

STUDY KEAUSAN MATA PAHAT PADA PROSES PEMBUBUTAN MATERIAL ST 37

Meilani Mandhalena Manurung¹, Nur Fitria Pujo Leksonowati^{2*}, Agung Saputra², Nurman Pamungkas³, Ninda Hardina Batubara¹, Adi Syahputra Purba², Windy Stefani¹, Mufti Fathonah Muvariz⁴

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Metalurgi, Politeknik Negeri Batam

²Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

³Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi, Politeknik Negeri Batam

⁴Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Politeknik Negeri Batam

*Corresponding author: nurfitriapujo@polibatam.ac.id

Article history

Received:

25-03-2024

Accepted:

26-06-2024

Published:

30-06-2024

Copyright © 2024
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tingkat keausan pada tiga jenis pahat *insert* bubut, yaitu CNMG120408-NM4 WPP20, CNMG432-MS3, dan CNMG 150604r-k 4325, dalam kondisi pemotongan yang identik. Variabel kedalaman potongan dan kecepatan *spindle* ditetapkan pada 1,0 mm dan 560 rpm, dengan material yang digunakan adalah besi ST 37. Hasil menunjukkan bahwa CNMG 150604r-k 4325 mengalami kehilangan massa paling besar yakni 0,05 gram, sedangkan CNMG120408-NM4 WPP20 menunjukkan keausan paling rendah dengan nilai 0,02 gram. Faktor-faktor yang mempengaruhi keausan ini meliputi gesekan, temperatur tinggi, kecepatan potong, material yang diproses, dan kondisi pemotongan. Penelitian ini memberikan *highlight* tentang faktor-faktor yang mempengaruhi keausan pada pahat *insert* bubut sehingga dapat dijadikan referensi untuk pemilihan pahat yang tepat untuk meningkatkan efisiensi proses permesinan.

Kata Kunci: CNMG120408-NM4 WPP20, CNMG432-MS3, CNMG 150604r-k 4325, keausan pahat, *insert*

Abstract

This study aims to compare the wear rate of three types of lathe insert tools, namely CNMG120408-NM4 WPP20, CNMG432-MS3, and CNMG 150604r-k 4325, under identical cutting conditions. The depth of cut and spindle speed variables were set at 1.0 mm and 560 rpm, respectively, with the material used being ST 37 steel. The results showed that CNMG 150604r-k 4325 had the largest mass difference with value 0.05 gram, while CNMG120408-NM4 WPP20 showed the lowest wear with value 0.02. Factors influencing this wear include friction, high temperature, cutting speed, processed material, and cutting conditions. This research highlights the factors that influence wear on lathe insert tools, thus it can be used as a reference for selecting the appropriate tool to improve machining process efficiency.

Keywords: CNMG120408-NM4 WPP20, CNMG432-MS3, CNMG 150604r-k 4325, *insert*, tool wear

1.0 PENDAHULUAN

Mesin bubut adalah alat yang memutar dan memotong benda kerja untuk membuat bagian mesin berbentuk silindris. Proses ini melibatkan pemotongan benda kerja yang berputar dengan pahat, menghasilkan bentuk dan dimensi yang lebih kecil dan simetris[1], [2], [3], [4]. Langkah-langkah dalam proses ini termasuk persiapan bahan, penyetelan mesin, dan pemasangan pahat[5]

Dalam proses permesinan, pahat dan benda kerja saling berinteraksi. Benda kerja mengalami pemotongan,

sementara pahat mengalami gesekan dengan permukaan geram yang bergerak dan permukaan benda kerja yang sudah dipotong. Gesekan ini mengakibatkan keausan pada pahat. Keausan ini akan terus bertambah hingga mencapai titik di mana pahat tidak lagi bisa digunakan atau telah rusak. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik keausan ini dikenal sebagai umur pahat (*Tool Life*)[6]. Kecepatan pemotongan yang meningkat dan durasi proses pemesinan yang panjang berkontribusi pada keausan mata pahat. Seiring berjalannya waktu, mata pahat akan mengalami keausan akibat gesekan antara permukaan bidang kontak mata pahat dan benda kerja.

Keausan pada mata pahat yang telah digunakan dalam jangka waktu yang lama memiliki dampak langsung terhadap hasil akhir permukaan dan presisi geometri benda kerja yang dihasilkan[7]. Kecepatan pemotongan yang meningkat dan durasi proses pemesinan yang panjang berkontribusi pada keausan mata pahat. Seiring berjalannya waktu, mata pahat akan mengalami keausan akibat gesekan antara permukaan bidang kontak mata pahat dan benda kerja. Keausan pada mata pahat yang telah digunakan dalam jangka waktu yang lama memiliki dampak langsung terhadap hasil akhir permukaan dan presisi geometri benda kerja yang dihasilkan. Pahat carbida, yang digunakan dalam berbagai proses pemesinan di industri pemotong logam, juga mengalami fenomena ini.

Pahat *insert* sangat berguna dalam industri permesinan karena keunggulannya dalam ketahanan aus, toleransi suhu tinggi, dan presisi geometris, tetapi memiliki kelemahan karena tidak dapat diasah ulang. Keausan pahat, yang didefinisikan oleh ASTM sebagai kerusakan permukaan yang berhubungan dengan hilangnya material, dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk suhu pemotongan, tekanan, dan kondisi pemotongan, dan dapat meningkatkan biaya produksi karena frekuensi pergantian pahat yang tinggi [8], [9], [10].

Material dasar dari pahat Carbida adalah carbida Tungsten (WC+Co) yang dilapisi dengan bahan pelapis seperti Titanium Nitrida (TiN), Titanium Carbida (TiC), Titanium Carbonitrida (TiCN), dan Aluminium Oksida (Al₂O₃). Dhananchezian dan Rajkumar dalam penelitiannya membandingkan keausan dan kekasaran permukaan pada proses bubut kering untuk dua paduan nikel, Nimonic 90 dan Hastelloy C-276, menggunakan *insert* karbida berlapis PVD-TiAlN. Eksperimen dilakukan dengan parameter pemotongan yang sama untuk kedua bahan. Hasil menunjukkan bahwa kekasaran permukaan dan keausan *insert* karbida meningkat seiring dengan peningkatan panjang pemotongan. Nimonic 90 menunjukkan kekasaran dan keausan yang lebih tinggi dibandingkan Hastelloy C-276 pada panjang pemotongan 50 dan 100 mm, tetapi lebih rendah pada 200 mm. Mekanisme keausan dianalisis menggunakan mikroskop elektron scanning[11]. Dalam hal mencegah keausan alat potong, Alexey et al dalam penelitiannya mengeksplorasi pengaruh ketebalan nanolapisan pada lapisan tahan aus yang digunakan untuk melapisi alat potong karbida. Metode FCVAD digunakan untuk mendeposikan lapisan dengan ketebalan yang beragam. Analisis dilakukan pada struktur, kekerasan, ketahanan retak, dan keausan lapisan. Kinerja alat potong berlapis juga diuji dalam proses bubut baja AISI 1045. Hasilnya menunjukkan bahwa ketebalan nanolapisan mempengaruhi berbagai aspek lapisan, dan lapisan dengan ketebalan 16 nm dan 24 nm menunjukkan kinerja terbaik[12].

Dari penelitian yang dilakukan oleh Mohamad Miftakhul Rozaq dan Iswanto menggunakan pahat karbida pada benda kerja baja paduan assab 769, dapat

disimpulkan bahwa keausan pahat akan meningkat seiring dengan peningkatan gerakan makan. Sebaliknya, keausan pahat akan menurun jika gerakan makan berkurang. Selain itu, keausan pahat akan menurun seiring dengan peningkatan putaran spindle, dan akan meningkat jika putaran spindle berkurang[13]. Sementara itu, berdasarkan uji yang dilakukan oleh Hendri Budiman dan Richard Merk menggunakan pahat merk wolframcarb 333x pada benda kerja baja st 60, disimpulkan bahwa penambahan gerak potong pada gerak makan tertentu juga akan menyebabkan peningkatan keausan tepi pahat, sehingga umur pahat akan berkurang[14].

Penelitian sebelumnya telah berfokus pada pengaruh kecepatan pemakanan dan kecepatan putaran spindle terhadap keausan mata pahat. Celah penelitian dengan mempertimbangkan tiga jenis *insert* bubut yang berbeda dan parameter spindle speed 560 rpm dengan kedalaman pemotongan 1mm, panjang pemakanan 50 mm dengan 10 kali pemakanan pertama, kedua, dan ketiga digunakan untuk penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keausan pada tiga jenis pahat bubut dengan proses pengerjaan yang sama.

2.0 METODE

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode penelitian langsung dan melibatkan satu variabel, yaitu kecepatan *spindle* sebesar 560 rpm. Proses ini melibatkan pemotongan dengan kedalaman 1mm dan panjang pemakanan 50mm, yang dilakukan sebanyak 10 kali untuk tiga tahap pemakanan. Selama proses pengujian ini, kami tidak menggunakan coolant. Spesifikasi dan gambar Mesin bubut SU 40 yang digunakan dalam pengujian ini dapat dilihat dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1 .

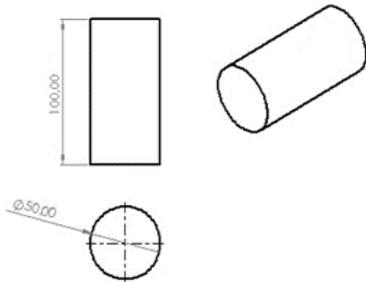
Tabel 1: Spesifikasi Teknis Mesin Bubut SU 40

Technical Data	Unit
Capacity	
Admits between	1000mm/1500mm
Length of gap	190mm
Headstock	
Toper of <i>spindle</i> bore	52mm
Range of spindle speed	16 changes 45-1800 rpm
Spindel nose	D1-6
Spindel bore	No .6 Morse
Fast motion	100 mm/min.
Motor	
Main motor power	2.2/3.3kw(3/4.5HP)
Collant pump power	0,1kw(1,8HP),3HP
Feeds	
Compound rest travel	140mm



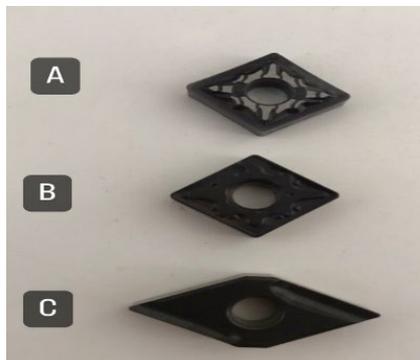
Gambar 1: Mesin Bubut SU 40

Material yang digunakan dalam pengujian ini adalah ST 37 dengan diameter benda kerja 50mm dan panjang 100mm, gambar benda kerja ditampilkan pada gambar 2 di bawah ini. Material ST 37 memiliki komposisi kimia Carbon 0.15%, Phosphorus 0.028%, Mangan 0.60%, Silikon 0.01%, dan Sulfur 0.050%. Material ini memiliki kekerasan tarik 170 hb dan kekuatan tarik antara 650-800N/mm² [15].



Gambar 2: Desain 3D Benda Kerja

Dalam proses pembubutan, digunakan tiga jenis *insert*. *Insert* pertama dan kedua adalah merek Walter dengan jenis CNMG120408-NM4 WPP20 dan CNMG432-MS3 (Gambar A dan B pada gambar 3), keduanya memiliki bentuk layang-layang, empat mata potong per sisi dengan radius 0,8 mm dan sudut 45°, digunakan untuk material *carbon steel*, *alloy steel*, *stainless steel*, dan *high temp alloy*. *Insert* ketiga adalah merek Sandvik jenis CNMG 150604r-k 4325 (Gambar C pada gambar 3), memiliki spesifikasi serupa namun dengan radius 0,7 mm. Detail *insert* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3: *Insert*

Tabel 2. Spesifikasi *insert*

<i>Insert</i>	<i>Kode Insert</i>	<i>Depth of cut(a)</i> (mm)	<i>Feeding(f)</i> (mm/putaran)	<i>Cutting Speed</i> (m/min)	<i>Massa</i> (gram)
CNMG120408-NM4 WPP20	A	1.00-4.00	0,10 -0.30	45-60	8,76
CNMG432-MS3	B	1.00-4.00	0,10 -0.30	45-60	9,16
CNMG 150604r-k 4325	C	1.00-4.00	0,10 -0.30	45-60	14,24

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode langsung, melibatkan satu variabel kedalaman potongan (*depth of cut*) sebesar 1,0 mm, dan kecepatan *spindle* sebesar 560 rpm. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi ST 37, dan pahat yang digunakan adalah *insert* CNMG120408-NM4 WPP20, CNMG432-MS3, dan CNMG 150604r-k 4325. Proses pembubutan dapat dilihat pada gambar 4 yang disertakan di bawah ini.



Gambar 4: Proses Pembubutan



Gambar 5: Material Sebelum Dibubut



Gambar 6: Material Setelah Dibubut

Gambar 5 dan 6 menunjukkan material ST 37 sebelum dan sesudah proses pembubutan. Hasil dari proses pengujian *insert* CNMG120408-NM4 WPP20, CNMG432-MS3, dan CNMG 150604r-k 4325 melibatkan satu variabel yaitu kecepatan *spindle* sebesar 560 rpm dengan kedalaman potongan 1mm, panjang pemakanan 50 mm, 10 kali pemakanan pertama (T10), 10 kali pemakanan kedua (T20) dan 10 kali pemakanan ketiga, (T30) telah disajikan. Proses pengecekan keausan dilakukan menggunakan timbangan digital dengan skala 0.01. Hasil dari proses penelitian dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Hasil Uji Tingkat Keausan Pahat *Insert* Sebelum dan Setelah digunakan

Kode <i>Insert</i>	T 10 (gram)	T20 (gram)	T30 (gram)	Massa <i>insert</i> sebelum (gram)	Massa <i>insert</i> sesudah (gram)	Selisih massa <i>insert</i> (gram)
A	8,76	8,75	8,74	8,76	8,74	0,02
B	9,16	9,14	9,12	9,16	9,2	0,04
C	14,24	14,22	14,19	14,24	14,19	0,05

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa CNMG 150604r-k 4325 memiliki selisih massa paling besar, yaitu 0,05 gram, setelah digunakan untuk 30 kali pemakanan. Ini menunjukkan bahwa pahat ini mengalami kehilangan massa paling besar dibandingkan dengan dua jenis pahat lainnya. Sementara itu, CNMG432-MS3 memiliki selisih massa 0,04 gram dan CNMG120408-NM4 WPP20 memiliki selisih massa paling kecil, yaitu 0,02 gram. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa CNMG120408-NM4 WPP20 adalah pahat yang paling tahan aus.

Keausan pada pahat *insert* bubut ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Gesekan yang terjadi selama proses permesinan antara pahat dengan benda kerja dapat menyebabkan keausan. Selain itu, temperatur tinggi yang dihasilkan dari kontak antara pahat dan benda kerja saat proses pemakanan juga dapat mempercepat keausan pahat. Dalam eksperimen ini, percobaan dilakukan tanpa menggunakan *coolant*, yang dapat mempengaruhi kecepatan keausan. Kecepatan potong dan material yang diproses juga menjadi faktor yang mempengaruhi keausan pahat. Terakhir, kondisi pemotongan seperti

kedalaman potong dan kecepatan *spindle* juga berpengaruh terhadap keausan pahat dalam penelitian ini kedalaman pemakanan 1 mm, sedangkan kecepatan *spindle* 560 rpm.

4.0 KESIMPULAN

Penelitian ini telah dilakukan untuk menganalisis keausan pada tiga jenis pahat *insert* bubut, yaitu CNMG120408-NM4 WPP20, CNMG432-MS3, dan CNMG 150604r-k 4325, dalam kondisi pemotongan yang sama. Dengan menggunakan metode langsung, penelitian ini melibatkan variabel kedalaman potongan sebesar 1,0 mm dan kecepatan *spindle* sebesar 560 rpm. Material yang digunakan adalah besi ST 37. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa CNMG 150604r-k 4325 memiliki selisih massa paling besar, yaitu 0,05 gram, setelah digunakan untuk 30 kali pemakanan, menunjukkan kehilangan massa paling besar. Sementara itu, CNMG432-MS3 memiliki selisih massa 0,04 gram dan CNMG120408-NM4 WPP20 memiliki selisih massa paling kecil, yaitu 0,02 gram, menunjukkan bahwa pahat ini paling tahan aus. Keausan pada pahat *insert* bubut ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk gesekan, temperatur tinggi, kecepatan potong, material yang diproses, dan kondisi pemotongan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Sumbodo, *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2.*, 2nd ed. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan., 2008.
- [2] F. Rahmadiano and Diah Wilis Lestarinings Basuki., "Analisa Putaran *Spindle* dan Kedalaman Potong Terhadap Keausan Pahat Positive dan Negative Rhombic *Insert*." *Jurnal Flywheel*, vol. 8., no. 2, pp. 34–38, 2017.
- [3] Fikrihadi Kurnia, Maharsa Pradityatama, I Gusti Made Bagus Sri Gunartha, I Putu Bayu Pramatha, and I Gusti Ngurah Agung Natria Patraman, "ANALISIS RISIKO KERJA PADA PROSES PEMBUBUTAN MENGGUNAKAN METODE HIRARC WORK RISK ANALYSIS ON TURNING PROCESS USING HIRARC METHOD," *Energi, material and Product Design*, vol. 2, no. 2, pp. 116–120, 2023.
- [4] M.I. Pramadi, H. Suprpto, and R.R. Yanti, "Pencegahan kecelakaan kerja dengan metode Hirarc di perusahaan fabrikasi dan machining," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, 1 (2), vol. 1, no. 2, pp. 98–108, 2020.
- [5] Widarto, *Teknik pemesinan jilid 1 & 2*. Jakarta: Depdiknas, 2008.
- [6] Hendri Budiman and Richard, "Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test," *JURNAL TEKNIK MESIN*, vol. Vol. 9, no. 1, pp. 31–39, Apr. 2007.

- [7] muhammad sobron yamin lubis, abrar riza, john michel, and silvi ariyanti, “analisis pertumbuhan keausan pahat pada pembubutan material mild steel ,” *IRA jurnal teknik mesin dan aplikasinya*, vol. 2, no. 3, pp. 8–14, 2023.
- [8] P. J. Blau, “Fifty years of research on the wear of metals,” *Tribol. Int*, vol. 30, pp. 321–331, 1997.
- [9] H. Akasawa, T. , Hishiguti, “Crater wear mechanism of WCCo tools at high cutting speeds’,” *Wear, Vol. 65*, vol. 65, p. pp.141–150, 1980.
- [10] M. Shaw, *Metal Cutting Principles, 2nd edition*, 2nd ed. New York: New York: Oxford University, 2005.
- [11] Dhananchezian and K. M.; Rajkumar, “ Comparative Study of Cutting Insert Wear and Roughness Parameter (Ra) while turning Nimonic 90 and Hastelloy C-276 by Coated Carbide Inserts. ,” *Materials Today: Proceedings*, , vol. 22, pp. 1409–1416, 2020.
- [12] A. T. V. G. S. S. N. M. F. A. N. S. C. K. N. Vereschaka, “Investigation of the influence of the thickness of nanolayers in wear-resistant layers of Ti-TiN-(Ti,Cr,Al)N coating on destruction in the cutting and wear of carbide cutting tools.,” *Surface and Coatings Technology*, , vol. 385, 2020.
- [13] M. M. , Rozaq and I. Iswanto, “ Analisa Pengaruh Gerak Makan Dan Putaran Spindel Terhadap Keausan Pahat Pada Proses Bubut Konvensional. ,” *REM (RekayasaEnergi Manufaktur) Jurnal*, vol. 2, no. 1, pp. 13–18, 2017.
- [14] H. , Budiman and R. Richard, “ Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test. ,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 31–39, 2007.
- [15] World Material, “ 1.0037 Material St37-2 Steel Equivalent, Properties, Composition, DIN 17100.”