

## PENGARUH GEOMETRI PAHAT HSS DAN PARAMETER PERMESINAN TERHADAP KEAUSAN TEPI PAHAT PADA PEMBUBUTAN RATA BAJA KARBON RENDAH (ST 37) DENGAN METODE TAGUCHI

- 1,2) Prodi Teknik Mesin,  
Jurusan Teknik  
Mesin, IST Akprind  
Yogyakarta  
3) Mahasiswa S1 Prodi  
Teknik Mesin, Jurusan  
Teknik Mesin IST  
Akprind Yogyakarta

Nur Hayati <sup>1)</sup>, Taufiq Hidayat <sup>2)</sup>, Gilang Rimba Pamungkas <sup>3)</sup>

Corresponding email <sup>1)</sup> :  
[nurhayati@akprind.ac.id](mailto:nurhayati@akprind.ac.id)

Received: 08.05.2021  
Accepted: 16.06.2022  
Published: 28.06.2022

©2022 Politala Press.  
All Rights Reserved.

**Abstraks.** Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh geometri pahat serta menentukan parameter yang optimum terhadap keausan tepi pada proses pemotongan material (ST 37). Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan pemotongan material baja karbon rendah (ST 37) menggunakan pahat High Speed Steel. Geometri pahat dan parameter pemesinan yaitu, putaran spindle: 313 rpm, 457 Rpm, 613 rpm; kecepatan makan: 0,11 mm/put, 0,22 mm/put, 0,52 mm/put; side cutting edge angle: 12 °, 14°, 15°; nose radius: 0,4 mm, 0,5 mm, 0,8 mm. Data dianalisa dengan metode Taguchi dan Anova. Hasil eksperimen menunjukkan faktor yang paling berpengaruh mulai dari yang terbesar adalah side cutting edge angle 46,30%, putaran spindle 21,88%, kecepatan pemakan 6,79%, dan nose radius 1,4%. Disimpulkan keausan pahat yang paling optimum yaitu 0,53 mm dengan parameter kecepatan spindel (n): 330 rpm, kecepatan pemakanan (f): 0,52 mm/put, side cutting edge angle (SCEA): 15 °, dan nose radius 0,8°. Kata Kunci: Keausan Tepi Pahat, Geometri Pahat, Pahat HSS, Metode Taguchi.

**Abstract.** The purpose of this study was to determine the effect of tool geometry and determine the optimum parameters for edge wear in the material cutting process (ST 37). The method used is an experimental method by cutting low carbon steel (ST 37) using a High Speed Steel chisel. Tool geometry and machining parameters, namely, spindle rotation: 313 rpm, 457 Rpm, 613 rpm; feeding speed: 0.11 mm/put, 0.22 mm/put, 0.52 mm/put; side cutting edge angle: 12°, 14°, 15°; nose radius: 0.4mm, 0.5mm, 0.8mm. The data were analyzed using the Taguchi and Anova methods. The experimental results show that the most influential factors starting from the largest are side cutting edge angle 46.30%, spindle rotation 21.88%, feeding speed 6.79%, and nose radius 1.4%. It was concluded that the most optimum tool wear was 0.53 mm with spindle speed parameters (n): 330 rpm, feed speed (f): 0.52 mm/put, side cutting edge angle (SCEA): 15 , and nose radius 0 ,8°. Keywords: Tool Edge Wear, Tool Geometry, HSS Tool, Taguchi Method.

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.163>

### 1. Pendahuluan

Pembubutan mendominasi lebih dari 80% proses pemotongan logam [1]. Pembubutan memerlukan suatu pahat dimana semakin lama digunakan maka pahat akan mengalami keausan. Keausan pahat adalah kerusakan pada permukaan pahat, berupa hilangnya sebagian material akibat gesekan antara pahat dan benda kerja. Keausan pahat mengakibatkan perubahan bentuk pahat sehingga pemotongan tidak sempurna. Pemilihan material dan bahan yang dipotong berpengaruh pada keausan pahat [2] Pada tingkat keausan tertentu, pahat perlu diasah ulang. Pada proses pembubutan baja karbon rendah, pisau pahat yang sering digunakan adalah High

*Speed Steel* (HSS). Pahat HSS mempunyai beberapa kelebihan antara lain dapat melakukan pemotongan hingga temperatur tinggi mencapai 1100 °C. Selain itu, pahat HSS juga mampu digunakan pada kecepatan potong yang tinggi karena tingkat kekerasan tinggi [3][4]. Dari segi bentuk, pahat HSS juga lebih mudah disesuaikan dengan jenis material benda kerjanya [5]. Untuk menganalisis keausan pahat ditinjau dari beberapa parameter digunakan metode Taguchi. Metode ini dipilih karena dapat meminimumkan waktu dan biaya eksperimen. Sebagai contoh dipilih 4 parameter penelitian, masing-masing mempunyai 3 level, maka dibutuhkan eksperimen  $3^4 = 81$  kombinasi eksperimen sementara dengan metode Taguchi hanya dibutuhkan 9 kombinasi eksperimen.

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan pengujian terhadap keausan tepi pahat berdasarkan geometri pahat *High speed steel* dan parameter pemesinan pada pembubutan rata baja karbon rendah (ST 37) dengan metode Taguchi.

### Metode Taguchi

Metode Taguchi bertujuan untuk meminimalkan biaya dan bahan baku namun tetap mempertahankan kualitas [6] [7]. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dikelompokkan menjadi faktor kendali dan faktor tidak terkendali (noise), kemudian dipilih *orthogonal array* yang sesuai. Kualitas produk diuji dengan cara eksperimen kemudian dianalisis dengan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan ANOVA.

### *Signal to Noise Ratio* (SNR)

SNR digunakan untuk meneliti pengaruh faktor noise terhadap variasi yang timbul. SNR dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

#### 1. *Smaller the better*

*Smaller the better* artinya semakin kecil nilainya, maka kualitas akan semakin baik. Contohnya adalah keausan, kebocoran dll. Nilai SNR untuk karakteristik *smaller the better* persamaan (1)

$$SNR = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (1)$$

dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen

#### 2. *Larger the better*

*Larger the better* artinya semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik. Contohnya adalah efisiensi bahan bakar mobil. Nilai SNR untuk karakteristik *larger the better* dari persamaan (2)

$$SNR = -10 \log_{10} \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \quad (2)$$

dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen

#### 3. *Nominal the best*

*Nominal the best* artinya semakin mendekati nilai nominal tertentu maka kualitasnya semakin baik. Contohnya adalah ukuran produk dimana semakin mendekati ukuran nominal yang ditetapkan maka kualitasnya semakin baik. Nilai SNR untuk karakteristik *nominal the best* pada persamaan (3), (4) dan (5)

$$SNR = 10 \log_{10} \left[ \frac{\mu^2}{\sigma^2} \right] \quad (3)$$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (4)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \quad (5)$$

dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen

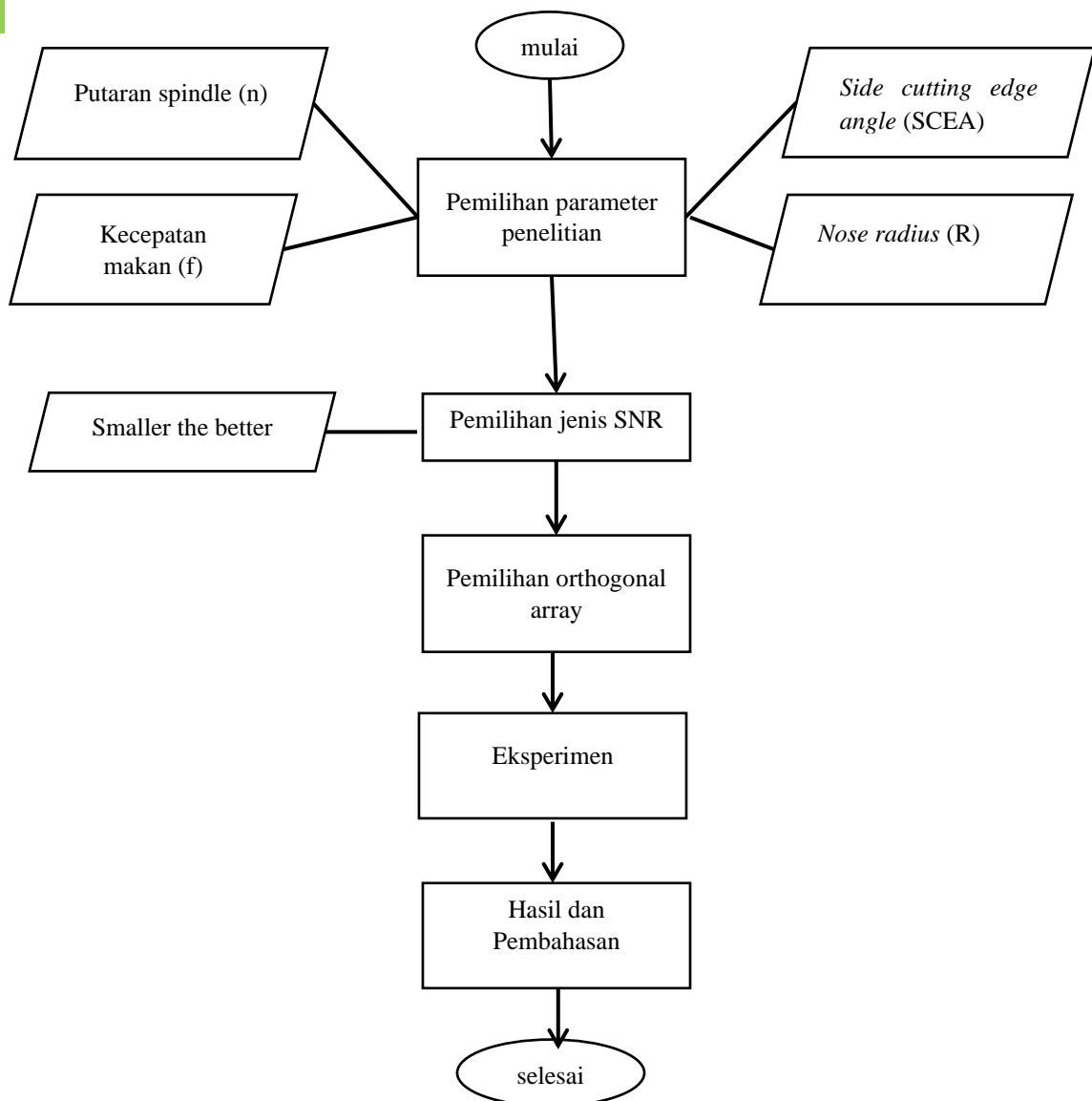
y = nilai pada setiap *run*

$\mu$  = rata-rata dari setiap *run*

$\sigma^2$  = deviasi dari setiap *run*

## 2. Metodologi

Proses pengujian dan pengambilan data dilakukan di laboratorium pengujian bahan IST Akprind Yogyakarta. Eksperimen dilakukan menurut diagram alir berikut :



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Penelitian dimulai dengan memilih parameter penelitian yaitu putaran spindle (n), kecepatan makan (f), side cutting edge angle (SCEA) dan nose radius (R). Masing-masing parameter dilakukan dengan 3 level sebagai berikut :

**Tabel 1.** Parameter dan level eksperimen

NO	Parameter pemesinan	Level 1	Level 2	Level 3
1	Putaran spindle (n)	313Rrpm	457 Rpm	613 Rpm
2	Kecepatan makan (f)	0.11 mm/put	0.22 mm/put	0.52 mm/put
3	Side cutting edge angle (SCEA)	12°	14°	15°
4	Nose radius (R)	0.4 mm	0.5 mm	0.8 mm

Setelah memilih parameter eksperimen, langkah selanjutnya adalah menentukan jenis SNR yaitu smaller the better karena semakin kecil nilai keausan pahat, semakin baik kualitasnya. Orthogonal array dipilih dengan software Minitab 19 yaitu  $L_93^4$  artinya dilakukan 9 eksperimen untuk 4 parameter dengan 3 level. Spesimen uji yang digunakan adalah baja karbon rendah (ST 37) silinder berdiameter 25,4 mm dan panjang 100 mm. Proses pembubutan dilakukan dengan mesin bubut konvensional merk PINACHO type S-90/200 sedangkan pengukuran keausan tepi pahat diukur dengan software Optilab Viewer. Pahat difoto makro dengan zoom stereo microscope tipe “SZ-PT OLYMPUS U-PMTVC”, kemudian hasil dari foto makro dimasukkan dalam software Optilab Viewer. Keausan pahat diukur dari titik ujung pahat sampai batas pahat yang aus. Data eksperimen diolah dan dianalisis menggunakan Minitab 19 untuk memperoleh kondisi optimum dari keausan pahat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

**Tabel 2.** Data Rata-Rata Hasil Pengukuran Keausan Tepi Pahat

N (Rpm)	$f$ (mm/put)	SCEA (°)	R (°)	MEANS
330	0.11	12	0.4	0,81
330	0.22	14	0.5	0,57
330	0.52	15	0.8	0,53
490	0.11	14	0.8	0,79
490	0.22	15	0.4	0,77
490	0.52	12	0.5	0,76
690	0.11	15	0.5	0,56
690	0.22	12	0.8	1,01
690	0.52	14	0.4	0,79

Berdasarkan data rata-rata hasil pengukuran tepi pahat di atas terlihat bahwa rata-rata keausan pahat terkecil yaitu 0,53. Ini mengindikasikan kondisi optimum keausan pahat yaitu  $n_1$ ,  $f_3$ ,  $scea_3$ , dan  $R_3$ . Secara umum, rata-rata keausan pahat juga diperoleh pada kisaran di bawah 0,8. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keausan pahat telah memenuhi standar keausan tepi pahat, dimana batas keausan kritis  $0,3 < VB < 0,8$  [4].

#### Analisa dengan metode Taguchi

Dalam metode Taguchi digunakan analisis *signal to noise ratio* (SNR) tipe *smaller the better* untuk menguji hasil eksperimen karena tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh keausan tepi pahat yang sekecil-kecilnya. Perhitungan SNR menggunakan software minitab 19 dengan hasil sebagai berikut :

**Tabel 3.** Data SNR Hasil Eksperimen

n (Rpm)	$f$ (mm/put)	SCEA (°)	R (°)	SNR
330	0.11	12	0.4	1,83030
330	0.22	14	0.5	4,88250
330	0.52	15	0.8	5,51448
490	0.11	14	0.8	2,04746
490	0.22	15	0.4	2,27019
490	0.52	12	0.5	2,38373
690	0.11	15	0.5	5,03624
690	0.22	12	0.8	-0,08643
690	0.52	14	0.4	2,04746

**Tabel 4.** Data SNR tiap level eksperimen

Level	n	f	scea	R
1	4,076	2,971	1,376	2,049
2	2,234	2,355	2,992	4,101
3	2,332	3,315	4,274	2,492
Delta	1,842	0,960	2,898	2,052
Rank	3	4	1	2

Berdasarkan tabel. diatas terlihat bahwa nilai SNR terbesar untuk parameter n, f, scea dan R masing-masing n1(4,076), f3(3,315), scea3(4,274), R2(4,101). Kondisi n1, f3, scea3, dan R2 ini mengidentifikasi kondisi keausan tepi pahat dalam kondisi baik, mengacu pada tabel 3. pada pengujian keausan tepi pahat, digunakan SNR tipe *smaller the better* yaitu semakin kecil keausan tepi, maka kualitas parameter pahat semakin bagus.

Dikarenakan ada perbedaan antara perhitungan manual dan pergitungan menggunakan metode Taguchi maka penelitian ini menggunakan eksperimen konfirmasi yang dilakukan pada kondisi n1, f3, scea3, R2, dan n1, F3, scea3, R3. Pada n1(330 Rpm), F3(0,52 mm/put), scea3(15°), R2(0,5°), dan n1(330 mm/min), F3(0,52 mm/put), scea3(15°), R3(0,8°). Hasil Eksperimen konfirmasi disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 5.** Eksperimen konfirmasi

	n	f	scea	R	VB(mm)	SNR
Eks. Ke 3	330	0.52	15	0.8	0.53	5.51448
Eks. konfirmasi	330	0.52	15	0.5	0.57	7.46907

Walaupun terdapat perbedaan nilai keausan pahat dan SNR dari eksperimen ke-3 dengan eksperimen konfirmasi, namun perbedaan sangat kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi putaran spindle = 330 Rpm, kecepatan pemakanan = 0.52 mm/putaran, *side cutting edge angle* = 15°, *nose radius* = 0.8° adalah kondisi optimal untuk keausan tepi pahat.

#### **Analisis of variance (ANOVA)**

Data hasil eksperimen diuji dengan *analysis of variance* (ANOVA) untuk melihat pengaruh masing-masing parameter terhadap keausan tepi pahat.

Hipotesis penelitian :

H0 : tidak ada pengaruh yang signifikan antara putaran spindle, kecepatan pemakanan *side cutting edge angle* *nose radius*.

H1 : ada pengaruh yang signifikan antara putaran spindle, kecepatan pemakanan *side cutting edge angle* *nose radius*.

H0 ditolak apabila nilai  $F > F_{\alpha, df-num, df-den}$

Dimana :

$\alpha$  = tingkat signifikan, diambil 0,05

df-num = k - 1 dengan k adalah jumlah variabel (bebas dan terikat) penelitian

df-den = n - k dengan n adalah jumlah eksperimen

Pada penelitian ini df-num = 5-1 = 4

df-den = 9-5 = 4

Berdasarkan tabel distribusi F untuk F 0.05; 4 ; 4 adalah 6,39.

Setelah didapatkan nilai F pada tabel untuk menentukan adanya pengaruh atau tidak adanya pengaruh terhadap umur pahat kemudian dilakukan analisis varian menggunakan *software* minitab 19 dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 6.** ANOVA

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	%kontribusi
n	2	0,041356	0,020678	0,46	0,723	21,89
f	2	0,012822	0,006411	0,14	0,883	6,79
scea	2	0,087489	0,043744	0,97	0,584	46,30
R	1	0,001976	0,001976	0,04	0,869	1,04
Error	1	0,045313	0,045313			23,98
Total	8	0,188956				100

Hasil dari analisis anova diatas, P-Value pada parameter n, f, scea, dan R masing-masing adalah 0,723; 0,883; 0,584 dan 0,869 dimana dari empat parameter diatas semuanya melebihi angka tingkat signifikan yaitu 0,05. Selanjutnya hasil dari analisis anova F-Value diatas, terlihat bahwa nilai F-Value untuk parameter n, f, scea, dan R masing-masing adalah 0,46; 0,14; 0,97, dan 0,04 sedangkan nilai F tabel adalah 6,39. Hal ini menunjukkan bahwa H1 diterima untuk parameter n, f, scea, dan R yaitu  $F < F_{tabel}$ . Yang artinya parameter dari P-Value dan F-Value yaitu putaran spindel, kecepatan makan, *side cutting edge angle*, *nose radius*, memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pembubutan rata dengan menggunakan pahat HSS dan bahan baja (ST 37). presentase kontribusi paling besar adalah *side cutting edge angle* sebesar 46,30 (%) kemudian urutan kedua dan seterusnya yaitu putaran spindle 21,89 (%), kecepatan pemakanan 6,79 (%) dan presentase kontribusi paling kecil ialah *nose radius* sebesar 1,04 (%). Presentase kontribusi dari keseleruhan faktor dalam pengujian ini yaitu sebesar 76,02 (%) sedangkan sisanya  $100\% - 76,02\% = 23,98\%$  adalah dipengaruhi oleh variabel lain yang sering disebut error percobaan.

#### 4. Kesimpulan

Keausan pahat yang paling kecil dari penelitian ini ialah 0,53 mm yaitu pada percobaan ke-3 dengan menggunakan parameter kecepatan potong ( $v_c$ ): 26,32 m/min, *feeding* ( $f$ ): 0,52 mm/put, *nose radius* (R): 0,8 mm, dan *side cutting edge angle* (*scea*) 15°. Masing-masing parameter berpengaruh terhadap keausan pahat dngan urutan dari yang terbesar yaitu *side cutting edge angle* 46,30%, putaran spindel 21,88%, kecepatan pemakanan 6,79% dan *nose radius* 1,4%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Nakaminami M. Optimal Structure Design Methodology for Compound Multiaxis Machine Tools-1. Int. J. of Automation Tech.. 2007;1(2):78.
- [2] Waluyo J. Pengaruh Putaran Spindel Utama Mesin Bor Terhadap Keausan Pahat Bor Dan Parameter Pengeboran Pada Proses Pengeboran Dengan Bahan Baja. Jurnal Teknologi. 2010 Dec 30;3(2):138-44.
- [3] Mrihrenaningtyas dan Prayadi, 2015. "Analisis Umur Pahat dengan Variasi Sudut Geram, Kecepatan dengan dan Tanpa Pendingin". Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya: ISBN 978-602-98569-1-0.
- [4] Rochim T. Perkakas & Sistem Pemerkakasan. Bandung: ITB. 2007.
- [5] Susila IN, Arifin Z, Susilo DD. Pengaruh Sudut Potong Pahat Terhadap Gaya Pemotongan Pada Proses Bubut Beberapa Material Dengan Pahat Hss. Mekanika. 2013 Sep 1;12(1).
- [6] Belavendram N. Quality by Design-Taguchi Technique for Industrial Experimentation, Prentice Hall, Great Britain.
- [7] Antony J, Antony FJ. Teaching the Taguchi method to industrial engineers. Work study. 2001 Jul 1.