

## Pengaruh Variasi Cairan Pendingin terhadap Keausan Pahat HSS dan Struktur Mikro Pembubutan Baja ST 42

Gilang Satria Prakosa<sup>1</sup>, Nely Ana Mufarida<sup>2\*</sup>, & Mokh Hairul Bahri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

\*Email: nelyana@unmuhjember.ac.id

### ABSTRACT

*This study aims to determine the effect to coolant variation on the wear level of High Speed Steel (HSS) cutting tools and the microstructural changes after the turning process of ST 42 steel. An experimental method was employed using a conventional lathe. The coolant variations used include: 30% coolant with 70% water, 50% coolant with 50% water, 100% water and dry cutting (no coolant). The cutting parameters were set at a spindle speed of 382 rpm, cutting speed of 30 m/min, feed rate of 0.03 mm/min and depth of cut 1 mm. Tool wear was measured using a caliper and microstructural analysis was conducted using an optical microscope. The result showed that the 50% coolant with 50% water mixture yielded the lowest tool wear (0.2 mm), while the absence of coolant resulted in the highest wear (0.73 mm). Microstructural analysis also indicated that balance coolant mixture was more effective in maintenance the tool's microstructure. The use of coolant effectively reduced tool wear and preserved machining quality during the turning process.*

**Keywords:** tool wear, coolant, HSS, turning, ST 42 steel, microstructure

### PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur saat ini sangat dipengaruhi oleh efisiensi dan kualitas dalam proses pemesinan, khususnya dalam pembubutan. Proses pembubutan merupakan teknik pemesinan yang umum digunakan untuk membentuk komponen-komponen presisi, seperti mur, baut, roda gigi, poros, dan tromol pada industri otomotif dan manufaktur lainnya [1]. Namun, proses ini melibatkan gesekan intens antara pahat dan benda kerja yang mengakibatkan keausan pahat secara progresif. Keausan tersebut akan mempengaruhi efisiensi produksi dan kualitas hasil akhir [2].

Keausan pahat HSS (*High Speed Steel*) menjadi perhatian penting karena berkaitan langsung dengan usia pakai pahat, kualitas permukaan produk, dan biaya operasional [3]. Salah satu cara untuk mengurangi laju keausan pahat adalah melalui penggunaan cairan pendingin yang dapat menurunkan suhu akibat gesekan serta memperkecil gesekan antara alat potong dan benda kerja [4].

Berdasarkan penelitian sebelumnya [5] penggunaan coolant dengan variasi konsentrasi berdampak pada tingkat keausan pahat HSS dalam pembubutan aluminium alloy. Sedangkan. Namun, masih sedikit studi yang membahas pengaruh variasi cairan pendingin terhadap keausan pahat HSS dalam proses pembubutan baja ST 42 material yang banyak digunakan dalam konstruksi karena sifat mekaniknya yang baik dan ketersediaannya yang melimpah [6].

Penelitian-penelitian terdahulu telah menunjukkan pentingnya peran cairan pendingin dalam menurunkan suhu dan memperpanjang usia pahat. Beberapa studi meneliti pengaruh jenis cairan, suhu, dan kecepatan aliran terhadap parameter hasil pembubutan, seperti kekasaran permukaan dan keausan pahat [7]. Namun, sebagian besar fokus pada material seperti aluminium alloy atau baja kelas tinggi, bukan baja ST 42 dengan karakteristik karbon rendah. Selain itu, metode yang digunakan belum banyak mengombinasikan pengukuran keausan secara langsung dengan analisis mikrostruktur pahat pasca pembubutan

### Mesin Bubut

Mesin bubut dalam istilah bahasa Inggris disebut lathe machine, merupakan alat pemesinan yang digunakan untuk memproses pemotongan benda kerja dengan cara menjepit atau mencekam benda kerja pada *chuck*.



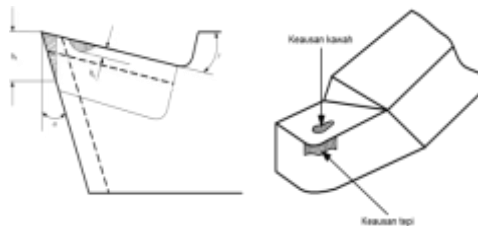
Gambar 1. Mesin Bubut

### Pahat HSS (*High Speed Steel*)

Pahat hss merupakan jenis baja paduan tinggi yang memiliki beberapa unsur paduan utama yakni karbon (C), Tungsten (W), Vanadium (V), Molybdenum (Mo), Cromium (Cr) ataupun Cobalt (Co) [8].

### Keausan Tepi (*Flank Wear*) Dan Keausan Kawah (*Creater Wear*)

Keausan tepi (*flank wear*) merupakan bentuk keausan yang terjadi pada sisi samping (*flank*) alat potong, keausan tepi berdampak lebih besar pada kondisi pemotongan dibandingkan keausan pada bidang geram (kawah), karena mata potong utama bersentuhan langsung dengan permukaan benda kerja yang terpotong [9]. Keausan kawah (*creater wear*) adalah keausan yang terjadi pada permukaan atas (*rake face*) alat potong dan terletak pada area dekat ujung pemotong, keausan kawah disebabkan oleh suhu pemotongan yang tinggi pada bidang kontak antara serpihan dan pahat [10].

Gambar 2. Keausan Tepi (*flank wear*) dan Keausan Kawah (*creater wear*) Sumber: [9]

### Baja ST 42

Baja ST 42 merupakan termasuk baja karbon rendah karena memiliki kandungan 0,2% - 0,25% karbon. Disamping itu baja ST 42 juga memiliki kandungan lain seperti: kandungan besi (Fe) 98,65%, mangan (Mn) 0,80%, silikon (Si) 0,30%, serta termasuk dalam jenis baja konstruksi yang mempunyai kekuatan tarik minimal 42 Kg/ mm<sup>2</sup> sampai 50 Kg/ mm<sup>2</sup> [11]

## METODE PENELITIAN

### Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode penelitian eksperimen, metode eksperimen merupakan suatu metode yang dilakukan dengan cara pengamatan guna mencari data sebab-akibat pada suatu proses penelitian [12].

#### Alat dan Bahan

Pada penelitian ini perlu mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan, Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- |                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| 1. Mesin Bubut Konvensional | 6. Meteran          |
| 2. Material Baja St 42      | 7. Gerinda          |
| 3. Pahat Hss                | 8. Kaca Mata Safety |

4. Jangka Sorong
5. Cairan Pendingin

9. Botol Bekas
10. Gelas Takar

### Variabel Penelitian

1. Variabel tetap  
Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah pahat hss  $\frac{1}{4}$  x 4 bohler dengan sudut  $80^\circ$ , material ST 42 diameter 25 mm panjang 200 mm, putaran spindel 382 rpm, kecepatan potong (Cs) 30 m/menit, kecepatan pemakanan 0,03 mm/menit, kedalaman pemotongan 1 mm dan panjang pemakanan 150 mm. Pemberian cairan pendingin dilakukan secara konstan selama proses pembubutan berlangsung.
2. Variabel bebas  
Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan pendingin dengan 4 variasi yakni, coolant 30% air 70%, coolant 50% air 50% air 100% serta tanpa menggunakan cairan pendingin.
3. Variabel terikat  
Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran keausan pahat menggunakan jangka sorong dan struktur mikro.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Pemotongan

Adapun rumus parameter pemotongan yang telah ditetapkan adalah dibawah ini:

1. Kecepatan potong (Cs) (2.1)

$$C_s = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 382}{1000} = 30 \text{ m/menit}$$

2. Kecepatan pemakanan (F) (2.2)

$$f = \frac{C_s}{1000} = \frac{30}{1000} = 0,03 \text{ mm/menit}$$

$$F = f \cdot n = 0,03 \cdot 382 = 11,46 \text{ mm/menit}$$

3. Kecepatan putaran mesin (Rpm) (2.3)

$$N = \frac{30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 25} = \frac{30.000}{78,5} = 382 \text{ rpm}$$

Tabel 1. Hasil Pengukuran Keusan Pahat

No	Pahat	Panjang awal pahat (mm)	Panjang akhir pahat (mm)	Keausan pahat (mm)	Rata – rata keausan pahat (mm)
1	a. air 70% coolant 30%	101,6	101,3	0,3	0,23
	b. air 70% coolant 30%	101,3	101,1	0,2	
	c. air 70% coolant 30%	101,1	100,9	0,2	
2	a. air 50% coolant 50%	101,6	101,4	0,2	0,2
	b. air 50% coolant 50%	101,4	101,2	0,2	
	c. air 50% coolant 50%	101,2	101	0,2	
3	a. air 100%	101,8	101,2	0,6	0,46
	b. air 100%	101,2	100,9	0,3	
	c. air 100%	100,9	100,4	0,5	
4	a. tanpa pendingin	102,9	102	0,9	0,73
	b. tanpa pendingin	102	101,3	0,7	
	c. tanpa pendingin	101,3	100,7	0,6	
5	Tanpa perlakuan	101,8	101,8	0	0

Pengukuran tingkat keausan pahat dilakukan setelah proses pembubutan menggunakan alat ukur jangka sorong. Data mengenai keausan pahat, baik sebelum maupun setelah pembubutan dicatat untuk menganalisis perbandingan antara keausan dari berbagai variasi cairan pendingin yang digunakan selama proses pembubutan. Proses pembubutan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan guna menemukan data yang keausan yang diinginkan.











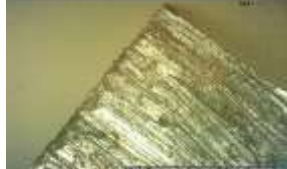

Gambar 3. Grafik Keausan Pahat

Cairan coolant dengan konsentrasi 50% dan air 50% dapat memberikan hasil keausan pahat yang paling rendah dengan rata-rata keausan pahat 0,2 mm, sedangkan cairan coolant dengan komposisi 30% dan air 70% menghasilkan rata-rata keausan pahat 0,23 mm. Cairan dengan komposisi air 100% menghasilkan rata-rata keausan pahat yang lebih tinggi yaitu 0,46 mm, sedangkan tanpa cairan menghasilkan rata-rata keausan pahat yang lebih tinggi yaitu 0,73 mm. Tingkat dari keausan pahat yang terukur menunjukkan hasil perbedaan yang signifikan antara pahat yang menggunakan cairan coolant dengan pahat yang tidak menggunakan cairan coolant dalam proses pembubutan. Pemakaian coolant dengan konsentrasi seimbang menunjukkan hasil yang signifikan dalam mengurangi keausan pahat selama proses pembubutan.

### Hasil Foto Struktur Mikro

Tabel 2. Hasil Struktur Mikro

No	Pahat	Sebelum digunakan	Setelah digunakan
1	air 70% coolant 30%		
2	air 50% coolant 50%		
3	air 100%		

No	Pahat	Sebelum digunakan	Setelah digunakan
4	Tanpa pendingin		
5	Tanpa perlakuan		

Perubahan yang terjadi dari struktur mikro selama proses pembubutan berlangsung menandakan bahwasannya penggunaan coolant dapat memberikan hasil yang optimal untuk melindungi pahat dari kerusakan serta keausan yang disebabkan panas yang berlebih akibat gesekan yang berlangsung selama proses pembubutan. Sedangkan tanpa menggunakan coolant selama proses pembubutan mengakibatkan pahat mengalami keausan, kerusakan retakan mikro dan mengurangi usia pakai pahat.

Variasi perbandingan coolant 50% dan air 50% menunjukkan hasil struktur mikro pahat yang tetap stabil dengan perubahan minimal, perbandingan 30% dan air 70% memberikan hasil yang cukup baik, namun perbandingan coolant dengan air yang tidak seimbang masih kurang efektif, air 100% tanpa menggunakan campuran coolant masih belum mampu memberikan hasil yang optimal dalam melindungi pahat dari keausan, tanpa cairan pendingin pahat mengalami kerusakan struktur mikro yang sangat signifikan dan keausan yang sangat besar dibandingkan variasi cairan pendingin lainnya, hal tersebut dapat mengurangi kualitas dari pahat serta umur pakai yang pendek.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari variasi cairan pendingin dengan komposisi yang berbeda mempengaruhi keausan tepi pahat pada proses pembubutan.
2. Variasi cairan pendingin coolant 50% air 50% memiliki nilai keausan pahat yang paling rendah yakni 0,2 mm, coolant 30% air 70% memiliki nilai keausan 0,23 mm, air 100% dengan nilai keausan 0,46 mm dan tanpa pendingin memiliki nilai keausan paling tinggi yakni 0,77 mm.
3. Hasil uji foto mikro menunjukkan coolant 50% air 50% bentuk struktur mikro pahat tetap stabil dengan perubahan yang sangat minimal, coolant 30% air 70% memberikan hasil yang cukup baik, namun masih kurang efektif. Air 100% masih belum mampu dalam melindungi pahat dari keausan dan struktur mikro meskipun air memberikan dampak pendinginan dibandingkan dengan coolant dengan variasi tertentu.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Fuadzana, A. Mufarida, and M. Hairul Bahri, "Pengaruh Variasi Sudut Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St-42 Effect of Variation of Tool Angle on Surface Roughness of Steel Material-42," *J. Smart Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 2774–1702, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST>
- [2] M. M. Rozaq and I. Iswanto, "Analisa Pengaruh Gerak Makan Dan Putaran Spindel Terhadap Keausan Pahat Pada Proses Bubut Konvensional," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*,

- vol. 2, no. 1, p. 13, 2017, doi: 10.21070/r.e.m.v2i1.842.
- [3] A. R. Gunawan, N. A. Mufarida, and A. Finali, "Pengaruh Variasi Temperatur Pemanas Dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja St 42 the Effect of Temperature and Cooling Media Variation on the Hardness Level of St 42 Steel," pp. 1–8.
- [4] R. Poeng and F. P. Sappu, "Pengujian Kecepatan Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Knuth Dm 1000 a," *J. Tekno Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jtmu/index>
- [5] S. Widiyawati, O. Novareza, D. H. Sulistyarini, and W. W. Putro, "Pengaruh Penggunaan Cairan Pendingin (Coolant) terhadap Keausan Pahat Bubut HSS," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 467–475, 2020, doi: 10.21776/ub.jrm.2020.011.03.19.
- [6] Arfendi, Napitupulu, and N. Pranandita, "Optimasi Material Removal Rate (Mrr) Baja St 42 Pada Proses Cnc Turning Dengan Menggunakan Metode Taguchi," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 73–77, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/jitm/article/view/2809>
- [7] Hariyanto, "Analisa Pengaruh Media Pendingin ( Coolant ) Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Bubut Pada Bahan Aluminium Alloy ( Aa 6061 )," no. 1, pp. 76–83, 2022.
- [8] Qamaruddin and R. H. Rahmanto, "Analisis Kekerasan dan Keausan Pahat Bubut HSS," *J. Tek. Mesin*, pp. 47–50, 2018.
- [9] Anrinal, A. Yanto, and K. Nizam, "The Influence of the Side Rake Angle of the Cut on the Flat Turning Process to Flank Wear of HSS Cutting Tool," *J. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 30–36, 2021, doi: 10.21063/jtm.2021.v11.i1.30-36.
- [10] R. Septiadi and S. Sunarto, "Kinerja Pahat Karbida Berlapis Titanium Aluminium Nitrida ( TiAlN ) pada Pembubutan Kering Baja ASTM A 29 Grade 1038," *J. Polimesin*, vol. 18, no. 2, pp. 74–81, 2020.
- [11] Arfendi, Napitupulu, and N. Pranandita, "Optimasi Material Removal Rate (Mrr) Baja St 42 Pada Proses Cnc Turning Dengan Menggunakan Metode Taguchi," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 73–77, 2021.
- [12] A. Hari Cahyono, N. Ana mufarida, and A. Finali, "Pengaruh Variasi Kecepatan Spindel Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Stainless Steel AISI 304 Pada Proses Frais Konvensional Dengan Metode Taguchi," *J-Proteksion*, vol. 1, no. 2, pp. 7–12, 2017.