

OPTIMASI PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP UMUR PAHAT PADA PEMBUBUTAN MATERIAL AISI 4140

Andre Hidayat, M. Sobron Y. Lubis, Rosehan

Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Indonesia

Email: Andre.515180031@stu.untar.ac.id, Sobronl@ft.untar.ac.id,

Rosehan@ft.untar.ac.id

Abstrak

Optimasi parameter pemotongan diperuntukan pada proses pemotongan untuk mengetahui kemampuan mata pahat dalam melakukan pemotongan dalam penelitian ini, dicari nilai optimasi umur pahat terhadap parameter pemotongan yang divariasikan. Pada percobaan ini digunakan CNC bubut dengan material aisi 4140. Pembubutan dilakukan dengan variasi *cutting speed* 190^m/_{min}, 200^m/_{min}, 210^m/_{min}. *depth of cut* 0.5mm, 0.6mm, 0.7mm dan *feed rate* 0.1^{mm}/_{rev}, 0.2^{mm}/_{rev}, 0.3^{mm}/_{rev}. Dengan pemeriksaan setiap lima menit untuk mengukur keausan pahat. Data hasil pengukuran tersebut diolah menggunakan metode taguchi dengan matriks orthogonal yang digunakan adalah L9(3³). Hasil yang diperoleh dari perhitungan data ANOVA pada setiap parameter pemotongan dan pada setiap variasi level nya diketahui bahwa *feed rate* memiliki variabel yang paling berpengaruh terhadap umur pahat *cutting speed* memiliki variabel yang paling berpengaruh dengan kombinasi optimal *cutting speed* 200^m/_{min}, *depth of cut* 0.5mm, dan *feed rate* 0.1^{mm}/_{rev}.

Kata Kunci: optimasi, parameter, karbida, aisi 4140, metode Taguchi

Abstract

Optimization of cutting parameters is intended for the cutting process to determine the ability of the tool eye to make cuts in this study, the value of the optimization of the tool life for cutting parameters is varied. In this experiment, a CNC lathe with aisi material 4140 was used. Turning is done with a variation of cutting speed 190m/min, 200m/min, 210 m/min. depth of cut 0.5mm, 0.6mm, 0.7mm and feed rate 0.1 mm/rev, 0.2 mm/rev, 0.3 mm/rev. With an examination every five minutes to measure the wear of the tool. The data from the measurements were processed using the taguchi method with the orthogonal matrix used is L9(33). The results obtained from the calculation of ANOVA data on each cutting parameter and at each level variation are known that the feed rate has the variable that most affects the cutting speed tool has the most influential variable with the optimal combination of cutting speed 200 m / min, depth of cut 0.5mm, and feed rate 0.1 mm / rev.

Keywords: optimization, parameters, carbide, aisi 4140, Taguchi method

Pendahuluan

Industri pemesinan adalah industri yang menggunakan mesin bubut dalam proses pengerjaan. Mesin bubut merupakan mesin pemotongan logam yang memiliki fungsi utama untuk memproses benda kerja dengan gerak utama berputar kemudian alat potong (*cutting tool*) bergerak memotong sepanjang benda kerja, sehingga terjadi pemotongan yang membentuk geram. Proses pembubutan merupakan salah satu proses permesinan yang memiliki peranan penting dalam dunia manufaktur.

Salah satu produk dari CNC adalah poros, poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Poros adalah elemen mesin berbentuk batang dan penampang lingkaran, berfungsi memindahkan tenaga gerak putar atau mendukung sesuatu beban dengan atau tanpa meneruskan daya. Salah satu material poros adalah AISI 4140.

Parameter dalam permesinan dalam proses pembubutan meliputi kecepatan potong (*cutting speed*), kedalaman pemotongan (*depth of cut*), dan laju pemakanan (*feed rate*). Dalam penerapan ketiga parameter memiliki pengaruh pada aus dan umur pahat semakin pendek. Ketika keausan pahat terjadi maka pahat potong harus diganti atau proses pemotongan harus dihentikan. Biaya dan waktu untuk penggantian pahat akan meningkatkan biaya produksi dan menurunkan kualitas produksi. Oleh karena itu keausan pahat yang sering terjadi perlu diperkecil untuk menyelesaikan masalah tersebut. Keausan dan umur pahat dapat diperkecil dengan mengendalikan parameter pemotongan. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh parameter pemotongan terhadap umur pahat serta kondisi optimum keausan dan umur pahat.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Data tersebut diolah dengan menggunakan metode Taguchi.

Peralatan dan bahan yang digunakan antara lain:

1. Bahan

- a) Benda Kerja

Benda kerja yang digunakan adalah aisi 4140 dengan dimensi dan bentuk yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1
Bentuk dan Dimensi Benda Kerja

Tabel 1
Unsur dan Komposisi Kimia

Element	Content
Carbon, C	0.380 - 0.430 %
Chromium, Cr	0.80 - 1.10 %
Iron, Fe	96.785 - 97.77 % (As remainder)
Manganese, Mn	0.75 - 1.0 %
Molybdenum, Mo	0.15 - 0.25 %
Phosphorous, P	≤ 0.035 %
Silicon, Si	0.15 - 0.30 %
Sulfur, S	≤ 0.040 %

Tabel 2
Sifat Benda Kerja

Sifat Fisik	Nilai
Kekerasan Brinell	197
<i>Tensile Strength</i>	655 MPa
<i>Yield Strength</i>	415 MPa
Modulus Young	190-210 GPa

b) Mata Pahat

Bahan mata pahat digunakan yaitu mata pahat karbida. Type mata yang digunakan berdasarkan standart ISO yaitu TNMG 160404 untuk jenis mata pahat keramik yang digunakan korloy dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2
Pahat Karbida Korloy

2. Peralatan

a) Mesin CNC *Turning*

Tabel 3
Spesifikasi CNC *Turning*

Merk	CNC Mazak <i>Type Quick Turn 8N</i>
Buatan	Jepang
Swing maksimum	300 mm
Jarak antar center	290 mm
Spindle maksimum	5000 rpm
Daya motor	7,5 Kw
Torsi maksimum	9,0 kgf m
Kontrol	Mazantrol plus



Gambar 3
Mesin CNC *Turning*

b) *Microskop Digital*

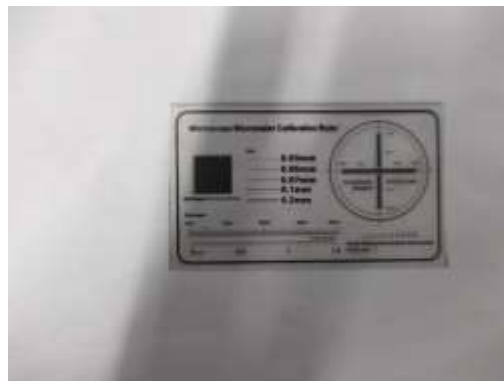
Penelitian ini menggunakan Mikroskop digital untuk mengamati keausan pahat



Gambar 4
Mikroskop Digital

c) Kalibrasi

Kalibrasi digunakan untuk pengaturan akurasi ketepatan pada mikroskop digital agar didapatkan nilai dengan error yang kecil.



Gambar 5
Kalibrasi

Menentukan Jumlah Level Setiap Faktor

Dalam pengujian ini digunakan material AISI 4140 dengan menggunakan insert karbida sehingga parameter pemotongan dapat ditentukan dengan menggunakan katalog karbida korloy

a) Kecepatan potong (*cutting speed*)

Berdasarkan katalog, material AISI 4140 dan jenis pahat karbida TNMG160404-HA korloy, kecepatan potongnya Level yang diambil adalah: 190, 200, dan 210 m/menit

b) Kedalaman pemakanan (*depth of cut*)

Kedalaman pemakanan yang di ambil adalah 0.5, 0.6, dan 0.7 mm

c) Pemakanan (*feed*)

Gerak pemakanan yang dipakai 0.1, 0.2, dan 0.3 mm/rev.

Tabel 4
Faktor dan Level yang dipilih

Kode	Faktor	1	2	3
A	<i>Cutting speed</i> (m/menit)	190	200	210
B	<i>Depth of cut</i> (mm)	0.5	0.6	0.7
C	<i>Feed</i> (mm/rev)	0.1	0.2	0.3

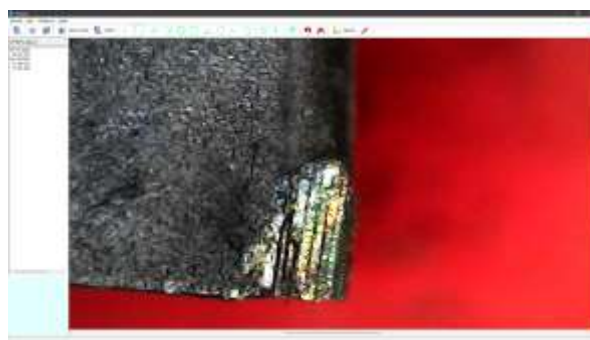
Matriks ortogonal

Matriks ortogonal adalah suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor yang dapat diubah dalam eksperimen. Baris merupakan kombinasi level dari faktor dalam eksperimen. Tabel 5 menunjukkan matrik ortogonal matriks $L_9(3^3)$, yang mempunyai 3 faktor dan 3 level.

Metoda pengukuran

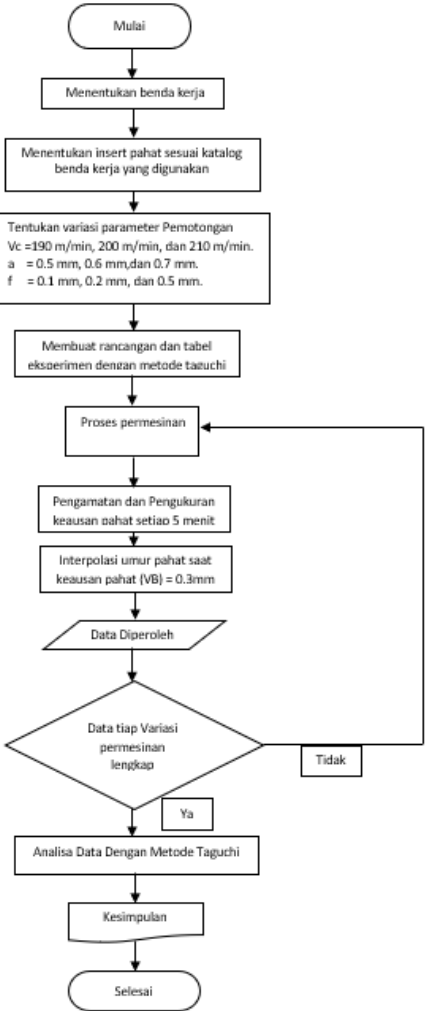
Keausan tepi, data keausan tepi yang diambil pada insert pahat menggunakan mikroskop digital Pengukuran keausan tepi dilakukan setiap 5 menit sekali. Dimana insert dilepaskan dari *tool holder* dan memindahkan insert pahat dengan meletakkan dasar pahat pada meja ukur, dimana bidang mata potong diatur sehingga tegak lurus sumbu optik.

Dalam hal ini besarnya keausan tepi dapat diketahui dengan mengukur panjang VB (mm), pengukuran keausan tepi ini menggunakan *software hiview*. Dengan cara menarik garis sebelum terjadi keausan sampai ke garis rata-rata bekas keausan garis yang digunakan sebanyak 10 garis lalu dirata-ratakan untuk menghindari error yang besar. Keausan tepi dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6
Keausan Pahat

Secara umum metode penelitian dapat dilihat pada gambar *flowchart* dibawah



Gambar 6
Flowchart Percobaan

Hasil Dan Pembahasan

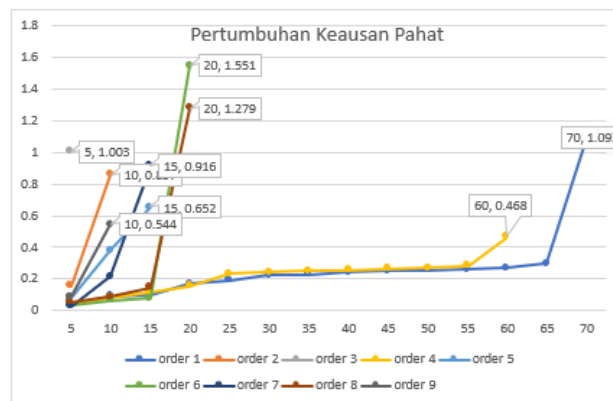
Dari percobaan didapatkan hasil berupa data-data keausan mata pahat dalam satuan

Data hasil percobaan

Data hasil percobaan yang telah dilakukan kemudian dimasukkan kedalam tabel 4.

Tabel 4
Data Hasil Percobaan

Order	Kecepatan Potong (Vc)	Feed (mm)	Kedalaman Potong (Dec)	Mixail	VB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
1	190	0.1	0.5	2	0.247	1	1	3	0.041																					
				10	0.232	2	2	10	0.082																					
				15	0.247	3	3	15	0.123																					
				20	0.17	4	4	20	0.164																					
				25	0.10	5	5	25	0.203																					
				30	0.234	6	6	30	0.243																					
				35	0.227	7	7	35	0.25																					
				40	0.245	8	8	40	0.218																					
				45	0.27	9	9	45	0.202																					
				50	0.227	10	10	50	0.27																					
				55	0.233	11	11	55	0.282																					
				60	0.27	12	12	60	0.468																					
				65	0.233	13	13	65	0.462																					
				70	1.093	14	14	70	1.093																					
2	190	0.2	0.6	5	0.127	1	1	5	0.085																					
				10	0.817	2	2	10	0.147																					
3	190	0.3	0.7	1	1.033	1	1	1	0.086																					
				10	0.544	2	2	10	0.544																					



Gambar 7
Grafik Keausan Terhadap Umur Pahat

Dari grafik umur pahat pada saat VB=0,3 maka dapat dimasukkan kedalam tabel 5.

Tabel 5
Data Umur Pahat

No	Parameter permesinan			Umur Pahat (menit)
	Kecepatan Potong	Feed	Kedalaman Potong (Dec)	
1	190	0.1	0.5	65.01257865
2	190	0.2	0.6	6.02143
3	190	0.3	0.7	5
4	200	0.1	0.6	55.40983607
5	200	0.2	0.7	8.682432432
6	200	0.3	0.5	15.75067935
7	210	0.1	0.7	10.60627675
8	210	0.2	0.5	15.67579505
9	210	0.3	0.6	7.336244541

Menghitung rasio S/N

Data yang ada kemudian ditransformasikan ke dalam bentuk rasio S/N untuk mencari faktor yang berpengaruh pada variansi kebulatan. S/N untuk karakteristik umur pahat yang digunakan adalah semakin besarsemakin baik (*Large is Better*) dimana persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Rasio S/N} = -10 \times \log \left(\frac{1}{n} \sum \frac{1}{y^2} \right) \quad (1)$$

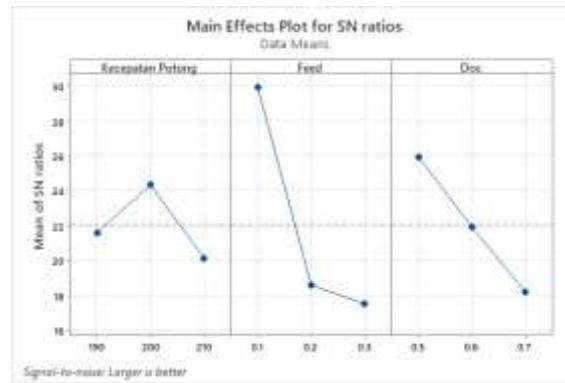
Tabel 6. Merupakan tabel eksperimen hasil perhitungan nilai S/N dari order 1 sampai order 9.

Tabel 6
Hasil Perhitungan Rasio S/N

Order	Cutting speed (m/min)	Depth of cut (mm)	Feed (mm/rev)	Umur pahat (menit)	S/N <u>Umur Pahat (menit)</u>
1	190	0.5	0.1	65.01257865	36.2599
2	190	0.6	0.2	6.02143	15.5940
3	190	0.7	0.3	5	13.9794
4	200	0.6	0.1	55.40983607	34.8717
5	200	0.7	0.2	8.682432432	18.7728
6	200	0.5	0.3	15.75067935	23.9460
7	210	0.7	0.1	10.60627675	20.5113
8	210	0.5	0.2	15.67579505	23.9046
9	210	0.6	0.3	7.336244541	17.3095

Perhitungan efek S/N

Selanjutnya dilakukan perhitungan efek S/N untuk mengetahui pengaruh kontribusi dari setiap parameter dimana nilai S/N yang sebelumnya sudah dihitung pada tabel 9 Hasil perhitungan efek untuk S/N.



Gambar 8
Main Effect Plot for S/N Ratio

Dari grafik diatas, dapat dilihat terdapat 3 parameter yang digunakan sebagai parameter untuk pengujian kekasaran permukaan. Parameter-parameter itu sudah diolah sehingga mendapatkan parameter yang optimal,. Parameter yang optimal yaitu parameter yang mempunyai titik paling tinggi. Untuk parameter kecepatan potong, titik tertinggi terdapat pada nilai $200 \frac{mm}{min}$. Untuk parameter gerak makan, titik tertinggi terdapat pada nilai $0,1 \frac{mm}{rev}$., untuk parameter kedalaman potong, dapat dilihat titik tertinggi nya berada pada nilai 0,5 mm. Dari grafik diatas, untuk pengujian umur pahat yang paling optimal dapat dilakukan dengan ketiga nilai parameter tersebut.

Perhitungan ANOVA

Untuk mencari ANOVA di gunakan perangkat lunak Minitab 20. Tabel 4.5. di bawah menunjukkan nilai persentase efek uji kontribusi yang paling besar dari parameter potong secara individu.

Tabel 9
Uji Kontribusi Umur Pahat

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Kecepatan Potong	2	438.9	10.70%	438.9	219.5	0.92	0.521
Feed	2	2303.6	56.13%	2303.6	1151.8	4.82	0.172
Doc	2	883.3	21.52%	883.3	441.7	1.85	0.351
Error	2	478.0	11.65%	478.0	239.0		
Total	8	4103.8	100.00%				

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kontribusi dari parameter kecepatan potong yaitu senilai 10,70% 1, lalu untuk parameter gerak makan yaitu senilai 56,13%, dan untuk parameter kedalaman potong yaitu senilai 21,52%. Parameter yang paling berkontribusi pada pengujian ini yaitu gerak makan, lalu parameter yang berkontribusi

kedua yaitu kedalaman potong, dan parameter yang kurang berkontribusi yaitu kecepatan potong.

Pembahasan umur pahat

Pada umur pahat variabel yang paling mempengaruhi adalah kecepatan potong dimana semakin besar kecepatan potong maka umur pahat akan semakin kecil. Hal ini dapat dilihat pada order 1 yang memiliki umur pahat 65.02 menit sedangkan pada order 9 umur pahat hanya 7.33 menit. Pada order 9 ini keausan terjadi sangat cepat dimana pertumbuhan keausan sudah melebihi $VB=0.3$

Faktor kedua yang mempengaruhi umur pahat adalah kedalaman potong dimana semakin besar kedalaman potong maka semakin kecil umur pahat. Hal ini dikarenakan semakin besar kedalaman potong maka semakin besar juga kontak yang terjadi antara mata pahat dan benda kerja dimana daerah kontak ini akan mengakibatkan keausan tepi

Faktor terakhir yang mempengaruhi umur pahat adalah gerak makan dimana semakin kecil gerak makan maka semakin besar juga umur pahat.

Kesimpulan

1. Variasi pemotongan optimal terhadap umur pahat adalah kecepatan potong $200^m/min$, kedalaman potong 0.5 mm dan gerak makan 0.1 dengan kontribusi
2. Semakin tinggi kecepatan potong maka semakin kecil umur pahat. Semakin kecil kedalaman potong maka semakin besar umur pahat. Semakin kecil gerak pemakanan maka semakin besar umur pahat

BIBLIOGRAFI

“TM 14 Rosehan UNTAR Jakarta Prosiding 88 sd 95 (1)”.

D. Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, *Teknik Pemesinan Jilid 1 SMK Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*.

D. Pembinaan, S. Menengan, K. Direktorat, J. Pendidikan, M. Kementerian Pendidikan, and D. Kebudayaan, “Teknik Pemesinan Bubut 1 Program Studi: Teknik Teknik Pemeliharaan Mekanik Industri Kode: TM.TPMI-TPL 1 (Kelas XI-Semester 3).”

J. Edward. Shigley and C. R. Mischke, *Standard handbook of machine design*. McGraw-Hill, 1996.

H. Budiman, R. Laboratorium, P. Produksi, J. T. Mesin, and T. Industri, “Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test.” [Online]. Available: <http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/dir.php?DepartmentID=MES>

“AISI 4140 Chrome-Molybdenum High Tensile Steel.” <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6116> (accessed Feb. 24, 2022).

F. Yasa Utama and T. Hartutuk Ningsih, “Optimasi Parameter Pemesinan dengan Proses Bubut pada Respon Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Material S45-C Menggunakan Metode Taguchi - Grey - Fuzzy,” *Rekayasa Energi Manufaktur*, vol. 1, no. 1, Jul. 2016, doi: 10.21070/r.e.m.v1i1.169.

A. B. Prasetyo, “Keywords : Taguchi Method Surface Roughness Wear of Chisel.”

M. Y. Sobron Lubis and R. dan Moses Kamillo Tjenardi, “Investigasi Variasi Kecepatan Potong Optimal Pada Proses Pemesinan Baja Aisi 4140.”

Copyright holder:

Andre Hidayat, M. Sobron Y. Lubis, Rosehan (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

