

PEMANFAATAN MINYAK KELAPA DAN MINYAK CANOLA SEBAGAI CAIRAN PENDINGIN MESIN BUBUT TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN

Danang Radyo Utomo¹

Program Studi Teknik Mesin (S1), Fakultas Teknik, Universitas Tidar

E-mail: danank.radit@gmail.com

Informasi Naskah:

Diterima:

24 – 03 – 2022

Direvisi:

22 – 05 – 2022

Disetujui Terbit:

29 – 06 – 2022

Diterbitkan:

Cetak

11 – 07 – 2022

Online

11 – 07 - 2022

Abstract: Product quality being one of the essentials to be noticed in industry. Vegetable oil as an alternative cutting fluid (bio lubricant) became an appropriate solution to improve the quality of production results and reduce the impact of environmental pollution. The purpose of the study to analyze the effect of the variation of coconut oil cutting fluid and canola oil on surface roughness in Alumunium 6061 turning process. The research method used on research is an experimental method with quantitative approaches. Based on the test results it was obtained that the use of cutting fluid variation of the coconut oil 15% + meditrans oil 5% + water 80% is able to increase the quality of surface roughness by 12,3% compared to the use of synthetic cutting fluid (coolant dromus). Whereas the use of cutting fluid variation of the canola oil 15% + meditrans oil 5% + water 80% is able to increase the quality of surface roughness by 18,6% compared to the use of synthetic cutting fluid (coolant dromus).

Keyword: product quality, cutting fluid, surface roughness

Abstrak: Kualitas produk menjadi salah satu hal penting yang harus diperhatikan dalam proses produksi. Penggunaan minyak nabati sebagai cairan pendingin alternatif (*bio lubricant*) menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan kualitas hasil produksi dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa pengaruh variasi cairan pendingin minyak kelapa dan minyak canola terhadap hasil kekasaran permukaan pada proses pembubutan Alumunium 6061. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian adalah metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa penggunaan variasi cairan pendingin minyak kelapa 15% + oli meditrans 5% + air 80% mampu meningkatkan kualitas kekasaran permukaan sebesar 12,3% dibandingkan dengan penggunaan cairan pendingin sintetis (*coolant dromus*). Sedangkan penggunaan variasi cairan pendingin minyak canola 15% + oli meditrans 5% + air 80% mampu meningkatkan kualitas kekasaran permukaan sebesar 18,6% dibandingkan dengan penggunaan cairan pendingin sintetis (*coolant dromus*).

Kata Kunci: kualitas produk, cairan pendingin, kekasaran permukaan

1. PENDAHULUAN

Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan mata potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk menyayat benda kerja tersebut. Dikatakan konvensional karena untuk

membedakan dengan mesin-mesin yang dikontrol dengan komputer (*Computer Numerically Controlled*) ataupun kontrol numerik (*Numerical Control*) dan karena jenis mesin konvensional mutlak diperlukan keterampilan manual dari operatornya (Sumbodo,2008). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi

kekasaran permukaan pada pekerjaan logam dengan menggunakan mesin bubut, antara lain kecepatan potong, ketebalan pemakanan, kondisi mesin, bahan benda kerja, bentuk ujung pahat mata potong, pendinginan (*cutting fluid*) dan operator (Ardiansyah, 2013). Cairan pendingin (*cutting fluid*) yang banyak digunakan di bidang pemesinan adalah cairan pendingin yang bersumber dari minyak mineral (*straight oil*), akan tetapi harga cairan pendingin jenis ini semakin lama semakin tinggi yang disebabkan semakin berkurangnya cadangan sumber bahan bakunya (Ilham dan Haripriadi, 2019). Dalam industri otomotif penggunaan cairan pendingin untuk proses pemesinan masih banyak menggunakan cairan pendingin kimia (*chemical fluids*). Cairan pendingin jenis ini selain tidak ramah lingkungan juga menimbulkan efek buruk bagi kesehatan manusia/operator mesin. Hal ini dikarenakan bau dari cairan pendingin berbahan kimia yang sangat menyengat dan dapat menimbulkan dampak buruk bagi pernafasan.

Penggunaan minyak nabati sebagai cairan pendingin alternatif (*bio lubricant*) menjadi solusi yang sangat tepat untuk dikembangkan. Selain harganya yang lebih murah, cairan pendingin dari minyak alami relatif lebih ramah lingkungan. Cairan pendingin nabati dapat berupa jenis-jenis minyak sayur seperti minyak kedelai, minyak sawit, minyak jagung, minyak zaitun, minyak biji anggur, minyak biji bunga matahari, minyak kelapa, dan minyak canola. Minyak nabati memiliki kelebihan dari minyak bumi (*straight oil*) dimana minyak nabati merupakan sumber energi yang terbarukan karena terbuat dari tumbuhan sehingga penggunaannya tidak terbatas, sedangkan minyak mineral atau minyak bumi (*straight oil*) penggunaannya terbatas. Minyak nabati merupakan sumber energi bersih yang tingkat pencemaran lingkungannya relatif kecil dibandingkan dengan minyak bumi.

2. TINJUAN PUSTAKA

Aisyah (2020) melakukan penelitian tentang studi permesinan minyak jarak pagar (*jatropha curcas*) sebagai *bio lubricant* terhadap *surface roughness* dan bentuk geram menunjukkan bahwa minyak jarak pagar (*jatropha curcas*) sangat efektif digunakan sebagai alternatif cairan pendingin dan penghantar panas pada proses permesinan.

Hartini (2015) melakukan penelitian mengenai pengaruh kondisi permesinan dan cairan pendingin minyak sawit serta minyak kelapa terhadap kekasaran permukaan pada proses freis. Diperoleh nilai kekasaran permukaan cairan pendingin minyak sawit berkisar antara 1,73 μm sampai 6,28 μm , sedangkan nilai kekasaran permukaan cairan pendingin minyak kelapa berkisar antara 1,45 μm sampai 5,79 μm . Berdasarkan data penelitian menunjukkan bahwa penggunaan cairan pendingin minyak kelapa menghasilkan nilai kekasaran permukaan lebih halus dibandingkan dengan menggunakan cairan pendingin minyak sawit. Hal ini dikarenakan nilai viskositas minyak kelapa lebih tinggi dibandingkan nilai viskositas minyak sawit.

Sani dkk (2017) menjelaskan hasil penelitian tentang pemanfaatan minyak sayur sebagai cairan pendingin alternatif pada mesin CNC-MILL 3A didapatkan nilai kekasaran permukaan paling halus dengan nilai 3,048 μm menggunakan campuran minyak sayur dan air dengan perbandingan 1 : 40

Sulaiman (2020) menjelaskan penelitiannya mengenai pengaruh cairan pendingin pada campuran air kapur dengan minyak jelantah terhadap kekasaran permukaan baja ST 42 di proses *end milling* menunjukkan bahwa penggunaan cairan pendingin campuran air kapur dengan minyak goreng dapat digunakan sebagai cairan pendingin alternatif pengganti cairan dromus.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian tentang hasil kekasaran permukaan benda kerja dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. Untuk pembuatan spesimen benda kerja dilakukan di Bengkel Mesin SMK N 1 Magelang.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi material atau benda kerja Aluminium 6061 silinder pejal dengan diameter 1 inch dan panjang 120 mm.



Gambar 1. Alumunium 6061

Bahan untuk pembuatan cairan pendingin yaitu minyak kelapa dan minyak canola dengan konsentrasi variasi campuran:

- a. Minyak kelapa 15%+air 85%. (C1)
- b. Minyak kelapa 15%+oli meditran 5%+air 80%. (C2)
- c. Minyak kelapa 15%+dromus 5%+air 80%. (C3)
- d. Minyak canola 15%+air 85%. (C4)
- e. Minyak canola 15%+oli meditran 5%+air 80%. (C5)
- f. Minyak canola 15%+dromus 5%+air 80%. (C6)
- g. Cairan pembanding (coolant dromus 15%+air 85%). (CP)



Gambar 2. Minyak kelapa



Gambar 3. Minyak canola

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Mesin Bubut Konvensional (*Turning*), Pahat HSS (*High Speed Steel*) dengan dimensi 9,525 x 9,525 x 101,6 mm, dengan sudut potong utama sebesar 60°, Alat ukur kekasaran permukaan (*Surface Roughness Tester Mitutoyo SJ-210 Standar Type*).



Gambar 4. Surface Roughness Tester Mitutoyo SJ-210 Standar Type

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan meliputi pengamatan, *study literature*, pengambilan sample data dan eksperimental. Penelitian yang dilakukan dengan pembuatan cairan pendingin *bio lubricant* dari bahan dasar minyak kelapa dan minyak canola yang divariasikan menggunakan campuran air, *coolant*, dan oli. Hasil kekasaran permukaan pembubutan menggunakan cairan pendingin minyak kelapa maupun minyak canola dibandingkan dengan hasil pembubutan menggunakan cairan pendingin minyak sintetis.

3.4 Variabel Penelitian

Dalam penelitian yang akan dilaksanakan penulis menetapkan beberapa variabel penelitian, adapun variabel penelitian yang digunakan sebagai berikut:

3.4.1 Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah cairan pendingin minyak kelapa dan cairan pendingin minyak canola dengan variasi campuran air, *coolant* dromus, dan oli meditrان.

3.4.2 Variabel kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini meliputi: mesin bubut konvensional, jenis pahat, putaran mesin, kecepatan gerak pemakanan, kedalaman pemakanan, konsentrasi cairan pendingin, alat ukur kekasaran, benda kerja Aluminium 6061.

3.4.2 Variabel terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang faktornya diamati dan diukur untuk menentukan pengaruh yang disebabkan oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekasaran permukaan benda kerja hasil dari proses pembubutan.

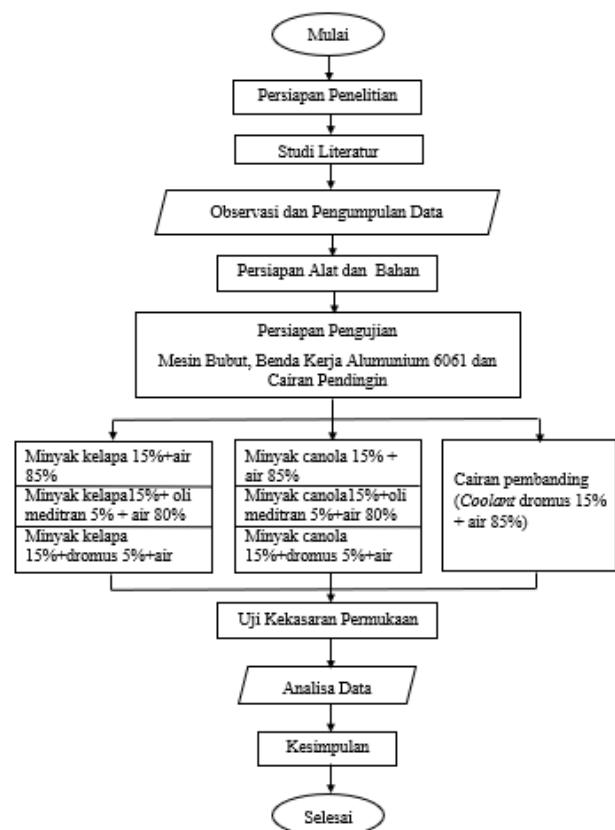
3.5 Teknik Analisa Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis data deskriptif. Data yang diperoleh dari hasil pengujian percobaan dimasukkan kedalam tabel, kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk

dianalisa hasilnya. Hasil dari percobaan atau eksperimen dibandingkan untuk mengetahui hasil dari eksperimen yang paling baik sehingga dapat diambil kesimpulan hasil penelitian untuk disajikan dalam rangkuman yang mudah dibaca dan dipahami.

3.6 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian mempermudah penulis dalam melaksanakan penelitian. Penulis menguraikan latar belakang permasalahan kemudian melakukan identifikasi permasalahan. Dari hasil identifikasi masalah tersebut penulis mencari teori-teori dan rumus-rumus perhitungan terkait sebagai landasan teori untuk memperkuat penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

3.7 Pelaksanaan Penelitian

Proses penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu:

1. Persiapan

Mempersiapkan alat dan bahan untuk proses pembuatan cairan pendingin. Bahan dasar

untuk cairan pendingin yaitu material alam minyak nabati dengan jenis minyak kelapa dan minyak canola

2. Uji viskositas cairan

Pengujian viskositas cairan pendingin bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan dari setiap cairan yang digunakan dalam penelitian. Sebelum menghitung nilai viskositas suatu cairan, diperlukan mengetahui nilai densitas/massa jenis dari cairan tersebut dengan melakukan uji densitas.

Tabel 1. Hasil pengamatan uji viskositas

Cairan	Waktu (sekon)	Densitas (kg/m ³)	Viskositas (Cps)
Air	0,53	997	0,899
Minyak kelapa	6,15	800	8,371
Minyak canola	6,28	800	8,547
Coolant dromus	17,05	700	20,305
Oli meditrans	23,91	700	28,475

3. Pembuatan spesimen

Membuat variasi campuran minyak kelapa, minyak canola dengan coolant dromus, oli meditrans dan air.

4. Pengujian spesimen

Proses pembubutan Alumunium 6061 dengan variasi cairan pendingin menggunakan pahat HSS (*High Speed Steel*).

5. Proses pengukuran kekasaran permukaan

Proses pengukuran kekasaran permukaan benda kerja menggunakan alat ukur kekasaran permukaan (*Surface Roughness Tester Mitutojo SJ-210*).

5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan Data Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan

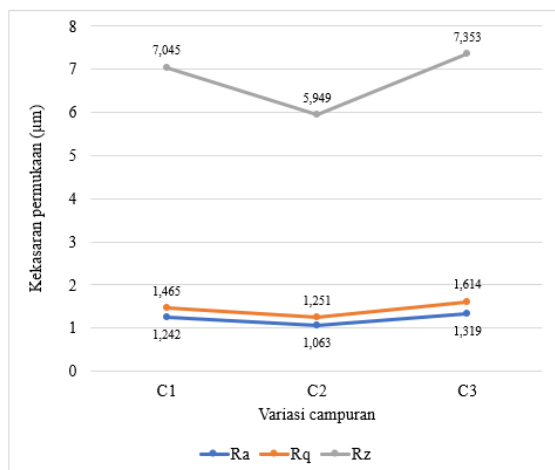
Dalam pengujian kekasaran permukaan alumunium 6061 diambil 3 titik yang berbeda dengan panjang langkah pengukuran 10 mm setiap titik. Setiap variasi *cutting fluid* dibuat 3 spesimen benda kerja dimana setiap spesimen diperoleh hasil pengukuran Ra, Rq, dan Rz. Berikut data-data yang diperoleh

dalam pengujian kekasaran permukaan alumunium 6061:

Tabel 2. Nilai rata-rata kekasaran permukaan

Variasi cairan	Ra (µm)		Rq (µm)		Rz (µm)	
	Spesimen	Rata-rata	Spesimen	Rata-rata	Spesimen	Rata-rata
C1	1 = 1,166	1,242	1 = 1,339	1,465	1 = 6,499	7,045
	2 = 1,278		2 = 1,541		2 = 7,323	
	3 = 1,283		3 = 1,516		3 = 7,313	
C2	1 = 0,991	1,063	1 = 1,189	1,251	1 = 5,889	5,949
	2 = 1,092		2 = 1,263		2 = 5,957	
	3 = 1,105		3 = 1,300		3 = 6,002	
C3	1 = 1,251	1,319	1 = 1,538	1,614	1 = 7,291	7,353
	2 = 1,344		2 = 1,655		2 = 7,366	
	3 = 1,362		3 = 1,649		3 = 7,402	
C4	1 = 1,168	1,231	1 = 1,437	1,477	1 = 7,098	7,146
	2 = 1,248		2 = 1,493		2 = 7,133	
	3 = 1,276		3 = 1,501		3 = 7,206	
C5	1 = 0,944	1,000	1 = 1,165	1,221	1 = 5,882	5,936
	2 = 1,006		2 = 1,227		2 = 5,939	
	3 = 1,050		3 = 1,270		3 = 5,987	
C6	1 = 1,085	1,156	1 = 1,293	1,368	1 = 5,893	5,986
	2 = 1,197		2 = 1,415		2 = 6,036	
	3 = 1,187		3 = 1,395		3 = 6,028	
CP	1 = 1,091	1,186	1 = 1,336	1,441	1 = 6,049	6,503
	2 = 1,256		2 = 1,531		2 = 7,291	
	3 = 1,210		3 = 1,455		3 = 6,168	

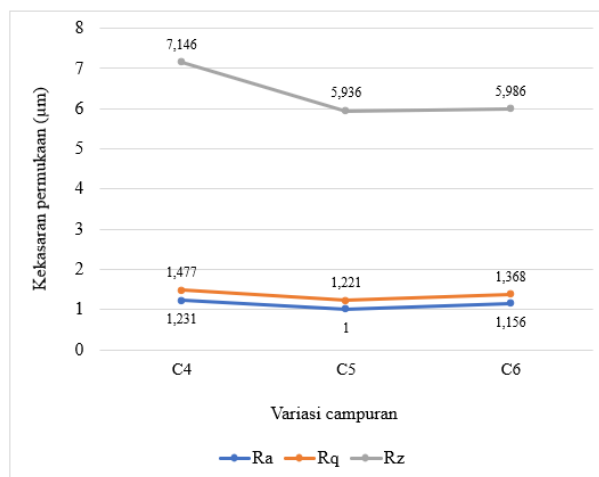
Berdasarkan data-data yang telah didapat dari pengukuran dan perhitungan, selanjutnya nilai rata-rata Ra, Rq, dan Rz diterapkan pada grafik kekasaran permukaan dari masing-masing variasi *cutting fluid*. Hal ini diperlukan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas terhadap perbandingan hasil kekasaran permukaan setiap variasi *cutting fluid*. Berikut grafik perbandingan kekasaran permukaan setiap variasi *cutting fluid*:



Grafik 1. Variasi cairan minyak kelapa terhadap kekasaran permukaan

Pada grafik 1. Menunjukkan hasil pengukuran kekasaran permukaan menggunakan cairan pendingin minyak kelapa dengan variasi campuran air, oli meditrان dan *coolant* dromus. Dari data pengukuran yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa variasi C2 menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling kecil. Sehingga didapatkan variasi campuran terbaik yaitu minyak kelapa 15% + oli meditrان 5% + air 80%. Penambahan oli meditrان pada cairan pendingin dapat meningkatkan viskositas atau kekentalan dari cairan pendingin.

Irijayanti (2019) menyatakan bahwa fungsi media pendingin yang lebih berpengaruh adalah daya pelumasannya. Oli mempunyai daya pelumas yang paling tinggi dibandingkan dengan *coolant* dan angin sehingga media pendingin yang mempunyai daya pelumas lebih besar akan menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih kecil.



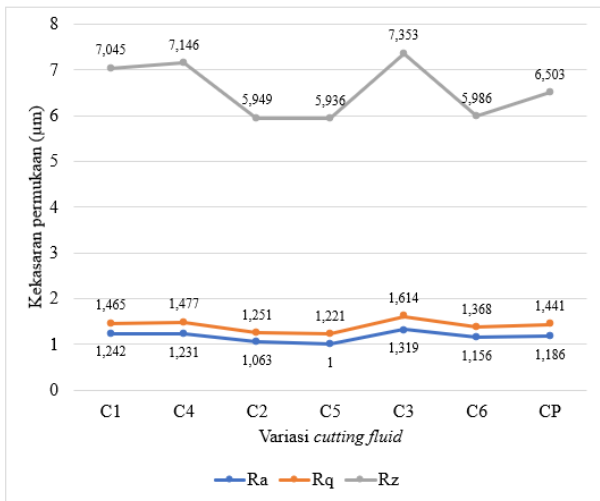
Grafik 2. Variasi cairan minyak canola terhadap kekasaran permukaan

Pada grafik 2. menunjukkan grafik dari hasil pengukuran kekasaran permukaan menggunakan cairan pendingin minyak canola dengan variasi campuran air, oli meditrان dan *coolant* dromus. Dari data pengukuran yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa variasi C5 menghasilkan nilai kekasaran permukaan paling kecil. Sehingga didapatkan variasi campuran terbaik yaitu minyak canola 15% + oli meditrان 5% + air 80%.

Penggunaan minyak canola dengan ditambahkan oli meditrان sebagai campurannya dapat meningkatkan daya pelumas dari cairan pendingin. Dimana oli meditrان mempunyai nilai viskositas atau kekentalan lebih besar daripada *coolant* dan air. Hasil pengujian ini sesuai dengan hasil uji viskositas yang telah dilakukan, dimana oli meditrان mempunyai viskositas paling besar dengan nilai 28,475 Centipoise.

5.2 Perbandingan Hasil Kekasaran Permukaan

Berikut grafik perbandingan hasil pengujian kekasaran permukaan aluminium 6061 menggunakan minyak kelapa, minyak canola dan minyak sintesis (*coolant* dromus).



Grafik 3. Variasi *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan

Pada grafik 3. dapat dilihat bahwa penggunaan variasi C5 menghasilkan nilai kekasaran terendah dengan harga kekasaran (Ra) 1,000 µm. Sedangkan nilai kekasaran menggunakan variasi C2 menghasilkan nilai kekasaran (Ra) 1,063 µm. Kemudian untuk pengukuran kekasaran menggunakan cairan pembanding CP menghasilkan nilai kekasaran (Ra) 1,186 µm. Berdasarkan data hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan variasi cairan pendingin minyak kelapa 15% + oli meditrان 5% + air 80% (C2) mampu meningkatkan kualitas kekasaran permukaan sebesar 12,3% dibandingkan dengan penggunaan cairan pendingin sintetis (CP). Sedangkan penggunaan variasi cairan pendingin minyak canola 15% + oli meditrان 5% + air 80% (C5) mampu meningkatkan kualitas kekasaran permukaan sebesar 18,6% dibandingkan dengan penggunaan cairan pendingin sintetis (CP).

Dari analisa data pengujian yang diperoleh, untuk memperoleh tingkat kekasaran yang paling baik diperlukan penambahan campuran oli meditrان dengan konsentrasi campuran 5%. Hal ini dibuktikan pada data hasil pengujian kekasaran dimana penggunaan variasi C2 dan C5 menghasilkan kekasaran permukaan lebih baik dibandingkan dengan penggunaan cairan pendingin *coolant* sintetis/dromus (CP).

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan pendingin minyak kelapa maupun minyak canola mampu meningkatkan kualitas kekasaran permukaan aluminium 6061 yaitu dengan penambahan campuran oli meditrان untuk meningkatkan daya pelumasan dari cairan pendingin.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian dan pembahasan hasil dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain adalah Hasil pengujian kekasaran permukaan menggunakan variasi cairan pendingin minyak kelapa 15% + oli meditrان 5% + air 80% menghasilkan nilai kekasaran terendah dengan harga kekasaran (Ra) 1,063 µm. Penggunaan variasi cairan pendingin minyak kelapa 15% + oli meditrان 5% + air 80% mampu meningkatkan kualitas kekasaran permukaan sebesar 12,3% dibandingkan dengan penggunaan cairan pendingin sintetis (*coolant* dromus). Hasil pengujian kekasaran permukaan menggunakan variasi cairan pendingin minyak canola 15% + oli meditrان 5% + air 80% menghasilkan nilai kekasaran terendah dengan harga kekasaran (Ra) 1,000 µm. Penggunaan variasi cairan pendingin minyak canola 15% + oli meditrان 5% + air 80% mampu meningkatkan kualitas kekasaran permukaan sebesar 18,6% dibandingkan dengan penggunaan cairan pendingin sintetis (*coolant* dromus). Hasil pengujian kekasaran permukaan menunjukkan penambahan campuran oli meditrان 5% menghasilkan nilai kekasaran permukaan lebih baik dibandingkan dengan penggunaan cairan sintetis (*coolant* dromus). Diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambah beberapa parameter lain seperti variasi kedalaman pemakanan, kecepatan potong, variasi geometri pahat, material pahat, dan jenis cairan pendingin nabati yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, L. S., dkk. (2020). Studi Pemesinan Tl6246 Dengan *Jatropha Curcas*

- Sebagai Bio-Lubricant Terhadap Surface Roughness Dan Bentuk Geram. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa*, 2527-6042.
- Busia, S., dkk. (2016). Pengaruh Pemberian Minyak Kanola Terhadap Gambaran Histopatologik Aorta Dan Kadar Kolesterol Tikus Wistar Dengan Diet Tinggi Lemak. *Jurnal e-Biomedik*, 4(2).
- Fahrizal & Dodi S. A. (2016). Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Benda Kerja Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Gerinda Silinderis Baja AISI 4140 Menggunakan Media Pendingin (Coolant Campuran Minyak Sawit Dan Calcium Hypochlorite). *Jom Fakultas Teknik*, 3(1).
- Hartini, S. (2015). Pengaruh Kondisi Pemesinan Dan Cairan Pendingin Minyak Sawit Serta Minyak Kelapa Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Freis. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Palembang*.
- Hendra, dkk. (2013). Jenis Material Pahat Potong Dan Run Out Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Silinder Pada Proses Bubut. *Jurnal Mekanikal*, 4(2), 376-385.
- Ilham, J., & Bambang D. H. (2019). Evaluasi Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Milling CNC Router Aluminium Sheet 1100. *Teknik Mesin Politeknik Negeri Bengkalis*.
- Irijayanti, S. L., & Rusiyanto. (2019). Pengaruh Media Pendingin Dan Kecepatan Spindel Terhadap Tingkat Kekasaran Proses CNC Turning Pada Aluminium Daur Ulang. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 11(2).
- Mujahid, M., dkk. (2017). Pengaruh Pengaruh Jenis Coolant Dan Variasi Side Cutting Edge Angle Terhadap Kekasaran Permukaan Bubut Tirus Baja EMS 45. *Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang*.
- Regina, O., dkk. (2018). Measurement Of Viscosity Uses An Alternative Viscometer. *Jurnal Geliga Sains*, 6(2), 127-132.
- Rochim, T. (2007). *Perkakas dan Sistem Perkakas (Umur Pahat, Cairan Pendingin Pemesinan)*. Bandung: ITB.
- Sani, A. A., dkk. (2017). Pemanfaatan Minyak Sayur Sebagai Cairan Pendingin Alternatif Pada Mesin CNC-MILL 3A. *Teknik Industri Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*.
- Santoso, J. (2013). *Pekerjaan Mesin Perkakas*. Kementerian Pendidikan & Kebudayaan. Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan.
- Saputro, S. (2014). *Elemen-Elemen Mesin*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Soedarmadji, W., dkk. (2015). Penerapan Konsep Green Manufacturing Pada Botol Minuman Kemasan Plastik. *Jemis*, 3(1), 2338-3925.
- Sulaiman, D., & Mochamad, M. (2020). Pengaruh Cairan Pendingin Pada Campuran Air Kapur Dengan Minyak Jelantah Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Di Proses End Milling. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, 1(2), 2721-4664.
- Sumbodo, W., dkk. (2008). *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid 2 untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Widagdo, T., dkk. (2020). Pengaruh Variasi Pendingin Dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Aluminium 6061. *Jurnal Austenit*, 12(1), 2085-1286.
- Zulfadli, T. (2018). Kajian Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) dengan Metode Pemanasan. *International Journal of Natural Sciences and Engineering*, 2(1), 34-41.