JTME (Jurnal Teknik Mesin dan Energi)
ISSN: 2460-5751 *E-Mail*: jtm@sttrcepu.ac.id

Pengaruh Kedalaman Pemakanan Pada Mesin Frais Terhadap Getaran Dan Kekasaran Permukaan Baja Aisi 4140

Nur Afi Aditiya[a], Mudjijanto[a*]

[a]Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu Kab. Blora

*E-mail: mudjijantoswd@mail.com

Tentang naskah:
-diterima, 24 Okt 2021
-direview, 28 Des 2021
-diterbitkan, 31 Des 2021

Kata kunci:
Kedalaman Pemakanan, Getaran, Kekasaran Permukaan, Mesin Frais

Intisari

Pengujian ini menggunakan Mesin Frais Universal KNEE-TYPE 57-3C dengan benda kerja baja AISI 4140 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter pemesinan khususnya kedalaman pemakanan terhadap getaran dan kekasaran benda kerja yang terjadi pada mesin frais dengan pergerakan meja arah horizontal (sumbu x). Metode yang dilakukan dalam pengujian ini memvariasikan kedalaman pemakanan yaitu 0,5, 1 dan 1,5 mm, menggunakan pahat HSS dengan diameter 7 mm 4 flutes, sedangkan parameter lainnya seperti kecepatan putaran spindel dan kecepatan pemakanan dibuat konstan. Hasil penelitian ini menunjukkan, Pada kedalaman pemakanan 0,5 mm memiliki getaran sebesar 3,46 mm/s. Pada kedalaman pemakanan 1 mm memiliki getaran sebesar 4 *mm/s*. Pada kedalaman pemakanan 1,5 mm memiliki getaran sebesar 7,16 *mm/s*. dan kekasaran permukaan rata-rata Ra sebesar 1,615 µm. Dalam penelitian ini menunjukan bahwa semakin besar getaran semakin tinggi nilai kekasaran benda kerja yang dihasilkan dan artinya kedalaman pemakanan berkorelasi dengan getaran dan kekasaran permukaan.

Keyword:
Depth of cut, Vibration, Surface roughness, Milling machine

Abstract

This test uses the Universal Milling Machine KNEE-TYPE 57-3C with AISI 4140 steel workpiece which aims to determine the effect of machining parameters, especially the depth of feeding on the vibration and roughness of the workpiece that occurs in the milling machine with horizontal table movement (x-axis). The method used in this test varies the depth of feed 0.5, 1, and 1.5 mm, using diameter 7 mm 4 flutes HSS tools, while other parameters such as spindle rotation speed and feeding speed are kept constant. The results of this study indicate, at a feeding depth of 0.5 mm has a vibration of 3.46 mm/s. A feeding depth of 1 mm has a vibration of 4 mm/s. A feeding depth of 1.5 mm has a vibration of 7.16 mm/s. and the average surface roughness (Ra) is 1,615 µm. In this study, it was shown that the greater the vibration, the higher the roughness value of the workpiece produced and it means that the depth of the feed is correlated with the vibration and surface roughness.

1. Pendahuluan

Proses frais adalah proses pengurangan material untuk membentuk suatu produk dengan cara memutarkan alat potong (*cutter*) yang dipasang pada arbor sehingga tiap giginya melakukan pemakanan dengan menggerakkan benda kerja melalui meja yang dapat bergerak ke kiri atau ke kanan (Yanuar dkk, 2014). Dalam proses frais akan menghasilkan kualitas permukaan (kehalusan permukaan) yang berbeda-beda, maka dari itu harus mempertimbangkan faktor-faktor agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi kualitas yang ditetapkan. Penggunaan mesin frais tidak terlepas dari parameter proses pemesinan, karena parameter mesin frais seperti kecepatan potong, kecepatan putaran spindel, kedalaman potong, kecepatan pemakanan, sudut pemotongan, jenis bahan benda kerja, dan pahat. Dapat menimbulkan kekasaran pada permukaan bahan, Sehingga didapat permasalahan apabila kekasaran permukaan dari proses frais harus diperhatikan dan mencari solusi agar tingkat kekasaran menjadi se-halus mungkin. Disamping itu ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan seperti *setting* alat potong, pencekaman benda kerja, kondisi mesin dan *skill* operator juga berpengaruh terhadap proses frais.

Kondisi pemotongan juga dapat mempengaruhi getaran pada mesin

sehingga berpengaruh pada kestabilan dan berdampak pada kualitas produk yang dihasilkan (Hernadewita, Hendra, 2006). Perubahan Kedalaman Pemakanan pada proses frais tentunya akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang berbeda-beda. Dimana tingkat kecepatan pemakanan semakin besar maka semakin tinggi pula tingkat kekasaran nya.

Menurut (Romiyadi, 2016) getaran pemesinan (*machine vibration*) merupakan getaran yang timbul selama proses pemakanan berlangsung dan disebabkan sedikitnya oleh dua hal yaitu getaran yang ditimbulkan oleh gaya potong dan getaran akibat putaran mesin itu sendiri. Dampak getaran pemesinan yang muncul pada mesin frais sangat besar pengaruhnya. Selain berdampak pada kekasaran permukaan produk yang dihasilkan, getaran yang tinggi pada mesin frais juga bisa menyebabkan umur pahat semakin pendek dan mesin tidak tahan lama (Hendra, 2006).

Baja paduan rendah AISI 4140 sering digunakan sebagai bahan poros penghubung piston dan roda gigi. Dari contoh aplikasinya dapat diketahui bahwa baja AISI 4140 ini dapat meningkatkan ketahanan abrasi, meningkatkan kekuatan dan kekerasan serta ketahanan korosi pada perlakuan panas.

Yanuar (Yanuar, dkk, 2014) dalam penelitiannya mengenai pengaruh variasi kecepatan potong dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan dengan berbagai media pendingin, menyatakan bahwa kedalaman pemakanan merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi hasil pengerjaan pada frais. Kualitas permukaan tergantung pada kondisi pemotongan, dengan pemakaian standardisasi kecepatan potong dan feeding kemungkinan akan didapat hasil kerataan yang sesuai.

Romiyadi (Romiyadi, 2016) telah melakukan penelitian tentang getaran mesin frais. Dalam penelitian yang berjudul "Pengaruh Kemiringan Spindel dan Kecepatan Pemakanan terhadap Getaran Mesin Frais Universal Knuth UFM 2", menyimpulkan bahwa semakin besar kemiringan *spindel*, maka semakin besar pula getaran mesin frais yang terjadi baik pada proses *up milling* maupun *down milling*. Begitu pula dengan pengaruh kecepatan pemakanan, semakin cepat pemakanan akan menimbulkan getaran yang semakin besar.

Prayoga (Prayoga dkk, 2020) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi kedalaman pemakanan. Kekasaran suatu produk merupakan salah satu standar keakuratan dan kualitas permukaan produk yang dihasilkan dari suatu proses permesinan. Nilai kekasaran ini sangat bervariatif, dilihat dari proses permesinan dan parameternya. Semakin halus permukaannya, semakin tinggi kualitas permukaan yang dihasilkan. Oleh karena itu, untuk memperoleh produk bermutu berupa tingkat kepresisian yang tinggi serta kekasaran permukaan yang baik, perlu didukung oleh proses permesinan yang tepat.

2. Kerangka Teori

2.1 Mesin Frais (Milling)

Mesin frais (*milling machine*) merupakan salah satu mesin perkakas untuk mengerjakan/ menyelesaikan suatu benda kerja dengan cara mengurangi volume menggunakan pisau frais (*cutter*) sebagai pahat penyayat yang berputar pada sumbu mesin. Mesin frais termasuk mesin perkakas yang memiliki prinsip kerja memutarkan alat potong (*cutter*) untuk proses pemakanan. *Cutter* dipasang pada sumbu mesin yang dibantu dengan alat pendukung yang disebut arbor, jika arbor mesin tersebut berputar melalui suatu putaran motor listrik maka *cutter* yang terpasang pada arbor akan ikut berputar. Arbor pada mesin frais dapat berputar ke arah kiri maupun kanan, dan kecepatan putar arbor dapat diatur sesuai kebutuhan. Alat potong pada mesin frais memiliki gigi potong yang banyak sehingga mempercepat proses pemakanan pada benda kerja. Hasil dari proses pengefraisan dapat berbentuk datar, menyudut, atau melengkung bahkan dapat membuat profil kombinasi dari beberapa bentuk.

Mesin frais universal merupakan salah satu mesin perkakas yang mempunyai perkembangan teknologinya begitu cepat. Mesin frais universal merupakan gabungan antara mesin frais horisontal dan vertikal. Mesin frais ini dapat digunakan pada posisi tegak serta pada bagian meja (*table*) dapat digeser/diputar pada kapasitas tertentu (Yanuar, dkk, 2014).

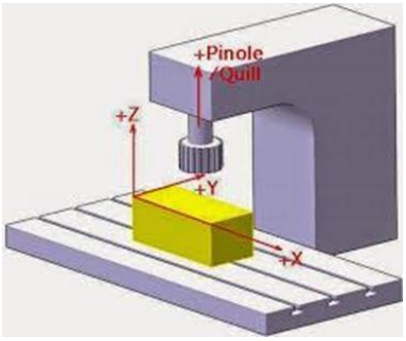
Pada dasarnya mesin frais vertikal memiliki tiga sumbu yaitu sumbu x, y, dan z yang masing-masing digerakkan dengan eretan. Jika tubuh kita berada di depan dan menghadap ke mesin frais, sumbu x

yaitu sumbu yang mengarah ke samping dan bergerak ke arah kiri-kanan.



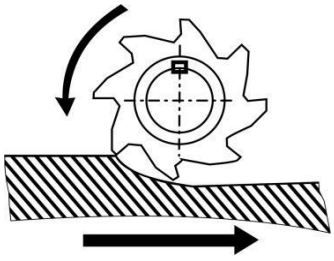
Gambar 1. Mesin Frais Universal

Sumbu y yaitu sumbu yang bergerak dengan arah maju-mundur, dan sumbu z yaitu sumbu yang bergerak dengan arah naik turun.



Gambar 2. Sumbu Mesin Frais Vertikal

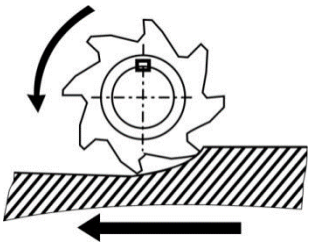
Pemotongan searah adalah, pemotongan yang datangnya benda kerja searah dengan arah putaran cutter. Pada pemotongan ini hasilnya kurang baik karena meja (benda kerja) cenderung tertarik oleh cutter.



Gambar 3. Pemotongan Searah

Sebagai contoh jika pahat berputar berlawanan arah jarum jam, benda kerja disayat ke kanan. Proses frais ini sesuai untuk mesin frais CNC (*Computer Numerical Control*), karena pada mesin CNC gerakan meja dipandu oleh ulir dari bola baja, dan dilengkapi *backlash compensation*.

Pemotongan berlawanan arah adalah proses pemotongan yang datangnya benda kerja berlawanan dengan putaran *cutter*. Pada proses pemakanan, beram bekas pemotongan langsung terbuang searah dengan arah pemotongan tiap-tiap gigi ke arah luar. Untuk mendapatkan hasil yang baik, kecepatan potong harus sesuai dan konstan. Metode ini cocok digunakan untuk semua jenis mesin frais (Sugiri, 2011).



Gambar 4. Pemotongan Berlawanan Arah

2.2 End Mill

End Mill memiliki ukuran diameter 5 mm ke atas. Untuk ukuran 38 mm ke atas pada bagian tangkai ada yang dibuat silindris dan ada yang dibuat tirus. Bagian tangkai yang tirus disesuaikan dengan adaptor yang bertujuan untuk mengurangi getaran. Untuk *End mill* tangkai silindris dipegang dengan alat khusus yang disebut *collet*. *End mill* biasanya digunakan untuk membuat alur pada bidang yang datar atau pasak dan pada umumnya dipasang pada posisi tegak (mesin frais vertikal), namun pada kondisi tertentu dapat juga dipasang posisi horizontal yaitu langsung dipasang pada spindel mesin frais potong (Sugiri, 2011).

End mill memiliki jenis bahan yang berbeda- beda yang berpengaruh dalam penyayatan. *Alloy tool steel* merupakan jenis bahan baja perkakas paduan antara baja paduan tinggi dan baja paduan rendah yang mengandung karbon chromium, vanadium dan molybdenum.

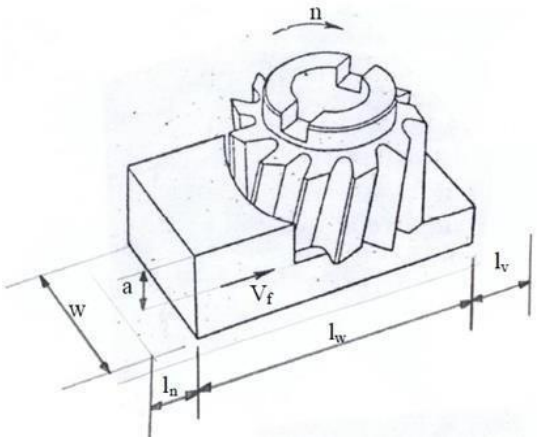


Gambar 5. *End Mill HSS* (Romiyadi, 2014)

Bahan jenis ini biasa disebut dengan HSS (*High Speed* Steel) yang merupakan baja

paduan tinggi dan tahan terhadap keausan sampai suhu 600 °C (Sembodo, 2008).

Elemen dasar proses pengefraisan hampir sama dengan proses pembubutan. Elemen diturunkan berdasarkan rumus berikut.



Gambar 6. Proses Frais Vertikal (Romiyadi, 2016)

Keterangan benda kerja:
w = lebar pemotongan (mm)
lw = panjang pemotongan (mm)
lt = lv + lw + ln (mm)
a = kedalaman potong (mm) pisau frais
d = diameter luar (mm)
z = jumlah gigi/mata potong
Xr = sudut potong utama (90°)
n = putaran poros utama (rpm)
vt = kecepatan makan (mm/putaran)

Kecepatan potong adalah kemampuan alat potong (*cutter*) menyayat bahan dalam satuan meter/menit atau ft/menit. Rumus Kecepatan Potong:

$$Vc = \frac{\pi \, x \, d \, x \, n}{1000} \quad (1)$$

Dimana Vc menyatakan kecepatan potong (mm/menit); d menyatakan diameter alat potong (mm); n menyatakan putaran spindel (rpm).
Sedangkan kecepatan pemakanan adalah jarak tempuh gerak maju benda kerja dalam satuan milimeter per menit atau feed per menit (Sembodo, 2008).

$$Vf = n \, x \, fz \, x \, zn \quad (2)$$

Dimana *Vf* menyatakan *feed rate* (mm/menit); *n* menyatakan putaran spindel (rpm); *fz* menyatakan *feed* per gigi (mm); *zn* menyatakan jumlah mata pisau.

Pemakanan per gigi (*fz*) diukur dalam mm/gigi adalah nilai proses pemakanan untuk menghitung *table feed*. Jika *cutter milling* mempunyai banyak mata potong nilai *fz* dibutuhkan untuk menjamin setiap mata cutter berada dalam kondisi aman. Nilai *feed* per gigi dihitung berdasarkan ketebalan *chips* yang direkomendasikan. Penentuan harga *feeding* harus dihitung dengan rumus mencari *feeding* dan disesuaikan dengan besar pahat serta jumlah mata pahat yang akan digunakan. Berikut adalah rumus gerak makan per gigi yang disarankan pada proses pemesinan *milling* menggunakan pahat HSS.

$$fz = \frac{Vf}{zn} \quad (3)$$

Waktu pemotongan merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan penyayatan sepanjang benda kerja dalam satuan detik atau menit.

$$tc = \frac{lt}{vf} \quad (4)$$

Volume material yang terbuang per satuan waktu dalam satuan cm^3/menit atau $inchi^3$ /menit adalah:

$$z = \frac{vf \, x \, a \, x \, w}{1000} \quad (5)$$

2.3 Getaran

Vibrasi atau getaran adalah gerak bolak-balik suatu benda terhadap posisi stasionernya (Arista, dkk, 2012). Getaran dapat berupa benturan yang berulang secara kontinyu atau dengan kata lain dapat juga berupa gerakan tidak beraturan atau acak. Getaran mesin dapat disebabkan oleh adanya variasi oleh sistem penggerak menjadi gaya yang memiliki resultan tidak sama dengan nol atau resultan gaya dengan harga yang berubah-ubah. Kalau semua gaya tersebut mempunyai harga dan arah yang dapat dihitung secara tepat dan akurat maka keseimbangan mesin tersebut akan terjadi sehingga mesin tidak menimbulkan getaran. Kenyataannya, gaya di dalam sebuah mesin selalu berubah, baik harga maupun arahnya, belum lagi ditambah gaya luar sebagai gangguan misalnya dari efek inersia (Karyasa T.B., 2011).

3.4 Kekasaran Permukaan

Kekasaran total rata-rata, *Rz* (µm) merupakan jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah.

$$Ra = \sum[R1 + R2 \ldots R5 - R6 \ldots R10] \quad (6)$$

3.5 Baja

Baja adalah senyawa antara besi dan karbon, bisa di tambahkan unsur lain untuk mendapatkan sifat-sifat yang di inginkan. Salah satunya adalah baja AISI 4140 termasuk *Type of Steel and Nominal Alloy Content* yang biasanya digunakan dalam pembuatan poros penghubung piston dan gear. Penjelasan mengenai baja AISI 4140 sebagai berikut:

1. AISI : American Iron Steel Institut.
2. 40xx : Molybdenum steels.
3. 41xx : Chromium Molybdenum steels.
4. 4140 : Kadar karbon (nilai karbon %).

Untuk chemical composition baja AISI 4140 menurut sertifikat C 0,41%, Si 0,31%, Mn 0,82, P 0,016%, S 0,023%, Cr 1.08%, dan Mo 0,23%.

3. Metodologi

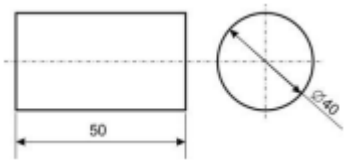
Pada penelitian ini langkah–langkah pengujian mengacu pada diagram alir sesuai dengan gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

Tempat pembuatan spesimen dan pengujian getaran dilakukan di Workshop Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, tempat pengujian kekasaran permukaan dilakukan di Laboratorium Metrologi Industri dan Kontrol Kualitas Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Tahap pembuatan spesimen pengujian meliputi pemotongan spesimen yaitu baja AISI 4140. Langkah–langkah yang dikerjakan pada tahap persiapan material adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat potong yang digunakan yaitu mesin gergaji besi.
2. Menyiapkan alat ukur jangka sorong dan penggores untuk menandai.
3. Mengukur spesimen uji dengan ukuran panjang 50 mm dan diameter 40.



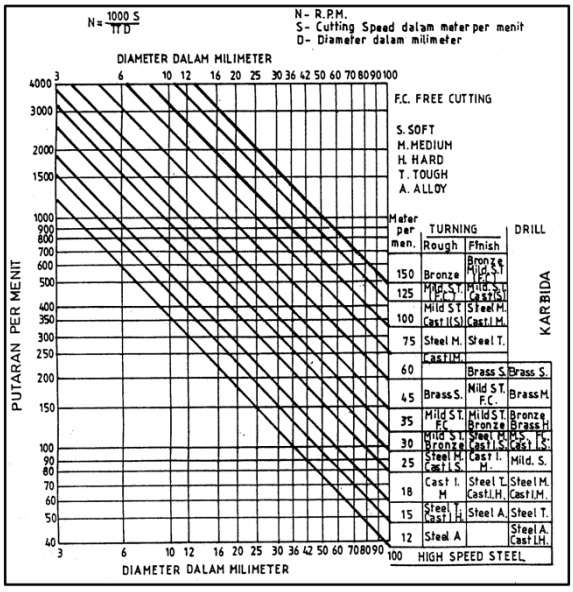
Gambar 8. Benda Kerja

4. Menentukan putaran spindel dan kecepatan potong dengan menggunakan gambar 9 berdasarkan diameter cutter 7 mm dan material baja AISI 4140

$$n = \frac{Vc \times 1.000}{\pi \times d}$$

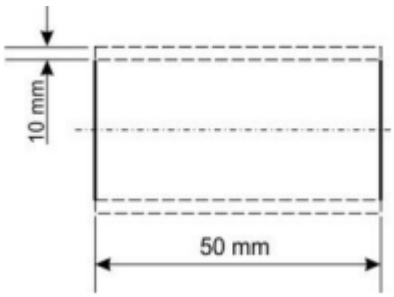
$$n = \frac{18.000}{0.02198} = 682{,}4\ rpm$$

Putaran mesin frais yang dihasilkan rpm yang paling mendekati yaitu 570 rpm.



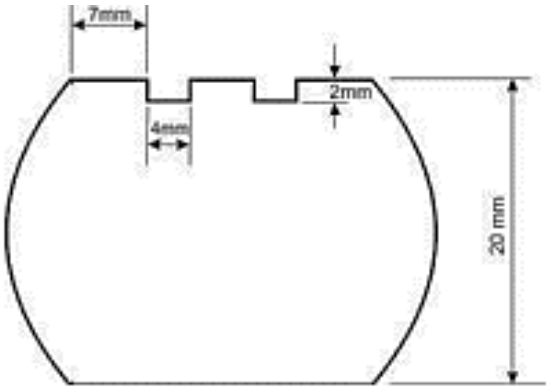
Gambar 9. Daftar Kecepatan Potong Dan Putaran Spindel (Sembodo, 2008).

5. Menyiapkan pisau frais 16 mm
6. Cekam benda kerja pada meja mesin frais
7. Frais hingga rata sesuai gambar kerja



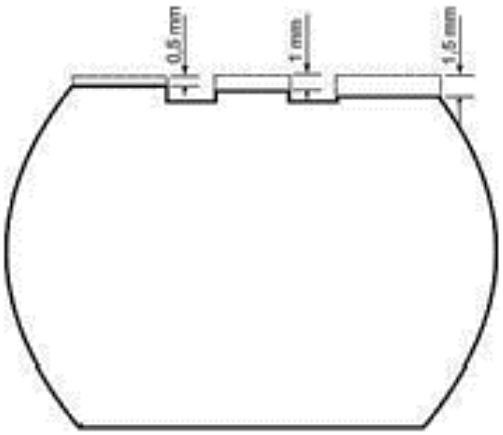
Gambar 10. Meratakan Benda Kerja

8. Setelah rata membuat alur dengan menggunakan pisau frais 4 mm.



Gambar 11. Benda kerja alur

9. Memasang pisau frais jari (End Mill Cutter 7 mm 4 flutes) pada mesin frais.
10. Kedalaman pemakanan yang digunakan 0,5, 1 dan 1,5 mm.



Gambar 12. Benda pengujian varian Getaran

11. Siapkan dan setting Vibration Meter LUTRON VB-8201HA.
12. Tempatkan sensor Vibration Meter pada benda kerja mesin frais.



Gambar 13. Vibration Meter pada benda kerja

13. Tekan tombol Record pada Vibration Meter LUTRON VB-8201HA saat pahat sudah menyentuh benda kerja untuk mulai melakukan perekaman hasil pengukuran getaran mesin frais yang timbul akibat proses pemakanan.
14. Apabila proses pemakanan dan pengukuran getaran telah selesai, tekan tombol recall untuk mengetahui hasil nilai minimal dan maximal pengukuran getaran, kemudian catatlah hasil pengukuran tadi.
15. Ulangi langkah proses pemesinan dan pengukuran getaran untuk pengujian spesimen berikutnya dengan parameter kedalaman pemakanan 1 dan 1,5 mm
16. Apabila proses pemakanan dan pengukuran getaran telah selesai, tekan tombol recall untuk mengetahui hasil nilai minimal dan maximal pengukuran getaran, kemudian catatlah hasil pengukuran tadi.

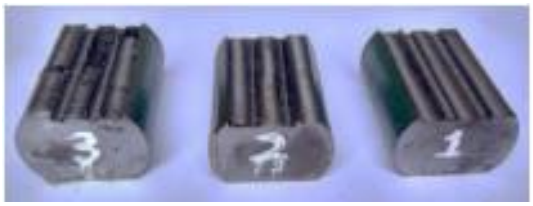


Gambar 14. Hasil Frais Dengan Variasi

Kedalaman Pengukuran Kekasaran Permukaan Setelah spesimen uji dibuat pada proses pemesinan kemudian diukur kekasaran permukaannya untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kedalaman pemakanan terhadap

kekasaran permukaan yang dihasilkan. Langkah yang harus dilakukan yaitu:

1. Persiapkan alat ukur kekasaran permukaan.
2. Beri tanda pada spesimen uji yang akan diukur.



Gambar 15. Uji Kekasaran

3. Letakkan benda uji pada bidang datar.
4. Letakkan alat uji dengan ketinggian yang sama dengan spesimen uji.
5. Kemudian tekan tombol load (pembebanan) untuk mulai mengukur kekasaran.



Gambar 16. Uji Kekasaran

6. Catat pada tabel hasil yang tertera pada *Surface Roughness Tester*.
7. Lakukan cara yang sama untuk spesimen uji berikutnya.



Gambar 17. Hasil Uji Kekasaran

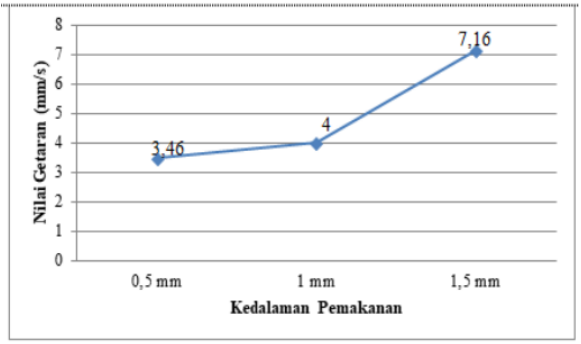
4. Hasil dan Pembahasan

Pada pengujian getaran dan kekasaran permukaan yang telah dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap kedalaman pemakanan, nilai getaran dan pengujian kekasaran permukaan yang diambil dapat dilihat dalam tabel 4.1 dan 4.2 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Getaran pada Variasi Kedalaman

Kedalaman Pemakanan (mm)	Spesimen	Getaran *mm/s*	Rata-rata Getaran
0,5	1	1,4	3,46
	2	5,0	
	3	4,0	
1	1	2,6	4
	2	8,3	
	3	1,1	
1,5	1	9,6	7,16
	2	10,7	
	3	1,2	

Hasil pengukuran getaran yang telah dilakukan pada baja AISI 4140 yang di variasi kedalaman 0,5, 1 dan 1,5 mm dengan menggunakan mesin frais universal KNEE-TYPE 57-3C dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Nilai Rata-rata Getaran

Pada Variasi Kedalaman Pemakanan Berdasarkan hasil pengujian baja AISI 4140 yang di variasi kedalaman pemakanan 0,5 mm memiliki getaran sebesar 3,46 mm/s. Pada kedalaman pemakanan 1 mm memiliki getaran sebesar 4 mm/s. Pada kedalaman pemakanan 1,5 mm memiliki getaran sebesar 7,16 *mm/s* . Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambah kedalaman pemakanan akan menimbulkan kecepatan getaran yang tinggi, disebabkan karena gaya potong yang terjadi pada proses frais semakin besar dan mengakibatkan getaran yang terjadi semakin tinggi dan artinya kedalaman pemakanan berkolerasi dengan getaran, karena gaya potong yang terjadi pada proses frais semakin besar, sehingga

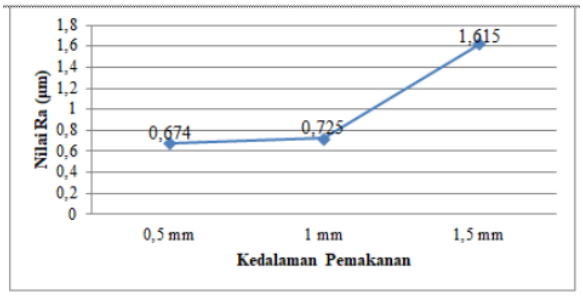
menimbulkan kontak/ interaksi yang terjadi pada saat proses penyayatan benda kerja.

Pada variasi kedalaman pemakanan, nilai pengukuran kekasaran pada variasi kedalaman dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kekasaran pada Variasi Kedalaman

Kedalaman Pemakanan (mm)	Spesimen	*Ra* (µm)	Rata-rata Getaran
0,5	1	0.589	0.674
	2	0.630	
	3	0.802	
1	1	0.570	0.725
	2	0.744	
	3	0.860	
1,5	1	0.747	1.615
	2	0.775	
	3	3.323	

Hasil uji kekasaran yang telah dilakukan pada baja AISI 4140 yang di variasi kedalaman 0,5; 1; dan 1,5 mm dengan menggunakan jenis pahat HSS dan kecepatan spindel 570 rpm dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Nilai Rata-rata Kekasaran Permukaan

Pada gambar 19. menunjukkan pada kedalaman pemakanan 0,5 mm memiliki nilai kekasaran permukaan Ra sebesar 0,674µm. Pada kedalaman pemakanan 1 mm memiliki nilai kekasaran Ra sebesar 0,725 µm. Pada kedalaman pemakanan 1,5 mm memiliki kekasaran Ra sebesar 1,615 µm . Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kedalaman pemakanan akan menimbulkan hasil permukaan yang kasar, dikarenakan gaya gesek antara mata potong dan benda kerja semakin besar.

5. Simpulan

Semakin dalam pemakanan menimbulkan getaran mesin yang besar, disebabkan karena gaya potong yang terjadi pada proses frais semakin besar, sehingga menimbulkan kontak/ interaksi yang terjadi pada saat proses penyayatan benda kerja. Semakin dalam pemakanan menghasilkan kekasaran permukaan yang kasar, akibat dari gaya gesek antara mata potong dan benda kerja. Semakin besar getaran semakin tinggi nilai kekasaran benda kerja yang dihasilkan. Dan itu artinya kedalaman pemakanan berkorelasi dengan getaran dan kekasaran permukaan pada proses pemesinan menggunakan mesin frais.

Daftar Pustaka

Arista, E. Y., Arifianto, D. and Suyanto (2012) 'Pengukuran Getaran Dengan Vibrometer dan Akustik Pada Mesin Pendorong Pokok (MPK) KRI Pulau Rupat-712 Di Komando Armada RI Kawasan Timur Surabaya', *Jurnal Ilmiah Teknologi. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya*, 1(1), pp. 1–6.

Hendra (2006) 'PENGUKURAN SINYAL GETARAN PADA MESIN BUBUT GALLIC 16N DENGAN MENGGUNAKAN MULTYCHANNEL SPECTRUM ANALYZER', *Teknik Mesin*, 3(1), pp. 2–7.

Hernadewita, Hendra, H. (2006) 'Benda Kerja (Panjang Penjuluran) Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Mesin Bubut Gallic 16N', *Teknik Mesin*, 3(1).

Karyasa T.B. (2011) *DASAN-DASAR GETARAN MEKANIS*.

Prayoga, Y. Jufriadi, Mawardi. (2020) 'ANALISA PENGARUH VARIASI KEDALAMAN PEMAKANAN', 4(1), pp. 19–22.

Romiyadi (2016) 'Pengaruh Kemiringan Benda Kerja dan Kecepatan Pemakanan terhadapGetaran Mesin Frais Universal Knuth UFM 2', *Jurnal Mechanical*, 7(September), pp. 52–60.

Sumbodo, W. (2008) *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

Sugiri (2011) *Melakukan Pekerjaan dengan Mesin Frais*.

Yanuar, H., Syarief, A. and Kusairi, A. (2014) 'Jurnal Ilmiah Teknik Mesin *Unlam* Vol . 03 No . 1 pp 27-33 , 2014 ISSN 2338-2236 PENGARUH VARIASI KECEPATAN POTONG DAN KEDALAMAN PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DENGAN BERBAGAI MEDIA PENDINGIN ISSN 2338-2236', 03(1), pp. 27–33.