

Analisis Pengaruh Kedalaman Pemakanan terhadap Getaran dan Kekasaran Permukaan dalam Proses Pembubutan Baja AISI 4140

Agil Agustino^a, Mudjijanto^{b*}, Ali Achmadi^c

^aSekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu

^bSekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu

^cSekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu

^dSekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu
mudjijantoswd@gmail.com

Diterima : 29-06-2025

- Direview : 30-06-2025

- Diterbitkan : 30-06-2025

Intisari

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh variasi kedalaman pemakanan terhadap tingkat getaran dan kekasaran permukaan selama proses pembubutan baja AISI 4140. Pengujian dilakukan menggunakan mesin bubut dengan pahat karbida, kecepatan putar spindle sebesar 265 rpm, serta laju pemakanan (feedrate) sebesar 0,1 mm/rev. Variasi kedalaman pemakanan yang diterapkan meliputi 0,5 mm, 1 mm, dan 1,5 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan kedalaman pemakanan secara signifikan memengaruhi peningkatan nilai getaran dan kekasaran permukaan. Pada kedalaman 0,5 mm, getaran yang tercatat sebesar 0,4 mm/s dan kekasaran permukaan (Ra) sebesar 4,074 μm . Sedangkan pada kedalaman 1 mm dan 1,5 mm, getaran meningkat menjadi 1,1 mm/s dan 1,8 mm/s, dengan nilai kekasaran permukaan masing-masing sebesar 4,216 μm dan 5,758 μm . Temuan ini mengindikasikan bahwa semakin besar kedalaman pemakanan, gaya potong yang terjadi juga meningkat, sehingga memicu peningkatan getaran dan kekasaran permukaan. Oleh karena itu, pemilihan parameter pemessinan yang sesuai sangat berperan dalam menjaga kualitas permukaan hasil pembubutan.

Kata Kunci: Pembubutan; AISI 4140; Kedalaman pemakanan; Getaran; Kekasaran permukaan

Abstract

This research was conducted to evaluate the effect of varying depth of cut on vibration levels and surface roughness during the turning process of AISI 4140 steel. The experiments were carried out using a lathe machine equipped with a carbide cutting tool, a spindle speed of 265 rpm, and a feed rate of 0.1 mm/rev. The depth of cut was varied at 0.5 mm, 1 mm, and 1.5 mm. Experimental results indicated that increasing the depth of cut significantly influenced the rise in vibration and surface roughness values. At a depth of 0.5 mm, the recorded vibration was 0.4 mm/s with a surface roughness (Ra) of 4.074 μm . Meanwhile, at depths of 1 mm and 1.5 mm, vibration increased to 1.1 mm/s and 1.8 mm/s, with surface roughness values of 4.216 μm and 5.758 μm , respectively. These findings suggest that greater depths of cut lead to higher cutting forces, which in turn elevate both vibration and surface roughness. Therefore, selecting appropriate machining parameters is crucial to achieving optimal surface quality in turning processes.

Keywords : Turning; AISI 4140; Depth of cut; Vibration; Surface roughness

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi industri di era globalisasi telah mendorong penerapan mesin perkakas otomatis guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses produksi. Baja paduan rendah AISI 4140 menjadi salah satu material yang banyak diaplikasikan dalam industri manufaktur karena sifat mekaniknya yang bagus, seperti kekuatan tarik tinggi dan ketahanan aus setelah mengalami perlakuan panas.

Pada proses pemessinan, khususnya pembubutan, interaksi antara pahat dan benda kerja memunculkan gaya potong serta getaran. Faktor-faktor seperti kedalaman pemakanan, kecepatan spindle, dan jenis pahat memiliki pengaruh besar terhadap kualitas permukaan hasil pemessinan serta kestabilan proses. Getaran yang muncul selama pemessinan—baik akibat fluktuasi gaya potong maupun getaran yang ditimbulkan oleh eksitasi diri dapat menurunkan akurasi, mempercepat keausan pahat, dan merusak bagian mesin. Oleh karena itu, analisis pengaruh parameter potong terhadap getaran dan

kekasaran permukaan menjadi krusial dalam upaya meningkatkan kinerja proses pembubutan.

Menurut (Saputra, 2017), proses pembubutan merupakan salah satu metode pemessinan yang sering digunakan dalam industri manufaktur karena fleksibilitas dan efisiensinya. Penelitian oleh Erwin Dedi Saputra menunjukkan bahwa parameter pemotongan seperti kedalaman pemakanan, kecepatan potong, dan kecepatan makan memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas permukaan dan kestabilan proses (Aditiya, 2021) menunjukkan bahwa peningkatan kedalaman pemakanan berkorelasi dengan meningkatnya getaran, yang pada akhirnya menyebabkan kekasaran permukaan menjadi lebih tinggi. Semakin besar kedalaman pemakanan, maka beban gaya potong yang diterima pahat juga meningkat, sehingga menimbulkan getaran yang tidak stabil selama proses penyayatan (Boothroyd, 1996).

(Amelia Sugondo, Ian H Siahaan, 2008) telah melakukan penelitian dengan judul “Studi Pengaruh Kedalaman

Pemakanan terhadap Getaran dengan Menggunakan Mesin Bubut Chien Yeh CY 800 Gf". Hasil penelitian dapat disimpulkan kedalaman pemotongan berpengaruh pada besarnya amplitudo getaran yang terjadi

(Muhammad Yakub Siregar Surya MurniYunus, 2008) telah melakukan penelitian yang berjudul "Pengaruh Getaran Pahat Terhadap Aus Pahat Karbida H10 N15 Menggunakan Bahan Permesinan AISI 4140". Penelitian ini menunjukkan bahwa getaran pada pahat berpengaruh terhadap tingkat keausan pahat (VB) saat menggunakan pahat karbida tipe DcGx 11 T3 04 A1 H10 buatan Sandvik Coromant dalam proses pembubutan baja AISI 4140. Proses pemesinan dilakukan secara kering dengan memvariasikan kecepatan potong (V), gerak makan (f), dan kedalaman potong (a). Pengaruh getaran dan keausan pahat dapat diamati secara jelas pada kondisi kecepatan potong maksimum dan minimum.

(Mikell P. Groover, 2010) menjelaskan bahwa getaran yang berlebihan dapat menyebabkan cacat permukaan dan mengurangi umur pahat.

Kekasaran permukaan merupakan parameter penting dalam menilai kualitas suatu proses pemesinan. Meningkatnya getaran akan mempengaruhi goyangan pahat, sehingga menciptakan alur permukaan yang kasar dan tidak rata. Oleh karena itu, kontrol terhadap kedalaman pemakanan menjadi kunci dalam mencapai hasil pembubutan yang baik.

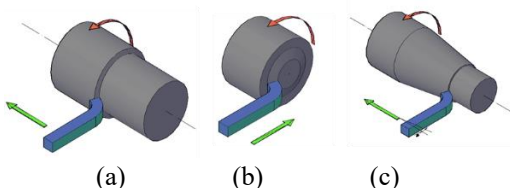
2. Kerangka Teori

2.1. Proses Bubut

Proses bubut, menurut ASM International, adalah pemesinan konvensional menggunakan pahat untuk membentuk benda kerja berputar dengan cara memotong material berlebih guna mencapai dimensi dan toleransi sesuai rancangan. Umumnya digunakan untuk membentuk benda silinder dari logam dengan memanfaatkan pahat lebih keras dari benda kerja

Gerakan utama pada mesin bubut dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis sesuai Gambar 1, yaitu:

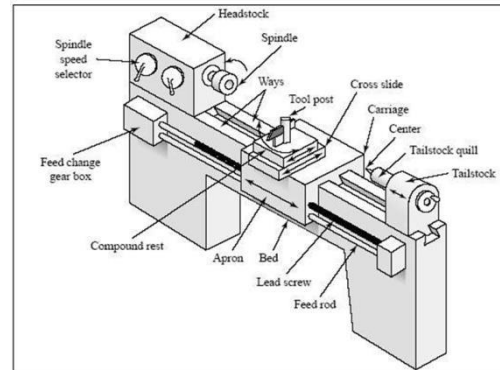
- 1 gerakan rotasi, yaitu perputaran benda kerja yang dijepit pada spindle sebagai gerak utama pemotongan;
- 2 gerakan memanjang, yakni gerak pemakanan benda kerja yang terjadi saat proses pembubutan memanjang;
- 3 gerakan melintang, yaitu gerak pemakanan tegak lurus sumbu benda kerja permukaan atau facing



Gambar 1. Pembubutan (a) rata, (b) permukaan, (c) tirus

Pada penelitian ini, dilakukan tiga jenis proses pembubutan, yaitu pembubutan rata, pembubutan permukaan, dan pembubutan tirus. Proses pembubutan permukaan (Gambar 1b) dilakukan dengan menggerakkan pahat secara tegak lurus terhadap sumbu benda kerja, berbeda dengan pembubutan rata (Gambar 1a) yang arah pemakanannya sejajar dengan

sumbu benda kerja. Adapun pembubutan tirus (Gambar 1c) dilakukan dengan mengatur sudut gerak pahat terhadap sumbu benda kerja, sehingga terbentuk permukaan tirus sesuai sudut yang diinginkan. Proses pembubutan kontur juga dapat dilakukan dengan memodifikasi kedalaman pemotongan secara bertahap untuk membentuk profil sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Hal ini disebabkan karena setiap pahat pada dasarnya beroperasi secara individual. Selain itu, pengaturan posisi pahat pada mesin bubut tetap dilakukan secara manual dan satu per satu. (Rochim, 2007). (Rochim, 2007)



Gambar 2. Mesin bubut beserta bagian-bagiannya

Komponen pada mesin bubut terdiri dari beberapa bagian, antara lain:

1. Spindel, merupakan bagian yang berputar dan berfungsi untuk memutar benda kerja.
2. Headstock, berperan sebagai tempat transmisi utama yang mentransmisikan daya putar ke spindel.
3. Tailstock, digunakan untuk menopang ujung benda kerja dan mengatur posisi pusat (center) benda kerja, baik untuk pembubutan paralel maupun tirus.
4. Carriage (sadel), berfungsi menggerakkan pahat pemotong (yang terpasang pada tool post) sepanjang bed mesin selama proses pemotongan berlangsung.
5. Bed, merupakan rangka atau landasan utama tempat terpasangnya headstock, tailstock, dan carriage, serta berfungsi menjaga keselarasan dan kestabilan selama proses pembubutan. (Rochim, 2007).

2.2. Pahat Karbida

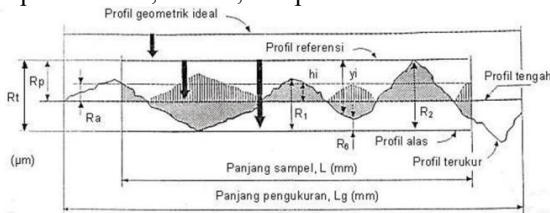
Cemented carbide, atau yang lebih dikenal dengan sebutan karbida, dibuat melalui proses metalurgi serbuk. Pembentukannya dengan metode sintering atau hot isostatic pressing (HIP), di mana partikel-partikel halus karbida dipadatkan dan disatukan menggunakan material pengikat (binder). Jenis karbida pertama dikembangkan adalah tungsten karbida, yang dibuat dengan mengikat partikel serbuk tungsten karbida menggunakan logam pengikat, biasanya kobalt. Dalam proses ini, material pengikat seperti kobalt mengalami pencairan, sementara partikel karbida tetap berada dalam fase padat karena memiliki titik lebur yang lebih tinggi dibandingkan pengikatnya. Sebagai hasil dari proses tersebut, bahan pengikat akan merekatkan butiran-butiran karbida dan membentuk suatu struktur komposit dengan matriks logam.



Gambar 3. Jenis pahat karbida (Kyocera ceramic tools catalogs 2, 2016)

2.3. Kekasaran Permukaan

Permukaan merupakan zona antara suatu benda dengan lingkungan di sekitarnya. Dalam skala mikroskopis, permukaan memiliki konfigurasi geometris yang mencerminkan karakteristik mikrogeometri. Mikrogeometri ini merupakan bagian dari makrogeometri, yaitu keseluruhan struktur permukaan yang membentuk suatu kontur atau bentuk tertentu, seperti permukaan lubang, sumbu, sisi, dan bagian lain yang termasuk dalam elemen-elemen geometris seperti ukuran, bentuk, dan posisi..



Gambar 4. Parameter permukaan pada arah tegak (Rochim, 2007)

2.4. Getaran

Getaran dapat terjadi dalam bentuk benturan berulang secara kontinyu, atau berupa gerakan yang acak dan tidak teratur. Getaran pada mesin umumnya disebabkan oleh ketidakseimbangan dalam sistem penggerakannya, yang menghasilkan gaya resultan tidak nol atau gaya dengan besar yang bervariasi. Apabila besar dan arah semua gaya tersebut dapat dihitung secara presisi, maka sistem dapat diseimbangkan, sehingga getaran pada mesin dapat diminimalkan atau dihilangkan. Kenyataannya, gaya di dalam mesin selalu berubah-ubah dan arah, belum lagi menambah gaya dari luar untuk mengalihkan perhatian, getaran dibedakan atas 2 jenis yaitu getaran bebas dan getaran paksa.

a) Getaran Bebas

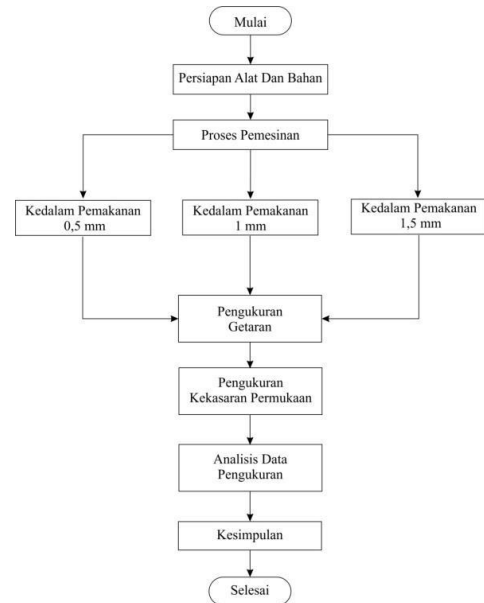
Getaran bebas merupakan getaran yang terjadi ketika suatu sistem berosilasi akibat gaya internal yang dimilikinya, tanpa adanya pengaruh gaya eksternal. Sistem tersebut akan bergetar pada satu atau lebih frekuensi naturalnya, yang ditentukan oleh distribusi massa dan kekakuan dari sistem dinamis tersebut.

b) Getaran Paksa

Getaran paksa muncul akibat adanya gaya eksternal atau rangsangan dari luar sistem. Apabila gaya pemaksa ini memiliki frekuensi yang mendekati atau sama dengan frekuensi natural sistem, maka kondisi resonansi dapat terjadi, yang berpotensi menimbulkan osilasi dengan amplitudo besar dan bersifat merusak. (Koryoso, 2010)

3. Metodologi

Dalam penelitian ini, tahapan pengujian dilakukan berdasarkan alur kerja yang ditunjukkan pada Gambar 5.



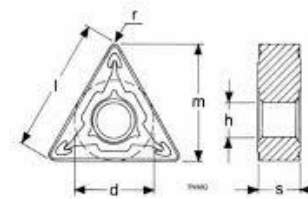
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

3.1. Tempat Penelitian

Proses pembuatan benda uji menggunakan mesin bubut dilakukan di Workshop TM, STT Ronggolawe, sedangkan pengujian kekasaran permukaan dilaksanakan di Laboratorium TC, Undip Semarang.

Alat Penelitian

- Mesin Bubut merk Kiangsi C 6127 A
- Vibration Meter LUTRON VB- 8210HA
- Mitutoyo Portable Surface Roughness Tester SJ_210
- Pahat insert jenis tungsten carbide TMNG 332-GN IC3028 di lapisi Pelapis titanium nitride (TiN) dan titanium carbon nitride (TiCN) digunakan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pahat Karbida

Pembuatan Spesimen Penelitian

Tahapan pembuatan spesimen melalui beberapa langkah sebagai berikut:

- Proses pemotongan awal dilakukan menggunakan mesin pemotong logam.
- Kaliper dan alat penggores digunakan untuk melakukan penandaan pada bahan uji.
- Sampel berupa baja AISI 4140 diukur dengan panjang 100 mm dan diameter 30 mm.
- Setelah proses pengukuran dan penandaan, sampel dipotong menggunakan alat pemotong besi.
- Permukaan hasil potongan kemudian diratakan menggunakan mesin bubut untuk memperoleh permukaan yang halus.

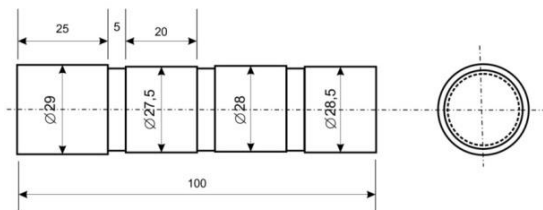
Persiapan Alat dan Bahan

Langkah-langkah persiapan meliputi:

1. Menyiapkan seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian.
2. Memasang benda kerja pada chuck dengan posisi yang sesuai.
3. Melakukan pengeboran senter pada kedua ujungnya untuk memastikan kesejajaran saat proses pembubutan.
4. Meratakan permukaan benda kerja dengan pemotongan awal sedalam 1 mm guna mendapatkan referensi permukaan yang presisi.
5. Setting putaran sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.

Langkah pengukuran getaran adalah sebagai berikut:

1. Pasang sensor vibration meter pada batang pahat pemotong.
2. Nyalakan mesin bubut dan lakukan proses pembubutan sesuai dengan parameter.
3. Tekan tombol Hold pada alat vibration meter untuk memulai pengukuran getaran.
4. Amati nilai getaran yang muncul pada layar alat ukur dan catat hasilnya ke dalam tabel setelah nilai getaran menunjukkan kondisi stabil.
5. Ulangi prosedur yang sama untuk setiap spesimen uji berikutnya sesuai dengan alur pada Gambar 7.



Gambar 7. Ukuran Spesimen Pemotongan

Setelah spesimen uji selesai diproses, dilakukan pengujian kekasaran permukaan untuk mengevaluasi dampak variasi kedalaman pemakanan terhadap kualitas permukaan yang dihasilkan. Tahapan yang harus dilaksanakan antara lain

1. Siapkan *Surface Roughness Tester* dan benda kerja.
2. Tandai panjang sampel yang akan diukur pada setiap benda uji.
3. Letakkan benda uji.
4. Letakan alat uji dengan ketinggian yang sama dengan spesimen uji.
5. Mengukur kekasaran permukaan dengan menempelkan ujung sensor pada titik yang akan diukur.
6. Catat di tabel hasil uji pada *Surface Roughness Tester*.
7. Lakukan cara yang sama pada spesimen uji berikutnya.

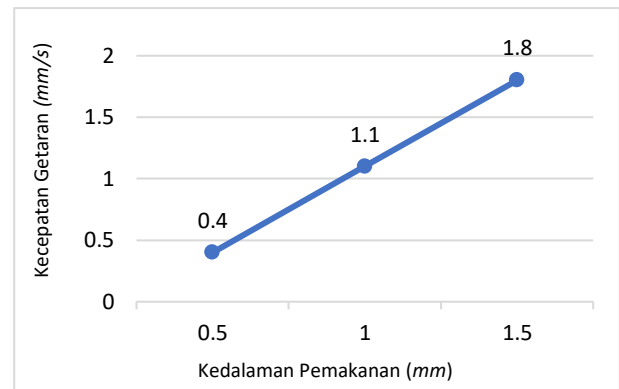
4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian getaran dan kekasaran permukaan pada baja AISI 4140 dilakukan menggunakan mesin bubut dengan variasi kedalaman pemakanan sebesar 0,5; 1; dan 1,5 mm. Proses pemessinan menggunakan pahat jenis karbida, kecepatan spindel sebesar 265 rpm, dan kecepatan pemakanan (*feedrate*) 0,1 mm/rev. Hasil pengukuran getaran selama proses pembubutan disajikan pada Tabel 1. dan Gambar 8.

Tabel 1. Hasil pengujian getaran.

Kedalaman pemakanan (mm)	Spesimen	Getaran (mm/s)
--------------------------	----------	----------------

	1	0,5
0,5	2	0,3
	3	0,3
Rata-rata		0,4
	1	2,4
1	2	0,5
	3	0,5
Rata-rata		1,1
	1	3,1
1,5	2	0,6
	3	1,6
Rata-rata		1,8



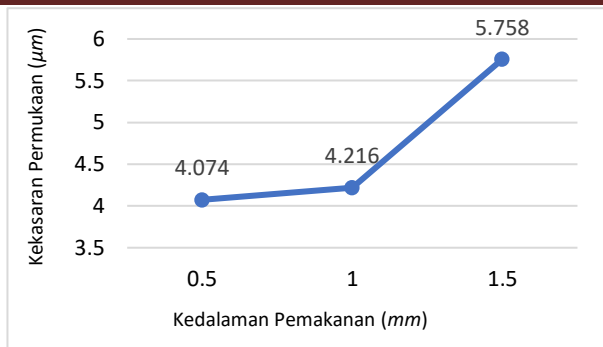
Gambar 8 Grafik Rata-Rata Getaran Terhadap kedalaman pemakanan

Berdasarkan data pada Gambar 8, terlihat bahwa peningkatan kedalaman pemakanan berdampak langsung terhadap besarnya getaran yang terjadi selama proses pembubutan. Pada kedalaman pemakanan 0,5 mm, getaran yang dihasilkan sebesar 0,4 mm/s. Ketika kedalaman ditingkatkan menjadi 1 mm, nilai getaran meningkat menjadi 1,1 mm/s. Sementara itu, pada kedalaman 1,5 mm, getaran mencapai 1,8 mm/s. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kedalaman pemakanan, maka gaya potong yang bekerja pada pahat juga semakin besar, sehingga menghasilkan getaran yang lebih tinggi.

Hasil pengukuran kekasaran permukaan selama proses pembubutan disajikan pada Tabel 2. dan Gambar 9.

Tabel 2 Hasil pengujian kekasaran permukaan

Kedalaman pemakanan (mm)	Spesimen	Ra (μm)
	1	3,240
0,5	2	4,485
	3	4,498
Rata-rata		4,074
	1	3,546
1	2	3,175
	3	5,928
Rata-rata		4,216
	1	5,895
1,5	2	6,450
	3	5,020
Rata-rata		5,758



Gambar 9 Grafik Uji Kekasaran

Gambar 9 menunjukkan bahwa peningkatan kedalaman pemakanan berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan. Pada kedalaman pemakanan 0,5 mm, nilai kekasaran rata-rata permukaan (R_a) tercatat sebesar 4,074 μm . Ketika kedalaman ditingkatkan menjadi 1 mm, nilai R_a meningkat menjadi 4,216 μm . Selanjutnya, pada kedalaman pemakanan 1,5 mm, nilai kekasaran mencapai 5,758 μm . Peningkatan nilai R_a ini mengindikasikan bahwa semakin besar kedalaman pemakanan, maka gaya potong yang bekerja juga semakin tinggi, sehingga permukaan benda kerja cenderung mengalami deformasi plastis dan menghasilkan kekasaran yang lebih tinggi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian getaran dan kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja AISI 4140, dapat disimpulkan bahwa peningkatan kedalaman pemakanan secara signifikan memengaruhi besarnya getaran dan nilai kekasaran permukaan (R_a). Pada kedalaman pemakanan 0,5 mm, getaran yang dihasilkan relatif rendah yaitu sebesar 0,4 mm/s dengan nilai kekasaran permukaan R_a sebesar 4,074 μm . Seiring meningkatnya kedalaman pemakanan menjadi 1 mm dan 1,5 mm, nilai getaran meningkat menjadi masing-masing 1,1 mm/s dan 1,8 mm/s, sedangkan nilai kekasaran permukaan meningkat menjadi 4,216 μm dan 5,758 μm . Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kedalaman pemakanan, semakin besar gaya potong yang bekerja, sehingga menyebabkan getaran dan kekasaran permukaan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, pemilihan kedalaman pemakanan yang tepat perlu diperhatikan untuk memperoleh kualitas permukaan yang optimal dan meminimalkan getaran dalam proses pembubutan.

Daftar Pustaka

- Aditiya, N.A. (2021) 'Pengaruh Kedalaman Pemakanan Pada Mesin Frais Terhadap Getaran Dan Kekasaran Permukaan Baja Aisi 4140', 1(02), pp. 1–8.
- Amelia Sugondo, Ian H Siahaan, B.K. (2008) 'Studi Pengaruh Kedalaman Pemakanan terhadap Getaran dengan Menggunakan Mesin Bubut Chien Yeh CY 800 Gf'.
- Boothroyd (1996) FUNDAMENTALS OF MACHINE TOOLS.
- Koryoso, T.B. (2010) DASAR-DASAR GETARAN MEKANIS.
- Kyocera ceramic tools catalogs 2 (2016) Kyocera ceramic tools catalogs 2.
- Mikell P. Groover (2010) Fundamentals of Modern Manufacturing.
- Muhammad Yakub Siregar Surya MurniYunus (2008) 'PENGARUH GETARAN PAHAT TERHADAP AUS PAHAT KARBIDA H10 N15 MENGGUNAKAN BAHAN PERMESINAN AISI 4140'.
- Rochim, T. (2007) Klasifikasi Proses, Gaya dan Daya Permesinan. Institut Teknologi Bandung.

Saputra, E.D. (2017) 'ORTHOGONAL DAN OBLIQUE AKIBAT SUDUT POTONG PAHAT Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya', *JTM*, 05, pp. 99–106.