

# PENGARUH VARIASI JENIS PENDINGIN DAN KEDALAMAN POTONG PADA PROSES BUBUT BAJA ST60 TERHADAP UMUR PAHAT HSS

Ahmad Khoirul Anwar<sup>1</sup>, Digdo Listyadi<sup>2</sup>, Dwi Djumhariano<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: ahmadkhoirulanwar14@gmail.com

## ABSTRACT

*Turning machining process is a workpiece diameter reduction by using chisel cut to produce the shape of the workpiece on a turning, there are various types of machining turning chisel pieces on the turning chisel types include carbide, CBN, and insert. There are also other types on conventional chisel on a turning process, one of which is a turning type of high speed steel (HSS), the turning is widely used in conventional production processes for other than low cost is also easy to grinding. Parameter in this research is coolant and depth of cut. The coolant used is dromus, ex-oil, ex cooking oil. The depth of cut used is 0,3mm, 0,5mm and 0,8mm. The highest of tool life in this reserch with dromus as coolant at 0,3mm depth of cut is 83,17 minutes. With ex-oil at 0,3 depth of cut the tool life is 70,79 minutes. And with ex-cooking oil the tool life is 56,77 minutes with 0,3mm depth of cut. While the lowest tool life be obtained with ex-cooking oil coolant at 0,8mm depth of cut is 38,90 minutes. So, the conclution dromus is a batter then ex-oil and ex-cooking oil. This is caused when the dromus as coolant can mixed with water and become one so can get down temperture of chisel.*

*Keywords: Turning machine, tool life,*

## PENDAHULUAN

Proses pemesinan dengan mesin bubut diklasifikasi sebagai pemotongan logam, untuk mengubah bentuk suatu benda kerja dari logam dengan cara memotong dan mengupas. Pahat mempunyai peranan penting pada prosesnya, karena berkontak langsung dengan benda kerja [1]. Pengerjaan pemesinan diperlukan jenis material pahat yang cocok dan pemilihan variabel-variabel lainnya seperti cairan pendingin dan kedalaman potong.

Penggunaan cairan pendingin pada bengkel kecil masih jarang digunakan karena dapat menambah biaya produksi, tapi dengan tidak menggunakan cairan pendingin maka pahat akan cepat aus dan umur pahat akan semakin pendek. Pemilihan cairan pendingin yang tepat sangat diperlukan, untuk penggunaan biaya dan umur pahat yang optimal dalam suatu produksi.

Keausan pada ujung pahat menyebabkan kedalaman potong berkurang secara bertahap hingga pahat mengalami kerusakan fatal, karena pahat yang terus menurun mengalami keausan maka akan memperpendek umur pahat, untuk mengurangi laju keausan pahat penambahan cairan pendingin sangat diperlukan, temperatur pahat dapat terkontrol. Pemilihan jenis pendingin yang tepat dilakukan untuk mendapatkan kualitas produk yang baik, maka ada beberapa jenis pendingin yang dapat digunakan yaitu: cairan sintetik (*Synthetic fluids, Chemical fluids*), cairan emulsi (*Emulsions, Water Miscible Fluids, Water Soluble Oil, Emulsifiable Cutting fluids*), cairan semi sintetik (*Semi Synthetic Fluids*) dan minyak (*Cutting Oils*). Udara juga dapat berfungsi sebagai cairan pendingin yang mendinginkan dan menurunkan gaya pemotongan pahat. Umur pahat dapat diketahui dengan

tanda-tanda tertentu bahwa umur pahat sudah telah habis dan tidak dapat digunakan lagi [2].

Elmunafi melakukan penelitian tentang umur pahat karbida pada pembubutan AISI 420, dengan menggunakan cairan pendingin minyak castor. Penyemprotan cairannya menggunakan metode MQL. Hasil penelitian menunjukkan parameter yang paling berpengaruh adalah kecepatan potong, sedangkan parameter yang pengaruhnya paling kecil adalah gerak makan dengan umur pahat terlalu lama 33.7menit dan umur pahat terpendek 1.5menit. menggunakan analisis varians anova untuk menentukan signifikansi regresi [3].

Nurhadiyanto melakukan penelitian tentang pengaruh kekentalan pendingin terhadap keausan pahat bermata potong ganda. Cairan pending yang digunakan adalah jenis cairan emulsi. Hasil penelitian menunjukkan pahat bermata potong ganda dapat mengurangi keausan sebesar 18,64% dengan variabel kekentalan pendingin dan kedalaman potong. Pengerjaan tanpa pendingin keausannya sangat besar, sehingga diperlukan cairan pendingin dalam proses pengerjaan. Keausan terkecil terjadi pada kekentalan 14,5 poise, semakin tidak kental pendingin yang digunakan maka akan memperkecil keausan pahat [4].

Survei pada bengkel-bengkel yang dilakukan diBanyuwangi, bengkel tersebut tidak menggunakan cairan pendingin pada proses produksi mereka karena mahalnya cairan pendingin yang dapat menambah biaya produksi, sehingga pahat lebih cepat aus dan umur pahat tidak maksimal. Pemilihan variasi cairan pendingin dan kedalaman potong dilakukan untuk membantu bengkel-bengkel kecil

agar diperoleh produk yang baik dan umur pahat yang maksimal.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini meliputi dua kegiatan utama yaitu proses pembubutan dan pengukuran keausan tepi pahat. Proses pembubutan dilakukan dilaboratorium permesinan fakultas teknik unuversitas jember dan pengukuran keausan tepi pahat menggunakan mikroskop dilakukan dilaboratorium farmasi universitas jember pada bulan juli 2018. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- mesin bubut Krisbow
- Mesin Gerinda
- Mikroskop
- Mesin Gergaji
- Kunci *chuck* dan *toolpost*
- Jangka sorong
- Stopwatch
- Pahat

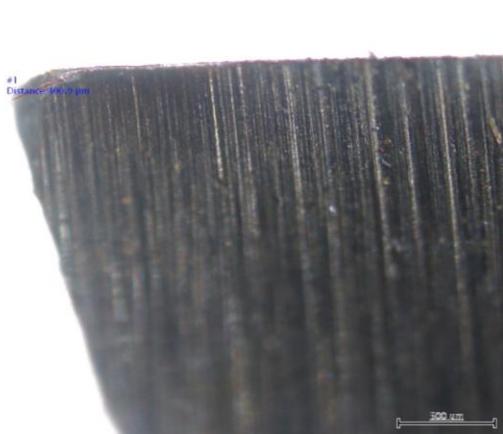
### Prosedur Pengujian

- a) Mempersiapkan benda kerja dan pahat.
- b) Pemotongan benda kerja ST60.
- c) Menyiapkan alat-alat bantu untuk proses bubut.
- d) Menyiapkan cairan pendingin.
- e) Mengatur *setting* mesin sesuai variabel yang telah ditentukan.
- f) Menghidupkan mesin bubut
- g) Melakukan proses pembubutan dengan menggunakan cairan pendingin dromus dan dilanjutkan dengan carian oli bekas dan minyak goreng bekas hingga terjadi keausan.
- h) Setelah proses pembubutan selesai dan sudah terjadi keausan, selanjutnya melakukan analisis keausan tepi pahat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran Keausan Tepi Pahat

Hasil pengukuran keausan tepi (VB) menggunakan cairan pendingin minyak goreng bekas dengan kedalaman potong 0,8mm ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Keausan tepi pahat

Tabel 1. Keausan tepi pahat

No.	Cairan Pendingin	Kedalaman Potong (mm)	VB Rata-rata (mm)
1	Dromus	0,3	0,161
2		0,5	0,209
3		0,8	0,255
4	Oli Bekas	0,3	0,214
5		0,5	0,265
6		0,8	0,315
7	Minyak Goreng Bekas	0,3	0,247
8		0,5	0,312
9		0,8	0,396

Hasil sampel keausan tepi menunjukkan cairan pendingin dromus dengan kedalaman potong 0,3mm menghasilkan rata-rata keausan tepi terkecil yaitu 0,161mm. Cairan pendingin dromus dapat memberikan pendinginan yang baik pada proses permesinan karena merupakan jenis cairan sintetik yaang mempunyai kandungan molekul air dan molekul minyak terlarut dalam air sehingga jika ditambahkan campuran air dapat menyatu dengan maksimal sehingga dapat menurunkan temperatur panas yang terjadi pada pahat. Sedangkan oli bekas (semi sintetik) dan minyak goreng bekas (minyak) tidak dapat ditambahkan campuran air karena mempunyai kandungan molekul minyak yang menyebabkan keduanya tidak bisa menyatu dengan air, sehingga membuat keduanya tidak dapat mendinginkan dengan baik.

Pada oli bekas (semi sintetik) memang mempunyai molekul air dan minyak terlarut dalam air, namun kandungan fase minyak, molekul minyak, material yang terlarut dalam minyak. Sehingga tidak dapat ditambahkan campuran dengan air karena kandungan yang terikat pada fase minyak tidak dapat menyatu dengan air, sehingga proses pendinginannya kurang baik.

Oli bekas lebih baik dari pada minyak goreng bekas yang tidak mempunyai kandungan molekul air dan minyak yang terlarut dalam air. Kelebihan dari oli bekas dan minyak goreng bekas adalah kandungan yang dimiliki dapat meningkatkan daya pelumasan yang dapat mengurangi gesekan antara pahat dengan benda kerja agar tempertur tidak cepat meningkat dan pahat tidak cepat mengalami aus.

### Hasil Perhitungan Umur Pahat

Perhitungan untung menentukan umur pahat dapat dilakukan dengan menggunakan rumus umur pahat Taylor berikut:

$$\log T = \frac{1}{n} \log C_{TVB} - \frac{1}{n} \log v + \frac{m}{n} \log VB - \frac{p}{n} \log h - \frac{q}{n} \log b$$

- v = Kecepatan potong (m/min)
- T = Umur pahat (menit)
- n = Pangkat umur pahat
- VB = Keausan tepi pahat (mm)
- h = Gerak makan (mm)
- p = Pangkat gerak makan
- m = Pangkat batas keausan
- b = Kedalaman potong (mm)
- q = Pangkat kedalaman potong
- $C_{TVB}$  = Kecepatan eksponen ekstrapolatif (m/min)

Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh umur pahat rata-rata berikut:

Tabel 2. Umur pahat

No.	Cairan Pendingin	Kedalaman Potong (mm)	Rata-rata umur pahat (menit)
1	Dromus	0,3	79,48
2		0,5	70,91
3		0,8	59,85
4	Oli Bekas	0,3	68,67
5		0,5	57,82
6		0,8	44,41
7	Minyak goreng bekas	0,3	46,04
8		0,5	44,47
9		0,8	40,43

Hasil perhitungan umur pahat yang optimal ditunjukkan pada penggunaan cairan pendingin dromus dengan kedalaman potong 0,3mm yaitu selama 79,48menit. Karena kedalaman potong yang relatif kecil sehingga keausan yang diderita pahat tidak terlalu besar dan peran yang diberikan dromus menyebabkan laju keausan pahat menjadi lamban. Karena cairan pendingin dromus dapat menurunkan temperatur pahat secara signifikan.

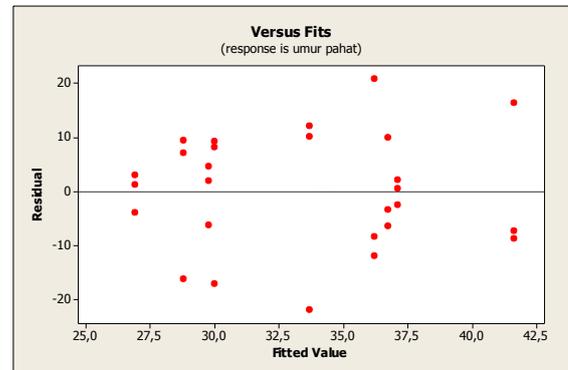
### Response Surface

Response surface adalah sekumpulan metode-metode matematika dan statistika yang digunakan dalam pemodelan dan analisis, yang bertujuan untuk melihat pengaruh beberapa variabel kuantitatif terhadap suatu variabel respon dan untuk mengoptimalkan variabel respon tersebut.

### Pengujian Residual

Residual adalah selisih antara nilai duga (*predicted value*) dengan nilai pengamatan sebenarnya. Pengujian residual berfungsi untuk memenuhi asumsi *normally* dan *independently distributed*. Pengujian residual sendiri terdiri dari uji identik dan uji distribusi normal.

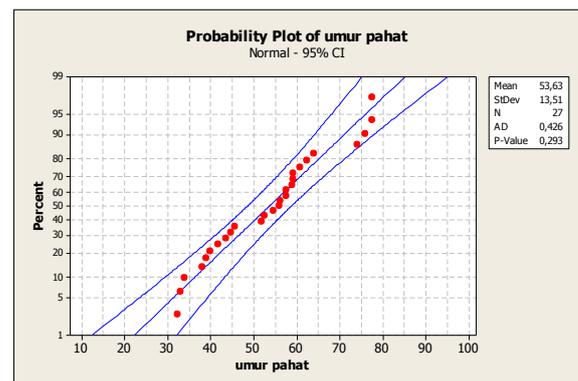
Pada uji identik dapat dilihat apakah residual memenuhi asumsi identik atau tidak. Residual dapat dikatakan memenuhi asumsi identik apabila suatu data menyebar secara acak dan tidak membentuk suatu pola tertentu. Berikut adalah gambar grafik dari residual versus fiits value untuk umur pahat.



Gambar 2. Versus fits

Pada penelitian umur pahat yang dilakukan didapatkan gambar 2 plot residual versus fits value, dimana pada plot terbut terlihat bahwa residualnya tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi bersifat identik terpenuhi.

Uji distribusi normal berfungsi untuk melihat hasil data apakah residual sudah memenuhi asumsi distribusi normal atau tidak. Kenormalan dari suatu data dapat dilihat dari probability plotnya. Sebuah data dapat dikatakan terdistribusi normal jika persebaran data berada di sekitar garis linear. Pada probability plot yang ditunjukkan dibawah dapat dilihat bahwa persebarannya berada pada sekitar garis linier, maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut berdistribusi normal.



gambar 3. Probability plot

Pada probability plot yang ditunjukkan diatas dapat dilihat bahwa persebarannya berada pada sekitar garis linier, maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Setelah data terbukti terdistribusi normal maka pengujian dapat dilanjutkan dengan hipotesis berikut:

$H_0$  : Berdistribusi normal

$H_1$  : Tidak berdistribusi normal

Diamana :  $H_0$  diterima apabila  $P_{value} > \alpha=0,05$

Pengujian hipotesis menunjukkan bahwa  $H_0$  diterima karena  $P_{\text{value}}$  lebih dari  $\alpha=0,05$  yaitu 0,293 maka data dikatakan berdistribusi normal. Nilai  $P_{\text{value}}$  dapat dilihat pada grafik probability plot.

Pengujian menggunakan response surface ditunjukkan pada tabel ANOVA berikut:

Tabel 3 Analysis of variance untuk umur pahat

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
<b>Regression</b>	<b>5</b>	<b>4503,5</b>	<b>4503,5</b>	<b>900,70</b>	<b>92,23</b>	<b>0,000</b>
Linear	2	4357,9	4219,8	2109,9	216,0	0,000
cp	1	3122,6	2994,7	2994,7	306,6	0,000
Kp	1	1235,3	1225,1	1225,1	125,4	0,000
Square	2	0,59	0,59	0,29	0,03	0,970
cp*cp	1	0,02	0,02	0,02	0,00	0,962
kp*kp	1	0,56	0,56	0,56	0,06	0,812
Interaction	1	144,97	144,97	144,97	14,85	0,001
cp*kp	1	144,97	144,97	144,97	14,85	0,001
Residual Error	21	205,08	205,08	9,77		
Lack-of-Fit	3	138,34	138,34	46,11	12,44	0,000
Pure Error	18	66,73	66,73	3,71		
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>4708,6</b>				

$S = 3,12498$  PRESS = 337,597

R-Sq = 95,64% R-Sq(pred) = 92,83% R-Sq(adj) = 94,61%

Dimana :

cp = Cairan pendingin

kp = Kedalaman potong

Pada tabel *Analysis Of Variance* menunjukkan bahwa F hitung dari cairan pendingin yaitu 306,66 dan kedalaman potong adalah 125,45. Pada hipotesis uji F sebuah data dikatakan berpengaruh signifikan jika F hitung lebih dari ( $>$ ) F tabel. Nilai distribusi F tabel ( $0,05 ; 2 ; 25$ ) menunjukkan 3,39 yang berarti nilai F hitung lebih dari ( $>$ ) F tabel. Maka dapat disimpulkan pengaruh variabel independen secara simultan adalah signifikan terhadap umur pahat.

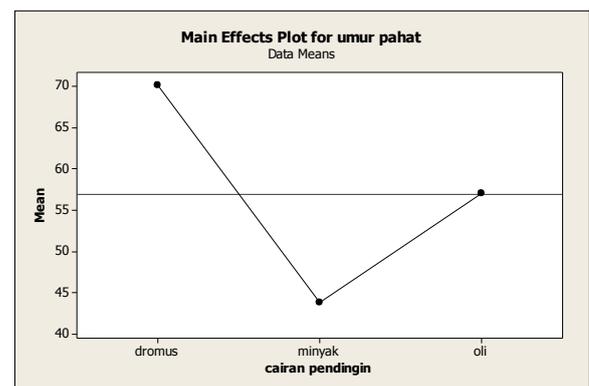
Analisis variansi umur pahat yang ada pada tabel 3 dapat diketahui  $P_{\text{value}}$  dari cairan pendingin dan kedalaman potong adalah 0,000. Pengujian hipotesis diperlukan untuk mengetahui variabel mempunyai pengaruh signifikan atau tidak signifikan terhadap umur pahat. Hipotesis nol ditolak apabila  $P_{\text{value}}$  lebih kecil ( $<$ ) atau sama dengan ( $=$ ) alpha, maka disimpulkan hasil penelitian secara statistik adalah signifikan. Nilai alpha ditetapkan 0,05. Dapat disimpulkan dari hasil data pada

tabel 3 bahwa nilai  $P_{\text{value}}$  cairan pendingin dan kedalaman potong lebih kecil dari nilai alpha maka cairan pendingin dan kedalaman potong mempunyai pengaruh signifikan terhadap umur pahat.

koefisien determinasi ( $R^2$ ) berfungsi untuk mengukur seberapa pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen secara keseluruhan. Pada tabel regresi nilai  $R^2$  sebesar 95,64%. Maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh dari variabel cairan pendingin dan kedalaman potong mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap umur pahat.

### Main Effect Plot

*Main effect plot* adalah nilai rata-rata respon pada setiap level parameter atau variabel proses. Plot ini digunakan untuk membandingkan pengaruh dari setiap faktor. Besarnya pengaruh sebuah faktor dapat dilihat dari nilai rata-rata respon yang ditunjukkan pada grafik main effect plot naik atau turun. Jika pada grafik menunjukkan nilai respon rata-rata naik maka disimpulkan bahwa faktor mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap respon. Analisis pengaruh cairan pendingin terhadap umur pahat dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

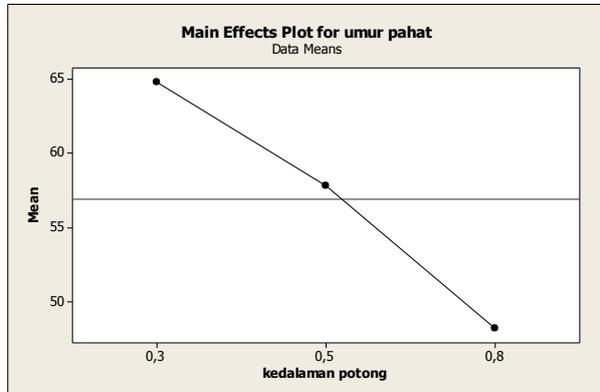


Gambar 4. Grafik *main effect plot* cairan pendingin

Terlihat dari grafik diatas umur pahat terbaik berada pada cairan dromus dan cairan oli bekas untuk meningkatkan umur pahat, sedangkan cairan minyak mempunyai umur pahat terpendek dari pada yang lainnya. Hal ini disebabkan karena dromus mempunyai proses pendinginan yang baik kebanding dengan cairan pendingin lainnya sehingga temperatur pahat tidak terlalu cepat tinggi. Maka terjadinya keausan pahat tidak terlalu cepat dan umur pahat bisa lebih lama. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Prayadi dengan menggunakan cairan pendingin oli dan tanpa menggunakan cairan pendingin. Hasil umur pahat tertinggi dengan menggunakan pendingin hasil yaitu selama 4840,17 menit sedangkan pada penelitian yang tanpa menggunakan cairan pendingin umur pahat tertinggi diperoleh selama 3679,94 menit. Maka dapat disimpulkan dengan menggunakan cairan pendingin umur pahat yang diperoleh akan lebih optimal [5]. Maka dapat disimpulkan dengan menggunakan cairan pendingin umur pahat yang diperoleh akan lebih optimal. Karena penggunaan

cairan pendingin dapat menurunkan temperatur pahat sehingga pahat tidak cepat mengalami aus dan umur pahat akan optimal. Dari pada tidak menggunakan cairan pendingin yang menyebabkan temperatur pahat akan terus meningkat secara signifikan dan pahat akan cepat mengalami aus sehingga umur pahat akan menjadi pendek.

Analisis pengaruh kedalaman potong terhadap umur pahat dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 5. Grafik main effect plot kedalaman potong

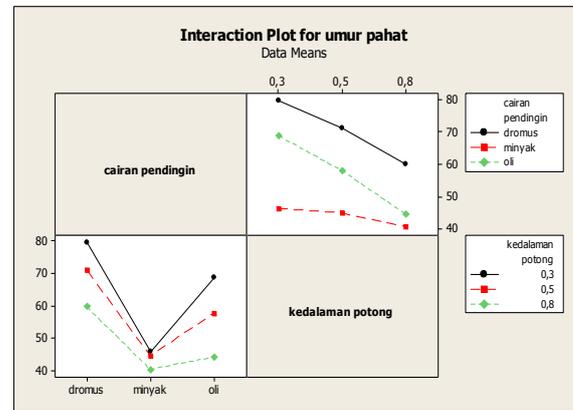
Dari grafik diatas terlihat semakin kecil kedalaman potong maka umur pahat akan lebih lama, hal ini disebabkan karena kerusakann keausan yang dihasilkan kedalaman potong 0,3 relatif kecil sehingga umur pahat menjadi lebih lama yaitu 79,48 menit. sedangkan dengan kedalaman potong 0,8 menunjukkan umur pahat paling pendek yaitu 46,04. Hal itu disebabkan karena semakin besar kedalaman potong pada proses pembubutan akan manimbulkan kerusakan keausan yang lebih besar terhadap pahat. Membesarnya kerusakan pahat disebabkan terjadinya kontak antara pahat dan benda kerja semakin lebar sesuai dengan besarnya kedalaman potong yang digunakan.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nuryanto dengan menggunakan kedalaman potong memperoleh umur pahat yang optimal pada kedalaman potong terkecil 0,5mm yaitu sebesar 177,325 menit sedangkan umur pahat terpendek diperoleh pada kedalaman potong tertinggi 1,5mm yaitu sebesar 32,329 menit [6]. Maka penggunaan kedalaman potong diketahui semakin bertambahnya level dari kedalaman potong yang digunakan maka umur pahat yang dihasilkan akan semakin pendek hal tersebut dikarenakan besarnya kontak antara pahat dengan benda kerja yang menyebabkan kerusakan keausan sesuai dengan level kedalaman potong yang digunakan.

### Interaction Plot

Interaction plot berfungsi untuk mengetahui ada interaksi atau tidak antara level pada suatu variabel. Suatu variabel dikatakan ada interaksi apabila adanya garis yang beringgungan antara level. Kemungkinan ada interkasi faktor lajur dan baris bisa menimbulkan kesulitan dalam memperoleh galat sesungguhnya. Pada suatu percobaan faktorial komponen interaksi ini memperoleh peranan penting karena akan berkaitan dengan penafsiran tentang pengaruh utama dalam

masing-masing faktor [7]. Dari gambar 4 terlihat grafik interaction plot anatar variabel. Grafik cairan pendingin dan kedalaman potong menandakan tidak adanya interaksi antara variabel, hal tersebut bisa dilihat dari grafik dimana tidak ada garis yang bersinggungan. Pada grafik cairan pendingin dan kedalaman potong tidak menunjukkan umur pahat yang sama pada tiap levelnya. Berikut adalah grafik interaction plot untuk umur pahat:



Gambar 6. Grafik interaction plot untuk umur pahat

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian umur pahat tertinggi diperoleh dari penggunaan cairan pendingin dromus dengan kedalaman potong 0,3mm yaitu 79,48 menit. Sedangkan umur pahat yang diperoleh pada cairan pendingin oli bekas yaitu 68,67 menit dan pada minyak goreng bekas yaitu 46,04 menit.
2. Dari semua hasil umur pahat yang diperoleh dari cairan pendingin, maka yang dapat menggantikan cairan pendingin dromus sebagai cairan pendingin alternatif yaitu cairan pendingin oli bekas. Karena umur pahat yang diperoleh lebih baik dari pada minyak goreng bekas.

### SARAN

Dari hasil penelitian dan analisa yang dilakukan dengan cairan pendingin dan kedalaman potong terhadap umur pahat saran yang dapat diberikan peneliti adalah:

1. Untuk penelitan selanjutnya dianjurkan untuk menggunakan variasi dua atau lebih benda kerja yang digunakan
2. Menggunakan mesin bubut CNC guna untuk meningkatkan ketelitian pada penelitian.
3. Disarankan untuk mempertimbangkan gaya potong dan temperatur pahat pada penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widarto. B. S. Sutopo. Dan Paryanto. 2008. *Teknik Permesinan untuk SMK*. Jakarta direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan, departemen pendidikan nasional.

- [2] Rochim, Taufiq. 2007. *Perkakas dan Sistem Perkakas (Umur Pahat, Cairan Pendingin Pemesinan)*. Bandung: ITB.
- [3] Elmunafi, Noordin, Kurniawan. 2015. *Tool Life of Coated Carbide Tool when Turning Hardened Stainless steel under Minimum Lubricant using Castor Oil*. Fakultas teknik mesin. Universitas Teknologi Malaysia.
- [4] Rao, Sreemulu, Mathew. 2014. *Analysis of Tool Life During Turning Operation by Determining Optimal Process Parameters*. Departement of Mechanical Engineering. India.
- [5] Prayadi. 2015. *Analisa Umur Pahat Dengan Variasi Sudut Geram, Kecepatan Dengan dan Tanpa Pendingin*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [6] Nuryanto. 2006. *Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Feeding dan Kedalaman Potong Terhadap Umur Pahat HSS yang Dilapisi AIN-TiN-AIN*. Teknik Mesin UNY
- [7] Aunuddin. 2005. *Statistika: Rancangan dan Analisis Data*. Bogor:IPB;