

ANALISIS PENGARUH VARIASI PENDINGIN MINYAK NYAMPLUNG DAN OLI TERHADAP PARAMETER KEAUSAN PAHAT HIGH SPEED STEEL (HSS) PADA PROSES BUBUT

Dwi Angga Tary Prasetyo¹, Yuni Hermawan², Rahma Rei Sakura², Dedi Dwilaksana², Rudianto³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas, Teknik Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember – Jl. Kalimantan 37 Jember

³Staf Pengajar Jurusan Teknik Konstruksi Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Jember – Jl. Kalimantan 37 Jember
email: yunikaka@unej.ac.id

ABSTRACT

The use of coolant in the machining process aims to reduce the temperature in the cutting area and reduce friction due to friction between the workpiece and the tool which has an impact on the surface quality of the product. Commercial coolants such as Dromus oil use minerals, which are non-renewable and have a negative impact on the environment. Therefore, to overcome this problem, several studies have been carried out to replace or combine commercial coolants with vegetable oils. In this research, an experiment was carried out on the effect of using nyamplung oil as cutting fluid by mixing three different liquids (nyamplung oil, dromus oil, and water) (25%:25%:50%, 20%:30%:50%, and 30%:20%:50%) and the influence of the contribution of Turning machining parameters on tool wear. Machining was carried out on S45C steel using HSS type M2 chisels. This research method uses the Taguchi method orthogonal array L9(3³) with 3 factors (spindle rotation speed, coolant variation, and cutting depth). The results of this experiment show that a coolant composition of 25%:25%:50% (nyamplung oil:dromus oil:water) in 100ml of liquid contributes to reducing tool wear. Based on the average value, it shows that the highest parameter contribution is spindle speed at 60.26%, followed by cutting depth with 29.14% and coolant variation with a contribution of 9.40%.

Keywords: Chisel Wear, Nyamplung Oil, Turning, HSS, S45C

PENDAHULUAN

Proses pemesinan ialah proses produksi dengan membuang beberapa bagian yang tidak dibutuhkan hingga membentuk produk dengan bentuk dan ukuran yang permukaannya baik (El-Hofy, 2013). Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama yang berputar berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara meraut benda kerja tersebut menggunakan pahat potong. Posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak relatif terhadap benda kerja ke kanan/kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan proses pemotongan (Poeng & Sappu, 2021).

Prinsip kerja mesin bubut menggunakan mata pahat untuk memotong atau menyayat benda kerja. Mesin bubut juga menjalankan operasi lain seperti *drilling, boring, tapering*, maupun *threading*. Industri yang ada di Indonesia umumnya menggunakan jenis pahat *High Speed Steel* (HSS). Hal ini dikarenakan jenis pahat yang digunakan memiliki sifat keuletan yang baik dan dapat diasah

kembali agar mata pahat bisa kembali tajam dan biaya produksi dapat ditekan. (Sriyanto, 2012)

Selama proses pemesinan berlangsung, mata pahat mengalami gesekan dengan permukaan benda kerja logam, akibat dari gesekan tersebut, pahat mengalami keausan dan tidak dapat digunakan lagi. Aplikasi cairan pendingin pada proses pemesinan dapat memperbaiki umur pahat sehingga tidak mudah mengalami keausan (Nuri et al., 2019).

Cairan pendingin pada proses pemesinan berfungsi untuk menurunkan temperatur dan pelumasan pada proses pemotongan. Aplikasi cairan pendingin pada proses pemotongan adalah memperbaiki kualitas benda kerja selama proses pemotongan dan juga berfungsi untuk memperbaiki umur pahat sehingga pahat tidak mudah mengalami keausan (Sriyanto, 2012). Cairan pendingin yang umum digunakan adalah *cutting oil*/ oli dromus. Menurut Prayitno, (2015) oli dromus merupakan cairan yang berasal dari mineral yang sifatnya tidak dapat diperbarui. Semakin tinggi tingkat -

pemakaiannya maka akan semakin cepat habis juga ketersediaannya, oleh karena itu dibutuhkan cairan alternatif cairan yang dapat diperbaharui seperti cairan pendingin yang berasal dari minyak nabati yang memiliki kualitas yang setara dengan cairan komersil yang sudah ada (Prayitno, 2015).

Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) merupakan salah satu tumbuhan khas yang banyak dijumpai di pesisir pantai Indonesia. Salah satu bagian tanaman yang saat ini banyak dimanfaatkan adalah biji nyamplung, yang mengandung minyak dengan kadar 40-73% dan dapat menghasilkan minyak hingga 20 ton per hektar per tahun. Tingginya angka produksi minyak nyamplung masih sedikit dimanfaatkan sebagai media pendingin dibandingkan dengan minyak nabati lainnya, sehingga peneliti memilih minyak nyamplung (Setyawardhani et al., 2022).

Variasi cairan pendingin dari minyak nyamplung dan oli dromus diharapkan dapat meminimalkan keausan pahat. Hal tersebut merupakan salah satu tujuan yang ingin dicapai dalam proses bubut. Keausan pahat yang menjadi salah satu indikator kualitas pembubutan. Keausan pahat berkaitan dengan biaya operasional, semakin cepat pahat mengalami aus, maka semakin besar biaya yang harus dikeluarkan.

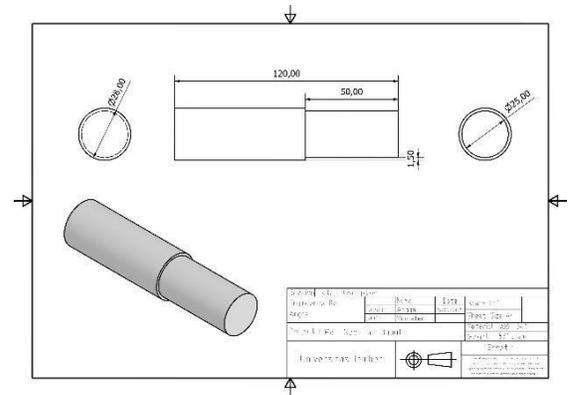
Berdasarkan uraian tersebut, minyak nyamplung memiliki kemungkinan yang baik sebagai cairan pendingin untuk melumasi pemesinan seperti proses bubut.

METODOLOGI

Penelitian ini mengacu pada rancangan metode eksperimen factorial. Rancangan eksperimen tersebut diselesaikan menggunakan metode Taguchi. Penerapan metode Taguchi dalam penelitian yang bersifat eksperimen merupakan metode terbaik karena metode ini dapat menyederhanakan jumlah eksperimen sehingga dapat menekan biaya dan waktu penelitian. Data yang diperoleh dari metode Taguchi ini kemudian akan dikerjakan menggunakan *software* minitab 19 untuk memudahkan dalam menentukan nilai S/N rasio dan grafik respon optimal. Karakteristik yang dipilih adalah *smaller the Better* yang berarti karakteristik kualitas yang semakin rendah nilainya, maka kualitas semakin baik.

Karakteristik *Smaller the Better* ini memungkinkan untuk mendapatkan hasil optimal pada pengukuran nilai keausan yang semakin kecil semakin baik. Keausan yang semakin kecil maka komposisi tersebut merupakan komposisi terbaik

pada penelitian ini. Gambar rancangan desain benda kerja untuk proses pemesinan bisa dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 1. Benda Kerja Proses Pemesinan

Desain eksperimen Taguchi untuk membantu pembuatan data, untuk rancangan yang digunakan adalah matrik orthogonal array $L_9(3^3)$ dengan 3 faktor dan 3 level, meliputi kecepatan putaran spindle (165 rpm, 385 rpm, dan 585 rpm) komposisi cairan nyamplung, dromus, dan air pada tiap 100ml cairan (25:25:50, 20:30:50, 30:20:50), dan kedalaman potong (0,25mm, 0,5mm, dan 0,75mm). Setelah pembuatan desain eksperimen pada matrik orthogonal array, pengujian dilakukan menggunakan bantuan *software* minitab 19 untuk perhitungan nilai ANOVA (*Analysis of Variance*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan cairan pendingin ini dilakukan dengan komposisi yang sudah ditentukan setiap 100ml cairan pendingin. Pengadukan dilakukan dengan menggunakan alat stirer/homogenizer seperti pada Gambar di bawah ini.



Gambar 2. Pembuatan cairan pendingin

Pengadukan dilakukan selama 2 jam pada setiap komposisi cairan pendingin untuk mendapatkan pengadukan yang lebih baik.

Pengukuran Nilai Viskositas

Pengukuran nilai viskositas ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan yang dihasilkan pada setiap masing-masing komposisi. Nilai yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai Viskositas

Variasi Cairan	Kecepatan putaran	Waktu (s)	Nilai viskositas
25:25:50	60 rpm	180	24,57
20:30:50	60 rpm	180	17,60
30:20:50	60 rpm	180	27,43

Data Hasil Pengukuran Keausan Pahat

Pengambilan data keausan dilakukan menggunakan pengamatan mikroskop dengan pembesaran 50x untuk mengamati bagian keausan pada pahat yang berada pada Laboratorium Uji Material Fakultas Teknik Universitas Jember. Replikasi pada setiap kombinasi faktor dilakukan sebanyak 3 kali. Pengamatan dilakukan pada setiap komposisi matrik orthogonal array dengan replikasi 3 kali pada setiap kombinasinya. Nilai keausan pahat HSS tipe M2 pada proses bubut berikut:

Tabel 2. Data Keausan Pahat

No	Faktor Kendali				Data Hasil Pengujian	
	A	B	C	Rep	Ra (µm)	Rata-rata (µm)
1	165	25:25:50	0,25	1	135.29	151.470
				2	158.82	
				3	160.30	
2	165	20:30:50	0,5	1	161.76	166.373
				2	184.42	
				3	152.94	
3	165	30:20:50	0,75	1	222.65	231.450
				2	237.29	
				3	234.41	
4	385	25:25:50	0,5	1	201.47	188.040
				2	189.12	
				3	173.53	
5	385	20:30:50	0,5	1	265.61	268.737
				2	279.71	
				3	260.89	
6	385	30:20:50	0,25	1	214.71	214.907
				2	209.43	
				3	220.58	
7	585	25:25:50	0,5	1	288.98	282.593
				2	287.80	
				3	271.00	
8	585	20:30:50	0,25	1	256.76	250.787
				2	245.88	
				3	249.72	
9	585	30:20:50	0,5	1	271.76	278.570
				2	286.47	
				3	277.48	

Faktor A pada data Tabel diatas merupakan faktor kecepatan putaran spindel, faktor B merupakan faktor komposisi minyak nyamplung, dromus, dan air, dan faktor C merupakan faktor kedalaman potong.

Main Effect Analysis Rata-rata Keausan Pahat

Analisis ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pada level dari setiap faktor. Data yang didapatkan dianalisis untuk mendapatkan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 3. Perhitungan Main Effect Analysis

No	Kode	Rata-rata Level 1	Rata-rata Level 2	Rata-rata Level 3	Selisih	Rank
1	A	183,10	223,89	270,65	87,6	1
2	B	207,37	228,63	241,64	34,3	3
3	C	205,72	211,99	260,92	55,2	2

Analisis ANOVA (Analysis of Variance) Rata-rata Keausan Pahat

Analisis ANOVA merupakan metode statistik untuk memperkirakan besaran kontribusi setiap faktor dan mengetahui pengaruh faktor secara signifikan terhadap keausan pahat hasil eksperimen.

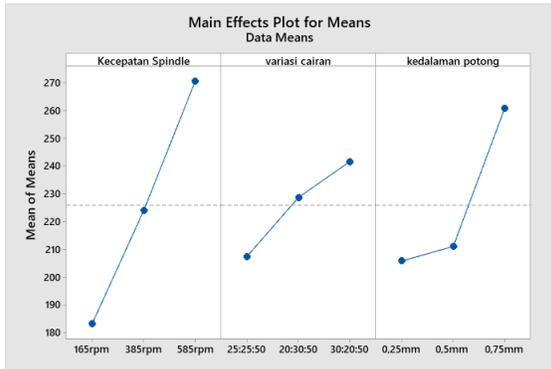
Tabel 4. Analisis ANOVA

Faktor	V	SS	MS	F-Value	P%
A	2	11515,8	5757,9	50,03	60,26
B	2	1796,2	898,1	7,80	9,40%
C	2	5568,7	2784,3	24,19	29,14%
Error	2	230,2	115,1		1,20%
Total	9	19110,9			

Dari data Tabel diatas, selanjutnya dilakukan uji-F untuk mendapatkan kesimpulan dengan pengujian hepotesis. Pengujian hepotesis dan kesimpulan dari Tabel 4 adalah sebagai berikut:
 H_0 : Tidak ada pengaruh faktor terhadap keausan
 H_1 : Terdapat pengaruh faktor terhadap keausan
 Jika hasil perhitungan pada *F-Ratio* diperoleh nilai $F_{(0,05;3;23)}$ pada tingkat kepercayaan 95% adalah 3,03. Pada Tabel 4 di atas dapat dilihat dari parameter kecepatan putaran *spindle*, kedalaman potong, dan variasi cairan memiliki nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} . Hal ini menunjukkan bahwa parameter kecepatan putaran *spindle*, kedalaman potong, dan variasi cairan memiliki pengaruh terhadap keausan pahat HSS M2. Pada Tabel 4 menunjukkan faktor yang paling berpengaruh adalah kecepatan putaran *spindle* dengan persentasi kontribusi 60,26%, diikuti dengan kedalaman potong sebesar 29,14% dan variasi cairan dengan nilai kontribusi 9,40%.

Level Faktor Optimal berdasarkan Rata-Rata Keausan Pahat

Berdasarkan pada Tabel 4, semua faktor memiliki pengaruh terhadap keausan sehingga penentuan level dari setiap faktor disajikan pada grafik dibawah.



Gambar 3. Main Effect Plot rata-rata keausan pahat

Data Hasil Perhitungan S/N Ratio

Pada metode Taguchi, data hasil eksperimen pada S/N Ratio digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh faktor terhadap variabel respon. Perhitungan S/N Ratio bertujuan untuk meminimalkan sensitifitas respon terhadap faktor gangguan. Penelitian ini termasuk ke dalam kategori *smaller the better* karena respon kualitasnya menyatakan semakin kecil nilai keausan pahat maka nilai semakin baik

Tabel 5. Hasil Perhitungan S/N Ratio

No	Faktor Kendali			Data Hasil Pengujian			
	A	B	C	Re p	Ra (µm)	Rata-rata (µm)	S/N Ratio
1	165	25:25:50	0,25	1	135.29	151.470	-43.631
				2	158.82		
				3	160.30 161.76		
2	165	20:30:50	0,5	1	184.42	166.373	-44.449
				2	152.94		
				3	222.65		
3	165	30:20:50	0,75	1	237.29	231.450	-47.292
				2	234.41		
				3	201.47		
4	385	25:25:50	0,5	1	189.12	188.040	-45.501
				2	173.53		
				3	173.53		
5	385	20:30:50	0,5	1	265.61	268.737	-48.590
				2	279.71		
				3	260.89		
6	385	30:20:50	0,25	1	214.71	214.907	-46.647
				2	209.43		
				3	220.58		
7	585	25:25:50	0,5	1	288.98	282.593	-49.027
				2	287.80		
				3	271.00		
8	585	20:30:50	0,25	1	256.76	250.787	-47.988
				2	245.88		
				3	249.72		
9	585	30:20:50	0,5	1	271.76	278.570	-48.901
				2	286.47		

Analisis Main Effect Analysis S/N Ratio

Main Effect Analysis dari nilai S/N Ratio keausan pahat bertujuan untuk mengetahui pengaruh level pada setiap faktor terhadap variabilitas keausan pahat HSS tipe M2. Main Effect Analysis ini menggunakan perhitungan rata-rata nilai S/N Ratio pada setiap level. Hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil perhitungan analisis MEAN S/N Ratio

No	Faktor	Level 1	Level 2	Level 3	Delta	Rank
1	A	-45,12	-46,91	-48,64	3,51	1
2	B	-46,05	-47,01	-47,61	1,56	3
3	C	-46,09	-46,28	-48,30	2,21	2

Dari hasil tersebut, perlu dilakukan konfirmasi dengan Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui kontribusi pada masing-masing faktor terhadap variabilitas respon kualitas keausan pahat.

Analysis of Variance (ANOVA) S/N Ratio

Analysis of Variance (ANOVA) dari S/N Ratio Keausan pahat dilakukan untuk mengkonfirmasi hasil Main Effect Analysis dan pengaruh pada tiap faktor terhadap keausan pahat HSS M2. Dengan perhitungan yang sama pada Analysis of Variance (ANOVA) rata-rata, hasil perhitungan Analysis of Variance (ANOVA) dari S/N Ratio keausan pahat sebagai berikut:

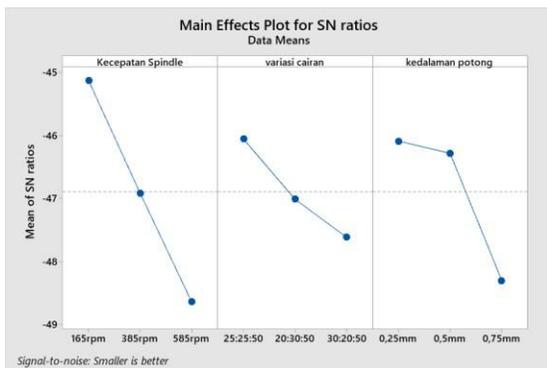
Tabel 7. Hasil perhitungan ANOVA S/N Ratio

Faktor	V	SS	MS	F-Ratio	P%
A	2	18,525	9,623	107,69	58,94
B	2	3,714	1,857	21,59	11,81
C	2	9,021	4,511	52,44	28,70
Error	2	0,172	0,086		0,55
Total	8	31,432			100

Dari hasil ANOVA di atas, dilakukan uji seperti uji F rata-rata keausan pahat. Dengan menggunakan Ftabel untuk kepercayaan 95%. Dengan nilai $F(0,05;3;23)$ sebesar 3.03 menunjukkan bahwa nilai F hitung parameter kecepatan putaran spindle, kedalaman potong, dan komposisi cairan lebih besar dibandingkan nilai Ftabel. Hal ini menunjukkan bahwa parameter kecepatan putar, kedalaman potong, dan variasi cairan memiliki kontribusi terhadap S/N ratio. Pada tabel 4.7 menunjukkan faktor kontribusi terbesar adalah kecepatan putaran spindle dengan nilai kontribusi 58,9% diikuti dengan kedalaman potong sebesar 28,7% dan paling kecil adalah variasi cairan dengan nilai kontribusi sebesar 11,84%.

Level Faktor Optimal berdasarkan S/N Ratio Keausan Pahat

Analysis of Variance (ANOVA) dari S/N Ratio keausan pahat HSS M2 menunjukkan faktor yang signifikan. Untuk mengurangi adanya keausan pahat yang berlebih, didapatkan komposisi yang optimal pada eksperimen ini. Hasil Main Effect Analysis dari S/N Ratio adalah sebagai berikut.



Gambar 4 Main Effect Plot S/N Ratio

Kombinasi Level Faktor Optimal

Kombinasi level faktor yang optimal adalah kombinasi yang memiliki nilai respon kualitas mendekati target atau lebih baik dari target. Untuk mendapatkan kombinasi level faktor optimal, dilakukan penggabungan kombinasi level berdasarkan rata-rata dan nilai S/N Ratio. Dari hasil ANOVA, didapati bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap rata-rata keausan pahat HSS M2 adalah kecepatan putaran spindle, kedalaman potong, dan variasi cairan.

Tabel 8. Kombinasi Level Optimal

Kode	Faktor	Level Optimal	Nilai
A	Kecepatan Putaran Spindle	1	165
B	Variasi Cairan	1	25:25:50
C	Kedalaman Potong	1	0,25

Pembahasan Pengaruh Kontribusi Parameter Terhadap Keausan Pahat HSS tipe M2 Kecepatan Putaran Spindle

Parameter kecepatan putaran spindle memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keausan pahat dengan nilai kontribusi pada nilai rata-rata sebesar 60,26%. Pada nilai dari S/N Ratio nilai kontribusi dari kecepatan putaran spindle sebesar 58,94%. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa meningkatnya kecepatan putaran spindle berpengaruh pada keausan pahat dengan nilai kecil yang diperoleh pada putaran 165 rpm di level 1, diikuti nilai 385 rpm di level 2, dan nilai keausan paling besar level 3 dengan 585 rpm. Nilai tersebut sesuai dengan jurnal acuan penelitian Fahrizal et al., (2022) menjelaskan bahwa nilai minimal keausan pahat diperoleh dengan kombinasi kecepatan putaran spindle paling rendah.

Variasi Komposisi Cairan Pendingin

Variasi cairan memiliki nilai kontribusi paling kecil apabila dibandingkan dengan 2 faktor lainnya. Variasi cairan memiliki nilai kontribusi 11,81%. Komposisi cairan terbaik ada pada kontribusi cairan dengan komposisi 25%:25%:50%, untuk komposisi 20%:30%:50% memiliki nilai keausan tengah, dan keausan paling tinggi terjadi pada komposisi cairan 30%:20%:50%. Hal tersebut terjadi akibat nilai dari viskositas komposisi 25%:25%:50% memiliki nilai diantara kedua komposisi lainnya. Nilai viskositas tersebut memberikan penyemprotan yang lebih baik dan pendinginan yang lebih optimal. Menurut Nuri et al., (2019) viskositas berpengaruh pada kemampuan pada sebuah cairan memberikan pendinginan, semakin rendah nilai viskositas maka pelumasan tidak terjadi dan sulit untuk membentuk lapisan pelumas pada permukaan. Sedangkan pada nilai viskositas yang tinggi akan sulit untuk mengalir menuju zona pemotongan sehingga mengikat geram dan menyebabkan keausan

Kedalaman Potong

Kedalaman potong pada proses bubut memiliki pengaruh pada tingkat keausan pahat HSS tipe M2. Seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4, kenaikan nilai kedalaman potong, mengakibatkan meningkatnya keausan pahat. Kedalaman potong memiliki nilai kontribusi yang cukup signifikan pada peningkatan keausan pahat dengan nilai kontribusi sebesar 29,14% pada nilai rata-rata keausan pahat. Pada nilai dari S/N Ratio didapati nilai kontribusi sebesar 28,70%. Nilai kedalaman potong paling kecil berada pada kedalaman potong 0,25mm, diikuti dengan kedalaman potong 0,5mm, dan nilai keausan paling tinggi berada pada kedalaman potong 0,75mm. Hasil data yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang

sebelumnya dilakukan oleh Fahrizal et al., (2022) bahwa kedalaman potong dengan nilai level paling tinggi memiliki nilai keausan yang lebih besar, sehingga semakin tinggi nilai kedalaman potong, keausan yang terjadi pada pahat semakin besar.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian cairan pendingin pada proses bubut memberikan pengaruh pada keausan pahat. Dengan menggunakan cairan pendingin yang sesuai, maka suhu panas akibat gesekan benda kerja dan pahat bisa diminimalisir. Geram yang diakibatkan pada proses bubut bisa dihilangkan sehingga tidak mengganggu dan memberikan pengaruh pada keausan pahat. Cairan pendingin minyak nyamplung dan oli dromus dengan perbandingan 25%:25%:50% pada 100ml cairan pendingin memiliki nilai keausan yang paling kecil jika dibandingkan dengan komposisi yang lain. Sehingga komposisi tersebut memberikan kontribusi yang baik dan menurunkan nilai keausan pahat.
2. Pada parameter kecepatan putaran *spindle* memiliki nilai kontribusi rata-rata keausan pahat sebesar 60,26% dan terhadap variabilitas (*S/N Ratio*) keausan pahat sebesar 58,94%. Parameter kedalaman potong / *depth of cut* memiliki pengaruh terbesar ke dua dengan nilai kontribusi 29,14% pada rata-rata keausan pahat dan nilai kontribusi sebesar 28,70% pada variabilitas (*S/N Ratio*). Parameter variasi cairan memiliki nilai kontribusi rata-rata keausan pahat sebesar 9,40%, dan nilai kontribusi sebesar 11,81% pada variabilitas (*S/N Ratio*).

DAFTAR PUSTAKA

El-Hofy, H. A. G. 2013. *Fundamentals of Machining Processes: Conventional and Nonconventional Processes*, Second Edition. In *Fundamentals of Machining Processes: Conventional and Nonconventional Processes, Second Edition*.

<https://doi.org/10.1201/b15339>

- Fahrizal, Suprpto, E., Priyono, & Basri. 2022. Optimasi Parameter Pemesinan Untuk Minimasi Keausan Pahat Pada Pembubutan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 10(1), 10–19. <https://doi.org/10.23887/jptm.v10i1.41418>
- Nuri, R., Yarangga, D. M., Sari, N., Jannifar, A., & Sumardi. 2019. Pengaruh Minyak Nabati Dalam Mengurangi Keausan Tepi Pahat Hss Pada Proses Turning. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 3(2). <http://ejournal.pnl.ac.id/index.php/mesinsainsterapan/article/view/1219>
- Poeng, R., & Sappu, F. P. 2021. Pengujian Kecepatan Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Knuth Dm 1000 A. *Jurnal Tekno Mesin*, 7(1), 1–7. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jtmu/index>
- Prayitno, luki agung. 2015. Pengaruh Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Konsumsi Energi Dan Kekasaran Permukaan A1 6061 Pada Proses Bubut Kasar. In *Digital Repository Universitas Jember SKRIPSI*. Universitas Jember.
- Setyawardhani, D. A., Rakhmawati, R., Kaavessina, M., & Danarto, Y. C. 2022. Diversifikasi Pemanfaatan Minyak Biji Nyamplung sebagai Upaya Meningkatkan Nilai Tambah Produksi di CV Plantanesia. *SJurnal SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat)*, 11(1), 76–84. <https://doi.org/10.20961/semar.v11i1.55835>
- Sriyanto, J. 2012. Analisis pengaruh Cairan Pendingin Semisintetik Dan Soluble Oil Terhadap Keausan Pahat High Speed Steel (Hss) Pada Proses End Milling. In *Naskah Publikasi Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.