

**ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA PADA PEMBUBUTAN MATERIAL BAJA KARBON****Marthen Bidangan<sup>1</sup>****ABSTRACT**

This research aimed to find out (1) the influence of cutting variable on the surface roughness of the specimen; (2) the correlation between cutting variable on the surface roughness of the specimen; (3) the setting variable of cutting process which gave optimum the surface roughness of the specimen.

This research used the material of carbon steel and lathe chisel of high speed steel. This research used one instruments namely the instrument used to measure surface roughness to find out the surface roughness.

The results show as follows: (1) Based on the statistic method the surface roughness indicates that there is an influence of cutting variable on the surface roughness. The cutting variable influence on the surface roughness for specimen for the depth of 0,3 mm the influenced of mayor cutting edge is 10,30 % ; 1,90% for minor cutting edge; 1,10% for back growl edge; 49,10 for cutting speed and 34,70% feeding speed. Surface roughness of the specimen is influenced by cutting speed, feeding speed, and major cutting edge.

**Keywords** : *cutting variabel , the surface roughness*

---

<sup>1</sup> Dosen UKI Toraja

## PENDAHULUAN

Pemilihan besar sudut potong utama, sudut potong bantu, sudut geram belakang pahat bubut dalam proses pemotongan baja sangat mempengaruhi besarnya gaya potong radial yang timbul dalam proses membubut. Gaya potong radial yang besar akan menyebabkan lenturan pada pahat. Dengan demikian gaya potong yang berubah-ubah akan menggetarkan sistem massa, sehingga pahat akan mengalami simpangan. Walaupun simpangan itu kecil mungkin sudah cukup untuk menyebabkan turunya ketelitian geometrik produk dan tingkat kekasaran permukaan benda kerja menjadi kasar.

Demikian pula pemilihan variabel pemotongan yang kurang tepat memungkinkan timbulnya getaran yang berlebihan dalam proses pembubutan. Bila kedalaman potong ( $a$ ) dan pemakanan ( $f$ ) tetap, tetapi kecepatan potong ( $V_c$ ) dinaikkan maka simpangan pahat akan mengecil. Akan tetapi bila kedalaman potong ( $a$ ) dan pemakanan ( $f$ ) ditambahsedangkan kecepatan potong ( $V_c$ ) tetap maka simpangan pahat yang terjadi sangat signifikan.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik menganalisis variabel pemotongan yang dapat mengoptimalkan kekasaran permukaan dalam bentuk penelitian berjudul Analisis Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Pembubutan Material Baja Karbon.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besar pengaruh variabel pemotongan terhadap kekasaran permukaan benda kerja dan korelasi antara masing-masing variabel pemotongan (sudut potong utama, sudut potong bantu, sudut geram belakang, kecepatan potong dan kecepatan pemakanan) terhadap kekasaran permukaan benda kerja, serta menentukan /setting variabel pemotongan yang dapat menghasilkan kekasaran permukaan benda kerja optimum.

Masalah menyangkut kekasaran permukaan benda kerja sangat kompleks, sehingga masalah dibatasi pada pemakaian material baja karbon ST.60 menggunakan pahat bubut jenis HSS dan dalam menganalisis

kekasaran permukaan menggunakan metode statistik.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Proses membubut

Pada proses membubut, tiga sudut potong yang memegang peranan penting yaitu : sudut potong utama ( $\kappa_r$ ) sudut geram belakang ( $\gamma_o$ ) dan sudut bebas ( $\alpha_o$ ). Pemilihan besar ketiga sudut tersebut mempengaruhi timbulnya gaya potong dan timbulnya getaran pada sistem yang mengakibatkan permukaan benda kerja menjadi kasar terutama apabila gaya potong radial yang timbul besar.

Pengaturan variabel pemotongan seperti kedalaman potong ( $a$ ), kecepatan pemakanan ( $f$ ) dan putaran spindel ( $n$ ) pada proses membubut menjadi penting artinya terutama bila akan menentukan kondisi pemotongan yang optimum.

Pemakaian cairan pendingin dalam proses membubut juga penting artinya karena selain menjaga kenaikan temperatur secara berlebihan pada pahat dan benda kerja juga bertujuan untuk memperlancar proses pembuangan geram sehingga permukaan benda kerja baru terhindar dari goresan dan ketelitian geometrikproduk tetap terjamin.

### 2. Kekasaran Permukaan Benda Kerja

Selama proses pemesinan berlangsung terjadi gaya yang mengeksitasi sistem, pada frekwensi tertentu, sehingga sistem (pahat, benda kerja, mesin perkakas) akan bergetar dan pahat akan mengalami getaran. Getaran yang terjadi pada dasarnya adalah wajar, asal saja getaran yang terjadi tidak terlalu besar, sebab getaran yang besar akan berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja, dimana semakin kecil getaran yang terjadi, tingkat kekasaran permukaan benda kerja makin kecil, dan sebaliknya makin besar simpangan yang terjadi maka kekasaran permukaan makin besar.

Eksitasi harmonik sering dihadapi dalam sistem rekayasa (engineering). Eksitasi ini biasanya dihasilkan oleh ketidakseimbangan pada mesin itu sendiri pada saat beroperasi.

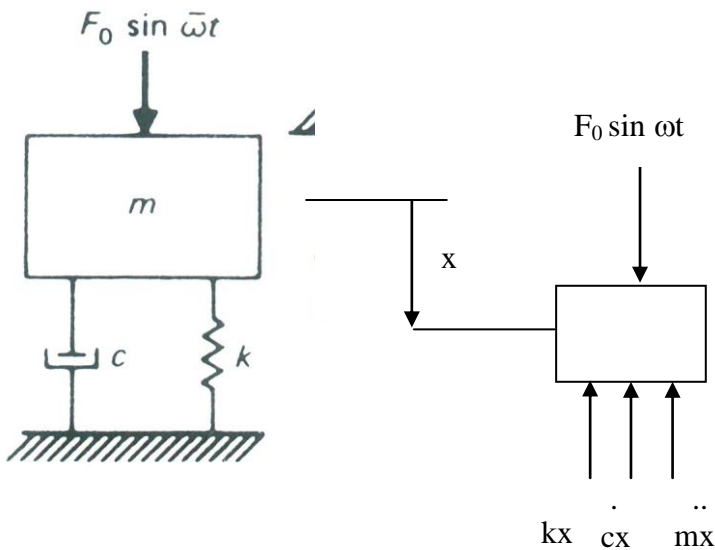
<sup>2</sup> Dosen Tetap pada Jurusan Teknik Mesin UKI Toraja  
<sup>2</sup> Dosen Tetap pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin Makassar

Mempelajari sifat sistem yang mengalami eksitasi harmonik adalah penting agar dapat mengerti respon sistem terhadap jenis eksitasi yang lebih umum, dimana eksitasi harmonik ini dapat berbentuk gaya atau simpangan beberapa titik dalam sistem.

Analisis tentang getaran pada sistem mesin perkakas amat kompleks, karena banyaknya parameter dan variabel yang berpengaruh. Prediksi getaran yang terjadi pada pahat yang

sedang mengalami getaran akibat sejumlah faktor pada proses pembubutan dapat diketahui, melalui proses idealisasi struktur dengan anggapan bahwa struktur bekerja dengan derajat kebebasan.

Sistem dengan satu derajat kebebasan yang mengalami redaman dan dirangsang oleh gaya – harmonik  $F_0 \sin \omega t$ , dapat diperlihatkan seperti gambar 1.



Gambar 1. Sistem satu derajat kebebasan dengan peredaman dan eksitasi harmonik

Dari diagram benda bebas pada gambar tersebut, persamaan diferensial gerak sistem adalah

$$m \cdot \ddot{x} + c \cdot \dot{x} + k \cdot x = F_0 \sin \omega t \dots\dots\dots (1)$$

Percobaan pemotongan dilakukan pada berbagai variabel proses pemesinan menggunakan pahat dengan satu jenis benda kerja, diikuti dengan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan instrumen pengukur kekasaran memungkinkan untuk menganalisis sejumlah data kekasaran permukaan sebagai akibat dari perubahan variabel pemotongan.

**METODE PENELITIAN**

Rujukan model yang dikembangkan oleh (William dan McGilchrist, 1974), Dengan model matematika yang disesuaikan dengan respon kekasaran permukaan benda kerja terhadap sudut potong utama, sudut potong bantu, sudut geram

belakang, kecepatan potong dan kecepatan pemakanan dipergunakan dalam penulisan ini. Model matematika tersebut dituliskan dalam bentuk persamaan ;

$$Ra = K / \kappa_r^\gamma \kappa_r'{}^m \cdot \gamma_0^n Vc^o V_f^p \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- Ra = respon kekasaran permukaan benda kerja
- $K, \gamma, m, n, o, p$  = konstanta
- $\kappa_r$  = sudut potong utama
- $\kappa_r'$  = sudut potong bantu
- $\gamma_0$  = sudut geram belakang
- V = kecepatan potong
- $V_f$  = kecepatan makan

Persamaan (2) ditranformasi dalam bentuk model logaritma menjadi :

$$\ln Ra = \ln K - \gamma \ln \kappa_r - m \ln \kappa_r' - n \ln \gamma_0 - 0 \ln V_c - p \ln V_f \dots (3)$$

Misalkan :

$Y = \ln Ra =$  respon kekasaran permukaan benda kerja

$$\begin{aligned} a_0 &= \ln K & a_1 &= -\gamma & a_2 &= -m \\ a_3 &= -n & a_4 &= -0 & a_5 &= -p \\ X_1 &= \ln \kappa_r & X_2 &= \ln \kappa_r' & X_3 &= \ln \gamma_0 \\ X_4 &= \ln V_c & X_5 &= \ln V_f \end{aligned}$$

Persamaan (3) dapat dituliskan :

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 \dots (4)$$

Jika kesalahan / error dinyatakan dalam notasi  $\beta$  maka persamaan (4) dapat ditulis :

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 + \beta \dots (5)$$

Karena ada enam faktor yang tidak diketahui pada persamaan (5) maka dibutuhkan 6 persamaan untuk mencari konstanta-konstanta.

Keenam persamaan tersebut dapat ditulis dalam bentuk matriks seperti

$$[T] = [a] [P] \dots (6)$$

dimana :

$$[T] = \begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum YX_1 \\ \sum YX_2 \\ \sum YX_3 \\ \sum YX_4 \\ \sum YX_5 \end{bmatrix} \quad [a] = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{bmatrix}$$

$$[P] = \begin{bmatrix} N & \sum X_1 & \sum X_2 & \sum X_3 & \sum X_4 & \sum X_5 \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_1 X_3 & \sum X_1 X_4 & \sum X_1 X_5 \\ \sum X_2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_2^2 & \sum X_2 X_3 & \sum X_2 X_4 & \sum X_2 X_5 \\ \sum X_3 & \sum X_1 X_3 & \sum X_2 X_3 & \sum X_3^2 & \sum X_3 X_4 & \sum X_3 X_5 \\ \sum X_4 & \sum X_1 X_4 & \sum X_2 X_4 & \sum X_3 X_4 & \sum X_4^2 & \sum X_4 X_5 \\ \sum X_5 & \sum X_1 X_5 & \sum X_2 X_5 & \sum X_3 X_5 & \sum X_4 X_5 & \sum X_5^2 \end{bmatrix}$$

Persamaan (7) dikalikan dengan  $[P]^{-1}$ , maka

$$[T] [P]^{-1} = [a] [P] [P]^{-1}$$

selanjutnya diperoleh :

$$[T] [P]^{-1} = [a]$$

Dengan memasukkan harga-harga komponen matriks diatas maka diperoleh nilai-nilai konstanta  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4$  dan  $a_5$

Selanjutnya nilai konstanta tersebut dimasukkan ke dalam persamaan (3) maka diperoleh persamaan prediksi yang menghubungkan kekasaran permukaan benda kerja dengan variabel pemotongan.

Untuk mencari korelasi antara kriterium dengan prediktor, untuk menguji apakah korelasi itu signifikan dan untuk menentukan sumbangan relatif sesama prediktor maka digunakan analisis regresi yang mengacu pada buku reference *analisis regresi* karangan Prof. Drs. Sutrisno Hadi, MA.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data diperoleh dari alat instrument kekasaran permukaan benda kerja. Adapun parameter pemotongan yang dipilih dalam penelitian ini adalah :

- Variabel sudut potong utama ( $k_r$ ) adalah  $90^0$ ,  $85^0$ ,  $80^0$ ,  $75^0$ ,  $70^0$ ,  $65^0$ ,  $60^0$  dan  $55^0$ .
- Variabel sudut potong bantu ( $k_r'$ ) adalah  $2^0$ ,  $4^0$ ,  $6^0$ ,  $8^0$ ,  $10^0$ ,  $12^0$ ,  $14^0$ , dan  $16^0$ .
- Variabel sudut geram belakang ( $\gamma_o$ ) adalah  $1^0$ ,  $2^0$ ,  $3^0$ ,  $4^0$ ,  $5^0$ ,  $6^0$ ,  $7^0$ , dan  $8^0$ .
- Variabel gerak makan ( $f$ ) adalah :

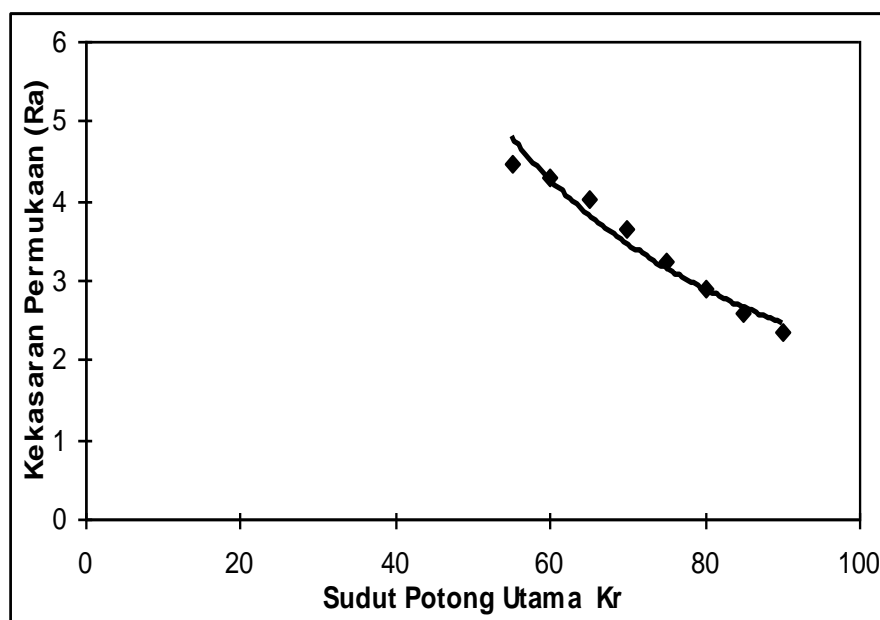
0,050 ; 0,056 ; 0,59 , 0,062 ; 0,069 ;  
0,072 , 075 dan 0,081 mm/put

- Variabel putaran benda kerja 180 , 265 ;  
360 , 430 , 530 , 700 , 860 dan 1000 rpm

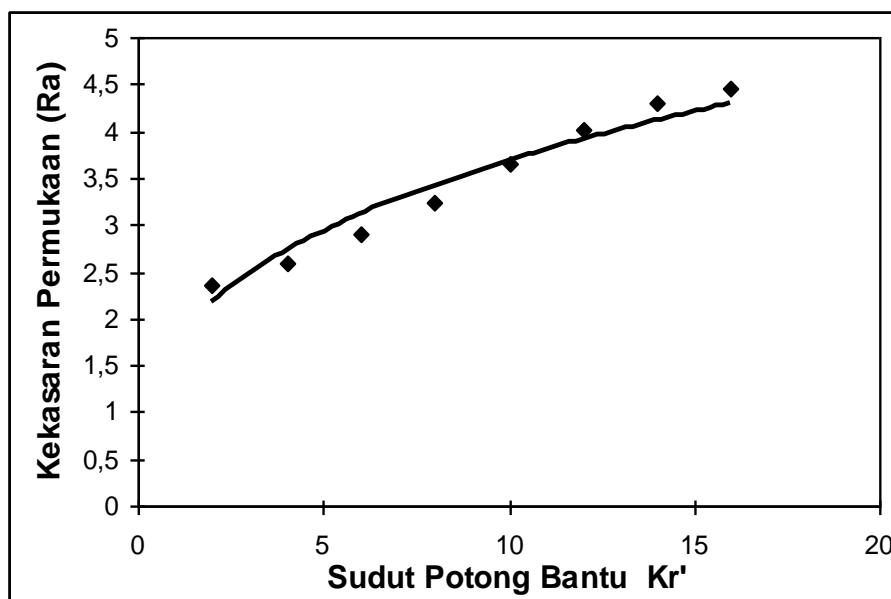
Dari hasil pengukuran pada alat instrumen pengukur kekasaran dengan melakukan pembubutan mempergunakan variabel pemotongan di atas diperoleh data berupa kekasaran permukaan benda kerja dalam satuan  $\mu_m$ . Data yang diperoleh disusun dalambentuk tabel .

Tabel 1. Data Pengukuran Kekasaran Permukaan Benda Kerja pada a = 0,3 mm

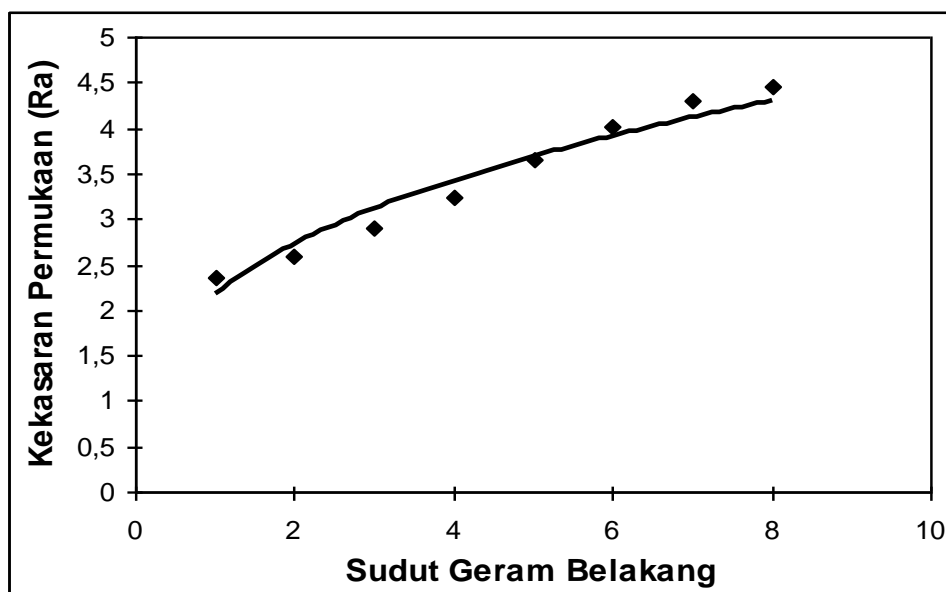
No.	Sudut Potong Utama $K_r$ (o)	Sudut Potong Bantu $K_r''$ (o)	Sudut Geram Belakang ( $\gamma_o$ ) (o)	Kec. Potong (Vc) (mm/mnt)	Kec. Makan (Vf) (mm/mnt)	Kekasaran Permukaan (Ra) $\mu m$
1	90	2	1	10.173	9.00	2.35
2	85	4	2	10.977	14.84	2.60
3	80	6	3	20.347	21.24	2.90
4	75	8	4	24.303	26.66	3.25
5	70	10	5	29.955	36.57	3.65
6	65	12	6	39.564	50.40	4.01
7	60	14	7	40.607	64.50	4.30
8	55	16	8	56.520	81.00	4.45



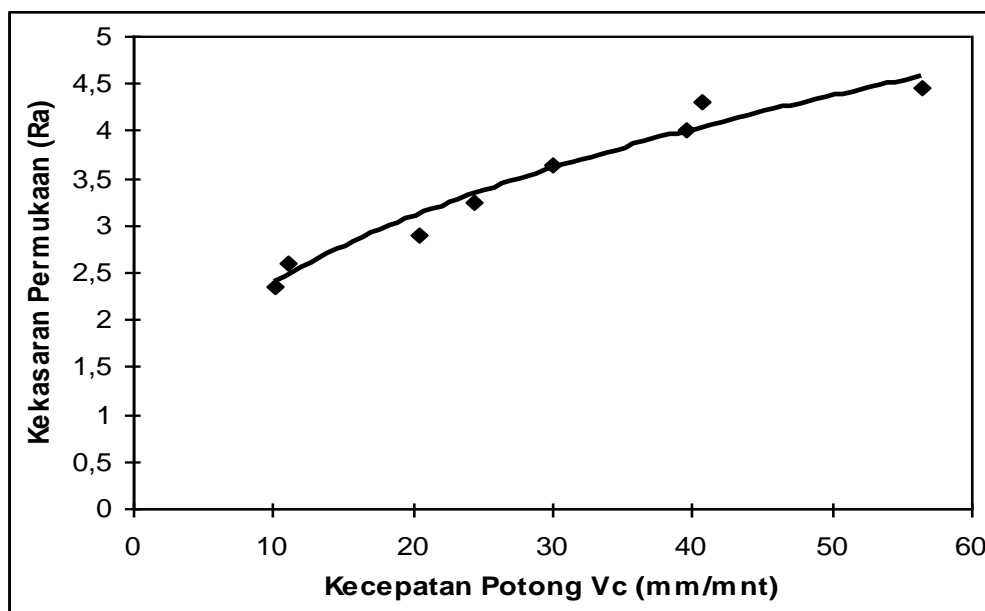
Gambar 2. Grafik Sudut Potong Utama Vs Kekasaran Permukaan Benda Kerja .



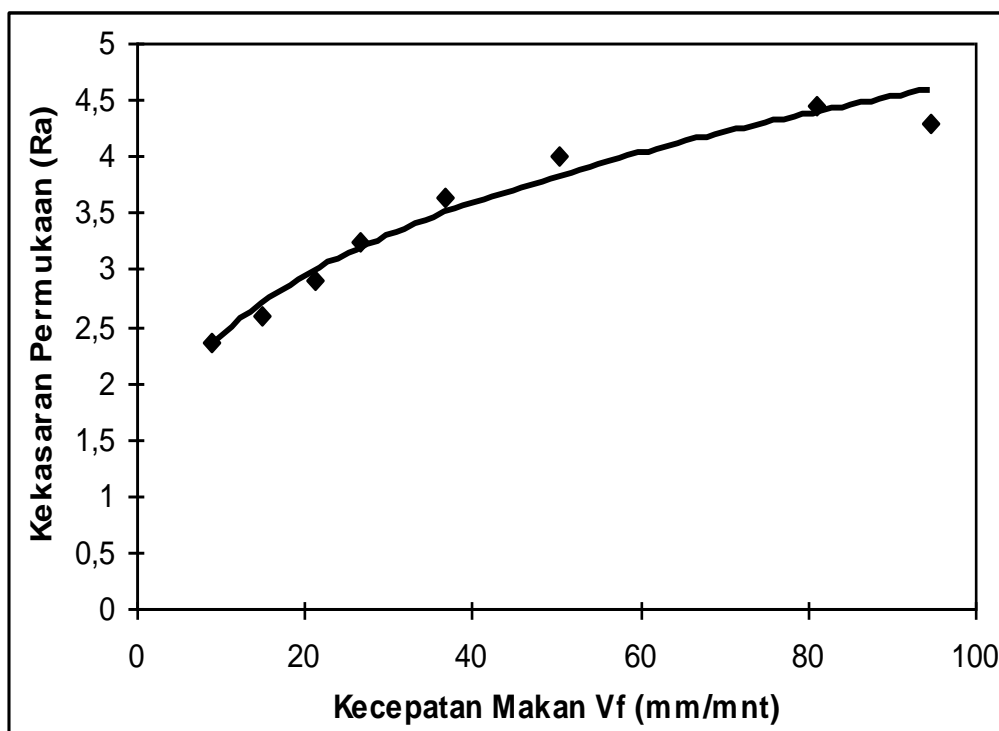
Gambar 3. Grafik Sudut Potong Bantu Vs Kekasaran Permukaan Benda Kerja.



Gambar 4.. Grafik Sudut Geram Belakang Vs Kekasaran Permukaan Benda Kerja



Gambar 5.. Grafik Kecepatan Potong Vs Kekasaran Permukaan benda kerja .



Gambar 6.. Grafik Kecepatan Makan Vs Kekasaran Permukaan Benda Kerja .

**1. Hubungan Kekasaran Permukaan Benda Kerja terhadap Sudut Potong Utama ( $K_r$ ).**

Grafik hubungan sudut potong utama dengan kekasaran permukaan, bila menggunakan kedalaman potong 0,3 mm cenderung mengikuti persamaan power ; dimana persamaan prediksi yang diperoleh adalah :

$$Ra = 2291,2 K_r^{-1,5243}$$

dengan korelasi ( $R$ ) = 0,9453

**2. Hubungan sudut potong bantu terhadap kekasaran permukaan.**

Grafik hubungan sudut potong bantu terhadap kekasaran permukaan pada kedalaman 0,3 cenderung mengikuti persamaan power, dimana persamaan prediksi yang diperoleh adalah :

$$Ra = 1,6687 K_r^{0,3541}$$

Dengan korelasi ( $R$ ) = 0,9461

**3. Hubungan sudut geram belakang terhadap kekasaran permukaan benda kerja**

Grafik hubungan sudut geram belakang terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada kedalaman potong 0,3 mm cenderung mengikuti persamaan power, dimana persamaan prediksi yang diperoleh adalah ;

$$Ra = 2,4324 \gamma_0^{0,3213}$$

Dengan korelasi ( $R$ ) = 0,9429

**4. Hubungan Kecepatan Potong terhadap kekasaran permukaan benda kerja.**

Grafik hubungan kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan pada kedalaman potong 0,3 mm cenderung mengikuti persamaan power, dimana persamaan prediksi yang diperoleh adalah ;

$$Ra = 0,6472 V_c^{0,4702}$$

dengan korelasi ( $R$ ) = 0,9981

**5. Hubungan Kecepatan Pemakanan terhadap kekasaran permukaan benda kerja.**

Grafik hubungan kecepatan Pemakanan terhadap kekasaran permukaan pada kedalaman potong 0,3 mm cenderung mengikuti persamaan power, dimana persamaan prediksi yang diperoleh adalah ;

$$Ra = 0,0904 V_f^{0,3618}$$

dengan korelasi ( $R$ ) = 0,9967

Dari grafik hubungan kekasaran permukaan diatas terlihat bahwa kekasaran

permukaan dipengaruhi oleh kecepatan pemotongan ( $V_c$ ), kecepatan makan ( $V_f$ ) dan sudut potong utama ( $K_r$ ).

Hal ini nampak dari sumbangan relatif antar sesama prediktor pada perhitungan regresi dimana kontribusi kecepatan potong ( $V_c$ ) sebesar 49,10%, kontribusi kecepatan makan ( $V_f$ ) sebesar 34,70% dan sudut potong utama sebesar 10,30%

Persamaan prediksi kekasaran permukaan benda kerja optimum diperoleh dengan memasukkan harga-harga komponen matriks pada persamaan (6) maka diperoleh

$a_0 = -5,42020 = \ln K$  atau  $K = 0,0044$   
 $a_1 = 0,05530$ ,  $a_2 = 0,00800$   
 $a_3 = 0,00009$ ,  $a_4 = 0,32770$   
 $a_5 = -0,16220$

Harga-harga ini selanjutnya di masukkan kedalam persamaan (3), sehingga diperoleh hubungan kekasaran permukaan terhadap sudut potong utama ( $K_r$ ), sudut potong bantu ( $K_r'$ ), sudut geram belakang ( $\gamma_0$ ), kecepatan potong ( $V_c$ ) dan kecepatan makan ( $V_f$ ).

Persamaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$Ra = \frac{0,0044 K_r^{0,05530} K_r'^{0,0080} \gamma_0^{0,00009} V_c^{0,32770}}{V_f^{0,16220}}$$

.....(7)

Persamaan (7) merupakan persamaan kekasaran permukaan optimum pada variabel pemesinan dan geometri pahat.

Korelasi persamaan ini sebesar :  
 $R = 0,9983$

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Variabel pemesinan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja, kontribusi masing-masing variable sebesar 49,10% kecepatan potong, 34,70% kecepatan makan, 10,30% sudut potong utama, 1,90% sudut potong Bantu dan 1,10% sudut geram belakang



2. Korelasi kekasaran permukaan terhadap variable pemesinan sangat signifikan dimana nilai  $R = 0,9983$
3. Persamaan prediksi kekasaran permukaan optimum terhadap variabel pemesinan pada kedalaman potong 0,3 mm adalah

$$Ra = \frac{0,0044 K_r^{0,05530} K_r'^{0,0080} \gamma_0^{0,00009} V_c^{0,32770}}{V_f^{0,16220}}$$

Persamaan diatas mempunyai persamaan korelasi  $R = 0,9983$

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharya, G.K., and Johnson, R.A., "*Statistical Concepts and Methodes*", University of Wisconsin, John Wiley & Sons, Inc., 1977.
- Castillo, E.D., and Montgomery, D.C., "*A Non-linear Programming Solution to the Dual Response Problem*", Journal of Quality Technology, Vol. 25, No. 3, pp. 1999 – 204, 1993.
- Cook, N.H., "*Tool Wear and Tool Life*", *Journal of Engineering for Industry*, Vol. 95, No. 4, pp. 931 – 937, 1973.
- Draper, N.R., Smith, H., "*Analisis Regresi Terapan*", Edisi Kedua, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992.
- Farago, T., Franchis, "*Handbook of Dimension Measurement*", Industrial Pres Inc., 200 Madison Avenue, New York, 1969.
- Sutrisno Hadi, "*Analisis Regreis*" Penerbit Andi Offset Yogyakarta, Cetakan VI, 1982.
- Taufiq Rochim, "*Teori & Teknologi Proses Permesinan*", Institut Teknologi Bandung, 1993.
- Triyono, "*Pengaruh Variabel Proses Terhadap Temperatur Pemotongan Tembaga Pada Mesin Bubut*", Jurnal Poros, Vol. 3, No. 1, pp. 33 – 40, 2000.