

ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 9, Nomor 2, Juli 2022, hlm 65-73

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: 10.37373

Analisis Perubahan Temperatur Mata Pahat Karbida Pada Proses Pembubutan Baja AISI 1045 Dengan FEM-Simulation di PT. X

Analysis of Changes in Carbide Cutting Tool Temperature in AISI 1045 Steel Turning Process With FEM-Simulation at PT. X

Noer Aden Bahry¹, Anis Siti Nurrohkayati^{2*}

^{1,2*} Prodi S1 Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Indonesia

^{1,2} Jl. Ir. H. Juanda No. 15, Samarinda, Indonesia

*Koresponden email: asn826@umkt.ac.id

Artikel dikirim: 28/12/2021

Artikel direvisi: 11/2/2022

Artikel diterima: 11/2/2022

ABSTRAK

Proses pemesinan bubut adalah salah satu proses operasi permesinan yang paling umum dan banyak digunakan dalam bidang industri. Telah banyak dilakukan penelitian yang dikembangkan untuk menambah kemampuan permesinan untuk menentukan parameter proses pembubutan menggunakan pemodelan dan metode optimasi untuk mendapatkan karakteristik hasil permesinan yang baik. Optimasi dari parameter diperlukan untuk mengurangi gaya potong dalam proses permesinan. Gaya potong yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perubahan temperatur antara benda kerja dan pahat bubut. Perubahan temperatur diakibatkan oleh perubahan energi pemotongan menjadi energi panas. Energi panas muncul diakibatkan adanya gesekan antara benda kerja dan pahat yang menyebabkan terjadinya penyerpihan pada pahat. Penyerpihan dapat menyebabkan keausan dan patahnya pahat bubut. Pada penelitian ini dilakukan simulasi proses pembubutan baja AISI 1045 dan pahat karbida menggunakan perangkat lunak FEA. Proses simulasi pembubutan dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi parameter terhadap kondisi pahat. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi dengan karakteristik kualitas hasil *the smaller is better*. Maka hasil terbaik dari penelitian ini adalah simulasi proses pembubutan dengan variasi parameter yang menghasilkan temperatur permukaan terkecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kecil nilai dari parameter yang digunakan maka semakin kecil temperatur permukaan yang dihasilkan selama proses pembubutan.

Kata kunci: Mesin bubut, pahat karbida, metode elemen hingga

ABSTRACT

The lathe machining process is one of the most common machining operation processes and is widely used in industry. Many types of research have been developed to increase machining capabilities to determine the parameters of the turning process using modeling and optimization methods to obtain good machining characteristics. Optimization of the parameters is needed to reduce the cutting force in the machining process. The cutting force that is too high can cause temperature changes between the workpiece and the lathe. Temperature changes are caused by changes in cutting energy into heat energy. Thermal energy arises due to friction between the workpiece and the tool which causes chipping of the tool. Scraping can cause wear and tear of the lathe tool. In this study, a simulation of the AISI 1045 steel turning process and carbide chiseling was carried out using FEA software. The turning simulation process is carried out to determine the effect of parameter variations on tool conditions. This study uses the Taguchi method with the smaller and better quality characteristics of the results. The best result of this research is a simulation of the turning process with a variety



TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi & Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

of parameters that produce the smallest surface temperature. The results showed that the smaller the value of the parameters used, the smaller the surface temperature produced during the turning process.

Keywords: Turning Machine, Cutting Tool Carbide, Finite Element Method.

1. PENDAHULUAN

Proses pemesinan bubut adalah salah satu proses pemesinan paling banyak digunakan pada bidang industry. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kemampuan pemesinan serta memperkirakan parameter pemotongan menggunakan model optimasi pemesinan yang mempengaruhi karakteristik pemesinan yang baik. Karakteristik dari pemesinan yang baik seperti, kekasaran dari permukaan benda kerja, nilai keausan mata pahat, dan gaya potong [1, 2].

Parameter yang mempengaruhi dari proses pembubutan adalah kecepatan pemotongan (*cutting speed*), kedalaman pemakanan (*cutting depth*), dan laju pemakanan (*feed rate*) [3]. Pemilihan parameter pemotongan berpengaruh terhadap kualitas dan efisiensi dari proses pemesinan. Optimalisasi parameter diperlukan untuk mengurangi gaya potong pada proses pemesinan, karena gaya potong yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya keausan pada pahat, penggunaan energi yang terlalu tinggi, serta meningkatnya kekasaran dari permukaan benda kerja [4].

Proses pembubutan adalah proses pemotongan logam yang berlangsung secara terus menerus (*continuous*) dimana pahat secara statis dan bergerak secara linier sejajar dengan sumbu benda kerja, sementara benda kerja yang berputar pada sumbunya sendiri. Sehingga pada proses pemesinan bubut terjadi perubahan temperatur pada benda kerja dan pahat bubut, hal ini disebabkan oleh energi pemotongan yang terjadi pada proses bubut yang diubah menjadi energi panas akibat gesekan antara benda kerja dengan pahat [5, 6].

Pada proses pemesinan yang dilakukan pada kecepatan tinggi menyebabkan penyerpihan yang cepat pada ujung pada mata pahat, hal ini dapat menyebabkan patahnya mata pahat dan juga keausan pada mata pahat [6, 7, 8]. 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 [8]. 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 [8, 9]. 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 [9, 10].

Berdasarkan latar belakang tersebut selanjutnya dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh parameter pembubutan terhadap temperatur pada pahat bubut. Dengan analisis faktor yang mempengaruhi keausan pahat, dan kekasaran permukaan benda kerja. Penelitian ini berbentuk simulasi proses pemesinan bubut dengan menggunakan perangkat lunak *Finite Element Method* (FEM) [11]. Kondisi simulasi dibuat sama seperti pada kondisi nyata proses pembubutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh parameter bubut terhadap panas permukaan pahat karbida dalam proses pembubutan baja AISI 1045.

2. METODE

A. Tempat dan waktu pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Agustus 2021 dan dilaksanakan di Lab Komputer Fakultas Sains dan Teknologi UMKT, Jl. Ir. H. Juanda No 15, Samarinda, Kalimantan Timur.

B. Alat dan bahan

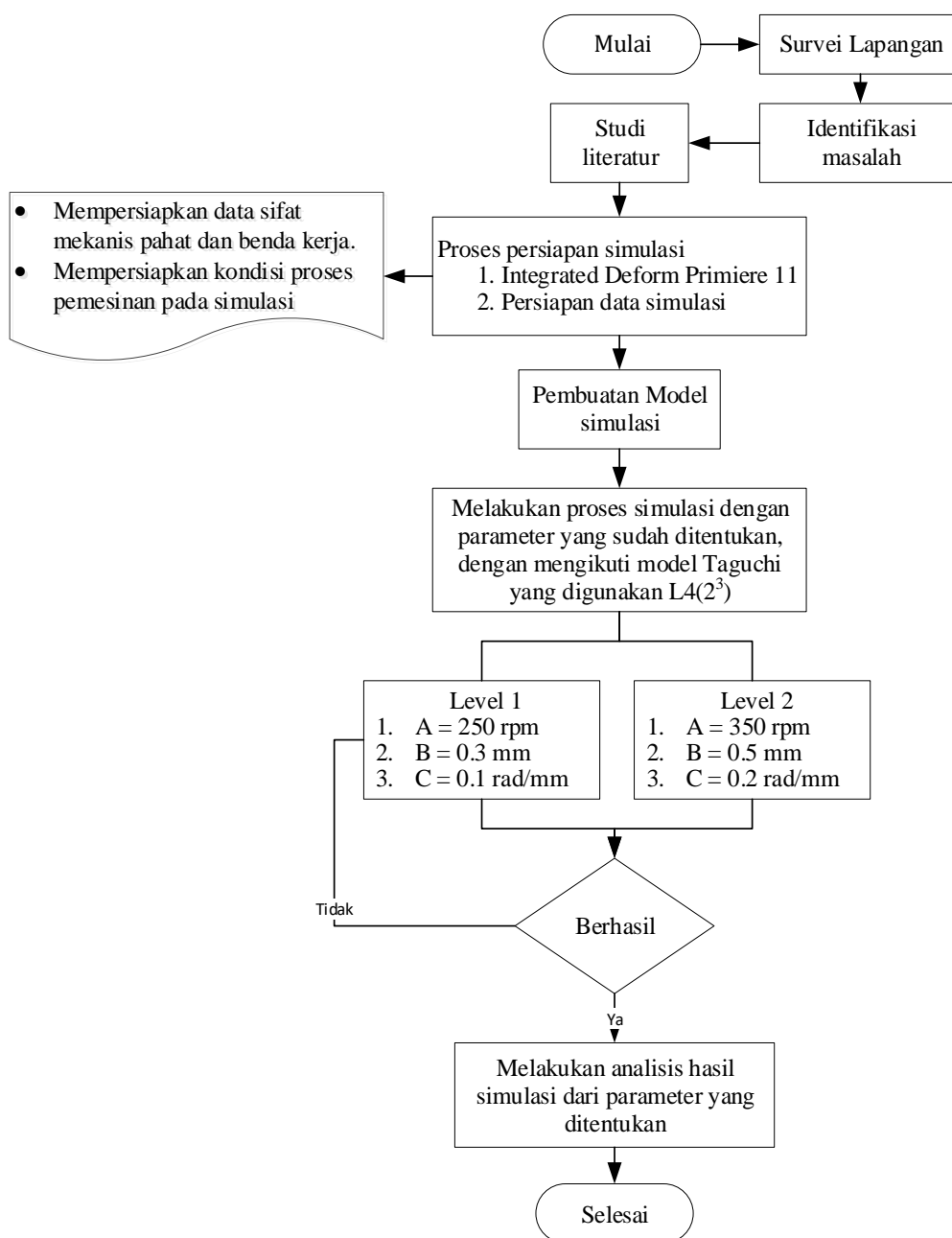
Karena dalam penelitian ini hanya dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak, maka alat yang digunakan adalah laptop, dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Merek : Asus TUF Gaming FX505GM
- 2) CPU : Intel Core i7-8750H
- 3) GPU : NVIDIA GeForce GTX 1060 (6 GB GDDR5)
- 4) Display : 15.6", Full HD (1920 x 1080), IPS
- 5) RAM : 16 GB-DDR4, 2666MHz

Perangkat lunak yang digunakan untuk proses simulasi adalah *Integrated Deform Premiere 11*. Dengan spesifikasi di atas dapat dijalankan proses simulasi menggunakan perangkat lunak dengan baik dan lancar tanpa kendala.

C. Diagram alir penelitian

Adapun untuk alir penelitian disesuaikan dengan dari gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

D. Metode penelitian

Metode yang digunakan adalah analisis elemen hingga (*finite element analysis*) dengan menggunakan *software* simulasi FEA. Pada penelitian ini variasi parameter dikontrol dengan *orthogonal array* dari model Taguchi [12]. Untuk variasi dari parameter pembubutan dalam proses simulasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variasi parameter proses pembubutan

Parameter	Level 1	Level 2
<i>Spindle Speed</i>	250 rpm	350 rpm
<i>Cutting depth</i>	0.3 mm	0.5 mm
<i>Feed</i>	0.1 mm/rad	0.2 mm/rad

Untuk model Taguchi yang digunakan sebagai control pengujian variasi parameter adalah model Taguchi L4 dengan 3 parameter, dan 2 faktor. Untuk bentuk modelnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Model Taguchi L4, 3 parameter dan 2 faktor.

No	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

E. Langkah pemodelan simulasi FEM

Pada penelitian ini perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi proses bubut adalah *Integrated Deform Premiere 11*. Perangkat lunak ini akan menghasilkan simulasi berupa peristiwa pembentukan geram, perubahan temperatur permukaan pahat saat proses pemotongan, dan nilai-nilai mekanika pembentukan geram, seperti sudut geser dan sudut kontak antarmuka bidang geram-pahat [13].

Tabel 3. Sifat mekanis pahat karbida

<i>Densitas</i>	19.300 kg/m ³
<i>Elastic Modulus</i>	40 x10 N/m ²
<i>Hardness</i>	3.600 Mpa

Sebelum dilakukan simulasi diperlukan *set-up* dari perangkat lunak yang digunakan. *Set-up* itu terdiri dari menentukan parameter pemesinan, menentukan sifat mekanis dari pahat dan benda kerja dan menentukan kondisi lingkungan dari proses pembubutan. Pahat yang digunakan adalah pahat karbida dan benda kerja yang digunakan adalah baja karbon AISI 1045. Dimensi untuk benda kerja dari simulasi adalah Panjang 10 mm dan tinggi 6 mm dan diameter dari benda kerja sebesar 50 mm. Pada tabel 3 dan 4 dapat dilihat sifat mekanis dari pahat karbida dan baja AISI 1045 [14]. Sifat mekanis berkaitan dengan kekuatan, keuletan, kekerasan, dan kekuatan, sedangkan untuk sifat mekanis material berhubungan dengan reaksi material terhadap deformasi yang diakibatkan oleh beban yang bekerja pada material [15].

Tabel 4. Sifat Mekanis Baja AISI 1045

Sifat Mekanis	Nilai (Metric)
Kekerasan, <i>Brinell</i>	163 HB
Kekerasan, <i>Knoop</i>	184 HK
Kekerasan, <i>Rockwell</i>	84 HRC
Kekerasan, <i>Vickers</i>	170 HV
Kekuatan Tarik, <i>Ultimate</i>	565 MPa
Kekuatan Tarik, <i>Yield</i>	310 Mpa

Sifat Mekanis	Nilai (Metric)
Perpanjangan saat putus (dalam 50 mm)	16.0 %
Pengurangan Area	40.0 %
Modulus Elastisitas	200 Gpa
Modulus Massal	140 Gpa
Rasio Poissons	0.290
Modulus Geser (<i>shear modulus</i>)	80 Gpa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan simulasi proses pembubutan dengan menggunakan *software Integrated Deform Premiere 11*. Dalam penelitian ini menggunakan model pengujian Taguchi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Model Taguchi digunakan untuk menentukan rancangan penelitian, dengan variasi dari parameter proses bubut yang terdiri dari laju putaran *spindle*, kedalaman pemakanan, dan *feed* atau jarak tempuh pahat dalam 1 kali putaran benda kerja. Metode Taguchi bertujuan untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberi informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Metode ini digunakan untuk mengurangi banyaknya variabel-variabel dalam melakukan percobaan [12]. Dalam penulisan ini data yang diambil dari hasil simulasi dengan variasi parameter adalah temperatur dari permukaan pahat pada saat proses pemotongan. Berikut adalah hasil dari simulasi proses bubut dengan menggunakan model Taguchi L4:

Tabel 5. Hasil simulasi proses pembubutan

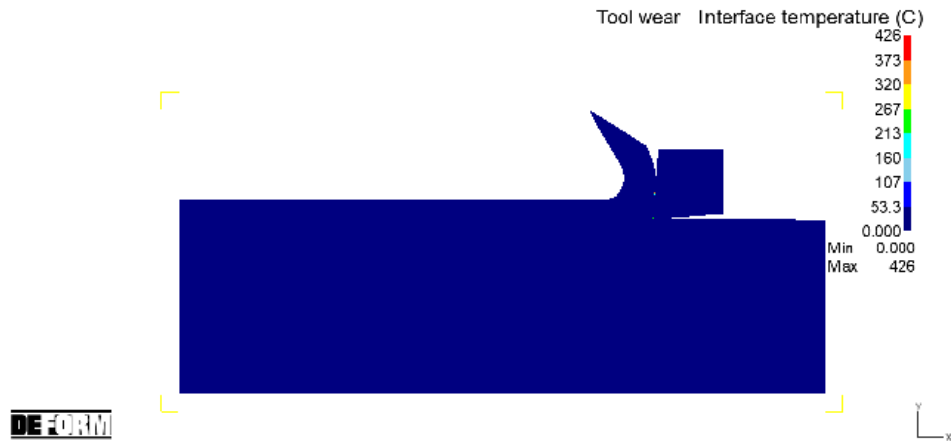
Rangking	Rpm	a (mm)	f (mm/rad)	Hasil °C
1	250	0.3	0.1	426
3	250	0.5	0.2	543
4	350	0.3	0.2	602
2	350	0.5	0.1	428

Pada tabel 5 dapat dilihat peringkat dari hasil pengujian pengaruh variasi parameter bubut terhadap temperatur permukaan pahat. Peringkat pertama dengan suhu terendah yaitu 426 °C, untuk peringkat kedua dari hasil simulasi yaitu dengan suhu 428 °C, kemudian untuk peringkat ketiga dengan suhu 543 °C., dan peringkat terakhir dari hasil pengujian ini adalah hasil pengujian dengan suhu 602 °C.

Pada percobaan eksperimen yang dilakukan menggunakan beberapa kondisi pemotongan pada laju putaran *spindle* (rpm), pemakanan/*feed* (f) dan kedalaman pemakanan (a) yang berbeda-beda. Dari simulasi yang dilakukan didapatkan hasil data untuk suhu temperatur yang terjadi pada setiap pemotongan. Berikut adalah ilustrasi hasil data dari temperatur pahat yang didapat pada eksperimen:

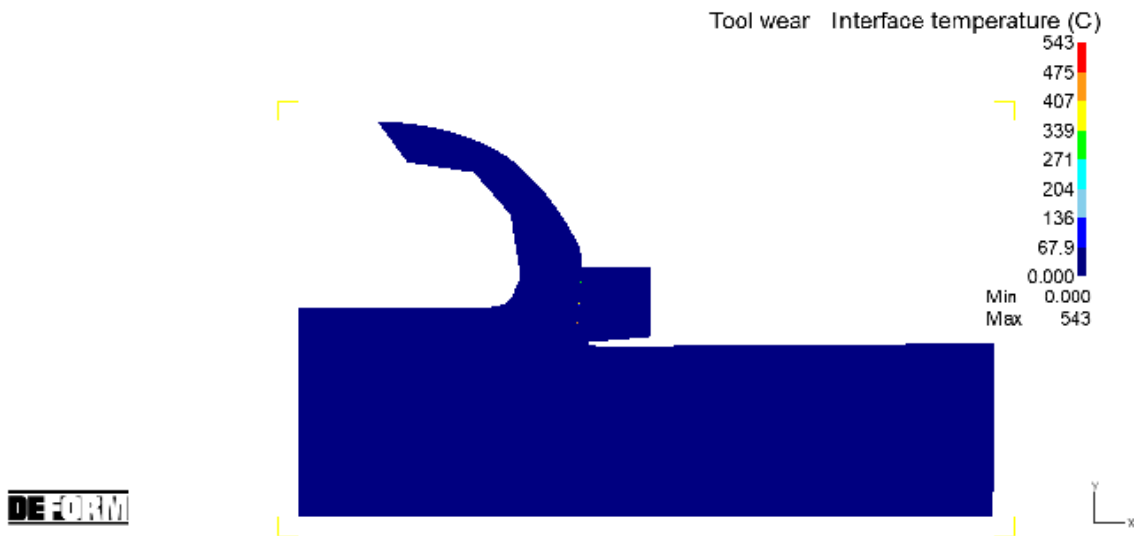
Dari gambar 2 dapat dilihat hasil dari simulasi-A, dengan parameter proses bubut laju *spindle* 250 rpm, kedalaman pemakanan 0.3 mm, dan laju pemakanan 0.1 mm/rad, didapatkan nilai temperatur permukaan pahat sebesar 426 °C.

Simulasi-A
Step 1000



Gambar 2. Hasil simulasi parameter: rpm: 250, a: 0.3 mm, dan f: 0.1 mm/rad.

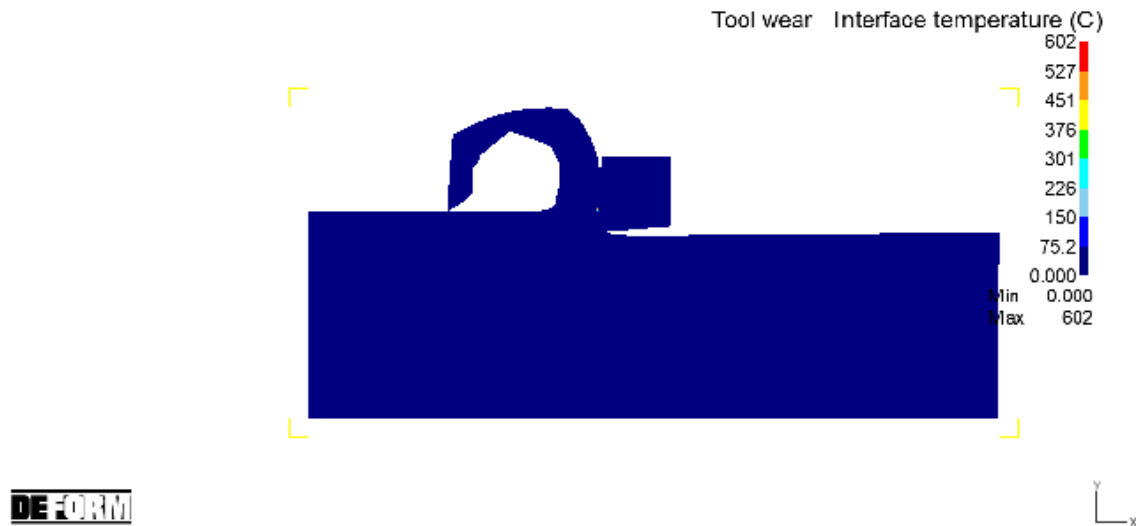
Simulasi-B
Step 1000



Gambar 3. Hasil simulasi parameter: rpm: 250, a: 0.5 mm, dan f: 0.2 mm/rad.

Dari gambar 3 dapat dilihat hasil dari simulasi-B, dengan parameter proses bubut laju *spindle* 250 rpm, kedalaman pemakanan 0.5 mm, dan laju pemakanan 0.2 mm/rad, didapatkan nilai temperatur permukaan pahat sebesar 543 °C.

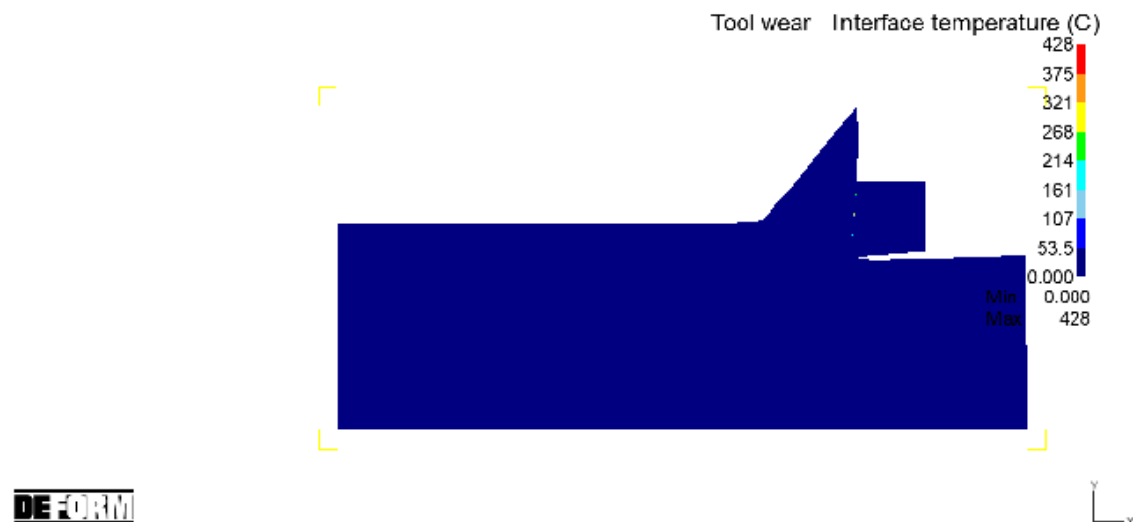
Simulasi-C
Step 1000



Gambar 4. Hasil simulasi parameter: rpm: 350, a: 0.3 mm, dan f: 0.2 mm/rad.

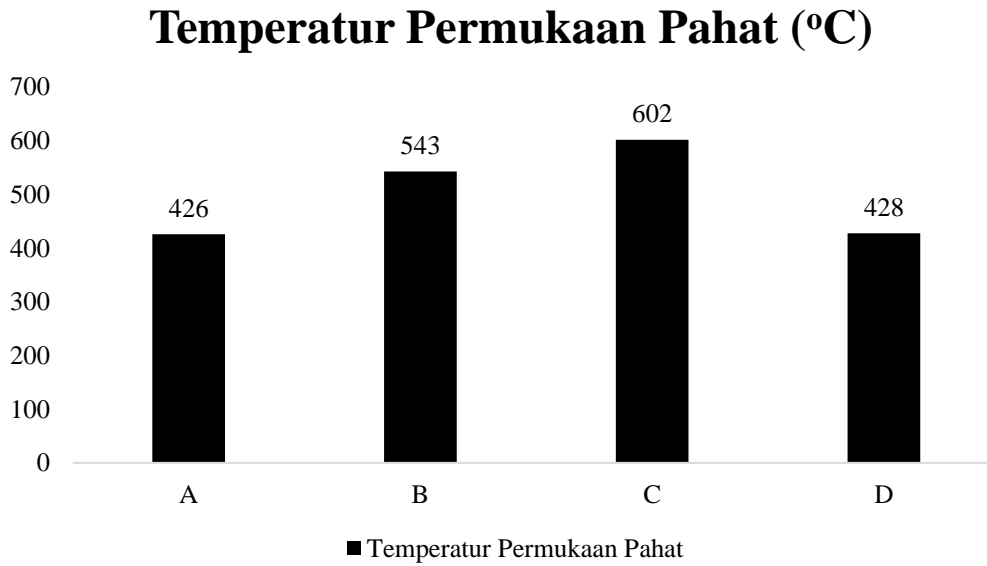
Dari gambar 4 dapat dilihat hasil dari simulasi-C, dengan parameter proses bubut laju *spindle* 350 rpm, kedalaman pemakanan 0.3 mm, dan laju pemakanan 0.2 mm/rad, didapatkan nilai temperatur permukaan pahat sebesar 602 °C.

Simulasi-D
Step 1000



Gambar 5. Hasil simulasi parameter: rpm: 350, a: 0.5 mm, dan f: 0.1 mm/rad.

Dari gambar 5 dapat dilihat hasil dari simulasi-D, dengan parameter proses bubut laju *spindle* 350 rpm, kedalaman pemakanan 0.5 mm, dan laju pemakanan 0.1 mm/rad, didapatkan nilai temperatur permukaan pahat sebesar 428 °C.



Gambar 6. Chart hasil simulasi

3.2 Pembahasan hasil

Dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa variasi dari parameter pembubutan berpengaruh terhadap kondisi dari pahat. Pada hasil pengujian didapat bahwa temperatur tertinggi didapat pada simulasi-C, dengan parameter laju putaran spindle 350 rpm, kedalaman pemakanan sebesar 0.3 mm, dan laju pemakanan sebesar 0.1 mm/rad, yang memiliki nilai temperatur sebesar 602 °C. Kemudian, untuk nilai temperatur terendah didapat dari hasil simulasi-A, dengan parameter laju putaran spindle sebesar 250 rpm, kedalaman pemakanan sebesar 0.3 mm, dan laju pemakanan sebesar 0.1 mm/rad, dengan temperatur permukaan sebesar 426 °C. Dari hasil simulasi tadi dapat dilihat bahwa pengaruh variasi parameter sangat besar.

Diketahui setelah dilakukan simulasi dan dari hasil simulasi bahwa parameter yang paling berpengaruh terhadap temperatur dari permukaan pahat adalah laju pemakanan. Hal ini dapat terlihat dari hasil simulasi, pada simulasi-A dan simulasi-D nilai laju pemakanan sebesar 0.1 mm/rad dengan sisa kedua parameter lainnya yang berbeda, didapatkan nilai temperatur permukaan pahat masing-masing sebesar 426 °C dan 428 °C. Kemudian, pada simulasi-B dan simulasi-C dengan laju pemakanan yang sama sebesar 0.2 mm/rad, dengan sisa dua parameter lain yang berbeda, didapat temperatur pada permukaan pahat sebesar 543 °C dan 602 °C. Dengan hasil tadi diketahui bahwa laju pemakanan sangat berpengaruh terhadap temperatur permukaan pahat pada saat proses pembubutan. Sedangkan untuk laju putaran *spindle* dan kedalaman pemakanan tidak terlalu memiliki pengaruh yang besar terhadap temperatur permukaan pahat pada saat proses pembubutan.

Berdasarkan dari gambar hasil pengujian diatas dan diagram hasil pada gambar 6, dapat dilihat bahwa hasil simulasi terbaik dapat dilihat dari gambar 2. yaitu pada simulasi-A, dengan parameter laju putaran *spindle* 250 rpm, kedalaman pemakanan 0.3 mm, dan laju pemakanan 0.1 mm/rad dengan temperatur permukaan sebesar 426 °C. Dapat diasumsikan dari hasil simulasi terbaik adalah semakin kecil nilai parameter yang digunakan maka nilai temperatur dari permukaan pahat bubut menjadi lebih kecil, sehingga mata pahat tetap dapat terjaga kondisinya.

2. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, variasi parameter proses bubut mempengaruhi kondisi pahat. Laju pemakanan merupakan faktor yang paling berpengaruh pada perubahan temperatur pada pahat. Untuk parameter kedua yang mempengaruhi temperatur pahat adalah laju putaran *spindle*, dan parameter terakhir adalah kedalaman pemakanan. Perubahan temperatur pahat berbanding lurus dengan besar nilai parameter yang digunakan.

Semakin besar parameter semakin besar perubahan temperatur pahat. Pengaturan nilai parameter yang tidak terlalu tinggi dapat menjaga perubahan temperatur pahat, sehingga pahat tidak mudah mengalami keausan. Temperatur yang terlalu tinggi pada permukaan pahat dapat menyebabkan keausan abrasive akibat panas yang terlalu tinggi pada permukaan pahat, yang menyebabkan berkurangnya fungsi dari pahat.

REFERENSI

- [1] L. W. Hernandez-Gonzalez, D. A. Curra-Sosa, R. Perez-Rodriguez and P. D. Zambrano-Robledo, "Modeling Cutting Forces in High-Speed Turning using Artificial Neural Networks," *Technologicas*, vol. XXIV, no. 51, pp. 1-19, 2021.
- [2] A. Mahdi S. and A. Abdullah M., "Modeling of Cutting Force in the Turning of AISI 4340 Using Gaussian Process Regression Algorithm," *Applied Sciences*, vol. XI, no. 4055, pp. 1-11, 2021.
- [3] I. Thamrin, Astuti, Ellayanie, A. Fiqhi and M. T. Herbian, "Analisis Tegangan Pada Mata Pahat Dalam Proses Pemesinan Bubut Menggunakan Software Autodesk Inventor 2016," *Jurnal Mechanical*, vol. IX, no. 1, pp. 22-27, 2018.
- [4] T. C. Bera, M. Hareendran, D. Nema and A. Bansal, "A Method to Determine Cutting Force Coefficients in Turning Using Mechanistic Approach," *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, vol. VI, no. 2, pp. 99-103, 2018.
- [5] Sunarto, "Pembubutan Kering Baja Aisi 1070 Terhadap Pertumbuhan Aus Sisi Pahat Karbida Berlapis (TiAlN/TiN)," *78, Inovtek, Volume 6, Nomor 2*, pp. 78-86, 2016.
- [6] G. A. Ibrahim, "Pengaruh Pemesinan Kering Terhadap Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Paduan Titanium," *Jurnal Mechanical*, vol. V, no. 2, pp. 6-11, 2014.
- [7] A. A. and T. T., "Analisis Umur Pahat dan Biaya Produksi pada Proses Drilling terhadap material S40C," *Jurnal Polimesin*, vol. 15, no. 1, pp. 1-7, 2017.
- [8] J. C. George Schneider, *Cutting Tool Applications*, George Schneider, Jr. CMfgE, 2002.
- [9] Hanipa, *Analisis Keausan Pahat Karbida Pada Proses Pembubutan Titanium Ti6Al4V Menggunakan Software Deform Integrated-2D*, Palembang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, 2019.
- [10] B. Bhushan, *Introduction to Tribology*, New York: Wiley and Sons, 2002.
- [11] E. Onate, *Structural Analysis with the Finite Element Method (Linear Statics) Vol. 1: Basis and Solids*, Barcelona: Springer, 2009.
- [12] K. Krishnaiah and P. Shahabudeen, *Applied design of Experiments and Taguchi Methods*, New Delhi: PHI Learning Private Limited, 2012.
- [13] J. Fluhrer, *DEFORM: Design Environment for FORMing*, Columbus: Scientific Forming Technologies Corporation.
- [14] AZOM, "www.azom.com," AZO Materials, 7 August 2019. [Online]. Available: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6130>. [Accessed 2022 February 11].
- [15] Z. Shi, X. Li, N. Duan and Yang Qibiao, "Evaluation of tool wear and cutting performance considering effects of dynamic nodes movement based on FEM simulation," *Chinese Journal of Aeronautics*, vol. XXXIV, no. 4, pp. 140-152, 2020.