

Carbide Tool Wear Analysis for Manufacturing Aisi 4140 Alloy Steel with 2D/3D Deform Simulation in PT Rejeki Sekawan Abadi

Analisis Keausan Pahat Karbida Untuk Membubut Baja Paduan Aisi 4140 Dengan Simulasi *Deform* 2D/3D di PT Rejeki Sekawan Abadi

Bayu Susilo, Anis Siti Nurrohkayati*

Corresponding Author: asn826@umkt.ac.id

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
Jl. Ir. H. Juanda No. 15, Sidodadi, Kec. Samarinda Ulu, Samarinda, Kalimantan Timur 75124

Abstract. *The lathe process is a machining process that is most widely used and is very commonly used in an industrial field. During the turning process, the lathe will cut the workpiece with the main movement being rotating so that the workpiece can be slowly reduced in diameter. There are several parameters in the turning process such as feed rate, cutting speed and cutting depth. Parameter optimization in the cutting process is very necessary in order to reduce the cutting force during the machining process. If the cutting force is high, it can cause the tool ability to be reduced. In this study using three turning parameters, namely spindle rotation rate, feeding depth, and feed or chisel distance in 1 rotation of the workpiece. This can be seen from the simulation results, the results of simulation-2 and simulation-4 with a feed rate of 0.1 mm/rad with two other different parameters, the value of the depth of tool wear is 0.00487 and 0.00410 mm, then in simulation-1 and simulation -3 with the same feed rate value of 0.2 mm/rad and with two other different parameters, the depth of tool wear is 0.0117 and 0.00932 mm, respectively. With these results, it can be seen that the feed rate has quite an effect on the depth of tool wear during the turning process. Based on the results of the study, it can be concluded that the variation of the parameters that are simulated in the turning process can affect the condition of the tool blade used. When running the machining process with inappropriate parameters, it will cause tool failure or tool blade damage. Therefore, the lathe parameters must be considered.*

Keywords – Alloy Steel; Carbide; Feed Rate; Lathe; Tool Wear

Abstrak. *Proses membubut ialah sebuah proses permesinan yang paling banyak digunakan dan sangat umum digunakan pada suatu bidang industri. Pada saat proses pembubutan mesin bubut akan menyayat benda kerja dengan gerakan utamanya adalah berputar sehingga benda kerja dapat berkurang diameternya secara perlahan. Ada beberapa parameter pada proses pembubutan seperti laju pemakanan (feed rate), kecepatan pemotongan (cutting speed) dan kedalaman pemotongan (cutting depth). Optimasi parameter pada proses pemotongan sangat diperlukan agar dapat mengurangi gaya potong pada saat proses permesinan berlangsung. Jika gaya potong tinggi maka dapat menyebabkan kemampuan pahat menjadi berkurang. Dalam penelitian ini menggunakan tiga parameter pembubutan yaitu laju putaran spindle, Kedalaman pemakanan, dan feed atau jarak tempuh pahat dalam 1 kali putaran benda kerja, maka setelah dilakukan simulasi dan dari hasil simulasi didapat bahwa parameter yang cukup berpengaruh terhadap kedalaman keausan pahat ialah laju pemakanan. Hal ini dapat dilihat dari hasil simulasi, pada hasil simulasi-2 dan simulasi-4 dengan laju pemakanan 0.1 mm/rad dengan dua parameter lainnya berbeda, didapatkan nilai kedalaman keausan pahat masing-masing 0.00487 dan 0.00410 mm, kemudian pada simulasi-1 dan simulasi-3 dengan nilai laju pemakanan yang sama yaitu 0.2 mm/rad dan dengan dua parameter lain yang berbeda, didapatkan kedalaman keausan pahat 0.0117 dan 0.00932 mm. dengan hasil tadi dapat diketahui bahwa laju pemakanan cukup berpengaruh terhadap kedalaman keausan pahat pada saat proses pembubutan. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa variasi dari parameter yang disimulasikan di dalam proses pembubutan dapat mempengaruhi kondisi dari mata pahat yang digunakan. Pada saat menjalankan proses permesinan dengan parameter yang tidak sesuai maka akan menyebabkan kegagalan pahat atau kerusakan mata pahat. Oleh sebab itu parameter bubut harus diperhatikan.*

Kata Kunci – Baja Paduan; Karbida; Laju Pemakanan; Bubut; Keausan Pahat

I. PENDAHULUAN

Proses permesinan bubut merupakan salah satu proses operasi permesinan yang menggunakan mata pahat dengan satu mata potong yang berguna untuk mengurangi diameter dari sebuah benda kerja yang sedang berputar, proses permesinan bubut banyak kita temukan pada sebuah proses dalam produksi industri. Pada sebuah proses membubut dengan menggunakan pahat potong ialah cara untuk mengurangi bagian dari benda kerja yang tidak digunakan yang berguna untuk membuat material yang sesuai yang diinginkan pada proses permesinan bubut.

Terdapat berbagai jenis pahat yang dapat digunakan dalam proses pembubutan contohnya adalah pahat karbida.

Pada sebuah industri terutama pada industri manufaktur logam, pahat karbida merupakan salah satu pahat terbaik dalam proses permesinan logam. Saat menggunakan pahat karbida dengan cara permesinan konvensional, keausan terjadi pada permukaan yang menjadi penyebab utama terjadinya sebuah kegagalan pahat. Keausan terjadi selama proses permesinan berlangsung, sehingga dapat mempengaruhi akurasi dimensi, kekasaran dan geometri pada permukaan sebuah benda kerja keausan ini dapat terjadi karena mata pahat sudah mencapai batasnya [1].

Pada proses pemesinan yang dilakukan pada kecepatan tinggi dapat menyebabkan penyerpihan yang cepat pada ujung pada mata pahat, hal ini dapat menyebabkan patahnya mata pahat dan juga keausan pada mata pahat. Penyerpihan pada ujung mata pahat dapat menghasilkan kondisi permukaan material dari benda kerja menjadi rusak, yang biasanya ditandai dengan permukaan yang kasar dan tidak seragam. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan mikrostruktur pada material benda kerja. Pada saat proses pemesinan berlangsung panas yang dihasilkan tidak cepat terbagi ke bagian geram (*chip*), jika pada material yang mempunyai sifat konduktivitas termal yang tidak terlalu tinggi, maka dapat menyebabkan terjadinya peningkatan panas yang berlokasi pada ujung mata pahat. Hal ini juga menyebabkan kerusakan pada benda kerja. Bahkan kerusakan permukaan semakin parah sebagai akibat dari panas tinggi yang terkonsentrasi pada ujung mata pahat dan dapat menyebabkan keausan bahkan dapat patahnya mata pahat [2].

AISI 4140 dikelompokkan sebagai baja paduan rendah (*low alloy steel*) dengan komposisi kandungan kimia 0.41%C, 0.30%Si, 0.75%Mn, 1.05%Cr dan 0.25%Mo [3]. Baja AISI biasa sering digunakan untuk sprocket dan bagian dari komponen mesin as kendaraan. Dari cara penggunaannya baja AISI 4140 mempunyai kekerasan dan ketahanan yang tinggi. Berdasarkan dari latar belakang tersebut maka penulis memberikan solusi dengan membuat studi yang berjudul "Analisis Keausan Pahat Karbida Untuk Membubut Baja Paduan Aisi 4140 Deform 2d/3d Di PT. Rejeki sekawan abadi" yang berguna sebagai acuan dalam proses permesinan bubut menggunakan mata pahat karbida dan sebagai informasi batas keausan mata pahat karbida pada proses pembubutan baja AISI 4140 dengan menggunakan *DEFORM 2D/3D*.

II.METODE

Proses pemesinan bubut pada umumnya menggunakan pahat potong bermata tunggal (*single-point cutting tool*), yang merupakan alat potong pada mesin bubut yang digunakan untuk proses pemotongan dengan satu titik kontak antara mata pahat dengan benda kerja yang dipotong. Namun ada juga proses pemesinan bubut dengan mata pahat yang lebih dari satu, yang mana setiap pahatnya bekerja secara independen dan juga setiap mata pahat diatur satu-persatu [4].

Terdapat tiga parameter yang dapat diatur langsung pada mesin bubut diantaranya adalah kecepatan putar spindle (*speed*) kemudian gerak makan (*feed*) dan juga kedalaman potong (*depth of cut*), Kecepatan Putar (*speed*) selalu berhubungan pada sumbu utama (*spindle*) serta benda kerja [5]. Gerak makan merupakan rentang yang akan dilalui sebuah mata pahat pada saat benda kerja berputar satu kali, jadi satuan f merupakan mm/putaran, Semakin tinggi nilai gerak makan maka nilai kedalaman keausan juga semakin meningkat, begitupula sebaliknya semakin kecil gerak makan, nilai kedalaman keausan pahat akan kecil pula dengan menaikkan kecepatan potong pada saat proses pembubutan, maka pahat dan geram akan mengalami peningkatan temperatur juga tetapi kenaikan temperaturnya sendiri tidak mengalami kenaikan yang sangat tinggi [6][7]. Kedalaman potong (*depth of cut*) merupakan jarak mata pahat kedalam benda kerja atau tebal dari benda kerja yang akan dikurangi, kedalaman pemotongan (*depth of cut*) yang kecil maka akan menghasilkan nilai kekasaran yang kecil atau halus sehingga dapat memperpanjang umur pahat. Mata pahat yang mengalami kerusakan atau keausan akan mengakibatkan besarnya gaya potong sehingga dapat mengakibatkan kerusakan yang fatal [8].

Perhitungan dalam proses permesinan bubut bukan hanya menghitung elemen dasar pada proses bubut, melainkan juga menentukan atau memilih material dari mata pahat yang sesuai dengan benda kerja, menentukan cara mencekam, memilih mesin, memilih langkah pengerjaan dari bentuk awal benda kerja sampai benda kerja terbentuk atau jadi, menentukan cara pengukuran dan penggunaan alat ukur [9]. Kemudian untuk sebuah alat potong sifat yang diperlukan tidak hanya kerasnya saja, tetapi ada beberapa sifat lainnya yang juga diperlukan untuk membuat sebuah alat potong sehingga memiliki kinerja yang baik misalnya, seberapa kuat terhadap gesekan, ketahanan dengan benturan, ketahanan dengan suhu panas, dan sifat-sifat lainnya, untuk Keausan yang muncul pada mata pahat bubut, dapat timbul akibat adanya gesekan ataupun getaran yang terjadi pada saat proses permesinan berlangsung [10]. Getaran pada proses bubut dapat muncul akibat turunnya gaya potong yang terjadi pada proses pembubutan saat rpm putaran *spindle* dinaikkan begitu juga ketika putaran *spindle* diturunkan gaya potong akan meningkat. Pada proses pembubutan getaran akan meningkat pada saat putaran *spindle* rendah [11].

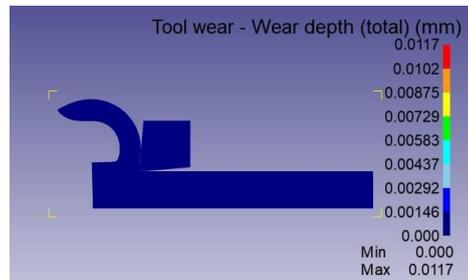
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode simulasi dengan menggunakan *DEFORM 2D/3D*. Metode pada penelitian ini adalah menentukan variabel parameter pemotongan berdasarkan kemampuan mesin bubut yang digunakan dalam simulasi. Berikut adalah parameter yang digunakan pada penelitian ini:

1. Rpm, laju putaran spindle
2. Kedalaman pemakanan (*cutting depth*)

3. *Feed*, atau jarak pemakanan (mm) dalam satu kali putaran benda kerja

A. Langkah simulasi proses pembubutan

Pada penelitian ini *software* yang digunakan untuk melakukan simulasi proses bubut adalah *integrated Deform Primiere 11*. *Software* ini akan menghasilkan simulasi berupa tingkat keausan pahat, perubahan suhu permukaan pahat saat proses pemotongan, dan nilai-nilai mekanika pembentukan geram, seperti sudut geser dan sudut kontak antarmuka bidang geram-pahat. Berikut adalah contoh dari proses simulasi pada *software Integrated Deform Primiere 11*.



Gambar 1. Tampilan Proses Kerja Dari *Integrated Deform Primiere 11*

B. Langkah pengerjaan simulasi

Adapun langkah-langkah untuk melakukan simulasi dengan *software deform* dapat dilihat sebagai berikut:

1. Memulai “*PROBLEM*” baru.
2. Kemudian memilih proses simulasi yang ingin dilakukan, yaitu *2D cutting*.
3. Lalu mengatur parameter proses pemesinan yaitu, laju putaran *spindle*, dan *feed*.
4. Menentukan geometri dari mata pahat yang digunakan.
5. Selanjutnya memberikan *coating*/pelapis pada pahat.
6. Memberikan *meshing* pada mata pahat.
7. Menentukan material pahat yang ingin digunakan, yaitu pahat karbida.
8. Setelah melakukan *settingan* pada pahat, kemudian lakukan lagi penyetelan pada benda kerja.
9. Pertama, menentukan geometri dari benda kerja.
10. Selanjutnya memberikan *meshing* pada benda kerja, setelah itu menentukan material yang digunakan pada benda kerja, yaitu baja AISI 4140.
11. Kemudian menentukan posisi dari pahat terhadap benda kerja sesuai dengan kedalaman pemakanan.
12. Lalu bagian terakhir, adalah menentukan jumlah langkah (*step*) dan panjang proses pemotongan (*length of cut*). Jumlah *step* 1500 dan *length of cut* sebesar 5 mm.
13. Setelah selesai penyetelan proses simulasi, dilakukan pemeriksaan data dengan memilih “*check data*” dan kemudian klik “*Generate data*”.
14. Setelah selesai semua penyetelan mata pahat dan benda kerja selanjutnya melakukan “*running*”.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

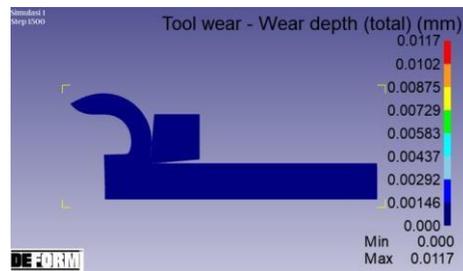
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan simulasi proses pembubutan dengan menggunakan *software Integrated Deform Primiere 11*. Dalam melakukan penelitian ini dilakukan sebanyak 4 kali percobaan simulasi dengan variasi parameter pembubutan yang terdiri dari laju putaran *spindle*, Kedalaman pemakanan, dan *feed* atau jarak tempuh pahat dalam 1 kali putaran benda kerja. Dalam penulisan ini data yang diambil dari proses simulasi berdasarkan variasi parameter adalah kedalaman keausan pahat pada saat proses pembubutan baja AISI 4140 dengan pahat karbida.

Tabel 1. Hasil Pengaruh Variasi Parameter Pembubutan Terhadap Kedalaman Keausan Pahat

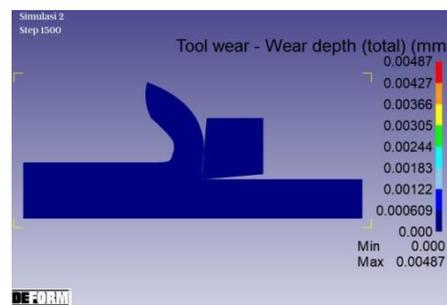
No	Rpm	a	f	Hasil (mm)
1	325	0,2 mm	0.2 mm/rad	0,0117
2	325	0,3 mm	0,1 mm/rad	0,00487
3	225	0,2 mm	0,2 mm/rad	0,00932
4	225	0,3 mm	0,1 mm/rad	0,00410

Pada percobaan simulasi yang dilakukan menggunakan beberapa kondisi pemotongan seperti laju putaran

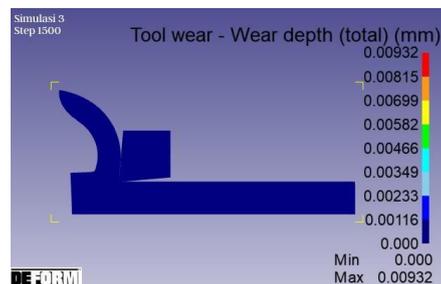
spindle (rpm), pemakanan/*feed* (*f*) dan kedalaman pemakanan (*a*) yang berbeda-beda. Dari masing-masing simulasi yang dilakukan didapatkan hasil data untuk kedalaman keausan yang terjadi pada setiap pemotongan. Berikut ini merupakan hasil data dari kedalaman keausan yang didapat pada saat eksperimen.



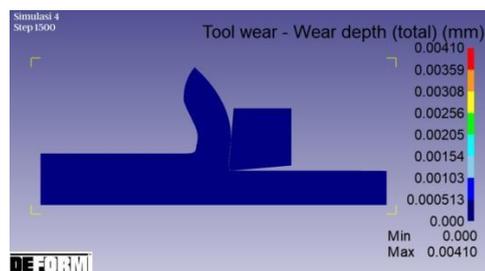
Gambar 2. Hasil Simulasi Dengan Parameter Rpm: 325 A: 0.2 Mm F: 0.2 Mm/Rad



Gambar 3. Hasil Simulasi Dengan Parameter Rpm: 325 A:0.3 Mm F: 0.1 Mm/Rad



Gambar 4. Hasil Simulasi Dengan Parameter Rpm: 225 A: 0.2 Mm F: 0.2 Mm/Rad



Gambar 5. Hasil simulasi dengan parameter rpm: 225 a: 0.3 mm f: 0.1 mm/rad

IV. KESIMPULAN

Variasi dari parameter yang disimulasikan di dalam proses pembubutan dapat mempengaruhi kondisi dari mata pahat yang digunakan. Pada saat menjalankan proses permesinan dengan parameter yang tidak sesuai maka akan menyebabkan kegagalan pahat atau kerusakan mata pahat. Oleh sebab itu parameter bubut harus diperhatikan.

Berdasarkan hasil simulasi, dapat disimpulkan bahwa parameter yang sangat berpengaruh terhadap kedalaman keausan mata pahat ialah laju pemakanan, kemudian untuk parameter kedua yang berpengaruh ialah laju putaran *spindle*, kemudian yang terakhir ialah kedalaman pemakanan. Dapat dilihat dari hasil simulasi semakin tinggi nilai parameter yang digunakan maka kedalaman keausan pahat juga semakin meningkat.

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa untuk memperkecil nilai keausan mata pahat, maka

diperlukan nilai parameter yang kecil juga sehingga dapat memperkecil nilai kedalaman keausan pahat dengan begitu dapat memperpanjang umur mata pahat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada proses penyusunan paper ini kami menjumpai berbagai hambatan, namun berkat dukungan materil maupun non-materil dari berbagai pihak, akhirnya kami dapat menyelesaikan penyusunan dari *paper* ini dengan cukup baik, maka pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Sarjito, M.T., Ph.D., IPM. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UMKT.
2. Anis Siti Nurrohkayati, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin UMKT.
3. Anis Siti Nurrohkayati, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing PKN.
4. Alwi Hanna, Selaku direktur PT. Rejeki Sekawan Abadi.
5. Anmar Sucipto, Selaku Pembimbing Lapangan.
6. Keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan selama poses pembuatan laporan.
7. Rekan-rekan mahasiswa Prodi S1 Teknik Mesin UMKT.

REFERENSI

- [1] J. Junaidi, "Analisa Perhitungan Gaya Potong Pada Proses Pembubutan Terhadap Material Dengan Pahat Carbide Menggunakan Karakteristik," *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, vol. 2, no. 1, pp. 227–233, May 2019, Accessed: Aug. 04, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1318>.
- [2] S. Sunarto and S. Mawarni, "Pengaruh Pemesinan Laju Tinggi Keadaan Kering Terhadap Pertumbuhan Aus Sisi (VB) Pahat Karbida Berlapis (Tialn/Tin) Pada Pembubutan Paduan Aluminium 6061," *JPL*, vol. 16, no. 2, p. 51, Aug. 2018, doi: 10.30811/jpl.v16i2.587.
- [3] B. T. Yuriko, "Analisis Pengaruh Hardening Dan Tempering Temperatur 5500c, 6000c, 6500c Pada Baja Aisi 4140 Terhadap Sifat Mekanis," Skripsi, Institut Teknologi Nasional, 2020. Accessed: Aug. 04, 2022. [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/4914/>.
- [4] W. Widarto, B. S. Wijanarka, P. Paryanto, and S. Sutopo, *TEKNIK PEMESINAN*, vol. 1. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional, 2008..
- [5] A. Kardi and I. Thamrin, "Pengaruh Kecepatan Potong dan Kedalaman Pemakan Terhadap Keausan Tepi Pahat Karbida Pada Proses Bubut Menggunakan Material Baja Karbon Rendah," *Sriwijaya University Repository*, 30-Jul-2020. Accessed: Aug. 04, 2022 [Online]. Available: <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/58968>.
- [6] 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) Jurnal*, vol. 2, no. 1, p. 13, Aug. 2017, doi: 10.21070/r.e.m.v2i1.842..
- [7] S. M. L. Gambeh, R. Poeng, and I. R. Rondonuwu, "Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Temperatur Pemotongan Pada Proses Pembubutan," *JURNAL POROS TEKNIK MESIN UNSRAT*, vol. 4, no. 2, Nov. 2015, Accessed: Aug. 04, 2022. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/view/9783>.
- [8] B. Siswanto and S. Sunyoto, "Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Potong pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Lubang," *J. Din. Vok. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 82–86, Oct. 2018, doi: 10.21831/dinamika.v3i2.21403.
- [9] C. I. P. K. Kencanawati, *Proses Pemesinan*, vol. 1. Denpasar: Universitas Udayana, 2017..
- [10] Z. Zulfahmi, "Analisa Keausan Pahat Bubut Sebelum dan Sesudah Dikarburasi Menggunakan Serbuk Arang Cangkang Kelapa Sawit," Undergraduate Thesis, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, MEDAN, 2017. Accessed: Aug. 04, 2022. [Online]. Available: <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/13106>.
- [11] A. R. Nasution, W. Septiawan Damanik, and A. A., "Analisa Gaya Potong Pada Proses Pemesinan Turning Menggunakan Bahan Politetrafluoroetilena (PTFE)", *SiNTESa*, vol. 1, no. 1, pp. 652–661, Aug. 2021.