

PENGARUH GETARAN PAHAT TERHADAP AUS PAHAT KARBIDA H10 N15 MENGGUNAKAN BAHAN PERMESINAN AISI 4140

Muhammad Yakub Siregar¹ dan Surya MurniYunus^{2,*}

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan
Jl. Gedung Arca No.52 Medan (20217)Telp. (061) 7363771, Indonesia

*Email: suryamurni@itm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh getaran pahat terhadap aus pahat (VB) menggunakan pahat karbida DcGx 11 T3 04 Al H10 produksi sandvick coromount digunakan untuk pembubutan bahan baja AISI 4140, permesinan dilakukan dengan pemotongan kering dengan variasi kecepatan potong (V), gerak makan (f), kedalaman potong (a), pada kondisi laju pemotongan maksimum dan minimum dapat diketahui dari hasil penelitian getaran pahat dan aus pahat. Getaran pahat tertinggi pada perlakuan $V = 250$ m/ menit, $f = 0,1$ mm/putaran, $a = 0,5$ mm dimana getaran pahat $0,58$ Hz, dan getaran pahat terendah $V = 200$ m/ menit, $f = 0,1$ mm/putaran, $a = 0,5$ mm dimana getaran pahat $0,32$ Hz. Sedangkan aus pahat tertinggi pada perlakuan $V = 250$ m/ menit, $f = 0,1$ mm/putaran, $a = 0,5$ mm dimana aus pahat (VB) = $3,075$ mm, dan aus pahat terendah $V = 200$ m/ menit, $f = 0,05$ mm/putaran, $a = 0,25$ mm dimana aus pahat (VB) = $0,328$ mm. Semakin tinggi Kecepatan potong (V), Gerak makan (f), dan kedalaman potong (a) maka getaran pahat akan semakin tinggi sehingga akan mempercepat keausan yang terjadi pada pahat.

Kata Kunci : Getaran pahat, aus pahat, karbida DCGX 11 T3 04 –AL H10, AISI 4140.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of tool vibrations on tool wear (VB) using DcGx 11 T3 04 Al H10 carbide chisel produced by sandvick coromount used for turning AISI 4140 steel, machining is done by dry cutting with variations in cutting speed (V), feeding motion (f), depth of cut (a), at the conditions of the maximum and minimum cutting rates can be seen from the results of research on tool vibration and tool wear. The highest tool vibration in treatment $V = 250$ m / minute, $f = 0.1$ mm / rotation, $a = 0.5$ mm where the tool vibration is 0.58 Hz, and the lowest tool vibration is $V = 200$ m / minute, $f = 0, 1$ mm / turn, $a = 0.5$ mm where the tool vibration is 0.32 Hz. While the highest tool wear was in treatment $V = 250$ m / minute, $f = 0.1$ mm / turn, $a = 0.5$ mm where the tool wear (VB) = 3.075 mm, and the lowest tool wear $V = 200$ m / minute, $f = 0.05$ mm / turn, $a = 0.25$ mm where tool wear (VB) = 0.328 mm. The higher the cutting speed (V), feeding motion (f), and depth of cut (a), the higher the tool vibration will be so that it will accelerate the wear that occurs on the tool.

Keywords: Chisel vibration, chisel wear, carbide DCGX 11 T3 04 –AL H10, AISI 4140.

PENDAHULUAN

Berkembangnya kemajuan teknologi pada dunia industri sehingga mempermudah Manusia melakukan pekerjaannya, hasil yang di dapatkan sangat baik dan efisien karena mesin – mesin tersebut telah di perbaharui menjadi lebih sempurna sebab telah di desain

mesin semi otomatis dan mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi. Perusahaan yang bergerak di bidang engineering menyediakan mesin – mesin untuk proses produksi yang bekerja secara cnc (computer numeric control) karena tuntutan yang harus di penuhi dalam bidang engineering.

Proses pemotongan logam dengan menggunakan mesin bubut sangat berperan penting di dunia industry, maka perlu melakukan inovasi-inovasi baru terhadap mesin bubut. Pengertian pahat atau perkakas potong adalah alat atau benda yang di gunakan untuk memotong material atau benda kerja dalam proses permesinan [1].

Mesin yang di gunakan pada pemotongan logam adalah seperti mesin skrap, mesin gurdi, mesin bubut (turning), mesin freis (milling), mesin bor (drilling). Setiap melakukan pemotongan kondisi pemotongan haruslah diperhatikan supaya hasil yang didapatkan semaksimal mungkin, karena pada proses permesinan mempunyai jenis pemotongan yang berbeda – beda. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya aus pahat, di antaranya ialah pada temperatur Potong, karena pada saat melakukan pemotongan hampir semua energy yang di gunakan Pada deformasi plastis berubah dalam bentuk panas [2],[3].

Agar mendapatkan hasil yang sebaik mungkin pada saat melakukan pemotongan logam yang tepat dan efisien, maka perlu diadakan suatu pembahasan khusus. Banyak hal yang harus diketahui agar dapat menentukan kondisi pemotongan seperti Parameter yang baik, Untuk memaksimalkan aus pahat setelah melakukan pemotongan [4].

Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian ini adalah mempelajari kajian getaran pahat terhadap keausan pada pahat karbida pada permesinan laju tinggi dan kering baja paduan AISI 4140.

TINJAUAN PUSTAKA

Ruslan Dalimunthe, dkk) menyebutkan tingginya kecepatan potong (V) menurunkan fungsi umur pahat, hal ini dilihat pada imir pahat tertinggi berada pada kecepatan potong 15,68 m/min, dan tinggi umur pahat yang didapat pada kecepatan 15,68 m/min maka kecepatan potong (V) dikatakan optimal intik pembubutan AISI 4340 menggunakan pahat High Speed Steel (HSS) [5].

Rusnaldy menyebutkan sinyal getaran dapat digunakan untuk monitoring kondisi pahat saat proses permesinan berlangsung dan sinyal getaran yang dihasilkan tergantung dari kondisi pahat yang digunakan, dimana pahat dengan built-up-edge (BUE) akan menghasilkan amplitude getaran yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pahat baru dan akan semakin besar [6].

Penelitian analisa keausan pahat potong HSS dalam proses perautan pada mesin bubut telah dilakukan oleh Mustafa, mereka menyimpulkan bahwa setiap kenaikan kecepatan potong yang ditambahkan dalam proses pemotongan logam dengan mesin bubut akan menyebabkan umur pahat dari pahat potong HSS merk diamond pendek (pahat potong akan cepat aus). Penambahan perautan material dengan mesin bubut umur pahat akan semakin pendek. Bubut akan mempengaruhi umur pahat tipe HSS merk diamond ini yaitu umur pahat akan semakin pendek (pahat akan cepat aus) [6].

Bayuseno, A, dalam penelitiannya tentang kajian pustaka tentang keausan pada pahat bubut menyimpulkan bahwa faktor kecepatan potong sangat berpengaruh terhadap umur pahat, semakin besar kecepatan

potongnya maka umur pahat akan semakin cepat berkurang, untuk memperpanjang umur pahat perlu diadakan media pendingin [7]

Hasil uji menggunakan pemesinan laju tinggi dan pemesinan kering menggunakan pahat karbida pada bahan aluminium 6061 yang dilakukan oleh Bo *umroh,B*, [8], hasil yang didapatkan dari hasil kondisi pemotongan ialah, pengaruh gaya potong berbanding terbalik dengan nilai laju pemotongan semakin besar gaya potong maka nilai kekasaran juga semakin kecil. Kedalaman potong dan laju pemotongan juga berpengaruh terhadap kekasaran permukaan namun tidak pada setiap kondisi yang ditentukan.

Setiawan, J,D dalam penelitiannya monitoring kondisi pahat dengan sinyal getaran pada proses bubut, menyimpulkan bahwa disimpulkan bahwa : Sinyal getaran dapat digunakan untuk memonitor kondisi pahat saat proses permesinan berlangsung, Sinyal getaran yang dihasilkan tergantung dari kondisi pahat yang digunakan, dimana pahat dengan built- up-edge (BUE) akan menghasilkan amplitudo getaran yang lebih tinggi dan dibandingkan dengan pahat yang baru dan makin besar built- up-edge (BUE) yang terdapat pada pahat menyebabkan kenaikan amplitudo [9],[10].

Elemen Dasar permesinan

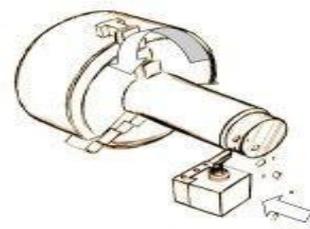
Pengoperasian mesin perkakas di perlukan pengetahuan tentang elemen dasar peroses permesinan. Elemen dasar peroses permesinan terdiri atas kecepatan putar, kecepatan potong, gerak makan, kecepatan menghasilkan geram dan waktu pemotongan.

Besar kecepatan putar gerak makan dan kedalaman potong pada mesin perkakas dapat dipilih sesuai dengan yang tertera pada mesin perkakas.

Pengaturan besar kecepatan putar dan kedalaman potong tergantung dari pengetahuan dan pengalaman dalam mengoperasikan mesin perkakas. Kecepatan potong, gerak pemakan, dan kecepatan putar akan menimbulkan getaran pada mesin perkakas. Getaran akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan, memperpendek umur mesin dan dapat merusak pahat.

- Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas. Prinsip kerja pada proses turning atau lebih dikenal dengan proses bubut adalah penghilangan dari bagian benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu. Disini benda kerja akan diputar atau dirotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukanya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerak translasi.



Gambar 1 Proses pembubutan

Sumber : taufik Rochim (1993)

Dimensi dan Jenis – Jenis Mesin Bubut

Dimensi atau ukuran mesin bubut biasanya dinyatakan dalam diameter benda

kerja yang dapat dikerjakan pada mesin tersebut, misalnya sebuah mesin bubut ukuran 400 mm mempunyai arti mesin bisa mengerjakan benda kerja sampai diameter 400 mm. Ukuran kedua yang diperlukan dari sebuah mesin bubut adalah panjang benda kerja. Beberapa pabrik menyatakan dalam panjang maksimum benda kerja diantara kedua pusat mesin bubut, sedangkan sebagian pabrik lain menyatakan dalam panjang bangku [11],[12].

Pemilihan Material Pahat

Proses pembentukan geram dengan cara permesinan berlangsung, dengan cara mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini maka jelas diperlukan material pahat yang lebih unggul dari pada material benda kerja. Keunggulan tersebut dapat di capai karena pahat di buat dengan memperhatikan berbagai segi yaitu:

a. Kekerasan

kekerasan yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada temperaturruang melainkan juga pada temperatur tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung [13].

b. Keuletan

Keuletan yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu permesinan dengan interupsi maupun sewaktu benda kerja memotong yang mengandung partikel atau bagian yang keras (hard spot).

c. Tahan beban kejut termal

Ketahanan ini diperlukan bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala atau periodic.

d. Sifat adhesi yang rendah

Diperlukan untuk mengurangi avinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan.

e. Daya larut elemen atau komponen material pahat yang rendah di butuhkan demi untuk memperkecil laju keausan akibat mekanisme difusi.

Pada mulanya untuk memotong baja digunakan baja karbon tinggi sebagai bahan perkakas pemotong dimana kecepatan potong pada waktu itu hanya bisa mencapai sekitar 10 m/menit. Berkat kemajuan teknologi, kecepatan potong ini dapat dinaikkan sehingga mencapai sekitar 700 m/menit yaitu dengan menggunakan CBN (Cubic Boron Nitride).

METODOLOGI PENELITIAN

Perincian Metode Penelitian

Penelitian yang akan di lakukan menggunakan mesin bubut dengan menggunakan bahan permesinan Baja AISI 4140, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui getaran pada pahat terhadap aus pahat sehingga akan di dapatkan suatu kesimpulan tentang sejauh mana getaran pahat mempengaruhi keausan yang terjadi pada pahat pada saat melakukan pembubutan pada proses permesinan [14].

langkah – langkah yang akan di lakukan dalam melaksanakan penelitian tugas sarjana ini diuraikan sebagai berikut :

- Studi dan tinjauan pustaka.
- Penentuan bahan material pahat pemotong (tool material) yang akan di gunakan.
- Penentuan bahan material benda kerja (work piece) yang akan di pergunakan.
- Melaksanakan proses permesinan dengan menggunakan mesin bubut dengan variasi getaran yang terjadi pada pahat.
- Melakukan analisa aus pahat setelah melakukan pemotongan.
- Melakukan analisa pengamatan.
- Membuat kesimpulan.
- Membuat laporan akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data

Pada pengamatan yang dilakukan dan landasan teoritis didapat pengaruh kecepatan potong (V), gerak makan (f) menimbulkan getaran pahat sehingga mempengaruhi keausan pada pahat. Analisa dari data hasil pengujian diperoleh dari kondisi pemotongan sesuai menurut rencana perlakuan dan selanjutnya dilakukan analisa data yang mencakup variabel-variabel penelitian berikut:

- a. Variabel bebas adalah kecepatan potong (V), gerak makan (f), kedalaman potong (a).
- b. Variabel terikat adalah getaran pahat dan aus pahat (VB).

Pengamatan data-data hasil pengujian ini dilakukan untuk menganalisa getaran pahat serta keausan yang terjadi pada pahat.

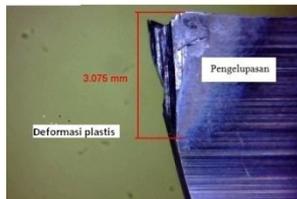
Table 1. Data Hasil Kondisi Permesinan

kondisi pemotongan minimum		kondisi pemotongan maksimum		
V (meter/menit)	200	200	250	250
f (meter/menit)	0,1	0,05	0,1	0,05
Vf (meter/menit)	84,5	42,25	84,5	42,25
a (mm)	0,5	0,25	0,5	0,25
d (mm)	74	73,5	74	73,5
n (rpm)	956	956	956	956
lt (mm)	220	220	220	220
VB (mm)	2,83 6	0,328	3,07 5	2,030
Getaran pahat F(Hz)	0,32	0,47	0,58	0,47

Tabel 2 pengujian hasil getaran dapat disimpulkan bahwa data pada minimum cutting condition terjadi pengujian ke 2 pada kecepatan potong (V) = 200 mm/menit, gerak makan f = 0,05 mm/put, a = 0,25 mm, lebih besar hasil getaran pahat ya dibandingkan pada pengujian ke 1 pada kecepatan potong (V) = 200 mm/menit, gerak makan f = 0,1 mm/put, a = 0,5 mm, itu disebabkan karena pada saat melakukan pengambilan data menggunakan manual atau alat pengujian Vibration Meter menggunakan tangan.

Pembahasan Hasil Penelitian

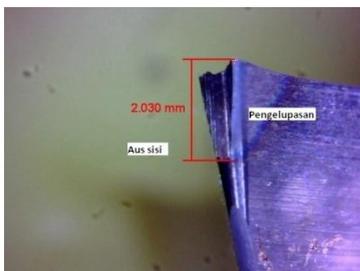
Analisa Karkterisik Aus Pahat



Gambar 2. Hasil foto USB pahat karbida pada perlakuan a.

Berdasarkan pengamatan pengelupasan yang terjadi pada kondisi ini adalah pada kedalaman potong 0,5 mm dan gerak makan 0,1 mm/putaran yaitu sebesar $VB = 3,075$ mm. Selanjutnya pengelupasan ini diikuti oleh deformasi plastis pada pahat.

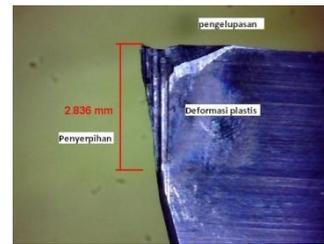
- a. Analisa pada Kecepatan Potong 250 m/menit, pemakanan 0,05 mm/putaran, kedalaman potong 0,25 mm :



Gambar 3. Hasil foto USB pahat karbida pada perlakuan b.

Berdasarkan pengamatan pengelupasan yang terjadi pada kondisi ini adalah pada kedalaman potong 0,25 mm dan gerak makan 0,05 mm/putaran yaitu sebesar $VB = 2,030$ mm. Selanjutnya pengelupasan ini diikuti oleh aus sisi pada ujung pahat.

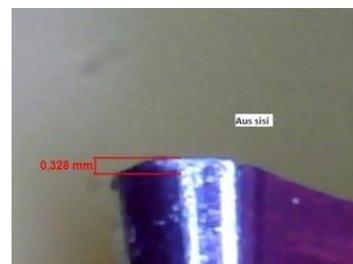
- b. Analisa pada Kecepatan Potong 200 m/menit, pemakanan 0,1 mm/putaran, kedalaman potong 0,5 mm :



Gambar 4. Hasil foto USB pahat karbida pada perlakuan c

Berdasarkan pengamatan pengelupasan yang terjadi pada kondisi ini adalah pada kedalaman potong 0,5 mm dan gerak makan 0,1 mm/putaran yaitu sebesar $VB = 2,863$ mm. Selanjutnya pengelupasan ini diikuti oleh penyerpihan pada ujung pahat, dan deformasi plastis.

- c. Analisa pada Kecepatan Potong 200 m/menit, gerak makan 0,05 mm/putaran, kedalaman potong 0,25 mm :



Gambar 5. Hasil foto USB pahat karbida pada perlakuan d.

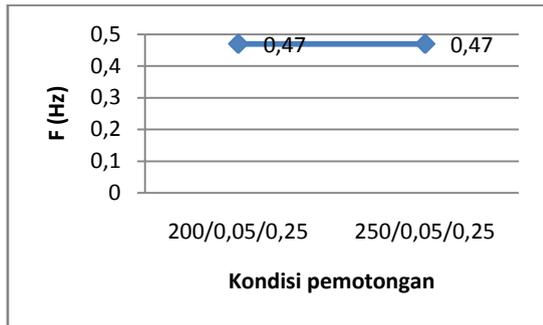
Berdasarkan pengamatan aus sisi yang terjadi pada kondisi ini adalah pada kedalaman potong 0,25 mm dan gerak makan 0,05 mm/putaran yaitu sebesar $VB = 0,328$ mm.

Analisa grafik

Dari pengamatan dan analisa data di atas menunjukkan bahwa terjadi getaran yang terjadi pada pahat yang dipengaruhi oleh kecepatan potong (v), gerak makan (f), kedalaman potong (a) dan hubungannya

dengan kondisi pemotongan, dan karakteristik aus pahat.

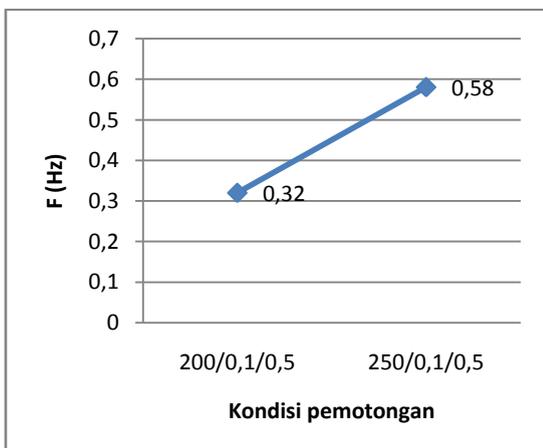
Grafik getaran pahat (Hz) dengan kondisi pemotongan



Gambar 6. Grafik getaran pahat (Hz) dengan kondisi pemotongan minimum

Pada grafik dapat dilihat getaran yang terjadi pada pahat dipengaruhi oleh kecepatan potong (v), gerak makan (f), kedalaman potong (a). Pada kecepatan $v = 200$ m/menit, gerak makan $f = 0,05$ mm/put, kedalaman potong $a = 0,25$ mm getaran yang terjadi pada pahat ialah 0,47 Hz. Pada kecepatan potong $v = 250$ m/menit, gerak makan $f = 0,05$ mm/put, kedalaman potong $a = 0,25$ mm getaran yang terjadi pada pahat ialah 0,47 Hz.

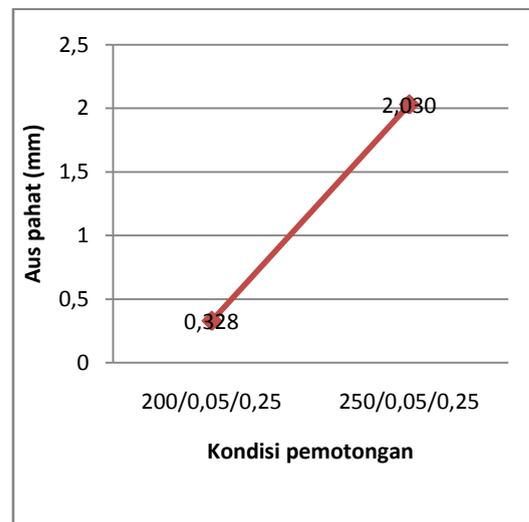
Grafik getaran pahat (Hz) dengan kondisi pemotongan



Gambar 7. Grafik getaran pahat (Hz) dengan kondisi pemotongan maksimum

Pada grafik dapat dilihat getaran yang terjadi pada pahat dipengaruhi oleh kecepatan potong (v), gerak makan (f), kedalaman potong (a). Pada kecepatan $v = 200$ m/menit, gerak makan $f = 0,1$ mm/put, kedalaman potong $a = 0,5$ mm getaran yang terjadi pada pahat ialah 0,32 Hz. Pada kecepatan potong $v = 250$ m/menit, gerak makan $f = 0,1$ mm/put, kedalaman potong $a = 0,5$ mm getaran yang terjadi pada pahat ialah 0,58 Hz.

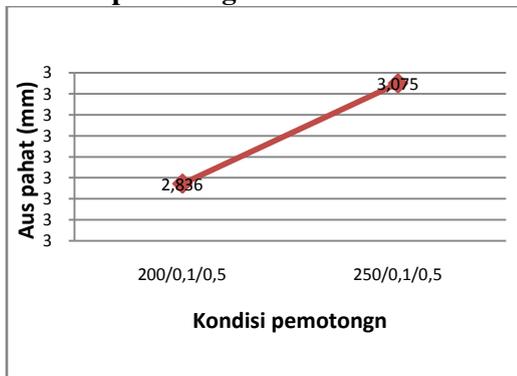
Grafik aus pahat (VB) dengan kondisi pemotongan



Gambar 8. Grafik aus pahat (VB) dengan kondisi pemotongan minimum

Pada grafik dapat dilihat getaran yang terjadi pada pahat dipengaruhi oleh kecepatan potong (v), gerak makan (f), kedalaman potong (a). Pada kecepatan $v = 200$ m/menit, gerak makan $f = 0,05$ mm/put, kedalaman potong $a = 0,25$ mm aus pahat yang terjadi adalah 0,328mm. Pada kecepatan potong $v = 250$ m/menit, gerak makan $f = 0,1$ mm/put, kedalaman potong $a = 0,5$ mm aus pahat yang terjadi adalah 2,030 mm.

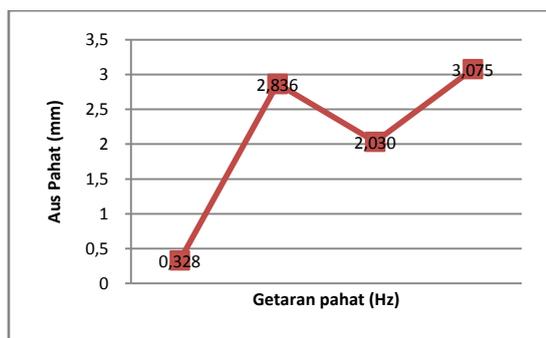
Grafik aus pahat (VB) dengan kondisi pemotongan maksimum



Gambar 9. Grafik aus pahat (VB) dengan kondisi pemotongan maksimum

Pada grafik dapat dilihat getaran yang terjadi pada pahat dipengaruhi oleh kecepatan potong (v), gerak makan (f), kedalaman potong (a). Pada kecepatan $v = 200$ m/menit, pemakanan $f = 0,1$ mm/put, kedalaman potong $a = 0,5$ mm aus pahat yang terjadi adalah 2,836 mm. Pada kecepatan potong $v = 250$ m/menit, gerak makan $f = 0,1$ mm/put, kedalaman potong $a = 0,5$ mm aus pahat yang terjadi adalah 3,075 mm.

Grafik hubungan getaran pahat (Hz) dengan aus pahat (VB)

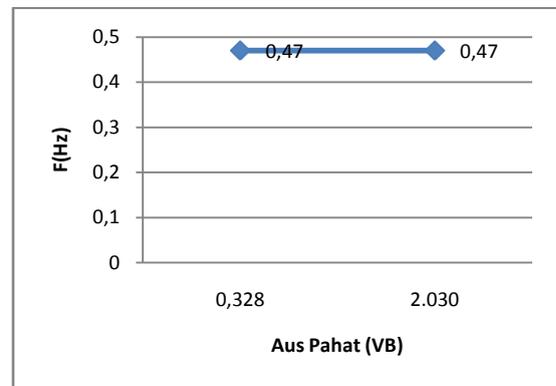


Gambar 10. Grafik hubungan getaran pahat (Hz) dengan aus pahat (VB)

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa perubahan aus pahat dipengaruhi oleh getaran pahat. Pada getaran pahat 0,47 Hz besar aus pahat yang terjadi 0,328 mm. Pada getaran pahat 0,32 Hz besar aus pahat yang terjadi

2,836 mm. Pada getaran pahat 0,47 Hz besar aus pahat yang terjadi 2,030 Hz. Pada getaran pahat 0,58 Hz besar aus pahat yang terjadi 3,075 mm.

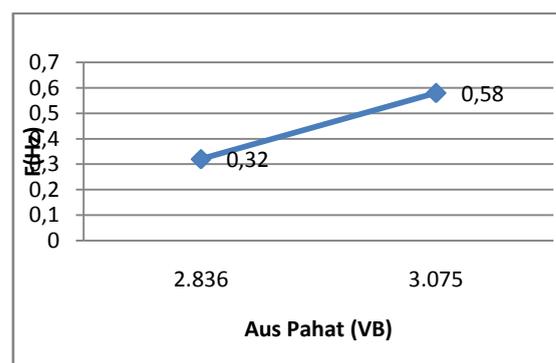
Grafik hubungan getaran pahat (Hz) dengan aus pahat (VB) terhadap kondisi pemotongan



Gambar 11 Grafik hubungan getaran pahat (Hz) dengan aus pahat (VB) pada pemotongan minimum.

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa perubahan aus pahat dipengaruhi oleh getaran pahat. Pada getaran pahat 0,47 Hz besar aus pahat yang terjadi 0,328 mm. Pada getaran pahat 0,32 Hz besar aus pahat yang terjadi 2,836 mm.

Grafik hubungan getaran pahat (Hz) dengan aus pahat (VB) terhadap kondisi pemotongan



Gambar 12. Grafik hubungan getaran pahat (Hz) dengan aus pahat (VB) pada pemotongan maksimum

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa perubahan aus pahat dipengaruhi oleh getaran pahat. Pada getaran pahat 0,47 Hz besar aus pahat yang terjadi 2,836 Hz. Pada getaran pahat 0,47 Hz besar aus pahat yang terjadi 3,075 mm.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pada :

- a. Semakin tinggi kecepatan potong (V) maka getaran pahat yang dihasilkan semakin tinggi.
- b. Besarnya keausan yang terjadi pada pahat karbida H10 N15 disebabkan oleh getaran yang terjadi pada pahat, itu dapat dilihat dari grafik 4.9 pada getaran 0,58 Hz terjadi aus pahat sebesar 3,075 mm.

DAFTAR PUSTAKA

1. William T, Thomson, Lea Prasetyo, “Teori getaran dengan penerapan” edisi Ke –II Penerbit erlangga, Jakarta.
2. Hendra,(2009) “Pengukuran Sinyal Getaran Pada Mesin Bubut Callic 16 N Dengan Menggunakan Multychannel Spectrum Analyze” Staf Pengajar Universitas Bengkulu.
3. Muin,S.A, (1989) “Dasar-dasar perancangan perkakas dan Mesin-mesin Perkakas” edisi I, penerbit cv. Rajawali Jakarta.
4. Rochim, T, (1993) “Tori dan Teknologi Proses permesinan” proyek HEDS, ITB Bandung.
5. Julkarnain (2009) “Analisa Optimasi Feeding (Kecepatan Makan) Terhadap Umur Pahat”. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas teknologi Industri, Institut Teknologi Medan.
6. Yunus,S.M, *Industri Metrologi (Dimensions, measurement Devices And surface Roughness Integrity) and Fundamentals of metal cutting Comdition*; Medan 2010
7. Setiawan, A,R.A (2011)“Monitoring Kondisi Pahat Dengan Sinyal Getaran Pada Proses Bubut” Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
8. Umroh, B.S,S, (2013) “Permesinan laju Tinggi dan Kering Menggunakan Pahat Karbida Pada Bahan Aluminium 6061”
9. Dalimunthe. R,(2009) “Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Umur Pahat HSS Pada Proses Pembubutan AISI 4340” Dosen Fakultas Teknik Universitas Sang Bumi Ruwai Jaya.
10. Bayuseno, A, (2010) “Kajian Pustaka Tentang Keausan Pada Pahat Bubut” Program Magister

- Teknik Mesin PascaSarjana
Universitas Diponegoro.
11. Mustafa (2009) “*Analisa Keausan Pahat Potong HSS DFalam Proses Perautan Pada Mesin Bubut*” Dosen Fakultas Teknik Universitas merdeka Madium.
 12. Eswanto, “PENGARUH TABUNG PENENANG UDARA PADA EKSPERIMEN LIQUID JET GAS PUMP”, *Mek. J. Ilm. Tek. Mesin ITM*, vol 1, no 1, bl 24–29, 2015, [Online]. Available at: <https://jurnal.mesin.itm.ac.id/index.php/jm/article/view/12>
 13. Franky sutrisno, Willy pratama, Nurdiana, Toni Siagian, Yulfitra, Eswanto, 2019, Analisa Produktivitas Kerja Mesin Pemecah Buah Aren Sistem Translasi Vertikal Kapasitas 50 Kg/Jam, *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, Vol. 1, No. 2, Maret 2019, 64-73. DOI:<https://doi.org/10.30596/rmm> e.v2i1.3070
 14. Barita, Eron Rudianto Silaban, Zainuddin, Eswanto, 2018, Pengaruh Kinerja Kompresor Pada Mesin Pendingin Dengan Penggunaan Variasi Bahan Refrigran, *Jurnal Ilmiah “MEKANIK” Teknik Mesin ITM*, Vol. 4 No. 1, Mei 2018 : 48 - 55
 15. Ali Fahmi Hasahari, M . Danny SAM, E Eswanto, 2017, Analisa Sistem Kerja Mesin Penggiling Emping Jagung Dengan Sistem Double Roller Kapasitas 100 kg/Jam, *Jurnal Ilmiah “MEKANIK” Teknik Mesin ITM*, Vol. 3 No. 2, November 2017 : 69-77.