Data Satu

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa R-sq adalah sebesar 94.24% yang berarti pengaruh variabel X (*feed*, *Vc*, dan *Nose Radius*) secara simultan memiliki pengaruh sebesar 94.24% terhadap variabel Y (kekasaran permukaan). Model summary digunakan untuk mengetahui pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada data percobaan yang dilakukan, semakin besar persen pada R-sq. Maka data tersebut dianggap akurat.

Tabel 6

Hasil Percobaan Kekasaran Permukaan saat $f = 0.05$, doc = 0.6 mm

<i>Feed = 0.05 doc = 0.6 mm</i>			
No	Vc (m/min)	Kekasaran permukaan	
		<i>Nose radius</i>	
		0.4	0.8
1	250	2.666	1.663
2	300	2.489	1.200
3	350	2.340	0.808

Tabel 7

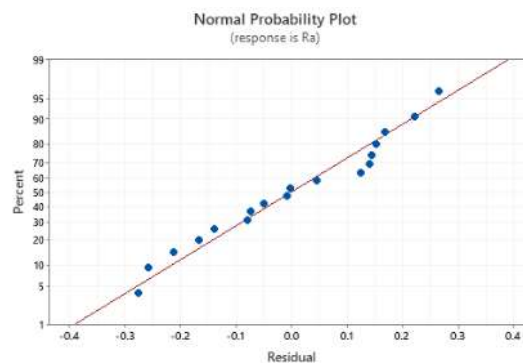
Hasil Percobaan Kekasaran Permukaan saat $f = 0.15$, doc = 1 mm

<i>Feed = 0.15 doc = 1 mm</i>			
No	Vc (m/min)	Kekasaran permukaan	
		<i>Nose radius</i>	
		0.4	0.8
1	250	2.221	1.436
2	300	2.021	0.918
3	350	1.853	0.480

Tabel 8
Hasil Percobaan Kekasaran Permukaan saat $f = 0.25$, $doc = 1.6$ mm

<i>Feed = 0.25 doc = 1.6 mm</i>			
No	Vc (m/min)	Kekasaran permukaan	
		<i>Nose radius</i>	
		0.4	0.8
1	250	2.870	2.357
2	300	2.655	1.980
3	350	2.473	1.661

Berikut merupakan data kekasaran permukaan yang didapatkan saat melakukan pengujian metode anova. Gambar 5, 6 dan 7 dibawah menunjukkan nilai presentase efek uji kontribusi yang paling besar dari variabel bebas secara individu.



Gambar 5
Normal Probability Plot Kekasaran Permukaan Data Dua

Berdasarkan gambar 5 uji normalitas pada data satu, titik-titik yang ada mengikuti garis diagonal yang mengarah keatas, yang berarti ada hubungan positif antara variabel X dan Y.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
vc	2	1.0813	0.54067	13.61	0.001
f	2	2.1493	1.07465	27.05	0.000
nose radius	1	4.5854	4.58540	115.42	0.000
Error	12	0.4767	0.03973		
Total	17	8.2928			

Gambar 6
Uji Kontribusi Kekasaran Permukaan Data Dua

Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai *P-Value* variabel vc lebih kecil dari 0.05 yakni $0.001 < 0.05$ lalu nilai *P-Value* feed lebih kecil dari 0.05 yakni $0.000 < 0.05$ dan nilai *P-Value* nose radius lebih kecil dari 0.05 yakni $0.000 < 0.05$.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *vc*, *feed* dan *nose radius* memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan. Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai *f-value* yang terbesar adalah variabel *feed* dan *nose radius*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *feed* dan *nose radius* memiliki pengaruh yang paling dominan.

Model Summary

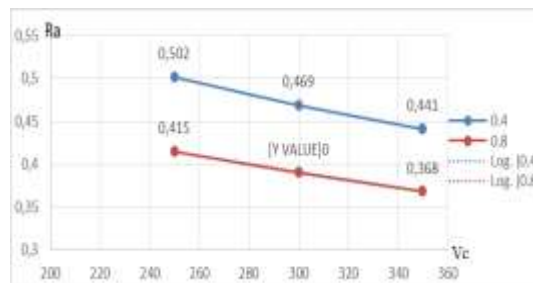
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.199320	94.25%	91.86%	87.07%

Gambar 7
Model Summary Kekasaran Permukaan Data Dua

Berdasarkan gambar 7 dapat dilihat bahwa R-sq adalah sebesar 94.25% yang berarti pengaruh variabel X (*feed*, *Vc*, dan *Nose Radius*) secara simultan memiliki pengaruh sebesar 94.25% terhadap variabel Y (kekasaran permukaan).

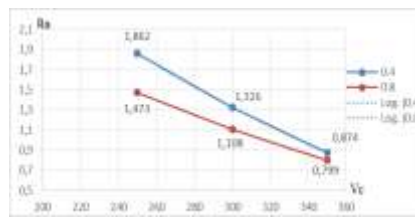
Hasil dan Pembahasan

Hasil dari tabel perolehan data kemudian dibuat grafik untuk dilakukan analisa. Berikut merupakan grafik pada data satu.



Grafik 1
Variasi Vc dan *nose radius* Terhadap Kekasaran Permukaan.
(*f* = 0.05, *doc* = 0.1 mm)

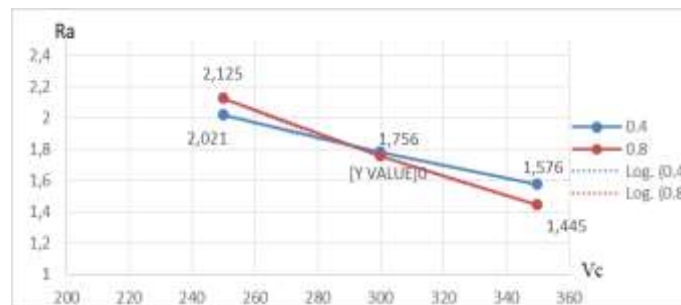
Dapat dilihat dari grafik diatas dengan kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin rendah maka nilai kekasaran permukaan akan semakin buruk. Dari percobaan pertama menggunakan kecepatan potong (250 m/min) dan *nose radius* (0.4 mm) memiliki nilai kekasaran permukaan paling tinggi (0.502 μ m), kemudian kecepatan potong ditingkatkan menjadi (300 m/min) nilai kekasaran permukaan menurun menjadi (0.469 μ m). Berikut kecepatan potong (350 m/min) memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling baik yaitu (0.441 μ m), maka kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan akan semakin baik.



Grafik 2

**Variasi Vc dan *nose radius* Terhadap Kekasaran Permukaan.
($f = 0.10$, $doc = 0.15$ mm)**

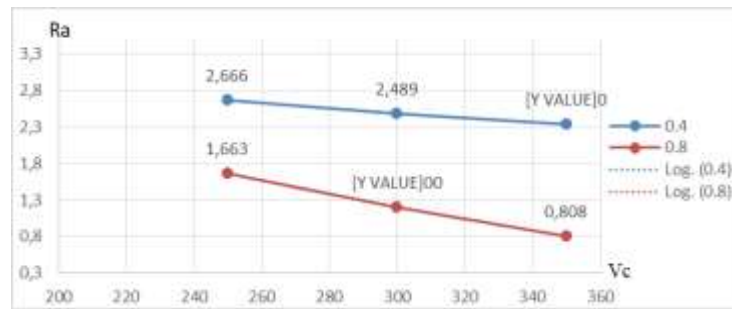
Dapat dilihat dari grafik diatas dengan kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin rendah maka nilai kekasaran permukaan akan semakin buruk. Dari percobaan pertama menggunakan kecepatan potong (250 m/min) dan *nose radius* (0.4 mm) memiliki nilai kekasaran permukaan paling tinggi (1.862 μm), kemudian kecepatan potong ditingkatkan menjadi (300 m/min) nilai kekasaran permukaan menurun menjadi (1.326 μm). Berikut kecepatan potong (350 m/min) memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling baik yaitu (0.874 μm), maka kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan akan semakin baik.



Grafik 3

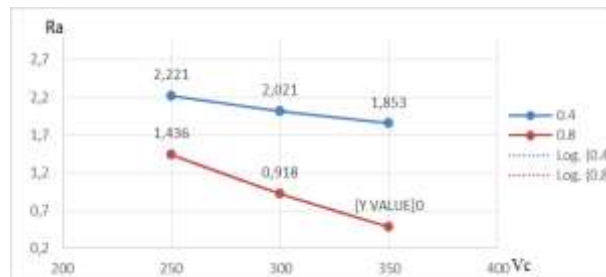
**Variasi Vc dan *nose radius* Terhadap Kekasaran Permukaan.
($f = 0.15$, $doc = 0.2$ mm)**

Dapat dilihat dari grafik diatas dengan kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin rendah maka nilai kekasaran permukaan akan semakin buruk. Dari percobaan pertama menggunakan kecepatan potong (250 m/min) dan *nose radius* (0.4 mm) memiliki nilai kekasaran permukaan paling tinggi (2.021 μm), kemudian kecepatan potong ditingkatkan menjadi (300 m/min) nilai kekasaran permukaan menurun menjadi (1.780 μm). Berikut kecepatan potong (350 m/min) memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling baik yaitu (1.445 μm), maka kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan akan semakin baik.



Grafik 4
Variasi Vc dan *nose radius* Terhadap Kekasaran Permukaan.
(f = 0.05, doc = 0.6 mm)

Dapat dilihat dari grafik diatas dengan kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin rendah maka nilai kekasaran permukaan akan semakin buruk. Dari percobaan pertama menggunakan kecepatan potong (250 m/min) dan *nose radius* (0.4 mm) memiliki nilai kekasaran permukaan paling tinggi (2.666 μm), kemudian kecepatan potong ditingkatkan menjadi (300 m/min) nilai kekasaran permukaan menurun menjadi (2.489 μm). Berikut kecepatan potong (350 m/min) memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling baik yaitu (2.340 μm), maka kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan akan semakin baik.



Grafik 5
Variasi Vc dan *nose radius* Terhadap Kekasaran Permukaan.
(f = 0.15, doc = 1 mm)

Dapat dilihat dari grafik diatas dengan kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin rendah maka nilai kekasaran permukaan akan semakin buruk. Dari percobaan pertama menggunakan kecepatan potong (250 m/min) dan *nose radius* (0.4 mm) memiliki nilai kekasaran permukaan paling tinggi (2.221 μm), kemudian kecepatan potong ditingkatkan menjadi (300 m/min) nilai kekasaran permukaan menurun menjadi (2.021 μm). Berikut kecepatan potong (350 m/min) memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling baik yaitu (1.853 μm), maka kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan akan semakin baik.



Grafik 6
Variasi Vc dan nose radius Terhadap Kekasaran Permukaan.
($f = 0.25$, $doc = 1.6$ mm)

Dapat dilihat dari grafik diatas dengan kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin rendah maka nilai kekasaran permukaan akan semakin buruk. Dari percobaan pertama menggunakan kecepatan potong (250 m/min) dan *nose radius* (0.4 mm) memiliki nilai kekasaran permukaan paling tinggi (2.870 μm), kemudian kecepatan potong ditingkatkan menjadi (300 m/min) nilai kekasaran permukaan menurun menjadi (2.655 μm). Berikut kecepatan potong (350 m/min) memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling baik yaitu (2.473 μm), maka kecepatan potong dan *nose radius* yang semakin tinggi tingkat kekasaran permukaan akan semakin baik.

1. Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan

Pada kekasaran permukaan, semakin besar kecepatan potong maka kekasaran permukaan semakin baik. Hal ini dapat dilihat kecepatan potong pada grafik kecepatan potong pertama (250 m/min), kecepatan potong kedua (300 m/min), dan kecepatan potong ketiga (350 m/min) pada *nose radius* 0.4 pada grafik 1. Percobaan pertama memiliki nilai paling besar (0.502 μm), sedangkan percobaan ketiga memiliki nilai yang paling kecil (0.441 μm).

Pada pemakanan, semakin besar pemakanan maka kekasaran permukaan semakin kasar. Hal ini dapat dilihat pemakanan ($f = 0.25$), *nose radius* 0.4, tabel 6. Pada kecepatan potong (250 m/min) memiliki nilai yang paling besar (2.870 μm).

Pada kedalaman potong, semakin besar kedalaman potong maka kekasaran permukaan semakin kasar. Hal ini dapat dilihat kedalaman potong ($doc = 1.6$ mm), *nose radius* 0.4. Percobaan pertama pada grafik 6 memiliki nilai yang besar (2.870 μm), sedangkan kedalaman potong ($doc = 0.6$ mm) percobaan pertama pada tabel 4 memiliki nilai yang kecil (2.666 μm).

Pada *nose radius*, semakin besar *nose radius* maka kekasaran permukaan semakin baik. Hal ini dapat dilihat kecepatan potong ($V_c = 250$ m/min) pada percobaan pertama pada tabel 2. *nose radius* 0.4 memiliki nilai yang paling besar (1.862 μm), sedangkan percobaan pertama pada *nose radius* 0.8 memiliki nilai yang lebih kecil (1.473 μm).

Pada kekasaran permukaan variabel yang lebih mempengaruhi adalah kecepatan pemakanan (*feed*), variabel kedua yang paling mempengaruhi kekasaran permukaan adalah kecepatan potong (V_c), variabel ketiga yang paling mempengaruhi kekasaran permukaan adalah ukuran *nose radius* pada mata pahat, dan variabel terakhir yang paling mempengaruhi kekasaran permukaan adalah kedalaman potong.

Kesimpulan

Berdasarkan anova dapat diketahui bahwa pada kedua parameter yaitu kecepatan potong dan kecepatan pemakanan memiliki korelasi yang sangat signifikan pada kekasaran permukaan, dengan meningkatkan kecepatan potong dan menurunkan kecepatan pemakanan akan memperkecil nilai kekasaran permukaan. Pada kekasaran permukaan akan semakin baik jika kecepatan potong dinaikan, kecepatan pemakanan diturunkan, kedalaman potong diturunkan dan *nose radius* semakin besar.

Pada kekasaran permukaan, parameter pemotongan yang paling berpengaruh adalah pemakanan ($feed=0.05\text{mm/rev}$), variabel kedua yang paling berpengaruh adalah kecepatan potong ($V_c=350\text{m/min}$), variabel ketiga yang paling berpengaruh adalah *nose radius* (0.8 mm), dan variabel terakhir yang paling berpengaruh adalah kedalaman potong (0.05 mm).

BIBLIOGRAFI

- Budiman, H., & Richard, R. (2007). Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 31–39.
- Fajrin, J., Pathurahman, P., & Pratama, L. G. (2016). Aplikasi Metode Analysis of Variance (anova) untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Mortar. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 12(1), 11–24.
- Gómez-Parra, A., Álvarez-Alcón, M., Salguero, J., Batista, M., & Marcos, M. (2013). Analysis of The Evolution of The Built-Up Edge and Built-Up Layer Formation Mechanisms in The Dry Turning of Aeronautical Aluminium Alloys. *Wear*, 302(1–2), 1209–1218.
- Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. John Wiley & Sons.
- Hardjito, A. (n.d.). Analisis Radius Pemutus Beram (Chip Breaker) terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut. *Info-Teknik*, 19(2), 167–180.
- Jonoadji, N., & Dewanto, J. (2004). Pengaruh Parameter Potong dan Geometri Pahat terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), pp-82.
- Kaladhar, M., Subbaiah, K. V., Rao, C. S., & Rao, K. N. (2010). Optimization of Process Parameters In Turning of AISI202 Austenitic Stainless Steel. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(9), 79–87.
- Kulkarni, P. P., Kiran, J. O., & Deelepkumar, S. G. (2014). Effect of Tool Nose Radius and Cutting Parameters on Tool Life, Surface Roughness in Turning of Grey Cast Iron. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 6(3), 69.
- Lubis, S. Y., Djamil, S., & Zebua, Y. K. (2020). Effect of Cutting Speed in The Turning Process of AISI 1045 Steel on Cutting Force and Built-Up Edge (BUE) Characteristics of Carbide Cutting Tool. *Sinergi*, 24(3), 171–176.
- Purnama, A. R. H. (2017). *Pengaruh Nose Radius dan Cutting Parameter terhadap Tingkat Kekasaran Pembubutan Baja Karbon EMS 45*. Universitas Negeri Semarang.
- Rosehan, R., Siahaan, E., & Irvan, I. (2019). *Analisis Umur Pahat terhadap Variasi Kecepatan Makan Pada Proses Bubut CNC Grey Cast Iron*.
- Santoso, J. (2013). *Pekerjaan Mesin Perkakas*. Malang: PPPPTK Boe Malang.
- Sastal, A. Z., Gunawan, Y., & Sudia, B. (2018). Pengaruh Kecepatan Potong terhadap Perubahan Temperatur Pahat dan Keausan Pahat Bubut Pada Proses Pembubutan

Baja Karbon Sedang. *Enthalpy*, 3(1).

Singh, D., Chadha, V., & Singari, R. M. (2016). Effect of Nose Radius on Surface Roughness During CNC Turning Using Response Surface Methodology. *International Journal of Recent Advances in Mechanical Engineering*, 5(2), 31–45.

Siraj, S., Dharmadhikari, H. M., & Gore, N. (2018). Modeling of Roughness Value From Tribological Parameters in Hard Turning of AISI 52100 Steel. *Procedia Manufacturing*, 20, 344–349.

St, L., & Wold, S. (1989). Analysis of Variance (ANOVA). *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 6(4), 259–272.

Tank, K., Shetty, N., Panchal, G., & Tukrel, A. (2018). Optimization of Turning Parameters For The Finest Surface Roughness Characteristics Using Desirability Function Analysis Coupled With Fuzzy Methodology And ANOVA. *Materials Today: Proceedings*, 5(5), 13015–13024.

Valera, H. Y., & Bhavsar, S. N. (2014). Experimental Investigation of Surface Roughness and Power Consumption in Turning Operation of EN 31 Alloy Steel. *Procedia Technology*, 14, 528–534.