

ANALISIS KEAUSAN ALAT POTONG DENGAN VARIASI KEDALAMAN POTONG DAN KECEPATAN SPINDEL PADA PROSES PEMBUBUTAN MATERIAL S45C

Ahmad Angger Muzaky¹, Priyagung Hartono², Unung Lesmanah³

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Malang, Jl. Letjen. M.T. Haryono No. 193 65144 Kota Malang
Jawa Timur

e-mail : ang2erzaky@gmail.com

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Malang, Jl. Letjen. M.T. Haryono No. 193 65144 Kota Malang
Jawa Timur

e-mail : priyagung@unisma.ac.id

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Malang, Jl. Letjen. M.T. Haryono No. 193 65144 Kota Malang
Jawa Timur

e-mail : ununglesmanah@unisma.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menginvestigasi dampak luaran dari fluktuasi kedalaman pemotongan substansial dan parameter kecepatan rotasi sumbu utama terhadap degradasi mata pahat dalam operasi pemesian bubut terhadap substrat baja karbon S45C, dengan memanfaatkan alat potong karbida tipe sisipan DCMT 070204EN. Pelaksanaan eksperimental melibatkan manipulasi sistematis terhadap parameter kedalaman pemotongan (mencakup nilai 0,5 mm, 0,6 mm, dan 0,7 mm) dan kecepatan rotasi sumbu utama (pada tingkat 90 Rpm dan 110 Rpm). Evaluasi abrasi dilakukan dengan memanfaatkan mikroskop optik yang diperbesar 300 kali, dikombinasikan dengan penggunaan perangkat lunak Dino-Lite. Observasi empiris mengindikasikan bahwa pada resolusi rotasi spindel 90 putaran per menit (Rpm), tingkat abrasi terintensif tercatat pada kedalaman pemotongan 0,7 milimeter (dengan nilai rata-rata 1.042,81 mikrometer, μm). Sebaliknya, pada kecepatan 110 Rpm, tingkatan abrasi terparah ditemukan pada kedalaman pemotongan 0,5 milimeter (dengan nilai rata-rata 1.273,08 μm). Implementasi analisis regresi linier menghasilkan koefisien determinasi sebesar 12%, suatu indikator bahwa kontribusi variabel independen terhadap fenomena abrasi sangat terbatas. Selanjutnya, melalui aplikasi uji ANOVA dua arah, ditemukan bahwa baik kedalaman pemotongan, kecepatan spindel, maupun efek interaksi di antara kedua faktor tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap tingkat keausan alat potong. Temuan dari studi ini berpotensi memberikan panduan krusial bagi sektor manufaktur dalam rangka penyempurnaan parameter proses pemesian guna meminimalkan degradasi alat potong dan mendorong peningkatan efisiensi operasional.

Kata Kunci : Kedalaman Potong, Keausan Alat Potong, Baja S45C.

ABSTRACT

This study investigates the impact of substantial fluctuations in depth of cut and principal axis rotation speed parameters on tool edge degradation in turning operations of S45C carbon steel substrates, using DCMT 070204EN insert type carbide cutting tools. The experimental implementation involves systematic manipulation of the depth of cut parameters (including values of 0.5 mm, 0.6 mm, and 0.7 mm) and principal axis rotation speed (at 90 Rpm and 110 Rpm levels). Abrasion evaluation was performed using an optical microscope magnified 300 times, combined with the use of Dino-Lite software. Empirical observations indicate that at a spindle rotation resolution of 90 revolutions per minute (Rpm), the most intensive abrasion level was recorded at a depth of cut of 0.7 millimeters (with an average value of 1,042.81 micrometers, μm). In contrast, at a cutting speed of 110 rpm, the worst abrasion level was found at a cutting depth of 0.5 millimeters (with an average value of 1,273.08 μm). The implementation of linear regression analysis resulted in a coefficient of determination of 12%, an indicator that the contribution of the independent variables to the abrasion phenomenon is very limited. Furthermore, through the application of a two-way ANOVA test, it was found that neither the

cutting depth, spindle speed, nor the interaction effect between the two factors had a statistically significant effect on the level of cutting tool wear. The findings of this study have the potential to provide crucial guidance for the manufacturing sector in order to improve machining process parameters to minimize cutting tool degradation and encourage increased operational efficiency.

Keywords : Depth of Cut, Cutting Tool Wear, S45C Steel.

PENDAHULUAN

Sektor manufaktur kontemporer dihadapkan pada kendala signifikan dalam merekayasa kualitas produk superior pada operasi pembubutan. Kendala ini utamanya berakar pada masalah keausan instrumen pemotong, yang berdampak langsung pada efektivitas siklus produksi serta pengeluaran operasional. Fenomena degenerasi pahat muncul dari interaksi multifaset, baik secara mekanis maupun termal, antara elemen pahat dan objek kerja selama fase pemesinan. Konsekuensi dari degenerasi ini adalah penurunan masa pakai instrumen pemotong dan degradasi kualitas lapisan permukaan yang dihasilkan. Baja karbon jenis S45C, yang dicirikan oleh konsentrasi karbon kira-kira 0,45% dan sering kali berperan sebagai material esensial dalam fabrikasi komponen mesin, terindikasi sangat rentan terhadap keausan pahat apabila parameter-parameter yang mengatur proses pemesinan tidak diaplikasikan secara optimal.

Riset terdahulu, yang terpublikasi oleh Setiawan dkk. (2021) serta Manta dkk. (2023), senada mengindikasikan pengaruh substansial dari kedalaman pemotongan dan kecepatan putaran sumbu terhadap degradasi alat potong serta tingkat kekasaran permukaan. Kendati demikian, investigasi yang terperinci pada material S45C dengan konfigurasi parameter yang spesifik masih belum banyak dijumpai. Dengan demikian, riset ini mengarahkan fokusnya pada evaluasi keausan instrumen pemotong melalui manipulasi berbagai kedalaman pemotongan (mencakup 0,5 mm, 0,6 mm, dan 0,7 mm) serta variasi kecepatan spindle (pada 90 Rpm dan 110 Rpm) dalam operasi pembubutan muka (facing), memanfaatkan pahat karbida jenis insert DCMT 070204EN sebagai medium pengujian.

METODE

Penelitian ini mengadopsi metodologi eksperimental yang mengedepankan paradigma kuantitatif. Prosedur pemesinan bubut dilaksanakan dengan memanfaatkan mesin bubut konvensional, menerapkan teknik facing pada spesimen baja S45C yang memiliki konfigurasi silindris dengan dimensi diameter 30 mm dan panjang 400 mm. Parameter independen yang dimanipulasi meliputi kedalaman pemotongan (0,5 mm, 0,6 mm, 0,7 mm) serta kecepatan spindle (90 Rpm dan 110 Rpm). Sementara itu, parameter dependen yang diukur adalah tingkat keausan pahat potong, yang

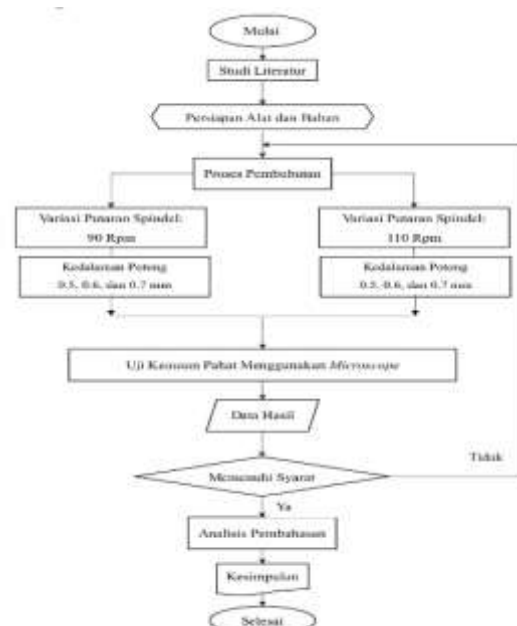
dinyatakan dalam satuan mikrometer (μm). Analisis terhadap degradasi alat potong dilaksanakan dengan memanfaatkan mikroskop optik berefisiensi tinggi yang diperbesar 300 kali lipat, terintegrasi dengan perangkat lunak Dino-Lite, dengan fokus pengukuran pada zona keausan sisi terdepan pahat (flank wear).

Bahan Penelitian

Tahap awal dalam pelaksanaan studi ini melibatkan serangkaian persiapan instrumen dan material yang esensial untuk proses pembubutan baja S45C menggunakan pahat karbida, dengan konfigurasi kedalaman pemotongan yang divariasikan:

1. Alat Penelitian
Terdiri dari mesin bubut tipe konvensional,udukan pahat (tool holder), alat ukur vernier (jangka sorong), mikroskop, sikat pembersih, serta perlengkapan pelindung mata (kacamata safety).
2. Bahan Penelitian
Meliputi spesimen baja S45C dan insert pahat karbida tipe DCMT 070602EN.

Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian Keausan

Evaluasi abrasi dilaksanakan terhadap delapan belas spesimen, menghasilkan nilai rerata sebagai berikut:

1. Pada putaran n : 90 Rpm: Magnitudo abrasi maksimum teramati pada $a = 0,7$ mm ($1042,81 \mu\text{m}$), dengan nilai minimum tercatat pada $a = 0,5$ mm ($692,95 \mu\text{m}$).
2. Pada putaran n 110 Rpm: Tingkat abrasi tertinggi terdeteksi pada $a = 0,5$ mm ($1273,08 \mu\text{m}$), sementara nilai terendah tercatat pada $a = 0,6$ mm ($881,67 \mu\text{m}$)

Analisis grafis dari data abrasi memperlihatkan tren yang bervariasi, di mana pada skala 90 Rpm, insiden abrasi menunjukkan augmentasi seiring dengan peningkatan parameter a , kontras dengan kondisi pada 110 Rpm di mana abrasi mengalami degradasi pasca mencapai nilai $a = 0,5$ mm. Hal ini disebabkan oleh peningkatan gesekan dan suhu pada a yang lebih besar, yang mempercepat keausan abrasif dan difusi.

Analisis Regresi Linier

Persamaan regresi : $Y = 920,14 + 9,70X_1 + 123X_2$, dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,12$. Ini menunjukkan bahwa hanya 12% variasi keausan dijelaskan oleh X_1 (n) dan X_2 (a), sedangkan 88% dipengaruhi faktor lain seperti suhu, pelumasan atau geometri pahat. Pada 90 Rpm, keausan meningkat linier ($Y = 174,93x + 498,4$, $R^2 = 0,9636$), sedangkan pada 110 Rpm menurun ($Y = 150,33x + 1343$, $R^2 = 0,5384$).

Analisis Uji Anova

Hasil Anova

1. Nilai F yang dihitung untuk n sebesar 2,51 lebih kecil daripada nilai F tabel yang sebesar 4,75, menunjukkan bahwa perbedaan ini tidak signifikan secara statistik.
2. Nilai F yang dihitung untuk a sebesar 0,68 lebih kecil daripada nilai F tabel yang sebesar 3,89, mengindikasikan bahwa perbedaan ini juga tidak signifikan secara statistik.
3. Nilai F yang dihitung untuk interaksi sebesar 2,60 lebih kecil daripada nilai F tabel yang sebesar 3,89, menyiratkan bahwa efek interaksi ini tidak signifikan secara statistik.

Hal ini mengindikasikan bahwa variasi parameter n , a , serta interaksi antara keduanya tidak memberikan dampak yang berarti terhadap tingkat keausan, yang mungkin disebabkan oleh keterbatasan rentang variasi yang diterapkan atau

adanya pengaruh dari faktor eksternal, seperti getaran mesin dan elemen lainnya.

KESIMPULAN

Studi ini menyimpulkan bahwa, berdasarkan analisis ANOVA, fluktuasi pada kedalaman pemotongan dan kecepatan spindel tidak secara signifikan memengaruhi keausan alat potong dalam proses pembubutan material S45C. Akan tetapi, observasi terhadap pola keausan menunjukkan kecenderungan peningkatan pada putaran 90 Rpm seiring dengan bertambahnya kedalaman pemotongan, sementara pola tersebut tampak tidak konsisten pada putaran 110 Rpm. Analisis regresi mengungkap bahwa kontribusi variabel independen hanya sebesar 12%, yang menyiratkan esensialnya pertimbangan faktor-faktor lain, seperti kondisi pelumasan atau desain geometri pahat. Rekomendasi untuk investigasi lebih lanjut meliputi perluasan jangkauan variasi parameter dan penambahan variabel seperti temperatur pemotongan guna memperoleh hasil yang lebih holistik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agustriyana, L., Sarjiyana, S., & Suyanta, S. (2019). Pengaruh Pengelasan GTAW Pada Logam Bimetal Plat Baja Karbon Rendah Dan Stainless Steel Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las.
2. Anang Ansory. (2015). Pengaruh Kecepatan Potong dan Mekanik Terhadap Umur Pahat Pada Pemesinan Freis Paduan Magnesium.
3. Burrahman Muji et al. (2024). Pengaruh Variasi Putaran Spindel Dan Kedalaman Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 4340 Pada Proses Bubut Konvensional.
4. Elbi Wiseno & Muhamad Aldi Irwandi. (2023). Pengaruh Austenitasi Baja S45C Pada Suhu 750°C Dan Queching Dengan Media Suhu Ruang, Air Dan Oil. Jurnal Cakrawala Ilmiah, 2(11), 4429–4446.
5. Girsang, R. J. et al. (2023). Kajian Optimasi Metode SPSS Keausan Pahat Peripheral Milling Kering Pada Baja AISI 4140. 4(1).
6. Husni Tarmizi et al. (2020). Pengaruh Jenis Pahat Dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses Pembubutan Terhadap Kekasaran Permukaan AISI 4340.
7. Lukman et al. (2024). Pengaruh Kedalaman Pemotongan Terhadap Keausan Pahat HSS Pada Proses Pembubutan Baja Aisi 1040 Menggunakan CNC Turning. Jurnal Rekayasa Mesin, 19(1).
8. Manta, F., Qalbi, C., & Basith, R. A. (2023). Analisis Proses Pembubutan AISI

- 1020 Pada Kekasaran Permukaan Material Dan Keausan Pahat. *JMEMME*, 7(1).
9. Permana Dimas & Syahbuddin. (2022). Penanaman Mata Pahat Carbide Pada Baja High Speed Steel. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(1).
 10. Prayitno, D., & Fikri, A. I. (2020). Pengaruh Kuat Arus Pengelasan GTAW Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah. 1(1), 31–36.
 11. Rathod, K. B., & Lalwani, D. I. (2018). Modeling of Flank Wear Progression for Coated Cubic Boron Nitride Tool During Hard Turning of AISI H11 Steel. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 6692–6701.
 12. Rochim, T. (1993). *Teori Dan Teknologi Proses Pemesinan*.
 13. Sardjono, K. K. (2012). Pengaruh Hardening Pada Baja JIS G 4051 Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro.
 14. Setia Budi, R., & Dwipayana, H. (2020). Analisa Kekasaran Permukaan Material Aluminium Pada Proses Pembubutan Dengan Mesin Bubut BV-20.
 15. Setiawan, B., Hartono, P., & Lesmanah, U. (2021). Analisis Keausan Pahat Dengan Menggunakan Metode Audio Signal Pada Pembubutan Baja ST42.
 16. Sholeh, M., Rizki Fadillah, M., & Muslimin. (2021). *Jurnal Mekanik Terapan* Optimalisasi Proses Manufaktur Pipa Koil Menggunakan Mesin Bubut Konvensional.
 17. Sianipar, S. N., Nasution, K., & Haramaini, T. (2024). Perancangan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Material Bubut Terbaik Menggunakan Metode AHP. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 3(1), 85–91.
 18. Suhartono, R. (2016). Geometri Pahat Bubut HSS Pada Proses Membubut Muka Poros Baja Karbon Rendah Dari Hasil Pemotongan Menggunakan Las Oxy-Acetylen.
 19. Sunarto & Mawarni, S. (2017). Studi Pahat Karbida Berlapis (TiAlN/TiN) Pada Pembubutan Kering Kecepatan Potong Tinggi Bahan Paduan Aluminium 6061. 07(2).
 20. Tauviquirrahman, M. et al. (2018). Pengaruh Proses Pembubutan Muka (Facing) Pada Arah Forward Dan Backward Terhadap Besarnya Defleksi Yang Terjadi Serta Daya Pemesinan Yang Dibutuhkan. 20(3).