

Pengaruh Kecepatan Spindel dan Kedalaman Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan serta Getaran Pembubutan Stainless Steel AISI 410 dengan Bio Oil.

Wahyu Setiyawan¹⁾✉, Tarsono Dwi Susanto²⁾.

¹⁾Jurusan Teknik Mesin,
Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo
Purwokerto
Jl. Semingkir N0. 1 Purwokerto 53134
Setiawanwahyu80@gmail.com

²⁾Jurusan Teknik Mesin,
Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo
Purwokerto
Jl. Semingkir N0. 1 Purwokerto 53134
t25ono7212@gmail.com

Abstract

This study seeks to investigate the impact of bio-oil coolant on the surface roughness and vibration metrics of AISI 410 stainless steel components during turning operations. Methods of research employed consist of observation, literature analysis, and experimentation. This study was carried out at the PT. Surya Selatan Workshop employs AISI 410 stainless steel as the material and utilizes cooking oil as the bio-oil coolant. The turning operation is carried out using a standard lathe equipped with a carbide tool. The experiments carried out involved assessing surface roughness with a Surface Roughness Tester and measuring vibrations with a Vibration Meter. The parameters for turning included depth of cut (1 mm, 0.5 mm, and 0.2 mm) and spindle speed of the machine (360 rpm, 500 rpm, and 600 rpm). The research findings for the turning process that generated the least vibration were from a spindle speed of 360 RPM and a feed depth of 0.2 mm, resulting in 0.60 mm/s. The turning process that generated the most vibration was the one with a spindle speed of 600 RPM and a feed depth of 1 mm, resulting in 1.27 mm/s. Conversely, to reach the minimum roughness level, the turning process at a spindle speed of 360 RPM (the greater the spindle speed) and a feed depth of 0.2 mm (the smaller the feed depth) yielded a roughness value of 0.747.

Keywords: Surface roughness, Vibration, Coolant.

1. PENDAHULUAN

Dengan peningkatan persaingan di industri manufaktur di Indonesia, ketersediaan tenaga kerja (SDM) yang memiliki keahlian dalam bidang manufaktur diperlukan. Peralatan yang dipakai untuk menghasilkan sebuah barang tidak pernah terlepas oleh industri permesinan. Mesin pembubutan adalah salah satu alat pembuatan yang paling umum dalam sektor. Selama proses pembubutan, dua elemen penting yang diukur adalah kekasaran permukaan, yang menunjukkan derajat kesempurnaan geometris benda kerja, dan getaran yang terjadi selama proses pembubutan dapat mempengaruhi Temuan.

Penggunaan bio-lubricant seperti *Jatropha Curcas* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan dan bentuk geram pada material, yang erat kaitannya dengan Kekasaran permukaan [1]. mengindikasikan bahwa variasi pendinginan dapat mengubah kekasaran permukaan dalam proses milling, yang secara paralel dapat mempengaruhi Kekasaran permukaan dalam konteks pembubutan [2]. Getaran yang terjadi berperan dalam menentukan kekasaran dan Kekasaran permukaan akibat pengaruh jenis media pendingin yang digunakan. Interaksi antara Kekasaran permukaan dan getaran ini menjadi penting untuk dipahami karena mereka dapat saling mempengaruhi, menyebabkan Temuan pembubutan yang bervariasi tergantung pada kondisi operasional. Sehingga, diperlukan penelitian yang lebih komprehensif untuk mengeksplorasi hubungan ini secara komprehensif [3].

Dalam konteks pengaruh getaran sendiri, penyesuaian parameter mesin dan penggunaan cairan pendingin yang tepat menjadi krusial untuk mengurangi efek negatif pada Kekasaran permukaan. menunjukkan bahwa penggunaan cairan pendingin dapat

secara signifikan mengurangi kekasaran permukaan pada proses face milling, implikasinya pada pembubutan adalah Kekasaran permukaan yang lebih baik dapat dicapai [4]. Di sisi lain, membandingkan penggunaan campuran air kapur dan minyak bekas sebagai fluida pendingin pada proses end milling, memberikan informasi penting tentang kemungkinan penggunaan bahan alternatif yang ramah lingkungan [5]. Dampak variasi media pendingin, seperti minyak dan oli nabati, terhadap kekasaran permukaan baja SS-400 dalam proses pemesinan bubut konvensional, menggarisbawahi pentingnya pemilihan media pendingin yang tepat [6]. Dalam konteks ini, yang menginvestigasi dampak kelajuan spindel dan ketebalan pemotongan terhadap getaran pahat serta Kekasaran permukaan dalam proses pembubutan konvensional, memberikan landasan kuat untuk memahami interaksi kompleks antara variabel-variabel ini. Meskipun masing-masing penelitian tersebut berfokus pada aspek-aspek yang berbeda, kesemuanya memberikan pandangan yang saling melengkapi mengenai bagaimana Kekasaran permukaan dan getaran dapat dikendalikan dalam proses pembubutan, mengidentifikasi elemen-elemen kebutuhan yang berbeda yang harus dieksplorasi lebih lanjut dalam penelitian ini [7].

Tujuan dari studi ini adalah untuk memperdalam pengetahuan mengenai cara terbaik untuk menggunakan bio oil untuk meningkatkan kualitas produk akhir dengan mengurangi cacat permukaan dan intensitas getaran yang terjadi selama pembubutan material baja tahan karat 410. Penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan teknik pembubutan yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga meningkatkan kinerja mesin dan kualitas produk. Ini akan memenuhi permintaan industri manufaktur modern untuk solusi yang efisien dan berkelanjutan. Inovasi dalam cairan pendingin yang ditawarkan oleh penelitian ini melindungi alat dari kerusakan dan memungkinkan proses pemesinan berjalan dengan lebih baik sambil mengurangi dampak lingkungan dan biaya operasional. Oleh karena itu, penggunaan bio oil sebagai media pendingin tidak hanya merupakan solusi praktis untuk mengurangi biaya dan konsumsi energi, tetapi juga merupakan pilar penting dalam mengurangi dampak lingkungan yang sering diabaikan. Penelitian ini penting karena membantu mendorong batasan teknologi machining untuk mencapai kekasaran permukaan yang lebih baik dan pengurangan getaran yang memengaruhi temuan akhir. Memenuhi standar kualitas yang ada dan mendorong perbaikan berkelanjutan dalam operasional industri adalah tujuan dari penelitian. Ini dicapai melalui penggunaan metode yang menggabungkan analisis teoretis dengan analisis praktis. Maka dari itu, diharapkan bahwa studi ini akan membantu menemukan pembubutan yang lebih efisien dan efektif dari material berbasis baja tahan karat. Selain itu, akan menjadi katalisator utama untuk penggunaan teknologi manufaktur yang ramah lingkungan.

Penelitian akan dilakukan di Workshop PT. Surya Selatan, di cilacap karena memiliki fasilitas dan peralatan yang cukup untuk mendukung eksperimen tentang pembubutan material baja tahan karat 410. Lokasi ini juga secara strategis memungkinkan akses ke sumber daya teknis dan tenaga ahli yang relevan, yang sangat krusial untuk menjamin bahwa Temuan studi adalah sah dan dapat dipercaya. Studi ini melibatkan populasi yang mencakup seluruh proses pembubutan material baja tahan karat 410 serta parameter proses yang terkait langsung. Baja tahan karat 410 dipilih karena banyak digunakan di industri fabrikasi dan memiliki kekuatan dan ketahanan yang baik, sehingga menjadi subjek yang ideal untuk mengukur dampak media pendinginan bio oil.

2. METODE DAN BAHAN

Studi ini menerapkan metode *experimental*. Metode ini dilaksanakan dengan cara melakukan pengamatan langsung untuk mencari data tentang sebab dan akibat dalam suatu proses melalui eksperimen. Hingga dapat menganalisa pengaruh kelajuan spindel

dan ketebalan permukaan terhadap kekasaran permukaan dan getaran. Mesin bubut konvensional digunakan untuk membuat spesimen sesuai dengan ukuran.



Gambar 1. Mesin Bubut Tipe CSD6266C

Terdapat sejumlah parameter yang akan diutilisasi untuk menentukan Temuan pada pembubutan ini, antara lain untuk kelajuan rotasi spindle yaitu 360 rpm, 500 rpm, 600 rpm dan ketebalan pemakanan yaitu 0.2 mm, 0.5 mm dan 1 mm. Langkah awal adalah melakukan pembubutan rata bertujuan untuk membersihkan permukaan ini, menghilangkan cacat, dan memastikan pahat bubut memiliki kontak yang konsisten dan stabil dengan material. Selanjutnya pada tingkat pengujian getaran, perangkat yang dipakai untuk menciptakan getaran di pahat. Perangkat yang dipakai adalah *Vibration Meter*. Alat ini mampu dimaknai sebagai suatu peranti atau alat yang berfungsi untuk menilai pergerakan berulang kali dari elemen mekanika sebuah perangkat sebagai respons terhadap gaya internal (gaya yang diTemukan oleh perangkat) serta gaya eksternal (gaya yang berasal dari luar atau sekitar mesin).



Gambar 2. SNDWAY Vibration Meter SW-65A

Pada proses pengambilan data pada getaran langkah awal adalah melakukan pengukuran ketebalan pada mesin bubut setelah itu pastikan pahat menyentuh material, kemudian atur kelajuan spindle yaitu 360 rpm, 500 rpm, 600 rpm. Selanjutnya adalah memulai proses pembubutan ketebalan 1 mm, 0.5 mm dan 0.2 mm dengan Panjang 40 mm. Lalu hidupkan alat vibration meter kemudian tempelkan sensor ke sumber getaran yaitu pada mesin dan mata pahat.



Gambar 3. Pembubutan ketebalan 1 mm, 0.5 mm dan 0.2 mm

Kemudian sebelum melakukan pengukuran tingkat kekasaran, spesimen sebaiknya diperlukan kalibrasi alat ukur terlebih dahulu supaya Temuan pengukuran bisa lebih akurat dan maksimal. Kekasaran permukaan adalah ukuran atau nilai kasar dari permukaan suatu spesimen atau seberapa tinggi rendahnya permukaan spesimen yang diukur dari titik acuan tertentu. Roughness Average (Ra) merupakan nilai kekasaran permukaan yang diakui sebagai parameter internasional. Perangkat yang dipakai untuk mengevaluasi derajat kekasaran permukaan adalah Pengujii Kekasaran Permukaan.

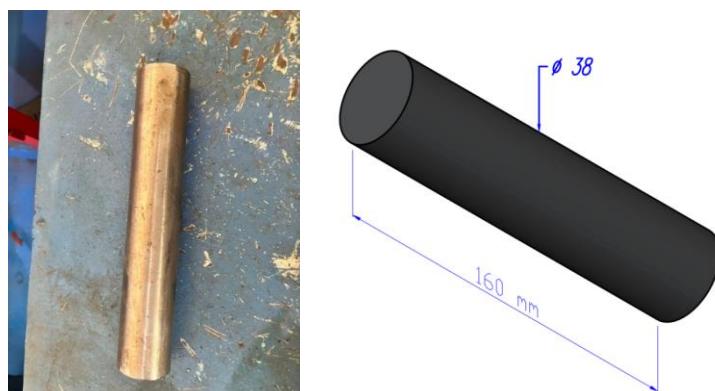


Gambar 4. Surface Roughness Tester SRT-6200

2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

1. Stainless Steel AISI 410.



Gambar 5. Stainlees Steel AISI 410

Dari gambar di atas diketahui bahwa spesifikasi *Stainlees Steel* AISI 410 yang akan diuji memiliki panjang yang sama yaitu 160 mm, dengan diameter 38 mm. Karakteristik material *Stainlees Steel* mengandung minimal 11.5% kromium (Cr), yang cukup untuk memberikan ketahanan korosi, serta karbon (C) yang lebih tinggi dibandingkan jenis feritik, memungkinkan material ini dikeraskan melalui perlakuan panas, komposisi dapat terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi material

Unsur	Rentang Kandungan (%)
Karbon (C)	0,08 - 0,15
Mangan (Mn)	0,75 - 1,0
Fosfor (P)	Maksimum 0,045
Belerang (S)	Maksimum 0,030
Silikon (Si)	0,75 - 1,0
Kromium (Cr)	11,5 - 13,0
Nikel (Ni)	Minimal

Paling menonjol dari *Stainlees Steel* 410. Sifat-sifat mekanisnya, seperti kekuatan tarik dan kekerasan, dapat ditingkatkan secara signifikan melalui proses perlakuan panas

seperti pengerasan (hardening) dan penempaan (tempering). Meskipun tahan terhadap korosi atmosfer ringan, uap, dan beberapa lingkungan kimia, ketahanannya tidak sekuat jenis austenitik (seperti Tipe 304 atau 316). Ketahanan korosi maksimumnya tercapai setelah perlakuan panas, pengerasan, dan pemolesan. Berbeda dengan tipe austenitik, SS 410 bersifat magnetis baik dalam kondisi lunak (annealed) maupun setelah dikeraskan.

1. Minyak Nabati (Bio Oil)



Gambar 6. Minyak Goreng

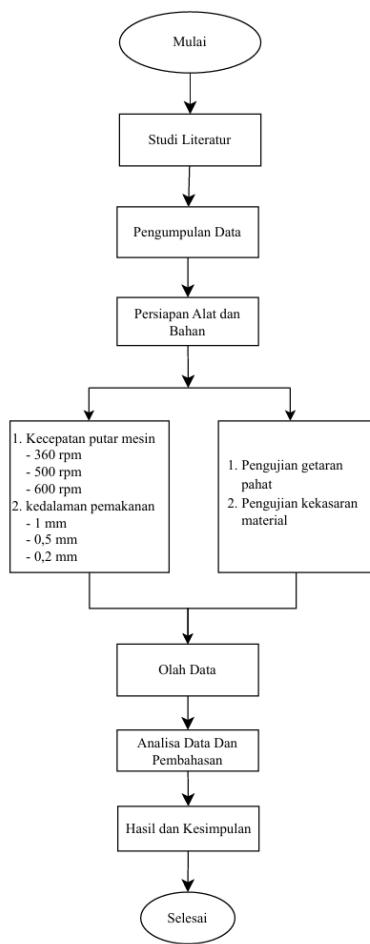
Minyak nabati merupakan minyak yang berasal dari tanaman dan sering dimanfaatkan untuk memasak, bahan tambahan makanan, dan lain-lain. Minyak nabati yang umumnya dipakai adalah minyak sawit, minyak kelapa, minyak jagung, minyak zaitun, minyak kedelai, minyak biji bunga matahari, serta minyak kemiri. Berdasarkan fungsinya, minyak nabati dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok. Pertama, minyak vegetatif yang dapat dimanfaatkan dalam sektor makanan (edible oils). Misalnya minyak kelapa, minyak sawit, minyak soya, minyak kanola, minyak olive, dan lain-lain. Kedua, minyak yang diaplikasikan dalam sektor non makanan (none dible oils).

Sifat fisis minyak goreng adalah karakteristik fisik yang dapat diukur tanpa mengubah komposisi kimianya. Berikut spesifikasi sifat fisis minyak goreng yang umum dijadikan standar:

1. Warna
Biasanya kuning pucat hingga kuning keemasan, diukur dengan standar Lovibond atau Color Index, warna terlalu gelap menandakan oksidasi atau kontaminasi.
2. Bau dan rasa
Harus netral, tidak tengik, tidak apek, bau atau rasa yang menyimpang menunjukkan proses oksidasi atau degradasi.
3. Kejernihan / kekeruhan
Minyak goreng yang baik jernih dan transparan, tanpa endapan, partikel, atau kekeruhan.
4. Berat jenis
Sekitar $0,91 - 0,93 \text{ g/mL}$ pada suhu 25°C , Menurun sedikit jika suhu naik.
5. Viskositas (Kekentalan)
Sekitar $40-50 \text{ cP}$ (centipoise) pada 40°C , Viskositas meningkat saat suhu turun.

2.2. Diagram Alir Penelitian (*Flow Chart*)

Pada penelitian ini, langkah-langkah pengujian mengacu pada diagram alir penelitian, sesuai dengan Gambar 1 dibawah.

**Gambar 7.** Flowchart penelitian

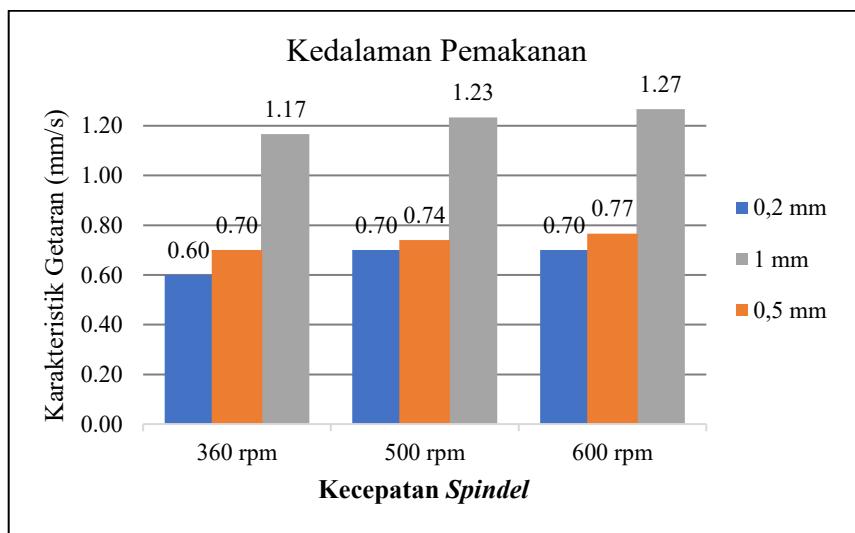
3. TEMUAN DAN DISKUSI

3.1. Getaran

Pada pekerjaan benda kerja dengan kelajuan *spindel* 360 Rpm, 500 Rpm, dan 600 Rpm dengan ketebalan 0,2 mm, 0,5 mm dan 1 mm, diperoleh temuan pengukuran getaran, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Nilai Getaran Pahat.

No	Kelajuan <i>Spindel</i> (rpm)	Ketebalan Pemakanan (mm)	Karakteristik Getaran (mm/s)			Rata-Rata (mm/s)
			1	2	3	
1	360	0,2	0,60	0,60	0,60	0,60
		0,5	0,80	0,60	0,70	0,70
		1	0,70	0,70	0,70	0,70
2	500	0,2	0,70	0,70	0,70	0,70
		0,5	0,80	0,72	0,7	0,74
		1	0,80	0,75	0,75	0,77
3	600	0,2	1,0	1,0	1,5	1,17
		0,5	1,4	1,2	1,1	1,23
		1	1,4	1,4	1,0	1,27

**Gambar 8.** Getaran pada pahat

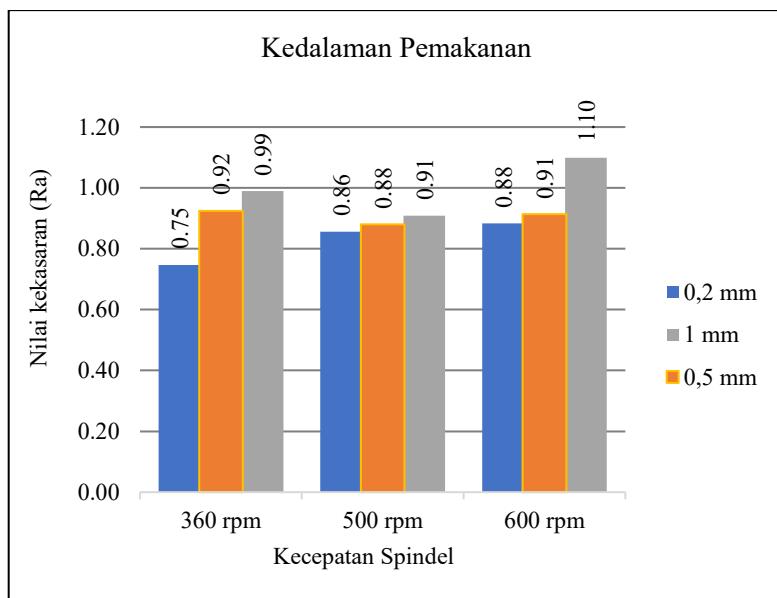
Hasil pengukuran getaran pada Tabel 2, dan ditunjukkan pada Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa pendingin *bio oil* pada proses pembubutan menghasilkan getaran paling rendah yakni rata-rata sebesar 0,60 mm/s, dan getaran paling tinggi dihasilkan yaitu sebesar 1,27 mm/s.

3.2. Kekasaran Permukaan (*surface roughness*)

Kekasaran permukaan merupakan parameter yang sangat penting dari segi kualitas dan presisi dalam proses manufaktur dan menjadi acuan dalam industri. Temuan penelitian mengenai kelajuan spindel dan ketebalan potong terhadap Kekasaran permukaan ditampilkan dalam tabel dan grafik dengan penjelasan mendetail sehingga mudah dimengerti dan perbedaannya dapat dikenali. Pada proses penggerahan benda kerja dengan kelajuan *spindel* 360 Rpm, 500 Rpm, dan 600 Rpm dengan ketebalan makan 0,2 mm, 0,5 mm, serta 1 mm diperoleh nilai level Kekasaran permukaan benda kerja sebagai berikut:

Tabel 3. Data Skor Kekasaran Permukaan

No	Kelajuan Spindel (rpm)	Ketebalan Pemakanan (mm)	Nilai Kekasaran (Ra)		Rata-Rata (Ra)
			1	2	
1	360	0,2	0,83	0,66	0,75
		0,5	0,92	0,93	0,92
		1	0,96	1,02	0,99
2	500	0,2	1,06	0,65	0,86
		0,5	0,93	0,83	0,88
		1	0,99	0,83	0,91
3	600	0,2	0,84	0,93	0,88
		0,5	0,95	0,88	0,91
		1	1,03	1,17	1,10

**Gambar 9.** Kekasaran Permukaan

Hasil pengukuran permukaan pada Tabel 3, dan ditunjukkan pada Gambar 9. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan media pendingin *bio oil* menghasilkan tingkat kekasaran yang lebih halus yaitu sebesar $0,747 \mu\text{m}$ sedangkan tingkat kekasaran yang paling tinggi dihasilkan yaitu sebesar $1,100 \mu\text{m}$.

Tabel 4. Perbandingan pengukuran getaran dan kekasaran permukaan

No	Kecepatan Spindel (rpm)	Kedalaman Pemakanan (mm)	Getaran (mm/s)	Kekasaran (Ra)
1	360	0,2	0,60	0,75
		0,5	0,70	0,92
		1	0,70	0,99
2	500	0,2	0,73	0,86
		0,5	0,70	0,88
		1	0,73	0,91
3	600	0,2	1,17	0,88
		0,5	1,23	0,91
		1	1,23	1,10

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat adanya korelasi antara getaran dan kekasaran permukaan yang dihasilkan pada proses pembubutan, dimana penurunan getaran berbanding lurus dengan penurunan nilai kekasaran permukaan yang artinya semakin semakin kecil getaran yang dihasilkan maka akan menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin kecil atau halus.

Nilai getaran rata-rata tertinggi dihasilkan pada proses pembubutan dengan kecepatan *spindle* 600 rpm yaitu sebesar $1,23 \text{ mm/s}$, menghasilkan nilai rata-rata kekasaran tertinggi yaitu sebesar $1,10 \mu\text{m}$. Kemudian nilai getaran terendah pada kecepatan *spindle* 360 rpm yaitu $0,60 \text{ mm/s}$ menghasilkan nilai rata-rata terendah yaitu $0,75 \mu\text{m}$.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pengolahan informasi, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari variasi kelajuan rotasi spindle dan ketebalan makan pada getaran menggunakan mesin bubut konvensional, proses pembubutan yang menghasilkan getaran terendah adalah pembubutan dengan kelajuan spindle 360 rpm dan ketebalan makan 0,2 mm sebesar 0,60 mm/s, sedangkan proses pembubutan yang menghasilkan getaran tertinggi adalah pembubutan dengan kelajuan spindle 600 rpm dan ketebalan makan 1 mm sebesar 1,27 mm/s.
2. Dari variasi kelajuan rotasi spindle dan ketebalan makan terhadap kekasaran permukaan menggunakan mesin bubut konvensional, proses pembubutan yang menghasilkan kekasaran terendah terjadi pada kelajuan rotasi spindle 360 rpm (semakin rendah kelajuan rotasi spindle) dengan ketebalan makan 0,2 mm (semakin rendah pemakanan), sehingga menemukan nilai kekasaran yang lebih rendah yaitu 0,75.

5. SARAN

Berdasarkan Temuan penelitian dalam studi ini, rekomendasi yang bisa disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Pada pengujian berikutnya, disarankan untuk mengeksplorasi tema lain terkait cairan pendingin agar dapat memperkaya referensi dalam proses pembubutan.
2. Mengadakan pengujian dengan variasi parameter yang lebih beragam seperti diameter, pemberian, kelajuan pemotongan, kelajuan rotasi pahat, dan sudut kemiringan.

PERNYATAAN TERIMA KASIH

Melalui pernyataan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pembimbing Tarsono Dwi Susanto, S.T., M.Pd., Drs Nugrah Rekto Prabowo, ST., MT., Prof. Dr. Ir. Sakuri Dahlan, MT., yang telah membantu penulis dalam merampungkan artikel pada Jurnal Rekayasa Mesin ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. S. Aisyah, " Penelitian Pemesinan Ti6246 Menggunakan *Jatropha Curcas* Sebagai Bio-Lubricant Terhadap Kekasaran Permukaan Dan Bentuk Geram , " *Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (Sentra)*, Pp. 72-79, 2020.
- [2] A. Rudi, " Dampak Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Objek Kerja Dalam Proses *Face Milling* , " *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, Vol. 3, Pp. 16-22, 2020.
- [3] Atlassteels, The Atlassteels Technical Handbook Of Stainlesssteels, 2013.
- [4] U. S. Jati, " Dampak Perubahan Suhu Pendinginan Terhadap Kekasaran Permukaan Temuan Proses Penggilingan Pada Bahan *Stainless Steel Aisi 304*," *Infotekmesin*, Vol. 15, Pp. 356-361, 2024.
- [5] Mudjijanto, " Dampak Tipe Media Pendingin Terhadap Vibrasi Dan Nilai Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan Material Baja Aisi 1045," *Crankshaft*, Vol. 7, Pp. 12-19, 2024.
- [6] M. M. Nur Afi Aditiya, " Dampak Ketebalan Pemakanan Pada Mesin Frais Terhadap Vibrasi Dan Kekasaran Permukaan Baja Aisi 4140," *Jurnal Mekanika Dan Energi*, Vol. 2, Pp. 1-8, 2021.

- [7] O. Adam, " Dampak Perbedaan Tipe Media Pendingin Pada Permukaan Benda Kerja St41 Menggunakan Uji Kekasaran (Surface Roughness Tester)," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, Vol. 17, Pp. 106-112, 2022.
- [8] D. Sulaiman, " Dampak Cairan Pendingin Terhadap Campuran Air Kapur Dan Minyak Jelantah Dalam Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses End Milling," *Journal Mechanical And Manufacture Technology*, Vol. 1, Pp. 43-57, 2020.
- [9] S. Suhandra, " Dampak Kelajuan spindel dan Ketebalan Pemakanan Terhadap Getaran Pahat serta Kebulatan Permukaan dalam Proses Pembubutan Konvensional ,," 2021.
- [10] A. Saputra1, " Dampak Variasi Media Pendingin Minyak, Dromus, Minyak Nabati Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Ss-400 Pada Proses Mesin Bubut Konvensional ,," *Machinery Jurnal Teknologi Terapan*, Vol. 2, Pp. 45-51, 2021.