

Pengaruh Kedalaman Pemotongan terhadap Keausan Pahat HSS pada Proses Pembubutan Baja Aisi 1040 Menggunakan CNC Turning

Muhammad Lukman, Sarwi Asri*, Hanif Hidayat
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
Desa Sekaran, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, Jawa Tengah
*E-mail: Sarwiasri@mail.unnes.ac.id

Diajukan: 19-01-2024; Diterima: 18-04-2024; Diterbitkan: 29-04-2024

Abstrak

Proses produksi di industri tidak lepas dari penggunaan mesin perkakas, salah satunya mesin bubut. Mesin bubut dalam penggunaannya membutuhkan pahat potong yang saat ini masih kurang diperhatikan terkait kedalaman pemotongan yang tepat, jika dibiarkan dan dipakai terus-menerus akan terjadi keausan pahat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kedalaman pemotongan terhadap keausan tepi, keausan kawah, dan massa aus pahat. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pahat bubut HSS Bohler Mo Rapid Extra 1200 Molybdenum M2 yang sudah diasah membentuk pahat rata kanan sesuai geomeri dan digunakan untuk proses pembubutan Baja Aisi 1040 sepanjang 100 mm. Proses pembubutan menggunakan variasi kedalaman pemotongan 0,5 mm untuk pahat A, 1 mm untuk pahat B, dan 1,5 mm untuk pahat C dengan V_c dan *feeding* tetap masing-masing sebesar 21 m/min dan 0,02 mm/putaran. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai keausan tepi tertinggi didapat dari pahat C sebesar 0,0302435 mm, kemudian pahat B sebesar 0,0240594, dan pahat A sebesar 0,0175976 mm. Nilai keausan kawah tertinggi didapat dari pahat C sebesar 0,007836 mm, kemudian pahat B sebesar 0,00668 mm, dan pahat A sebesar 0,004416 mm. Nilai massa aus tertinggi didapat dari pahat C sebesar 0,085 gram, kemudian pahat B sebesar 0,057 gram, dan pahat A sebesar 0,039 gram.

Kata kunci: Keausan Pahat; Kedalaman Pemotongan; HSS; Pembubutan

Abstract

The production process in industry cannot be separated from the use of machine tools, one of which is a lathe machine. In its use, a lathe machine requires a cutting tool which currently lacks attention regarding the correct cutting depth, if left untreated and used continuously tool wear will eventually occur. The purpose of this research is to determine the effect of cutting depth on flank wear, crater wear, and tool wear mass. The materials used in this study used HSS Bohler Mo Rapid Extra 1200 Molybdenum M2 lathe chisels that have been sharpened to form a right flat tool according to the geomeri and used for the turning process of Aisi 1040 Steel along 100 mm. The turning process uses variations in depth of cut of 0.5 mm for tool A, 1 mm for tool B, and 1.5 mm for tool C with fixed V_c and feeding of 21 m/min and 0.02 mm/turn respectively. The results of this study show that the highest edge wear value is obtained from tool C of 0.0302435 mm, then tool B of 0.0240594, and tool A of 0.0175976 mm. The highest crater wear value is obtained from tool C of 0.007836 mm, then tool B of 0.00668 mm, and tool A of 0.004416 mm. The highest wear mass value is obtained from tool C of 0.085 grams, then tool B of 0.057 grams, and tool A of 0.039 grams.

Keywords: Tool Wear; Depth Of Cut; HSS; Turning

1. Pendahuluan

Proses produksi di industri manufaktur tidak lepas dalam menggunakan mesin perkakas, salah satunya proses pembubutan yang menggunakan mesin bubut. *Turning machine* atau yang biasa disebut mesin bubut merupakan suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar [1]. Mesin bubut umumnya digunakan untuk memproduksi produk yang berbentuk silinder [2]. Proses pembubutan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor manusia, parameter pemotongan yang digunakan, dan faktor kondisi mesin itu sendiri [3].

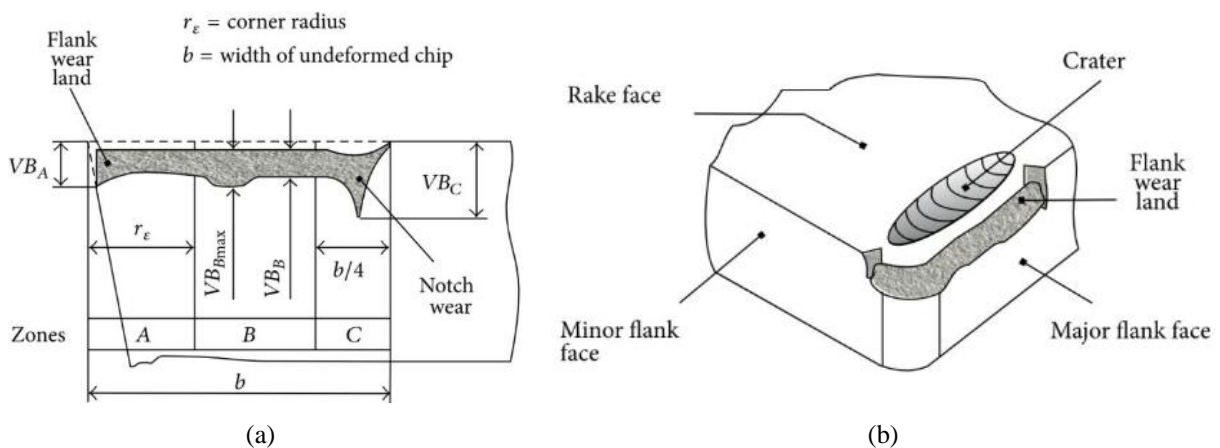
Saat ini dalam industri manufaktur yang dulunya menggunakan mesin bubut konvensional berubah menjadi mesin bubut CNC dengan sistem otomatis mengingat produk yang dihasilkan jauh lebih baik dan cepat [4]. Mesin bubut CNC banyak digunakan dalam industri manufaktur karena lebih mudah dalam pengoperasiannya, lebih efisien, memiliki tingkat kepresisian yang sangat tinggi serta meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja [5]. Dalam operasinya mesin

CNC mampu memproduksi benda kerja yang dalam jumlah banyak dengan kepresisian tingkat tinggi dalam waktu yang singkat [6]. CNC (*Computer Numerically Controled*) didefinisikan sebagai mesin perkakas berbasis komputer yang dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis yang mampu membaca instruksi menggunakan bahasa numerik [7].

Pengoperasian mesin bubut CNC dibutuhkan sebuah pahat potong yang saat ini penggunaannya masih kurang diperhatikan terkait kedalaman pemotongan yang tepat [8]. Kedalaman pemotongan disimbolkan dengan huruf (a) merupakan tebal bagian yang dibuang dari benda kerja [9]. Banyak faktor yang menjadi penyebab keausan pahat, salah satunya kedalaman pemotongan dan temperatur pemotongan [7]. Keausan pahat merupakan hilangnya material pahat akibat gesekan pahat dengan benda kerja sehingga terjadi kerusakan pada permukaan pahat [10]. Dimana material yang hilang merupakan massa aus pahat yang dapat diukur dengan membandingkan massa pahat sebelum dan sesudah digunakan [11]. Keausan pahat ada beberapa jenis diantaranya yaitu, keausan tepi (VB) dan keausan kawah (KT) seperti pada Gambar 1 [7]. Batas keausan tepi untuk pahat HSS sebesar 0,6 mm dan untuk keausan kawah dapat dihitung berdasarkan Persamaan 1 berikut [12].

$$KT_{max} = 0,06 + 0,3f \text{ (mm)} \quad (1)$$

Dimana KT_{max} merupakan batas keausan kawah (mm) dan f merupakan *feeding* (mm/putaran)



Gambar 1. (a) Keausan tepi, (b) Keausan kawah

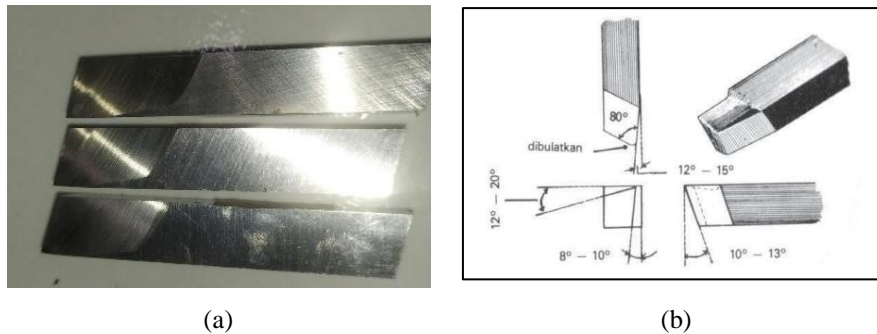
Keausan pahat terjadi karena beban yang bekerja pada pahat, gesekan antara pahat dengan material benda kerja, dan temperatur yang ditimbulkan oleh gesekan [13]. Keausan pahat potong akan memperpendek umur pahat dan berakibat pada penggantian pahat potong, hal ini akan memperlama waktu produksi. dan memperbesar biaya produksi hingga mengalami kerugian mencapai 25% dari biaya produksi [14]. Kedalaman pemotongan yang tepat perlu diperhatikan agar pahat berumur panjang dan tidak mudah mengalami keausan. Sangat penting untuk mengoptimalkan parameter pemotongan seperti kedalaman pemotongan, kecepatan potong, putaran spindel dan *feeding*. demi meminimalisir tingkat keausan dan meningkatkan masa pakai pahat [15].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kedalaman pemotongan terhadap keausan tepi, keausan kawah, dan massa aus pahat pada proses pembubutan baja aisi 1040 menggunakan pahat HSS. Proses pembubutan menggunakan variasi kedalaman pemotongan 0,5 mm untuk pahat A, 1 mm untuk pahat B, dan 1,5 mm untuk pahat C dengan V_c dan *feeding* tetap masing-masing sebesar 21 m/min dan 0,02 mm/putaran.

2. Material dan metodologi

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, Mesin bubut CNC KENT USA KLS-1640, jangka sorong, mikroskop, *bevel protactor*, mesin gerinda, timbangan digital, dan *Surface roughness tester*. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pahat HSS Bohler Mo Rapid Extra 1200 Molibdenum M2 ukuran 3/8" x 1/8" x 4" yang sudah diasah membentuk pahat rata kanan sesuai dengan geometri pahat seperti pada Gambar 2 dan baja aisi 1040 diameter 22 mm yang akan digunakan sebagai benda kerja pada proses pembubutan.



Gambar 2. (a) Pahat HSS, (b) Geometri pahat rata kanan

2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan berupa deskriptif kuantitatif dengan melakukan eksperimen proses pembubutan menggunakan pahat HSS dan mengolah data menggunakan pendekatan kuantitatif dimana variabel diukur dengan angka dan data. Metode penelitian deskriptif kuantitatif merupakan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif untuk memperoleh jawaban dari rumusan masalah [16]. Berikut merupakan prosedur pengambilan data :

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Pengasahan Pahat

Pahat HSS diasah menjadi pahat rata kanan sesuai dengan geometri pada Gambar 1. berikut. Kemudian pahat difoto makro untuk memastikan bahwa geometri pahat harus sama.

3. Proses Pembubutan

Melakukan proses pembubutan baja aisi 1040 menggunakan pahat HSS yang sudah diasah sepanjang 100 mm untuk tiap variasi kedalaman pemotongan. Adapun parameter pembubutan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Parameter Pembubutan

No	Kode Spesimen	Kedalaman Pemotongan (mm)	Cutting Speed (m/min)	Feeding (mm/putaran)	Putaran Spindel (rpm)	Kecepatan Makan (mm/min)	Waktu Pemotongan (min)
1.	Pahat A	0,5	21	0,2	311,065	62,213	1,58
2.	Pahat B	1	21	0,2	318,471	63,694	1,55
3.	Pahat C	1,5	21	0,2	326,238	65,247	1,51

4. Pengujian Keausan

Pengujian keausan pahat yang dilakukan yaitu pengukuran keausan tepi dengan memfoto makro menggunakan mikroskop kemudian ditarik garis lurus dari titik paling ujung pahat sampai titik dimana batas pahat mengalami

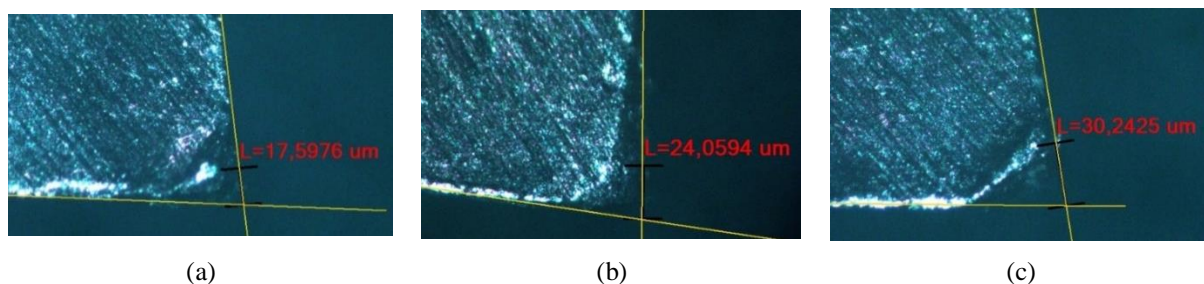
keausan, dan pengukuran keausan kawah menggunakan *surface roughness tester* sesuai standar ISO 3685 tahun 1993 serta mengukur massa aus menggunakan timbangan digital 0,001 gram dengan membandingkan massa pahat sebelum dan sesudah digunakan. Nilai massa aus tersebut merupakan representatif dari keausan pahat [11].

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Data Hasil Uji

Pengujian keausan pahat HSS bertujuan untuk mengetahui pengaruh kedalaman pemotongan terhadap keausan pahat HSS. Pengujian keausan pada penelitian ini dilakukan sebanyak tiga kali yaitu, keausan tepi (VB) keausan kawah (KT) sesuai dengan standar ISO 3685 Tahun 1993, dan pengujian massa aus.

Pengujian keausan tepi pahat bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari kedalaman pemotongan terhadap keausan tepi dimana ketika keausan tepi mencapai 0,6 mm maka masa pakai pahat tersebut sudah habis dan harus diasah ulang ataupun diganti. Profil keausan tepi dapat dilihat pada Gambar 3, untuk hasil dari pengujian keausan tepi ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.



Gambar 3. (a) Keausan tepi pahat A, (b) Keausan tepi pahat B, (c) Keausan tepi pahat C

Tabel 2. Data Hasil Uji Keausan Tepi (VB)

Kode Spesimen	Kedalaman Pemotongan (mm)	Nilai Keausan Tepi (mm)
Pahat A	0,5	0,0175976
Pahat B	1	0,0240594
Pahat C	1,5	0,0302425
Standar ISO 3685-1993		0,6 mm

Pengujian keausan kawah pahat bertujuan untuk melihat pengaruh kedalaman pemotongan terhadap keausan kawah dengan cara mengukur kekasaran permukaan pahat menggunakan *surface roughness tester*. Hasil dari pengujian keausan tepi ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data Hasil Uji Keausan Kawah (KT)

Kode Spesimen	Kedalaman Pemotongan (mm)	Nilai Keausan Kawah (mm)
Pahat A	0,5	0,004416
Pahat B	1	0,006680
Pahat C	1,5	0,007836
Standar ISO 3685-1993		0,12 mm

Pengujian massa aus dilakukan dengan cara menimbang massa pahat sebelum dan sesudah digunakan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,001 gram kemudian membandingkan massa pahat sebelum dan sesudah digunakan. Hasil dari pengujian massa aus ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

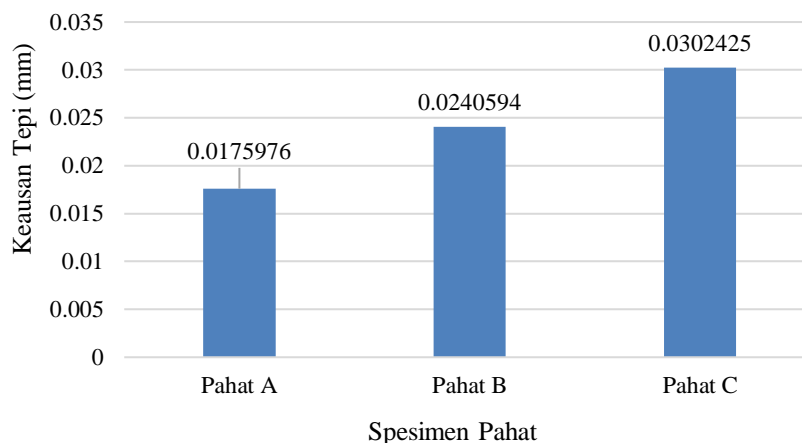
Tabel 4. Data Hasil Uji Massa Aus

Kode Spesimen	Kedalaman Pemotongan (mm)	Massa Pahat Sebelum Digunakan (gram)	Massa Pahat Sesudah Digunakan (gram)	Massa Aus (gram)
Pahat A	0,5	34,380	34,341	0,039
Pahat B	1	35,811	35,754	0,057
Pahat C	1,5	35,488	35,403	0,085

3.2. Analisis Keausan Pahat

1. Analisis Keausan Tepi (VB)

Keausan tepi disimbolkan dengan huruf VB merupakan keausan yang terjadi pada bidang utama pahat yang dipengaruhi oleh parameter pembubutan, salah satunya kedalaman pemotongan. Pengaruh kedalaman pemotongan terhadap keausan tepi dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.

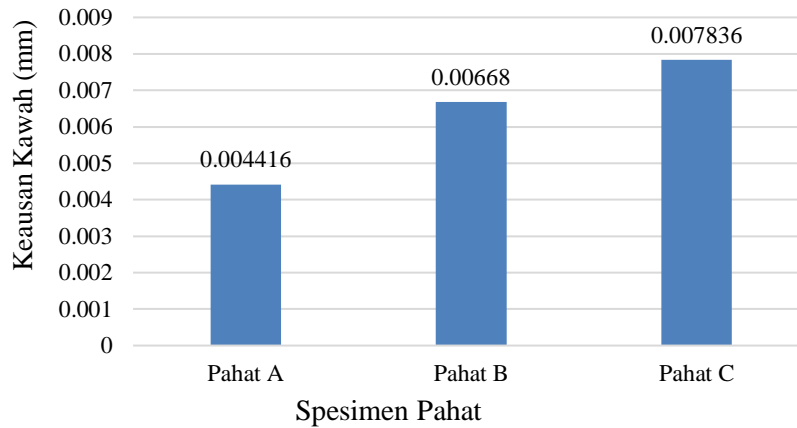


Gambar 4. Pengaruh kedalaman pemotongan terhadap keausan tepi

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa ada perbedaan nilai keausan tepi pada tiap kedalaman pemotongan. Nilai keausan tepi tertinggi didapatkan dari pahat C sebesar 0,0302425 mm, kemudian pahat B sebesar 0,0240594 mm, dan pahat A sebesar 0,0175976 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai keausan tepi pahat masih dibawah standar ISO 3685-1993 dengan batas keausan kawah sebesar 0,6 mm. Perbedaan nilai keausan tepi disebabkan karena pada setiap kedalaman pemotongan yang berbeda terdapat temperatur yang berbeda akibat dari gesekan pahat dengan benda kerja.

2. Analisis Keausan Kaawah (KT)

Keausan kawah merupakan keausan yang terjadi pada muka pahat dengan adanya pembentukan kawah akibat dari gesekan serpihan sepanjang muka pahat yang dipengaruhi oleh parameter pembubutan, salah satunya kedalaman pemotongan. Pengaruh kedalaman pemotongan terhadap keausan kawah dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.

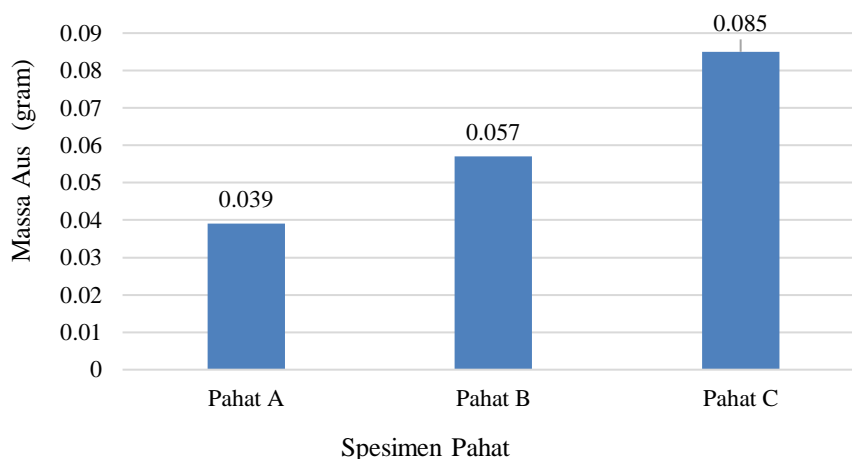


Gambar 5. Pengaruh kedalaman pemotongan terhadap keausan kawah

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa ada perbedaan nilai keausan kawah pada tiap ketebalan pemotongan. Nilai keausan kawah tertinggi dari penelitian ini didapatkan dari pahat C sebesar 0,007836 mm, kemudian pahat B sebesar 0,00668 mm, dan pahat A sebesar 0,004416 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai keausan kawah pahat masih dibawah standar ISO 3685-1993 dengan batas keausan kawah sebesar 0,12 mm berdasarkan perhitungan dari Persamaan 1. Perbedaan nilai keausan kawah disebabkan karena pada setiap kedalaman pemotongan yang berbeda terdapat temperatur yang berbeda akibat dari gesekan *chip* di sepanjang permukaan pahat.

3. Analisis Massa Aus

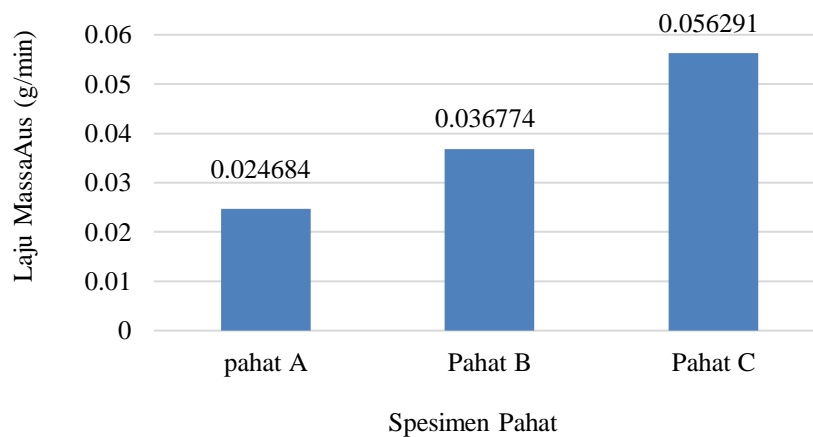
Massa aus atau massa yang hilang dari pahat merupakan representatif dari keausan pahat. Pengaruh kedalaman pemotongan terhadap massa aus dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Pengaruh kedalaman pemotongan terhadap massa aus

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa ada perbedaan nilai keausan kawah pada tiap ketebalan pemotongan. Nilai massa aus tertinggi didapatkan dari pahat C dengan massa yang hilang sebesar 0,085 gram, kemudian pahat B dengan nilai massa aus sebesar 0,057 gram, dan pahat A dengan massa aus sebesar 0,039 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai massa aus dari setiap spesimen. Perbedaan massa aus disebabkan karena pada setiap

kedalaman pemotongan yang berbeda terdapat temperatur yang berbeda akibat dari gesekan pahat dengan benda kerja. Massa aus pahat tidak lepas dari Laju massa aus dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Laju massa aus

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa ada perbedaan nilai laju massa aus pada tiap ketebalan pemotongan. Laju massa aus tertinggi didapatkan dari pahat C dengan laju massa aus sebesar 0,056291 gram/min., kemudian pahat B dengan laju massa aus sebesar 0,036774194 gram/min, dan pahat A dengan laju massa aus sebesar 0,024684 gram/min. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan laju massa aus dari setiap spesimen. Perbedaan ini disebabkan karena adanya perbedaan massa aus dan waktu pemotongan akibat dari perbedaan kedalaman pemotongan.

4. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kedalaman pemotongan berpengaruh terhadap keausan tepi, keausan kawah, dan massa aus pahat. Dibuktikan dengan meningkatnya nilai keausan tepi, keausan kawah dan massa aus pahat seiring dengan meningkatnya kedalaman pemotongan. Peningkatan kedalaman pemotongan akan menyebabkan terjadinya keausan pahat lebih besar karena bidang gesekan antara pahat dan benda kerja meningkat.

Daftar Pustaka

- [1] R. M. Ratlalan, "Variasi Kecepatan Putaran Dan Kedalaman Gaya Potong Mesin Bubut Gedee Weiler LZ 330 G Terhadap Permukaan Baja Karbon ST 37," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 3, pp. 113–120, 2019.
- [2] Y. L. Kelen, A. M. Idkhan, and B. Anwar, "Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Nilai Kekasaran Hasil Pembubutan Baja St 37," *Mech. Eng.*, pp. 1–14, 2020.
- [3] A. Rosandi, W. Sumbodo, H. Yudiono, and K. Kunci, "Analisi Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Terhadap NNilai Kekasaran Permukaan Dan Getaran Pada Pembtban Silindris Material Baja ST 60," *Jim*, vol. 3, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [4] M. Nasution and A. Bakhori, "Pengaruh Kecepatan Pemakanan Potong Terhadap Keausan Sisi Mata Pahat Insert Lamina Tnmgl60404NN," *SEMNASTEK UISU*, pp. 188–194, 2021.
- [5] T. Ejieji, S. M. Adedayo, O. W. Bello, and S. Abdulkareem, "Effect of machining variables and coolant application on HSS tool temperature during turning on a CNC lathe," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 413, no. 1, pp. 1–9, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/413/1/012004.

- [6] W. Sumbodo, *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2*, Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [7] M. D. Zilewu and M. R. Harahap, “Pengaruh Kecepatan Pemakanan Terhadap Keausan Sisi Mata Pahat (VB) Karbida PVD Berlapis Menggunakan Pembubutan Kering,” *Pist. (Jurnal Ilm. Tek. Mesin Fak. Tek. UISU)*, vol. 6, no. 1, pp. 33–40, 2021.
- [8] A. Mursyid, “Pengaruh tebal pemotongan terhadap keausan pahat karbida pada pembubutan baja aisi 1045 menggunakan mesin bubut CNC QTN 100 U,” Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta, 2020.
- [9] Widarto, *Kompetensi Operator Mesin Perkakas*, vol. 21, no. 1. Yogyakarta: Leutika Nouvalitera, 2008.
- [10] N. Hayati, T. Hidayat, and G. R. Pamungkas, “Nur Hayati 1) , Taufiq Hidayat 2) , Gilang Rimba Pamungkas 3),” *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [11] F.- Manta, H. Dwi Haryono, and R. Fikri Wirayudha, “Pengaruh Tingkat Kecepatan Putaran Spindel Bubut terhadap Pahat dan Permukaan Pada Baja ST41,” *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 10, no. 2, pp. 109–116, 2022, doi: 10.32487/jtt.v10i2.1527.
- [12] Norma ISO 3685, “Tool Life With Single Point Turning Tools.” Switzerland: International Organization for Standardization, pp. 1–53, 1993.
- [13] A. Nuryanto and Sutopo, “Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Feeding dan Kedalaman Pemotongan Terhadap Umur Pahat HSS yang Dilapis AlN-TiN-AlN,” Universitas Negeeri Yogyakarta, 2006.
- [14] J. E. Caballero and E. D. V Nino, “Wear Evaluation of Flank in Burins of High Speed Steel Modified With Titanium Ions,” *IOP Conf. Ser. J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 935, no. 1, pp. 1–5, 2023.
- [15] I. P. Okokpujie *et al.*, “Experimental and Mathematical Modeling for Prediction of Tool Wear on the Machining of Aluminium 6061 Alloy by High Speed Steel Tools,” *Open Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 461–469, 2017, doi: 10.1515/eng-2017-0053.
- [16] R. W. D. Paramita, N. Rizal, and R. B. Sulistyam, *Metode Penelitian Kuantitatif*, Edisi 3. Lumajang: Widya Gama Press, 2021.